

Eaton.com/schaltungsbuch

Moeller® series

Befehlen und Signalisieren

Automatisieren

Rund um den Motor

Energiemanagement

# Schaltungsbuch 2023



# EATON

*Powering Business Worldwide*

Alle Marken- und Produktnamen sind Warenzeichen  
oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Titelhalter.

Korrigierte Auflage 2023, Redaktionsdatum 10/23

© 2008 by Eaton Industries GmbH, 53105 Bonn

Alle Schaltungen wurden von uns nach bestem Wissen erstellt  
und sorgfältig getestet. Sie dienen als praktische Beispiele.  
Für eventuelle Fehler übernimmt die Eaton Industries GmbH keine  
Haftung.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten.  
Kein Teil dieses Schaltungsbuches darf in irgendeiner Form  
(Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) ohne  
schriftliche Zustimmung der Eaton Industries GmbH, Bonn,  
reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme  
verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Änderungen vorbehalten.

Gedruckt auf Papier aus chlor- und säurefrei gebleichtem Zellstoff.



# Das Eaton Schaltungsbuch

	Kapitel
<b>Das Eaton Schaltungsbuch</b>	<b>0</b>
<b>Befehls- und Meldegeräte</b>	<b>1</b>
<b>Schalten, Steuern, Visualisieren</b>	<b>2</b>
<b>Rund um den Motor</b>	<b>3</b>
<b>Schütze und Motorschutzschalter/-relais</b>	<b>4</b>
<b>Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter</b>	<b>5</b>
<b>Nockenschalter</b>	<b>6</b>
<b>Leistungsschalter</b>	<b>7</b>
<b>Energieverteilung</b>	<b>8</b>
<b>Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika</b>	<b>9</b>
<b>Normen, Formeln, Tabellen</b>	<b>10</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>11</b>

# Das Eaton Schaltungsbuch

**0**

	<b>Seite</b>
<b>Vorwort</b>	<b>0-3</b>
<b>Geschichte des Schaltungsbuchs</b>	<b>0-5</b>
<b>Anschlusstechniken</b>	<b>0-6</b>
<b>Cyber Secure System Design</b>	<b>0-9</b>
<b>EV – Electrical Vehicle</b>	<b>0-10</b>
<b>Eule – Sicherheitsbeleuchtung</b>	<b>0-11</b>
<b>Der Weg zur sicheren Maschine</b>	<b>0-12</b>
<b>Weiterführende Informationen</b>	<b>0-14</b>
<b>After Sales Service</b>	<b>0-15</b>

# Was ist das Schaltungsbuch?

## **Ein fester Bestandteil für Jeden, der mit elektrischen Schaltgeräten arbeitet.**

Dieses Schaltungshandbuch soll als Hilfestellung für Auszubildene, sowie Berufstätige in technischen Berufen dienen. Das Werk umfasst detaillierte Informationen zu Industrie-Schaltgeräten, die auch von Eaton angeboten werden. Im Vordergrund stehen dabei die Darstellung der Schaltbilder, um die Geräte beispielsweise in einem Schaltschrank korrekt anzuschließen.

In diesem Schaltungsbuch erhalten Sie neben Schaltbildern zu elektrischen Schaltgeräten auch passende Anschlussbeispiele der Geräte von Eaton. Neben den wichtigsten Grundlagen zu der jeweiligen Gerätereihe werden Informationen zur Verdrahtung bzw. zur Projektierung sowie Programmierung der Schaltgeräte gegeben. Nachgeschlagen werden können hier die aktuell gültigen Normen, die um gängige Formel und Tabellen ergänzt werden.

# Das Eaton Schaltungsbuch

## Vorwort

0

### Wo finde ich mehr Informationen?

In dieser Ausgabe des Schaltungsbuches wurden die Inhalte auf folgende Themen fokussiert:

- Automatisierung
- Antriebstechnik
- Befehls- und Meldegeräte
- Schalt- und Schutzgeräte für Motoren
- Export

Sollten Sie weitergehende technische Informationen zu den in diesem Buch genannten Produktreihen benötigen, besuchen Sie gerne unsere Webseite [Eaton.com](http://Eaton.com).

Dort erhalten Sie neben Datenblättern, Zugang zu Handbüchern, Montageanweisung, Produktinformationen, technischen Fachaufsätzen und Vielem mehr.

### Wie bekomme ich technische Unterstützung?

Für technische Unterstützung besuchen Sie bitte unseren Support-Bereich unter [Eaton.com](http://Eaton.com). Nach Spezifizierung Ihrer Anfrage erhalten Sie Unterstützung durch Kolleg:innen unserer lokalen Vertriebsgesellschaft.

Ebenso können Sie sich hier für die Eaton Newsletter anmelden. Damit erhalten Sie regelmäßig Informationen zu unseren Produkten.



### Online Auswahlhilfen

Eaton-Konfiguratoren, Auswahlhilfen und Tools erleichtern und beschleunigen die Produktauswahl. Folgende Tools stehen dabei u. a. zur Auswahl:

- Pushbutton-Konfigurator → Seite 1-32
- SL4/SL7 Signalsäulen-Konfigurator → Seite 1-32
- Auswahlhilfe PowerXL Frequenzumrichter → Seite 5-73
- Auswahlhilfe Motorstarterkombinationen → Seite 3-17

Besuchen Sie dafür [Eaton.com/moem-tools](http://Eaton.com/moem-tools)

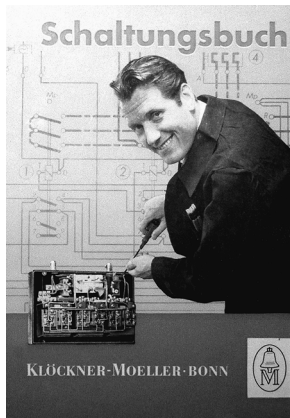


# Das Eaton Schaltungsbuch

## Geschichte des Schaltungsbuches

Ein etabliertes Handbuch in Ausbildung und Beruf

0



Ausgabe 1958

Das erste Schaltungsbuch wurde 1958 unter Klöckner-Moeller publiziert und wurde unter Moeller sowie Eaton weitergeführt. Seitdem hat sich das Buch als bewährte Quelle für angehende Ingenieure etabliert. Das Schaltungsbuch erfreut sich nicht nur an deutschen Berufsschulen hoher Beliebtheit, sondern ist in der übersetzten Version auch international als Werk sehr geschätzt – in der Ausbildung wie auch im Berufsleben.



Ausgabe 1986

Online finden Sie alle Inhalte aus diesem Schaltungsbuch unter folgendem Link zum Download:

[Eaton.com/schaltungsbuch](https://eaton.com/schaltungsbuch)



Laden Sie sich die aktuelle Version des Schaltungsbuchs als digitale Version herunter.

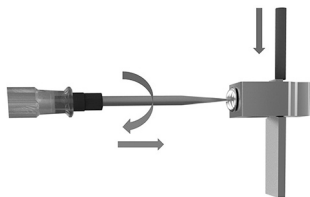
## Das Eaton Schaltungsbuch

### Anschlusstechniken

0

#### Schraubklemmen (traditionell)

Klemmen sind nach DIN VDE-Bestimmungen wieder lösbare Anschlüsse und Verbindungen, die elektrische Leiter untereinander oder mit anderen Betriebsmitteln dauerhaft mechanisch und elektrisch verbinden. Heute existieren Klemmen in den unterschiedlichsten Bauarten als Schraub- oder schraubenlose Klemmen.



Die älteste Anschlusstechnik ist die Schraubklemme: Geräteklammen bestanden früher gewöhnlich aus Schrauben mit freiliegendem, breitem Kopf, unter dem der Leiter eingeklemmt wurde. Daraus entstanden bis heute eine Vielzahl von verschiedenen Bauformen, wie zum Beispiel Tunnelklemmen, Rahmenklemmen oder Klemmkombischrauben.

Schraubklemmen decken einen großen Leiterklemmbereich ab – der Markt bietet Schraubklemmen, mit denen Leiterquerschnitte bis zu 300 mm<sup>2</sup> und mehr angeschlossen werden können. Gerade bei großen Querschnitten und den damit verbundenen hohen Leistungen bieten Schraubklemmen durch eine große Kontaktauflage, eine hohe Kontaktkraft und einen relativ geringeren Übergangswiderstand hohe Sicherheit. Von Vorteil ist auch, dass sich die Handhabung der Schraubklemmen für die meisten Anwender intuitiv ergibt.

Entscheidend für das sichere Klemmen des Leiters mit Schraubklemmen ist das Anzugs-Drehmoment: Ist die Klemmkraft der Schraube zu hoch, besteht die Gefahr, dass das weiche Kupfer des Leiterdrahtes beschädigt wird. Zudem kann das Gewinde reißen oder der Schraubenkopf beschädigt werden, so dass die Klemme irreparabel beschädigt wird, sich nicht mehr öffnen lässt und nicht erneut beschaltet werden kann. Ist das Drehmoment zu gering, reicht die Klemmkraft nicht aus und der Leiter kann sich lösen.

#### Federzugklemme/Cage Clamp

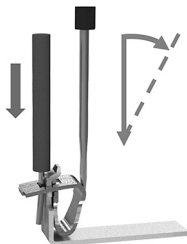
Als Alternative und Ergänzung zu Schraubklemmen haben sich Federzugklemmen oder Cage-Klemmen etabliert. Bei ihnen wird der Leiter nicht durch eine Schraube, sondern durch eine Feder in einem Halteprofil fixiert. Dabei wird die Feder mit Hilfe eines Werkzeugs geöffnet, dass in eine Betätigungsöffnung eingeführt wird. So können sowohl flexible Leiter mit oder

ohne Aderendhülsen als auch eindrähtige Leiter angeschlossen werden.

Die Feder sichert den erforderlichen Anpressdruck und verhindert ein Herausrutschen des Leiters. Die Verbindung nutzt das Prinzip der Selbsthemmung und ist so mechanisch dauerhaft und elektrisch sicher. Auch bei Vibrationen und Schocks lösen sich Federzugklemmen nicht von allein.

## Das Eaton Schaltungsbuch Anschlusstechniken

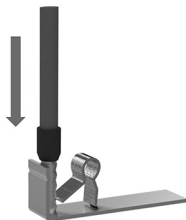
Eine regelmäßige Wartung, wie bei Schraubklemmen, ist nicht erforderlich. Auch eine Fehlbedienung durch ein zu geringes oder zu hohes Anzugsmoment ist ausgeschlossen, da einzig die Eigenschaft der Feder den Anpressdruck bestimmt. Klassische Federzugklemmen sind für Querschnitte bis 35 mm<sup>2</sup> ausgelegt und für kleinere Ströme in großer Bandbreite verfügbar.



0

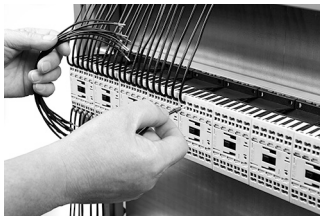
### Push-In-Klemmen

Eine Weiterentwicklung der Federzugklemme ist die Push-In-Klemme.



Auch hier wird der elektrische Kontakt durch eine Feder hergestellt und der Leiter fixiert. Allerdings wird die Feder bei der Push-In-Technologie durch das Einschleiben des Leiters selbst geöffnet: Starre oder mit Aderendhülse bestückte Leiter können so direkt und ohne Werkzeug angeschlossen werden.

Durch die Werkzeuglose Installation hält der Monteur in einer Hand mehrere Kabel und kann mit der anderen Hand ein Kabel nach dem anderen einstecken. Ein Anziehen der Schrauben (mit dem entsprechenden Drehmoment) oder ein Öffnen der Federzugklemme mit Werkzeug entfällt bei der Push-In-Klemme.

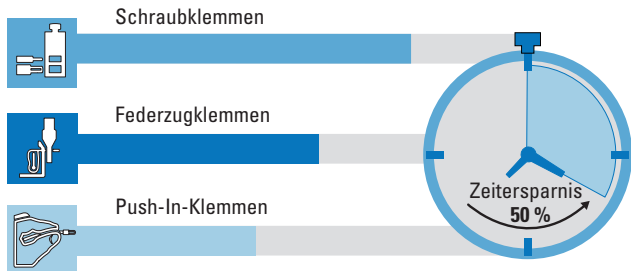


## Das Eaton Schaltungsbuch Anschlusstechniken

0

Dies ergibt eine Zeitersparnis von 50 % gegenüber der Schraubklemme und 40 % gegenüber der Federzugklemme.

Die Push-In-Klemme ist wartungsfrei und bietet eine zukunftssichere Verdrahtung und ermöglicht die automatische Montage über Roboter.



Die Push-In-Klemme bietet die gleichen Vorteile wie eine Federzugklemme:

- Die Leiterklemmkraft ist unabhängig vom Anwender, eine Fehlbedienung ist ausgeschlossen.
- Die Klemmen sind sehr gut für den Einsatz mit Vibrations- und Schockbelastungen geeignet und bieten immer die Schutzart IP20.
- Push-In-Klemmen ermöglichen eine Robotergesteuerte Verdrahtung.

**Mehr erfahren Sie im Whitepaper**  
[Eaton.com/push-in-whitepaper](https://www.eaton.com/push-in-whitepaper)





# Das Eaton Schaltungsbuch

## Cyber Secure System Design

### Unser Ansatz zum Umgang mit Cyber-Sicherheitsrisiken

Kunden von heute müssen sich mit dem Thema Cyber-Sicherheit befassen, um die Gefahr von Betriebsausfällen, Datenverlusten, sowie Auswirkungen auf die Lebenszykluskosten und das Markenimage zu minimieren. Zwischenfälle im Bereich der Cyber-Sicherheit können ein Unternehmen innerhalb von Minuten zum Stillstand bringen. Daher müssen Kunden von ihren Lieferanten den Nachweis verlangen, dass die von ihnen verkauften Produkte den Cybersecurity-Standards der Branche entsprechen.

Das Bekenntnis von Eaton zum Schutz dieser Umgebungen wird in unserem Product Cybersecurity Center of Excellence umgesetzt. Dort arbeiten unsere Experten an neuen Wegen, um Produkte und Systeme vor Cyber-Attacken zu schützen, interne Schulungen anzubieten und Kunden bei der Bereitstellung und Wartung sicherer Lösungen zu unterstützen.

Die „Secure-by-Design“-Philosophie von Eaton stellt dabei sicher, dass unsere Produkte die strengen Cybersicherheits-, Design- und Teststandards erfüllen. Unsere Cybersicherheitsprozesse und der gesicherte Entwicklungslebenszyklus sind in die Produktentwicklung integriert und leiten unsere Labore, Beschaffungs- und Designteams als Grundlage für Innovationen. Mit unseren maßgeschneiderten Testverfahren stellen wir sicher, dass unsere Produkte aktuellen industriellen Cybersicherheitsstandards entsprechen.

Mehr Informationen rund um das Thema Cyber-Sicherheit finden Sie unter:

[Eaton.com/cybersicherheit](https://www.eaton.com/cybersicherheit)



# Das Eaton Schaltungsbuch

## EV – Electrical Vehicle

### 0 Eaton Ladetechnik-Portfolio für Elektrofahrzeuge

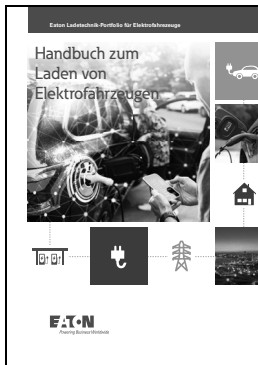
Wir bieten Ihnen ein umfassendes Sortiment an AC- und DC-Ladegeräten, Energiemanagementsystemen und fortschrittlicher Software, die sich sowohl für Wohngebäude als auch für Gewerbegebäude, öffentliche Parkplätze und den Flottenbetrieb eignen.

Auch für Ihre Ladesäule bietet Eaton ein breites Produktportfolio zum Schützen, Schalten und zur Bedienung an und berät Sie gerne bei der Auswahl der passenden Produkte sowie weitergehenden Fragen.

Unser Portfolio reicht von Busmann Sicherungen und VDE zertifizierten Schützen zum Eingangs- bzw. Ausgangs-seiten Schalten und Schützen über HMI-Panels zur nutzerfreundlichen Bedienung bis hin zu Not-Aus-Schaltern zum sicheren Abschalten.

Unter folgendem Link finden Sie weitere Informationen:

[Eaton.com/ev-charging](https://www.eaton.com/ev-charging)



# Das Eaton Schaltungsbuch

## Eule – Sicherheitsbeleuchtung

Gewusst wie!

### Sicherheitsbeleuchtung normgerecht planen und betreiben

Mit einer kostenlosen Registrierung steht die Broschüre mit über 100 Seiten zum Thema Sicherheitsbeleuchtung „Grundlagen, Erfordernisse, Errichtung und Lichttechnik“ zur Verfügung.

Vorschriften und Präsentation zu Sicherheitsbeleuchtung zum Download unter:

[Eaton.com/notlicht-vorschriften](https://www.eaton.com/notlicht-vorschriften)



# Das Eaton Schaltungsbuch

## Der Weg zur sicheren Maschine

0

### Sicherheitshandbuch

Das Sicherheitshandbuch zeigt anhand von Beispielschaltkreisen, wie das Konzept der funktionalen Sicherheit mit elektrischen, elektronischen und programmierbaren Komponenten und Anlagen in Sicherheitsanwendungen umgesetzt werden kann.

Es wurde für Maschinen- und Anlagenbauer, Ausbilder und Auszubildende sowie interessierte Kunden erstellt – also für alle, die sich mit dem Thema „Maschinen- und Anlagensicherheit“ befassen.

→ Abschnitt „Elektrische Ausrüstung von Maschinen“, Seite 10-21

Download Sicherheitshandbuch:

[Eaton.com/shb](http://Eaton.com/shb)



### UL 508A

Die richtigen Komponenten für Ihren nächsten Schaltschrank einfach auswählen. Stehen die Eckdaten der neuen Steuerung fest, müssen die richtigen Komponenten ausgewählt werden. Mit dem neuen Handbuch für die Auslegung von Schaltanlagen nach UL 508A wird diese Aufgabe zum Kinderspiel. Alle notwendigen Schaltgeräte sind mit den entsprechenden technischen Daten übersichtlich aufgelistet.

→ Abschnitt „Beispiele für eine besondere Geräteauswahl für Nordamerika“, Seite 9-3



# Das Eaton Schaltungsbuch

## Der Weg zur sicheren Maschine

### Engineering Guide

Der Eaton Engineering Guide wurde von einer Gruppe erfahrener Experten unter Berücksichtigung der Normen für elektrische Anlagen und Produkte erstellt.



Die wichtigsten Anwendungsbereiche sind

- Niederspannungs-Verteilungsanlagen
- Schutzeinrichtungen
- Überstromschutz
- Schutz gegen elektrischen Schlag
- Niederspannungs-Schaltanlagen
- Sicherheitsmanagement

Download Engineering Guide:

[Eaton.com/applicationguidelv](http://Eaton.com/applicationguidelv)



### Ex Schutz

Kennzeichnungsübersicht für den Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß den neuesten Richtlinien und Normen.

→ Abschnitt „Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen“, Seite 10-34

Eine umfassende Darstellung von:

- Explosionsgruppen
- Elektrische Zündschutzarten für explosionsfähige Atmosphären von brennbaren Gasen, Dämpfen und Nebeln
- Zonenklassifikation/Geräteschutzniveau
- Einteilung explosionsgeschützter Betriebsmittel in Gerätegruppen und Kategorien gemäß Richtlinie 2014/34/EU
- Beispiel für ein Typenschild

### Weitere Informationen

- Kennzeichnungsübersicht  
Publication No. 300 8000 2153
- → Kapitel 10 "Normen, Formeln, Tabellen"
- Grundlagen Explosionsschutz BR1213:  
[Eaton.com/ex-schutz](http://Eaton.com/ex-schutz)



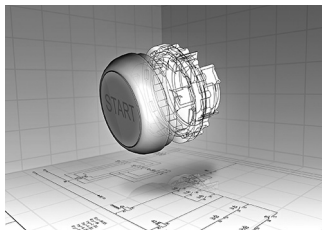
# Das Eaton Schaltungsbuch

## Weiterführende Informationen

## 0

### eCAD und mCAD Daten

Für elektrische und mechanische Konstruktionsdaten zur Projektierung von Schaltschränken, Anlagen oder Maschinen stellt Eaton die entsprechenden CAD-Daten zur Verfügung.



Auf dem EPLAN Datenportal stehen Artikeldaten zu mehr als 22.000 Eaton Artikeln zur Verfügung. Die Artikeldaten und Makros können von dort heruntergeladen werden. Zudem stellt Eaton für etwa 20.000 Produkte 2D und 3D Daten zur Verfügung. Die Modelle können entweder von dem Partcommunity Portal im Internet bezogen werden oder über die CADENAS Partsolution Software direkt in die Planungssoftware integriert werden.

Besuchen Sie dafür

[Eaton.com/moem-tools](http://Eaton.com/moem-tools)



### Technische Dokumentation

Technische Unterlagen zu unseren Produkten, wie beispielsweise Montageanweisungen oder Handbücher, stehen online innerhalb unseres Downloadcenters zur Verfügung.

Hier können Sie schnell und einfach die Art der Dokumentation, nach der Sie suchen, in der jeweiligen Sprache auswählen.

Downloads unter:

[Eaton.com/documentation](http://Eaton.com/documentation)



# Das Eaton Schaltungsbuch

## After Sales Service

---

Eaton bietet Ihnen After Sales Support für alle Niederspannungsschaltgeräte, -schaltanlagen und Dienstleistungen. Ausführliche Informationen und die allgemeine Geschäftsbedingungen finden Sie unter:

[Eaton.com/aftersales](https://Eaton.com/aftersales)

### Servicespezialisten

Nutzen Sie unser Servicepersonal. Umfangreiches Know-how, verknüpft mit langjähriger Erfahrung und moderner Ausstattung, helfen Ihnen bei der Lösung Ihrer Aufgaben.

### Material

Komponenten, Baugruppen und Ersatzteile des Produktsortiments von Eaton stehen für Ihre Anwendungen zur Verfügung.

### Dienstleistungsprodukte

Zu den Produkten von Eaton bietet der After Sales Service passende Dienstleistungsprodukte an.

---

### Onsite Service

Störfallbehebung, Inspektionen, Prüfungen, Wartungen, Inbetriebnahme.

### Reparaturen

Ersatzgeräte und Ersatzteile für aktuelle und ausgelaufene Produkte, Direkt-/Garantiewaivertrag für ausgewählte Produkte, Reparaturen.

### Online Services

Downloads, FAQs und interaktive Störungssuche.

### Kontakt

#### E-Mail

[AfterSalesEGBonn@eaton.com](mailto:AfterSalesEGBonn@eaton.com)

#### Internet

[Eaton.com/aftersales](https://Eaton.com/aftersales)



# Notizen

---

0



# Befehls- und Meldegeräte

	Seite
<b>RMQ Titan® – System M22/M30</b>	1-2
<b>RMQ Titan® – Sortiment M22</b>	1-5
<b>RMQ Titan® – Sortiment M30 Flat Front</b>	1-8
<b>RMQ Titan® – Funktionselemente</b>	1-10
<b>RMQ Titan® – NOT-AUS/NOT-HALT Tasten</b>	1-14
<b>RMQ Titan® – Projektieren</b>	1-18
<b>RMQ Titan® – System C22/C30 compact Solution</b>	1-22
<b>RMQ Titan® – System C22 compact Solution</b>	1-24
<b>RMQ Titan® – System C22 compact</b>	1-27
<b>Signalsäulen SL7/SL4</b>	1-30
<b>Konfiguratoren – Pushbutton und Signalsäulen</b>	1-32
<b>Positionsschalter LS-Titan®</b>	1-34
<b>Elektronische Positionsschalter LSE-Titan®</b>	1-42
<b>Sensoren – Funktionsweise</b>	1-43
<b>Sensoren – Anwendungen</b>	1-50

## Befehls- und Meldegeräte

### RMQ-Titan® – System M22/M30

1

Befehlen und Melden sind die grundlegenden Funktionen zur Steuerung von Maschinen und Prozessen. Die notwendigen Bediensignale werden entweder manuell mit Hilfe von Befehls- und Meldegeräten oder maschinell durch Positionsschalter erzeugt. Der jeweilige Anwendungsfall bestimmt dabei die Schutzart, Form und Farbe. Wie bei fast allen Geräten sind in dieser Branche eine möglichst weltweite Zertifizierung, sowie ein international aufgestelltes Vertriebsystem wichtige Kriterien.

Grundsätzlich lassen sich die Geräte im RMQ-System in zwei Kategorien einteilen:

- Modulare Geräte (M22/M30)
- Kompakte Geräte (C22)

---

#### Modulare Geräte (M22/M30)

Die modularen Geräte erfüllen insbesondere für anspruchsvolle Kunden die Anforderungen hinsichtlich Flexibilität, Variantenreichtum und Leistung. Hier lassen sich zum Beispiel bis zu 6 Kontaktelemente hinter ein Frontelement befestigen. Auch kann man zwischen besonders leistungsstarken, sehr flach aufbauenden Kontaktelementen und zwischen verschiedenen Anschlussarten (Schraubanschluss, Cage Clamp Anschluss, Push-In-Klemme) wählen.

Für viele Kunden ist ein breites Sortiment an NOT-HALT-Geräten wichtig. Hier sollten die Geräte nach allen gängigen Normen und Spezifikationen geprüft sein. Gleiches gilt für die Kontaktelemente damit der Betrieb der NOT-HALT-Geräte uneingeschränkt ermöglicht wird.

---

#### Kompakte Geräte (C22)

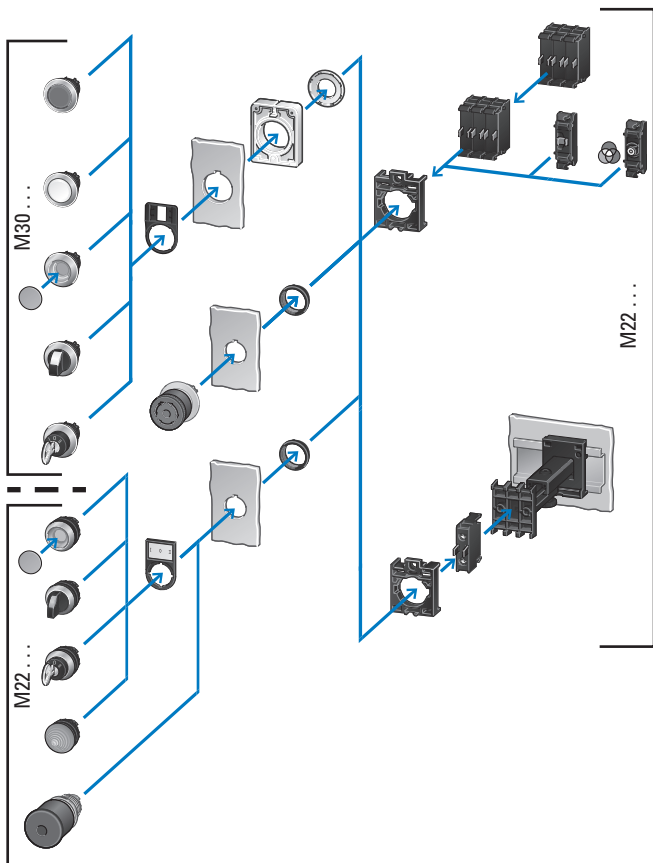
Die kompakten Geräte unterscheiden sich zu den modularen Geräten insbesondere in deren Ausführung hinter dem Frontelement. Kompaktgeräte werden werkseitig bereits mit maximal zwei Kontakten bestückt und können somit sofort vom Kunden eingesetzt werden. Der Vorteil der Kompaktgeräte gegenüber dem modularen Sortiment ist das einfache Handling und die schnelle Installation.

Eine weitere Besonderheit bilden hier Geräte mit integriertem Kabelausgang (C22 compact Solution). Diese sind konstruktiv an der Rückseite abgedichtet (IP65) und können somit ohne die Verwendung eines zusätzlichen Gehäuses eingesetzt werden.

# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – System M22/M30

### M22/M30 Systemübersicht



## Befehls- und Meldegeräte

### RMQ-Titan® – System M22/M30

1

Konsequent werden zukunftsorientierte Technologien bei den Befehlsgeräten „RMQ-Titan®“ angewendet worden. Durchgängige LED-Elemente und Laserbeschriftung bieten ein Maximum an Sicherheit, Verfügbarkeit und Flexibilität. Im Einzelnen bedeutet dies:

- hochwertige Optik für ein einheitliches Erscheinungsbild,
- höchste Schutzart bis IP67 und IP69K (Dampfstrahlgeeignet),
- kontrastreiche Beleuchtung mittels LED-Elementen, auch bei Tageslicht,
- bis zu 100.000 h für maschinenlange Lebensdauer,
- unempfindlich gegen Schock und Vibrationen,
- LED-Betriebsspannung von 12 bis 500 V,
- erweiterter Betriebstemperaturbereich -25 bis +70 °C,
- Leuchtmittel-Testschaltung,
- integrierte Schutzschaltungen für höchste Betriebssicherheit und Verfügbarkeit,
- abriebfeste und kontrastreiche Laser-Beschriftung,
- kundenindividuelle Symbole und Beschriftungen ab 1 Stück,
- Text und Symbolik frei kombinierbar,
- durchgängige Anschlusstechnik mit Schrauben und Cage Clamp<sup>1)</sup>,
- selbstspannende Cage Clamp Anschlüsse für sicheren und wartungsfreien Kontakt,
- elektronikaugliche Schaltkontakte nach EN 61131-2: 5 V/1 mA,
- frei programmierbares Schaltverhalten bei allen Wahltasten: tastend/rastend,
- alle Tasten in unbeleuchteter und beleuchteter Ausführung,

- NOT-HALT-Tasten mit Zug- oder Drehentriegelung,
- beleuchtbare NOT-HALT-Tasten für aktive Sicherheit,
- Pilz- oder Palmenform,
- Vier verschiedene Kopfdurchmesser,
- Kontakte schalten unterschiedliche Potenziale,
- Einsatz auch in sicherheitsgerichteten Stromkreisen durch zwangsläufige Betätigung und zwangsöffnende Kontakte,
- erfüllen Industriestandard IEC/EN 60947.

<sup>1)</sup> Cage Clamp ist ein eingetragenes Warenzeichen der WAGO GmbH & Co. KG, Minden.

# Befehls- und Meldegeräte

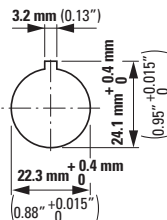
## RMQ-Titan® – Sortiment M22

### Produktmerkmale

- Zwei verschiedene Frontringe:  
Titan (silber) oder schwarz

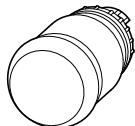


- Einbaudurchmesser 22,3 mm



### Frontelemente

- NOT-HALT



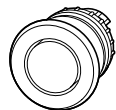
- Drucktaste



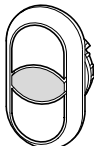
- Leuchtdrucktaste



- Pilzdrucktaste



- Doppeldrucktaste



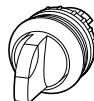
- Leuchtmelder  
flach und hoch



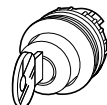
- Wahltasten



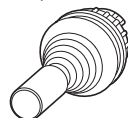
- Leuchtwahltasten



- Schlüsseltasten



- Joystick



- Potentiometer



- USB-Buchsen



- RJ45-Buchsen

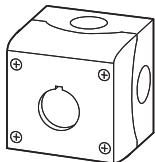


# Befehls- und Meldegeräte

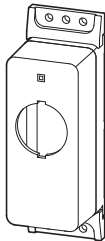
## RMQ-Titan® – Sortiment M22

1

- Aufbaugehäuse

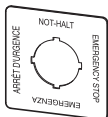


- Aufbaugehäuse

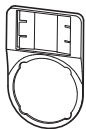


- Zubehör

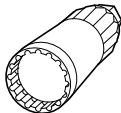
- Schilder



- Tastenzusatzschilder



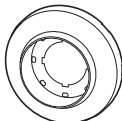
- Montagewerkzeug



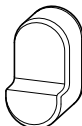
- NOT-HALT Schutzkragen



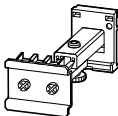
- Leuchtring



- Schutzmembran Silikon



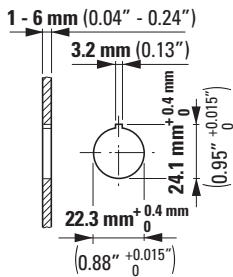
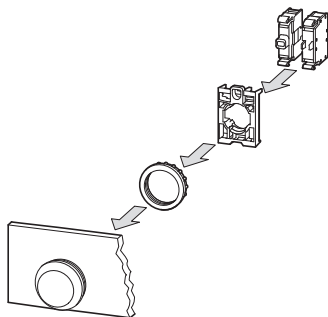
- Teleskop-Clip für Hutschiene



## Befehls- und Meldegeräte

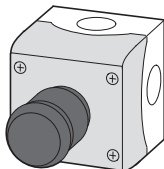
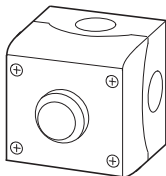
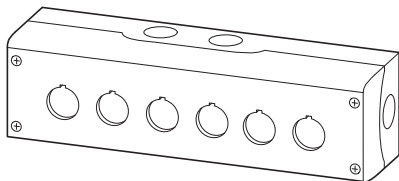
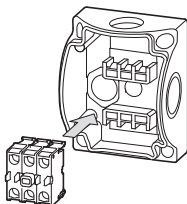
### RMQ-Titan® – Sortiment M22

#### Frontbefestigung



1

#### Bodenbefestigung im Aufbaugehäuse

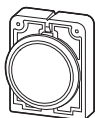


## Befehls- und Meldegeräte

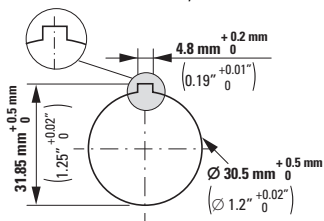
### RMQ-Titan® – Sortiment M30 Flat Front

#### Produktmerkmale

- Voll kompatibel zu den existierenden M22-Produkten
- Edles und hochwertiges Metall-Design
- Frontring in Titan Optik M30C oder Edelstahl M30I
- Einfaches Reinigen der Maschine
- Umfangreiches Portfolio
- Montage optional mit oder ohne Nut
- Verdreherschutz durch Standard-Adapter



- Einbaudurchmesser 30,5 mm



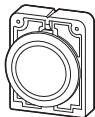


# Befehls- und Meldegeräte

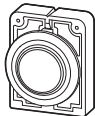
## RMQ-Titan® – Sortiment M30 Flat Front

### Frontelemente

- Drucktaste, Leuchtdrucktaste



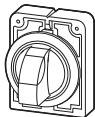
- Leuchtmelder



- Wahltasten



- Leuchtwahltasten



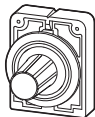
- Schlüsseltasten



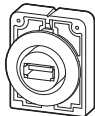
- Joystick



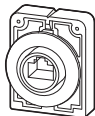
- Potentiometer



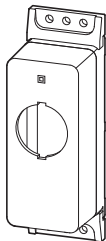
- USB-Buchsen



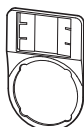
- RJ45-Buchsen



- Aufbaugehäuse



- Zubehör  
– Tastenzusatzschild



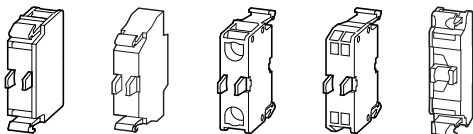
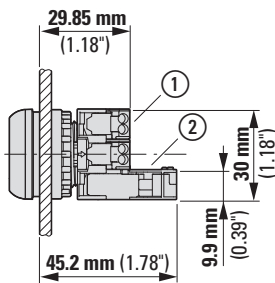
# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – Funktionselemente

### Kontaktelemente

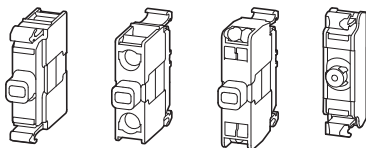
1

- Front-/Bodenbefestigung
- Öffner/Schließer
- Öffner sind zwangsöffnend (→)
- Schraubanschlüsse, Cage Clamp Anschlüsse, Push-In-Anschlüsse
- Verschiedene Schaltwege
- Doppelkontaktelemente
- Selbstüberwachende Kontaktelemente
- Standard (2) oder Flat Rear Kontakte (1)



### LED-Elemente


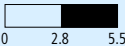






- Front-/Bodenbefestigung
- Schraubanschlüsse, Cage Clamp Anschlüsse, Push-In-Anschlüsse
- 24 V/230 V
- 4 Leuchtfarben
- Standard oder Flat Rear Design
- Flat Rear mit High Performance LED
- Flat Rear mit Multicolor RGB-LED



# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – Funktionselemente

### Kontaktvarianten

Schraubklemmen	Federzugklemmen (Cage Clamp)	Frontbefestigung	Bodenbefestigung	Kontakt	Wegediagramm <sup>1)</sup>
<b>M22/M30 Standard Kontaktelemente</b>					
x	x	x	x		 0 2.8 5.5 M22-(C)K(C)10
x	x	x	x		 0 1.2 5.5 M22-(C)K(C)01
x	x	x	–		 0 3.5 5.5 M22-(C)K01D <sup>2)</sup>
x	–	x	–		 0 1.8 5.5 M22-K10P

1) Hub in Verbindung mit Frontelement.

2) Öffner: Sicherheitsfunktion durch Zwangsöffnung nach IEC/EN 60947-5-1.

# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – Funktionselemente

1


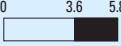

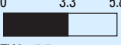

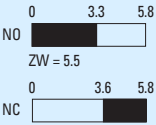


Schraubklemmen	Federzugklemmen (Cage Clamp)	Frontbefestigung	Bodenbefestigung	Kontakt	Wegediagramm <sup>1)</sup>
<b>M22/M30 Doppelkontaktelemente</b>					
–	x	x	–		
–	x	x	–		
–	x	x	–		
<b>M22/M30 Standard selbstüberwachende Kontaktelemente</b>					
x	–	x	x		
x	–	x	x		

1) Hub in Verbindung mit Frontelement.

2) Öffner: Sicherheitsfunktion durch Zwangsöffnung nach IEC/EN 60947-5-1.

# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – Funktionselemente

Push-In	Frontbefestigung	Kontakt	Wegediagramm <sup>1)</sup>
<b>M22/M30 Flat Rear Kontaktelemente</b>			
x	x		 0      3.6    5.8 <b>M22-FK10</b>
x	x		 0      3.3    5.8 ZW = 5.5 <b>M22-CK11<sup>2)</sup></b>
<b>M22/M30 Flat Rear selbstüberwachende Kontaktelemente</b>			
x	x		 0      3.3    5.8 NO  ZW = 5.5 0      3.6    5.8 NC  <b>M22-K(C)02SMC10</b>

1) Hub in Verbindung mit Frontelement.

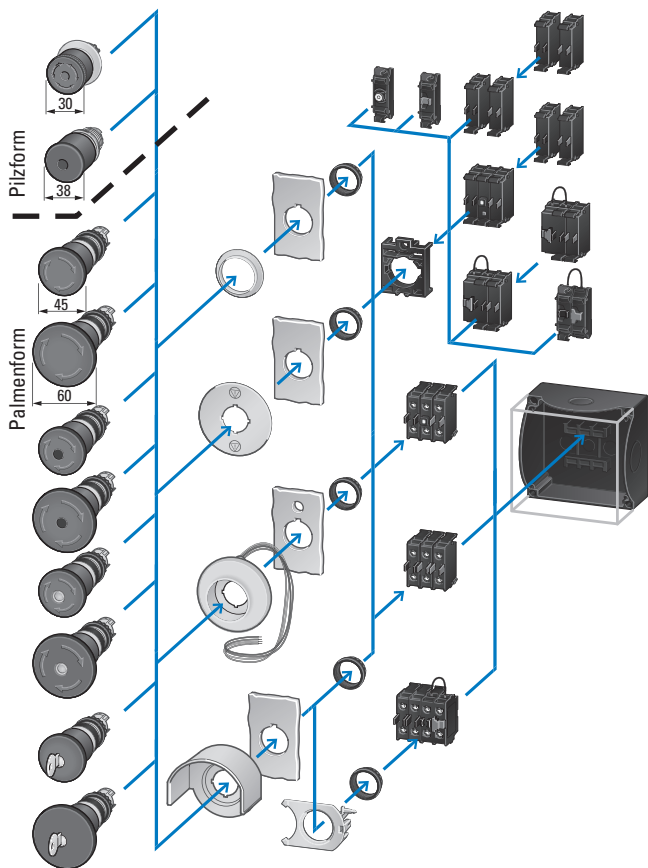
2) Öffner: Sicherheitsfunktion durch Zwangsöffnung nach IEC/EN 60947-5-1.

# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – NOT-HALT-/NOT-AUS-Tasten

### Systemübersicht

1



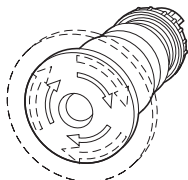
## Befehls- und Meldegeräte

### RMQ-Titan® – NOT-HALT-/NOT-AUS-Tasten

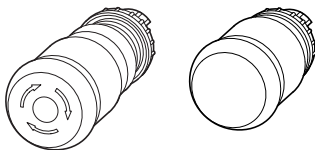
#### Produktmerkmale

- 30/38/45/60 mm Kopfdurchmesser
- Pilz- oder Palmenform
- Zug- oder Drehentriegelung
- Schlüsselentriegelung
- Beleuchtete Versionen
- Mechanische Schaltstellungsanzeige
- Aufbaugehäuse
- Schilder
- Zubehör
- EN ISO 13850
- EN 60947-5-5
- Maschinenrichtlinie 2006/42/EC

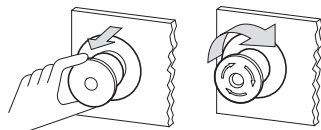
#### • Palmenform



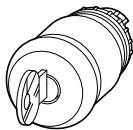
#### • Pilzform



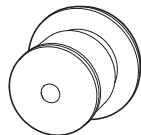
#### • Zug- oder Drehentriegelung



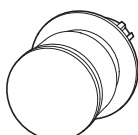
#### • Schlüsselentriegelung



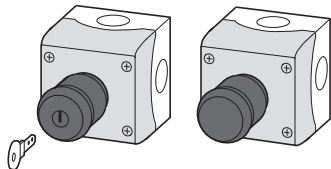
#### • Beleuchtete Versionen



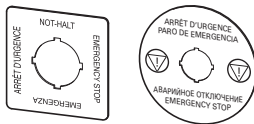
#### • Small E-Stop 30 mm



#### • Aufbaugehäuse



#### • Schilder

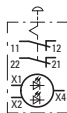
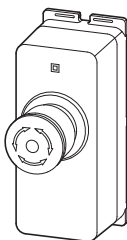


## Befehls- und Meldegeräte

### RMQ-Titan® – NOT-HALT-/NOT-AUS-Tasten

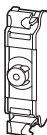
#### Beispiel NOT-HALT-Komplettgerät

- Flaches Aufbaugehäuse
- Kleiner NOT-HALT mit 30 mm Pilzdurchmesser
- Zwangsöffnende flache Kontaktelemente
- Zug- oder Drehentriegelung
- Beleuchtet mit Zwei-Farben-LED rot/grün
- überlastungssicher nach ISO 13850/EN 418
- Schutzart IP66, IP69



#### Multicolor RGB-LED-Element

- Flat Rear, geringe Einbautiefe
- Cage Clamp Anschlüsse, Push-In-Anschlüsse
- 24 V DC



Farben	Anschluss							
	X1	+R	X2	+G	X3	+B	X4	GND
<b>M22-FLED-RG</b>								
rot	x						x	
grün			x				x	
gelb	x		x				x	
<b>M22-FLED-RGB</b>								
rot	x						x	
grün			x				x	
gelb	x		x				x	
weiß	x		x		x		x	
blau					x		x	
violett	x				x		x	
türkis			x		x		x	



## Befehls- und Meldegeräte

### RMQ-Titan® – NOT-HALT-/NOT-AUS-Tasten

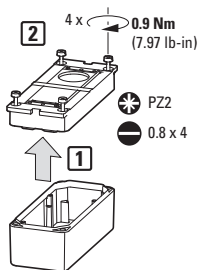
#### Flache Aufbaugehäuse

- Modulares System mit 1 - 4 Einbaustellen für M22 Standard oder M30 Flat Front
- Graues oder gelbes Oberteil
- Schutzart IP66, IP67, IP69
- Einbau von flachen Kontakt- und LED-Elementen
- Montage auf 40 mm Profilschienen oder an der Wand

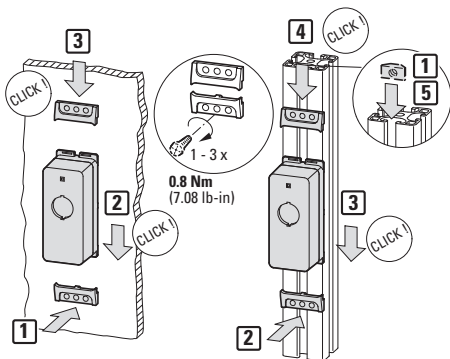
M22 Front-Elemente



Wandmontage



40 mm Profilschiene



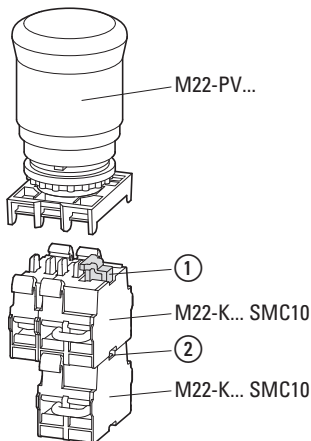
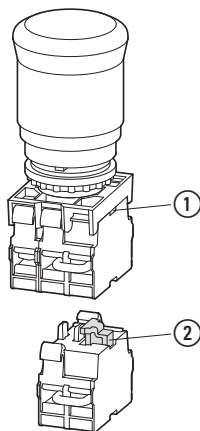
# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – Projektieren

### Zusammenbau und Funktion NOT-HALT mit selbstüberwachendem Kontakt

#### M22...SMC10

1



- ① Der selbstüberwachende Kontakt überwacht mechanisch die Anschaltung am M22-PV...
- ② Der selbstüberwachende Kontakt überwacht mechanisch die Anschaltung am darüberliegenden Safety-Kontakt M22-K...SMC10, nicht aber die Anschaltung am M22-PV...

#### M22-K01SMC10 M22-KC01SMC10



#### M22-K02SMC10 M22-KC02SMC10



Bei korrekter Montage des selbstüberwachenden Kontaktes ist der Schließer geschlossen.

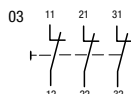
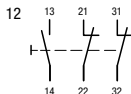
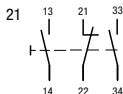
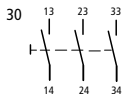
Durch eine Reihenschaltung von Öffner und Schließer wird der NOT-AUS/NOT-HALT-Kreis aktiviert, wenn

- der NOT-AUS/NOT-HALT-Taster betätigt wird oder
- der selbstüberwachende Kontakt mechanisch vom Taster getrennt wird.

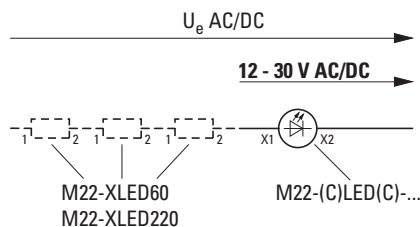
# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – Projektieren

### Anschlussbezeichnung und Funktionsziffern (Kennzahl/Schaltzeichen), EN 50013

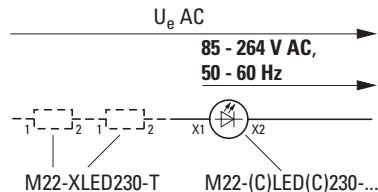


### Spannungsvarianten mit Vorschaltelementen



M22-XLED60 <sup>1)</sup>	$U_e \leq$ AC/DC
1x	60 V
2x	90 V
3x	120 V
...	...
7x	240 V
M22-XLED220	$U_e \leq$
1 x	220 V DC

1) Für Spannungserhöhung AC/DC.



M22-XLED230-T <sup>1)</sup>	$U_e \leq$
1x	400 V AC
2x	500 V AC

1) AC: für Spannungserhöhung 50/60 Hz.

# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – Projektieren

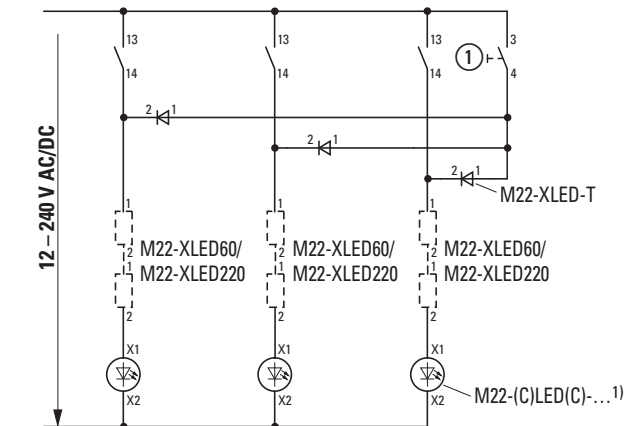
### Schaltung Leuchtmitteltest

1

Die Prüftaste dient zur Funktionskontrolle der Leuchtmelder unabhängig vom jeweiligen Steuerungszustand. Entkopplungselemente verhindern Spannungsrückspeisung.

#### M22-XLED-T

für  $U_e = 12$  bis 240 V AC/DC (auch für Leuchtmitteltest bei Signalsäulen SL)



① Prüftaste

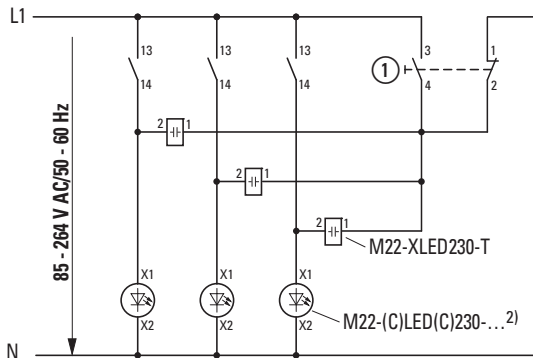
1) Nur für Elemente 12 bis 30 V.

# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – Projektieren

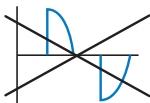
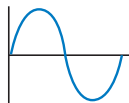
### M22-XLED230-T

für  $U_e = 85$  bis 264 V AC/50 - 60 Hz



① Prüftaste

2) Für Elemente 85 bis 264 V.



## Befehls- und Meldegeräte

### RMQ-Titan® – System C22/C30 compact Solution

1

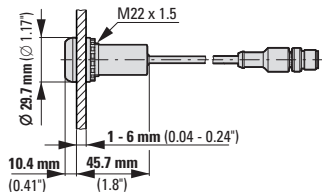
Für besondere Anwendungen oder Anforderungen bietet Eaton zwei Reihen **kompakter** Bedienelemente aus der Serie RMQ C22/C30 an. Wegen der bereits integrierten Kontakte bzw. LED's bestehen diese Produkte durch ein einfaches und unkompliziertes Handling in allen wichtigen Bereichen. Von der Bestellung über die Lagerhaltung bis zum Einbau und zur Wartung.



#### C22 compact Solution

Bei der praktischen „All-in-one“-Lösung RMQ compact solution sind Kabel, Steckverbinder und Gehäuse bereits integriert und fest installiert. Durch ihre hohe frontseitige (bis zu IP69K) und vor allem rückseitige Schutzart (IP65) sind die Geräte rundum optimal gegen Schmutz oder Flüssigkeiten geschützt. Durch die kompakte Bauweise sind die Geräte einfach per Plug-and-play zu installieren. Ein Kompaktgerät benötigt nur eine Bestellnummer, was alle Prozesse von der Auswahl über die Bestellung und Lagerhaltung bis hin zur Installation wesentlich vereinfacht.

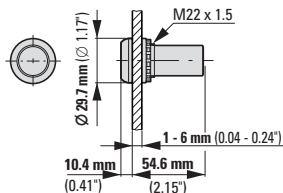
Weitere Informationen → Seite 1-24

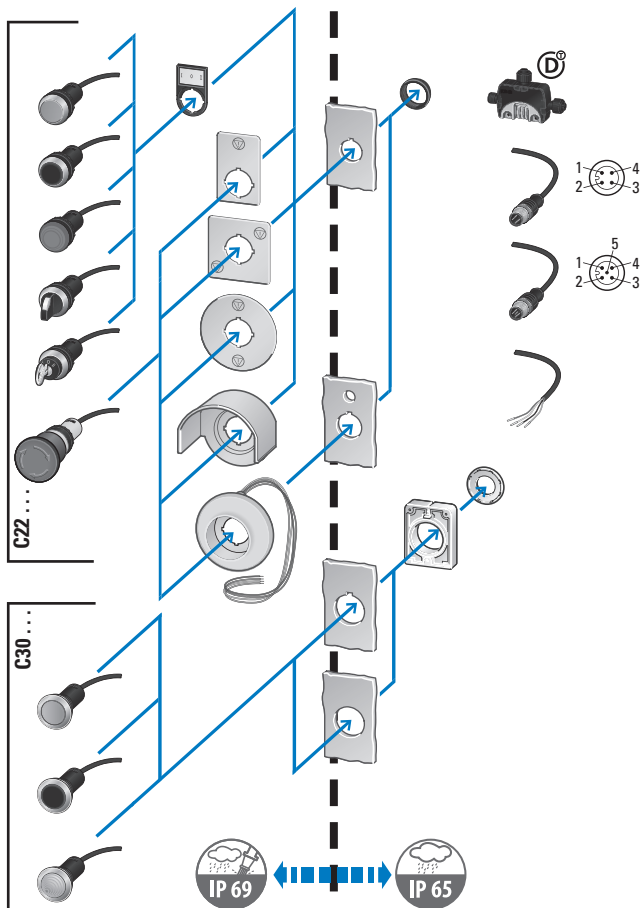


#### C22 compact

Die Produkte aus der Reihe C22 compact bieten integrierte Kontakte und/oder Beleuchtung mit Schraubklemmen für einen unkomplizierten und reibungslosen Einsatz. Die Schraubklemmen können sowohl mit Schlitz- als auch mit Kreuzschraubendreher angezogen werden. Die Geräte der C22 compact Serie gibt es ausschließlich mit schwarzen Frontringen.

Weitere Informationen → Seite 1-28



**Befehls- und Meldegeräte****RMQ-Titan® – System C22/C30 compact Solution****Systemübersicht**

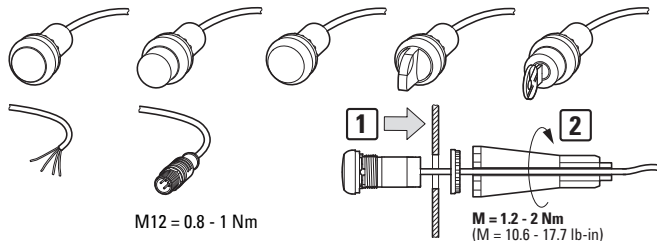
# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – System C22 compact Solution

### C22 compact Solution Übersicht

1

- Integriertes Kabel
- Keine Gehäuse notwendig
- M12-Stecker oder offene Kabelenden
- C22 oder C30C (Flache) Vorderseiten
- Große Auswahl an Funktionen (NOT-HALT, Leuchtmelder, Wahltaster, Schlüsseltaster etc.)
- Kompatibel zu RMQ Titan M22 Zubehör

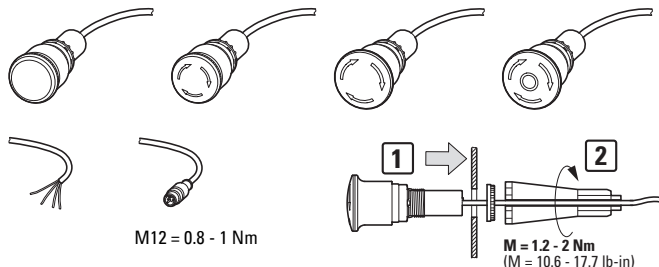


7 mm (0.28")	„M12A“																		
			+																
...K11...																			
...K20...																			
...K02...	-																		
...-K10-24-...																			
...-K01-24-...																			
...L(H)...																			
...K10...																			
...K01...																			
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pin</th> <th>DIN IEC 304, DIN IEC 757</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>BN</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>WH</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>BU</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>BK</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Pin	DIN IEC 304, DIN IEC 757		1	BN	1	2	WH	9	3	BU	6	4	BK	0
Pin	DIN IEC 304, DIN IEC 757																		
1	BN	1																	
2	WH	9																	
3	BU	6																	
4	BK	0																	



**Befehls- und Meldegeräte****RMQ-Titan® – System C22 compact Solution****C22 compact Solution „NOT-HALT“**

- 4-polig oder 5-polig
- Pilz- oder Palmenform
- Zug- oder Drehentriegelung
- Optional mit mechanischer Schaltstellungsanzeige
- ISO13850/EN418 und IEC/EN 60947-5-1



				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pin</th> <th>DIN IEC 304, DIN IEC 757</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>BN</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>WH</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>BU</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>BK</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Pin	DIN IEC 304, DIN IEC 757		1	BN	1	2	WH	9	3	BU	6	4	BK	0
	Pin	DIN IEC 304, DIN IEC 757																	
1	BN	1																	
2	WH	9																	
3	BU	6																	
4	BK	0																	
<table border="1"> <tr> <td>...K02...</td> <td> </td> <td> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>...K11...</td> <td></td> <td> </td> <td></td> </tr> </table>	...K02...				...K11...														
...K02...																			
...K11...																			

# Notizen

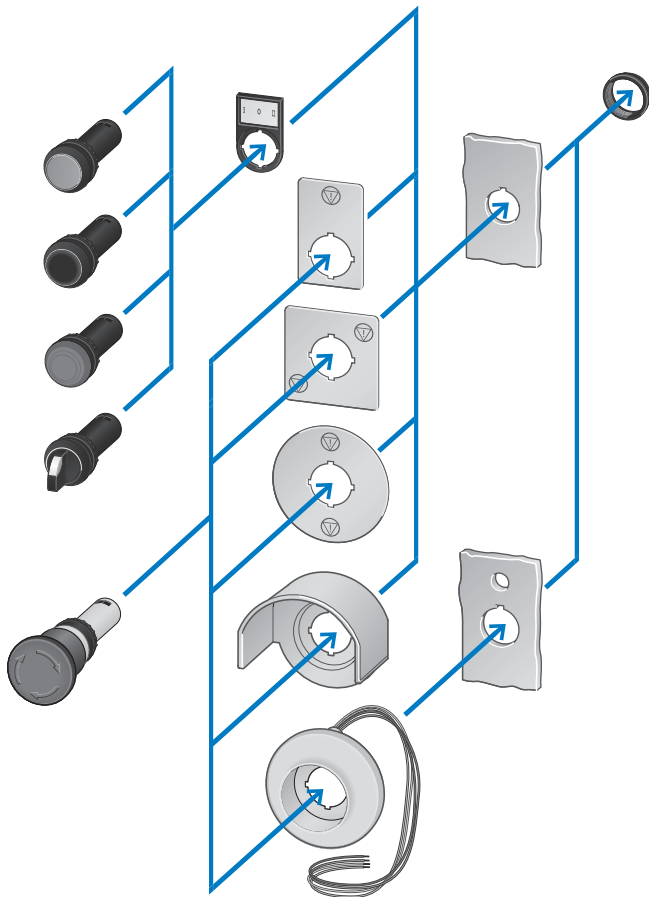
---

1

# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – System C22 compact

### Systemübersicht



# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – System C22 compact

### C22 compact Übersicht

1

- Integrierte Kontakte
- Schraubklemme
- Schwarze Frontringe
- Große Auswahl an Funktionen  
(Drucktaster, NOT-HALT,  
Leuchtmelder, Wahltester)
- Kompatibel zu RMQ Titan M22 Zubehör

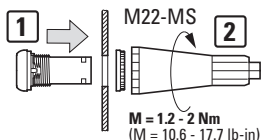


C22(S)...24, 22(S)...120, C22(S)...230

24 V

120 V

230 V



### Kontaktbelegung

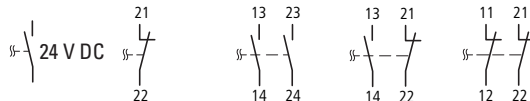
...K10

...K01

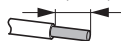
...K20

...K11

...K02



8 mm (0.31")

**M = 0.8 Nm** (M = 7.08 lb-in)

60/75 °C Cu wire only

2 x 0.5 - 1.5 mm<sup>2</sup>

AWG20 - AWG14

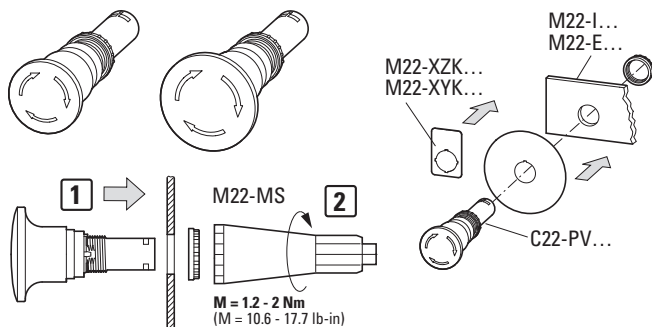


# Befehls- und Meldegeräte

## RMQ-Titan® – System C22 compact

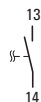
### C22 compact „NOT-HALT“

- Palmenform
- Drehentriegelung
- ISO13850/EN418
- IEC/EN 60947-5-1

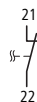


### Kontaktbelegung

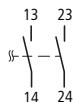
...K10



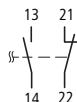
...K01



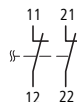
...K20



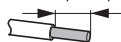
...K11



...K02



8 mm (0.31")

**M = 0.8 Nm** (M = 7.08 lb-in)

60/75 °C Cu wire only

2 x 0.5 - 1.5 mm<sup>2</sup>

AWG20 - AWG14



## Befehls- und Meldegeräte

### Signalsäulen SL7/SL4

#### Großes Sortiment für alle Anwendungen

1

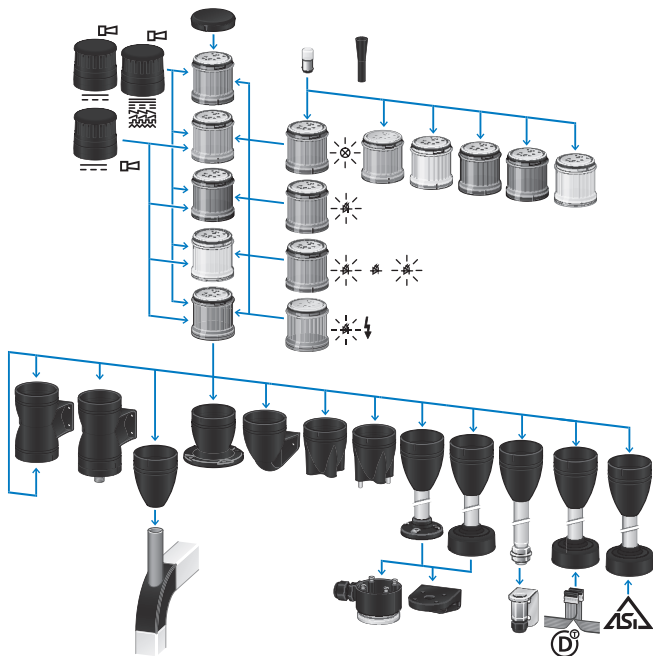
Die modulare Signalsäulen SL gibt es in zwei verschiedenen Größen:

- SL7: Durchmesser 70 mm
- SL4: Durchmesser 40 mm

Verschiedene Basismodule ermöglichen den Einbau in unterschiedlichen Anwendungen.

Durch UV erprobten Kunststoff und die hohe Schutzklasse von IP66, sowie die zulässigen Umgebungstemperaturen von  $-30$  bis  $+60\text{ C}^\circ$  wird auch ein Betrieb im Außenbereich unterstützt.

Für einfache Anwendungen in denen die Farben Rot/Gelb/Grün ausreichen, bietet Eaton ebenfalls eine kompakte Ausführung der Signalsäule mit dem Kürzel SLC an.

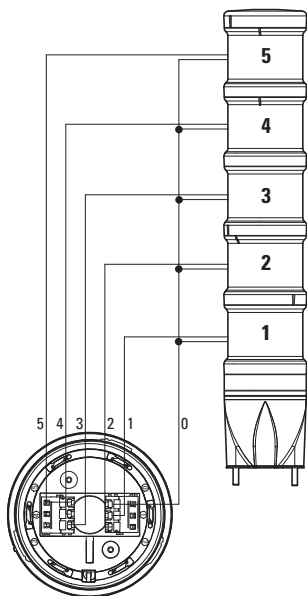


## Befehls- und Meldegeräte

### Signalsäulen SL7/SL4

#### Signalsäulen – immer alles im Blick

Signalsäulen zeigen Maschinenzustände mit optischen und akustischen Signalen an. Auf Schaltschränken oder an Maschinen montiert, sind sie als Dauerlicht, Blinklicht, Blitzlicht oder Akustikmelder auch aus der Ferne sicher zu erkennen und einzuordnen.



#### Produktmerkmale

- Dauerlicht, Blinklicht, Blitzlicht und Akustikmelder lassen sich beliebig kombinieren.
- Optional superhelle Lichtmodule (HP)
- Die freie Programmierbarkeit erlaubt die Ansteuerung von fünf Adressen.
- Einfacher Zusammenbau ohne Werkzeug durch Bajonettverschluss.
- Automatische Kontaktierung durch integrierte Kontaktstifte.
- Hervorragende Ausleuchtung durch speziell geformte Linsen mit Fresnel-Effekt.
- Beleuchtung durch LEDs.
- Für typische Anwendungen erleichtert eine Vielzahl von Kompletteräten die Auswahl, Bestellung und Lagerhaltung.
- Konfigurierbar durch Eaton's Signalsäulen-Konfigurator → Seite 1-33
- Erhältlich auch mit AS-Interface oder SmartWire-DT.

Die verschiedenen Farben der Leuchtelemente zeigen den jeweiligen Betriebszustand nach IEC/EN 60204-1 an:

#### ROT:

gefährlicher Zustand – sofortige Handlung notwendig

#### GELB:

anormaler Zustand – Überwachen oder Handeln

#### GRÜN:

normaler Zustand – kein Handeln notwendig

#### BLAU:

abweichender Zustand – zwingende Handlung erforderlich

#### WEISS:

anderer Zustand – kann beliebig genutzt werden.

# Befehls- und Meldegeräte

## Konfiguratoren – Pushbutton und Signalsäulen

### RMQ-Titan® – Pushbutton-Konfigurator

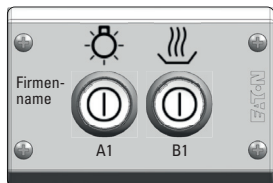
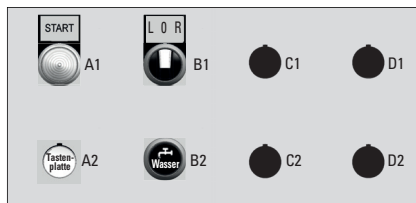
1

#### Individuelle Zusammenstellung und Beschriftung der Befehls- und Meldegeräte

- Zeitersparnis bei der Auswahl der Komponenten.
- Speichern und wieder abrufen mit einer einmaligen Konfigurations-ID
- Dokumentation mit Bild und Stückliste per E-Mail

#### Beispiel für eine individuelle Beschriftung

- Aufruf des Pushbutton-Konfigurators:  
[Eaton.com/config/rmq](http://Eaton.com/config/rmq)
- Register System:  
Serie auswählen, Parameter auswählen
- Register Layout:  
Artikel auswählen und konfigurieren
- Individuelle Beschriftung über die Label-editor-Funktion mit Text und/oder Grafik



erstellen. Es können aus der Bibliothek Standard-Grafiken ausgewählt oder eigene Grafiken hochgeladen werden.

- Register Zusammenfassung:  
Mit einem Klick eine individuelle Konfigurations-ID abrufen und optional zur eigenen Dokumentation per E-Mail zusenden lassen.





## Befehls- und Meldegeräte

### Konfiguratoren – Pushbutton und Signalsäulen

#### Eaton's Signalsäulen-Konfigurator

Mit dem komfortablen SL7-/SL4-Signalsäulen-Konfigurator können Sie sich mit wenigen Klicks die gewünschte Signalsäule zusammenstellen. Sie können Licht- und Tonfunktionen online simulieren und so direkt überprüfen, ob Sie die richtigen Module ausgewählt haben. Anschließend generiert das Tool eine Bestellliste, die Sie direkt an Eaton oder den Großhändler Ihrer Wahl weiterleiten können.

- Zeitersparnis bei der Auswahl der Komponenten.
- Keine Fehlkonfiguration möglich.
- Speichern einer Konfiguration unter einer einmaligen Konfigurations-ID.
- Die Konfiguration ist jederzeit und überall wieder aufrufbar.
- Detaillierte Materialliste der konfigurierten Bauteile.
- Funktionale Vorschau der Konfiguration.
- Eine Anmeldung oder ein Benutzerkonto sind nicht notwendig.
- Komplette Konfiguration inklusive Vorschaubild per E-Mail wenn gewünscht.

Besuchen und testen Sie den Signalsäulen-Konfigurator unter folgendem Link:

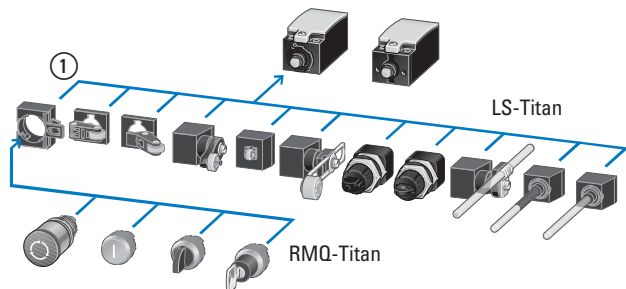
- [Eaton.com/config/signaltower](https://www.eaton.com/config/signaltower)



## Befehls- und Meldegeräte

### Positionsschalter LS-Titan®

#### Kombinationen für Ihre Lösungen mit LS-Titan®



- ① Antriebsköpfe in vier Positionen, jeweils um 90° gedreht, aufsetzbar.

LS-Titan® Positionsschalter bieten wartungsfreie und vibrationssichere Anschlusstechnik mit Federzug- oder mit Schraubklemmen. Sie erfassen Positionen sicher, genau und zuverlässig. Erhältlich in zwei Varianten: im robusten Metallgehäuse (LSM) oder in der schutzisolierten Kunststoffausführung (LS).

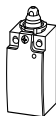
Ausgestattet mit zwei Kontakten, wahlweise mit Öffner oder Schließer. Die Antriebsköpfe können mit dem Bajonettverschluss einfach in allen vier Richtungen (4 x 90°) aufgesetzt werden.

#### Befehlsgeber RMQ-Titan® einfach aufsnappen

Ein weiteres einzigartiges Merkmal ist die Möglichkeit, Befehlsgeräte aus dem RMQ-Titan-Programm mit den Positionsschaltern LS-Titan® zu kombinieren. Es können Drucktaster, Wahlschalter oder NOT-AUS-Taster direkt als Antriebskopf auf jeden Positionsschalter geschnappt werden. Die gesamte Einheit verfügt sowohl front- als auch rückseitig mindestens über die hohe Schutzart IP66.

#### Hauptmerkmale

- Modulares System
- Hohe Schutzart: IP66, IP67
- Zwangsöffnende Kontakte
- Einfache und flexible Installation
- Großer Verdrahtungsraum



LS, LSM

## Befehls- und Meldegeräte

### Positionsschalter LS-Titan®

1

#### Sicherheits-Positionsschalter LS...ZB

Die Sicherheits-Positionsschalter von Eaton sind speziell konzipiert für die Stellungsüberwachung von Schutzabdeckungen, wie Türen, Klappen, Hauben und Schutzgitter. Sie erfüllen die Grundsätze der Berufsgenossenschaften für die Prüfung von zwangsöffnenden Positionsschaltern für Sicherheitsfunktionen (GS-ET-15). Dort heißt es unter anderem:

„Positionsschalter für Sicherheitsfunktionen müssen so beschaffen sein, dass die zum Schutz dienende Funktion nicht von Hand oder mit einfachen Hilfsmitteln verändert oder umgangen werden kann.“  
Einfache Hilfsmittel sind: Zangen, Schraubendreher, Stifte, Nägel, Draht, Scheren, Taschenmesser u. a.

Über diese Forderungen hinaus bietet der Positionsschalter LS...ZB zusätzliche Manipulationssicherheit durch einen drehbaren, jedoch nicht demontierbaren, Antriebskopf.

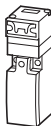
#### Zwangsöffnung

Mechanisch betätigte Positionsschalter in Stromkreisen, die der Sicherheit dienen, müssen mit zwangsöffnenden Kontakten versehen werden (siehe IEC EN 60947-5-1). Hier wird der Begriff Zwangsöffnung wie folgt definiert: „Die Ausführung einer Kontakttrennung als direktes Ergebnis einer festgelegten Bewegung des Bedienteils des Schalters über nicht federnde Teile (z. B. nicht abhängig von einer Feder).“

Die Zwangsöffnung ist eine Öffnungsbewegung, die sicherstellt, dass die Hauptkontakte eines Schalters die Offenstellung erreicht haben, wenn das Bedienteil in AUS-Stellung steht. Diese Anforderungen erfüllen alle Eaton-Positionsschalter.

#### Zertifizierung

Eaton Sicherheits-Positionsschalter sind von der deutschen Berufsgenossenschaft oder vom TÜV Rheinland zertifiziert.



LS...ZB

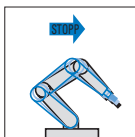
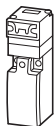
# Befehls- und Meldegeräte

## Positionsschalter LS-Titan®

### „Personenschutz“ durch Überwachen der Schutzeinrichtung

1

LS...ZB

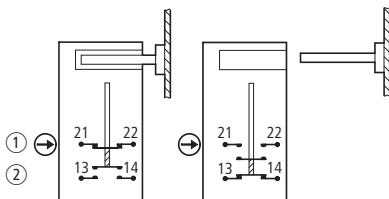


- Tür auf
- LS...ZB schaltet Spannung ab
- keine Gefährdung

LS...ZB

geschlossen

offen



- ① Sicherheitskontakt  
② Meldekontakt

Tür geschlossen

→ Sicherheitskontakt (21 - 22) geschlossen  
Meldekontakt (13 - 14) offen

Tür offen

→ Sicherheitskontakt (21 - 22) offen  
Meldekontakt (13 - 14) geschlossen

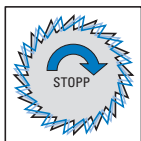
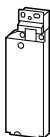
# Befehls- und Meldegeräte

## Positionsschalter LS-Titan®

1

### „Erhöhter Personenschutz“ mit separater Meldung der Türstellung

LS...ZBZ

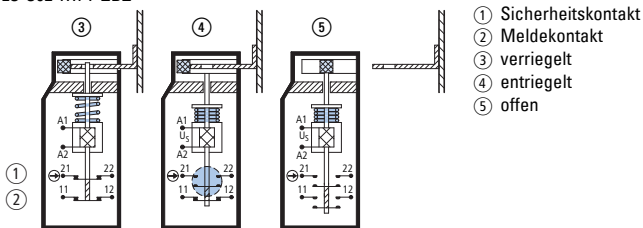


- Stopp-Befehl
- Warte-Zeit
- Maschine steht
- Schutzeinrichtung auf
- keine Gefährdung

### LS...FT-ZBZ, federkraftverriegelt

(Ruhestromprinzip)

LS-S02-...FT-ZBZ

Tür geschlossen  
und verriegelt

→ Spule an (A1, A2) spannungslos auch bei Netzausfall oder Drahtbruch:  
Tür verriegelt = sicherer Zustand  
Sicherheitskontakt (21 - 22) geschlossen  
Meldekontakt (11 - 12) geschlossen

Tür entriegelt

→ Spannung an Spule (A1, A2) anlegen  
z. B.: über Stillstandswächter  
Sicherheitskontakt (21 - 22) öffnet  
Meldekontakt (11 - 12) bleibt geschlossen

Tür öffnen

→ nur möglich, wenn entriegelt  
Meldekontakt (11 - 12) öffnet

Tür offen

→ beide Kontakte in Offen-Stellung  
auch bei Überlastungsversuchen mit einfachen Hilfsmitteln

Tür schließen

→ Meldekontakt (11 - 12) schließt

Tür verriegeln

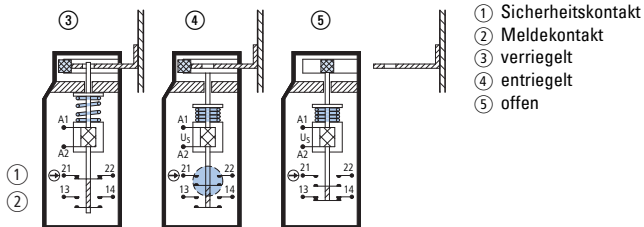
→ Spannung an Spule (A1, A2) abschalten  
1. Betätiger verriegelt  
2. Sicherheitskontakt (21 - 22) schließt

# Befehls- und Meldegeräte

## Positionsschalter LS-Titan®

LS-S11-...FT-ZBZ

1



Tür geschlossen  
 und verriegelt

→ Spule (A1, A2) spannungslos auch bei Netzausfall oder Drahtbruch:  
 Tür verriegelt = sicherer Zustand  
 Sicherheitskontakt (21 - 22) geschlossen  
 Meldekontakt (13 - 14) offen

Tür entriegelt

→ Spannung an Spule (A1, A2) anlegen  
 z. B.: über Stillstandswächter  
 Sicherheitskontakt (21 - 22) öffnet  
 Meldekontakt (13 - 14) bleibt geöffnet

Tür öffnen

→ nur möglich, wenn entriegelt  
 Meldekontakt (13 - 14) schließt

Tür offen

→ Sicherheitskontakt (21 - 22) geöffnet  
 Meldekontakt (13 - 14) geschlossen

Tür schließen

→ Meldekontakt (13 - 14) öffnet

Tür verriegeln

→ Spannung an Spule (A1, A2) abschalten  
 1. Betätiger verriegelt  
 2. Sicherheitskontakt (21 - 22) schließt

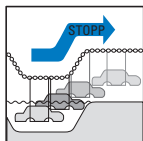
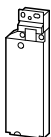
## Befehls- und Meldegeräte

### Positionsschalter LS-Titan®

1

#### „Prozessschutz und Personenschutz“ mit separater Meldung der Türstellung

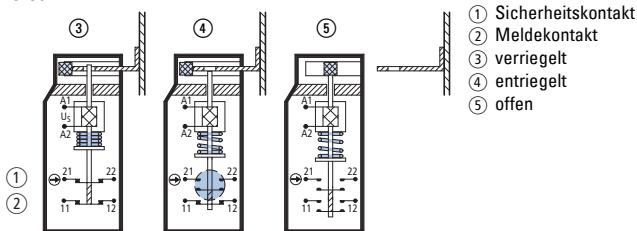
LS...ZBZ



- Stopp-Befehl
- Warte-Zeit
- Prozessablauf beendet
- Schutzeinrichtung auf
- Produkt i. O.

#### LS...MT-ZBZ, magnetkraftverriegelt (Arbeitsstromprinzip)

LS-S02-...MT-ZBZ

Tür geschlossen  
und verriegelt

→ Spannung an Spule (A1, A2)  
Sicherheitskontakt (21 - 22) geschlossen  
Meldekontakt (11 - 12) geschlossen

Tür entriegelt

→ Spule (A1, A2) spannungslos  
z. B.: über Stillstandswächter  
Sicherheitskontakt (21 - 22) öffnet  
Meldekontakt (11 - 12) bleibt geschlossen

Tür öffnen

→ nur möglich, wenn entriegelt  
Meldekontakt (11 - 12) öffnet

Tür offen

→ beide Kontakte in Offen-Stellung auch bei Überlastungsversuchen mit einfachen Hilfsmitteln

Tür schließen

→ Meldekontakt (11 - 12) schließt

Tür verriegeln

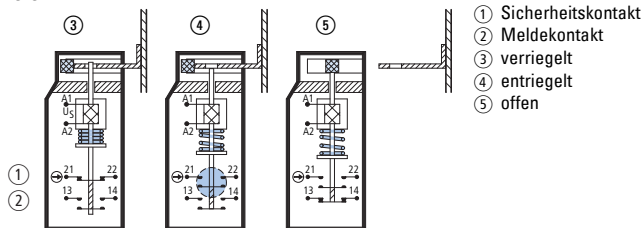
→ Spannung an Spule (A1, A2) anlegen  
1. Betätiger verriegelt  
2. Sicherheitskontakt (21 - 22) schließt

# Befehls- und Meldegeräte

## Positionsschalter LS-Titan®

LS-S11-...MT-ZBZ

1



Tür geschlossen  
und verriegelt

→ Spannung an Spule (A1, A2)  
Sicherheitskontakt (21 - 22) geschlossen  
Meldekontakt (13 - 14) offen

Tür entriegelt

→ Spule (A1, A2) spannungslos  
z. B.: über Stillstandswächter  
Sicherheitskontakt (21 - 22) öffnet

Tür öffnen

→ nur möglich, wenn entriegelt  
Meldekontakt (13 - 14) schließt

Tür offen

→ Sicherheitskontakt (21 - 22) geöffnet  
Meldekontakt (13 - 14) geschlossen

Tür schließen

→ Meldekontakt (13 - 14) öffnet

Tür verriegeln

→ Spannung an Spule (A1, A2) anlegen  
1. Betätiger verriegelt  
2. Sicherheitskontakt (21 - 22) schließt



## Befehls- und Meldegeräte

### Positionsschalter LS-Titan®

	LS, LSM	LS...ZB	LS...ZBZ
Normen	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEC 60947-5-1 → EN 50047</li> <li>Abmessungen</li> <li>Befestigungsmaße</li> <li>Schaltpunkte</li> <li>min. IP66, IP67</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEC 60947-5-1</li> <li>IP66</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEC 60947-5-1</li> <li>IP65</li> </ul>
Eignung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einsatz auch in Stromkreisen, die der Sicherheit dienen durch zwangsläufige Betätigung und zwangsöffnende Kontakte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sicherheits-Positionsschalter mit Personenschutzfunktion</li> <li>mit getrenntem Betätigungselement für Schutzabdeckungen</li> <li>zwangsläufige Betätigung und zwangsöffnende Kontakte</li> <li>Zulassung von Berufsgenossenschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sicherheits-Positionsschalter mit Personenschutzfunktion</li> <li>mit getrenntem Betätigungselement für Schutzabdeckungen</li> <li>zwangsläufige Betätigung und zwangsöffnende Kontakte</li> <li>elektromagnetische Verriegelung</li> <li>Zulassung von Berufsgenossenschaft</li> </ul>
Antrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kuppenstößel (Zentralbefestigung)</li> <li>Rollenstößel (Zentralbefestigung)</li> <li>Schwenkhebel</li> <li>Winkelrollenhebel</li> <li>Verstellrollenhebel</li> <li>Stangenhebel</li> <li>Federstab</li> <li>Antriebsköpfe um 90° versetzbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Codiertes Betätigungselement</li> <li>Kodierungsstufe gemäß EN ISO 14119: gering</li> <li>Antriebskopf:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– um je 90° umsetzbar</li> <li>– von 4 Seiten und von oben zu betätigen</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Codierte Betätigungselemente</li> <li>Kodierungsstufe gemäß EN ISO 14119: gering</li> <li>Antriebskopf:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– um je 90° umsetzbar</li> <li>– von 4 Seiten zu betätigen</li> </ul> </li> </ul>

# Befehls- und Meldegeräte

## Elektronische Positionsschalter LSE-Titan®

### Schaltpunkt variabel einstellbar

1

Der elektronische Positionsschalter LSE-Titan verfügt über einen variabel einstellbaren Schaltpunkt. Zwei schnelle und prellfreie PNP-Schaltausgänge erlauben hohe Schaltfrequenzen.

Der Positionsschalter ist überlast- sowie bedingt kurzschlussfest und mit einem sprunghaften Schaltverhalten ausgestattet. Das garantiert einen definierten und reproduzierbaren Schaltpunkt. Der Schaltpunkt selbst liegt im Bereich von 0,5 bis 5,5 mm (Auslieferungszustand = 3 mm).

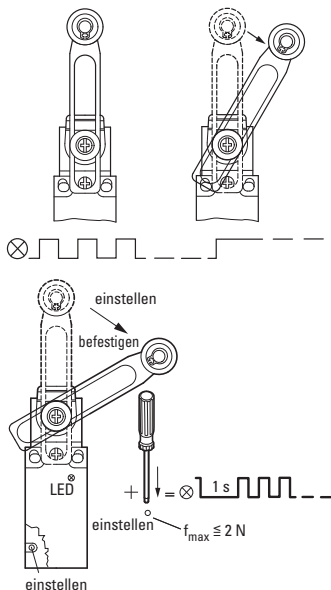
Das Einstellen auf den „neuen“ Schaltpunkt wird wie folgt vorgenommen:

Der Stößel muss von der „alten“ in die „neue“ Schaltposition bewegt werden. Dazu ist für die Dauer von 1 Sekunde die Set-Taste zu drücken. Die LED blinkt jetzt mit hoher Taktfrequenz und der neue Schaltpunkt ist remanent eingestellt.

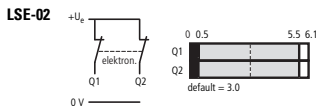
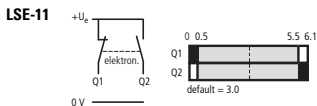
Die Kompletteräte LSE-11 und LSE-02 dürfen in sicherheitsgerichteten Schaltungen eingesetzt werden. Sie sind gleichwertig in der Funktion wie elektromechanische Positionsschalter.

### Hinweis

Somit eignen sich alle Geräte auch für Sicherheitsanwendungen, die dem Personen- oder Prozessschutz dienen.



### Schaltwegediagramm



## Befehls- und Meldegeräte

### Sensoren – Funktionsweise

#### Induktive Sensoren

Induktive Sensoren werden zur Erfassung von Metallgegenständen verwendet. Dabei werden die Gegenstände durch ein elektromagnetisches Feld erkannt.

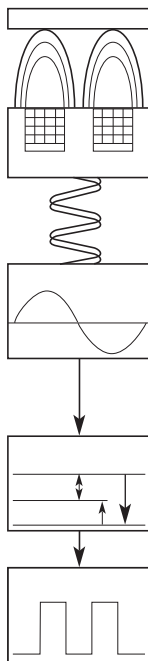
Durch ihre Fähigkeit, Objekte bei sehr kurzen Entfernungen zu erfassen, eignen sie sich ideal für Anwendungen in der Präzisions-Messung und -Inspektion.

#### Funktionsweise der induktiven Sensoren

Induktive Sensoren erzeugen ein unsichtbares schwingendes Feld im Hochfrequenzbereich (HF). Wird ein Metallobjekt in dieses Resonanzfeld gebracht, verändert sich das Feld. Jeder Sensor schaltet bei einer definierten Entfernung vom erkannten Objekt, sodass eine hochpräzise und wiederholbare Objekterkennung möglich ist.

Wird ein Metallobjekt in das vom Sensor erzeugte Feld gebracht, wird dieses unterbrochen und bewirkt eine Reduzierung des durch die Sensorspule fließenden Stroms (Wirbelstromdämpfung). Der Detektorschaltkreis erkennt diese Änderung und sendet ein Signal über den Sensorausgang.

#### Bauteile



Ein Metallgegenstand (Zielobjekt) wird in das Messfeld gebracht.

Die Spule des Sensors ist typisch um einen Ferritkern gewickelt. Das durch die Spule erzeugte elektromagnetische Feld ist kegelförmig. Das Zielobjekt bewegt sich durch dieses Feld.

## Befehls- und Meldegeräte

### Sensoren – Funktionsweise

1

Der Ferritkern bestimmt die Form des Feldes und die Größe der Spule dessen Erfassungsreichweite.

Der Resonanzkreis erzeugt eine HF-Schwingung des elektromagnetischen Feldes (zwischen 100 kHz und 1 MHz). Befindet sich ein Metallobjekt im Feld, verursacht dieses eine Änderung der Magnetfeldschwingung.

Diese Änderung erzeugt einen Wirbelstrom, der das zur Sensorspule rückgeführte Signal dämpft.

Der Detektorschaltkreis erkennt diese Änderung und schaltet bei einer definierten Amplitude ein. Dieses EIN-Signal wiederum erzeugt ein Signal am statischen Ausgang.

Der Ausgangsschaltkreis bleibt aktiv, bis das Zielobjekt das Messfeld verlässt. Der Oszillator antwortet mit einer Erhöhung der Amplitude, und bei Erreichen des Sollwerts schaltet der Detektorschaltkreis aus. Der Ausgang kehrt dann in seinen Normalzustand zurück.

#### Werkstoff des Zielobjekts

Die vom Sensor-Hersteller genannten Erfassungsreichweiten gelten generell für Ferritobjekte aus gewalztem Kohlenstoffstahl (E235) nach ISO 630.

Für weitere Werkstoffe sind die Erfassungsreichweiten durch einen in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Korrekturfaktor angepasst worden. Hierzu multiplizieren Sie die Erfassungsreichweite des Sensors mit dem Faktor aus der Tabelle.

#### Korrekturfaktoren

Multiplizieren Sie die Erfassungsreichweite mit dem nachstehenden Faktor.

Zielobjekt	Sensorgröße			
	4 - 8 mm	12 mm	18 mm	30 mm
Stainless Steel 400 <sup>1)</sup>	0,90	0,90	1,0	1,0
Stainless Steel 300 <sup>2)</sup>	0,65	0,70	0,70	0,75
Messing	0,35	0,45	0,45	0,45
Aluminium	0,35	0,40	0,45	0,40
Kupfer	0,30	0,25	0,35	0,30

- 1) Rostfreier Stahl Serie 400 nach ASTM A240, martensitisch oder ferritisch, magnetisierbar.
- 2) Rostfreier Stahl Serie 300 nach ASTM A240, austenitisch, nicht magnetisierbar.

Das Verzeichnis der rostfreien Stähle finden Sie in der EN 10088-1.

## Befehls- und Meldegeräte

### Sensoren – Funktionsweise

#### Kapazitive Sensoren

Kapazitive Sensoren erfassen sowohl metallische als auch nichtmetallische Gegenstände. Sie sind ideal geeignet zur Füllstandmessung für Flüssigkeiten und Schüttgut.

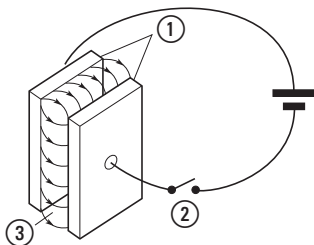
#### Funktionsweise der kapazitiven Sensoren

Kapazitive Sensoren arbeiten mit einem Kondensator. Dieser besteht aus zwei Metallplatten, die durch ein isolierendes Dielektrikum getrennt sind. Die Funktionsweise dieses Sensors beruht auf dem Prinzip der dielektrischen Kapazität, d. h. der Fähigkeit eines Dielektrikums, eine elektrische Ladung zu speichern.

Die Entfernung zwischen den Platten bestimmt die Fähigkeit des Kondensators, eine elektrische Ladung zu speichern.

Wird ein Objekt in das elektrische Feld geführt, verändert sich die Kapazität des Kondensators. Diese Änderung wird zur Umsetzung der Ein/Aus-Schaltfunktion genutzt.

- Kondensator



- ① Platten
- ② Schalter
- ③ Dielektrikum

Im kapazitiven Sensor bildet eine kapazitive Platte einen Teil des Schalters, und das Gehäuse (die Fühlerfläche) das Dielektrikum. Das Zielobjekt bildet die zweite „Platte“. Die Erde ist die gemeinsame Masse.

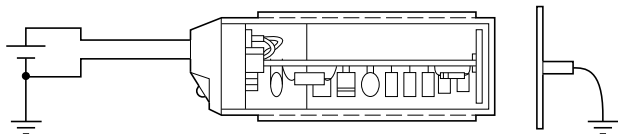
Kapazitive Näherungsiniiatoren können ein beliebiges Zielobjekt mit einer Dielektrizitätskonstante größer als Luft erkennen. Flüssigkeiten haben eine hohe Dielektrizitätskonstante. Metallische Gegenstände sind ebenfalls geeignete Zielobjekte.

## Befehls- und Meldegeräte

### Sensoren – Funktionsweise

- Kapazitiver Sensor

1



Kapazitive Sensoren bestehen im Wesentlichen aus vier Grundbausteinen:

- Fühler (Dielektrikum)
- Resonanzkreis
- Detektorschaltkreis
- Ausgangskreis.

Wenn ein Objekt sich dem Sensor nähert, verändert sich die Dielektrizitätskonstante des Kondensators. Die Schwingung im Resonanzkreis beginnt, wenn eine Rückwirkungskapazität erkannt wird. Somit arbeitet dieser Initiator auf genau die gegenteilige Weise wie ein induktiver Sensor, in dem die Schwingung durch Annäherung eines Zielobjekts gedämpft wird.

#### Beeinflussungsarten

Kapazitive Sensoren werden sowohl von leitenden als auch von nichtleitenden Objekten betätigt.

Metalle erreichen aufgrund ihres sehr hohen Leitwertes die größten Schaltabstände. Reduktionsfaktoren für unterschiedliche Metalle, wie bei induktiven Sensoren, sind nicht zu berücksichtigen.

Betätigung durch Objekte aus nichtleitenden Stoffen (Isolatoren):

Bringt man einen Isolator zwischen die Elektroden eines Kondensators, erhöht sich die Kapazität in Abhängigkeit von der Dielektrizitätskonstante  $\epsilon$  des Isolators. Die Dielektrizitätskonstante ist für alle festen und flüssigen Stoffe größer als für Luft.

In gleicher Weise wirken Objekte aus nichtleitenden Stoffen auf die aktive Fläche eines kapazitiven Näherungsschalters. Die Koppelkapazität wird erhöht. Stoffe mit großer Dielektrizitätskonstante erzielen hohe Schaltabstände.

#### Hinweis

Beim Abtasten organischer Materialien (Holz, Getreide usw.) ist zu beachten, dass der erzielbare Schaltabstand sehr stark von ihrem Wassergehalt beeinflusst wird. ( $\epsilon_{\text{Wasser}} = 80!$ )

## Befehls- und Meldegeräte

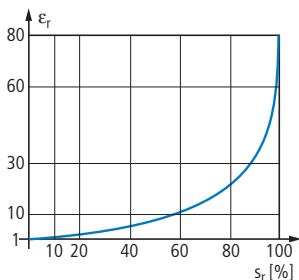
### Sensoren – Funktionsweise

#### Einfluss der Umgebungsbedingungen

Wie dem nachfolgenden Diagramm zu entnehmen ist, ist der Schaltabstand  $S_z$  von der Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_z$  des Erfassungsobjektes abhängig.

Bei metallischen Objekten wird der maximale Schaltabstand (100 %) erreicht.

Bei anderen Materialien reduziert er sich in Abhängigkeit von der Dielektrizitätskonstanten des Erfassungsobjektes.



In der nachfolgenden Tabelle sind die Dielektrizitätskonstanten  $\epsilon_z$  einiger wichtiger Stoffe aufgeführt. Aufgrund der hohen Dielektrizitätszahl von Wasser ergeben sich bei Holz relativ große Schwankungen. Feuchtes Holz wird demnach von kapazitiven Sensoren erheblich besser erfasst als trockenes.

Stoff	$\epsilon_z$
Luft, Vakuum	1
Teflon	2
Holz	2 bis 7
Paraffin	2,2
Petroleum	2,2
Terpentinöl	2,2
Trafoöl	2,2
Papier	2,3
Polyäthylen	2,3
Polypropylen	2,3
Kabelvergussmasse	2,5
Weichgummi	2,5
Silikongummi	2,8
Polyvinylchlorid	2,9
Polystyrol	3
Zelluloid	3
Plexiglas	3,2
Araldit	3,6
Bakelit	3,6
Quarzglas	3,7
Hartgummi	4
Ölpapier	4
Pressspan	4
Porzellan	4,4
Hartpapier	4,5
Quarzsand	4,5
Glas	5
Polyamid	5
Glimmer	6
Marmor	8
Alkohol	25,8
Wasser	80

## Befehls- und Meldegeräte

### Sensoren – Funktionsweise

#### Optische Sensoren

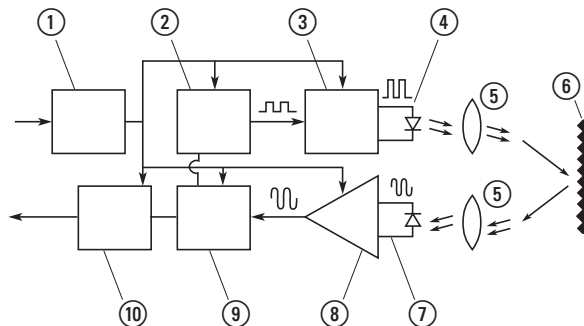
Optische Sensoren erfassen Objekte durch einen Lichtstrahl. Zu den Vorteilen der optischen Sensoren zählen eine kontaktlose Objekterfassung und eine sehr große Erfassungsreichweite.

der von einem Empfänger erfasst wird. Bewegt sich ein Objekt zwischen Leuchtdiode und Empfänger, unterbricht es den Lichtstrahl und wird somit erfasst.

#### Funktionsweise des optischen Sensors

Eine Leuchtdiode sendet einen Lichtstrahl,

Die folgende Abbildung illustriert die Funktionsweise eines optischen Sensors.



- ① **Spannungsversorgung:**  
Beliefert den Sensorschaltkreis mit geregelter Gleichspannung.
- ② **Modulator:**  
Erzeugt einen Impuls mit definierter Frequenz für Verstärker und Leuchtdiode.
- ③ **Quellstromverstärker**
- ④ **Leuchtdiode**
- ⑤ **Linse**
- ⑥ **Zielobjekt oder Reflektor**
- ⑦ **Fotodetektor:**  
Entweder eine Fotodiode oder ein Fototransistor; hochempfindlich für die von der Leuchtdiode abgestrahlten Wellenlänge. Leuchtdiode und Fühler sind mit Schutzlinsen ausgestattet.
- ⑧ **Detektorverstärker:**  
überträgt er ein Stromsignal an den Detektorverstärker.
- ⑨ **Demodulator:**  
Blendet aus der Umgebung einfallendes Licht aus, verstärkt das empfangene Lichtsignal und überträgt es durch den Demodulator.
- ⑩ **Ausgang:**  
Übernimmt die Schaltfunktion; wird vom Demodulator angesteuert.

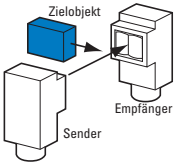
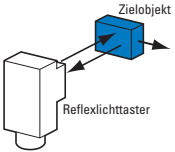
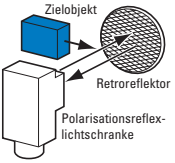
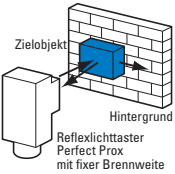
- ⑦ **Fotodetektor:**  
Entweder eine Fotodiode oder ein Fototransistor; hochempfindlich für die von der Leuchtdiode abgestrahlten Wellenlänge. Leuchtdiode und Fühler sind mit Schutzlinsen ausgestattet.
- ⑧ **Detektorverstärker:**  
überträgt er ein Stromsignal an den Detektorverstärker.
- ⑨ **Demodulator:**  
Trennt das vom Fühler abgegebene Licht von anderen Umgebungslichtquellen. Wenn der Demodulator die empfangenen Lichtsignale als korrekt erkennt, steuert er den Ausgang an.
- ⑩ **Ausgang:**  
Übernimmt die Schaltfunktion; wird vom Demodulator angesteuert.



# Befehls- und Meldegeräte

## Sensoren – Funktionsweise

### Erfassungsmethoden

Betriebsart	Beschreibung	Betriebsart	Beschreibung
<p>Lichtschranken</p> 	<p>Eine Lichtquelle sendet einen Lichtstrahl zu einem Empfänger. Bewegt sich ein Objekt zwischen Lichtquelle und Empfänger, unterbricht es den Lichtstrahl.</p>	<p>Reflexlichttaster</p> 	<p>Lichtquelle und Empfänger befinden sich in der selben Einheit. Bewegt sich ein Zielobjekt vor den optischen Sensor, reflektiert es den Lichtstrahl direkt zurück zum Empfänger.</p>
<p>Polarisationsreflexlichtschranke</p> 	<p>Lichtquelle und Empfänger befinden sich in der selben Einheit. Bewegt sich ein Zielobjekt vor den Optischen Sensor, reflektiert ein Reflektor den Lichtstrahl zurück zum Empfänger.</p>	<p>Hintergrundaussblendung (Perfect prox)</p> 	<p>Hierbei handelt es sich um einen speziellen, aus zwei Fühler bestehenden diffus-reflexiven optischen Sensor. Dieser Sensor bietet eine sichere Erfassung von Zielobjekten in einem definierten Entfernungsbereich und blendet zugleich Objekte außerhalb dieses Bereichs aus. Im Gegensatz zu einem gewöhnlichen diffus-reflexiven optischen Sensor wirkt sich die Farbe oder Reflektivität des Zielobjekts nur minimal auf die Erfassungreichweite dieses Sensors aus.</p>

## Befehls- und Meldegeräte

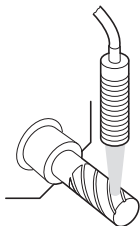
### Sensoren – Anwendungen

#### Werkzeugbruchkontrolle

1

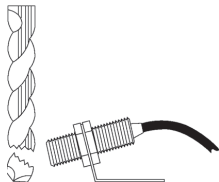
##### E58 Perfect Prox Sensor

Dieser Sensor für hohe Beanspruchung wird zur Werkzeugerkennung auf der Fräsmaschine eingesetzt. Durch die hohe Sensorleistung und Hintergrundausblendung des Perfect Prox wird das Fräs Werkzeug auch bei großen Mengen von Schneidflüssigkeit zuverlässig erkannt und andere Objekte unmittelbar hinter dem Werkzeug ausgeblendet. Die robusten Sensoren sind dauerhaft beständig gegen Schmiermittel, Schneidflüssigkeit und Metallspäne.



##### Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse

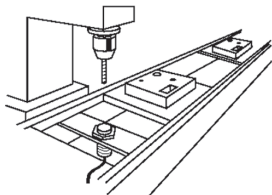
Ein Sensor mit Zylindergehäuse wird zur Werkzeugerkennung eingesetzt und sendet bei Werkzeugbruch ein Signal an die Steuerung.



#### Spanabhebende Bearbeitung

##### Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse

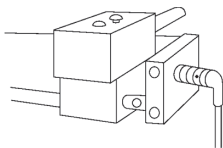
In der spanabhebenden Bearbeitung von Aluminium wird ein Sensor verwendet, der nur Eisenwerkstoffe erkennt. Dieser Sensor ignoriert die (nichteisenhaltigen) Aluminiumspäne und erkennt somit nur das Zielobjekt.



#### Werkzeugposition

##### Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse

Ein Sensor mit Zylindergehäuse wird zur Erkennung der Position eines Werkzeutfutters eingesetzt.



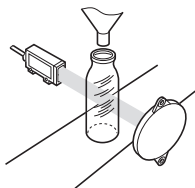
## Befehls- und Meldegeräte

### Sensoren – Anwendungen

#### Flaschenerkennung

##### Sensor E65 für transparente Objekte

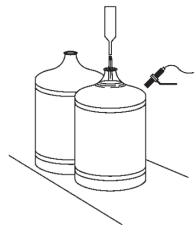
Ein Sensor für transparente Objekte wird zur Erkennung von Flaschen in einer Abfülleinrichtung verwendet. Die Sensoren haben auch bei Flaschen unterschiedlicher Farben und Stärken eine hohe Funktions-sicherheit.



#### Verfahrenstechnik

##### Kapazitiver Sensor mit Zylindergehäuse

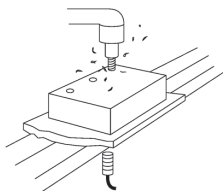
Ein kapazitiver Sensor wird in einer Mineralwasser-Abfülllinie zur Überprüfung des Füllstands eingesetzt.



#### Transportband-Werkstückkontrolle

##### Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse

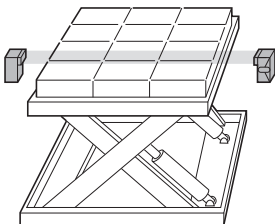
Ein induktiver Sensor mit Zylindergehäuse wird zur Erkennung von Metall-Werkstück-trägern verwendet.



#### Stapelhöhenkontrolle

##### Einweglichtschranke Serie Comet: Sender, Empfänger

Eine Reihe von Einweglichtschranken ermittelt die Höhe einer Scherenhebebühne. Wenn die Steuerung z. B. auf „Auslösen bei frei“ programmiert ist, fährt die Hebebühne hoch, sobald eine Lage vom Stapel entfernt wurde und bleibt stehen, wenn die nächste darunterliegende Lage den Messstrahl unterbricht.



## Befehls- und Meldegeräte

### Sensoren – Anwendungen

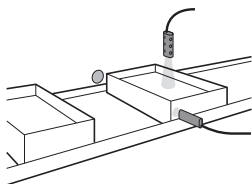
1

#### Karton-Füllstandskontrolle

##### Reflexlichtschranke Serie Comet

- mit sichtbarem Messstrahl Reflexlichttaster
- mit Hintergrundausblendung (Perfect Prox)
- Retroreflektor

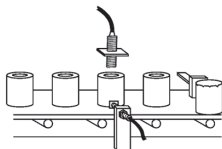
Zwei Sensoren messen den Füllstand der Kartons auf einem Transportband. Ein Reflexlichttaster erkennt die Position der Kartons und erregt die Sensoren über dem Inhalt. Wenn die Sensoren den Inhalt nicht „sehen“, fällt die Füllstandskontrolle negativ aus.



#### Deckelerkennung

##### Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse

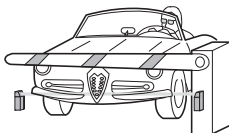
Zwei Sensoren werden eingesetzt, um eine Dose auf einem Transportband zu erkennen, und zu prüfen, ob ein Deckel vorhanden ist.



#### Mautstellenüberwachung

##### E67 Weitbereichssensor Perfect Prox

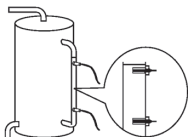
Die weitreichenden Polarisations-Reflexlichtschranken werden zur Zeitsteuerung einer Schranke verwendet. Die Schranke schließt, sobald das bezahlte Fahrzeug die Mautstelle passiert hat, um sicherzustellen, dass das nächste Fahrzeug angehalten wird. Der Initiator E67 Long Range Perfect Prox mit großer Reichweite kann nur auf einer Seite platziert werden. Er erkennt Fahrzeuge unterschiedlicher Farben und blendet Objekte im Hintergrund sicher aus. Durch seine robuste Konstruktion ist er auch für den Dauereinsatz bei extremen Wetterbedingungen geeignet.



#### Kontrolle Flüssigkeitsstand

##### Kapazitiver Sensor mit Zylindergehäuse

Zwei kapazitive Sensoren erkennen durch ein Sichtglas einen niedrigen bzw. einen hohen Füllstand in einem Tank. Spricht der Sensor für Mindestfüllstand an, startet eine Pumpe, um den Tank nachzufüllen. Bei Ansprechen des Sensors für maximalen Füllstand hält die Pumpe an.



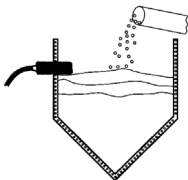
# Befehls- und Meldegeräte

## Sensoren – Anwendungen

### Schüttguterkennung

#### Kapazitiver Sensor mit Zylindergehäuse

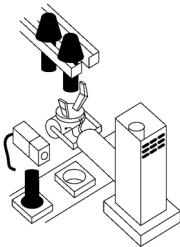
Ein kapazitiver Sensor wird zur Überwachung des Füllstands (z. B. Kunststoffpellets) in einem Trichter oder Container eingesetzt.



### Bauteilerkennung

#### Grenztaster, induktiver Sensor: Comet Perfect Prox, Induktiver Sensor iProx

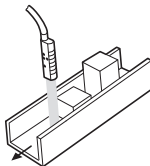
Ein als Grenztaster konfigurierter Sensor kann verwendet werden, um zu erkennen, ob ein Bauteil in einem Bestückungsautomaten vorhanden ist. Der Comet erkennt alle Werkstoffe, Farben und Oberflächen und blendet den Hintergrund aus. Der iProx kann zur Erkennung eines bestimmten Materials programmiert werden und blendet in dem Fall alle anderen Werkstoffe aus.



### Bauteilerkennung

#### Reflexlichttaster Comet Perfect Prox, 100 mm

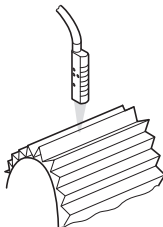
Der Sensor erkennt Bauteile unterschiedlicher Höhen von ca. 13 bis 76 mm in einer Rinne und blendet die Rinne aus. Die Installation ist einfach und erfordert kein Anbohren oder Schneiden der Rinne.



### Längenkontrolle Filterpapier

#### Diffuser Fokus-Reflexlichttaster Comet

Ein diffuser Fokus-Reflexlichttaster ist an eine programmierbare Steuerung angeschlossen und kontrolliert die Länge von Wellpappenfiltern für den Automobilbau. Die Steuerung erkennt die Wellen im Filtermaterial. Wurde eine bestimmte Anzahl an Wellen erkannt, steuert die SPS eine Schere an, die die Pappe durchschneidet.



## Befehls- und Meldegeräte

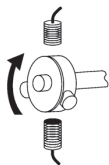
### Sensoren – Anwendungen

#### Drehzahlüberwachung

1

##### Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse

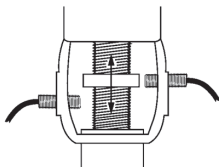
Ein Sensor mit Zylindergehäuse erkennt eine Reihe von Madenschrauben auf einer Wellennabe und sendet entsprechende Signale an eine SPS zur Drehzahlsteuerung oder Bewegungserkennung.



#### Bewegungssteuerung

##### Induktiver Sensor mit Zylindergehäuse

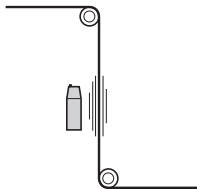
Zwei Sensoren mit Zylindergehäuse erkennen die Endstellungen (offen und geschlossen) eines Ventils.



#### Bahnbruchererkennung für transparenten Kunststoff

##### Diffuser Fokus-Reflexlichttaster Comet Serie 150 mm

Die transparente Materialbahn wird von einem hochempfindlichen Diffus-Reflexlichttaster erkannt. Durch dessen kurze Reichweite ist der Sensor immun gegen reflektierende Hintergrundobjekte. Durch die extrem hohe Verstärkung werden auch Spiegelungen ausgeblendet, die durch das Flattern der Materialbahn entstehen.



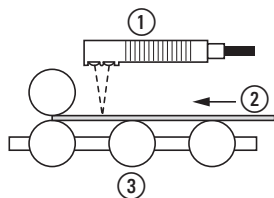
## Befehls- und Meldegeräte

### Sensoren – Anwendungen

#### Papiererkennung

##### Comet Perfect Prox, 50-mm-Serie, rechteckig

Durch die um 90 Grad abgewinkelte Konstruktion und seine kompakten Abmessungen kann der Sensor bei dem begrenzten Einbauraum in Papierhandlungssystemen montiert werden. Die hohe Auflösung und scharfe optische Abgrenzung stellen eine sichere Ausblendung des Hintergrunds und eine zuverlässige Erkennung von Papier jeder Farbe und Beschaffenheit sicher.

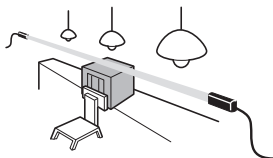


- ① Comet Sensor
- ② Papier
- ③ Walze

#### Kollisionswarnung

##### E58-Serie Einweglichtschranke: Sender, Empfänger

Sender und Empfänger werden an gegenüberliegenden Enden eines langen Lagerregals so angeordnet, dass der Lichtstrahl nicht durch hängende Objekte (Lichter, Kabelkanäle, Gasleitungen usw.) unterbrochen wird. Unterbricht ein Gabelstapler bei der Warenhandhabung den Lichtstrahl, warnt ein akustisches oder optisches Signal den Fahrer, um eine Kollision zu vermeiden.



# Notizen

---

1



## Schalten, Steuern, Visualisieren

	Seite
<b>Kommunikationssystem SmartWire-DT</b>	2-3
<b>Zeitrelais ETR</b>	2-28
<b>Mess- und Überwachungsrelais EMR6</b>	2-32
<b>Steuerrelais easyE4</b>	2-36
<b>Modularsteuerungen</b>	2-66
<b>Modulares I/O-System</b>	2-75
<b>HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System</b>	2-86
<b>Webpanel</b>	2-96
<b>Industrie-PC</b>	2-99

## Notizen

---

2

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

#### Verbinden statt Verdrahten

Den größten Teil der Steuerungsaufgaben einer Maschine erfüllt heute eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Die SPS befindet sich meist in einem Schaltschrank – typischerweise an einem zentralen Punkt der Anlage. Spezielle Leitungen von den Ein-/Ausgangs-Klemmen der SPS realisieren die Ansteuerung der Schaltgeräte für die Steuerungsaufgaben und deren Rückmeldung. Bei dezentralem Aufbau erfolgt die Verbindung zwischen den Schaltgeräten und dem Remote-I/O-System auf die gleiche Art.

Das Kommunikationssystem SmartWire-DT (SWD) ersetzt die bisher notwendige Steuerverdrahtung zwischen SPS-Ein-/Ausgängen und Schaltgeräten. Die Ein-/Ausgänge der SPS werden so zu den Schaltgeräten verlagert. Hierzu werden steckbare Kommunikationsmodule verwendet. Die Kommunikation erfolgt über eine 8-polige Flachleitung. Für den Anschluss der Kommunikationsmodule an die Leitung gibt es spezielle Gerätestecker. Die Schaltgeräte werden steuerstromseitig direkt über das Verbindungskabel versorgt.

Das System SmartWire-DT

- verringert die benötigte Zeit für Steuerverdrahtung und Verdrahtungstest,
- spart Platz im Schaltschrank, weil Kabelkanäle entfallen und
- reduziert die benötigten Ein-/Ausgänge an der SPS.

Die Ausdehnung eines SmartWire-DT Netzwerks kann bis zu 600 Meter betragen. Die Anzahl der anschließbaren Teilnehmer ist max. 99.

Sie können die SmartWire-DT Technologie flexibel verwenden. Die Anbindung über standardisierte Feldbussysteme (z. B. Profinet, EtherCat, Ethernet/IP) unter Verwendung von SWD-Gateways erlaubt die Anwendung auf Steuerungsplattformen vieler Hersteller. Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von Eaton Automatisierungskomponenten (z. B. Visualisierungssystem XV100) mit integrierter SmartWire-DT Schnittstelle.

Darüber hinaus ermöglichen SmartWire-DT Kommunikationsmodule die Kommunikation beispielsweise der Basisgeräte des Steuerrelais easyE4 mit weiteren Eaton Geräten.

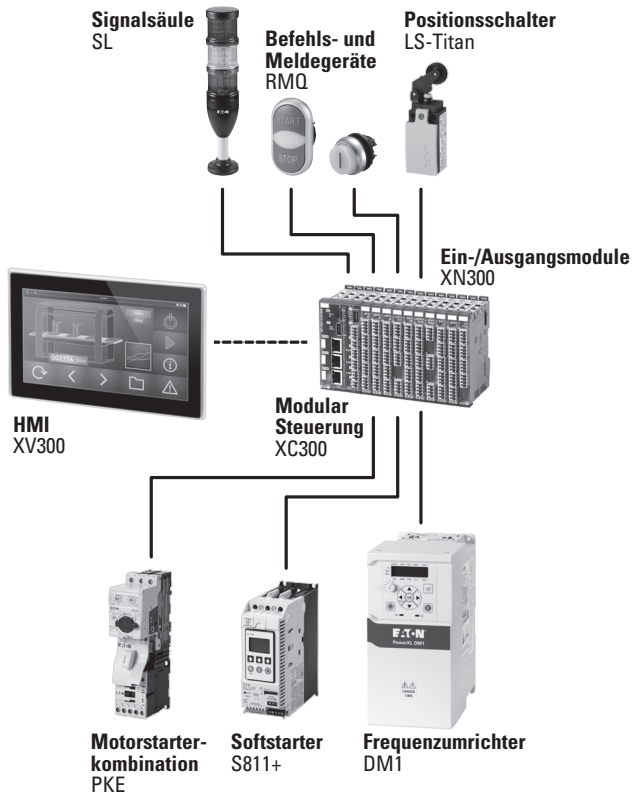
# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Kommunikationssystem SmartWire-DT

### Evolution im Schaltschrank

#### Konventionelle Verdrahtung

2



# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Kommunikationssystem SmartWire-DT

### SmartWire-DT Lösung

**HMI/PLC**  
XV100



**Steuerrelais**  
easyE4



**SWD-Kommunikationsmodul**  
easyE

**Positionsschalter**  
LS-Titan



**Motorstarter-Kombination**  
PKE, PKZ



**Signalsäule**  
SL



**SWD**  
Ein-/Ausgabemodul



**Befehls- und Meldegeräte**  
RMQ



**Frequenzumrichter**  
DA1

**Leistungsschalter**  
NZM



**NZM SWD-Modul**

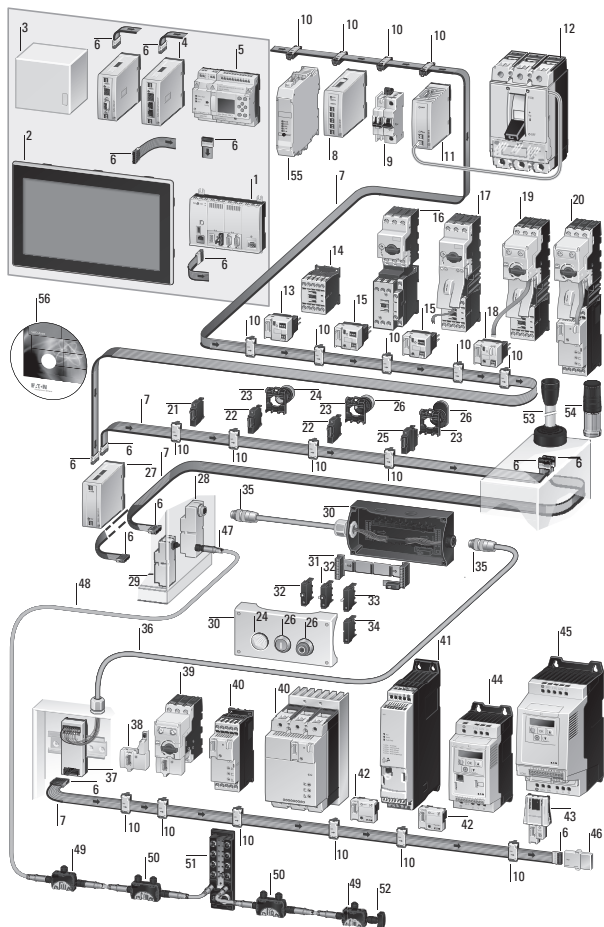


2

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Kommunikationssystem SmartWire-DT

2



## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

- |    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| 1  | Kompaktsteuerung  | 30 | RMQ-Titan Aufbaugehäuse  |
| 2  | Touchdisplay  | 31 | SWD-Leiterplatte für Funktions-<br>elemente, Bodenbefestigung            |
| 3  | SPS mit Feldbus-Schnittstelle   | 32 | SWD-LED Elemente für Boden-<br>befestigung                               |
| 4  | Gateways  | 33 | SWD-Funktionselemente für<br>Bodenbefestigung                            |
| 5  | Steuerrelais easyE4   | 34 | SWD-Universalteilnehmer,<br>Bodenbefestigung                             |
| 6  | SWD-Flachstecker, 8-polig   | 35 | SWD-Steckverbinder, 8-polig  |
| 7  | SWD-Flachleitung, 8-polig   | 36 | SWD-Rundleitung, 8-polig   |
| 8  | SWD-Ein-/Ausgabemodul   | 37 | SWD-Adapter Flachleitung/<br>Rundleitung für Hutschienenmontage          |
| 9  | SWD-Modul für Leitungs- und<br>FI-Schutzschalter                      | 38 | SWD-PKE-Modul (Motorschutzschalter)                                      |
| 10 | SWD-Gerätestecker, 8-polig  | 39 | Motorschutzschalter PKE  |
| 11 | SWD-Anschaltung für NZM   | 40 | Softstarter DS7  |
| 12 | Leistungsschalter NZM   | 41 | Drehzahlstarter DE1  |
| 13 | SWD-Schütz-Modul  | 42 | SWD-Funktionselement für Frequenz-<br>umrichter DC1, Drehzahlstarter DE1 |
| 14 | Leistungsschütz DILM  | 43 | SWD-Funktionselement für Frequenz-<br>umrichter DA1                      |
| 15 | SWD-Schütz-Modul mit<br>Hand-0-Automatik-Schalter                     | 44 | Frequenzumrichter DC1  |
| 16 | Motorschutzschalter   | 45 | Frequenzumrichter DA1  |
| 17 | Motorstarter MSC  | 46 | SWD-Netzwerkabschluss für<br>SWD-Flachleitung, 8-polig                   |
| 18 | SWD-PKE-Modul (Motorstarter)  | 47 | Steckverbinder M12, 5-polig  |
| 19 | Motorstarter mit elektronischem<br>Motorschutz PKE                    | 48 | SWD-Rundleitung, 5-polig   |
| 20 | Softstarter DS7 mit elektronischem<br>Motorschutz PKE                 | 49 | SWD-Ein-/Ausgabemodul IP67, 2 E/A  |
| 21 | SWD-Universalteilnehmer,<br>Frontbefestigung                          | 50 | SWD-Ein-/Ausgabemodul IP67, 4 E/A  |
| 22 | SWD-LED-Elemente, Frontbefestigung                                    | 51 | SWD-Ein-/Ausgabemodul IP67,<br>max. 16 E/A                               |
| 23 | RMQ-Titan Befestigungsadapter für<br>Fronteinbau                      | 52 | SWD-Netzwerkabschluss IP67 für<br>SWD-Rundleitung, 5-polig               |
| 24 | RMQ-Titan Leuchtmelder  | 53 | Basismodul Signalsäulen SL4/SL7  |
| 25 | SWD-Funktionselemente für<br>Frontbefestigung                         | 54 | Signalsäulen SL4/SL7   |
| 26 | SWD-Bedienelemente  | 55 | Elektronischer Motorstarter EMS  |
| 27 | SWD-Powerfeed-Module  | 56 | SmartWire-DT Planungs- und<br>Bestellsoftware (SWD-Assist)               |
| 28 | SWD-Schaltschrankdurchführung<br>Flach- auf 8-polige Rundleitung, M20 |    |  |
| 29 | SWD- Schaltschrankdurchführung<br>Flach- auf 5-polig                  |    |  |

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

#### PKE-Kommunikation über SmartWire-DT

Über Motorstarterkombinationen, die mit PKE ausgerüstet sind, können folgende Informationen über SmartWire-DT übertragen werden:

2

I <sub>max</sub>	Maximaler Motorstrom (relativ): Zeigt den Einphasenstrom (Einphasenlast) oder den Maximalstrom in der entsprechenden Phase (Dreiphasenlast) an.
Thermisches Abbild des Motors	Gibt die Temperaturkurve des Motors wieder; Angabe in %, Funktion „Überlastvorwarnung“ möglich
Anzeige Typ Auslöseblock	Zeigt den Typ Auslöseblock, der gerade verwendet wird.
Anzeige eingestellter Wert Überlast	Zeigt den aktuell eingestellten Wert für den Überlastauslöser an.
Anzeige eingestellter Wert Trägheit	Zeigt den aktuell eingestellten Wert für den Trägheitsgrad an (Class 5...20).
Anzeige Schaltzustand PKE	Zeigt den aktuell eingestellten Schaltzustand EIN/AUS an.
Anzeige Schaltzustand Schütz DILM	Zeigt den aktuell eingestellten Schaltzustand EIN/AUS an.
Ausgelöstmeldung Überlast	Zeigt eine differenzierte Fehleranzeige „Überlast“ an.
Ausgelöstmeldung Kurzschluss	Zeigt eine differenzierte Fehleranzeige „Kurzschluss“ an
Ausgelöstmeldung Phasenausfall	Zeigt eine differenzierte Fehleranzeige „Phasenausfall“ an
Ausgelöstmeldung Test	Zeigt eine differenzierte Fehleranzeige „Auslösung über Testfunktion“ an
ZMR-Funktion	Überlast-Relaisfunktion: Bei eingestellter ZMR-Funktion schaltet das Schütz im Überlastfall ab. Der Motorschutzschalter PKE bleibt im eingeschalteten Zustand (EIN-Stellung). Die Rückstellung des Schützes erfolgt über die Funktion HAND/AUTO über das PKE-SWD-32.



## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

#### Überlast-Relaisfunktion (ZMR)

Die ZMR-Funktion erlaubt, dass im Falle einer Überlast die Abschaltung des Motors durch das angeschlossene Leistungsschütz erfolgt. Hierfür sendet der PKE über die Datenleitung des PKE32-COM den Ausschaltbefehl für das Leistungsschütz an das PKE-SWD-32.

Die Auslösung in Folge einer Überlast des Motors erfolgt, wenn das thermische Motorabbild des PKE den Wert 110 % erreicht.

Dieser Wert bleibt gesetzt, bis das thermische Motorabbild die 100 %-Marke unterschritten hat und das Leistungsschütz wieder einschaltbereit ist.

Die Wiedereinschaltbereitschaft des Leistungsschützes kann durch die beiden ZMR-Betriebsarten „Hand“ und „Automatik“ ausgewählt werden.

Die ZMR-Funktion ist nur in der Stellung A des 1-0-A-Schalters verwendbar.

Im Falle einer Phasenunsymmetrie und aktivierter ZMR-Funktion wird nach einer Auslösung bei 100 % der Wert des thermischen Motorabbildes auf 110 % gesetzt.

Die Einschaltbereitschaft des abgeschalteten Leistungsschützes ist bei Unterschreitung des 100 %-Wertes wieder gegeben.

Bei Wendestartern darf die Aktivierung der ZMR-Funktion nicht erfolgen, da diese betriebsweise kein Ausschalten des zweiten Leistungsschützes im Überlastfall gewährleistet.

#### ZMR-Betriebsart „Hand“

In der ZMR-Betriebsart „Hand“ muss vor dem Wiedereinschalten des Leistungsschützes eine Quittierung erfolgen.

#### ZMR-Betriebsart Automatik

In der ZMR-Betriebsart „Automatik“ ist die Wiedereinschaltbereitschaft des Leistungsschützes sofort nach dem Unterschreiten der 100 %-Marke des thermischen Motorabbildes möglich.



#### Gefahr!

Wird in der ZMR-Betriebsart „Automatik“ der Einschaltbefehl für das Schütz gesendet, läuft der Motor nach Unterschreiten der 100 %-Marke des thermischen Motorabbildes automatisch wieder an.

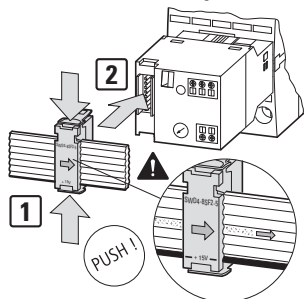
Trennen Sie nie die Kommunikationsverbindung zwischen PKE-SWD-32 und dem PKE-Auslöseblock nach einem Überlastfall mit aktivierter ZMR-Funktion, da hierdurch bei anstehendem Schaltbefehl ein Einschalten des Leistungsschützes erfolgen kann.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

#### Direktstarter mit PKZ

Die Direktstarter werden aus einem Motorschutzschalter PKZM0 und einem Leistungsschütz DILM7 bis DILM32 aufgebaut. Die Anbindung an SmartWire-DT übernimmt das Modul DIL-SWD-32-... Es wird direkt auf das Schütz montiert und über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.

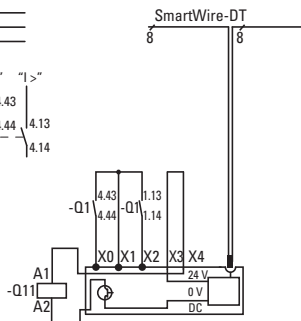
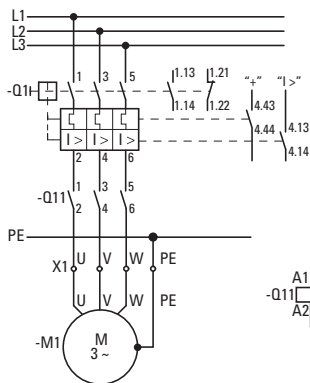


Zusätzlich zu der Schützensteuerung können pro SmartWire-DT Modul für DILM zwei Rückmeldungen in das SmartWire-DT System erfolgen.

Das SmartWire-DT Modul für DILM steuert das Schütz so an, dass die Klemmen A1-A2 nicht weiter verdrahtet werden dürfen. Der Hilfskontakt X3-X4 ist werkseitig mit einer Brücke verbunden. Sind in der Applikation elektrische Verriegelungen vorgesehen, kann die Brücke entfernt und ein potenzialfreier Kontakt angeschlossen werden.

An der dreipoligen Klemme X0-X1-X2 stehen zwei Rückmeldeeingänge an die speicherprogrammierbare Steuerung zur Verfügung.

An diesen beiden Rückmeldeeingängen können bei Bedarf potenzialfreie Hilfsschalterkontakte des Motorschutzschalters PKZ angeschlossen werden (z. B. Normalhilfsschalter NHI-E-...-PKZ0, Differenzierter Ausgelöstmelder AGM2-...-PKZ0).



## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

#### Wendestarter mit PKZ

Die Wendestarter werden aus einem Motorschutzschalter PKZM0 und zwei Leistungsschützen DILM7 bis DILM32 aufgebaut. Auf beide Schütze wird je ein SmartWire-DT Modul DIL-SWD-32-... montiert und über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.

Zusätzlich zu der Schützensteuerung können pro SmartWire-DT Modul für DILM zwei Rückmeldungen in das SmartWire-DT System erfolgen.

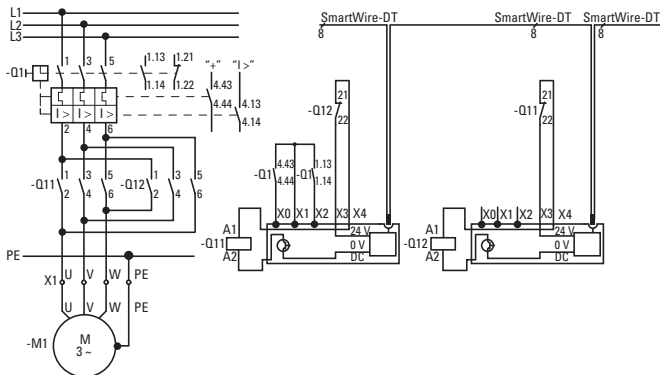
Die SmartWire-DT Module für DILM steuern die Schütze so an, dass die Anschlussklemmen A1-A2 der Schütze mit Ausnahme der Brücke DILM12-XEV nicht weiter verdrahtet werden dürfen. Der Hilfskontakt X3-X4 ist werkseitig mit einer Brücke verbunden. Zur elektrischen Verriegelung der beiden Schütze wird

diese Brücke entfernt und der Hilfsöffner (Kontakte 21-22) des anderen Schützes als potenzialfreier Kontakt eingebunden.

An der dreipoligen Klemme X0-X1-X2 stehen zwei Rückmeldeeingänge an die speicherprogrammierbare Steuerung zur Verfügung. An diesen beiden Rückmeldeeingängen können bei Bedarf potenzialfreie Hilfsschalterkontakte des Motorschutzschalters PKZ angeschlossen werden (z. B. Normalhilfsschalter NHI-E-...-PKZ0, Differenzierter Ausgelötmelder AGM2-...-PKZ0).

Zum Aufbau eines Wendestarters dürfen die Verdrahtungssets DILM12-XRL und PKZM0-XRM12 nur verwendet werden, wenn die Wendebrücken gegen DILM12-XR ausgetauscht werden.

Die A2-Anschlüsse der Schütze dürfen nicht gebrückt werden.



## Schalten, Steuern, Visualisieren

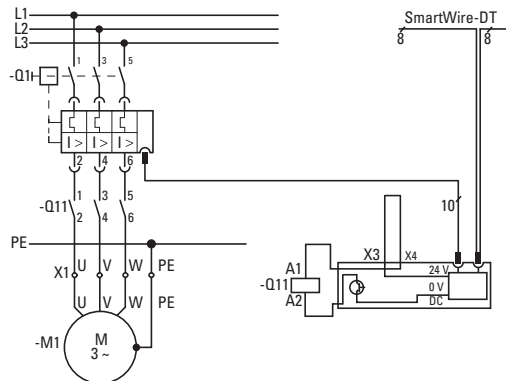
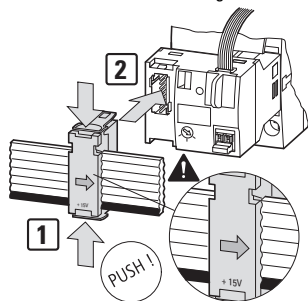
### Kommunikationssystem SmartWire-DT

2

#### Direktstarter mit PKE

Die Direktstarter werden aus einem PKE12/PKE32 mit PKE-Auslöseblock PKE-XTUA-... und einem Leistungsschütz DILM7 bis DILM32 aufgebaut.

Die Anbindung an SmartWire-DT übernimmt das Modul PKE-SWD-32. Es wird auf das Leistungsschütz montiert und über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.



Das PKE32-COM dient als Kommunikationsverbindung zwischen dem PKE-SWD-32 und dem PKE-Auslöseblock. Das PKE-SWD-32 empfängt über das PKE32-COM die Daten des PKE-Auslöseblocks und stellt diese als Eingangsdaten über das SmartWire-DT Netzwerk zur Verfügung.

Die Montage des PKE32-COM erfolgt am PKE-Grundgerät (PKE12 bzw. PKE32) und wird mit der entsprechenden Schnittstelle des PKE-SWD-32 verbunden.

Der Hilfskontakt für die elektrische Freigabe X3-X4 ist werkseitig mit einer Brücke verbunden. Sind in der Applikation elektrische Verriegelungen vorgesehen, kann die Brücke entfernt und ein potenzialfreier Kontakt angeschlossen werden.

Der Hilfskontakt für die elektrische Freigabe kann beim PKE-SWD-32 für sicherheitsrelevante Steuerungsteile verwendet werden (z. B. sicherheitsgerichtetes Stillsetzen des Antriebes).

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

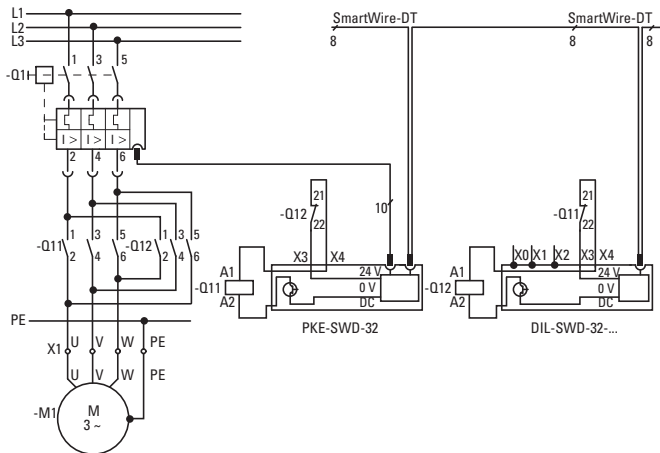
#### Wendestarter mit PKE

Die Wendestarter werden aus einem PKE12/PKE32 mit Auslöseblock PKE-XTUA-... und zwei Schützen DILM7 bis DILM32 aufgebaut. Das PKE-SWD-32 wird auf eines der beiden Schütze des Wendestarters montiert. Im Gegensatz zu Direktstartern muss bei Wendestartern die Ansteuerung des zweiten Schützes mit einem SmartWire-DT Schützmodul (DIL-SWD-32-...) erfolgen. Beide SWD-Module werden dann über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.

Der Hilfskontakt „Freigabe“ X3-X4 ist werkseitig mit einer Brücke verbunden. Zur elektrischen Verriegelung der beiden Schütze wird diese Brücke entfernt und der Hilfsöffner (Kontakte 21-22) des anderen Schützes als potenzialfreier Kontakt eingebunden.

Der Hilfskontakt für die elektrische Freigabe X3-X4 kann bei dem PKE-SWD-32 für sicherheitsrelevante Steuerungsteile verwendet werden. Zum Aufbau eines Wendestarters dürfen die Verdrahtungssets DILM12-XRL und PKZM0-XRM12 nicht verwendet werden.

Die A2-Anschlüsse der Schütze dürfen nicht gebrückt werden.



## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

---

#### Stern-Dreieck-Starter

##### mit SmartWire-DT Modulen für DILM

Sie steuern die Schütze an, sodass die Anschlussklemmen A1-A2 der Schütze nicht weiter verdrahtet werden müssen. Zusätzlich wird über die SWD-Schützmodule für DILM eine Rückmeldung in das System SmartWire-DT realisiert.

Die Anschlussklemmen X3-X4 sind werksseitig mit einer Brücke verbunden. Zur elektrischen Verriegelung der beiden Schütze wird diese Brücke entfernt und der Hilfsöffner (Kontakte 21-22) des anderen Schützes als potentialfreier Kontakt eingebunden.

→ Abbildung, Seite 2-16

##### mit SmartWire-DT I/O-Modul EU5E-SWD-4D2R

Das SmartWire-DT I/O-Modul betätigt mittels digitalem Relaisausgang Q0 das Schütz Q11. Der weitere Ablauf entspricht dem eines konventionell aufgebautem Stern-Dreieck-Starters.

Über die Eingänge des Smart-Wire-DT I/O-Moduls werden Rückmeldungen in das System SmartWire realisiert.

→ Abbildung, Seite 2-17

##### mit SmartWire-DT Schützmodul und Zeitrelais ETR4-51

Das SWD-Schützmodul für DILM steuert das Netzschütz Q11 an, so dass die Anschlussklemmen A1-A2 des Schützes nicht weiter verdrahtet werden müssen. Zusätzlich wird über das SWD-Schützmodul für DILM eine Rückmeldung in das System SmartWire realisiert.

Steuerung bzw. Umschaltung zwischen Sternschütz und Dreieckschütz entsprechen in ihrer Verdrahtung und Funktion dem konventionellen Stern-Dreieck-Starter-Aufbau.

→ Abbildung, Seite 2-18

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

#### mit PKE und SWD-Modulen für DILM

Die Stern-Dreieck-Starters werden aus einem PKE12/PKE32 mit Auslöseblock PKE-XTUA-... und drei Schützen DILM7 bis DILM32 aufgebaut. Das PKE-SWD-32 wird auf das Netzschütz des Stern-Dreieck-Starters montiert. Die Ansteuerung des Stern- und Dreieck-Schützes erfolgt mit SmartWire-DT Schützmodulen (DIL-SWD-32-...).

Alle SWD-Module werden dann über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.

Der Hilfskontakt „Freigabe“ X3-X4 ist werkseitig mit einer Brücke verbunden. Zur elektrischen Verriegelung des Stern- und Dreieck-Schützes Schütze wird diese Brücke entfernt und der Hilfsöffner (Kontakte 21-22) des jeweils anderen Schützes als potenzialfreier Kontakt eingebunden.

Der Hilfskontakt für die elektrische Freigabe X3-X4 kann bei dem PKE-SWD-32 für sicherheitsrelevante Steuerungsteile verwendet werden.

Zum Aufbau eines Stern-Dreieck-Starters dürfen die Verdrahtungssets DILM12-XSL und PKZM0-XSM12 nicht verwendet werden.

Die A2-Anschlüsse von Stern- und Dreieck- und Netz-Schütz dürfen nicht gebrückt werden.

→ Abbildung, Seite 2-19

#### mit PKE, SWD-Modul für Netzschütz DILM und Zeitrelais ETR4-51

Die Stern-Dreieck-Starters werden aus einem PKE12/PKE32 mit Auslöseblock PKE-XTUA-... und drei Schützen DILM7 bis DILM32 aufgebaut. Das PKE-SWD-32 wird auf das Netzschütz des Stern-Dreieck-Starters montiert. Die Ansteuerung des Stern- und Dreieck-Schützes erfolgt konventionell. Das PKE-SWD-32 Module wird über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden. Zum Aufbau des Stern-Dreieck-Starters können die Verdrahtungssets DILM12-XSL und PKZM0-XSM12 verwendet werden.

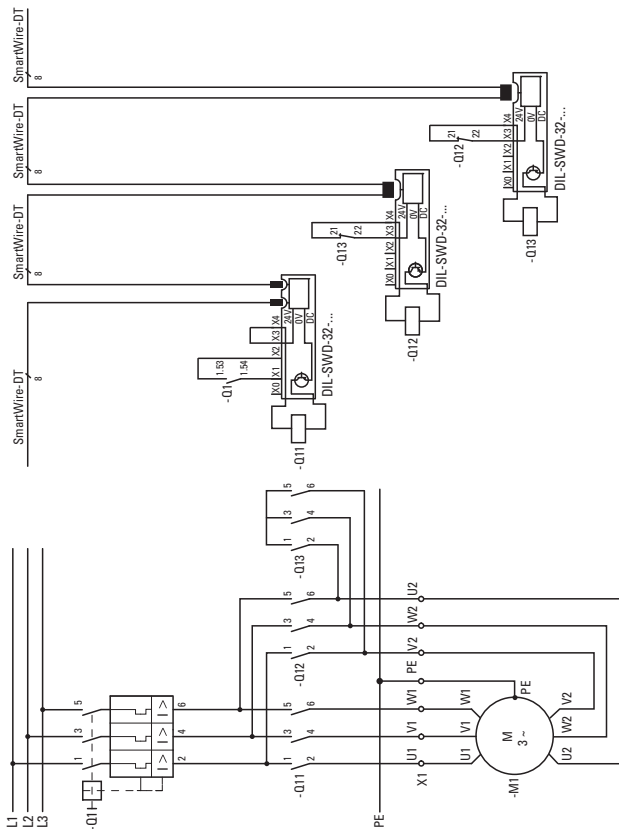
→ Abbildung, Seite 2-20

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Kommunikationssystem SmartWire-DT

2

### Stern-Dreieckstarter mit 3 SmartWire-DT Schützmodulen

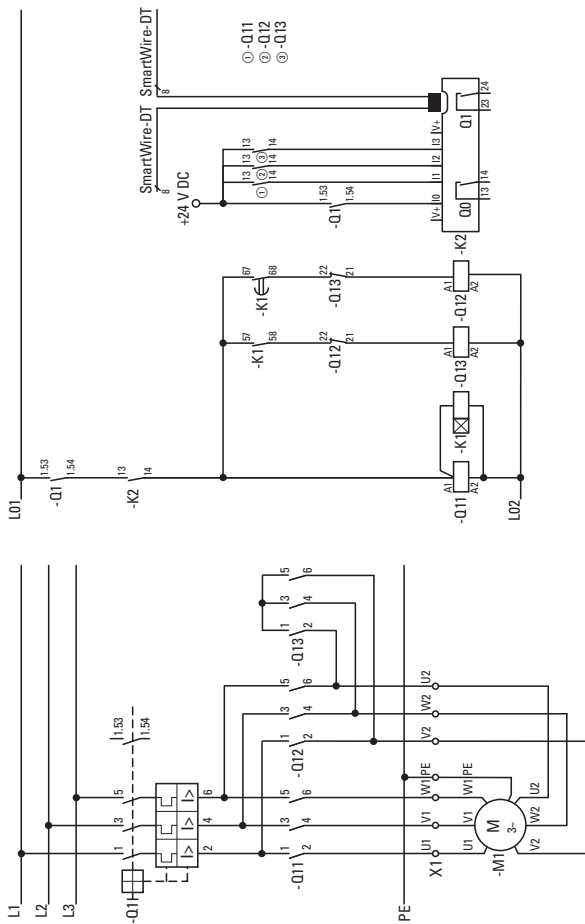




# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Kommunikationssystem SmartWire-DT

**Stern-Dreieckstarter mit SmartWire-DT mit I/O-Modul EU5E-SWD-4D2R**

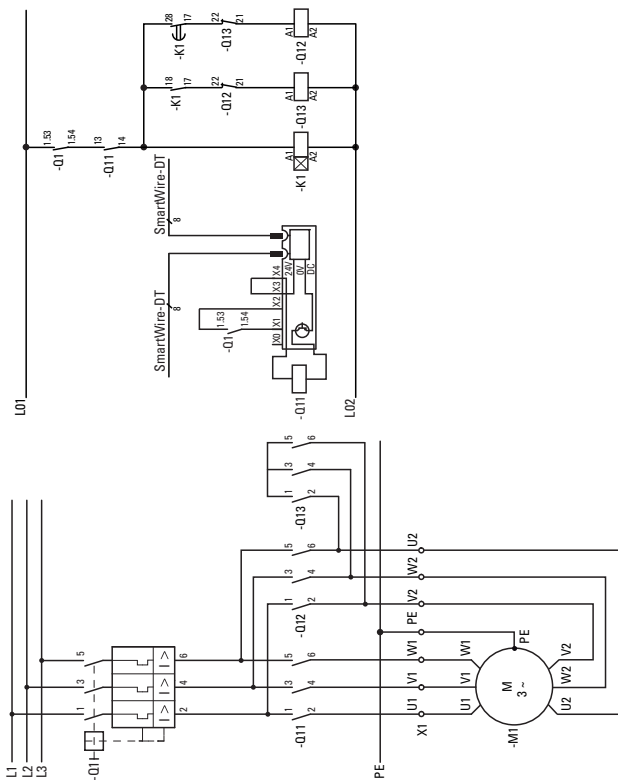


# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Kommunikationssystem SmartWire-DT

2

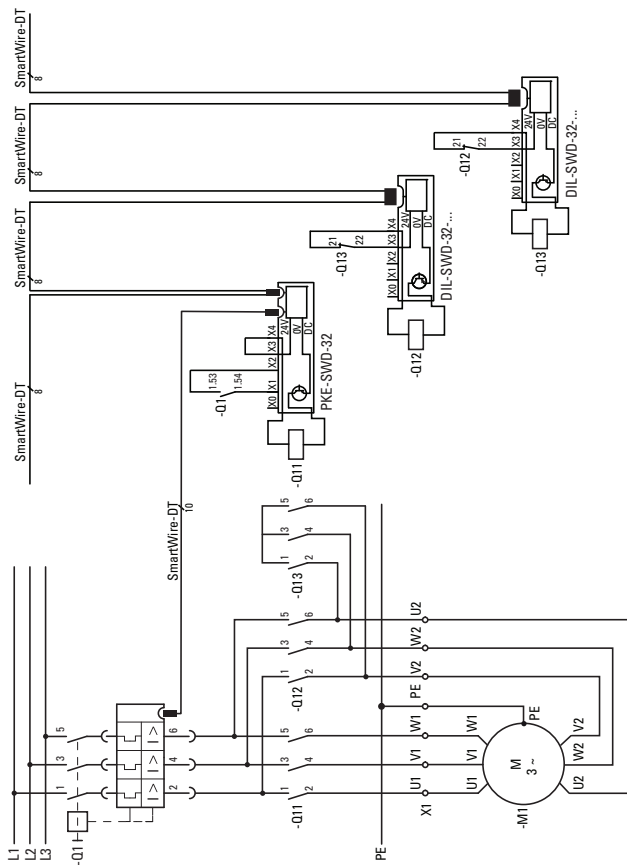
### Stern-Dreieckstarter mit SmartWire-DT Schützmodul und Zeitrelais ETR4-51



# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Kommunikationssystem SmartWire-DT

### Stern-Dreieckstarter mit PKE und SWD-Modulen für DILM

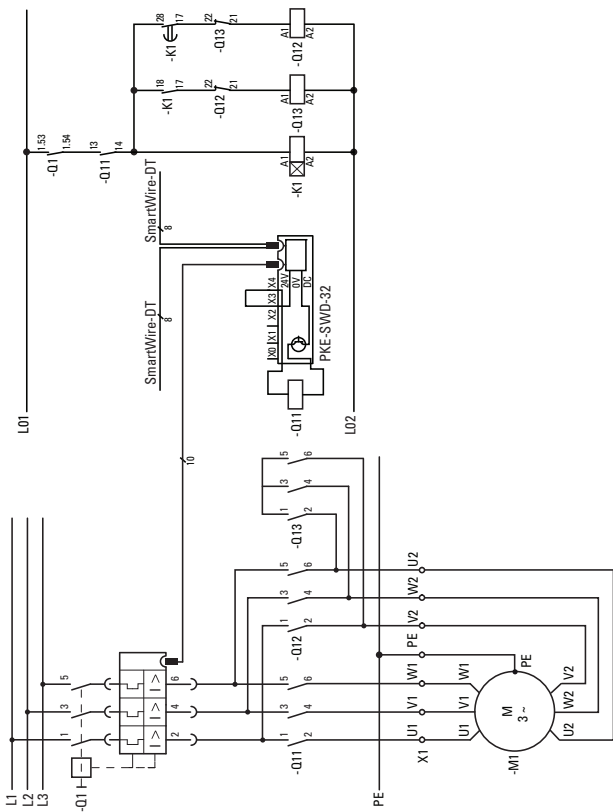


# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Kommunikationssystem SmartWire-DT

2

Sterndreieckstarter mit PKE, SWD-Modul für Netzschutz DILM und Zeitrelais ETR4-51



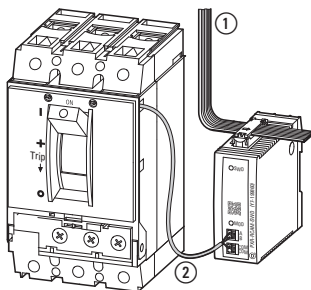
## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

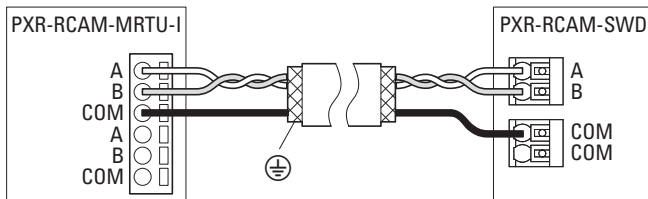
#### PXR-RCAM-SWD für NZM-Kompaktleistungsschalter

Das SmartWire-DT Modul PXR-RCAM-SWD dient dazu, einen Leistungsschalter mit elektronischem Auslöser (NZM2, 3, 4) über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) abzufragen, unter anderem Zustand, Auslösegründe und eine Vielzahl von Messwerten, wie Ströme, Spannungen und den Energieverbrauch.

Der Fernantrieb kann über das Modul angesteuert werden. Das PXR-RCAM-SWD wird auf einer Hutschiene in einem Installationsraum mit mindestens IP54 (Schaltschrank) montiert und über eine 2,0 m lange Datenleitung mit dem NZM verbunden. Die Hilfskontakte und der Fernantrieb werden gesondert verdrahtet. Ein optional installierter Remote-Operator kann auch mit SmartWire-DT über das NZM-Relaismodul gesteuert werden.



- ① SmartWire-DT Anschluss mit SWD4-8SF2-5
- ② Datenleitung NZM mit PXR-RCAM-SWD



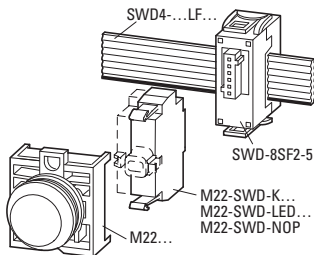
## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

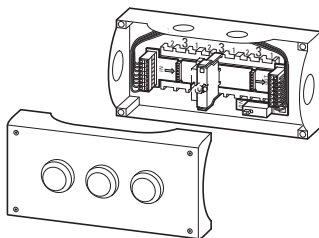
2

#### Befehls- und Meldegeräte

Auch einfache Befehls- und Meldegeräte können ohne aufwändige Verdrahtung direkt in das Kommunikationssystem SmartWire-DT eingebunden werden. Die Funktionselemente werden in den Befestigungsadapter M22-A eingeschnappt und dann über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.



Diese Funktionselemente stehen jeweils in zwei Bauformen für eine Front- oder Bodenbefestigung zur Verfügung. Bodenbefestigungselemente können in Verbindung mit den SWD-Leiterplatten M22-SWD-I... und den IP65-Aufbaugeschäusen M22-I... zu dezentralen Bedien- und Anzeigegeräten kombiniert werden.



Die Schaltstellungsanzeigen der Bedienelemente sowie das Ansteuern der Leuchtmelder erfolgt über das SmartWire-DT Kommunikationssystem. Zur Verfügung stehen die in der Tabelle genannten Funktionselemente.

M22-SWD-K(C)11	Funktionselement mit einem Wechsler
M22-SWD-K(C)22	Funktionselement mit zwei Wechslern
M22-SWD-LED...	LED-Funktionselemente in Weiß (W), Rot (R), Grün (G) oder Blau (B)
M22-SWD-K11LED...	Funktionselement mit einem Wechsler und einer LED in Weiß (W), Rot (R), Grün (G) oder Blau (B)
M22-SWD-K22LED...	Funktionselement mit zwei Wechslern und einer LED in Weiß (W), Rot (R), Grün (G) oder Blau (B)

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Kommunikationssystem SmartWire-DT

#### Digitale und analoge Signalverarbeitung

Für die Verarbeitung von digitalen oder analogen Ein-/Ausgangssignalen stehen folgende SWD-Module zur Verfügung:

EU5E-SWD-8DX	8 digitale Eingänge
EU5E-SWD-4DX	4 digitale Eingänge mit Geberversorgung
EU5E-SWD-4D4D	4 digitale Ein- und 4 digitale Ausgänge
EU5E-SWD-4D2R	4 digitale Ein- und 2 Relaisausgänge 3 A
EU5E-SWD-X8D	8 digitale Ausgänge
EU5E-SWD-4AX	4 analoge Eingänge 0 - 10 V, 0 - 20 mA
EU5E-SWD-2A2A	2 analoge Ein- und 2 analoge Ausgänge 0 - 10 V, 0 - 20 mA
EU5E-SWD-4PT	4 Temperatureingänge PT100, PT1000, Ni1000

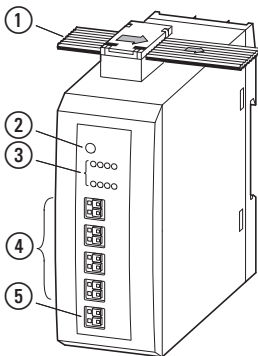
Die Module werden direkt auf die Hutschiene montiert und dann über den SWD-Gerätestecker mit der SWD-Kommunikationsleitung verbunden.

Die Module können direkt in der Nähe der anzuschließenden Sensorik/Aktorik montiert werden. Das reduziert die verbleibende Verdrahtung zusätzlich.

Anwendungsmöglichkeiten sind:

- Anschluss von AC-Schützen oder Schützen großer Leistung > DILM32, die keine Anschlussmöglichkeit für das Modul DIL-SWD-... haben. Hierzu verwenden Sie das Modul EU5E-SWD-4D2R

- Anschluss von Hilfsschaltern an Module mit digitalen Eingängen
- Anschluss von digitaler Aktorik ohne integrierte SWD-Funktionalität (Signalleuchten, Zeitrelais, usw.)
- Anschluss beliebiger analoger Ein-/Ausgänge



- ① SmartWire-DT Leitung mit Gerätestecker
- ② SmartWire-DT Diagnose-LED
- ③ Statusanzeigen der Ein-/Ausgänge (optional)
- ④ Ein-/Ausgangsklemmen
- ⑤ Externe Versorgung (optional)

## Notizen

---

2



# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Kommunikationssystem SmartWire-DT

### Sicherheitsrelevante Anwendungen

Für die meisten Anwendungen ist neben dem betriebsmäßigen Schalten auch das Abschalten im Notfall oder das Abschalten durch Öffnen von Schutztüren gefordert.

Das System SmartWire-DT ist nicht für die Übertragung sicherheitsrelevanter Signale ausgelegt. Durch den nachfolgend beschriebenen Aufbau kann das System SmartWire-DT dennoch für sicherheitsrelevante Abschaltungen verwendet werden.

Durch die Freigabepfade des Sicherheitsrelais wird im Notfall die Steuerspannung für die Schützspulen abgeschaltet.

Durch die Verwendung zusätzlicher SmartWire-DT Power-Module werden Schützgruppen gebildet, die im Notfall zusammen abgeschaltet werden. Mit einer derartigen Schaltung lassen sich Steuerungen bis maximal PL c nach EN ISO 13849-1 aufbauen (PL = Performance Level).

Das Sicherheitsrelais muss in diesem Beispiel PL c oder höher entsprechen (z. B. ESR5-NO-41-24VAC-DC).

→ Abbildung, Seite 2-26

### Rückführkreis

Der im Leistungsschütz integrierte Hilfsöffner ist ein Spiegelkontakt nach IEC/EN 60947-4-1. Mit diesem Kontakt kann der Zustand der Leistungskontakte zuverlässig gemeldet werden. Der Spiegelkontakt lässt sich so in den Rückführkreis des Sicherheitsrelais einbinden, dass das Sicherheitsrelais nur bei geöffnetem Schütz eine erneute Freigabe erteilen kann.

### Maßnahmen für höhere Sicherheitskategorien

In vielen Anwendungen werden Steuerungen mit einem Performance Level von PL d oder PL e nach EN ISO 13849-1 gefordert (PL = Performance Level). Durch ein zusätzliches Gruppenschütz, das in Reihe vor die Motorabgänge geschaltet wird, können Steuerungen mit PL d aufgebaut werden. Über das Sicherheitsrelais wird im Notfall neben der Steuerspannung für die Motorschütze auch die Steuerspannung für das Gruppenschütz abgeschaltet. Diese redundante Abschaltung ermöglicht Steuerungen mit PL d. Zur Erreichung dieser Sicherheitskategorie muss das verwendete Sicherheitsrelais einem PL d oder höher entsprechen (z. B. ESR5-NO-31-24VAC-DC).

Weitere Hinweise zu Sicherheitstechnik an Maschinen und Anlagen sind im Eaton Sicherheitshandbuch enthalten.

Download Sicherheitshandbuch:

[Eaton.com/shb](http://Eaton.com/shb)

→ Abschnitt „Der Weg zur sicheren Maschine“, Seite 0-12

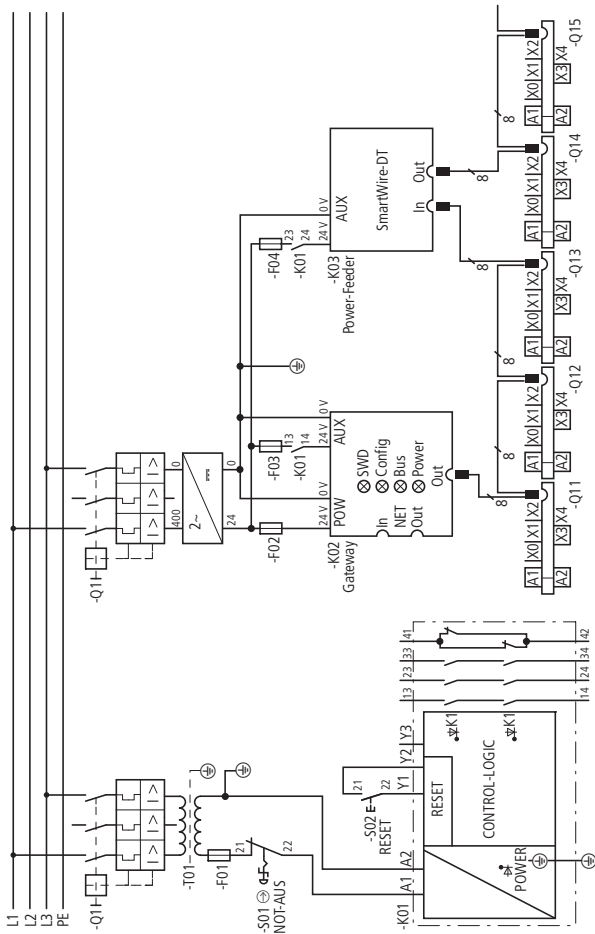
→ Abschnitt „Elektrische Ausrüstung von Maschinen“, Seite 10-21

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Kommunikationssystem SmartWire-DT

2

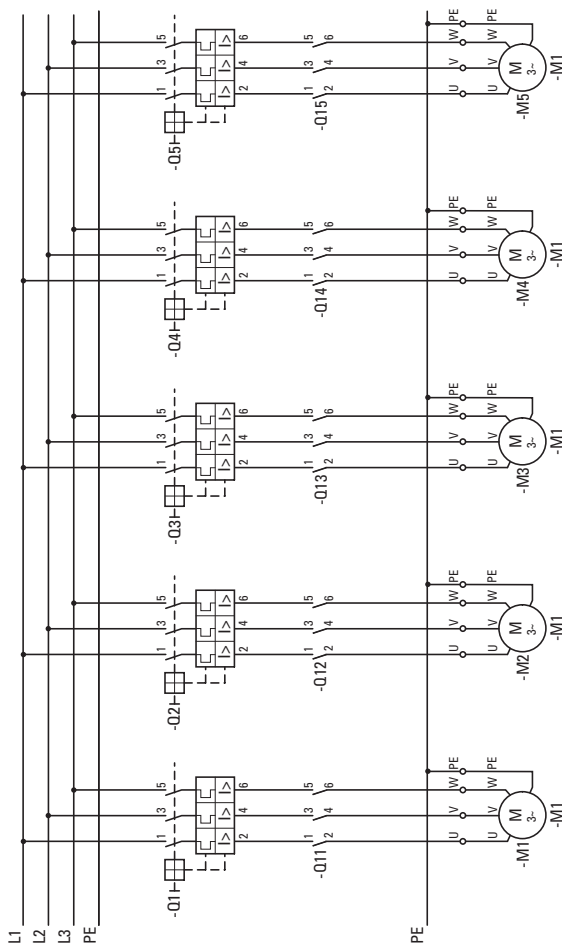
Steuerstromkreis für sicherheitsrelevante Anwendung



# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Kommunikationssystem SmartWire-DT

### Hauptstromkreis für sicherheitsrelevante Anwendung



## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Zeitrelais ETR

2

Elektronische Zeitrelais werden in Schutzsteuerungen eingesetzt, wo kleine Rückstellzeiten, gute Wiederholgenauigkeit, hohe Schalzhäufigkeit und hohe Gerätelebensdauer gefordert werden. Zeiten können zwischen 0,05 Sekunden und 100 Stunden gewählt und leicht eingestellt werden.

Das Schaltvermögen elektronischer Zeitrelais entspricht den Gebrauchskategorien AC-15 und DC-13.

Von der Betätigungsspannung her gibt es bei den Zeitrelais folgende Unterscheidungen:

- **ETR4 Variante A**  
Allstromgeräte:  
Gleichspannung 24 bis 240 V  
Wechselspannung 24 bis 240 V, 50/60 Hz
- **ETR4 Variante W**  
Wechselstromgeräte:  
Wechselspannung 346 bis 440 V, 50/60 Hz
- **ETR2-...**  
(als Reiheneinbaugerät nach DIN 43880)  
Allstromgeräte:  
Gleichspannung 24 bis 48 V  
Wechselspannung 24 bis 240 V, 50/60 Hz  
(ETR2-69-D: 12 bis 240 V, 50/60 Hz)

Den jeweiligen Zeitrelais sind folgende Funktionen zugeordnet:

- ETR4-11, ETR2-11  
**Funktion 11** (ansprechverzögert)
- ETR2-12  
**Funktion 12** (rückfallverzögert)
- ETR2-21  
**Funktion 21** (einschaltwischend)
- ETR2-42  
**Funktion 42** (blinkend, impulsbeginnend)

- ETR2-44  
**Funktion 44** (blinkend, zwei Zeiten; impulsbeginnend oder pausebeginnend einstellbar)
- Multifunktionsrelais ETR 4-69/70  
**Funktion 11** (ansprechverzögert)  
**Funktion 12** (rückfallverzögert)  
**Funktion 16** (ansprech- und rückfallverzögert)  
**Funktion 21** (einschaltwischend)  
**Funktion 22** (ausschaltwischend)  
**Funktion 42** (blinkend, impulsbeginnend)
- **Funktion 81** (impulsgebend)  
**Funktion 82** (impulsformend)  
**ON, OFF**
- Multifunktionsrelais ETR2-69(-D)  
**Funktion 11** (ansprechverzögert)  
**Funktion 12** (rückfallverzögert)  
**Funktion 21** (einschaltwischend)  
**Funktion 22** (ausschaltwischend)  
**Funktion 42** (blinkend, impulsbeginnend)  
**Funktion 43** (blinkend, pausebeginnend)  
**Funktion 82** (impulsformend)
- Stern-Dreieck-Zeitrelais ETR4-51  
**Funktion 51** (ansprechverzögert)

ETR4-70 bieten den Anschluss eines Fernpotentiometers. Die Zeitrelais erkennen das Potentiometer beim Anschluss selbstständig.

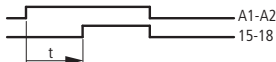
Eine Besonderheit stellt das Zeitrelais ETR4-70 dar. Mit zwei Wechslern ausgerüstet, ist es umrüstbar auf zwei Zeitkontakte 15-18 und 25-28 (A2-X1 gebrückt) oder einen Zeitkontakt 15-18 und einen Sofortkontakt 21-24 (A2-X1 nicht gebrückt). Ist die Brücke A2-X1 entfernt, vollzieht nur der Zeitkontakt 15-18 die nachstehend beschriebenen Funktionen.

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Zeitrelais ETR

### Funktion 11

ansprechverzögert



Die Betätigungsspannung  $U_s$  wird über einen Ansteuerkontakt an die Klemmen A1 und A2 gelegt.

Nach der eingestellten Verzögerungszeit geht der Wechsler des Ausgangsrelais in die Stellung 15-18 (25-28).

### Funktion 12

rückfallverzögert



Nach Anlegen der Versorgungsspannung an die Klemmen A1 und A2 bleibt der Wechsler des Ausgangsrelais in der Ausgangslage 15-16 (25-26). Wird ein Potential an B1gelegt, geht der Wechsler unverzüglich in die Stellung 15-18 (25-28).

Wird nun B1 vom Potential getrennt, kehrt der Wechsler nach Ablauf der eingestellten Zeit in die Ausgangslage 15-16 (25-26) zurück.

### Funktion 16

ansprech- und rückfallverzögert

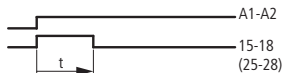


Die Versorgungsspannung  $U_s$  wird direkt an die Klemmen A1 und A2 gelegt. Wird ein Potential an B1 gelegt, geht der Wechsler nach der eingestellten Zeit  $t$  in die Stellung 15-18 (25-28).

Wird nun B1 vom Potential getrennt, geht der Wechsler nach der gleichen Zeit  $t$  in die Ausgangslage 15-16 (25-26) zurück.

### Funktion 21

einschaltwischend



Nach Anlegen der Spannung  $U_s$  an A1 und A2 geht der Wechsler des Ausgangsrelais in die Stellung 15-18 (25-28) und bleibt entsprechend der eingestellten Wischzeit betätigt.

In dieser Funktion wird also aus einer Dauerkontaktgabe (Spannung an A1-A2) ein zeitlich definierter Wischimpuls (Klemmen 15-18, 25-28).

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Zeitrelais ETR

2

### Funktion 82

impulsformend

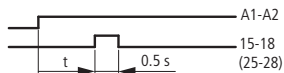


Nach Anlegen der Versorgungsspannung an A1 und A2 bleibt der Wechsler des Ausgangsrelais in der Ruhelage 15-16 (25-26). Wird ein Potential an B1 gelegt, geht der Wechsler unverzüglich in die Stellung 15-18 (25-28).

Wird nun B1 vom Potential getrennt, bleibt der Wechsler solange betätigt, bis die eingestellte Zeit abgelaufen ist. Bleibt B1 am Potential, geht das Ausgangsrelais ebenfalls nach der eingestellten Zeit in seine Ruhelage zurück. Bei der impulsformenden Funktion wird also immer ein zeitlich genau definierter Ausgangsimpuls gegeben, egal ob der Eingangsimpuls über B1 kürzer oder länger als die eingestellte Zeit ist.

### Funktion 81

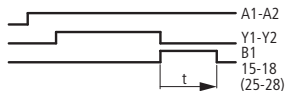
impulsgebend mit festem Impuls



Die Betätigungsspannung wird über einen Ansteuerkontakt an die Klemmen A1 und A2 gelegt. Nach Ablauf der eingestellten Verzögerungszeit geht der Wechsler des Ausgangsrelais in die Stellung 15-18 (25-28) und fällt nach 0,5 Sekunden zurück in die Ausgangslage 15-16 (25-26). Bei dieser Funktion handelt es sich also um einen Wischimpuls mit zeitlicher Verzögerung.

### Funktion 22

ausschaltwischend



Die Versorgungsspannung  $U_s$  liegt direkt an A1 und A2. Wird beim ETR4-69/70 oder ETR2-69 der Kontakt B1 potentialfrei, schließt der Kontakt 15-18 (25-28) für die Dauer der eingestellten Zeit.

### Funktion 42

blinkend, impulsbeginnend



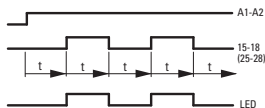
Nach Anlegen der Spannung  $U_s$  an A1 und A2 geht der Wechsler des Ausgangsrelais in die Stellung 15-18 (25-28) und bleibt entsprechend der eingestellten Blinkzeit betätigt. Die anschließende Pausenzeit entspricht der Blinkzeit.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Zeitrelais ETR

#### Funktion 43

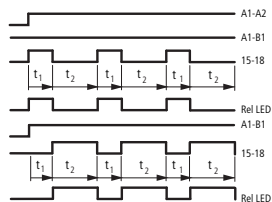
blinkend, pausebeginnend



Nach Anlegen der Spannung  $U_s$  an A1 und A2 bleibt der Wechsler des Ausgangsrelais entsprechend der eingestellten Blinkzeit in der Stellung 15-16 und geht nach Ablauf dieser Zeit in die Stellung 15-18 (Der Zyklus beginnt mit einer Pausen-Phase).

#### Funktion 44

blinkend, zwei Zeiten



Nach Anlegen der Spannung  $U_s$  an A1 und A2 geht der Wechsler des Ausgangsrelais in die Stellung 15-18 (impulsbeginnend). Durch eine Brücke zwischen den Kontakten A1 und B1 kann das Relais auf pausenbeginnend umgeschaltet werden. Die Zeiten  $t_1$  und  $t_2$  können unterschiedlich eingestellt werden.

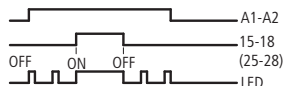
#### Funktion 51 Stern-Dreieck

ansprechverzögert



Wird die Betätigungsspannung  $U_s$  an A1 und A2 gelegt, geht der Sofortkontakt in die Stellung 17-18. Nach Ablauf der eingestellten Zeit öffnet der Sofortkontakt; der Zeitkontakt 17-28 schließt nach einer Umschlagszeit  $t_u$  von 50 ms.

#### Funktion ON-OFF



Mit der ON-OFF-Funktion lässt sich die Funktion einer Steuerung testen. Sie ist ein Hilfsmittel, etwa bei der Inbetriebnahme. Mit der OFF-Funktion lässt sich das Ausgangsrelais abschalten, es reagiert nicht mehr auf den Funktionsablauf. Bei der ON-Funktion wird das Ausgangsrelais eingeschaltet. Diese Funktion setzt voraus, dass an den Klemmen A1-A2 die Versorgungsspannung anliegt. Die LED macht auf den Betriebszustand aufmerksam.

#### Weitere Informationsquellen

- Montageanweisungen zum Download unter: [Eaton.com/documentation](http://Eaton.com/documentation)  
→ Suchbegriffe: ETR4, ETR2
- Sortimentskatalog „Einfach messen, zuverlässig überwachen, flexibel planen: Relais EMR, ETR, EMT“

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Mess- und Überwachungsrelais EMR6

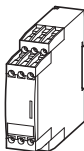
2

Mit Mess- und Überwachungsrelais EMR6 können Maschinen und Anlagen geschützt werden, ungeplante Ausfallzeiten im Produktionsprozess werden vermieden.

Mit dem EMR6-Sortiment deckt Eaton viele Anforderungen ab:

- universeller Einsatz durch Mehrspannungsnetzteile
- Stromwächter EMR6-I... zur Erkennung von Über- oder Unterstrom
- Spannungswächter EMR6-V... zur Überwachung von Über- und Unterspannung
- Überwachung von Phasenausfall und -folge in Dreiphasennetzen mit EMR6-F...
- Schutz vor Zerstörung oder Beschädigung einzelner Anlagenteile, multifunktionale Phasenwächter EMR6-W...
- Überwachung von Phasenausfall, Phasenfolge und Asymmetrie mit EMR6-A...
- Füllstände überwachen mit den Niveauüberwachungsrelais EMR6-N...
- Erhöhung der Betriebssicherheit, Isolationswächter EMR6-R...
- EMR6-T... zur Überwachung von Temperaturen an Maschinen

#### Stromwächter EMR6-I...



Die Stromwächter EMR6-I... sind sowohl zur Überwachung von Wechsel- als auch von Gleichstrom geeignet.

Mit ihnen können z. B. Pumpen und Bohrmaschinen auf Unter- oder Überlast überwacht werden. Das geschieht mit Hilfe der wählbaren unteren oder oberen Ansprechgrenze.

Es gibt Ausführungen mit je drei Messbereichen (30/100/1000 mA, 1,5/5/15 A). Die Multispannungsspule ermöglicht ein universelles Einsetzen des Relais. Zwei Ausgangsrelais mit Wechselkontakten bieten flexible Signalverarbeitung.

#### Gezielte Überbrückung von kurzen Stromspitzen

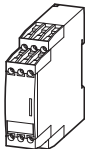
Mit Hilfe der zwischen 0,1 und 30 Sekunden wählbaren Zeit der Ansprechverzögerung können kurzfristige Stromspitzen überbrückt werden.



## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Mess- und Überwachungsrelais EMR6

#### Spannungswächter EMR6-V...



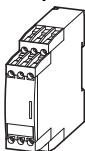
Die Spannungswächter EMR6-V... dienen der Überwachung von Über- und Unterspannung. Bei EMR...-VF... kann zusätzlich ein Spannungsfenster eingestellt werden.

Es stehen vier Messbereiche für AC/DC zwischen 3 V und 600 V zur Verfügung.

Die echte Effektivwertmessung erlaubt eine beliebige Kurvenform des Messsignals, z. B. bei DC zwischen 15 Hz und 2 kHz.

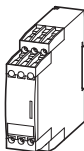
Die einstellbare Auslöseverzögerung und die zwei Ausgangsrelais mit Wechslerkontakten bieten einen großen Anwendungsbereich.

#### Temperaturwächter EMR6-T...



Temperaturmessrelais EMR6-T... dienen zur Überwachung von Temperaturen an Maschinen oder Anlagen. Unter- oder Übertemperatur oder ein Temperaturfenster kann eingestellt werden. Ein oder zwei Schwellwerte und die Hysterese werden auf der Frontseite justiert. PT100-Messfühler dienen bei der Erfassung von festen, flüssigen und gasförmigen Medien. Z. B. können damit Maschinen und Anlagen vor Überhitzung geschützt werden.

#### Phasenwächter EMR6-W...



Phasenwächter EMR...-W überwachen neben der Drehfeldrichtung auch die Höhe der angelegten Spannung. Das bedeutet Schutz vor Zerstörung oder Beschädigung einzelner Anlagenteile. Hierbei wird sowohl die minimale Unterspannung als auch die maximale Überspannung mit einem Drehschalter innerhalb eines definierten Fensters bequem auf die gewünschte Spannung eingestellt.

Zusätzlich kann zwischen einer ansprechverzögerten und einer rückfallverzögerten Funktion unterschieden werden. In der ansprechverzögerten Einstellung werden kurze Spannungseinbrüche überbrückt. Die Rückfallverzögerung ermöglicht eine Fehlerspeicherung für die eingestellte Zeit.

Die Verzögerungszeit kann zwischen 0,1 und 30 Sekunden eingestellt werden.

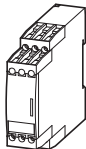
Das Relais zieht bei korrektem Drehfeld und richtiger Spannung an. Nach einem Abfallen zieht das Gerät erst wieder an, wenn die Spannung eine 5 %ige Hysterese überschritten hat.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Mess- und Überwachungsrelais EMR6

2

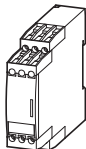
#### Phasenfolgerelais EMR6-F...



Mit dem nur 22,5 mm breiten Phasenfolgerelais können ortsveränderliche Motoren, bei denen die Drehrichtung von Bedeutung ist (z. B. Pumpen, Sägen, Bohrmaschinen), auf ein rechts drehendes Drehfeld überwacht werden. Das bedeutet Platz im Schaltschrank durch geringe Baubreite und Schutz vor Schäden durch Überwachung des Drehfeldes.

Bei rechts drehendem Drehfeld wird mit dem Wechsler die Steuerspannung für die Motorschaltgeräte freigegeben. Das EMR6-F500-G-1 deckt den gesamten Spannungsbereich von 200 bis 500 V AC ab.

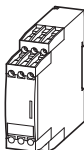
#### Asymmetrirelais EMR6-A...



Das Asymmetrirelais EMR6-A... in seiner 22,5 mm Baubreite ist das richtige Schutzorgan gegen Phasenausfall. Damit schützt es den Motor vor Zerstörung.

Da der Phasenausfall auf Basis der Phasenverschiebung erfasst wird, kann dieser auch bei hoher Rückspeisung des Motors sicher erkannt und eine Überlastung des Motors verhindert werden.

#### Niveaurelais EMR6-N...



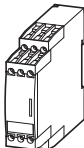
Die Niveaurelais EMR6-N... kommen im Wesentlichen zum Trockenlaufschutz von Pumpen oder als Niveauregulierung von Flüssigkeiten zum Einsatz. Sie arbeiten mit Hilfe von Sensoren, die die Leitfähigkeit eines Mediums messen. Hierzu werden jeweils ein Sensor für die maximale und ein Sensor für die minimale Füllhöhe benötigt. Ein dritter Sensor dient als Massepotential. Das 22,5 mm schmale Gerät EMR6-N100... eignet sich für gut leitfähige Flüssigkeiten. Es ist mit einer Umschaltung von Niveauregulierung zu Trockenlaufschutz ausgerüstet. Die Sicherheit wird erhöht, da in beiden Fällen das Arbeitsstromprinzip zum Einsatz kommt.

Das Niveaurelais EMR6-N1000... hat eine erweiterte Empfindlichkeit und ist auch für weniger gut leitende Medien geeignet. Bei dem EMR6-N1000-A-1 können durch die wählbare Anzugs- oder Abfallverzögerung zwischen 0,1 und 10 Sekunden auch bewegte Flüssigkeiten überwacht werden.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Mess- und Überwachungsrelais EMR6

#### Isolationswächter EMR6-R...

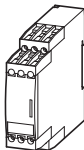


Isolationswächter EMR6-R... dienen zur Überwachung der Isolationswiderstände und Kabelbruch bei ungeerdeten IT Netzen. Mit einem eingebauten Taster kann ein Test oder ein Reset durchgeführt werden. Der Messbereich ist präzise zwischen 1 - 100 kOhm einstellbar. Bei Unterschreitung des eingestellten Schwellwertes fällt das Ausgangsrelais ab.

#### Applikationen

- Überwachung von elektrischen Netzen in Krankenhäusern
- Überwachung von Schiffsnetzen
- Überwachung der Spannungsversorgung von Krananlagen

#### Multifunktionale Dreiphasenwächter EMR6-AW(N)...



Mit den multifunktionalen Dreiphasenwächtern erfolgt die platzsparende Überwachung des Drehfeldes mit verschiedenen Funktionen. Dabei werden die Parameter Phasenfolge, Phasenausfall, Asymmetrie sowie Unter- und Überspannung erfasst. Die Varianten EMR6-AWN... bieten zusätzlich eine Überwachung des Neutralleiters.

Je nach Ausführung der Geräte bewegt sich der einstellbare Schwellenwert für Asymmetrie zwischen 2 bis 25 %. Die Schwellenwerte für Unter- und Überspannung sind einstellbar bzw. fest eingestellt. Die verschiedenen Möglichkeiten und Einstellwerte der EMR6 Mess- und Überwachungsrelais entnehmen Sie bitte den jeweiligen Montageanweisungen.

#### Weitere Informationsquellen

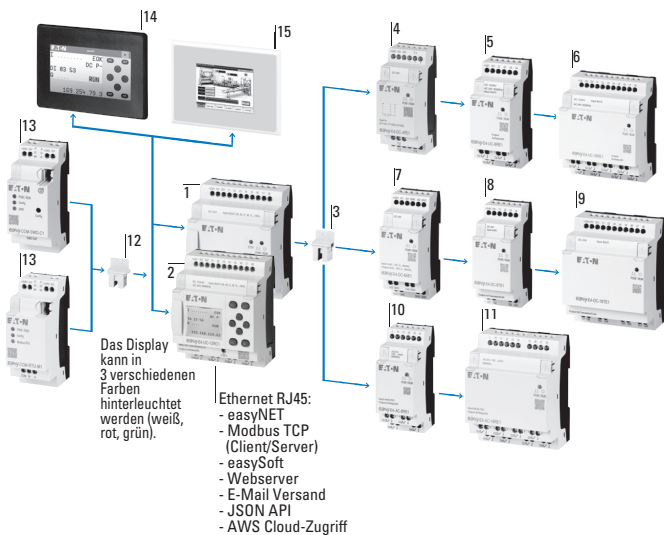
- Montageanweisungen zum Download unter: [Eaton.com/documentation](http://Eaton.com/documentation)  
→ Suchbegriff: EMR6
- Sortimentskatalog „Einfach messen, zuverlässig überwachen, flexibel planen: Relais EMR, ETR, EMT“

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

### Systemübersicht easyE4

2



Max. 1 Kommunikationsmodul + 1 Grundgerät + 11 Erweiterungsmodul = max. 13 Geräte

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Steuerrelais easyE4

---

- 1 Steuerrelais easyE4 ohne Display
- 2 Steuerrelais easyE4 mit Display
- 3 Verbindungsstecker für Erweiterungsmodule
- 4 Erweiterungsmodul, 4 Eingänge für Temperatursensoren
- 5 Erweiterungsmodul UC, 8 Eingänge/Ausgänge
- 6 Erweiterungsmodul UC, 16 Eingänge/Ausgänge
- 7 Erweiterungsmodul DC, 6 analoge Eingänge/Ausgänge
- 8 Erweiterungsmodul DC, 8 Eingänge/Ausgänge
- 9 Erweiterungsmodul DC, 16 Eingänge/Ausgänge
- 10 Erweiterungsmodul AC, 8 Eingänge/Ausgänge
- 11 Erweiterungsmodul AC, 16 Eingänge/Ausgänge
- 12 Verbindungsstecker für die Kommunikationsmodule
- 13 Kommunikationsmodul für die easyE4-Reihe (SmartWire-DT, Modbus RTU)
- 14 easy-Remote-Touch-Display, Resistiv-Touch, 4.3"
- 15 XV-102 Touch-Display für easyE4 Geräte, Resistiv-Touch, 3.5" und 5.7"

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Steuerrelais easyE4

2

#### Mehr Zeit für die wirklich wichtigen Dinge

Ob Temperaturregelung in der Lebensmittelindustrie, einfache Steuerungsaufgaben im Maschinenbau oder Beleuchtungssteuerung in Gebäuden – mit easyE4, dem Steuerrelais der nächsten Generation aus der Eaton Moeller (TM) Serie, lassen sich Steuerungsaufgaben noch einfacher, komfortabler und schneller realisieren. Erleben Sie die vielen Vorteile dieser neuen Technologie, die es Ihnen ermöglicht, wertvolle Zeit für das Wesentliche zu gewinnen.

#### Es gibt verschiedene Anzeige- und Visualisierungsmöglichkeiten

- entweder das integrierte Display mit dem Funktionsbaustein Textanzeige zur Darstellung von Informationen,
- das easy-Remote-Touch-Display in zwei Versionen: die Standardversion spiegelt das Display des Grundgerätes und die Advanced Version ermöglicht die Erstellung einer benutzerdefinierten Visualisierung über easySoft,
- das HMI-Display der XV100-Serie, das die leistungsstarke Galileo-Software für leistungsstarke Visualisierungen nutzt.

#### Die easyE4 verfügt über verschiedene Kommunikationsmöglichkeiten

- Entweder über die integrierte Ethernet-Schnittstelle mit Modbus TCP (als Client oder Server) oder über Kommunikationsmodule für SmartWire-DT als Koordinator und Modbus RTU (Master oder Slave).
- Über die integrierte JSON-API-Schnittstelle können Automatisierungssysteme die easyE4 steuern oder Daten mit ihr austauschen. Weitere Informationen → Abschnitt „JSON API“, Seite 2-64

- Der integrierte Webserver kann zur Visualisierung und Steuerung der angeschlossenen Basiseinheit genutzt werden.
- Darüber hinaus können mit dem Webeditor benutzerdefinierte Webseiten in der easySoft erstellt werden, die dann auf dem integrierten Webserver des easyE4-Basisgerätes bereitgestellt werden. Dieser kann über einen Webbrowser von mobilen oder Standardgeräten wie Smartphones oder Laptops aufgerufen werden.
- Eine Cloud-Verbindung zu Amazon Web Services (AWS) kann über das MQTT-Protokoll eingerichtet werden, um leistungsstarke Cloud-basierte Anwendungen zu unterstützen.

#### easyE4 ist ein vielseitiges System, das umfangreiche Funktionen bietet

- Es stehen vier Programmiersprachen zur Verfügung: die „einfache“ Geräteprogrammierung (EDP), Kontaktplan (KOP), Funktionsplan (FUP) und strukturierter Text (ST).
- Ein easyE4-Gerät kann mit einem Kommunikationsmodul und bis zu 11 E/A-Modulen mit 188 verfügbaren Ein-/Ausgängen erweitert werden, um maximale Flexibilität entsprechend Ihren Anforderungen zu gewährleisten.
- Alle AC-, DC- und UC-Erweiterungen lassen sich beliebig mischen und kombinieren und optional in der Konfiguration verwenden.
- Die nahezu unbegrenzten Kombinationsmöglichkeiten der easyE4-Geräte und der verfügbaren Erweiterungsmodule vereinfachen die Handhabung.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Steuerrelais easyE4

#### Die easyE4 unterstützt Sie bei jedem Schritt

Schon in der Planungsphase, dank des optimierten Geräteauswahlprozesses. Genießen Sie mehr Flexibilität, mehr Transparenz und eine Zeitersparnis, die es Ihnen ermöglicht, sich anderen Aufgaben zu widmen.

Das multifunktionale Design vereinfacht die Planung. Die easyE4 deckt verschiedene Steuerungs- und Regelungsaufgaben in einem Gerät ab:

- Logikfunktionen
- Zeitrelais- und Zählerfunktionen
- Zeitschaltuhr-Funktionen
- Arithmetische Funktionen
- PID-Regler
- Bedien- und Anzeigefunktionen

#### Programmiermöglichkeiten, die auf Ihre Bedürfnisse abgestimmt sind

- Das easyE4 bietet flexible Programmiermöglichkeiten, entweder über die Software easySoft oder direkt am Gerät für einfache Anwendungen mittels easy device programming (EDP).
- Die Programmierung der Geräte ist dank der vier verfügbaren Programmiersprachen sehr benutzerfreundlich.
- Displaytexte, Hintergrundfarben und Startgrafiken können individuell gestaltet werden, z. B. mit Ihrem Firmenlogo.

#### Alles auf einen Blick bei der Wartung

Umfassende Wartungsübersichten

- Fernvisualisierung und Fernzugriff, zum Beispiel über ein Smartphone oder Tablet,
- einfache Datenerfassung von Betriebszuständen und Auswertung von Ereignissen,
- vereinfachte Diagnose und Fehlersuche, zum Beispiel mit Diagnose-Statusinformationen.

#### Installation und Inbetriebnahme leicht gemacht

- Die Anzahl der Ein-/Ausgänge kann über Erweiterungsmodule einfach angepasst werden.
- Der Anschluss der Erweiterungsmodule erfolgt über einen intelligenten Steckverbinder. Alle AC-, DC- und UC-Erweiterungen können beliebig gemischt und kombiniert und optional in der Konfiguration in verschiedenen Maschinenversionen eingesetzt werden.
- Die Erweiterungsmodule können in der easySoft-Konfiguration als optional gekennzeichnet werden.
- Mit einer Micro-SD-Karte kann die Programmierung auf neue Geräte übertragen werden, was die Inbetriebnahme von standardisierten Maschinen vereinfacht.
- Die easyE4-Geräte können über Standard-Schraubklemmen oder die zeitsparende Push-In-Klemmentechnik verdrahtet werden.

#### Schnelle und einfache Umsetzung im Betrieb

Die Vorteile dieses leistungsstarken Steuerrelais kommen im Betrieb voll zum Tragen:

- schnelle Reaktionszeiten von weniger als 2 Millisekunden durch Interrupt-Funktion,
- DCF77-Synchronisation für höchste Genauigkeit in zeitkritischen Anwendungen,
- schnelle Erkennung der Betriebszustände von easyE4 und den Erweiterungsmodulen über das integrierte Display,
- Anwendungsspezifische Parameter können direkt am Gerät manuell eingestellt werden.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Steuerrelais easyE4

#### Visualisierung

Die easyE4 bietet zudem eine Vielzahl von Visualisierungsmöglichkeiten, um die Lösung optimal an Ihre individuellen Bedürfnisse und Anforderungen anzupassen.

2

- Das integrierte Display kann in der easySoft mit dem Funktionsbaustein Textanzeige konfiguriert werden, um Texte, Werte und Balkengrafiken auf dem Display der easyE4-Basiseinheit anzuzeigen.
  - Dank des integrierten Webservers können die Daten auch über beliebige mobile Endgeräte, wie Smartphones oder Tablets, abgerufen werden.
  - Mit dem Webeditor der easySoft kann eine JavaScript-basierte Website erstellt werden, die auf dem Webserver der easyE4-Basisgeräte bereitgestellt werden kann, um eine kundenspezifische Visualisierung zu erstellen, die von jedem Gerät mit einem Standard-Webbrowser aufgerufen werden kann.
- Darüber hinaus ist auch die Visualisierung über Industrie-Displays möglich:

#### easy-Remote-Touch-Display (RTD)

Das Remote-Touch-Display ist in zwei Versionen erhältlich: eine Standardversion und eine Advanced Version – beide mit einem 4,3"-Bildschirm.



Die Standardversion spiegelt den Inhalt des easyE4 in Farbe wider und kann zur Bedienung des Gerätes verwendet werden – ohne jegliche Programmierung.

Die Advanced Version kann so programmiert werden, dass eine kundenspezifische Visualisierung aus der easySoft heraus eingesetzt werden kann. Es können viele verschiedene grafische Elemente verwendet werden, um eine Visualisierung nach Ihren Wünschen zu erstellen.



# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

### Anschließen der Spannungsversorgung

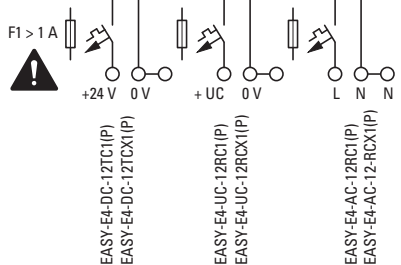
#### Grundgeräte

AC:  $L_{Ue}$  100 - 240 V AC/DC (cULus 100 - 110 V DC)

UC: 12, 24 V DC/24 V AC

DC: 24 V DC

0 V/ N



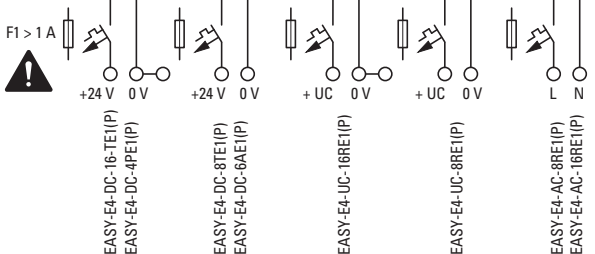
#### Erweiterungsmodule

AC:  $L_{Ue}$  100 - 240 V AC/DC (cULus 100 - 110 V DC)

UC: 12, 24 V DC/24 V AC

DC: 24 V DC

0 V/ N



# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

### Anschluss der Digitaleingänge

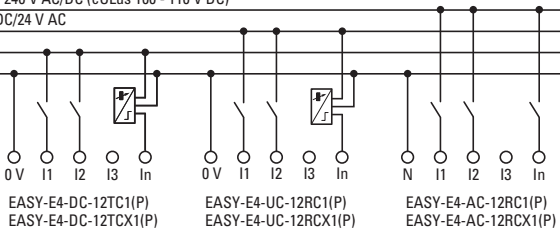
#### Grundgeräte

AC:  $L_{Ue}$  100 - 240 V AC/DC (cULus 100 - 110 V DC)

UC: 12, 24 V DC/24 V AC

DC: 24 V DC

0 V/N



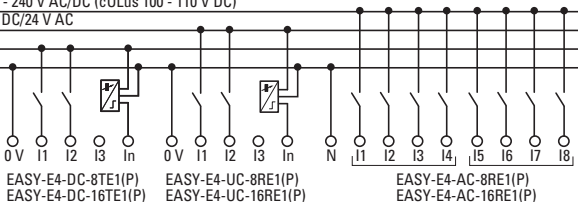
#### Erweiterungsmodule

AC:  $L_{Ue}$  100 - 240 V AC/DC (cULus 100 - 110 V DC)

UC: 12, 24 V DC/24 V AC

DC: 24 V DC

0 V/N

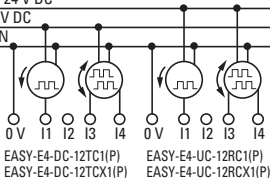


### Anschluss der digitalen Zähleringänge

UC: 12, 24 V DC

DC: 24 V DC

0 V/N



Diese Funktionen können direkt an bestimmte Funktionsblöcke angeschlossen werden.

Für EASY-E4-UC-... gilt folgendes: Die der EASY-E4-UC-... zugeführte Spannung muss eine Gleichspannung sein, da nur Gleichstromsignale verarbeitet werden können.

Sie können Folgendes verarbeiten:

- 4 einzelne schnelle Zählersignale (eine einzige Zählrichtung), I1, I2, I3, I4
- 2 Inkrementalzüher, I1, I2 und I3, I4
- Frequenzen I1, I2, I3, I4

Nur bei Basisgeräten möglich.

Basisgeräte mit DC- und UC-Spannung verfügen über spezielle Zähl- und Messfunktionen an den Eingängen I1 bis I4.

# Schalten, Steuern, Visualisieren

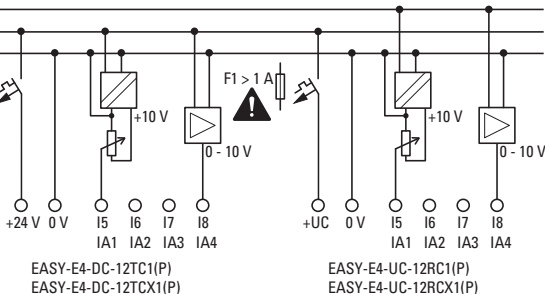
## Steuerrelais easyE4

### Anschluss der Analogeingänge

UC: 12, 24 V DC

DC: 24 V DC

0 V



EASY-E4-DC-12TC1(P)  
EASY-E4-DC-12TCX1(P)

EASY-E4-UC-12RC1(P)  
EASY-E4-UC-12RCX1(P)

Nur bei Basisgeräten möglich.

Basisgeräte mit DC- und UC-Spannung können über die Eingänge I5, I6, I7 und I8 am EASY-E4... Basisgerät analoge Spannungen in einem Bereich von 0 bis 10 V einlesen. Die Eingangsimpedanz der Analogeingänge beträgt 13,3 kΩ.

Das Signal hat eine Auflösung von 12 Bit, Wertebereich 0 - 4095.

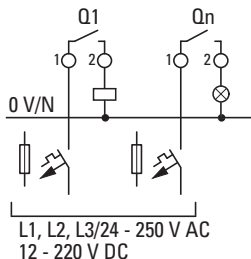
Es gilt folgendes:

- Eingang I5 = IA01
- Eingang I6 = IA02
- Eingang I7 = IA03
- Eingang I8 = IA04
- Die analogen Spannungseingänge können auch als digitale Eingänge verwendet werden.

### ! Gefahr!

Analogsignale sind störungsempfindlicher als Digitalsignale. Daher muss bei der Verlegung und dem Anschluss der Signalleitungen mit erhöhter Sorgfalt vorgegangen werden. Die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen müssen eingehalten werden, um Abweichungen der Analogwerte zu vermeiden. Ein falscher Anschluss kann zu unerwünschten Schaltzuständen führen.

### Anschluss der Relaisausgänge

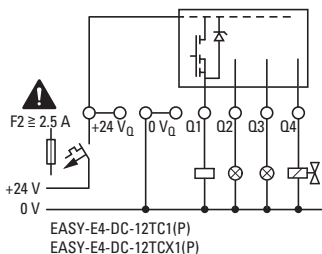


# Schalten, Steuern, Visualisieren

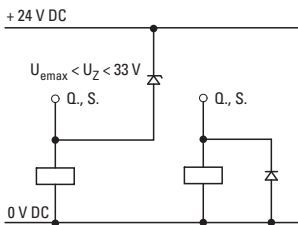
## Steuerrelais easyE4

### Anschluss der Transistorausgänge

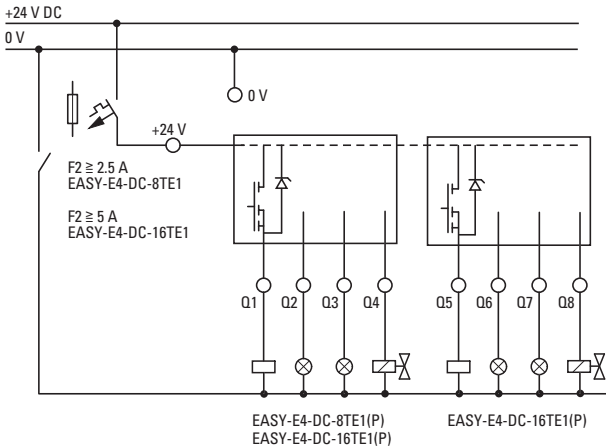
#### Grundgeräte



#### Induktivität mit Schutzbeschaltung



#### Erweiterungsmodule



# Schalten, Steuern, Visualisieren





## Steuerrelais easyE4

### Anschluss von analogen E/A-Erweiterungsmodulen

Die analogen Eingänge der Erweiterung EASY-E4-DC-6AE1(P) können nicht als digitale Eingänge verwendet werden. Die EASY-E4-DC-6AE1(P) verfügt über vier analoge Eingänge und zwei analoge Ausgänge. Mit der easySoft 8 können Sie die Betriebsart für jeden Analogeingang und Analogausgang einstellen.

### Ein Beispiel mit EASY-E4-DC-6AE1

- Register Geräteparameter

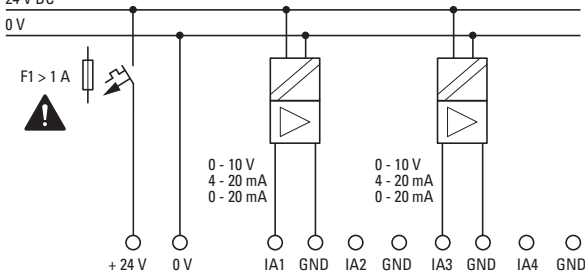
Erweiterungsinformationen	Erweiterungsparameter	Zugeordnete Operanden
<b>EASY-E4-DC-6AE1 - (Ein-/Ausgangserweiterung, 24 V DC, 4AI, 2AO, 4 analoge Eingänge, 2 analoge Ausgänge, Schraubklemme)</b>   		
 <b>Moduleinstellungen</b> Optionale Erweiterung: <input type="checkbox"/> Parameter für IA1 <b>Messbereich:</b> Deaktiviert ▾ Parameter für IA2 <b>Messbereich:</b> Deaktiviert ▾ Parameter für IA3 <b>Messbereich:</b> Deaktiviert ▾ Parameter für IA4 <b>Messbereich:</b> Deaktiviert ▾	Parameter für QA1 <b>Ausgabebereich:</b> Deaktiviert ▾ Parameter für QA2 <b>Ausgabebereich:</b> Deaktiviert ▾ Einstellungen für alle Eingänge <b>Glättung:</b> keine ▾ <b>Aktualisierung:</b> 50 ms ▾	

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

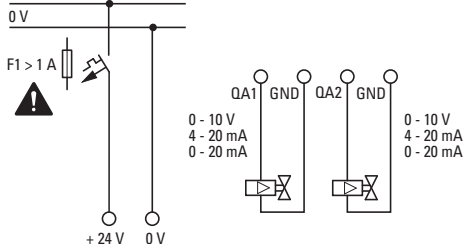
- analoge Eingänge EASY-E4-DC-6AE1 anschließen

DC: 24 V DC



- analoge Ausgänge EASY-E4-DC-6AE1 anschließen

+24 V DC



Die folgenden Optionen sind verfügbar:

Auflösung analog	Auflösung digital	Wert
0 - 10 V	12 Bit	0 - 4095
4 - 20 mA	12 Bit	819 - 4095
0 - 20 mA	12 Bit	0 - 4095

Für alle Analogeingänge können Sie in der easySoft 8 Rauscherunterdrückung, Mittelwertbildung und eine Aktualisierungsrate konfigurieren.

Zusätzlich zu den Angaben im Datenblatt gelten für EASY-E4-DC- 6AE1(P) folgende Eingangsimpedanzen:

	Spannung	12.122 k $\Omega$
	Strom	$\leq 300 \Omega$
Spannungsausgang	max. Strom	10 mA (Lastwiderstand $\geq 1000 \Omega$ )
Stromausgang	Lastwiderstand	$\leq 600 \Omega$

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Steuerrelais easyE4

#### Anschluss von Analogeingängen mit Temperaturmessung an Erweiterungsmodulen

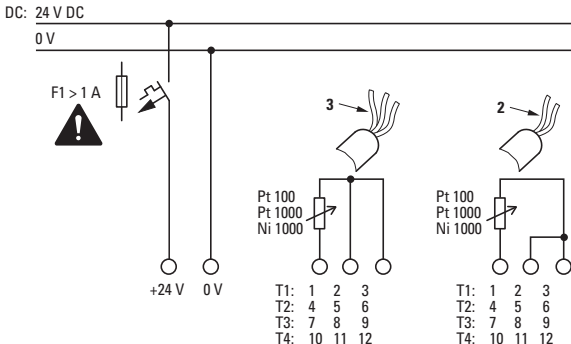
Die Temperatureingänge können nicht als digitale Eingänge verwendet werden.

Die Analogeingangserweiterung EASY-E4-DC-4PE1(P) verfügt über vier (4) analoge RTD-Eingänge, die für die Integration von Pt100-, Pt1000- oder Ni1000-Temperatur Sensoren verwendet werden können.

Die Pt100-, Pt1000- oder Ni1000-Eingänge sind für 2- und 3-Draht-Anschlüsse geeignet. Darüber hinaus können ungeschirmte oder geschirmte Kabel mit einer Länge von bis zu 30 m für den Anschluss verwendet werden. Schließlich kann eine Mittelwertbildung für Temperaturmesswerte eingerichtet werden.

Achten Sie beim Anschluss der Temperatursensoren auf die richtige Konfiguration, je nachdem, ob Sie eine 2-Draht- oder 3-Draht-Verbindung verwenden. Werden die Temperatursensoren über eine 2-Draht-Verbindung angeschlossen, müssen die entsprechenden Eingangsklemmen miteinander verbunden werden, d. h. Eingangsklemmen 2 und 3 für T1, Eingangsklemmen 5 und 6 für T2, Eingangsklemmen 8 und 9 für T3 und Eingangsklemmen 11 und 12 für T4.

Wenn die Eingänge einer EASY-E4-DC-4PE1(P) nicht verwendet werden, müssen alle drei Eingangsklemmen miteinander verbunden werden.



## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Steuerrelais easyE4

2

easySoft 8 wird benötigt, um die angeschlossenen Temperatursensoren konfigurieren zu können.

Die Anschlüsse der Temperatursensoren bestimmen, welche Eingänge verwendet werden. An jedes Erweiterungsgerät EASY-E4-DC-4PE1(P) können bis zu vier

verschiedene Temperatursensoren vom Typ Pt100, Pt1000 oder Ni1000 mit einem individuellen Temperaturbereich angeschlossen werden.

Eingänge, an denen kein Sensor angeschlossen ist, sind „undefiniert“.

Temperaturbereich	Sensortyp	Temperaturwerte
1	Pt100/Pt1000	-100 bis +200 °C (-148 bis +392 °F)
2	Pt100/Pt1000	-100 bis +400 °C (-148 bis +752 °F)
3	Pt100/Pt1000	-100 bis +800 °C (-148 bis +1472 °F)
1	Ni1000	-50 bis +100 °C (-58 bis +212 °F)
2	Ni1000	-50 bis +250 °C (-58 bis +482 °F)

Standardmäßig sind alle Eingänge undefiniert und entsprechend ausgeschaltet.

Die Temperaturbereiche der EASY-E4-DC-4PE1(P) sind abhängig vom gewählten Sensor.

Die Werte werden als vorzeichenbehaftete Dezimalzahlen mit der folgenden Auflösung dargestellt (wobei die Spezifikation vom gewählten Format abhängt):

Sensortyp	Angezeigter Wert bei gewählter Darstellung		Rohwert
	Grad Celsius 1/10	1	
Pt100/Pt1000	-1000 bis +2000 °C	-100 bis +200 °C	0 - 4095
Pt100/Pt1000	-1000 bis +4000 °C	-100 bis +400 °C	0 - 4095
Pt100/Pt1000	-1000 bis +8000 °C	-100 bis +800 °C	0 - 4095
Ni1000	-500 bis +1000 °C	-50 bis +100 °C	0 - 4095
Ni1000	-500 bis +2500 °C	-50 bis +250 °C	0 - 4095

Sensortyp	Angezeigter Wert bei gewählter Darstellung		Rohwert
	Grad Fahrenheit 1/10	1	
Pt100/Pt1000	-1480 bis +3920 °F	-148 bis +392 °F	0 - 4095
Pt100/Pt1000	-1480 bis +7520 °F	-148 bis +752 °F	0 - 4095
Pt100/Pt1000	-1480 bis +14720 °F	-148 bis +1472 °F	0 - 4095
Ni1000	-580 bis +2120 °F	-58 bis +212 °F	0 - 4095
Ni1000	-580 bis +4820 °F	-58 bis +482 °F	0 - 4095



## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Steuerrelais easyE4

Die gewählten Skalierungs- und Aktualisierungseinstellungen gelten für alle Temperatureingänge des entsprechenden Moduls.

Die Skalierung und die Einheit (Celsius, Fahrenheit) können für die Eingänge T1 bis T4 gewählt werden. Wird keine Skalierung angegeben, wird der entsprechende Rohwert mit einer 12-Bit-Auflösung (dimensionslos, 0 - 4095) ausgegeben.

Abtastzeit für alle benutzten Eingänge:

- 250 ms (keine Mittelwertbildung)
- 1 s (Mittelwertbildung über 4 Messzyklen)
- 2,5 s (Mittelwertbildung über 10 Messzyklen)
- 10 s (Mittelwertbildung über 40 Messzyklen)

Sobald das Gerät eingeschaltet wird, wird die Temperatur von allen aktiven Sensoren gemessen und übertragen. Der Messwert wird jedoch erst nach der eingestellten Abtastzeit gemittelt.

Das Erweiterungsmodul verfügt über einen DIAG-Ausgang zur Funktionsüberwachung und zu Diagnosezwecken. Das bedeutet, dass jeder Temperatureingang individuell auf einen Operanden im Bereich von ID25 bis ID96 abgebildet werden kann.

2

Bezeichnung	Ereignis
DIAG	Sammeldiagnose das ein Diagnose-Ereignis anliegt.
DIAG1	Überschreitung des angegebenen Messbereichs an mindestens einem Temperatureingang oder Bruch in der Anschlussleitung.
DIAG2	Unterschreitung des angegebenen Messbereichs an mindestens einem Temperatureingang oder ein Kurzschluss ist aufgetreten.
T1	<zugeordneter Operand>
T2	<zugeordneter Operand>
T3	<zugeordneter Operand>
T4	<zugeordneter Operand>

Das Temperaturmodul schreibt in den Diagnosepuffer des easyE4-Basisgerätes.

**Schalten, Steuern, Visualisieren****Steuerrelais easyE4****Klemmenbelegungen der einzelnen Geräte****Basisgeräte****EASY-E4-UC-12RC1(P), EASY-E4-UC-12RCX1(P)**

Spannungsversorgung +UC 0V 0V

Eingang	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Ausgang	Q1/1	Q1/2	Q2/1	Q2/2	Q3/1	Q3/2	Q4/1	Q4/2

**EASY-E4-DC-12TC1(P), EASY-E4-DC-12TCX1(P)**

Spannungsversorgung +24V 0V 0V

Eingang	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
---------	----	----	----	----	----	----	----	----

Spannungsversorgung +24VQ +24VQ 0V 0V

Ausgang	Q1	Q2	Q3	Q4				
---------	----	----	----	----	--	--	--	--

**EASY-E4-AC-12RC1(P), EASY-E4-AC-12RCX1(P)**

Spannungsversorgung L N N

Eingang	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Ausgang	Q1/1	Q1/2	Q2/1	Q2/2	Q3/1	Q3/2	Q4/1	Q4/2

**Erweiterungen**

UC-Eingangserweiterungen mit Relaisausgängen

**EASY-E4-UC-16RE1(P)**

Spannungsversorgung +UC 0V 0V

Eingang	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Ausgang	Q1/1	Q1/2	Q2/1	Q2/2	Q3/1	Q3/2	Q4/1	Q4/2
Ausgang	Q5/1	Q5/2	Q6/1	Q6/2	Q7/1	Q7/2	Q8/1	Q8/2

**EASY-E4-UC-8RE1(P)**

Spannungsversorgung +UC 0V

Eingang	I1	I2	I3	I4
Ausgang	Q1/1	Q1/2	Q2/1	Q2/2
Ausgang	Q3/1	Q3/2	Q4/1	Q4/2

**Schalten, Steuern, Visualisieren****Steuerrelais easyE4****DC-Eingangserweiterungen mit Transistorausgängen****EASY-E4-DC-8TE1(P)**

Spannungsversorgung +24V 0V

Eingang	I1	I2	I3	I4
Ausgang	Q1	Q2	Q3	Q4

**EASY-E4-DC-16TE1(P)**

Spannungsversorgung +24V 0V 0V

Eingang	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Ausgang	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8

**AC-Eingangserweiterungen mit Relaisausgängen****EASY-E4-AC-8RE1(P)**

Spannungsversorgung L N

Eingang	I1	I2	I3	I4
Ausgang	Q1/1	Q1/2	Q2/1	Q2/2
Ausgang	Q5/1	Q5/2	Q6/1	Q6/2

**EASY-E4-AC-16RE1(P)**

Spannungsversorgung L N

Eingang	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
Ausgang	Q1/1	Q1/2	Q2/1	Q2/2	Q3/1	Q3/2	Q4/1	Q4/2
Ausgang	Q5/1	Q5/2	Q6/1	Q6/2	Q7/1	Q7/2	Q8/1	Q8/2

**Analoge Eingangserweiterung****EASY-E4-DC-6AE1(P)**

Spannungsversorgung +24V 0V

Eingang	IA1	GND	IA2	GND
Eingang	IA3	GND	IA4	GND
Ausgang	QA1	GND	QA2	GND

**Analoge Eingangserweiterung mit Temperaturerfassung****EASY-E4-DC-4PE1(P)**

Spannungsversorgung +24V 0V 0V

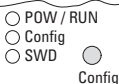
Eingang	IA1-1	IA1-2	IA1-3			
Eingang	IA2-4	IA2-5	IA2-6			
Eingang	IA3-7	IA3-8	IA3-9	IA4-10	IA4-11	IA4-12

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

### Klemmenbelegungen für die easyE4 Kommunikationsmodule

#### EASY-COM-SWD-...



#### EASY-COM-RTU-...



POW	Versorgungsspannung
+24V	$U_{POW} = +24 \text{ V DC}$
0V	$U_{POW} = 0 \text{ V}$
AUX	Versorgungsspannung
+24V	$U_{AUX} = +24 \text{ V DC}$
0V	$U_{AUX} = 0 \text{ V}$

POW	Versorgungsspannung
+24V	$U_{POW} = +24 \text{ V DC}$
0V	$U_{POW} = 0 \text{ V}$

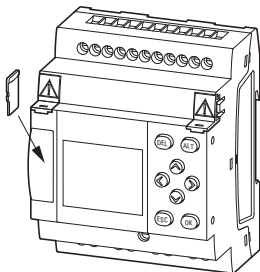
Belegung	Bedeutung
RS485 COM	Modbus RTU Common
B+	Modbus RTU+ (D1*)
A-	Modbus RTU- (D0*)

### MicroSD Karte

Die microSD-Karte kann verwendet werden für:

- Programmierung vieler Geräte in Serie
- Loggen von Daten aus dem Datenlogger-Funktionsblock
- Aktualisierung der Firmware der Basiseinheit und der Erweiterungsmodule

Sie befindet sich an der Vorderseite der Basiseinheit, wo der SD-Kartensteckplatz herausgezogen und die microSD-Karte eingelegt oder entfernt werden kann.



## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Steuerrelais easyE4

#### Ethernet Port

Jedes easyE4-Basisgerät verfügt über einen Ethernet-Anschluss. Dieser Ethernet-Anschluss ist ein Cat 5-Anschluss.

Achten Sie darauf, dass Sie nur kompatible Standard-RJ45-Ethernet-Kabel verwenden.

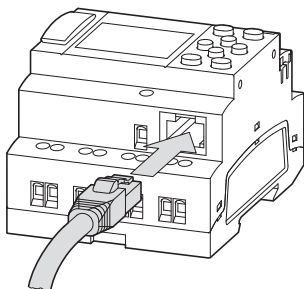
Der Ethernet-Anschluss des Basisgerätes dient als Kommunikationsschnittstelle. Die Ethernet-Controller unterstützen Übertragungsraten von 10 Mbit/s und 100 Mbit/s.

Wenn Sie die EASY-E4-... in ein Ethernet-Netzwerk einbinden, müssen Sie die Funktionserde an den entsprechenden Anschluss anschließen.

Zur Inbetriebnahme der Kommunikation zwischen dem Steuerrelais EASY-E4-... und dem Gerät, an dem das Ethernet-Kabel angeschlossen ist, folgen Sie der Beschreibung des angeschlossenen Gerätes.

Neue easyE4-Basisgeräte werden standardmäßig mit der Einstellung AUTO IP ausgeliefert. Um die Einstellungen am EASY-E4-...-12...C1(P) anders zu konfigurieren,

- benutzen Sie die Menüstruktur und gehen Sie zu Systemoptionen\Ethernet auf dem Gerät oder
- verwenden Sie die Ethernet-Einstellungen der easySoft, um die Ethernet-Einstellungen mit einem Programmdownload auf das Gerät zu konfigurieren.



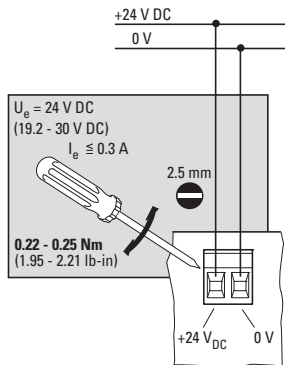
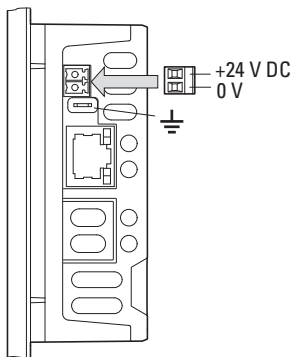
# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

### Remote-Touch-Display

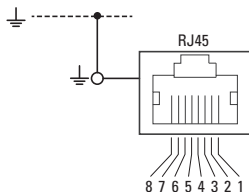
#### Stromversorgung

2



7 mm (0.28")	AWG28 - AWG16 ≥ 60 °C Cu wire only
	0.25 - 0.5 mm <sup>2</sup>
	0.25 - 1.5 mm <sup>2</sup>
	0.14 - 1.5 mm <sup>2</sup>
	0.14 - 1.5 mm <sup>2</sup>

#### Ethernet

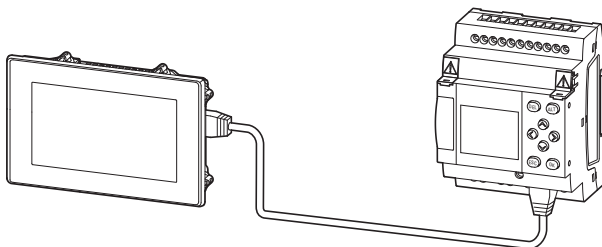


Pin	Ethernet 10/100 MBit
8	–
7	–
6	Rx –
5	–
4	–
3	Rx +
2	Tx –
1	Tx +

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

### Firmware



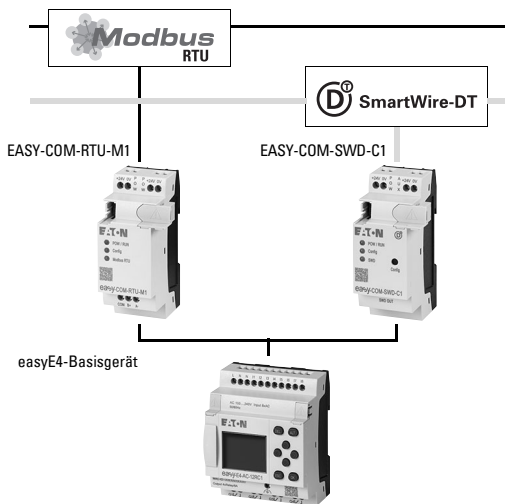
2

	easyE RTD Standard	easyE RTD Advanced
Firmware easyE4	≥ 1.30	≥ 2.10
Auto-IP	✓	✓

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

### Erweiterungsmodule für die Vernetzung



2

#### Modbus RTU

Verwendung des Steuerrelais als Modbus RTU Master oder Slave.

- Schnelle und einfache Implementierung von industriellen Netzwerken.
- Einfacher Anschluss des Kommunikationsmoduls an das Basisgerät über den Steckverbinder.
- Die Konfiguration erfolgt über die easySoft V8.
- Übertragen Sie Daten auch über Leitungslängen von mehreren hundert Metern.

#### SmartWire-DT

Mit SmartWire-DT ein intelligentes System schaffen.

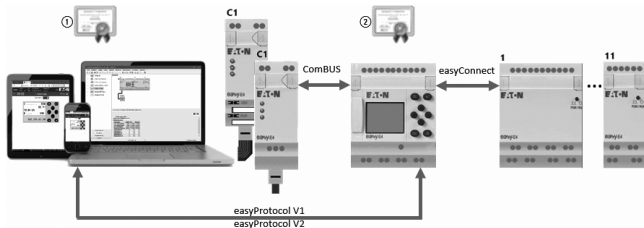
- Durch die Überwachung von Motorfrequenzen und Leistungsmessungen lassen sich Abweichungen frühzeitig erkennen und Ausfälle vermeiden.
- Dank der Verfügbarkeit von Diagnoseinformationen für jede Komponente können Anwendungsfehler schnell lokalisiert werden.
- Parameter wie Schwell- und Sollwerte für die SWD-Teilnehmer lassen sich einfach über easyE4 oder den integrierten sicheren Webserver konfigurieren und anpassen.



# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

### easyE4-Kommunikationsverbindungen zu anderen Geräten



2

- ① Eaton easyE4 Root-Zertifikat
- ② easyE4 Gerätezertifikat

Das easyE4-Basisgerät besitzt verschiedene Schnittstellen zur Kommunikation.

- easyConnect ist die Schnittstelle zu den digitalen und analogen Erweiterungen.
- ComBUS ist die Schnittstelle zu den Kommunikationsmodulen, wie EASY-COM- SWDC1, EASY-COM-RTU-M1.

Die Protokolle für beide Schnittstellen sind proprietär.

Wenn Sie eine sichere Verbindung zum easyE4-Basisgerät über die easySoft 8, einen Webbrowser oder die JSON API aufbauen wollen, aber nur die Möglichkeit haben, unsichere Verbindungen zu nutzen, stellen Sie sicher, dass die Gerätezeit auf dem easyE4-Basisgerät aktuell ist. Ist die Gerätezeit nicht aktuell, kann dies zu Problemen bei der Zertifikatsprüfung beim Verbindungsaufbau führen.

Die Ethernet-Schnittstelle am easyE4-Basisgerät kann für verschiedene Zwecke genutzt werden. Die folgenden Szenarien sind denkbar:

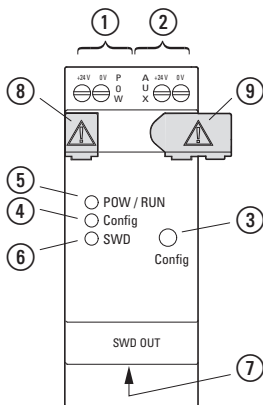
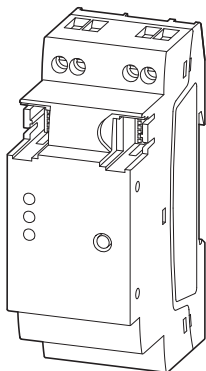
Wofür wird die Kommunikation genutzt?	Ethernet-Schnittstelle mit den folgenden höheren Protokollen	Anfrage Zertifikat
easyE4 Programmierschnittstelle	easyProtocol V1	–
	easyProtocol V2 SSL/TLS	x
	easyProtocol V2 (nicht verschlüsselt)	–
easyE4 als Webserver	http	–
	https	x
JSON API	http	–
	https	x

# Schalten, Steuern, Visualisieren

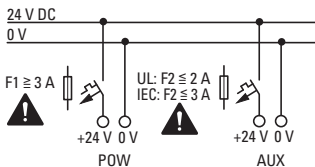
## Steuerrelais easyE4

### EASY-COM-SWD-... Anschluss

2

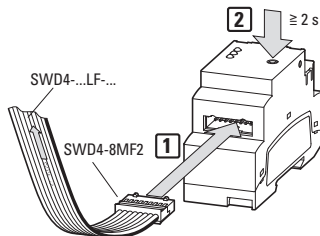


### Versorgungsspannung



- ① Spannungsversorgung POW
- ② Spannungsversorgung AUX
- ③ Taster Config
- ④ LED Config
- ⑤ LED POW/RUN
- ⑥ LED SWD
- ⑦ SWD OUT-Anschlussbuchse
- ⑧ Abdeckkappe
- ⑨ Verbindungsstecker

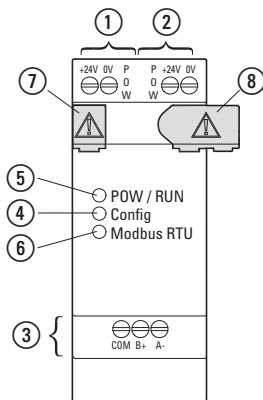
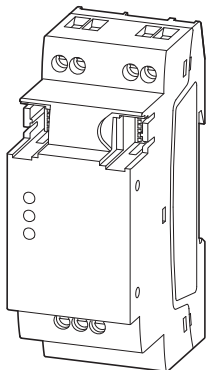
### Anschluss SWD-Flachleitung



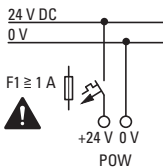
# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

### EASY-COM-RTU-... Anschluss

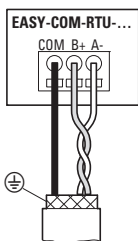


### Versorgungsspannung



- ① Spannungsversorgung POW links
- ② Spannungsversorgung POW rechts
- ③ Modbus RTU-Anschluss: COM, B+, A-
- ④ LED Config
- ⑤ LED POW/RUN
- ⑥ LED Modbus RTU
- ⑦ Abdeckkappe (Anschluss mit easyE4)
- ⑧ Verbindungsstecker

### Ausgänge anschließen



# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

### easySoft 8



#### Einfach, intuitiv und komfortabel

Mit der benutzerfreundlichen Software easySoft ist die Programmierung der

easyE4-Familie schnell und einfach. Schaltpläne können einfach über einen PC oder direkt am Gerät erstellt und angepasst werden. Die einfach zu navigierenden Auswahlmenüs sowie die Simulations-, Online-Kommunikations- und Dokumentationsmöglichkeiten machen easySoft zum idealen Programmierwerkzeug für die easyE4-Geräte. Vier verschiedene Programmiersprachen stehen zur Verfügung (EDV, KOP, FUP, ST) – easyE4 bietet für jeden Bedarf die richtige Programmierumgebung.

#### Allgemein

- Bietet vier Programmiersprachen: EDP, FBS, KOP und ST
- Voreingestellte Analysefunktionen ermöglichen eine schnelle Inbetriebnahme
- Der mehrstufige Passwortschutz schützt Ihr Anwendungs- und Prozess-Know-how vor unberechtigtem Zugriff.
- Eindeutige IDs für jede easyE4 und jedes Programm stellen sicher, dass die richtigen Programme auf Ihre Hardware geladen werden (Pairing).
- User Functions Blocks (UFB) inkl. Know-how-Schutz
- Programmgröße nur durch Gerätespeicher begrenzt
- Syntax-Check-Funktion inkl. Hilfesystem
- 44 vordefinierte Hersteller-Funktionsblöcke
- Keine Variablendeklaration notwendig, Lauffähig unter Windows 10 und neueren Versionen

#### Kommunikation/Simulation

- Netzsynchronisationswert-Inbetriebnahme
- Die Erfassung der Zustandsdaten erfolgt zum Zeitpunkt der Bearbeitung und nicht nach Programmzykluswechsel.
- Funktionen der Zeitsimulation
- Haltepunkte/Einzelschrittbetrieb und Abbruchpunkte
- Operandenfenster und Oszilloskopansicht
- Frei konfigurierbare Operandenliste, Statusanzeige in einem Fenster
- Display-Simulation (inkl. Remote-Display-Funktionalität)
- Automatische Erkennung von vernetzten Geräten

#### Inbetriebnahme-Funktionen

- Test der Verdrahtung
- Numerische Wertänderung im RUN-Modus
- SD-Karten-Manager
- Datenlogger-Exportfunktion nach MS-Excel
- Flexible Sommerzeit-Parameter
- Vollständiger Programm-Upload vom Gerät
- Konfigurieren der Gerätevernetzung per Drag n' Drop (\*)
- Unterstützung für Modbus-TCP/RTU-Konfiguration
- Cybersecurity-Konfiguration
- Konfiguration der E-Mail-Funktion

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

2

### Webserver

#### Nutzung und Einrichtung des Webserver

Der Webserver bietet einen Mehrwert für Ihr easyE4 Steuerrelais durch mehrere Anwendungsfälle. Zum einen bietet der easyE4 Webclient eine einfach zu erlernende Benutzeroberfläche für die verschiedenen Online-Aufgaben, die keine spezielle Schulung erfordern und ohne easySoft genutzt werden können. Der Webclient wird über einen Standard-Webbrowser bedient und ist daher perfekt mit mobilen Geräten, Laptops oder PCs kompatibel.

Andererseits bietet die JSON API eine auf Webtechnologien basierende Software-schnittstelle zur Einbindung von easyE4 in ein externes Softwaresystem (z. B. Gebäudeautomation, IoT oder eine eigene Smartphone-App).

Der Webserver muss in der easySoft 8 konfiguriert werden, indem Sie die Projektansicht öffnen und dann auf die Registerkarte Webserver gehen.

Wenn diese Option aktiviert ist, wird das Dialogfeld für die Kennwörter und Benutzernamen des Webserver angezeigt, damit Sie die entsprechenden Benutzer einrichten können. Wenn die Option deaktiviert ist, werden alle Einstellungen, Passwörter und Benutzernamen zurückgesetzt.

#### Webserver aktiviert

Bei easySoft 8 und höher finden Sie die Webserver-Einstellungen für die Verschlüsselung und den Webserver-Port auf der Registerkarte Ethernet.

Wir empfehlen, die Verschlüsselung zu aktivieren und das easyE4-Root-Zertifikat auf den mit dem easyE4-Webserver verbundenen Client-Systemen zu installieren.

Siehe auch die „Product Cybersecurity Guideline easyE4“ (MZ049001EN).

# Schalten, Steuern, Visualisieren

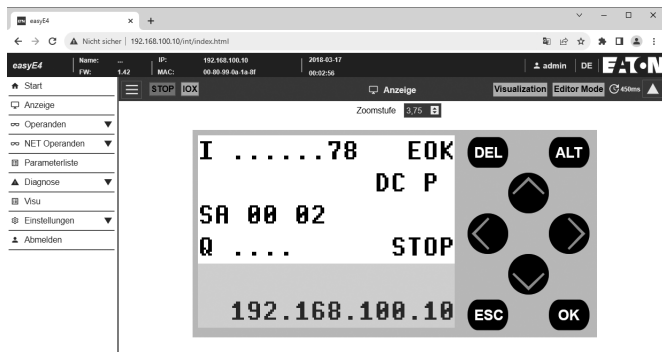
## Steuerrelais easyE4

### Webclient als einfache Benutzeroberfläche

Der easyE4-Webclient bietet die folgenden Hauptanwendungsfälle:

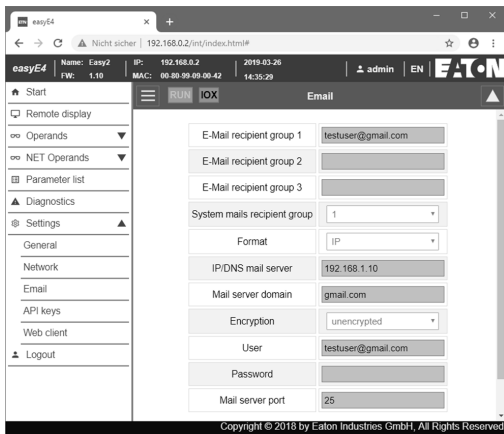
2

- Nutzen Sie die Remote-Anzeige des Webclients, um Ihr easyE4 zu steuern, ohne dass ein direkter physischer Zugriff auf das Gerät erforderlich ist. Die Remote-Anzeige ist auch für Geräte ohne Display (EASY-E4-...-12...CX1(P)) sinnvoll.
- Ändern Sie Systemparameter, z. B. E-Mail-Einstellungen, Netzwerkeinstellungen oder Systemzeit, online. Der Zugriff auf diese Parameter kann über die Webserver-Benutzerverwaltung im easySoft-Projekt gesteuert werden.



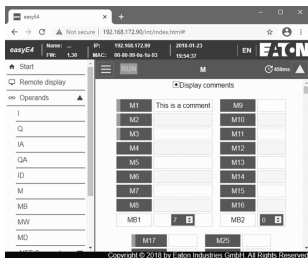
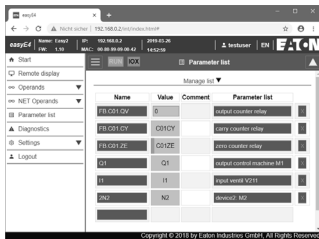
# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4



Überwachen Sie den von easyE4 gesteuerten Prozess oder ändern Sie Operandenwerte online über die Operandenseiten oder die Parameterliste des Webclients.

Die Zugriffsrechte auf die Operanden können für die verschiedenen Webbenutzer in den Einstellungen der Benutzerverwaltung im easySoft-Projekt gesteuert werden.



### Parameterliste aktiv

Wenn diese Option aktiviert ist, wird die Menüoption Parameterliste im Webclient-Katalog angezeigt. In diesem Fall ist es möglich, eine benutzerdefinierte Parameterliste mit Operanden im Webclient zusammenzustellen. Dadurch wird die Überwachung und Steuerung der relevanten Operanden erheblich erleichtert.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Steuerrelais easyE4

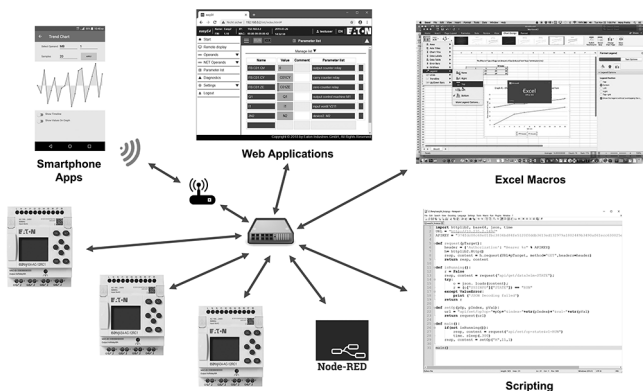
2

#### JSON API

Die JSON API ist eine Programmierschnittstelle, mit der ein oder mehrere easyE4 in externe Softwaresysteme wie Gebäudeautomationssysteme, Microsoft Excel, IoT oder auf den von easyE4 gesteuerten Prozess

zugeschnittene Smartphone-Apps integriert werden können.

Die JSON API basiert auf Standard-Webtechnologie (http, JSON), die in fast jeder modernen Programmiersprache oder -umgebung verfügbar ist.



Ein spezieller Anwendungsfall der JSON API ist das easyE4 Node-RED Plugin, mit dem easyE4 in eine Node-RED basierte Automatisierungs- oder IoT-Umgebung integriert werden kann.

Für Details siehe Node-RED Webseite:

<https://flows.nodered.org/node/node-red-contrib-eaton-easye4>

Die Online-Dokumentation der JSON API beschreibt die richtigen http-URLs zum Aufrufen bestimmter API-Dienste und das Format der JSON-Antwort.

Für Details siehe

[Eaton.com/easy-jsonapi](https://Eaton.com/easy-jsonapi)





# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Steuerrelais easyE4

### API keys

Die JSON API Online-Dokumentation erklärt mehrere Möglichkeiten, die Client-Anwendung mit dem easyE4 Webserver zu autorisieren. Es wird empfohlen, die Autorisierungsmethode „API-Keys“ zu verwenden. Um einen neuen API-Schlüssel zu generieren, bietet der Webclient eine spezielle Ansicht, wenn man als Benutzer Admin eingeloggt ist.

### Webanwendung und CORS

Wenn eine Webanwendung eine Verbindung zu mehr als einem Webserver aufbauen soll, muss das Cross-Origin Resource Sharing (CORS) in den easySoft-Projekteinstellungen auf der Registerkarte Webserver aktiviert werden.

CORS aktiv

2

Name	User	Key
demo	User1	a233d56ecc1600f108c59acc548f53dc0f246e50501e1559d877aea7f9097fd3d61bct114997c62
tempUser	User1	391d7364f3e596c70d327d2a89a4db96bba1f619e95c7bd6993c8eb275ee81096c21193038a06ed
Server	testUser	502a4db8574e538467f5e762627b83bc0ee712181d57abab4c4fcfa44a0459f467e44536182dc0

Copyright © 2018 by Eaton Industries GmbH, All Rights Reserved

### Weitere Informationsquellen

#### Video Tutorials easySoft

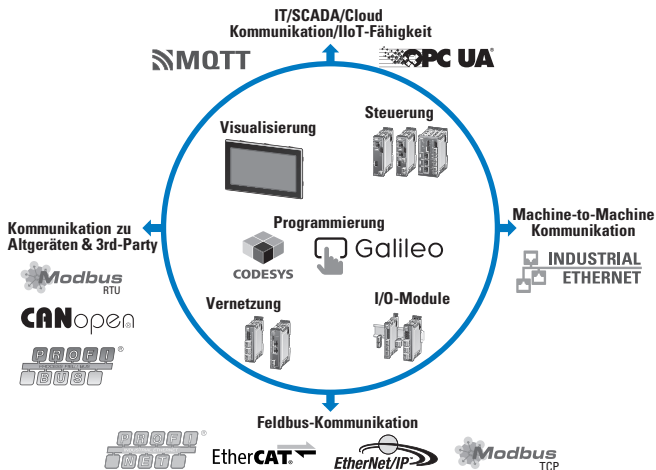


# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modularsteuerung

### Systemübersicht

2



Das xSystem-Konzept von Eaton umfasst Visualisierungsgeräte, Steuerungen, Gateways, I/O-Scheiben und die Software-Tools CODESYS und GALILEO zu deren Programmierung.

Das modulare Konzept und die Unterstützung standardisierter Kommunikationsschnittstellen vereinfacht die Umsetzung moderner Automatisierungslösungen und deren Integration in die bestehende Infrastruktur.

Vielseitige Web-Funktionalitäten auf höchstem Cyber Security Standard unterstützen die Vernetzung von Wertschöpfungsketten sowie den dezentralen Zugriff auf die Anlage. Die lokale I/O-Ebene der Steuerungen und Gateways lässt sich modular mit den Produkten des I/O Systems XN300 aufbauen und damit flexibel an die Erfordernisse der Automatisierungslösung anpassen und erweitern.

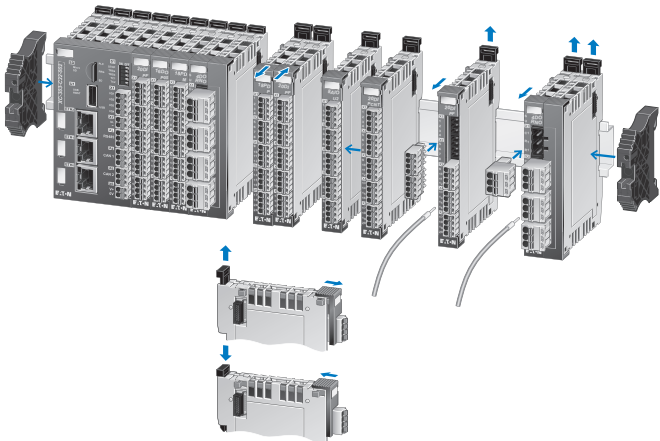
# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modularsteuerung

### XN I/O-System

Die lokale Funktionsebene der Steuerungen des XControl-Systems ist mit allen Komponenten des I/O-Systems XN300 flexibel erweiterbar und lässt sich so individuell auf die Anforderungen Ihrer Anlage anpassen. Hiermit schaffen Sie Lösungen mit hoher Anschlussdichte auf kleinstem Raum.

Die XC-Geräte beinhalten die CODESYS-Laufzeit und sind mit dem Engineering-Tool XSOFTE-CODESYS-3 zu programmieren. Die CODESYS-Programmierung hat sich durch ihre Verbreitung in der offenen, industriellen Automatisierung nahezu als Standard etabliert. Bestehendes Know-how und erstellte Programme sind einfach und schnell portierbar.



# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modularsteuerung

### XC100, XC200, XC300

#### Modularsteuerungen XC100

2

Die **XC100** ist perfekt zur Lösung einfacher Automatisierungsaufgaben mit Ethernet-basierter Vernetzung. Die Erweiterung mit bis zu 6 anrastbaren I/O-Modulen des XN300-Systems ermöglicht hierzu flexible Systemkonfigurationen. Ideal lassen sich mit dem Gerät kleine Steuer- und Regelfunktionen umsetzen und mit übergeordneten Ebenen vernetzen.



#### Produktmerkmale

Bezeichnung	XN300 ext.	Retain Data	RTC	USB	SD SLOT	ETH 1GB/100MB
XC-104-C10-100	6 Module	4 kB	√	√	-	-/1 x

Bezeichnung	WEB-Visu	OPC-UA	Ethernet/IP	Modbus TCP	EtherCAT
XC-104-C10-100	HTML5	Server	Scanner (MS)	Server/Client	-

Bezeichnung	CAN	CANopen	RS485	Modbus RTU
XC-104-C10-100	-	-	-	-

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modularsteuerung

### Modularsteuerungen XC200

Mit den **XC200**-Steuerungsvarianten lassen sich Standard-Automatisierungsaufgaben flexibel lösen. Die lokale I/O Ebene lässt sich mit bis zu 16 I/O-Modulen des XN300-Systems zusammenstellen. Die separaten Ethernet-Schnittstellen vereinfachen mit den seriellen Standardschnittstellen den Betrieb in unterschiedlichen Netzwerken sowie das Einbinden von Fremdgeräten.



2

### Produktmerkmale

Bezeichnung	XN300 ext.	Retain Data	RTC	USB	SD SLOT	ETH 1GB/100MB
XC-204-C20-002	16 Module	32 kB	√	√	-	-/2 x
XC-204-C21-001	16 Module	32 kB	√	√	-	-/2 x
XC-204-C11-003	16 Module	32 kB	√	√	-	-/1 x
XC-204-C10-000	16 Module	32 kB	√	√	-	-/1 x

Bezeichnung	WEB-Visu	OPC-UA	Ethernet/IP	Modbus TCP	EtherCAT
XC-204-C20-002	HTML5	Server	Scanner (MS)	Server/Client	MS
XC-204-C21-001	HTML5	Server	Scanner (MS)	Server/Client	MS
XC-204-C11-003	HTML5	Server	Scanner (MS)	Server/Client	-
XC-204-C10-000	HTML5	Server	Scanner (MS)	Server/Client	-

Bezeichnung	CAN	CANopen	RS485	Modbus RTU
XC-204-C20-002	-	-	√	MS/SL
XC-204-C21-001	1 x	MS/SL	-	-
XC-204-C11-003	1 x	MS/SL	√	MS/SL
XC-204-C10-000	-	-	-	-

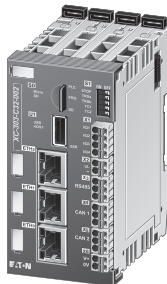
# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modularsteuerung

2

### Modularsteuerungen XC300

Die Modularsteuerungen **XC300** hat umfangreiche Funktionen. Die lokale I/O Ebene lässt sich mit bis zu 32 I/O-Modulen des XN300-Systems zusammenstellen. Ethernet-Schnittstellen zur Verbindung in unterschiedliche Netzwerke sowie die Standardschnittstellen CAN und RS485 ermöglichen den flexiblen Einsatz der kompakten, leistungsstarken Steuerung in modularen Automatisierungslösungen als zentraler Kontroll- und Kommunikationspunkt.



### Produktmerkmale

Bezeichnung	XN300 ext.	Retain Data	RTC	USB	SD SLOT	ETH 1GB/100MB
XC-303-C32-002	32 Module	128 kB	√	√	√	1 x/2 x
XC-303-C21-001	32 Module	128 kB	√	√	√	-/2 x
XC-303-C11-000	32 Module	128 kB	√	√	√	-/1 x

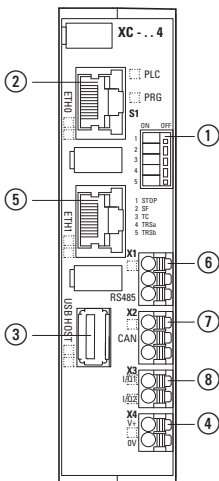
Bezeichnung	WEB-Visu	OPC-UA	Ethernet/IP	Modbus TCP	EtherCAT
XC-303-C32-002	HTML5	Server	Scanner (MS)	Server/Client	MS
XC-303-C21-001	HTML5	Server	Scanner (MS)	Server/Client	MS
XC-303-C11-000	HTML5	Server	Scanner (MS)	Server/Client	MS

Bezeichnung	CAN	CANopen	RS485	Modbus RTU
XC-303-C32-002	2 x	MS/SL	√	MS/SL
XC-303-C21-001	1 x	MS/SL	√	MS/SL
XC-303-C11-000	1 x	MS/SL	-	-

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modularsteuerung

### XC100/XC200



### Standard-Einstellung

Schnittstelle	XC-204-...	XC-104-...
② ETH0	192.168.119.204	192.168.119.104
⑤ ETH1	DHCP	–

2

### Einstellungen DIP-Schalter S1 ①

ON	OFF	ON	OFF
1 <input type="checkbox"/>	STOP	PLC stops	PLC runs
2 <input type="checkbox"/>	SF	Special Function	–
3 <input type="checkbox"/>	TC	X4 (CAN termination)	–
4 <input type="checkbox"/>	TRSa, TRsb	X3 (RS485 termination)	–

**Schalten, Steuern, Visualisieren****Modularsteuerung****Anschlüsse XC100/XC200****2**

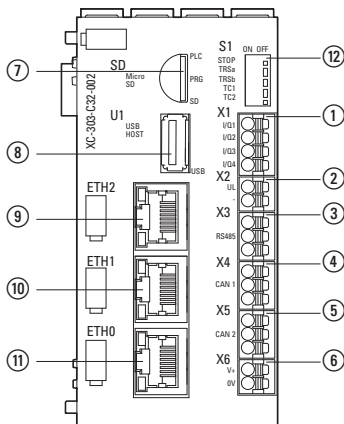
XControl		XC-104- C10-...	XC-204- C10-...	XC-204- C11-...	XC-204- C20-...	XC-204- C21-...
①	S1					
	STOP	√	√	√	√	√
	SF	√	√	√	√	√
	TC	–	–	√	√	√
	TRSa	–	–	√	√	√
	TR Sb	–	–	√	√	√
②	ETH0	√	√	√	√	√
③	USB	USB 2.0 Host, Typ A	√	√	√	√
④	X4	√	√	√	√	√
	V+	24 V DC	√	√	√	√
	0V	GND	√	√	√	√
⑤	ETH1	–	–	–	√	√
⑥	X1	–	–	√	√	–
	RS485	RS485 a	–	√	√	–
		RS485 b	–	√	√	–
		GND RS	–	√	√	–
⑦	X2	–	–	√	–	√
	CAN1	CAN_H	–	√	–	√
		CAN_L	–	√	–	√
		GND CAN	–	√	–	√
⑧	X3	–	–	–	√	√
	I/Q1	–	–	–	√	√
	I/Q2	–	–	–	√	√



# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modularsteuerung

### XC300



### Standard-Einstellung

Schnittstelle	XC-303-...
⑨ ETH0	192.168.119.248
⑩ ETH1	192.168.137.248
⑪ ETH2	192.168.138.248

### Einstellungen DIP-Schalter S1 ⑫

	ON	OFF	ON	OFF	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	STOP	PLC stops	PLC runs
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TRSa	X3 (RS485)	–
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TRSB	X3 (RS485)	–
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TC1	X4 (CAN1 termination)	–
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TC2	X5 (CAN2 termination)	–

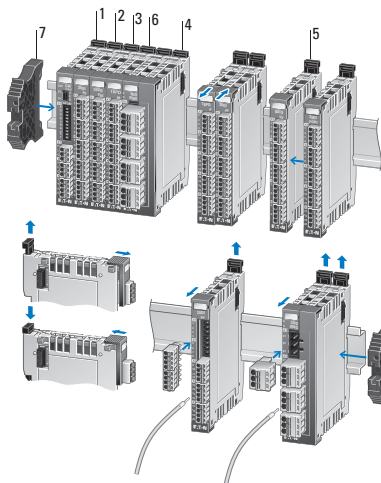
**Schalten, Steuern, Visualisieren****Modularsteuerung****Anschlüsse XC300**

XControl		XC-303- C11-000	XC-303- C21-001	XC-303- C32-002
①	X1	-	-	√
	I/Q1	-	-	√
	I/Q2	-	-	√
	I/Q3	-	-	√
	I/Q4	-	-	√
②	X2	-	-	√
	UL	24 V DC loc. I/Q	-	√
	-	GND loc. I/Q	-	√
③	X3	-	√	√
	RS485	RS485 a	√	√
		RS485 b	√	√
		GND RS	√	√
④	X4	-	√	√
	CAN1	CAN_H	√	√
		CAN_L	√	√
		GND CAN	√	√
⑤	X5	√	-	√
	CAN2	CAN_H	√	√
		CAN_L	√	√
		GND CAN	√	√
⑥	X6	√	√	√
	V+	24 V DC	√	√
	0V	GND	√	√
⑦	SD	MicroSD	-	√
⑧	U1	USB 2.0 Host, Typ A	√	√
⑨	ETH2	10/100/1000 MBit/s	√	√
⑩	ETH1	10/100 MBit/s	√	√
⑪	ETH0	10/100 MBit/s	-	√

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modulares I/O-System

### Systemübersicht



- 1 Gateway
- 2 Digitale Eingabemodule
- 3 Digitale Ausgabemodule
- 4 Relaismodule
- 5 Analoge Ein-/Ausgabemodule
- 6 Potentialverteiler
- 7 Endwinkel

2

### Weitere Modultypen

- Digitale Ein-/Ausgabemodule
- Analoge Eingabemodule
- Analoge Ausgabemodule
- Technologiemodule

XN300, das ultrakompakte, scheibenmodulare E/A-System mit einer steckbaren Anschlussebene mit hoher Anschlussdichte ergänzt die HMI/PLC-Produkte zu einer Systemlösung, die sich an Ihrer Anwendung orientiert.

Die hohe Funktions- und Variantenvielfalt reduziert die Gerätekosten und ermöglicht die optimale Systemlösung auf kleinstem Raum. Dabei kann das XN300 I/O-System sowohl als lokales I/O direkt an der SPS als auch als dezentrales I/O im CAN- oder EtherCAT-Netzwerk eingesetzt werden.

- Hohe Anschlussdichte – mit bis zu 20 Kanälen
- Werkzeuglose Montage und Push-In-Anschlussstechnik
- Umfangreiches Sortiment: Gateways (CAN, EtherCAT), digitale und analoge I/O-Module sowie Mischfunktionen für Strom, Spannungs- und Temperaturmessung sowie für den Betrieb von DC-Motoren, Zählern und Wiegezellen
- LED-Anzeigen für Kommunikation und Signalzustände
- XN300-Assist mit umfangreichen Off- und Online-Funktionen

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Modulares I/O-System

2

#### Projektieren

XN300-Assist ist eine PC-Software zur technischen Unterstützung bei der Verwendung von XN300 Ein-/Ausgängen über Gateways. Dazu wird eine Mini-USB-Verbindung vom Computer zum Gateway benötigt. XN300 bietet verschiedene Offline- und Online-Funktionen zur Vereinfachung der Konfiguration, Parametrierung und Bestellung von E/A-Blöcken sowie zur Systemprüfung bei der Inbetriebnahme und beim Firmware-Update von Gateways.

#### Offline

- Auftragslistenstellung
- Konfigurations- und Parametrierungsprüfung
- \*.eds und \*.ini Export für den Import der Konfiguration in CODESYS

#### Online

- Import der Konfiguration
- Statusanzeige der Ein- und Ausgänge
- Verdrahtungstest und Systemdiagnose
- Aktualisierung der Gateway-Firmware

Um Konfigurationsfehler zu vermeiden, führt der XN300-Assist bereits während der Konfiguration des Systems eine Plausibilitätsprüfung durch. Außerdem können Sie die Parameter des Scheibenmoduls direkt im XN300-Assist einstellen und anschließend in XSOFT-CODESYS-3 zur SDO-Konfiguration exportieren. Konfiguration leicht gemacht. Die Online-Funktion des XN300-Assist unterstützt Sie bei der Inbetriebnahme. Verschiedene Funktionen – wie die Konfigurationsprüfung, das Einstellen von Parametern und das Lesen und Setzen von Signalzuständen – ermöglichen es Ihnen, die Anlage inklusive angeschlossener Komponenten auch ohne Verbindung zur Steuerung zu überprüfen.

#### Weitere Informationsquellen

#### Konfiguration mit XN300-Assist

[Eaton.com/xn300-assist](http://Eaton.com/xn300-assist)

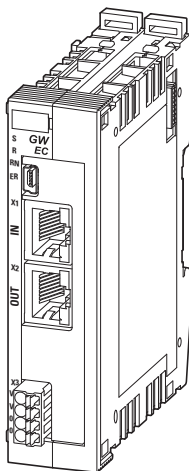


# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modulares I/O-System

### EtherCat

Mit den Gateways XN-312-GW-EC kann eine Bussystem XN300 I/O Station im EtherCAT Netzwerk angeschlossen werden. Es ermöglicht den Zugriff auf die Daten von bis zu 32 I/O-Modulen über EtherCAT. Damit lassen sich diese Gateways als modulares Gerät in Steuerungen integrieren, die diese Art der Kommunikation nutzen, und ermöglichen es, von einer SPS aus auf die Daten jedes einzelnen Systembusmoduls zuzugreifen. Die Gateways erkennen automatisch die am Systembus vorhandenen I/O-Scheibenmodule und senden die Konfiguration der I/O-Scheibenmodule an den EtherCAT-Master.

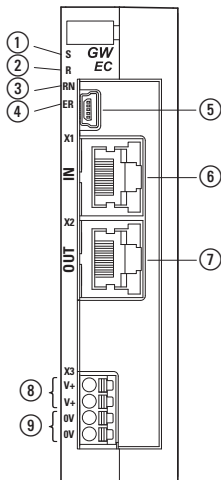


## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Modulares I/O-System

#### EtherCat-Gateway

2



- ① LED S, Status Sync
- ② LED R, Status Reset
- ③ LED RN, Status EtherCAT Run
- ④ LED EC, Status EtherCAT Error
- ⑤ Diagnoseschnittstelle Mini-USB
- ⑥ EtherCAT IN
- ⑦ EtherCAT OUT
- ⑧ Spannungsversorgung, 24 V DC POW, gebrückt
- ⑨ 0 V, gebrückt

Die RJ45-Ports X1 (EtherCAT IN) und X2 (EtherCAT OUT) dienen zum Aufbau einer Verbindung zum Netzwerk. EtherCAT IN bezieht sich auf die Verbindungsrichtung zur Steuerung, während EtherCAT OUT verwendet wird, um eine Verbindung zum nächsten nachgeschalteten Knoten herzustellen oder eine redundante Kommunikation aufzubauen.

Die 24-V-DC-POW-Spannungsversorgung des Gateways muss an X3 angeschlossen werden.

Ein Systembus wird für die Datenkommunikation und für die Stromversorgung innerhalb des Systemblocks verwendet. Die Eingangsspannung dient u. a. zur Erzeugung des Stroms für den Systembus.

Über die USB-Diagnoseschnittstelle der XN-312-GW-EC Gateways können diese mit einem Computer verbunden werden, um das Planungs- und Inbetriebnahmeprogramm XN300-Assist zu nutzen. Neben verschiedenen Online- und Offline-Funktionen bietet XN300-Assist auch die Möglichkeit, das Betriebssystem des XN-312-GW-EC Gateways zu aktualisieren.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Modulares I/O-System

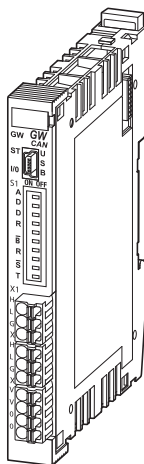
#### CANopen

XN-312-GW-CAN-Gateways dienen zur Anbindung einer Systembusse XN300 I/O Station an CANopen und ermöglichen den Zugriff auf die Daten von bis zu 32 E/A-Modulen über CANopen.

Damit lassen sich diese Gateways als modulares Gerät in Steuerungen integrieren, die diese Art der Kommunikation nutzen, und ermöglichen es, von einer SPS aus auf die Daten jedes einzelnen Systembusmoduls zuzugreifen.

Die Gateways verfügen über eine Config-Check-Funktion, die über DIP-Schalter aktiviert werden kann. Wird diese Funktion genutzt, prüft das Gateway die am Systembus vorhandenen E/A-Scheibenmodule und vergleicht die daraus resultierende Ist-Konfiguration mit der zuvor gespeicherten Soll-Konfiguration.

Weicht die Ist-Konfiguration von der Soll-Konfiguration ab, kann das Gateway nicht in den Betriebszustand „Operational“ wechseln. Eine Ist-Konfiguration wird beim Start des Gerätes automatisch als Soll-Konfiguration gespeichert, sofern sich der DIP-Schalter 9 in der Stellung OFF befindet.

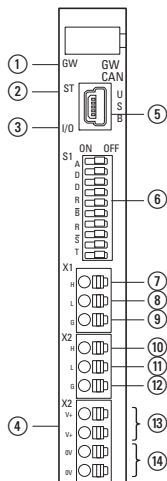


## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Modulares I/O-System

#### CAN-Gateway

2



- ① LED GW, Status Systembus 5 V DC
- ② LED ST, Status CANopen
- ③ LED I/O, Status Konfiguration der I/O-Scheibenmodule
- ④ LED POW
- ⑤ Diagnoseschnittstelle Mini-USB
- ⑥ DIP-Schalter zur Adresseinstellung der Node-IDs, Firmware Update, Baudrate, Config-Check, Abschlusswiderstand
- ⑦ CAN\_H
- ⑧ CAN\_L
- ⑨ GND
- ⑩ CAN\_H
- ⑪ CAN\_L
- ⑫ GND
- ⑬ Spannungsversorgung, 24 V DC POW
- ⑭ 0 V

Die Verbindung zum Feldbus muss durch den Anschluss eines dreipoligen FMC 1.5/3-ST-3.5-Steckers an X1 hergestellt werden. Eine interne Verbindung ermöglicht den direkten Anschluss eines weiteren Moduls an den Feldbus durch Anschluss an X2.

Die 24-V-DC-POW-Spannungsversorgung des Gateways muss an X3 angeschlossen werden. Zwei weitere Klemmen sind parallel geschaltet.

Für die Datenkommunikation innerhalb des Systemblocks wird ein Systembus verwendet. Die Eingangsspannung dient u. a. zur Erzeugung des Stroms für den Systembus.

Über die Diagnoseschnittstelle der XN-312-GW-CAN-Gateways können diese mit einem Computer verbunden werden, um das Planungs- und Inbetriebnahmeprogramm XN300-Assist zu nutzen. Die Schnittstelle kann auch zum Update des Betriebssystems genutzt werden.



# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modulares I/O-System

### Erweiterungsmodule

#### Digitale Eingangsmodule

Digitale Eingänge für einen +24-V-DC-Signalpegel können zum Lesen der logischen 0- und 1-Pegel verwendet werden. Die Module verfügen über Eingangsfiler zur Unterdrückung von Störimpulsen auf den entsprechenden Signalkabeln.

#### Merkmale

##### (entsprechend der Modulauswahl)

- 8/16/20 digitale Eingänge
- Die Zählerfunktion sorgt dafür, dass ein internes Modulregister bei jedem Eingangsimpuls inkrementiert wird.
- Der Pull-up-Widerstand leitet einen logischen Pegel von 0 bei 24 V DC weiter, und wenn ein Eingang auf GND gezogen wird, wird stattdessen ein Signalzustand von 1 für diesen Eingang weitergegeben.

#### Digitale Ausgangsmodule

Die digitalen Ausgänge sind kurzschlussfest und verfügen über Schalttransistorausgänge 24 V DC mit verschiedenen Strombelastungen zur Versorgung von Antrieben, Signalen und Ventilen. Die Ausgangskanäle sind in Gruppen organisiert und haben jeweils einen separaten Stromversorgungseingang zur individuellen Absicherung. Die Spannungsversorgung wird auf Unterspannung überwacht.

#### Merkmale

##### (entsprechend der Modulauswahl)

- 8/12/16 digitale Ausgänge
- 0,5 A/1,7 A Stromlasten

#### Relais-Ausgangsmodule

#### Merkmale

##### (entsprechend der Modulauswahl)

- 4/5 Relaisausgänge
- Nur NO oder NO & NC Kontakt
- Schaltleistung von 230 V AC/6 A oder 115 V AC/6 A oder 24 V DC/6 A

#### Digitale Eingangs-/Ausgangsmodule

Digitale Eingänge, für einen +24-V-DC-Signalpegel, können zum Lesen der logischen 0 und logischen 1 Pegel verwendet werden. Die Versorgungsspannung der kurzschlussfesten digitalen Ausgänge (+24 V DC/0,5 A) wird auf Unterspannung überwacht. Schließlich verfügt das Modul über Eingangsfiler zur Unterdrückung von Störungen auf den entsprechenden Eingangsleitungen.

#### Merkmale

##### (entsprechend der Modulauswahl)

- 4/4 digitale Eingänge/Ausgänge oder 8/8 digitale Eingänge/Ausgänge
- Die Zählerfunktion sorgt dafür, dass ein internes Modulregister bei jedem Eingangsimpuls inkrementiert wird.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Modulares I/O-System

2

#### Analoge Eingangsmodule

Analoge Eingangsmodule verfügen über 4 bis 10 analoge Eingangskanäle zur Messung von beispielsweise:

- Temperaturen mit Pt100-, Pt200-, Pt500-, Pt1000-, Ni100-, Ni100- oder KTY-Sensoren oder Widerstandswerten innerhalb verschiedener Messbereiche
- Ein analoges Eingangssignal von  $\pm 10$  V DC. Eine Referenzspannungsquelle mit 10 V DC/15 mA und 6 Ausgängen ermöglicht die direkte Versorgung von Potentiometern, um deren Position über die analogen Spannungseingänge abzulesen
- Stromeingangssignale in einem Messbereich von 0 - 20 mA oder 4 - 20 mA.
- Temperaturen mit Thermoelementen

Für die Kaltstellenkompensation befindet sich auf der Unterseite des jeweiligen analogen Eingangsmoduls ein KTY-Sensor. Darüber hinaus ermöglicht eine Referenzspannungsquelle mit 10 V DC/15 mA und 6 Ausgängen die direkte Versorgung von Potentiometern, um deren Position über die analogen Spannungseingänge abzulesen.

#### Analoge Ausgangsmodule

Analoge Ausgangsmodule haben 4/8 analoge Ausgangskanäle zur Ausgabe von beispielsweise:

- einem Spannungssignal in einem Bereich von -10 bis 10 V DC (12 Bit)
- einem konfigurierbaren Signal im Bereich von -10 bis 10 V DC oder 0 bis 20 mA (16 Bit – präzise Steuerung)

#### Analoge Eingangs-/Ausgangsmodule

Analoge Eingangskanäle können zur Messung eines Spannungs-/Strom-Eingangssignals und analoge Ausgangskanäle zur Ausgabe eines Spannungs-/Stromsignals verwendet werden.

Eingangskanäle für Messungen von beispielsweise:

- Spannungseingangssignal in einem Bereich von -10 bis 10 V DC
  - Stromeingangssignale im Messbereich von 0 - 20 mA oder 4 - 20 mA
- Ausgangskanäle zur Ausgabe wie beispielsweise:
- ein Spannungssignal in einem Bereich von -10 bis 10 V DC
  - einen Ausgangsbereich von 0 - 20 mA oder 4 - 20 mA

#### Merkmale

##### (entsprechend der Modulauswahl)

- 2/2 oder 4/4 analoge Eingangs-/Ausgangskanäle
- Referenzspannungsquelle mit 10 V DC/10 mA und 2 oder 4 Pins, die es ermöglicht, Potentiometer direkt zu versorgen, um deren Position über die oben genannten analogen Spannungseingänge abzulesen.
- Die Stromversorgung für die Stromein- und -ausgänge wird auf Unterspannung überwacht.

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modulares I/O-System

### Technologiemodule

#### Wiegemodul

Das Wiegemodul verfügt über zwei analoge Eingangskanäle, die zum Betrieb von Dehnungsmessstreifen und Wiegezellen verwendet werden können. Damit kann das Modul für unkalibrierte Messungen in Wiegeapplikationen unter Verwendung von Wheatstone-Brücken in 4-Leiter- oder 6-Leiter-Konfiguration eingesetzt werden. Darüber hinaus stellt das Modul die Referenzspannung zur Verfügung, die für die Versorgung der entsprechenden Brückenmesssysteme benötigt wird.

#### DC-Motortreibermodul

Das DC-Motortreibermodul verfügt über einen DC-Motortreiber, der zum Betrieb eines Bürstenmotors verwendet werden kann, sowie über zwei Stromausgänge, die zur Ansteuerung von zwei externen LEDs verwendet werden können. Diese Stromausgänge haben Nennbetriebsströme von 20 mA und 350 mA.

Das Power-Control-Modul kann zum Betrieb eines Gleichstrommotors mit Versorgungsspannungen von 12 - 30 V DC und einem maximalen Motorstrom von 3,5 A verwendet werden. Es kann auch kurzzeitig höhere Einschaltströme aufnehmen. Die Ausgangsleistung wird über einen PWM-Ausgang gesteuert, wobei die Arbeitsrichtung über die Polarität der geschalteten Ausgangstreiberstufe definiert werden kann. Dementsprechend muss die Ausgangsleistung über Tastverhältnisse gesteuert werden.

Darüber hinaus liefern die DC-Motortreibermodule aktuelle Betriebsdaten des Motors, so dass die Informationen bei Bedarf für

weitere Analysen oder Anzeigen genutzt werden können.

- Temperatur des Motortreibers
- Aktueller Motorstrom
- Zustand des Motors
- Durchlassende Energie
- Diagnoseinformationen

Um den Motor in ein Drehzahlregelungssystem zu integrieren, wird empfohlen, ein Drehzahlrückführsignal zu liefern, indem ein Drehgeber am Motor zusammen mit einem XN-322-1CNT-8DIO- oder XN-322-20-DI-PCNT-Modul verwendet wird. Auf diese Weise lassen sich die Geschwindigkeit, die Arbeitsrichtung und der zurückgelegte Weg (Drehwinkel) des Motors bestimmen.

Die LED-Treiber können so programmiert werden, dass die entsprechenden LEDs die vom Modul erhaltenen Informationen anzeigen. So kann z. B. die Drehzahl oder die Belastung eines Motors durch unterschiedliche LED-Helligkeitsstufen dargestellt werden.

#### Zählermodul

Das Zählermodul verfügt über einen Inkrementalgebereingang (mit TTL- oder RS422-Pegel) und einen 5-V-DC-Ausgang für die Stromversorgung. Darüber hinaus verfügt das Gerät über vier digitale Ausgänge (24 V DC/2 A) und vier digitale Eingänge (24 V DC). Diese Eingänge können die konfigurierbare Speicher-Funktion des Moduls nutzen, um den aktuellen Zählerstand in einem speziellen Register speichern zu lassen.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Modulares I/O-System

2

#### SSI Schnittstellenmodul

Mit dem SSI-Schnittstellenmodul können Daten von bis zu zwei Absolutwertgebern gelesen und an die SPS weitergegeben werden. Die Schnittstelle ist für SSI-Geber, z. B. absolute Längenmessgeräte, ausgelegt, die Binär- oder Gray-Code unterstützen.

→ Prüfen Sie, ob der Geber für den Betrieb mit diesem XN300-Scheibenmodul geeignet ist. Vergleichen Sie dazu die technischen Daten der beiden Geräte.

#### Serielles Schnittstellenmodul

Das serielle Schnittstellenmodul verfügt über eine, optional zwei, RS232- und eine RS485-Schnittstelle. Die RS232-Schnittstelle am Stecker X1 kann mit oder ohne Handshake-Signale RTS und CTS betrieben werden. Werden keine Handshake-Signale RTS und CTS verwendet, können diese Signale auch als zweite RS232-Schnittstelle an X1 konfiguriert werden. In dieser Konfiguration stehen zwei unabhängige RS232-Schnittstellen (D1 und D2) ohne Handshake-Leitungen zur Verfügung. Beide RS232-Schnittstellen unterstützen Datenraten bis zu 115200 Baud. Das XN-322-2SI-RS verfügt außerdem über eine RS485-Schnittstelle an den Anschlüssen X2 und X3 mit schaltbaren 120  $\Omega$ -Abschluss- und 1 k $\Omega$ -Spreizwiderständen, die per Software umgeschaltet werden können. Die RS485-Schnittstellen sind überspannungsfest bis 15 V DC und können mit Datenraten von bis zu 921600 Baud betrieben werden. Eine externe Spannungsversorgung ist nicht erforderlich.

#### Pulsweiten-Modul

Der Betrieb mit Pulsweitenmodulation (PWM) kann über zwei Parameter konfiguriert werden. Die Periodendauer wird einmalig eingestellt und das angeschlossene Gerät wird über die kontinuierlich veränderte Pulsbreite gesteuert. Die Periodendauer der PWM kann in 0,5 $\mu$ s-Schritten zwischen 50 $\mu$ s (20 kHz) und 32,8ms (30,5Hz) eingestellt werden. Die Pulsbreite gibt die Einschaltdauer des Ausgangs innerhalb einer Periode an. Sie kann per Software in 0,5 $\mu$ s-Schritten eingestellt werden.

#### Versorgungsmodul

Versorgungsmodule können zur Verteilung der Feldversorgungsspannung für XN300-Scheibenmodule eingesetzt werden. Der gezielte Einsatz von Stromversorgungsmodulen ermöglicht es, durch die Aufteilung der Stromversorgung in Abschnitte sicherzustellen, dass alle Scheibenmodule entsprechend der jeweiligen Anwendung versorgt und abgesichert werden. Die Versorgung der Module erfolgt über den Stecker X5 mit den Pins 24 und 0 V DC. Die Slice-Module verteilen diesen Strom dann auf neun +24-V-DC-Out-Stromausgänge, die jeweils über einen eigenen GND-Ausgang verfügen. Die Stromausgänge sind gruppiert und kurzschlussfest, wobei jede Gruppe bis zu 2 A liefern kann.

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Modulares I/O-System

### Erweiterungsmodule – Stromversorgung

#### Stromversorgungsmodul 0 V

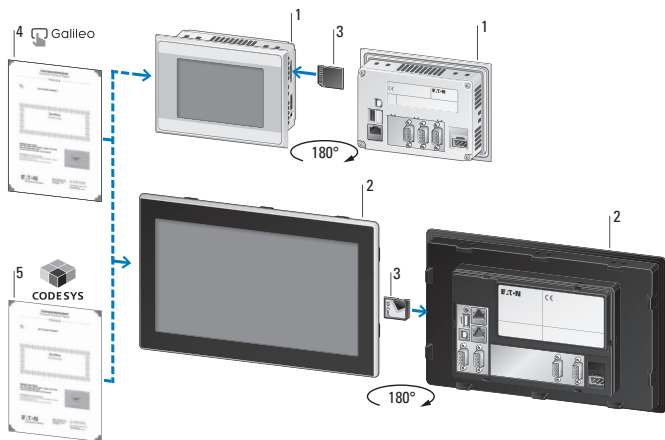
Das Stromversorgungsmodul 0 V ist ein passives Modul zur Verteilung des Feldpotentials. Es stellt ein Ausgangspotential von 0 V für insgesamt 18 Pins zur Verfügung. Das bedeutet, dass dieses 0-V-Potenzial ohne zusätzliche Klemmleisten abgegriffen werden kann.

XN-322-18PD-M-Module werden in der Regel zusammen mit XN-322-18PD-P-Modulen eingesetzt, um die Segmentierung der XN300 Scheibenmodule in Gruppen zu gewährleisten, die als solche abgesichert und geschaltet werden können. In Verbindung mit digitalen Scheibenmodulen ermöglichen diese Module die Verwendung von Zwei- und Dreidraht-Anschlusskonfigurationen.

#### Stromversorgungsmodul +24 V DC

Das Stromversorgungsmodul +24 V DC ist ein passives Feldpotentialverteilungsscheibenmodul. Es stellt ein Ausgangspotential von 24 V DC für insgesamt 18 Pins zur Verfügung. Das bedeutet, dass diese Spannung ohne zusätzliche Klemmleisten abgegriffen werden kann.

XN-322-18PD-P-Module werden in der Regel zusammen mit XN-322-18PD-M-Modulen eingesetzt, um die Segmentierung der XN300 Scheibenmodule in Gruppen zu gewährleisten, die als solche abgesichert und geschaltet werden können. In Verbindung mit digitalen Scheibenmodulen ermöglichen diese Module die Verwendung von Zweidraht- und Dreidraht-Anschlusskonfigurationen.

**Schalten, Steuern, Visualisieren****HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System****Systemübersicht**

- 1 XV-102 Touchdisplay mit/ohne SPS,  
Resistiv-Touch 3,5", 5,7" im 4:3-Format, 7,0" im 16:9-Format
- 2 XV-303/XV-313 Touchdisplay mit/ohne SPS,  
Kapazitiver-Multitouch 7,0", 10,1" und 15,6" im 16:9-Format
- 3 SD-Speicherkarte
- 4 Lizenzproduktschein GALILEO
- 5 Lizenzproduktschein XSOFT-CODESYS-3

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

2

### Allgemeines



Galileo



CODESYS

OPC UA



Mit dem XV-System von HMI- (Human Machine Interface) oder HMI-PLC- (HMI mit SPS-Funktionalität) Touchpanels bietet Eaton Maschinenbauern und Systemintegratoren ein abgestimmtes Produktprogramm, das sich präzise auf verschiedene Leistungsklassen abstimmen lässt. Die intelligente Implementierung der SPS-Laufzeit im Rahmen einer schlanken und effizienten Embedded-Plattformstrategie führt in Kombination mit leistungsfähigen Prozessoren zu modernen, skalierbaren und kostengünstigen Automatisierungskonzepten.

Die Verwendung des Programmierstandards CODESYS und die umfangreichen Schnittstellen verdeutlichen die Offenheit des Systems. Displaygrößen von 3,5" bis 15" und die Möglichkeit des Einsatzes von kapazitiven oder resistiven Touchpanels ermöglichen ein extrem breites Anwendungsspektrum.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

2

Touch-Technologie	Kapazitiv	Resistiv
Lichtdurchlässigkeit	100 %	70 bis 85 %
Bedienbar mit	Finger	Finger, Handschuhen, Touchpen
Auslösung der Funktion	ohne Druck	durch leichten Druck
Displayfront	Glas	Kunststoff-Folie
Gerätefront	vollkommen plan	vollkommen plan
Empfindlichkeit gegen Kratzer	nein	ja
Beständigkeit gegen Reinigungsmittel und Chemikalien	hoch	mittel
Einsatz in Feuchträumen	ja	ja

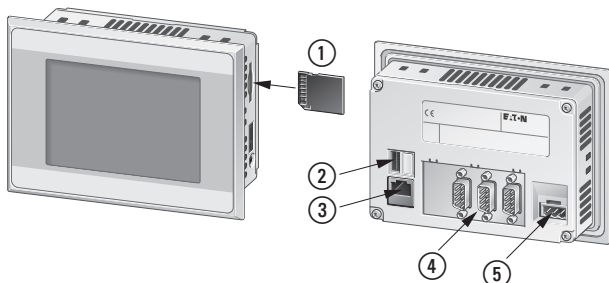
Geräte in den Displaygrößen von 3,5" bis 15" werden in der Automatisierungstechnik eingesetzt.

Schutzart frontseitig: IP65

Die meisten Touchpanels können auch im Hochformat (hochkant) verwendet werden.





**Schalten, Steuern, Visualisieren****HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System****Projektieren**

Rückansicht eines 7"-Resistiv-Panels der XV-102-Reihe mit Kunststoffgehäuse

- ① SD-Speicherkarte (Secure Digital Memory Card)
- ② USB-Host, Seite 2-89
- ③ Ethernet-Schnittstelle, Seite 2-90
- ④ Onboard-Schnittstellen, je nach Gerätetyp:
  - RS232, Seite 2-90
  - RS485, Seite 2-91
  - CAN, Seite 2-92
- ⑤ 24-V-DC-Geräteversorgung, Seite 2-94

**② USB-Host**

Die USB-Host-Schnittstelle unterstützt USB 2.0.

• **Kabel**

- Nur USB-Standard-Kabel mit Abschirmung verwenden.
- Maximale Kabellänge: 5 m.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

2

#### ③ Ethernet-Schnittstelle

LINK ACT



LED	Signal	Bedeutung
ACT (gelb)	blinkt	Ethernet ist aktiv (Datenverkehr)
LINK (grün)	leuchtet	Aktives Netz ist zugeschaltet und detektiert

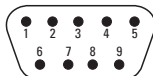
#### • Kabel

- Geschirmtes TwistedPair-Kabel (STP) für Vernetzung verwenden  
Für Verbindung von Gerät zu Gerät: ausgekreuztes Kabel (Crossover-Kabel)  
Für Verbindung zu Hub/Switch: 1:1-Patchkabel
- Maximale Kabellänge: 100 m.

Ethernet-Schnittstelle gemäß EIA/TIA 568 TSB-36.

#### ④ RS232

Die RS232-Schnittstelle ist nicht galvanisch getrennt. Das Gerät kann durch Potenzialunterschiede beschädigt werden. Die GND-Anschlüsse aller Busteilnehmer müssen daher verbunden werden.



Pin	Signal	Belegung
1	DCD	Data Carrier Detected
2	RxD	Receive Data
3	TxD	Transmit Data
4	DTR	Data Terminal Ready
5	GND	Ground
6	DSR	Data Set Ready
7	RTS	Request to Send
8	CTS	Clear to Send
9	RI	Ring Indicator

#### • Verdrahtung

- Es müssen abgeschirmte Kabel eingesetzt werden.
- Die maximale Baudrate ist von der Leitungslänge abhängig:

Leitungslänge	Max. Baudrate
2,5 m	115200 Bit/s
5 m	57600 Bit/s
10 m	38400 Bit/s
15 m	19200 Bit/s
30 m	9600 Bit/s

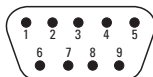
## Schalten, Steuern, Visualisieren

### HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

#### ④ RS485

Die RS485-Schnittstelle ist nicht galvanisch getrennt. Das Gerät kann durch Potenzialunterschiede beschädigt werden.

Die GND-Anschlüsse aller Busteilnehmer müssen daher verbunden werden.



Pin	Signal	Belegung
1	-	nc
2	-	nc
3	B	Leitung B
4	-	nc
5	GND	Ground
6	-	nc
7	A	Leitung A
8	-	nc
9	-	nc

nc: Pin 1, 2, 4, 6, 8 und 9 dürfen nicht angeschlossen werden.

#### • Verdrahtung

Bei der Konfektionierung darauf achten, dass der Kabelschirm elektrisch gut leitend mit dem Steckergehäuse verbunden ist.

#### • RS485-Topologie:

- Ein Bussegment kann maximal 32 Busteilnehmer miteinander verbinden.
- Mehrere Bussegmente können über Repeater (bidirektionale Verstärker) gekoppelt werden.
- Durch den Einsatz von Repeatern kann die maximale Leitungslänge erhöht werden. Genauere Angaben dazu entnehmen Sie den Dokumentationen des Herstellers des Repeaters.
- Ein Bussegment muss an beiden Enden mit einem Leitungsabschluss (120 Ω) versehen sein. Diese Abschlüsse müssen im Stecker, direkt zwischen Pin 3 und 7, angeschlossen werden.
- Das Bussegment muss an beiden Enden abgeschlossen sein.
- Es dürfen nicht mehr als zwei Abschlüsse pro Bussegment vorhanden sein.
- Der Betrieb ohne korrekten Leitungsabschluss kann zu Übertragungsfehlern führen.

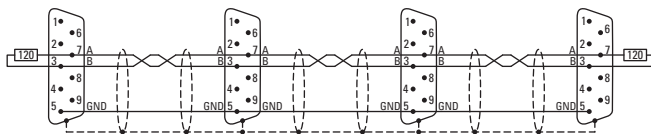
Es müssen abgeschirmte, verdrehte Zweidrahtleitungen eingesetzt werden.

Spezifikation Kabel	
Nennwellenwiderstand	120 Ω
Zulässiger Wellenwiderstand	108-132 Ω
Max. Leitungslänge	1200 m
Mögliche Baudraten	9600 Bit/s 19200 Bit/s 38400 Bit/s 57600 Bit/s 115200 Bit/s

## Schalten, Steuern, Visualisieren

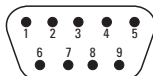
### HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

2



#### ④ CAN

Die CAN-Schnittstelle ist nicht galvanisch getrennt. Das Gerät kann durch Potenzialunterschiede beschädigt werden. Die GND-Anschlüsse aller Busteilnehmer müssen daher verbunden werden.



Pin	Signal	Belegung
1	-	nc
2	CAN-L	Bus line (dominant low)
3	CAN-GND	CAN Ground
4	-	nc
5	-	nc
6	GND	Optional CAN Ground
7	CAN-H	Bus line (dominant high)
8	-	nc
9	-	nc

Pin 3 (CAN-GND) und 6 (GND) sind intern im Gerät miteinander verbunden.  
nc: Pin 1, 4, 5, 8 und 9 dürfen nicht angeschlossen werden.

Die Stromversorgung der CAN-Bus-Treiber erfolgt intern.

Es ist keine Stromversorgung für Fremdgeräte auf den CAN-Stecker geführt.

#### • Verdrahtung

Es müssen abgeschirmte, verdrehte Zweidrahtleitungen eingesetzt werden.

#### Spezifikation Kabel

Nennwellenwiderstand	120 $\Omega$
Zulässiger Wellenwiderstand	108- 132 $\Omega$
Kapazitätsbelag	< 60 pF/m
Aderquerschnitt/ max. Leitungslänge	$\geq 0,25 \text{ mm}^2/100 \text{ m}$
	$\geq 0,34 \text{ mm}^2/250 \text{ m}$
	$\geq 0,75 \text{ mm}^2/500 \text{ m}$

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

Die maximale Baudrate ist von der Leitungslänge abhängig:

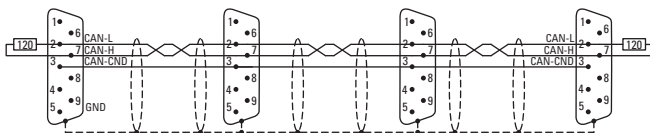
Leitungslänge	Max. Baudrate
25 m	1000 kBit/s
50 m	800 kBit/s
100 m	500 kBit/s
250 m	250 kBit/s
500 m	125 kBit/s
500 m	100 kBit/s
1000 m	50 kBit/s
2500 m	20 kBit/s
5000 m	10 kBit/s

- Bei Kabellängen über 1000 m ist der Einsatz von Repeatern empfehlenswert. Repeater können außerdem zur galvanischen Trennung verwendet werden. Genauere Angaben dazu entnehmen Sie den Dokumentationen des Herstellers des Repeaters.

- Empfehlungen von CiA (CAN in Automation) beachten.
- Bei der Konfektionierung darauf achten, dass der Kabelschirm elektrisch gut leitend mit dem Steckergehäuse verbunden ist.

#### • CAN-Bus-Topologie

- Ein Bussegment kann maximal 32 Bus-teilnehmer miteinander verbinden.
- Mehrere Bussegmente können über Repeater (bidirektionale Verstärker) gekoppelt werden. Genauere Angaben dazu entnehmen Sie den Dokumentationen des Herstellers des Repeaters.
- Ein Bussegment muss an beiden Enden mit einem Leitungsabschluss (120  $\Omega$ ) versehen sein. Diese Abschlüsse müssen im Stecker, direkt zwischen Pin 2 und 7, angeschlossen werden.
- Das Bussegment muss an beiden Enden abgeschlossen sein.
- Es dürfen nicht mehr als zwei Abschlüsse pro Bussegment vorhanden sein.
- Der Betrieb ohne korrekten Leitungsabschluss kann zu Übertragungsfehlern führen.



## Schalten, Steuern, Visualisieren

### HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

2

#### ⑤ 24-V-DC-Geräteversorgung

Das Gerät besitzt eine interne Schmelzsicherung und einen Verpolungsschutz. Die Funktionserdung ist ausschließlich mit der Steckerblende verbunden, nicht aber mit 0 V. Das Gehäuse ist aus Kunststoff und potenzialfrei. Die Stromversorgung des Gerätes ist nicht galvanisch getrennt.

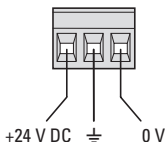
Das Gerät benötigt eine Stromversorgung von 24 V DC von einem AC/DC-Wandler mit sicherer Trennung (SELV).

- SELV (Sicherheits-Kleinspannung: safety extra low voltage); Stromkreis, bei dem auch bei einem einzelnen Fehler keine gefährliche Spannung auftritt.



#### • Verdrahtung

Steckverbinder Phoenix Contact MSTB 2.5/3-ST-5.08, Phoenix Art.-Nr. 1757022 wird mit dem Gerät geliefert.



Anschluss	Belegung
+24 V DC	Versorgungsspannung +24 V DC
E	Funktionserdung mit Steckerblende verbunden. Muss nicht angeschlossen werden.
0 V	Versorgungsspannung 0 V

Beim Konfektionieren der Verdrahtung des Steckverbinders ist Folgendes zu beachten:

<b>Klemmenart</b>	Schraubklemme steckbar
<b>Querschnitt</b>	min. 0,75 mm <sup>2</sup> / max. 2,5 mm <sup>2</sup> (Litze oder Draht) min. AWG18/ max. AWG12
<b>Abisolierlänge</b>	7 mm
<b>Max. Anzugsdrehmoment</b>	0,6 - 0,8 Nm/ (5 - 7 lb-in)

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### HMI-PLC – Visualisieren und Steuern mit System

2

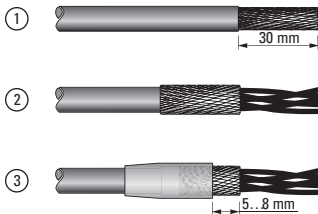
#### Konfektionierung der Kabel mit SUB-D-Stecker

Die Ausführung der Busverkabelung ist ein wesentlicher Faktor für den zuverlässigen Betrieb sowie für die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).

#### Anforderungen an die Verdrahtung

- Die Kabel müssen abgeschirmt sein.
- Der Kabelschirm muss aus einem Kupfergeflecht bestehen.
- Der Kabelschirm muss großflächig und impedanzarm mit dem Steckergehäuse kontaktiert sein. Dies wird erreicht durch:
  - Verwendung von metallischen oder metallisierten Steckergehäusen mit einer Bride als Zugentlastung.
  - Die Bride muss mit dem Stecker fest verschraubt sein.

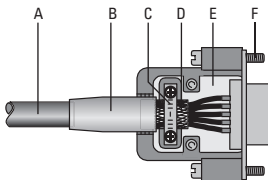
#### Kabelschirm anschließen



- ① Isolieren Sie das Kabelende so ab, dass das Schirmgeflecht ca. 3 cm frei liegt.
- ② Stülpen Sie das Schirmgeflecht über den Kabelmantel zurück.
- ③ Schrumpfen Sie einen ca. 3 cm langen Schumpfschlauch über das zurückgestülpte Schirmgeflecht-Ende oder verwenden Sie eine Gummitülle.

- Der Schirmgeflecht muss am Kabelende 5 - 8 mm frei bleiben.
- Das zurückgestülpte Schirmgeflecht-Ende muss vom Schumpfschlauch oder von der Gummitülle abgedeckt sein.

- ④ Montieren Sie den SUB-D-Stecker an das Kabelende:
  - Das blanke Schirmgeflecht muss mit der Kabelschelle an das Steckergehäuse geklemmt werden.



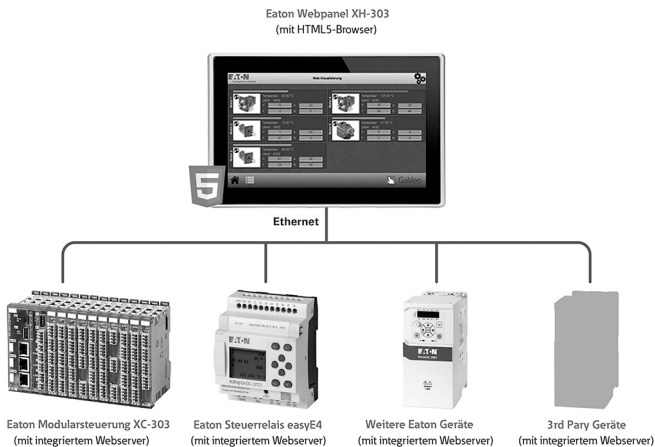
- A Kabel mit Kabelmantel
- B Schumpfschlauch oder Gummitülle
- C Kabelschelle
- D Schirmgeflecht
- E SUB-D-Stecker
- F Befestigungsschraube UNC

# Schalten, Steuern, Visualisieren Webpanel

2

## Systemübersicht und Funktion

HMI-Webpanel XH-303 sind HMI-Geräte, die über einen Ethernet-Anschluss mit verschiedenen Webservern kommunizieren. Die Webpanel-Geräte XH-303 verfügen über ein industrielles, hochauflösendes Display mit kapazitiver Multitouch-Technologie.





## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Webpanel

#### Merkmale

- Kapazitiver Multitouch, Breitbildschirm (Widescreen)
- Widerstandsfähiges gehärtetes Glas; leicht zu reinigen
- Geräteversionen für die Frontmontage; auch im Hochformat verwendbar
- Leistungsstarke CPU: ARM Cortex-A53, Quad-Core, 1,8 GHz
- Interner Speicher: 2 GB DDR4-RAM, 8 GByte eMMC
- Betriebssystem: Linux-Plattform von Eaton für Betriebssystem/Webbrowser und Konfiguration

Jedes XH-303 Webpanel verfügt standardmäßig über folgende integrierte Schnittstellen:

- 1 x Ethernet (1000/100/10 Mbps) als Kommunikationsschnittstelle,
- 1 x USB-Host-2.0-Anschluss für die Gerätwartung

Um sicherzustellen, dass das Gerät den Anforderungen der jeweiligen Anwendung am besten gerecht wird, sind die folgenden Displaygrößen verfügbar:

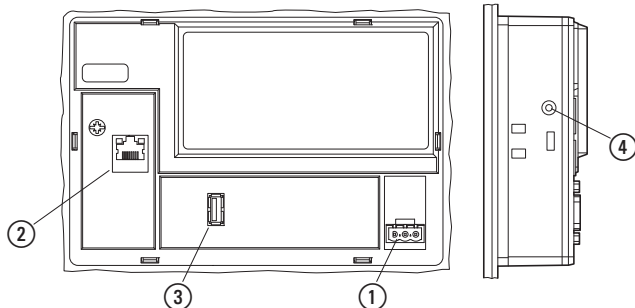
	XH-303-70-A10-A00-2B	XH-303-10-A10-A00-2B	XH-303-15-A10-A00-2B
Display-Art	Widescreen Farbdisplay, TFT, Multifinger Touchscreen		
Bildschirm-diagonale	7,0" (17,78 cm)	10,1" (25,65 cm)	15,6" (39,6 cm)
Auflösung	1024 x 600 Pixel	1280 x 800 Pixel	1366 x 768 Pixel
Sichtbarer Bildschirmbereich	154 x 86 mm	217 x 136 mm	344 x 194 mm

## Schalten, Steuern, Visualisieren Webpanel

### Schnittstellen zu Peripheriegeräten

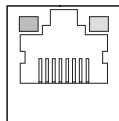
Die Schnittstellen Ihres XH-303 sind abhängig von der gewählten XH300-Version und können nicht verändert werden. Auf dem Typenschild ist vermerkt, welche spezifischen Schnittstellen zum Gerät gehören.

Alle XH-303 besitzen diese Schnittstellen-Basis Ausstattung:



- ① 24 V DC: Versorgungsspannung, Steckverbinder MSTB 2,5/3-ST-5,08
- ② Ethernet 1: RJ45-Buchse, 8-polig, 2 LEDs (CAT5e/6), LAN1, 1000/100/10 Mbps
- ③ USB-Host: USB 2.0, nicht galvanisch getrennt, Stecker Typ A, Full power (500 mA)
- ④ CTRL: Taster zum Aktivieren der Software „Config Tool“

- ② RJ45-Anschluss



### Ethernet

Der Ethernet-Anschluss des Webpanels XH-303 wird als Kommunikationsschnittstelle genutzt. Die Ethernet-Controller unterstützen Übertragungsraten von 1000 Mbit/s, 100 Mbit/s und 10 Mbit/s. Wenn die grüne LED leuchtet (② links), bedeutet dies, dass ein LINK besteht, d. h. dass ein aktives Netzwerk angeschlossen ist und erkannt wurde. Wenn die gelbe LED blinkt (② rechts), bedeutet dies, dass Daten übertragen werden.

Verwenden Sie für das Netzwerk nur geschirmte Twisted-Pair-Kabel (STP). Maximale Kabellänge: 100 m.

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Industrie-PC XP500

Die leistungsstarke Industrie-PC-Serie XP500 bietet eine HMI-Lösung im High-End-Bereich. Neben Panel-PCs umfasst das Sortiment auch Box-PCs und Terminals, die in Kombination mit einem Extender-Modul die Visualisierung auch in weitläufigen Anlagen ermöglichen.

2



#### Merkmale

- Projiziert kapazitive Touch-Technologie für intuitive Bedienung wie bei Smartphones oder Tablets
- 4-Finger-Touchscreen ermöglicht präzise Bedienung mit mehreren Fingern oder zwei Händen gleichzeitig
- Betriebssystem:  
Windows 10 Enterprise LTSC
- Leistungsstarke CPU:  
Intel Atom E3950, Quad-Core
- Vorinstallierte Galileo- oder Visual Designer-Laufzeitlizenz
- Blendfreies Einscheiben-Sicherheitsglas für den Einsatz in rauer Industrieumgebung
- Modernes, hygienisches Design für einfache Reinigung

	XP-504-10-...	XP-504-15-...	XP-504-21-...
Display-Art	Widescreen Farbdisplay, TFT, Multifinger Touchscreen		
Bildschirm-diagonale	10,1" (25,65 cm)	15,6" (39,6 cm)	21,5" (54,6 cm)
Auflösung	1280 x 800 Pixel	1366 x 768 Pixel	1920 x 1080 Pixel
Sichtbarer Bildschirmbereich	217 x 136 mm	344 x 194 mm	476 mm x 277 mm

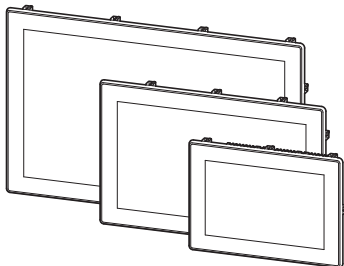
# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Industrie-PC XP500

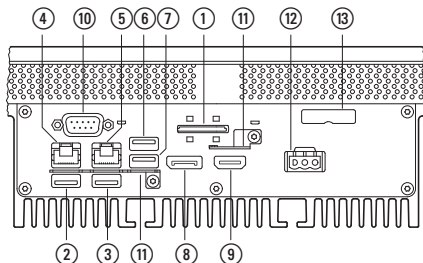
### Verwendung von Peripheriegeräten – Externe Anschlüsse

#### XP-504 Panel-PC

2



#### Schnittstellen am Panel-PC

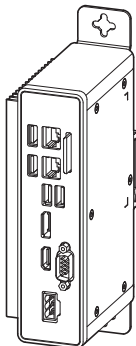


- ① SD-Karten Slot (optional)\*: SD oder SDHC nach SDA Spezifikation 2.0, mind. 8 GB
- ② USB-Host 3.0: USB3.0/2.0, Stecker Typ A
- ③ USB-Host 3.0: USB3.0/2.0, Stecker Typ A
- ④ Ethernet 1 LAN: RJ45-Buchse, 8-polig, 2 LEDs (CAT5e/6), LAN, 1000 MBit/s
- ⑤ Ethernet 2 LAN: RJ45-Buchse, 8-polig, 2 LEDs (CAT5e/6), LAN, 1000 MBit/s
- ⑥ Dual-USB-Host 3.0: Dual-USB3.0/2.0 T, Stecker Typ A und
- ⑦ Dual-USB-Host 3.0: Dual-USB3.0/2.0 T, Stecker Typ A
- ⑧ DP: Standard-Display-Schnittstelle
- ⑨ HDMI: Standard-Display-Schnittstelle 1.4b
- ⑩ RS232/422/485: SUB-D-Stecker 9-polig, nicht galvanisch getrennt, über BIOS konfigurierbar; Default-Einstellung: RS232 Full duplex
- ⑪ Zugentlastung: Metallplatte zum Fixieren der USB- und HDMI-Anschlüsse
- ⑫ 24 V DC: Spannungsversorgung MSTBT 2,5/3-ST-5,08
- ⑬ Batterie: BR2032 (190 mAh, 3 V) von Panasonic

# Schalten, Steuern, Visualisieren

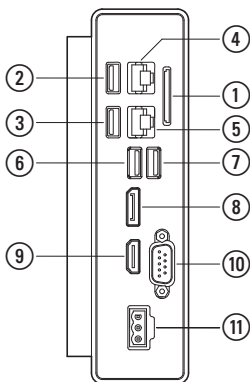
## Industrie-PC XP500

### XP-504 Box-PC



2

### Schnittstellen am Box-PC



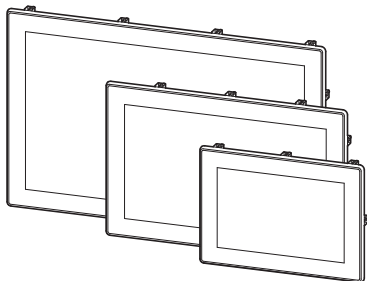
- ① SD-Karten Slot: SD oder SDHC nach SDA Spezifikation 2.0, mind. 8 GB
- ② USB-Host 3.0: USB3.0/2.0, Stecker Typ A
- ③ USB-Host 3.0: USB3.0/2.0, Stecker Typ A
- ④ Ethernet 1 LAN: RJ45-Buchse, 8-polig, 2 LEDs (CAT5e/6), LAN, 1000 MBit/s
- ⑤ Ethernet 2 LAN: RJ45-Buchse, 8-polig, 2 LEDs (CAT5e/6), LAN, 1000 MBit/s
- ⑥ Dual-USB-Host 3.0: Dual-USB3.0/2.0 T, Stecker Typ A
- ⑦ Dual-USB-Host 3.0: Dual-USB3.0/2.0 T, Stecker Typ A
- ⑧ DP: Standard-Display-Schnittstelle
- ⑨ HDMI: Standard-Display-Schnittstelle 1.4b
- ⑩ RS232/422/485: SUB-D-Stecker 9-polig, nicht galvanisch getrennt, über BIOS konfigurierbar; Default-Einstellung: RS232 Full duplex
- ⑪ 24 V DC: Spannungsversorgung MSTBT 2,5/3-ST-5,08

# Schalten, Steuern, Visualisieren

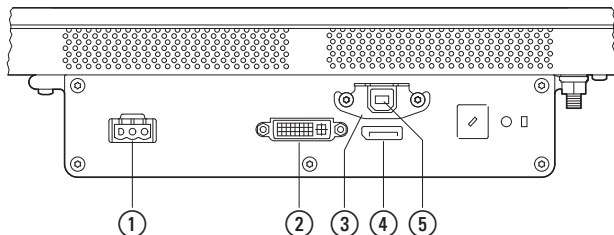
## Industrie-PC XP500

### XP-504 Terminal

2



### Schnittstellen am Terminal



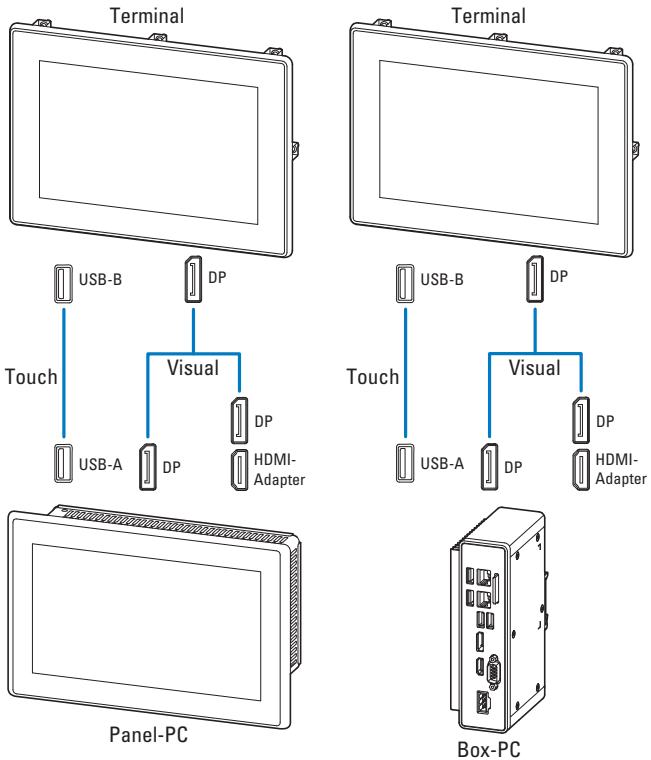
- ① 24 V DC: Spannungsversorgung  
MSTBT 2,5/3-ST-5,08
- ② DVI-I: Standard-Display-Schnittstelle
- ③ Zugentlastung: Metallplatte zum  
Fixieren vom USB-Anschluss
- ④ DP: Standard-Display-Schnittstelle
- ⑤ USB-B: USB 2.0, nicht galvanisch  
getrennt, Stecker Typ B  
(belegt durch den Touch)

# Schalten, Steuern, Visualisieren

## Industrie-PC XP500

2

### Verbindung eines Terminals mit einem Box-PC/Panel-PC

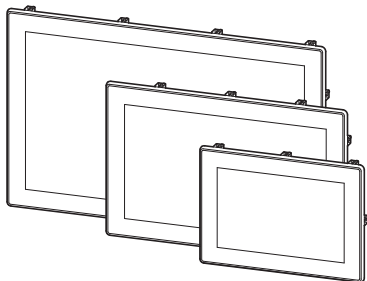


## Schalten, Steuern, Visualisieren

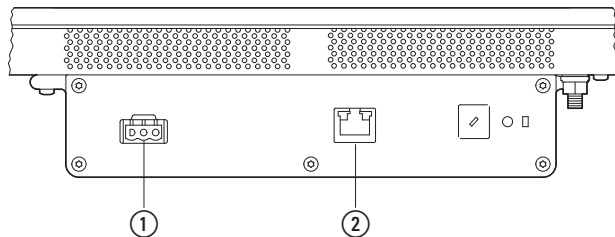
### Industrie-PC XP500

#### XP-504 Terminal mit Extender RX

2



#### Schnittstellen am Terminal mit Extender RX



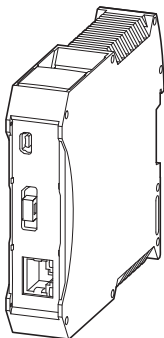
- ① 24 V DC: Spannungsversorgung  
MSTBT 2,5/3-ST-5,08
- ② RJ45 (Extender RX) EXT IN:  
RJ45-Buchse, 8-polig, 2 LEDs (CAT5e/6)



# Schalten, Steuern, Visualisieren

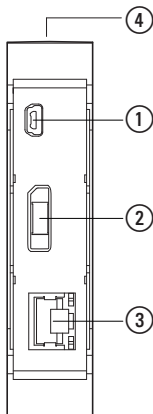
## Industrie-PC XP500

### XP-504 Extender TX



2

### Schnittstellen am Extender TX



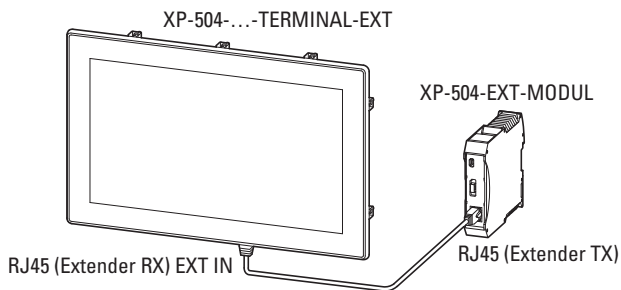
- ① Mini USB-B
- ② DP: Standard-Display-Schnittstelle
- ③ RJ45 (Extender TX): RJ45-Buchse, 8-polig, 2 LEDs (CAT5e/6)
- ④ 24 V DC: Spannungsversorgung MSTBT 2,5/4-ST-5,08

## Schalten, Steuern, Visualisieren

### Industrie-PC XP500

#### Anschluss des Terminals und des Terminal Extender Moduls

2



## Rund um den Motor

	Seite
<b>Grundlagen der Motortechnologie</b>	<b>3-2</b>
<b>Grundlagen der Antriebstechnik</b>	<b>3-6</b>
<b>Motorschutz</b>	<b>3-17</b>
<b>Schaltungsunterlagen</b>	<b>3-28</b>
<b>Kennzeichnung bestimmter Motorschütze</b>	<b>3-30</b>
<b>Direktes Einschalten von Drehstrommotoren</b>	<b>3-31</b>
<b>Befehlsgeräte für direktes Einschalten</b>	<b>3-39</b>
<b>Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren</b>	<b>3-40</b>
<b>Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten</b>	<b>3-48</b>
<b>Schalten von Kondensatoren</b>	<b>3-51</b>
<b>Schalten und Schützen von Transformatoren/Drosseln</b>	<b>3-57</b>

## Rund um den Motor

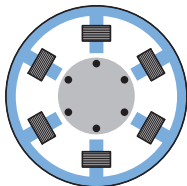
### Grundlagen der Motortechnologie

#### 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.“

3

#### Drehstrom-Asynchronmotor

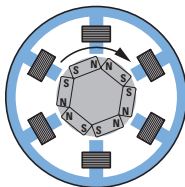


Der weltweit am häufigsten eingesetzte Antriebsmotor in industriellen Anlagen und großen Gebäuden ist der Drehstrom-Asynchronmotor. Sein robuster und einfacher Aufbau sowie hohe Schutzarten und standardisierte Bauformen sind Merkmale dieses preiswerten Elektromotors.

Vergleichbar einem rotierenden Transformator wird durch einen Drehstrom in den Wicklungen des Stators ein magnetisches Drehfeld erzeugt. Dieses magnetische Drehfeld fließt über den Luftspalt auch durch den Rotor. Damit durch das magnetische Drehfeld eine Spannung in den Leiterstäben des Rotors induziert wird, muss eine Drehzahldifferenz zwischen Rotordrehzahl und Stator Drehzahl bestehen, der sogenannte Schlupf. Dadurch, dass die Leiterstäbe am unteren und oberen Ende miteinander kurzgeschlossen sind, erzeugt die induzierte Spannung einen Stromfluss in den Stäben. Dieser wiederum erzeugt ein magnetisches Feld im Rotor, welches dem magnetischen Feld des Stators folgt.

Daher rührt auch der Name Asynchronmotor, da ein Drehmoment erst aufgebaut werden kann, wenn die oben genannten Bedingungen gegeben sind. Besteht keine Drehzahldifferenz, kann der Motor kein Drehmoment aufbauen.

#### Permanentmagnetmotor (PM-Motor)

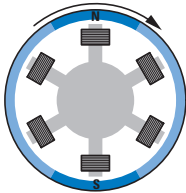


Der PM-Motor ist ein permanentenerregter Drehstrommotor mit frequenzsynchroner Drehzahl. Die auf dem Rotor angeordneten Permanentmagnete ermöglichen in Kombination mit einer hochpoligen, dreiphasigen Statorwicklung große Drehmomente bei kleinen Drehzahlen. In vielen Anwendungen kann dadurch auf ein Getriebe verzichtet werden. Als energieeffizienter Motor überzeugt der PM-Motor im Vergleich zum Asynchronmotor durch einen hohen Wirkungsgrad und gute Leistungsfaktoren – bei geringem Platzbedarf und niedriger Masse. Haupteinsatzgebiete von PM-Motoren sind Walzen- und Pressenantriebe, Rühr- und Mühlenantriebe, Antriebe für Extruderschnecken sowie Antriebe in verschiedenen Bereichen der Kranindustrie.

## Rund um den Motor

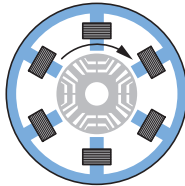
### Grundlagen der Motortechnologie

#### Bürstenloser Gleichstrommotor (BLDC-Motor)



Der bürstenlose Gleichstrommotor (BLDC, Brushless DC Motor, auch ECMotor genannt) ist nicht wie eine Gleichstrommaschine aufgebaut – entgegen seiner Namensgebung –, sondern wie ein Drehstrom-Synchronmotor. Die dreiphasige Wechselstromwicklung erzeugt ein drehendes magnetisches Feld, welches den permanenten Rotor mitzieht. Die Rotorposition wird bei der sensorlosen Vektorregelung über die in den Spulen des Stators erzeugte Gegenspannung (gegen EMK) ermittelt. Dazu muss die Ausgangsspannung des Frequenzumrichters immer in allen drei Phasen aktiv sein (Blockspannungssteuerung) – auch im Stillstand. Im Stillstand werden dadurch kurze Stromimpulse erzeugt, die den Motor zwar nicht bewegen, aber das magnetische Feld des Rotors beeinflussen. Das Regelverhalten des BLDC-Motors entspricht weitgehend dem Verhalten eines Gleichstrom-Nebenschlussmotors. Haupteinsatzgebiete von BLDCMotoren sind Antriebssysteme für Werkzeugmaschinen, Stelleinrichtungen in Fördereinrichtungen sowie Kompressoren und Dosierpumpen.

#### Synchron-Reluktanzmotor (SyncRM)

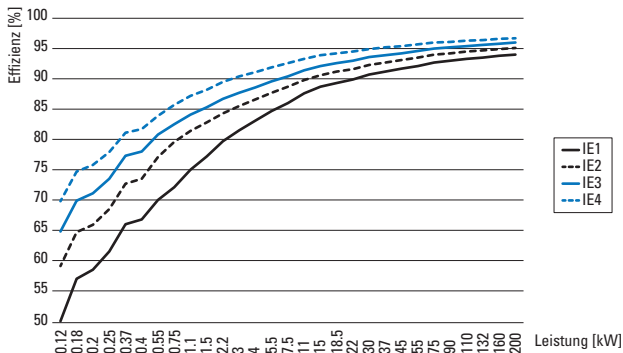


Der Synchron-Reluktanzmotor ist wie ein Drehstrom-Asynchronmotor aufgebaut. Zur Vermeidung von Wirbelströmen ist sein Rotor aus Elektroblechen aufgebaut und unterscheidet sich heute vereinfacht durch zwei Blechschnittgeometrien. Bei Reluktanzmotoren, die am starren Netz betrieben werden sollen, ist der Rotor zusätzlich mit einem Läuferkäfig ausgeführt (ähnlich denen von Asynchronmaschinen). Dieser ermöglicht einen asynchronen Anlauf am Netz, bis der Motor sich synchronisieren („in Tritt fallen“) und dem umlaufenden Drehfeld folgen kann. Bei Reluktanzmotoren, deren Rotor ausgeprägte Pole mit Flussleit- und Flussperrabschnitten aufweisen, ist ein Frequenzumrichter mit sensorloser Vektorregelung erforderlich. Diese Kombination ermöglicht eine drehfeldsynchronen Rotordrehzahl und ein optimales Betriebsverhalten, auch bei Lastwechseln. Die Verluste im Rotor sind dabei nahezu vernachlässigbar. Gegenüber einem herkömmlichen Asynchronmotor weist dieser Synchron-Reluktanzmotor einen besseren Wirkungsgrad auf. Haupteinsatzgebiete sind sog. Strömungsmaschinen (Rotating Equipment) in der Verfahrenstechnik mit Pumpen, Lüftern, Kompressoren und Turbinen, aber auch Mischer, Zentrifugen und Fördereinrichtungen.

## Rund um den Motor

### Grundlagen der Motortechnologie

#### Wirkungsgrad von Elektromotoren



Wirkungsgradkurven für Asynchronmotoren nach IE-Klassifizierung (Quelle: IEC 60034-30-1)

Zur einfacheren Auswahl energieeffizienter Antriebskomponenten wurden 2008 Klassifizierungen für deren Wirkungsgrad eingeführt. Für Motoren für den Betrieb am öffentlichen Netz sind sie in der international gültigen Norm IEC 60034-30-1 festgelegt, zusammen mit den gesetzlichen Anforderungen an die Energieeffizienz. Dabei werden die Wirkungsgrade bzw. Effizienzklassen bei 50 und 60 Hz für 1- bzw. 3-phasige Motoren (mit Ausnahmen) definiert. Unterschieden wird dabei zwischen vier Effizienzklassen (IE = International Efficiency):

- IE1: Standard Efficiency
- IE2: High Efficiency
- IE3: Premium Efficiency
- IE4: Super Premium Efficiency

Eine fünfte Wirkungsgradklasse, die IE5, ist noch nicht im Detail definiert, soll aber in der nächsten Ausgabe der Norm aufgenommen werden.

## Rund um den Motor

### Grundlagen der Motortechnologie

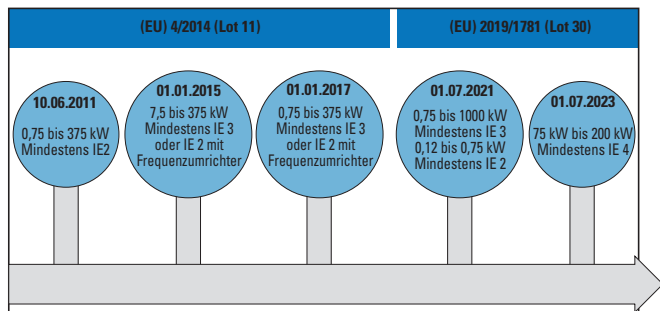
Die EU-Verordnung 640/2009 sah mit seiner Studie zu elektrischen Motoren (Lot 11) einen Stufenplan vor, in dem festgelegt wurde, ab wann welche Anforderungen an die Effizienz von neu in den Verkehr gebrachten Elektromotoren gelten. Dieser Plan reichte in der ersten Fassung bis zum Januar 2017.

Um die Effizienz weiterzutreiben, haben sich die Organe der EU Anfang 2019 mit der Nachfolgestudie Lot 30 auf eine neue, weiterreichende Regelung geeinigt.

Seit dem 1. Juli 2023 gilt: Die Energieeffizienz von 2-, 4- oder 6-poligen Drehstrommotoren, die keine Bremsmotoren, Ex eb Motoren mit erhöhter Sicherheit oder andere explosionsgeschützte Motoren mit einer Nennleistung zwischen 75 kW und 200 kW sind, muss mindestens dem Wirkungsgrad IE4 entsprechen.

Gleichzeitig müssen Drehstrommotoren im Anwendungsbereich mit einer Nennleistung zwischen 0,12 kW und weniger als 0,75 kW mindestens dem Wirkungsgrad IE2 entsprechen. Die Energieeffizienz von Ex eb Motoren für erhöhte Sicherheit mit einer Nennleistung von 0,12 kW bis 1.000 kW, mit 2, 4, 6 oder 8 Polen und Einphasenmotoren mit einer Nennleistung von gleich oder über 0,12 kW muss mindestens dem Wirkungsgrad IE2 entsprechen.

3



Rechtlicher Rahmen für die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren

## Rund um den Motor

### Grundlagen der Antriebstechnik

3

#### 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. 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.

Bei Motoren mit gelegentlich höheren Anlaufströmen als 60 A und Motoren mit Anlaufströmen von mehr als 30 A, die im öffentlichen Netz störende Rückwirkungen verursachen, z. B. durch schweren Anlauf, häufiges Schalten oder schwankende Stromaufnahme (Aufzüge, Sägegatter), müssen weitere Maßnahmen zur Vermeidung der störenden Spannungsänderungen getroffen werden. Motoren mit Leistungen über 4 kW und der Spannungsangabe 400/690 V können hier zum Beispiel über einen

Stern-Dreieck-Anlauf hochgefahren werden. Das direkte Einschalten belastet die Wicklungen des Motors thermisch und durch große, wenn auch nur kurzzeitige, elektrodynamische Kräfte. Zu häufiges, direktes Einschalten vermindert beim Standardmotor die Lebensdauer der Wicklung (z. B. periodischer Aussetzbetrieb).

##### • Stern-Dreieck-Starter ②

Beim Stern-Dreieck-Anlauf erfolgt das Anlassen des Drehstrom-Asynchronmotors durch Umschaltung der Wicklungen. Die Brücken im Klemmkasten des Motors entfallen und alle 6 Wicklungsanschlüsse werden mit der so genannten Stern-Dreieck-Schaltung (manuell betätigter Schalter oder automatische Schützsicherung) an Netzspannung gelegt. In der Betriebsschaltung sind die Wicklungen des Motors im Dreieck geschaltet. Die Wicklungsspannung ( $U_W$ ) muss daher gleich der Phasenspannung ( $U_{LN}$ ) des Drehstromnetzes sein. Beispielsweise bei einer Netzanschlussspannung von 3 AC 400 V muss die Spannungsangabe im Leistungsschild des Motors 400/690 V sein. In der Sternschaltung reduziert sich die Netzspannung ( $U_{LN}$ ) an der einzelnen Motorwicklung um den Faktor  $1/\sqrt{3}$  ( $\sim 0,58$ ). Zum Beispiel:  $400 \text{ V} \times 1/\sqrt{3} = 230 \text{ V}$ . Anzugsdrehmoment und Einschaltstrom werden dabei (in der Sternschaltung) auf etwa ein Drittel der Werte bei der Dreieckschaltung reduziert. Typischer Anlaufstrom:  $2 - 2,5 I_n$ . Wegen des reduzierten Anzugsmoments eignet sich die Stern-Dreieck-Schaltung für Antriebe mit kleinem oder erst mit der Drehzahl steigendem Lastmoment ( $M_L$ ) wie zum Beispiel bei Pumpen und Lüftern (Ventilatoren). Sie wird auch dort



## Rund um den Motor

### Grundlagen der Antriebstechnik

eingesetzt, wo der Antrieb erst nach dem Hochlauf belastet wird, beispielsweise bei Pressen und Zentrifugen. Bei der Umschaltung der Schaltungsart von Stern auf Dreieck fällt der Strom auf Null und die Drehzahl des Motors nimmt je nach Belastung ab. Das Umschalten auf Dreieck bewirkt danach einen sprunghaften Anstieg des Stroms, da hier die volle Netzspannung an den Motorwicklungen anliegt. Bei schwachen Netzen entstehen dadurch Spannungseinbrüche. Das Motormoment springt beim Umschalten auf Dreieck ebenfalls auf einen hohen Wert, was den gesamten Antrieb mechanisch belastet. Werden zum Beispiel Pumpen mit Stern-Dreieck-Startern betrieben, so wird dort zur Dämpfung meistens ein mechanischer Schieber eingesetzt, um den für das System kritischen Fall „Wasserschlag“ zu verhindern. Die automatische Umschaltung von Stern auf Dreieck steuert bei der Schützschaltung meist ein Zeitrelais. Die zeitliche Dauer des Anlaufs in der Sternschaltung ist dabei abhängig von der Belastung des Motors und sollte solange dauern, bis der Motor etwa 75 bis 80 % seiner Betriebsdrehzahl ( $n_N$ ) erreicht hat, um nach dem Umschalten auf Dreieck, möglichst wenig Nachbeschleunigung leisten zu müssen. Diese Nachbeschleunigung ist in der Dreieckschaltung mit hohen Strömen wie beim Direktanlauf verbunden. Ein zu schnelles Umschalten zwischen Stern und Dreieck kann über den Ausschaltlichtbogen (an den Schaltkontakten) einen Kurzschluss hervorrufen. Die Pausenzeit der Umschaltung sollte daher immer so lang gewählt sein, wie für die Lichtbogenlöschung nötig ist. Die Antriebsdrehzahl sollte dabei möglichst wenig abfallen. Spezielle Zeitrelais für die Stern-Dreieck-Umschaltung erfüllen diese

Anforderungen. Beim Anschluss der Leiter an Motor und Starter muss für die Umschaltung von Stern auf Dreieck die richtige Phasenfolge beachtet werden. Dabei ist auch auf die Drehrichtung des Motors zu achten. Ein falscher Anschluss der Phasen kann, bedingt durch den leichten Drehzahlabfall während der stromlosen Umschaltpause, beim Wiedereinschalten sehr hohe Stromspitzen hervorrufen. Diese Stromspitzen gefährden die Motorwicklungen und beanspruchen die Kontakte der Schaltgeräte unnötig. Für den Anlauf in Sternschaltung verbindet erst das Sternschütz die Wicklungsenden U<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>, W<sub>2</sub>. Anschließend schaltet das Hauptschütz die Netzspannung ( $U_{LN}$ ) an die Wicklungsenden U<sub>1</sub>, V<sub>1</sub>, W<sub>1</sub>. Nach Ablauf der eingestellten Anlaufzeit schaltet das Zeitrelais das Sternschütz ab und das Dreieckschütz verbindet die Klemmen U<sub>2</sub>, V<sub>2</sub> und W<sub>2</sub> mit der Netzspannung.

#### • Softstarter ③

In vielen Fällen sind der direkte Anlauf und der stufige Stern-Dreieck-Anlauf des Drehstrom-Asynchronmotors nicht die beste Lösung, denn hohe Stromspitzen beeinflussen das elektrische Netz und Momentstöße beanspruchen stark die mechanischen Teile von Maschine oder Anlage. Der Softstarter schafft hier Abhilfe. Er ermöglicht einen kontinuierlichen und stoßfreien Drehmomentanstieg und bietet auch die Möglichkeit einer gezielten Anlaufstromreduzierung.

Die Motorspannung wird dazu innerhalb einer einstellbaren Anlaufzeit von einer gewählten Startspannung auf die Motornennspannung erhöht. Durch Spannungsverringern kann mit dem Softstarter auch der Auslauf des Antriebes

## Rund um den Motor

### Grundlagen der Antriebstechnik

3

gesteuert werden. Die charakteristischen Kennlinien des Drehstrom-Asynchronmotors gelten nur dann, wenn die volle Netzspannung ( $U_{LN}$ ) zur Verfügung steht. Wenn eine kleinere Spannung anliegt, verringert sich das Drehmoment quadratisch ( $M \sim U_2$ ). Wird beispielsweise im Vergleich zum Stern-Dreieck-Anlauf die Motorspannung auf 58 % ( $\sim 1/\sqrt{3}$ ) reduziert, verringert sich das Drehmoment auf etwa 33 % (ein Drittel). Die Differenz zwischen Lastkennlinie ( $M_L$ ) und Momentkennlinie des Motors ( $M_M$ ) und damit die Beschleunigungskraft, lässt sich so durch Anpassen der Motorspannung beeinflussen. Der Softstarter ist daher vor allem bei Anwendungen mit belasteten Anläufen (Last kann nicht nach dem Hochlaufen zugeschaltet werden) der Stern-Dreieck-Schaltung vorzuziehen. Aus wirtschaftlichen Gründen und unter Berücksichtigung von Energieparmaßnahmen ist er, besonders bei Antrieben mit größerer Leistung, ein Ersatz für die Stern-Dreieck-Schaltungen.

#### • Frequenzumrichter ④

Der Frequenzumrichter ist letztendlich die beste Lösung für den kontinuierlichen und stufenlosen Anlauf des Drehstrom-Asynchronmotors. Durch die einstellbare Strombegrenzung werden hohe Stromspitzen im elektrischen Netz und stoßartige Belastungen in den mechanischen Teilen von Maschine und Anlage verhindert. Neben dem kontinuierlichen Anlauf ermöglicht der Frequenzumrichter auch eine stufenlose Drehzahl- (Frequenz-) Steuerung des Drehstrom-Asynchronmotors. Während beim direkt am Versorgungsnetz angeschlossenen Motor die idealen Betriebsverhältnisse nur im

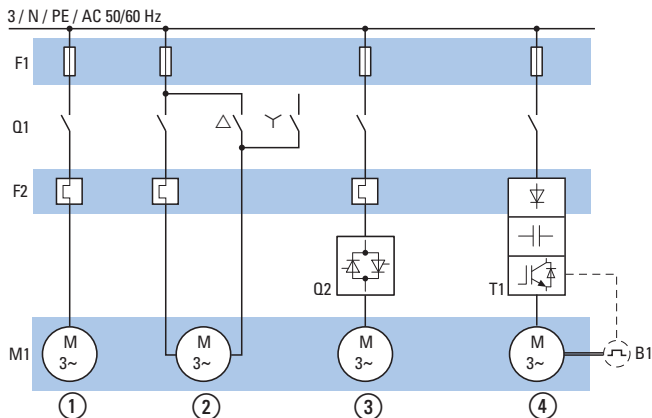
stationären Arbeitspunkt (= Leistungsschildangaben) bestehen, können sie frequenzgeregelt im gesamten Stellbereich genutzt werden, von beispielsweise 4 V bei 0,5 Hz bis 400 V bei 50 Hz. Das konstante Verhältnis von Spannung zu Frequenz ( $U/f$ ) gewährleistet dabei unabhängige Arbeitspunkte mit Nennmoment ( $M_N$ ). Gegenüber den vorangestellten Startvarianten erscheint der Frequenzumrichter auf den ersten Blick als teuerste Lösung. Höhere Anschaffungskosten und zusätzlich erforderliche Installationsmaßnahmen (abgeschirmte Motorleitungen und Funkentstörfilter zur elektromagnetischen Verträglichkeit, EMV) sind Ursachen hierfür. Doch spätestens im Betrieb zeigt der sanfte Motorstart neben Energieeffizienz und Prozessoptimierung auch wirtschaftliche Vorteile auf. Dies gilt beispielsweise besonders für Pumpen und Ventilatoren. Durch die Anpassung von Drehzahl und Geschwindigkeit an den Produktionsprozess und die Kompensation äußerer Störgrößen gewährleistet die frequenzgeregeltere Antriebseinheit eine höhere Lebensdauer und Funktionssicherheit.

- 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.

Zugehörige Stromlaufpläne → Seite 3-9

# Rund um den Motor

## Grundlagen der Antriebstechnik



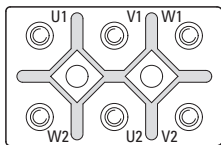
- B1: Drehzahlerfassung (Impulsgeber)  
 F1: Absicherung  
 (Kurzschluss- und Leitungsschutz)  
 F2: Motorschutz  
 (Schutz vor thermischer Überlast,  
 Motorschutzrelais)  
 M1: Drehstrom-Asynchronmotor  
 Q1: Schalten  
 (Leistungsschütz, Motorschütz)  
 Q2: Softstarter, elektronischer Motor-  
 starter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

- ① Direkter Motorstart → Seite 3-6  
 ② Stern-Dreieck-Starter → Seite 3-6  
 ③ Softstarter → Seite 3-7  
 ④ Frequenzumrichter → Seite 3-8

### 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.

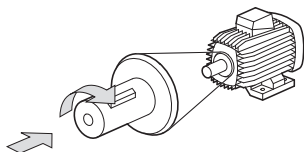


## Rund um den Motor

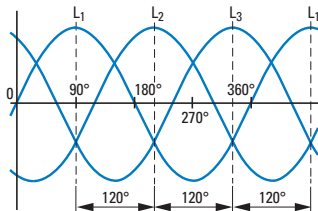
### Grundlagen der Antriebstechnik

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).

3



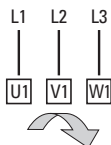
Unabhängig von der Schaltungsart und der Ausprägung des Drehstrom-Asynchronmotors sind die Anschlüsse so gekennzeichnet, dass in alphabetischer Reihenfolge (z. B. U1, V1, W1) bei Anschluss der Netzspannung in zeitlicher Phasenfolge (L1, L2, L3) der Rechtslauf bewirkt wird.



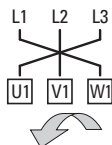
Beim Drehstrom-Asynchronmotor sind drei Wicklungsstränge um jeweils  $120^\circ/p$  ( $p$  = Polpaarzahl) gegeneinander versetzt angeordnet. Beim Aufschalten einer dreiphasigen, um jeweils  $120^\circ$  zeitlich verschobenen Wechselspannung wird im Motor ein Drehfeld erzeugt.

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.

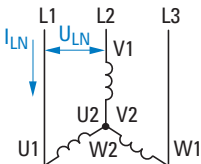
Die folgenden Beispiele zeigen die Leistungsschilder für zwei Motoren mit einer Motorwellenleistung von 4 kW und deren Anschlusschaltungen an einem dreiphasigen Wechselstromnetz mit 400 V und 50 Hz.

# Rund um den Motor

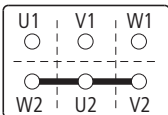
## Grundlagen der Antriebstechnik

### 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. KI F	



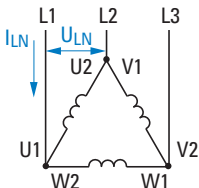
$$U_{LN} = \sqrt{3} \times U_W, I_{LN} = I_W$$



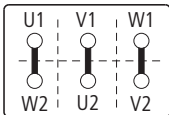
- Mit der Spannungsangabe 230/400 V muss dieser Motor in der Sternschaltung am Drehstromnetz ( $U_{LN} = 400$  V) angeschlossen werden.
- Die Spannung jeder Motorwicklung ist für 230 V ausgelegt. Die Wicklungen müssen daher in Reihe an die Phasenspannung (400 V) geschaltet werden.
- Die drei Wicklungsenden (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. KI F	



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



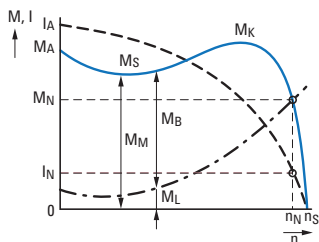
- Mit der Spannungsangabe von 400/690 V muss dieser Motor in der Dreieckschaltung am Drehstromnetz ( $U_{LN} = 400$  V) angeschlossen werden.
- Jede Motorwicklung ist hier für die maximale Phasenspannung von 400 V ausgelegt und kann direkt angeschlossen werden.
- Die Wicklungsenden sind im Klemmkasten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

## Rund um den Motor

### 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)  
 $n_N$ : Nenn Drehzahl im Arbeitspunkt  
 $n_S$ : synchrone Drehzahl  
 ( $n_S - n_N =$  Schlupfdrehzahl  $s$ )

Synchrone Drehzahl:

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

Schlupfdrehzahl 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

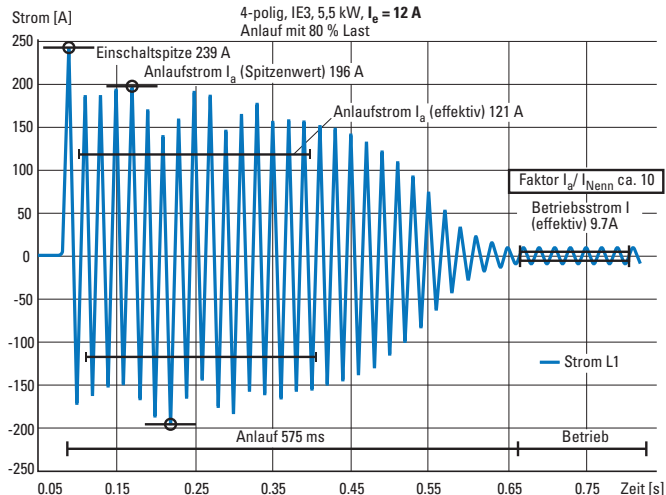
Die Merkmale der beschriebenen Startvarianten ① bis ④ (→ Seite 3-6) sind auf Seite 3-15 und Seite 3-16 dargestellt.

Die Grafiken zeigen dabei typische Kennlinienverläufe.

## Rund um den Motor

### Grundlagen der Antriebstechnik

#### Anlaufströme bei effizienten Motoren



Um die Energieeffizianzorderungen der IEC 60034-30-1 zu erfüllen, haben die Motorenhersteller ihre Motorkonzepte und Konstruktionen angepasst. Um die höheren Wirkungsgrade zu erzielen, werden unter anderem Statorn mit höherer Kupfermasse eingesetzt, Eisenkerne mit dünneren Siliziumblechen und einem höheren Siliziumgehalt verwendet, die Luftspalte optimiert, mehr Leitermaterial am Rotor genutzt und die Kühlsysteme verbessert. Durch diese Änderungen haben IE3- und IE4-Motoren eine höhere Induktivität und geringere Kupferverluste, sodass die Anlaufströme höher sind als die der Standardmotoren IE1 und IE2.

Bei der Betrachtung der Anlaufphase von IE3- und IE4-Motoren sind zwei Stromarten zu unterscheiden: Der Inrush-Strom tritt nur in der ersten und zweiten Halbwelle nach dem Einschalten des Motors auf. Im Vergleich zu einem IE1-Motor kann dieser Einschaltspitzenstrom – abhängig von der Bemessungsleistung – bei IE3-Motoren zwischen 20 und 50 % höher sein, bei IE4-Motoren sogar noch höher. Auch der anschließende Anlaufstrom fällt bei den IE3-Motoren deutlich höher aus – das Anlaufstromverhältnis (Anlaufstrom/Nennstrom) erhöht sich bei Motoren mit einer Leistung von weniger als 3 kW bis zu 35 % und bei Motoren mittlerer Größe um bis zu 15 % und bei Motoren mit mehr als 75 kW um weniger als 7 %.

## Rund um den Motor

### Grundlagen der Antriebstechnik

3

Auch hier gilt, dass IE4-Motoren noch einmal ein deutlich höheres Anlaufstromverhältnis haben. Erst nach dem Abklingen von Inrush-Anlaufstrom wird dann der niedrigere Nennstrom erreicht. Die Ströme sind abhängig von der Konstruktion des Motors, den Netzverhältnissen (z. B. von der Spannungsstabilität der Stromversorgung), der Länge der Motorzuleitungen sowie der Einschaltphasenlage.

Schaltgeräte, die zusammen mit IE3- und IE4-Motoren eingesetzt werden, müssen sowohl die höheren Anlauf als auch Inrush-Ströme sicher beherrschen. Dazu gehört auch, dass die Motorenabsicherung zwischen dem Inrush-Strom des Motors und einem Störfall (z. B. einem Kurzschluss) unterscheiden können muss. Eine wichtige Rolle spielt das Verhältnis zwischen dem Inrush-Strom und dem Effektivwert des Volllaststroms des Motors, weil es mit dem Ansprechwert des Kurzschlussauslösers der Motorschutzschalter in Beziehung steht. Nur wenn der Strom der Kurzschlussauslösung über dem Verhältnis zwischen dem Spitzenwert des Einschaltstroms und dem Effektivwert des Volllaststroms des IE3- bzw. IE4-Motors liegt, findet beim Anschalten des Motors kein unerwünschtes Auslösen statt.

Moderne Programme zur Dimensionierung von Niederspannungsnetzen helfen bei der richtigen Auswahl der Schutzkomponenten. Das Programm xSpider von Eaton zum Beispiel berücksichtigt bei der Berechnung des Kurzschlussstroms auch den Einfluss der Motoren.

Auch bei Motorstartern und Softstartern sollte darauf geachtet werden, dass sie für den Betrieb mit energieeffizienten Motoren zugelassen sind. Denn sind die Leistungsschütze nicht für IE3- bzw. IE4-Motoren geeignet, verursachen die erhöhten Anlaufströme einen schnelleren Verschleiß des Kontaktapparates und dadurch ein schnelleres Verschweißen der Kontakte. Bei Anwendungen mit häufigeren Schaltvorgängen kann es so zu Prozessstillständen kommen. Gleiches gilt für Motorschutzschalter oder Motorstarter-Kombinationen. Auch diese müssen für einen Betrieb mit erhöhten Anlaufströmen ausgelegt sein, damit diese zu keiner Fehlauflösung und schnellerem Verschleiß führen. Ein erhöhter Wartungsaufwand muss dann nicht befürchtet werden. Motorstarter von Eaton erfüllen die aktuellen IEC/EN Normen der 60947-x Serie und werden auch zukünftigen Normen entsprechen. Eaton Motorstarter sind bis zu 15-fachem Einschaltstrom getestet, sobald die Anlaufströme für den Betrieb von IE4-Motoren innerhalb dieser Grenzen liegen, werden sie von Eaton Motorstartern beherrscht.

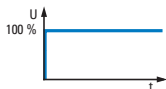


# Rund um den Motor

## Grundlagen der Antriebstechnik

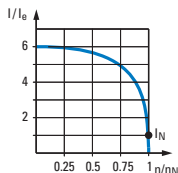
### Direkter Motorstart ①

#### Spannungsverlauf



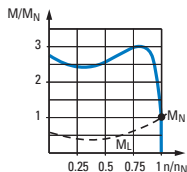
- Netzbelastung hoch

#### Stromverlauf



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

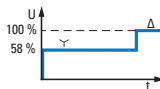
#### Drehmomentverlauf



- 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

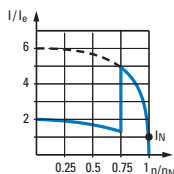
### Stern-Dreieck-Starter ②

#### Spannungsverlauf



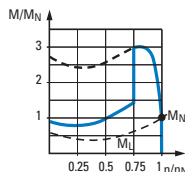
- Netzbelastung mittel

#### Stromverlauf



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

#### Drehmomentverlauf



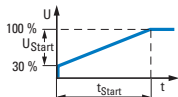
- Relatives Anlaufmoment  
0,5 bis  $1 \times M_N$  ( $\sim 1/3$  gegenüber Direktstart)
- Merkmale:
  - Anlauf mit reduziertem Strom und Drehmoment
  - Strom-, Momentenspitze bei Umschalten
- Anwendungsbereich:  
Antriebe, die erst nach dem Anlauf belastet werden

# Rund um den Motor

## Grundlagen der Antriebstechnik

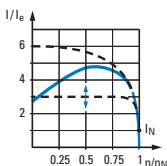
### Softstarter ③

#### Spannungsverlauf



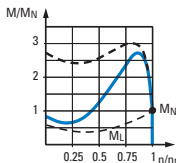
- Netzbelastung gering bis mittel

#### Stromverlauf



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

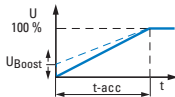
#### Drehmomentverlauf



- 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.

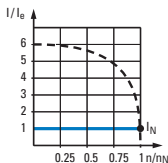
### Frequenzumrichter ④

#### Spannungsverlauf



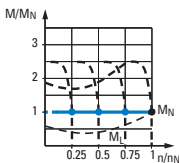
- Netzbelastung gering

#### 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.

# Rund um den Motor

## Motorschutz

### Auswahlhilfen



Der Eaton Motorstarter-Konfigurator ermöglicht die schnelle und sichere Bestimmung, welcher Motorstarter für die betreffende Anwendung am sinnvollsten ist. Dazu wird nur die notwendige Betriebsspannung, die Motorleistung, Auslöseklasse, Zuordnungsart und Art des Motorstarts angegeben. Mit Hilfe der weiteren Auswahlkriterien kann der Benutzer auch entscheiden ob eine Lösung mit Motorschutzschalter, Überlastrelais oder auch elektronischen Motorstarter benötigt wird.

Als Ergebnis der Konfiguration erhalten Sie eine Liste mit den notwendigen Komponenten inklusive Artikelbezeichnungen und Bestellnummern.

Direkt aus dem Konfigurator haben Sie auch die Möglichkeiten die technische Dokumentation zu den ausgewählten Komponenten einzusehen.

Den Motorstarter-Konfigurator finden Sie unter:

[Eaton.com/moem-tools](https://eaton.com/moem-tools)



## Rund um den Motor Motorschutz

3

### Motorschutzrelais mit Wiedereinschaltperre

Sie müssen stets bei Dauerkontaktgabe (z. B. Druckwächter, Grenztaster) verwendet werden, um die automatische Wiedereinschaltung zu verhindern. Die Entsperrung kann von außen für jedermann zugänglich ausgeführt werden. Motorschutzrelais ZB werden stets mit Wiedereinschaltperre geliefert. Die Relais sind umstellbar auf selbsttätige Wiedereinschaltung.

### Motorschutzrelais ohne Wiedereinschaltperre

Sie können nur bei Impulskontaktgabe (z. B. Drucktaster) verwendet werden, da nach Abkühlen der Bimetalle keine automatische Wiedereinschaltung möglich ist.

### Sonderschaltungen

Sie können vom Motorbemessungsstrom abweichende Einstellungen des Relais erfordern, z. B. bei Stern-Dreieck-Schaltern, einzeln kompensierten Motoren, Wandlerrelais usw.

### Schalzhäufigkeitsbetrieb

Er macht den Motorschutz schwierig. Das Relais ist wegen seiner geringeren Zeitkonstante höher als auf Motorbemessungsstrom einzustellen. Die für Schalzhäufigkeit ausgelegten Motoren vertragen diese Einstellung bis zu einem gewissen Grade. Wenn auch kein vollwertiger Schutz gegen Überlast gewährleistet werden kann, so doch ein ausreichender gegen Nichtanlauf.

### Grobschutzsicherungen und Schnellauslöser

Sie werden gegen die Auswirkungen von Kurzschlüssen sowohl zum Schutze des Motors als auch des Relais benötigt. Ihre maximale Größe ist auf jedem Relais angegeben und muss unbedingt beachtet werden. Größere Werte – etwa nach dem Leitungsquerschnitt bemessen – führen zu einer Zerstörung von Motor und Relais.

Die folgenden Ausführungen geben noch Hinweise auf das Verhalten einer Betriebsanlage mit Motorschutz.

### Auf welchen Strom wird das Motorschutzrelais richtig eingestellt?

Auf den Motorbemessungsstrom, nicht tiefer und nicht höher. Ein zu tief eingestelltes Relais verhindert die volle Ausnutzung des Motors, ein zu hoch eingestelltes gewährleistet keinen vollwertigen Überlastschutz. Löst das richtig eingestellte Relais zu häufig aus, ist entweder die Belastung des Motors zu verringern oder ein größerer Motor einzusetzen.

### Wann löst das Motorschutzrelais richtig aus?

Nur bei erhöhter Stromaufnahme des Motors, bedingt durch mechanische Überlastung des Motors, Unterspannung oder Phasenausfall bei etwa vollbelastetem Motor, Nichtanlauf wegen Blockierung.

## Rund um den Motor Motorschutz

### Wann löst das Motorschutzrelais nicht rechtzeitig aus, obwohl der Motor gefährdet ist?

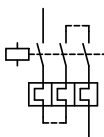
Bei Veränderungen am Motor, die keine erhöhte Stromaufnahme bewirken:  
Einwirkung von Feuchtigkeit, verminderte Kühlung infolge Drehzahlabfall oder Verschmutzung, vorübergehende Zusatzerwärmung des Motors von außen, Lagerverschleiß.

### Wann wird das Motorschutzrelais zerstört?

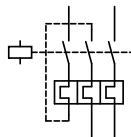
Nur wenn bei zu hoch bemessener Grobschutzeinrichtung ein Kurzschluss hinter dem Relais auftritt. Dann sind meist aber auch Schütz und Motor mitgefährdet. Deshalb immer die auf jedem Relais angegebene maximale Sicherung beachten!

3-polige Motorschutzrelais sind bei Einphasen- und Gleichstrommotoren so zu schalten, dass bei 1-poliger oder 2-poliger Schaltung alle drei Pole des Motorschutzrelais vom Strom durchflossen werden.

#### 1-polig



#### 2-polig



Ein wichtiges kennzeichnendes Merkmal von Überlastrelais sind nach IEC/EN 60947-4-1 die Auslöseklassen (CLASS 10 A, 10, 20, 30). Sie legen für die verschiedenen Anlaufbedingungen von Motoren (Normalanlauf bis Schweranlauf) unterschiedliche Auslösekennlinien fest.

## Rund um den Motor Motorschutz

### Ansprechwerte

Ansprechgrenzen von zeitverzögerten  
Überlastrelais bei allpoliger Belastung.

Art des Überlast- relais	Vielfaches des Stromeinstellwertes						Bezugs- umgebungs- temperatur
	A	B	C		D		
3	t > 2 h ausge- hend vom kalten Zustand des Relais	t ≤ 2 h	Auslöse- klasse	Auslöse- zeit in Minuten	Auslöse- klasse	Auslöse- zeit in Sekunden	
			10 A 10 20 30	≤ 2 ≤ 4 ≤ 8 ≤ 12	10 A 10 20 30	2 < T ≤ 10 4 < T ≤ 10 6 < T ≤ 20 9 < T ≤ 30	
Nicht umgebungs- temperatur- kompensierte thermische Relais und magnetische Relais	1,0	1,2	1,5		7,2		+ 40 °C
Umgebungs- temperatur- kompensierte thermische Relais	1,05	1,2	1,5		7,2		+ 20 °C

Bei thermischen Überlastrelais mit einem Stromeinstellbereich müssen die Ansprechgrenzen sowohl in der obersten als auch in der untersten Einstellung auf den zugehörigen Strom angewendet werden.

## Rund um den Motor Motorschutz

Ansprechgrenzen 3-poliger thermischer  
Überlastrelais mit nur 2-poliger Belastung

Art des thermischen Überlastrelais	Vielfaches des Stromeinstellwertes				Bezugs- umgebungs- temperatur
	A $t > 2 \text{ h}$ , ausgehend vom kalten Zustand des Relais		B $t \leq 2 \text{ h}$		
Umgebungstemperaturkompensiert, nicht phasenausfallempfindlich	3 Pole	1,0	2 Pole 1 Pol	1,32 0	+ 20 °C
Nicht umgebungstemperaturkompensiert, nicht phasenausfallempfindlich	3 Pole	1,0	2 Pole 1 Pol	1,25 0	+ 40 °C
Umgebungstemperaturkompensiert, phasenausfallempfindlich	2 Pole 1 Pol	1,0 0,9	2 Pole 1 Pol	1,15 0	+ 20 °C

3

Bei thermischen Überlastrelais mit einem Stromeinstellbereich müssen die Ansprechgrenzen sowohl in der obersten als auch in der untersten Einstellung mit dem zugehörigen Strom erfüllt werden.

### Überlastbarkeit

Bimetallrelais und Bimetallauslöser haben Heizwicklungen, die durch Überhitzung thermisch zerstört werden können. Über thermische Überlastrelais, die zum Motorschutz eingesetzt werden, fließen die Einschalt- und Ausschaltströme des Motors. Je nach Gebrauchskategorie und Größe des Motors liegen diese Ströme zwischen  $6$  und  $12 \times I_e$  (Bemessungsbetriebsstrom).

Der Zerstörungspunkt ist abhängig von Baugröße und Konstruktion. Er liegt in der Regel bei etwa  $12$  bis  $20 \times I_e$ .

Der Zerstörungspunkt ergibt sich aus dem Schnittpunkt der verlängerten Auslösekennlinien und dem Vielfachen des Stroms.

### Kurzschlussfestigkeit der Hauptstrombahnen

Bei Strömen, die über das Ausschaltvermögen des Motorstarters in Abhängigkeit von der Gebrauchskategorie hinausgehen (EN 60947-1, VDE 0660-102, Tabelle 7), darf der während der Ausschaltzeit des Schutzgerätes fließende Strom den Motorstarter beschädigen.

## Rund um den Motor Motorschutz

Das zulässige Verhalten von Startern unter Kurzschlussbedingungen wird in sog. Zuordnungsarten (1 und 2) definiert. Bei Schutzgeräten wird angegeben, welche der Zuordnungsarten sie sicherstellen.

### Zuordnungsart 1

Im Kurzschlussfall darf der Starter Personen und Anlagen nicht gefährden. Er muss für weiteren Betrieb ohne Reparatur nicht geeignet sein.

### Zuordnungsart 2

Im Kurzschlussfall darf der Starter Personen und Anlagen nicht gefährden. Er muss für weiteren Betrieb geeignet sein. Die Gefahr der Kontaktverschweißung ist

gegeben. Für diesen Fall muss der Hersteller Wartungsanweisungen geben.

Die Auslösecharakteristik des Überlastrelais darf nach einem Kurzschluss nicht von der gegebenen Auslösekennlinie abweichen.

### Kurzschlussfestigkeit des Hilfsschalters

Der Hersteller gibt ein Überstrom-Schutzorgan an. Die Schaltkombination wird mit drei Ausschaltungen bei 1000 A unbeeinflusstem Strom mit einem Leistungsfaktor zwischen 0,5 und 0,7 bei Bemessungsbetriebsspannung geprüft. Ein Verschweißen der Kontakte darf nicht auftreten (EN 60947-5-1, VDE 0660-200).

## Motorschutz in Sonderfällen

### Schweranlauf

Für einen ungestörten Anlauf ist eine ausreichend lange Auslösezeit beim Anlauf des Motors erforderlich. Für die Mehrzahl der Fälle lassen sich Motorschutzrelais ZB, Motorschutzschalter PKZ(M) oder Leistungsschalter NZM verwenden. Die Auslösezeiten können den Auslösekennlinien im Sortimentskatalog „Motoren schalten und schützen“ entnommen werden.

Bei besonders schwer anlaufenden Motoren, deren Anlaufzeit höher ist als die Auslösezeit der oben genannten Geräte, wäre es völlig falsch, das vor Ende des Anlaufs auslösende Motorschutzrelais höher als auf den Bemessungsstrom des Motors einzustellen. Damit könnte zwar das Anlaufproblem gelöst werden, der Motorschutz während des Laufs wäre aber nicht gewährleistet. Es gibt verschiedene Lösungen:

### Wandlerrelais ZW7

Besteht aus drei Spezial-Sättigungsstromwandlern, die ein Motorschutzrelais Z... speisen. Wird hauptsächlich bei mittleren und größeren Motoren verwendet.

Das Übersetzungsverhältnis der Sättigungswandler  $I_1/I_2$  ist bis zum zweifachen Bemessungsstrom  $I_e$  praktisch linear. In diesem Bereich unterscheidet es sich nicht von einem normalen Motorschutzrelais, ergibt also im ungestörten Betrieb einen normalen Überlastschutz. Im darüberliegenden Bereich der Wandler-Kennlinie ( $I > 2 \times I_e$ ) wächst der Sekundärstrom nicht mehr proportional zum Primärstrom.

Das nichtlineare Ansteigen des Sekundärstromes bewirkt die größere Zeitverzögerung der Auslösung bei über dem zweifachen Bemessungsstrom liegenden Überströmen und gestattet daher auch längere Anlaufzeiten.



## Rund um den Motor Motorschutz

### Anpassung des Wandlerrelais ZW7 an kleinere Motorbemessungsströme

Die im Sortimentskatalog „Motoren schalten und schützen“ angegebenen Einstellbereiche gelten für einmalige Durchführung der Leitungen durch das Relais.

Wird das Wandlerrelais ZW7 für einen kleineren Motorbemessungsstrom als 42 A (kleinster Wert des Einstellbereichs 42 bis 63 A) benötigt, wird dies durch mehrmaliges Durchführen der Leitungen erreicht. Die auf dem Typenschild angegebenen Motorbemessungsströme ändern sich im umgekehrten Verhältnis zur Anzahl der Leitungsdurchführungen.

#### Beispiel:

ZW7-63 (Einstellbereich 42 bis 63 A) ergibt bei zweimaliger Durchführung der Leitungen eine Herabsetzung auf 21 bis 31,5 A Motorbemessungsstrom.

### Anlaufüberbrückung des Motorschützes

Bei kleineren Motoren ist die Anlaufüberbrückung wirtschaftlicher. Das Motorschutzrelais wird wegen des zusätzlichen parallelgeschalteten Schützes während des Anlaufs nicht vom Strom durchflossen. Erst nach dem Hochlauf wird durch Ausschalten des Überbrückungsschützes der volle Motorstrom über das Motorschutzrelais geleitet. Es gewährt bei richtiger Einstellung auf Motorbemessungsstrom vollen Motorschutz während des Betriebs. Der Anlauf muss überwacht werden.

Der zulässigen Trägheit von Wandlerrelais und der Überbrückungszeit sind vom Motor Grenzen gesetzt. Es muss sichergestellt werden, dass der Motor die bei direktem Einschalten sehr hohe Anlaufwärme für die vorgesehene Dauer vertragen kann. Bei Maschinen mit sehr großer Schwungmasse, bei denen dieses Problem bei direktem Einschalten praktisch allein vorkommt, sind Motor und Anlaufverfahren sorgfältig auszuwählen.

Je nach Betriebsbedingungen kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein ausreichender Schutz der Motorwicklung durch ein Motorschutzrelais nicht mehr gegeben ist. Dann ist abzuwägen, ob ein elektronisches Motorschutzrelais ZEV, ZEB oder ein Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6 in Verbindung mit einem Motorschutzrelais Z die Anforderungen erfüllt.

Beispielschaltungen → Abschnitt „Stern-Dreieck-Schalter (Y Δ)“, Seite 3-24.

## Rund um den Motor

### Motorschutz

#### Stern-Dreieck-Schalter (Y Δ)

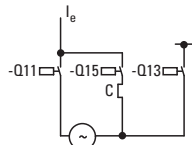
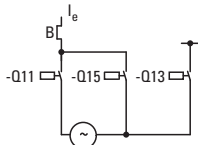
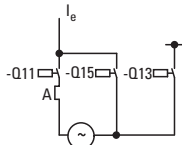
1 Drehrichtung

Umschaltzeit bei Motorschutzrelais in Position

A: < 15 s

B: > 15 < 40 s

C: > 40 s



#### Einstellung des Motorschutzrelais

$0,58 \times I_e$

In Y-Stellung voller Schutz  
des Motors

$1 \times I_e$

In Y-Stellung nur bedingter  
Motorschutz

$0,58 \times I_e$

In Y-Stellung kein  
Motorschutz

#### Polumschalter

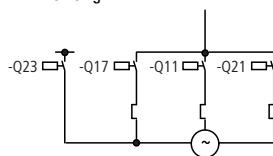
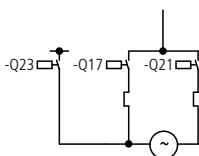
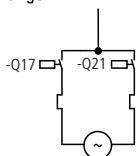
2 Drehzahlen

2 getrennte Wick-  
lungen

Dahlander-Schaltung

3 Drehzahlen

1 x Dahlander  
+ 1 Wicklung

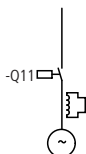


Kurzschlusschutz der Motorschutzrelais ist zu beachten.

Eventuell getrennte Zuleitungen vorsehen.

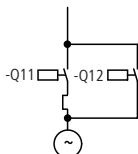
#### Schweranlauf

Wandlerrelais ZW7



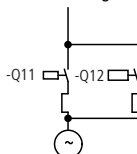
Für mittlere und große  
Motoren

Anlaufüberbrückung des  
Motorschutzes



Für kleinere Motoren; kein  
Schutz während des Anlaufs

Anlaufüberbrückung mit  
Überbrückungsrelais



Automatische Abschaltung  
des Überbrückungsschützes

# Rund um den Motor

## Motorschutz

### Einzel kompensierter Motor

$$I_w = I_e \times \cos \varphi \quad [\text{A}]$$

$$I_b = \sqrt{I_e^2 - I_w^2} \quad [\text{A}]$$

$$I_c = U_e \times \sqrt{3} \times 2\pi f \times C \times 10^{-6} \quad [\text{A}]$$

$$I_c = \frac{P_c \times 10^3}{\sqrt{3} \times U_e}$$

$I_e$  = Motorbemessungsbetriebsstrom [A]

$I_w$  = Wirkstrom } Anteil vom Motorbemessungsbetriebsstrom [A]

$I_b$  = Blindstrom

$I_c$  = Kondensator-Bemessungsstrom [A]

$I_{EM}$  = Einstellstrom des Motorschutzrelais [A]

$\cos \varphi$  = Leistungsfaktor des Motors

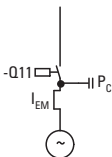
$U_e$  = Bemessungsbetriebsspannung [V]

$P_c$  = Kondensator-Bemessungsleistung [kvar]

$C$  = Kapazität des Kondensators [ $\mu\text{F}$ ]

### Kondensator angeschlossen

an Schützklemmen

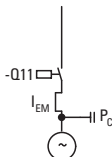


Einstellung  $I_{EM}$  des Motorschutzrelais

$$I_{EM} = 1 \times I_e$$

Kondensator entlastet Leitung vom Schütz zum Motor nicht.

an Motorklemmen



$$I_{EM} = \sqrt{I_w^2 + (I_b - I_c)^2}$$

Kondensator entlastet Leitungen vom Schütz zum Motor, übliche Anordnung.

## Rund um den Motor

### Motorschutz

#### Thermistor-Maschinenschutzgeräte

Thermistor-Maschinenschutzgeräte eignen sich in Verbindung mit temperaturabhängigen Halbleiter-Widerständen (Thermistoren) für die Temperaturüberwachung von Motoren, Transformatoren, Heizungen, Gasen, Ölen, Lagern usw.

3

Je nach Anwendung nimmt man Thermistoren mit positivem (Kaltleiter) oder negativem Temperaturkoeffizienten (Heißeiter). Beim Kaltleiter ist der Widerstand im Bereich niedriger Temperaturen klein. Ab einer bestimmten Temperatur steigt er steil an. Dagegen haben Heißeiter eine fallende Widerstands-Temperatur-Kennlinie, die nicht das ausgeprägte Sprungverhalten der Kaltleiter-Kennlinie aufweist.

#### Temperaturüberwachung von elektrischen Maschinen

Die Thermistor-Maschinenschutzgeräte EMT6 entsprechen den Kenndaten für das Zusammenwirken von Schutzgeräten und Kaltleiterfühlern nach EN 60947-8.

Damit eignen sie sich für die Temperaturüberwachung von Serienmotoren.

Bei der Bemessung eines Motorschutzes ist zwischen ständerkritischen und läuferkritischen Motoren zu unterscheiden:

- **ständerkritisch**

Motoren, deren Ständerwicklung schneller als der Läufer die zulässige Grenztemperatur erreicht. Der in der Ständerwicklung eingebaute Kaltleiterfühler stellt sicher, dass Ständerwicklung und Läufer selbst bei festgebremstem Läufer hinreichend geschützt sind.

- **läuferkritisch**

Käfigläufermotoren, deren Läufer im Falle des Blockierens früher die zulässige Grenztemperatur erreicht als die Ständerwicklung. Der verzögerte Temperaturanstieg im Ständer kann zu einer verspäteten Auslösung des Thermistor-Maschinenschutzgerätes führen. Es ist daher ratsam, den Schutz läuferkritischer Motoren durch ein Motorschutzrelais zu ergänzen. Drehstrommotoren größer als 15 kW sind meist läuferkritisch.

Überlastschutz von Motoren nach IEC 204 und EN 60204: Bei Motoren ab 2 kW mit häufigem Anlaufen und Bremsen wird eine auf diese Betriebsart abgestimmte Schutzeinrichtung empfohlen. Hier bietet sich der Einbau von Temperaturfühlern an. Kann der Temperaturfühler einen ausreichenden Schutz bei festgebremstem Läufer nicht sicherstellen, ist zusätzlich ein Überstromrelais vorzusehen.

Generell ist bei häufigem Anlaufen und Bremsen von Motoren, unregelmäßigem Aussetzbetrieb und zu hoher Schalzhäufigkeit eine kombinierte Anwendung von Motorschutzrelais und Thermistor-Maschinenschutz zu empfehlen. Um bei diesen Betriebsbedingungen ein vorzeitiges Auslösen des Motorschutzrelais zu vermeiden, wird es höher als der vorgegebene Betriebsstrom eingestellt. Das Motorschutzrelais übernimmt dann den Blockierschutz; der Thermistorschutz überwacht die Motorwicklung.

## Rund um den Motor

### Motorschutz

In Verbindung mit jeweils bis zu sechs Kaltleiterfühlern nach DIN 44081 können die Thermistor-Maschinenschutzgeräte zur direkten Temperaturüberwachung von

Ex e-Motoren nach ATEX-Richtlinie (94/9 EG) verwendet werden. Eine EG-Baumusterprüfbescheinigung liegt vor.

#### Schutzumfang strom- und temperaturabhängiger Motorschutzeinrichtungen

Schutz des Motors bei	mit Bimetall	mit Kaltleiter	mit Bimetall und Kaltleiter
Überlastung im Dauerbetrieb	+	+	+
langen Anlauf- und Bremsvorgängen	(+)	+	+
Schaltung auf blockierten Läufer (ständerkritischer Motor)	+	+	+
Schaltung auf blockierten Läufer (läuferkritischer Motor)	(+)	(+)	(+)
Einphasenlauf	+	+	+
unregelmäßigem Aussetzbetrieb	–	+	+
zu hoher Schalthäufigkeit	–	+	+
Spannungs- und Frequenzschwankungen	+	+	+
erhöhter Kühlmitteltemperatur	–	+	+
behinderter Kühlung	–	+	+

- + voller Schutz
- (+) bedingter Schutz
- kein Schutz

# Rund um den Motor

## Schaltungsunterlagen

### Allgemein

Schaltungsunterlagen erläutern die Funktion von Schaltungen oder von Leitungsverbindungen. Sie sagen, wie elektrische Einrichtungen gefertigt, errichtet und gewartet werden.

3

Lieferant und Betreiber müssen vereinbaren, in welcher Form die Schaltungsunterlagen erstellt werden: in Papier oder elektronischer Form. Sie müssen sich auch auf die Sprache einigen, in der die Dokumentation erstellt wird. Bei Maschinen müssen nach den Vorgaben der EU Maschinenrichtlinie/-Verordnung und ISO 12100 Benutzerinformationen in der Amtssprache des Einsatzlandes verfasst werden.

Schaltungsunterlagen werden in zwei Gruppen unterteilt:

#### Einteilung nach dem Zweck

Erläuterung der Arbeitsweise, der Verbindungen oder der räumlichen Lage von Betriebsmitteln. Dazu gehören:

- erläuternde Schaltpläne,
- Übersichtsschaltpläne,
- Ersatzschaltpläne,
- erläuternde Tabellen oder Diagramme,
- Ablaufdiagramme, Ablauftabellen,
- Zeitablaufdiagramme, Zeitablauf tabellen,
- Verdrahtungspläne,
- Geräteverdrahtungspläne,
- Verbindungspläne,
- Anschlusspläne,
- Anordnungspläne.

#### Einteilung nach Art der Darstellung

Vereinfacht oder ausführlich:

- 1- oder mehrpolige Darstellung,
- zusammenhängende, halbzusammenhängende oder aufgelöste Darstellung,
- lagerichtige Darstellung.

Eine prozessorientierte Darstellung mit dem Funktionsplan (FUP) kann die Schaltungsunterlagen ergänzen (vgl. vorhergehende Seiten).

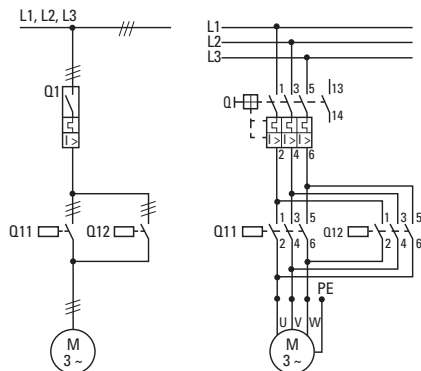
Beispiele für die Erstellung von Schaltungsunterlagen sind in DIN EN IEC 61082-1 aufgeführt.

#### Schaltpläne

Schaltpläne (engl. Diagrams) zeigen den spannungs- oder stromlosen Zustand der elektrischen Einrichtung. Man unterscheidet:

- Übersichtsschaltplan (block diagram). Vereinfachte Darstellung einer Schaltung mit ihren wesentlichen Teilen. Zeigt die Arbeitsweise und Gliederung einer elektrischen Einrichtung.
- Stromlaufplan (circuit diagram). Ausführliche Darstellung einer Schaltung mit ihren Einzelheiten. Zeigt die Arbeitsweise einer elektrischen Einrichtung.
- Ersatzschaltplan (equivalent circuit diagram). Besondere Ausführung eines erläuternden Schaltplanes für Analyse und Berechnung von Stromkreiseigenschaften.

## Rund um den Motor Schaltungsunterlagen



Stromlaufplan: 1-polige und 3-polige Darstellung

### Verdrahtungspläne

Verdrahtungspläne (wiring diagrams) zeigen die leitenden Verbindungen zwischen elektrischen Betriebsmitteln. Sie zeigen die inneren oder äußeren Verbindungen und geben im allgemeinen keinen Aufschluss über die Wirkungsweise. Anstelle von Verdrahtungsplänen können auch Verdrahtungstabellen verwendet werden.

- Geräteverdrahtungsplan (unit wiring diagram). Darstellung aller Verbindungen innerhalb eines Gerätes oder einer Gerätekombination.
- Verbindungsplan (interconnection diagram). Darstellung der Verbindung zwischen den Geräten oder Gerätekombinationen einer Anlage.
- Anschlussplan (terminal diagram). Darstellung der Anschlusspunkte einer elektrischen Einrichtung und die daran angeschlossenen inneren und äußeren leitenden Verbindungen.

- Anordnungsplan (location diagram). Darstellung der räumlichen Lage der elektrischen Betriebsmittel; muss nicht maßstäblich sein.

Hinweise zur Kennzeichnung der elektrischen Betriebsmittel im Schaltplan sowie zu weiteren Schaltplandetails finden Sie im Kapitel „Normen, Formeln, Tabellen“.

## Rund um den Motor

### Kennzeichnung bestimmter Motorschütze

---

Die Motorschütze in den Schützkombinationen haben nach DIN EN 81346-2 für Betriebsmittel und Funktion die Kennbuchstaben Q sowie eine Zählnummer, die gleichzeitig die Aufgabe des Gerätes kennzeichnet, z. B. Q22 = Netzschütz, Linkslauf, für hohe Drehzahl.

**3**

Bei Schützkombinationen, die aus mehreren Grundtypen aufgebaut sind, ist der Grundtyp beibehalten. So setzt sich z. B. der Stromlaufplan eines Wende-Sterndreieck-Schalters aus der Grundschtaltung des Wendeschützes und des normalen Sterndreieck-Schalters zusammen.

Weitere Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel:

- für die IEC-Welt → Seite 10-2
- für Nordamerika → Seite 9-14



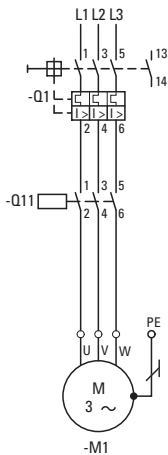
## Rund um den Motor

### Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

#### Schaltungsbeispiele mit Leistungsschützen DIL

##### Sicherungslos ohne Motorschutzrelais

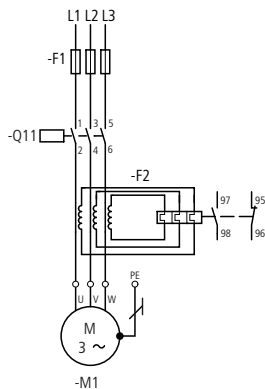
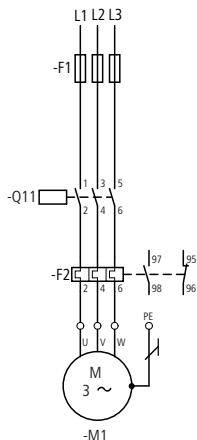
Kurzschlusschutz<sup>1)</sup> und Überlastschutz durch Motorschutzschalter PKZM, PKE oder Leistungsschalter NZM.



##### Sicherungen mit Motorschutzrelais

Kurzschlusschutz<sup>2)</sup> für Schütz und Motorschutzrelais durch Schmelzsicherungen F1. Kurzschlusschutz<sup>3)</sup> für Schütz durch Schmelzsicherungen F1.

Überlastschutz durch Motorschutzrelais F2.



1) Schutzorgan in der Zuleitung nach Sortimentskatalog „Motoren schalten und schützen“ oder Montageanweisung.

2) Sicherungsgröße nach Angabe auf dem Typenschild des Motorschutzrelais.

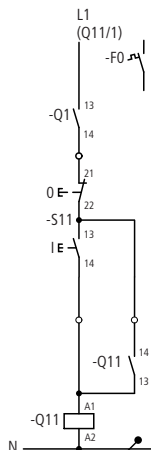
3) Sicherungsgröße nach Sortimentskatalog „Motoren schalten und schützen“, Technische Daten für Schütze.

## Rund um den Motor

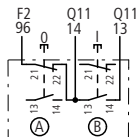
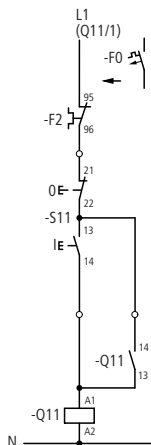
### Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

#### Schaltungsbeispiele mit Anlaufüberbrückung des Motorschutzrelais

##### ohne Motorschutzrelais



##### mit Motorschutzrelais



Für die Bemessung von F0 Kurzschlussfestigkeit der Schaltglieder im Stromkreis beachten.  
Doppeltaster

#### Befehlsgerät

I: EIN

0: AUS

#### Anschluss weiterer Befehlsgeräte

→ Abschnitt „Impulskontaktgeber“,  
Seite 3-39

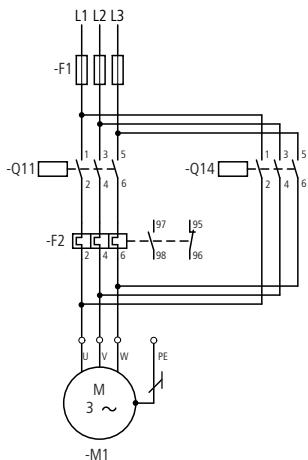
**Wirkungsweise:** Durch Betätigen des Tasters I wird Schützspule Q11 erregt. Das Schütz schaltet den Motor ein und hält sich nach Freigabe des Tasters über den eige-

nen Hilfsschalter Q11/14-13 und Taster 0 an Spannung (Impulskontakt). Normalerweise schaltet das Betätigen des Tasters 0 das Schütz Q11 aus. Bei Überlast schaltet der Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 aus. Der Spulenstrom wird unterbrochen, Schütz Q11 schaltet den Motor ab.

## Rund um den Motor

### Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

#### Anwendung bei Antrieben mit Schweranlauf

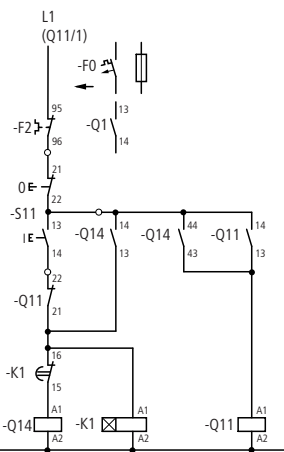


**Anschluss bei Motorschutzschalter  
PKZM..., PKE und Leistungsschalter  
NZM... → Abschnitt „Sicherungen mit  
Motorschutzrelais“, Seite 3-35**

## Rund um den Motor

### Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

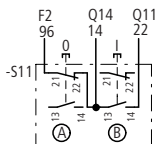
3



Q14: Überbrückungsschütz

K1: Zeitrelais

Q11: Netzschütz



#### Befehlsgerät

I: EIN

O: AUS

#### Anschluss weiterer Befehlsgeräte

→ Abschnitt „Impulskontaktgeber“,

Seite 3-39

#### Wirkungsweise

Durch Betätigen des Tasters I wird das Überbrückungsrelais Q14 erregt und hält sich über Q14/13-14. Gleichzeitig bekommt das Zeitrelais K1 Spannung. Durch Q14/44-43 zieht das Netzschütz Q11 an und hält sich über Q11/14-13. Nach Ablauf der eingestellten Zeit, die der Anlaufzeit des Motors entspricht, wird durch K1/16-15 das Überbrückungsschütz Q14 abgeschaltet. K1 wird ebenfalls spannungslos und kann genau wie Q14 erst wieder erregt werden, nachdem durch Taster O der Motor

ausgeschaltet worden ist. Der Öffner Q11/22-21 verhindert das Einschalten von Q14 und K1 während des Betriebs. Bei Überlast schaltet der Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 ab.

## Rund um den Motor

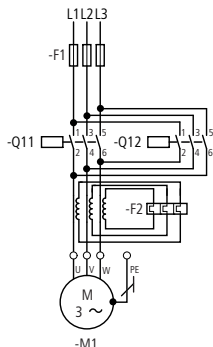
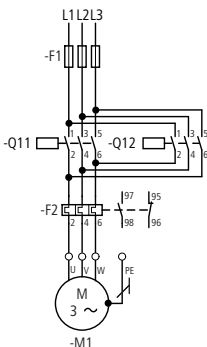
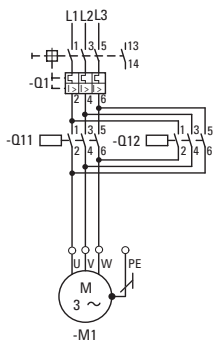
### Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

#### Zwei Drehrichtungen, Wendeschütz DIUL

##### Sicherungslos ohne Motorschutzrelais

Kurzschlusschutz und Überlastschutz durch Motorschutzschalter PKZM, PKE oder Leistungsschalter NZM.

Sicherungsgröße in der Zuleitung nach Sortimentskatalog „Motoren schalten und schützen“ oder Montageanweisung.

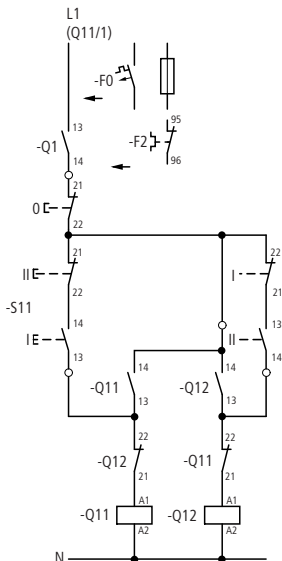


1) Sicherungsgröße nach Angabe auf dem Typenschild des Motorschutzrelais F2

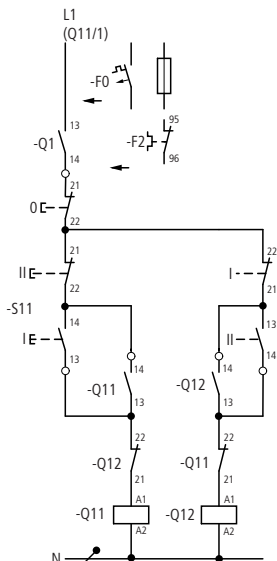
## Rund um den Motor

### Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

Drehrichtungsänderung **nach** Betätigen des 0-Tasters

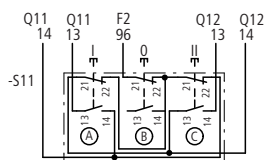
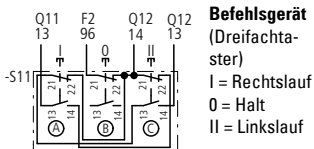


Drehrichtungsänderung **ohne** Betätigen des 0-Tasters



Q11: Netzschütz, Rechtslauf

Q12: Netzschütz, Linkslauf



## Rund um den Motor

### Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

**Wirkungsweise:** Durch Betätigen des Tasters I wird die Spule des Schützes Q11 erregt. Es schaltet den Motor im Rechtslauf ein und hält sich nach Freigabe des Tasters I über seinen Hilfsschalter Q11/14-13 und Taster 0 an Spannung (Impulskontakt). Der Öffner Q11/22-21 sperrt elektrisch das Einschalten von Schütz Q12. Das Betätigen von Taster II schaltet Schütz Q12

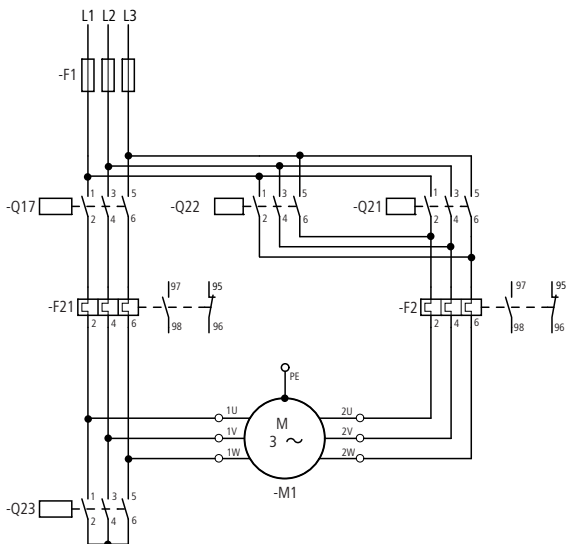
(Motor Linkslauf). Zum Umschalten von Rechts- auf Linkslauf muss je nach Schaltung vorher der Taster 0 oder direkt der Taster für die Gegenrichtung betätigt werden. Bei Überlast schalten der Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 oder der Schließer 13-14 des Motorschutz- oder des Leistungsschalters aus.

3

### Zwei Drehrichtungen und Drehzahländerung (Wendeschütz)

Sonderschaltung (Dahlanderschaltung) für Vorschubantriebe u. ä.

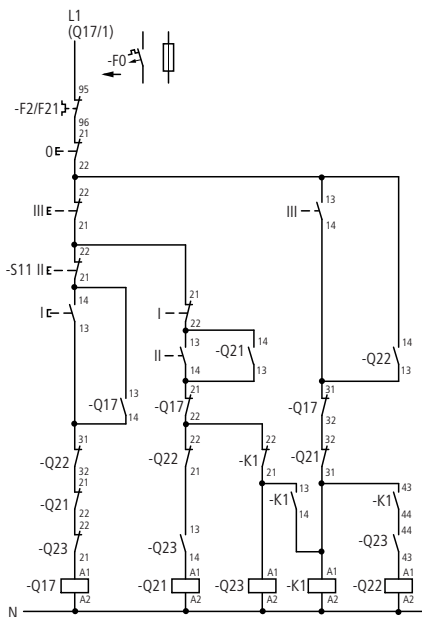
VOR: Vorschub oder Eilgang  
ZURÜCK: nur Eilgang  
HALT: Dahlanderschaltung



## Rund um den Motor

### Direktes Einschalten von Drehstrommotoren

3



- 0: Halt
- I: niedrige Drehzahl – VOR (Q17)
- II: hohe Drehzahl – VOR (Q21 + Q23)
- III: hohe Drehzahl – ZURÜCK (Q22 + Q23)

- Q17: Vorschub vor
- Q21: Eilgang vor
- Q23: Sternschütz
- K1: Hilfsschütz
- Q22: Eilgang zurück

**Wirkungsweise:** Der Vorlauf wird je nach der gewünschten Geschwindigkeit durch Betätigen der Taster I oder II eingeleitet. Taster I schaltet über Q17 den Vorschub ein. Q17 hält sich über seinen Schließer 13-14. Soll der Vorschub im Eilgang erfolgen, wird durch Taster II das Sternschütz Q23 erregt, das über seinen Schließer Q23/13-14 das Eilgangschütz Q21 einschaltet. Die Selbsthaltung beider Schütze erfolgt über Q21/13-14. Ein direktes Umschalten von Vorschub auf Eilgang während des Vorlaufs ist möglich.

Der Rücklauf im Eilgang wird durch Taster III eingeleitet. Hilfsschütz K1 zieht an und bringt über K1/14-13 das Sternschütz Q23. Eilgangschütz Q22 wird über die Schließer K1/43-44 und Q23/44-43 an Spannung gelegt. Selbsthaltung über Q22/14-13. Der Rücklauf kann nur über den Taster 0 gestoppt werden. Eine direkte Umsteuerung ist nicht möglich.

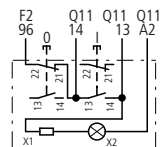


# Rund um den Motor

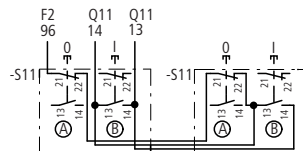
## Befehlsgeräte für direktes Einschalten

### Schaltungsbeispiele mit Leistungsschützen DILM...

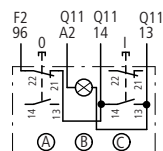
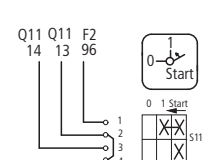
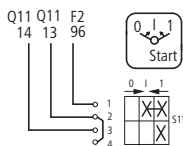
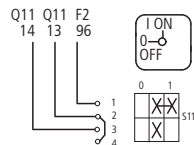
#### Impulskontaktgeber



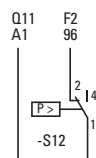
Leuchtdrucktaster



Zwei Doppeldrucktaster

Doppeldrucktaster mit  
LeuchtmelderTastschalter T0-1-15511 mit  
selbsttätiger Rückrastung  
zur Stellung 1Tastschalter T0-1-15366 mit  
selbsttätiger Rückrastung  
zur AusgangsstellungUmschalter T0-1-15521 mit  
Wischkontakt in der  
Zwischenstellung

#### Dauerkontaktgeber



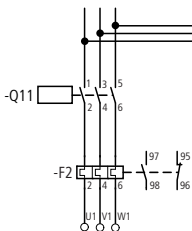
Druckwächter MCS

## Rund um den Motor

### Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

#### Stern-Dreieck-Schalten mit Motorschutzrelais

3

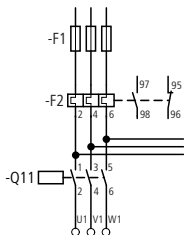


#### Anordnung in der Motorleitung

Stern-Dreieck-Schalter mit Motorschutzrelais, also mit thermisch verzögertem Überstromrelais, haben in der normalen Schaltung das Motorschutzrelais in den Ableitungen zu den Motorklemmen U1, V1, W1 oder V2, W2, U2. Das Motorschutzrelais wirkt auch in der Sternschaltung, denn es liegt in Reihe mit der Motorwicklung und wird vom Relaisbemessungsstrom = Motorbemessungsstrom  $\times 0,58$  durchflossen. Vollständiges Schaltbild  $\rightarrow$  Abschnitt „Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL“, Seite 3-42.

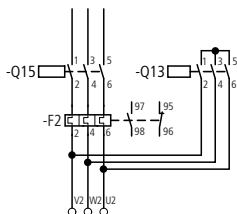
#### Anordnung in der Netzzeileitung

Abweichend von seiner Anordnung in der Motorleitung kann das Motorschutzrelais auch in der **Netzzeileitung liegen**. Der hier gezeigte Ausschnitt zeigt das abgewandelte Schaltbild vom  $\rightarrow$  Abschnitt „Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL“, Seite 3-42. Für Antriebe, bei denen während des Anlaufs in der Sternschaltung des Motors das Relais F2 bereits auslöst, kann das für den **Motorbemessungsstrom bemessene Relais F2 in die Netzzeileitung** geschaltet werden. Die Auslösezeit verlängert sich dann etwa auf das 4- bis 6-fache. In der Sternschaltung wird zwar auch das Relais vom Strom durchflossen, bietet aber in dieser Schaltung keinen vollwertigen Schutz, da sein Strom auf den 1,73-fachen Phasenstrom verschoben ist. Es bietet aber Schutz gegen Nichtanlauf.



## Rund um den Motor

### Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren



#### Anordnung in der Dreieck-Schaltung

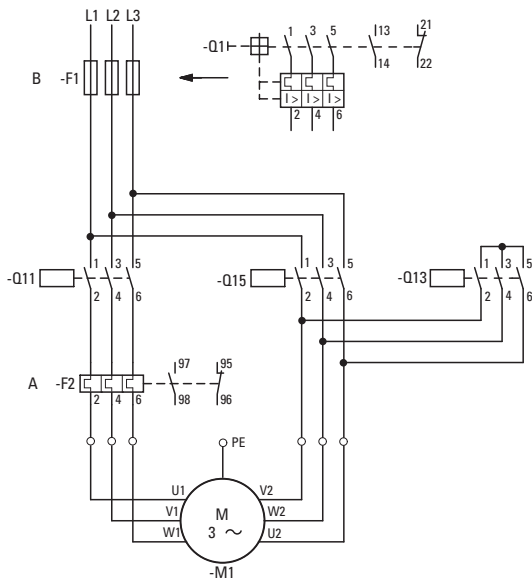
Abweichend von der Anordnung in Motorleitung oder Netzzuleitung kann das Motorschutzrelais in der Dreieck-Schaltung liegen. Der gezeigte Ausschnitt zeigt das abgewandelte Schaltbild vom → Abschnitt „Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL“, Seite 3-42. Bei sehr schweren, langandauernden Anläufen (z. B. in Zentrifugen) kann das für den Relaisbemessungsstrom = Motorbemessungsstrom  $\times 0,58$  bemessene Relais F2 auch in die Verbindungsleitungen Dreieckschütz Q15 – Sternschütz Q13 geschaltet werden. In der Sternschaltung wird dann das Relais F2 nicht vom Strom durchflossen. Beim Anlauf ist also kein Motorschutz vorhanden. Diese Schaltung wird immer dann angewendet, wenn ausgesprochener Schwer- oder Langzeitanlauf vorliegt und wenn Sättigungswandler-Relais noch zu schnell ansprechen.

## Rund um den Motor

### Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

#### Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL

3



#### Anordnung und Dimensionierung der Schutzeinrichtungen

Position A	Position B
$F2 = 0,58 \times I_e$ mit F1 in Position B $t_a \leq 15$ s	$Q1 = I_e$ $t_a > 15 - 40$ s
Motorschutz in $\Upsilon$ - und $\Delta$ -Stellung	Motorschutz in $\Upsilon$ -Stellung nur bedingt

#### Dimensionierung der Schaltgeräte

$Q11, Q15 = 0,58 \times I_e$

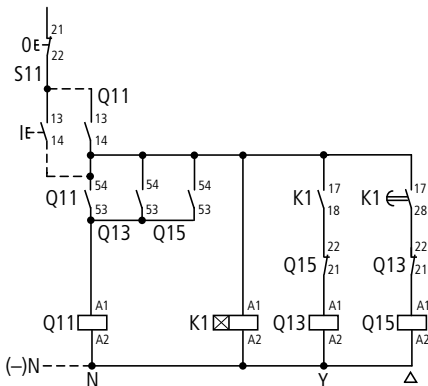
$Q13 = 0,33 \times I_e$

## Rund um den Motor

### Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

Weitere Hinweise zur Anordnung des Motorschutzrelais → Abschnitt „Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL“, Seite 3-42.

#### SDAINLM12 bis SDAINLM55



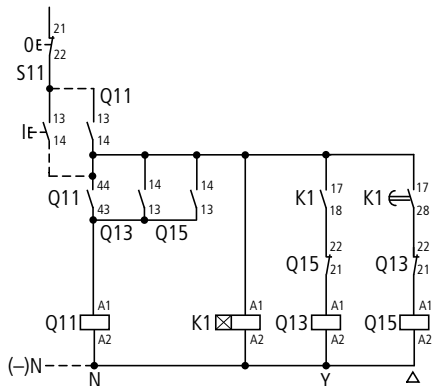
#### Drucktaster

K1: Zeitrelais ca. 10 s  
 Q11: Netzschütz  
 Q13: Sternschütz  
 Q15: Dreieckschütz  
 Doppeltaster

#### Wirkungsweise

Taster I betätigt Zeitrelais K1. Dessen als Sofortkontakt ausgebildeter Schließer K1/17-18 gibt Spannung an Sternschütz Q13. Q13 zieht an und legt über Schließer Q13/14-13 Spannung an Netzschütz Q11.

#### SDAINLM70 bis SDAINLM260



Q11 und Q13 gehen über die Schließer Q11/14-13 und Q11/44-43 in Selbsthaltung. Q11 bringt den Motor M1 in Sternschaltung an Netzspannung.

## Rund um den Motor

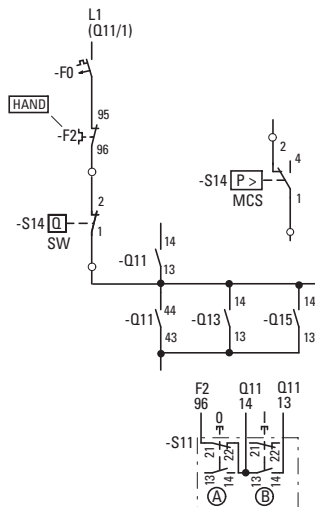
### Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

Anschluss weiterer Befehlsgeräte

→ Abschnitt „Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten“, Seite 3-48

#### SDAINLM12 bis SDAINLM260 Dauerkontaktgeber

3



Doppeltaster  
Befehlsgerät

I = EIN

0 = AUS

Entsprechend der eingestellten Umschaltzeit öffnet K1/17-18 Stromkreis Q13. Nach 50 ms wird über K1/17-28 Stromkreis Q15 geschlossen. Sternschütz Q13 fällt ab. Dreieckschütz Q15 zieht an und legt Motor M1 an volle Netzspannung. Gleichzeitig unterbricht Öffner Q15/22-21 den Stromkreis Q13 und verriegelt damit gegen erneutes Einschalten während des Betriebszustandes.

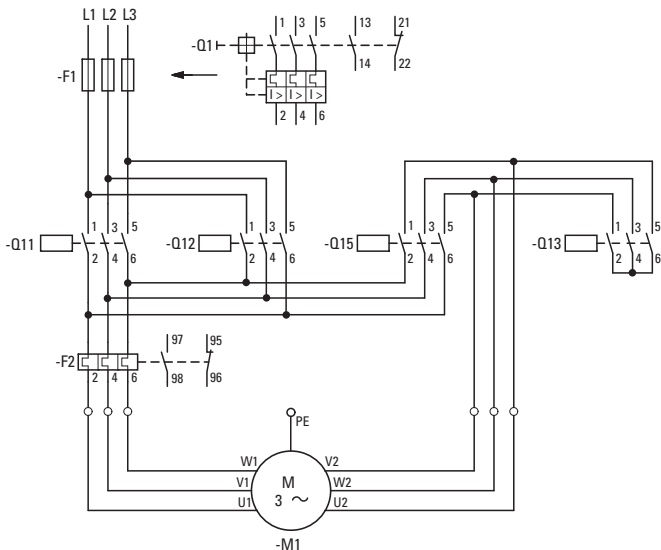
Ein neuer Anlauf ist nur möglich, wenn vorher mit Taster 0 oder bei Überlast durch den Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 oder über den Schließer 13-14 des Motorschutz- oder Leistungsschalters ausgeschaltet worden ist.

# Rund um den Motor

## Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

### Automatischer Wende-Stern-Dreieck-Schalter

Zwei Drehrichtungen



#### Dimensionierung der Schaltgeräte

Q11, Q12:  $I_e$

F2, Q15:  $0,58 \times I_e$

Q13:  $0,33 \times I_e$

Die maximale Motorleistung ist durch das vorgeschaltete Wendeschütz begrenzt und niedriger als bei automatischen Stern-Dreieck-Schaltern für eine Drehrichtung.

Normalausführung: Relaisstrom = Motorbemessungsstrom  $\times 0,58$

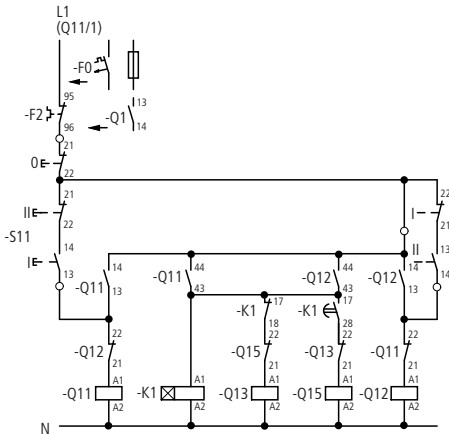
Andere Lagen des Motorschutzrelais

→ Abschnitt „Stern-Dreieck-Schalten mit Motorschutzrelais“, Seite 3-40

## Rund um den Motor

### Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

#### Drehrichtungsänderung nach Betätigen des 0-Tasters



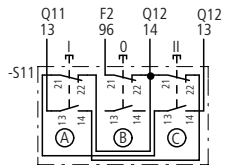
Dreifachstaster

**Befehlsgeräte**

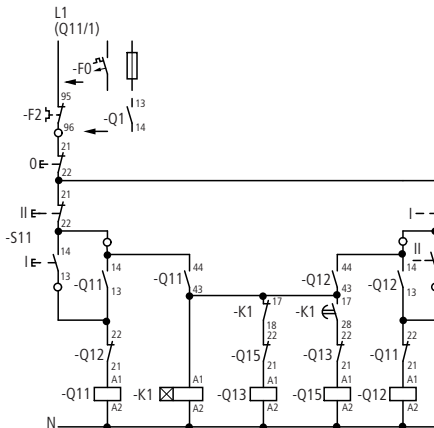
I = Rechtslauf

0 = Halt

II = Linkslauf



#### Drehrichtungsänderung ohne Betätigen des 0-Tasters



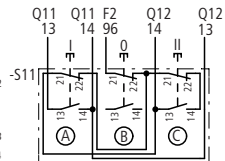
Dreifachstaster

**Befehlsgeräte**

I = Rechtslauf

0 = Halt

II = Linkslauf





## Rund um den Motor

### Stern-Dreieck-Schalten von Drehstrommotoren

#### Anschluss weiterer Befehlsgeräte

→ Abschnitt „Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten“, Seite 3-48

#### Wirkungsweise

Drucktaster I betätigt Schütz Q11 (z. B. Rechtslauf). Drucktaster II betätigt Schütz Q12 (z. B. Linkslauf). Das zuerst eingeschaltete Schütz legt die Motorwicklung an Spannung und hält sich selbst über den eigenen Hilfsschalter 14-13 und Drucktaster 0 an Spannung. Der jedem Netzschütz zugeordnete Schließer 44-43 gibt die Spannung an Sternschütz Q13. Q13 zieht an und schaltet den Motor M1 in Sternschaltung ein. Gleichzeitig spricht auch Zeitrelais K1 an. Entsprechend der eingestellten Umschaltzeit öffnet K1/17-18 den Stromkreis Q13. Q13 fällt ab. K1/17-28 schließt den Stromkreis von Q15.

Dreieckschütz Q15 zieht an und schaltet Motor M1 auf Dreieck um, also an volle Netzspannung. Gleichzeitig unterbricht Öffner Q15/22-21 den Stromkreis Q13 und verriegelt damit gegen erneutes Einschalten während des Betriebszustandes. Zum Umschalten zwischen Rechts- und Linkslauf muss je nach Schaltung vorher der Drucktaster 0 oder direkt der Drucktaster für die Gegenrichtung betätigt werden. Bei Überlast schaltet Öffner 95-96 am Motorschutzrelais F2 aus.

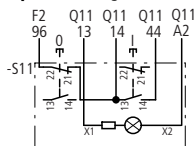
# Rund um den Motor

## Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten

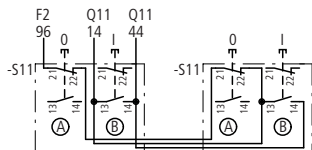
### Automatischer Stern-Dreieck-Schalter

#### Impulskontaktgeber

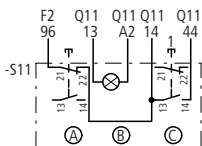
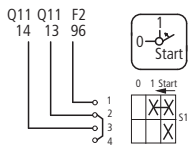
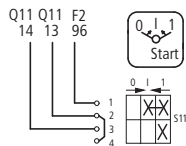
3



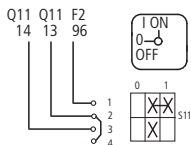
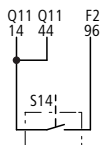
Leuchtdrucktaster



Zwei Doppeldrucktaster

Doppeldrucktaster mit  
LeuchtmelderTastschalter T0-1-15511 mit  
selbsttätiger Rückkrastung  
zur Stellung 1.Tastschalter T0-1-15366 mit  
selbsttätiger Rückkrastung  
zur Ausgangsstellung.

#### Dauerkontaktgeber

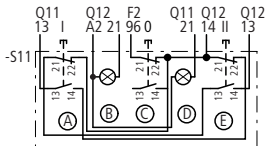
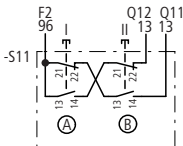
Umschalter T0-1-15521 mit  
Wischkontakt in der  
Zwischenstellungz. B. Wahltaster  
Nockenschalter T  
Positionsschalter LS  
Druckwächter MCS

## Rund um den Motor

### Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten

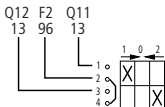
#### Drehstrom-Wendeschütz

#### Wende-Stern-Dreieck-Schalter



Doppeldrucktaster<sup>1)</sup> ohne Halteleitung (Tippen) Anwendung nur für Wendeschütze

Dreifachstarter mit Leuchtmelder Drehrichtungsänderung nach Betätigen des 0-Tasters



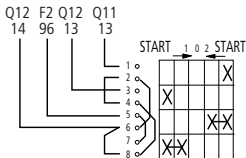
FS 4011



FS 684

Tastschalter<sup>1)</sup> T0-1-8214, ohne Halteleitung (Tippen) selbsttätige Rückstellung zur Nullstellung Anwendung nur für Wendeschütze

Umschalter<sup>1)</sup> T0-1-8210 Schalter bleibt in Stellung 1 oder 2 stehen

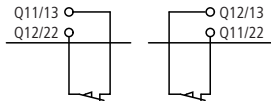


FS 140660

Tastschalter T0-2-8177 mit selbsttätiger Rückkrastung zur Stellung 1 oder 2

#### Grenztaster

Zum Anschluss der Grenztaster sind die Verbindungen zwischen den Schützklemmen Q11/13 und Q12/22 sowie Q12/13 und Q11/22 zu entfernen, die Grenztaster zwischenzuschalten.



<sup>1)</sup> Motorschutzrelais stets mit Wiedereinschaltsperr

## Rund um den Motor

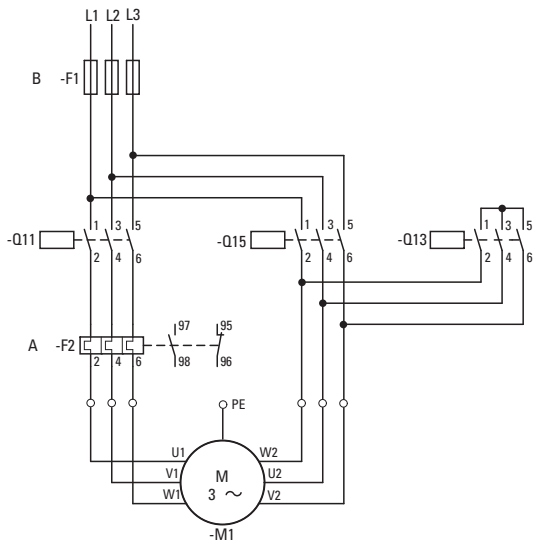
### Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten

#### Ungünstige Stern-Dreieck-Schaltung

Bei Verwendung einer ungünstigen Verschaltung der Motorwicklungen kann es beim Umschalten von Stern- auf Dreiecksschütz zu hohen Ausgleichsströmen kommen. Die Ausgleichsströme können bis in den Bereich der Kurzschlussauslöser reichen und belasten Schaltgeräte und Motor stark. Fehlauflösungen des Schutzorgans sind möglich. Nachfolgendes Schaltbild zeigt beispielsweise die ungünstige Verschaltung der Motorwicklungen im Motoranschlusskasten für den Rechtslauf.

Vergleiche auch günstige Variante

→ Abschnitt „Automatische Stern-Dreieck-Schalter SDAINL“, Seite 3-42

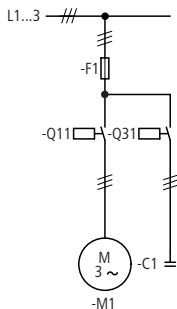


## Rund um den Motor

### Schalten von Kondensatoren

#### Leistungsschütze DIL für Kondensatoren – Einzelschaltung

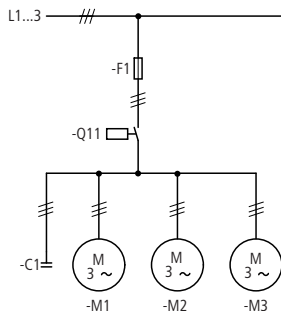
##### Einzelkompensation



Einschwingvorgänge mit hohen Stromspitzen beanspruchen Schütze beim Einschalten von Kondensatoren stark. Beim Einschalten eines einzelnen Kondensators können Ströme bis zum 30-fachen des Bemessungsstroms auftreten, was allerdings für die Leistungsschütze DIL von Eaton kein Problem ist.

Bei der Installation von Kondensatoren sind u. a. die VDE-Vorschriften 0560-4 zu beachten. Danach sind Kondensatoren, die nicht direkt mit einem elektrischen Gerät verbunden sind, das einen Entladestromkreis bildet, mit einer fest verbundenen Entladevorrichtung zu versehen. Kondensatoren, die parallel zum Motor geschaltet sind, benötigen keine Entladevorrichtung, da die Entladung über die Motorwicklung läuft. Zwischen Entladestromkreis und Kondensator dürfen keine Trennschalter und Sicherungen installiert sein.

##### Gruppenkompensation



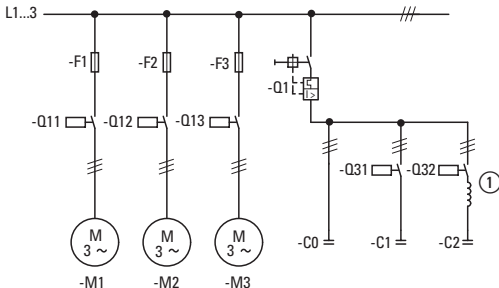
Entladekreis oder Entladevorrichtung müssen innerhalb von einer Minute nach dem Abschalten des Kondensators die Restspannung am Kondensator auf unter 50 V senken.

# Rund um den Motor

## Schalten von Kondensatoren

### Kondensatorschütz DILK... – Einzel- und Parallelschaltung

#### Zentralkompensation



#### ① Zusatzinduktivität bei Normalschütz

Bei einer Zentralkompensation mit Parallelschaltung der Kondensatoren ist zu beachten, dass der Ladestrom nicht nur aus dem Netz, sondern zusätzlich aus den parallelgeschalteten Kondensatoren entnommen wird. Das führt zu Einschaltstromspitzen, die über dem 150-fachen Bemessungsstrom liegen können. Ein weiterer Grund für diese Spitzenströme ist die Verwendung verlustarmer Kondensatoren (MKV) sowie der kompakte Aufbau mit kurzen Verbindungselementen zwischen Schütz und Kondensator.

Werden Schütze in Normalausführung eingesetzt, besteht die Gefahr der Verschweißung. Hier sind spezielle Kondensatorschütze einzusetzen, wie sie Eaton in der Ausführung DILK... liefert. Sie beherrschen Einschaltstromspitzen bis zum 180-fachen Bemessungsstrom.

Stehen keine Spezialschütze zur Verfügung, können durch Zusatzinduktivitäten die Einschaltströme gedämpft werden. Dies erreicht man einmal durch längere Zuleitungen zu den Kondensatoren oder durch Einfügen einer Luftspule mit einer Mindestinduktivität von etwa  $6 \mu\text{H}$  (5 Windungen, Spulendurchmesser etwa 14 cm) zwischen Schütz und Kondensator. Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung der hohen Einschaltströme besteht im Einsatz von Vorstufenwiderständen.

#### Verdrosselung

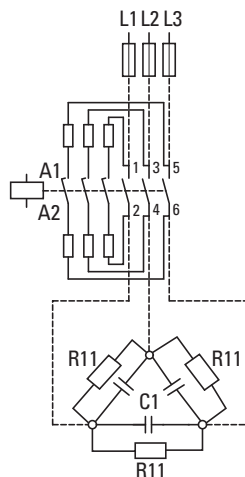
Häufig werden die Kondensatoren in Zentralkompensationsanlagen mit einer Verdrosselung zur Vermeidung von Resonanzen mit Oberschwingungen versehen. Hier wirken die Drosseln auch begrenzend auf den Einschaltstrom und es können normale Schütze verwendet werden.

## Rund um den Motor

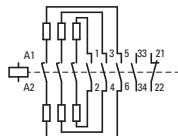
### Schalten von Kondensatoren

#### Leistungsschütze DILK für Kondensatoren

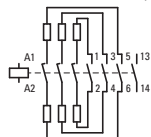
Einzelschaltung mit Vorwiderständen



DILK12 bis DILK25 (12,5 bis 25 kvar/400 V)

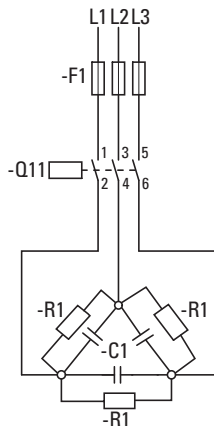


DILK33 bis DILK50 (33,3 bis 50 kvar/400 V)



#### Leistungsschütze DIL für Kondensatoren

Einzelschaltung ohne Schnellentladewiderstände

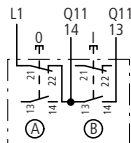
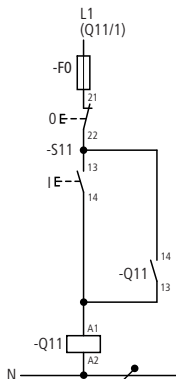


Entladewiderstände R1 im Kondensator eingebaut

## Rund um den Motor

### Schalten von Kondensatoren

3



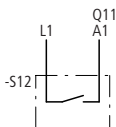
Doppeltaster

**Anschluss weiterer Befehlsgeräte:**

→ Abschnitt „Befehlsgeräte für Stern-Dreieck-Einschalten“, Seite 3-48

#### Dauerkontaktgeber

Bei Betätigung durch Blindleistungsbegrenzer ist zu überprüfen, ob dessen Schalleistung zur Betätigung der Schützspule ausreicht. Gegebenenfalls Hilfsschütz zwischenschalten.



#### Wirkungsweise

Durcktaster I betätigt Schütz Q11. Q11 zieht an und hält sich über den eigenen Haltekontakt 14-13 und Drucktaster 0 an Spannung. Kondensator C1 ist damit eingeschaltet. Entladewiderstände R1 sind bei eingeschaltetem Schütz Q11 nicht wirksam. Ausschalten durch Betätigen des Drucktasters 0. Öffner Q11/21-22 schalten dann die Entladewiderstände R1 auf den Kondensator C1.

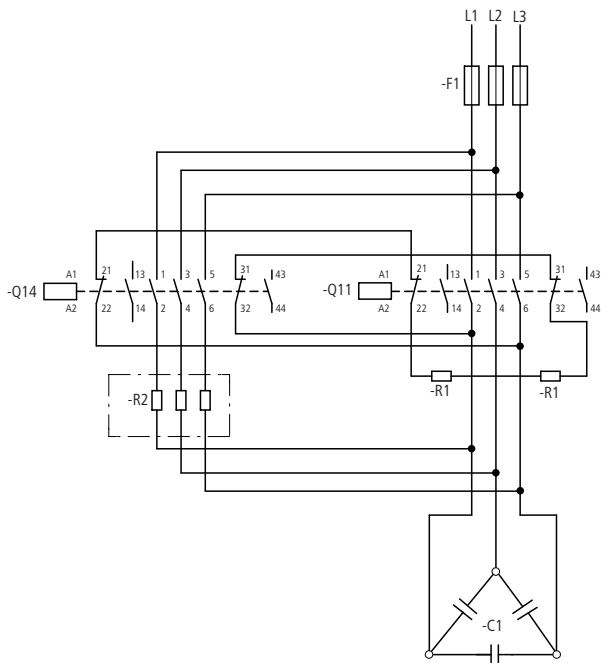


## Rund um den Motor

### Schalten von Kondensatoren

#### Kondensatorschützkombination

Kondensatorschütz mit Vorstufenschütz und Vorwiderständen. Einzel- und Parallelschaltung ohne/mit Entlade- und Vorstufenwiderständen.

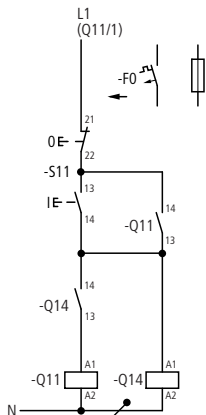


Bei Ausführung ohne Entladewiderstände entfallen die Widerstände R1 und die Schaltverbindungen zu den Hilfsschaltern 21-22 und 31-32.

## Rund um den Motor

### Schalten von Kondensatoren

3



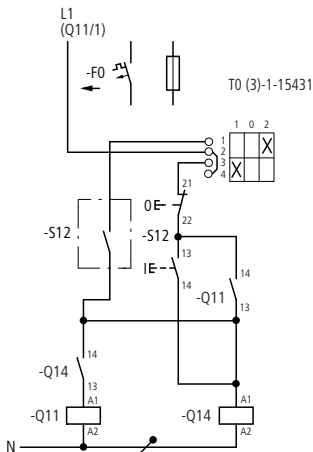
Q11: Netzschütz

Q14: Vorstufenschütz

Betätigung durch Doppeltaster S11

#### Wirkungsweise

Betätigen durch Doppeltaster S11: Drucktaster I betätigt Vorstufenschütz Q14. Q14 schaltet Kondensator C1 mit Vorstufenschütz Q14 ein. Schließer Q14/14-13 betätigt Netzschütz Q11. Kondensator C1 ist mit überbrückten Vorwiderständen R2 eingeschaltet. Selbsthaltung von Q14 über Q11/14-13, wenn Q11 angezogen hat.



Betätigung durch Wahlschalter S13, Dauerkontaktgeber S12 (Blindleistungsbegrenzer) und Doppeltaster S11

Entladewiderstände R1 sind bei eingeschalteten Q11 und Q14 nicht wirksam. Ausschalten über Drucktaster 0. Öffner Q11/21-22 und 31-32 schalten die Entladewiderstände R1 auf Kondensator C1.

## Rund um den Motor

### Schalten und Schützen von Transformatoren/Drosseln

#### Leistungsschütze DILM zum primärseitigem Schalten von Transformatoren/Drosseln

Gemäß EN60947-4-1, Tabelle 7 kann die Bemessung zum Einschalten von Transformatoren anhand von AC-3-Werten entsprechend Gebrauchskategorie AC-6a nach Tabelle 9 wie folgt abgeleitet werden:

$I_e$  (AC-6a):

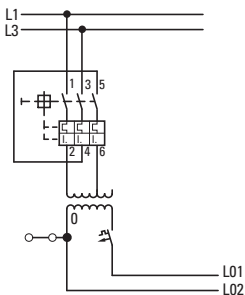
Bemessungsbetriebsstrom Transformator

Bestimmung aus dem Einschaltstrom der Gebrauchskategorie AC-3:

$0,45 \times I_e$  (AC-3)

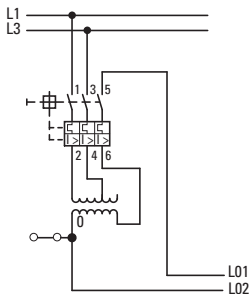
Das Schütz kann damit bemessen werden mit  $I_e$  (AC-3) =  $I_e$  (AC-6a, Trafo) / 0,45

Bei dieser Bemessung werden Trafos mit Einschaltströmen bis zu einem 30-fachen Scheitelwert des Bemessungsstromes berücksichtigt.



#### Primär- und Sekundärschutz getrennt

Geerdeter Stromkreis. Bei ungeerdetem Stromkreis Verbindung entfernen und Isolationsüberwachung vorsehen.



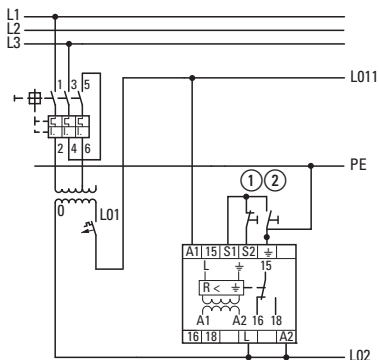
#### Primär- und Sekundärschutz kombiniert

Geerdeter Stromkreis. Bei ungeerdetem Stromkreis Verbindung entfernen und Isolationsüberwachung vorsehen.  
Verhältnis  $U_1/U_2$  maximal 1/1.73  
Schaltung nicht bei STI/STZ (Sicherheits- bzw. Trenntrafos) verwenden.

## Rund um den Motor

### Schalten und Schützen von Transformatoren/Drosseln

3



**Primär- und Sekundärschutz  
getrennt, sekundärseitig mit  
Isolationsüberwachung**

- ① Lösch Taste
- ② Prüftaste

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

	Seite
Hilfsschütze	4-2
Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z	4-8
Leistungsschütze DIL	4-14
Halbleiterrelais HLR	4-20
Motorschutzrelais Z	4-21
Elektronisches Motorschutzrelais ZEB	4-24
Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6	4-27
Schützüberwachungsrelais CMD	4-30
Motorschutzschalter	4-34
PKZM01, PKZM0 und PKZM4 – Beschreibung	4-36
PKE – Beschreibung	4-37
PKM0, PKZM0-...-T – Beschreibung	4-38
Motorstarter MSC – Beschreibung	4-39
PKZM0 und PKZM4 – Strombegrenzer	4-40
PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Hilfsschalter	4-41
PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Auslöser	4-42
PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Prinzipschaltbilder	4-43
Feeder System MSFS	4-46

# Schütze und Motorschutzschalter/-relais

## Hilfsschütze

### Hilfsschütze

Zur Lösung von Regel- und Steuerungsaufgaben werden vielfach Hilfsschütze verwendet. Sie werden in großer Zahl zum mittelbaren Steuern von Motoren, Ventilen, Kupplungen und Heizeinrichtungen eingesetzt.

Neben der einfachen Handhabung bei Projektierung, Steuerungsaufbau, Inbetriebnahme und Wartung spricht hauptsächlich das hohe Sicherheitsniveau für den Einsatz von Hilfsschützen.

### Sicherheit

Einen wesentlichen Sicherheitsaspekt bilden die Hilfsschützkontakte selbst. Durch konstruktive Maßnahmen gewährleisten sie die galvanische Trennung zwischen dem Ansteuerstromkreis und dem geschalteten Stromkreis und im ausgeschalteten Zustand zwischen dem

Kontakteingang und dem Kontaktausgang. Alle Hilfsschütze DIL haben Kontakte mit Doppelunterbrechung.

Die Berufsgenossenschaft verlangt für Steuerungen an kraftbetriebenen Pressen der Metallbearbeitung, dass die Kontakte von Schützen zwangsgeführt sind. Zwangsführung ist gegeben, wenn die Kontakte mechanisch so miteinander verbunden sind, dass Öffner und Schließer niemals gleichzeitig geschlossen sein können. Dabei muss sichergestellt sein, dass über die gesamte Lebensdauer auch bei gestörtem Zustand (z. B. Verschweißen eines Kontaktes) die Abstände zwischen den Kontakten mindestens 0,5 mm groß sind. Die Hilfsschütze DILER und DILA erfüllen diese Forderung.

4

### Hilfsschütze DIL

Es werden zwei Hilfsschütz-Baureihen als Bausteinsystem angeboten:

- Hilfsschütze DILER,
- Hilfsschütze DILA.

### Bausteinsystem

Das Bausteinsystem bietet viele Vorteile für den Anwender. Grundlage sind die Basisgeräte; Bausteine mit Hilfsfunktionen ergänzen die Basisgeräte. Basisgeräte sind in sich funktionsfähige Geräte. Sie bestehen aus einem Wechselstrom- oder Gleichstromantrieb und vier Hilfskontakten.

### Bausteine mit Hilfsfunktionen

Es gibt Hilfsschalterbausteine mit 2 oder 4 Kontakten. Die Kombinationen von Schließern und Öffnern richten sich nach EN 50011. Die Hilfsschalterbausteine der Leistungsschütze DILEM und DILM lassen sich nicht auf die Hilfsschütz-Basisgeräte aufsnappen, um doppelte Anschlussbezeichnungen zu verhindern, z. B. Kontakt 21/22 im Basisgerät und Kontakt 21/22 im Hilfsschalteraufsatz.

Speziell für das Schalten kleinster Signale für die Elektronikanwendung steht für die Schütze DILA und DILM7 bis DILM38 der Hilfsschalter DILA-XHIR22 zur Verfügung.

# Schütze und Motorschutzschalter/-relais

## Hilfsschütze

### System und Norm

Die europäische Norm EN 50011 über „Anschlussbezeichnungen, Kennzahlen und Kennbuchstaben für bestimmte Hilfsschütze“ hat direkte Auswirkungen auf die Handhabung des Bausteinsystems. In Abhängigkeit von der Anzahl und der Lage der Schließer und Öffner im Gerät und von deren Anschlussbezeichnung gibt es verschiedene Ausführungen, die in der Norm unterschieden werden.

Anzustreben sind Geräte mit dem Kennbuchstaben E. Die Basisgeräte DILA-40, DILA-31, DILA-22 sowie DILER-40, DILER-31 und DILER-22 entsprechen der Ausführung E.

Bei 6- und 8-poligen Hilfsschützen bedeutet Ausführung E, dass in der unteren oder hinteren Kontaktebene vier Schließer angeordnet sind. Verwendet man z. B. die angebotenen Hilfsschalterbausteine bei DILA-22 und DILA-31, ergeben sich Kontaktbestückungen mit den Kennbuchstaben X und Y.

Nachfolgend sehen Sie drei Beispiele für Schütze mit vier Schließern und vier Öffnern mit unterschiedlichen Kennbuchstaben. Ausführung E soll bevorzugt werden.

4

### Beispiel 1

DILA-XHI04



+

DILA-40



△ 44 E

DILA40/04

### Beispiel 2

DILA-XHI13



+

DILA-31



△ 44 X

DILA31/13

### Beispiel 3

DILA-XHI22



+

DILA-22



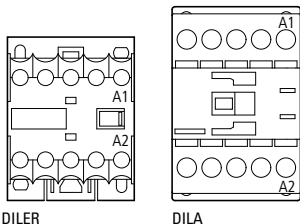
△ 44 Y

DILA22/22

# Schütze und Motorschutzschalter/-relais

## Hilfsschütze

### Spulenanschlüsse



Beim Schütz DILER werden an den Klemmen A1 oben und A2 unten zur Begrenzung der Abschaltspannungsspitzen der Schutzspulen folgende Zusatzausrüstungen angeschlossen:

- RC-Löschglieder,
- Dioden-Löschglieder,
- Varistor-Löschglieder.

Beim Hilfsschütz DILA sind die Spulenanschlüsse A1 oben und A2 unten. Als Schutzbeschaltungen werden frontseitig aufgesteckt:

- RC-Löschglieder,
- Varistor-Löschglieder.

Die gleichstrombetätigten Schütze DILER und DILA haben eine integrierte Schutzbeschaltung. Für empfindliche Elektronik Anwendungen kann ein zusätzliches Dioden-Löschglied für DILA verwendet werden.

### Schutzbeschaltung

In Kombination mit den klassischen Schaltgeräten wie z. B. Schützen, finden heute zunehmend elektronische Geräte Verwendung. Hierzu gehören u. a. speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), Zeitrelais und Koppelbausteine. Durch Störungen im Zusammenwirken aller Bauteile können die elektronischen Geräte in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.

Einer der Störfaktoren ist das Ausschalten induktiver Lasten, wie etwa Spulen elektromagnetischer Schaltgeräte. Beim Ausschalten dieser Geräte können hohe Ausschaltinduktionsspannungen entstehen, die unter Umständen zur Zerstörung

benachbarter elektronischer Einrichtungen führen oder über kapazitive Koppelmechanismen Störspannungsimpulse erzeugen und damit Funktionsstörungen verursachen.

Da ein störfreies Abschalten ohne Zusatzeinrichtung nicht möglich ist, wird je nach Einsatz die Schützspule mit einem Entstörbaustein beschaltet. Vor- und Nachteile der einzelnen Schutzbeschaltungen sind in der nachfolgenden Tabelle gegenübergestellt.



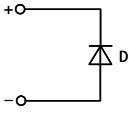
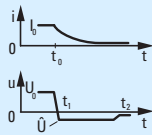
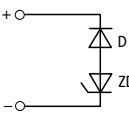
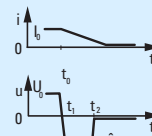
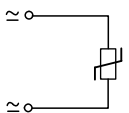
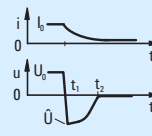
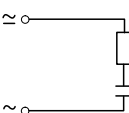
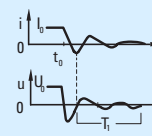
# Notizen

---

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

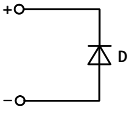
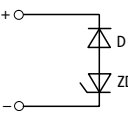
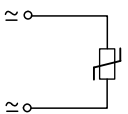
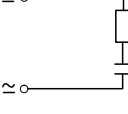
## Hilfsschütze

4

Schaltbild	Verlauf von Laststrom und Lastspannung	Verpolungssicher bzw. auch für Wechselstrom	Zusätzliche Abfallverzögerung	Induktionsspannungsbegrenzung definiert
		-	sehr groß (ca. 50 ms)	1 V
		-	mittel	$U_{ZD}$
		ja	klein (ca. 2 - 3 ms)	$U_{VDR}$
		ja	klein (ca. 5 - 10 ms)	-

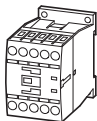
## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

## Hilfsschütze

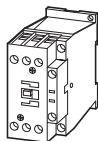
Schaltbild	Dämpfung auch unterhalb $U_{\text{GRENZ}}$	Zusätzliche Verlustleistung durch Beschaltung	Bemerkungen
	-	-	<p>Vorteile: Dimensionierung unkritisch, geringstmögliche Induktionsspannung, sehr einfach und zuverlässig</p> <p>Nachteil: hohe Abfallverzögerung</p>
	-	-	<p>Vorteile: sehr geringe Abfallverzögerung, unkritische Dimensionierung, einfacher Aufbau</p> <p>Nachteil: keine Dämpfung unterhalb <math>U_{\text{ZD}}</math></p>
	-	-	<p>Vorteile: unkritische Dimensionierung, hohe Energie-Absorption, sehr einfacher Aufbau</p> <p>Nachteil: keine Dämpfung unterhalb <math>U_{\text{VDR}}</math></p>
	ja	ja	<p>Vorteile: HF-Dämpfung durch Energiespeicherung, sofortige Abschaltbegrenzung, sehr gut geeignet für Wechselspannung</p> <p>Nachteil: genaue Dimensionierung erforderlich</p>

**Schütze und Motorschutzschalter/-relais****Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z****Übersicht Leistungsschütze DIL, 3-polig**

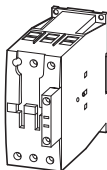
4



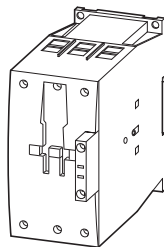
DILM7 ... DILM15



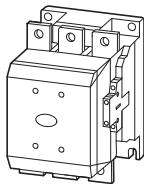
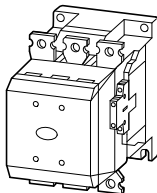
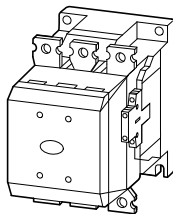
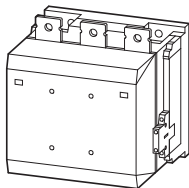
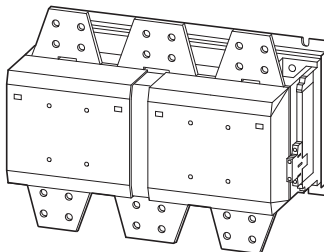
DILM17 ... DILM38

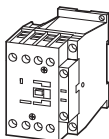
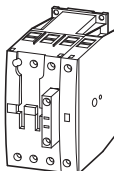
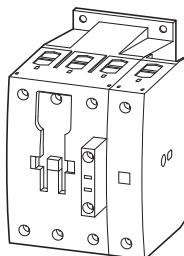


DILM40 ... DILM72



DILM80 ... DILM170

DILM185A,  
DILM225ADILM250,  
DILM300ADILM400 ... DILM500  
DILH600, DILH800DILM580 ... DILM1000  
DILH1200, DILH1400DILM1600  
DILH2000, DILH2200, DILH2600

**Schütze und Motorschutzschalter/-relais****Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z****Übersicht Leistungsschütze DIL, 4-polig****DILEM4****DILMP20****DILMP32 ...  
DILMP45****DILMP63 ...  
DILMP80****DILMP125 ... DILMP200****4**

Typ	Bemessungsbetriebsstrom 50 - 60 Hz ungekapselt konventioneller thermischer Strom $I_{th} = I_{br}$ , AC-1 offen		
	40 °C	50 °C	60 °C
	A	A	A
DILEM4	22	20	19 <sup>1)</sup>
DILMP20	22	21	20
DILMP32-10	32	30	28
DILMP45-10	45	41	39
DILMP63	63	60	54
DILMP80	80	76	69
DILMP125	125	116	108
DILMP160	160	150	138
DILMP200	200	188	172

1) Bei 55 °C

**Schütze und Motorschutzschalter/-relais****Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z**

Bemessungs- betriebsstrom $I_n$ [A] AC-3 bei 400 V	max. Bemessungsleistung [kW] AC-3				Konv. therm. Strom $I_{th} = I_n$ [A] AC-1 bei 40 °C	Typ
	220 V, 230 V	380 V, 400 V	660 V, 690 V	1000 V		
6,6	1,5	3	3	–	22	<b>DILEEM</b>
9	2,2	4	4	–	22	<b>DILEM</b>
12	3,5	5,5	4	–	22	<b>DILEM12</b>
7	2,2	3	3,5	–	22	<b>DILM7</b>
9	2,5	4	4,5	–	22	<b>DILM9</b>
12	3,5	5,5	6,5	–	22	<b>DILM12</b>
15,5	4	7,5	7	–	22	<b>DILM15</b>
17	5	7,5	11	–	40	<b>DILM17</b>
25	7,5	11	14	–	45	<b>DILM25</b>
32	10	15	17	–	45	<b>DILM32</b>
38	11	18,5	17	–	45	<b>DILM38</b>
40	12,5	18,5	23	–	60	<b>DILM40</b>
50	15,5	22	30	–	80	<b>DILM50</b>
65	20	30	35	–	98	<b>DILM65</b>
72	25	37	35	–	98	<b>DILM72</b>
80	25	37	63	–	110	<b>DILM80</b>
95	30	45	75	–	130	<b>DILM95</b>
115	37	55	90	–	160	<b>DILM115</b>
150	48	75	96	–	190	<b>DILM150</b>
170	52	90	140	–	225	<b>DILM170</b>

**Schütze und Motorschutzschalter/-relais****Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z**

Typ	Hilfsschalterblöcke		Motorschutzrelais
	für Aufbau	für Seitenanbau	
DILEEM DILEM DILEM12	02DILEM 11DILEM 22DILEM	–	ZE-0,16 bis ZE-12
DILM7 DILM9 DILM12 DILM15 DILM17 DILM25 DILM32 DILM38	DILA-XHI(V)... DILM32-XHI...	DILA-XHI...-S     DILM32-XHI11-S	ZB12-0,16 bis ZB12-16 ZEB12-1,65 bis ZEB12-20  ZB32-0,16 bis ZB32-38 ZEB32-1,65 bis ZEB32-45
DILM40 DILM50 DILM65 DILM72 DILM80 DILM95 DILM115 DILM150 DILM170	DILM150XHI(V)...	DILM1000-XHI(V)...	ZB65-10 bis ZB65-75 ZEB65-45 bis ZEB65-100  ZB150-35 bis ZB150-175 ZEB150-100

**Schütze und Motorschutzschalter/-relais****Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z**

Bemessungs- betriebsstrom $I_n$ [A] AC-3 bei 400 V	max. Bemessungsleistung [kW] AC-3				Konv. therm. Strom $I_{th} = I_n$ [A] AC-1 bei 40 °C	Typ
	220 V, 230 V	380 V, 400 V	660 V, 690 V	1000 V		
185	55	90	140	108	337	<b>DILM185A</b>
225	70	110	150	108	356	<b>DILM225A</b>
250	75	132	195	108	400	<b>DILM250</b>
300	90	160	195	132	430	<b>DILM300A</b>
400	125	200	344	132	612	<b>DILM400</b>
500	155	250	344	132	857	<b>DILM500</b>
580	185	315	560	600	980	<b>DILM580</b>
650	205	355	630	600	1041	<b>DILM650</b>
750	240	400	720	800	1102	<b>DILM750</b>
820	260	450	750	800	1225	<b>DILM820</b>
–	315	560	1000	1100	1225	<b>DILM1000</b>
–	500	900	1600	1770	2200	<b>DILM1600</b>
–	–	–	–	–	850	<b>DILH600</b>
–	–	–	–	–	1050	<b>DILH800</b>
–	–	–	–	–	1450	<b>DILH1200</b>
–	–	–	–	–	1714	<b>DILH1400</b>
–	–	–	–	–	2450	<b>DILH2000</b>
–	–	–	–	–	2700	<b>DILH2200</b>
–	–	–	–	–	3185	<b>DILH2600</b>



**Schütze und Motorschutzschalter/-relais**

## Leistungsschütze DIL, Motorschutzrelais Z

Typ	Hilfsschalterblöcke		Motorschutzrelais
	für Aufbau	für Seitenanbau	
DILM185A	–	DILM1000-XHI...	Z5-70/FF225A
DILM225A			bis Z5-250/FF225A
DILM250		DILM820-XHI...	Z5-70/FF250
			bis Z5-300/FF250
DILM300A			ZW7-63
DILM400			bis ZW7-630
DILM500			
DILM580			
DILM650			
DILM750			–
DILM820			
DILM1000		–	
DILM1600			

**Schütze und Motorschutzschalter/-relais****Leistungsschütze DIL****Zusatzrüstungen**

Gerät	DILE(E)M	DILM7 bis DILM170		DILM185A bis DILM500	DILM580 bis DILH2600
		AC	DC		
integrierte Schutz- beschaltung	DC	– bzw. ab DILM115	✓	✓	✓
RC-Löschglieder	✓	✓	–	–	–
Varistor- Löschglieder	✓	✓	–	–	–
Motorentstörglied	–	bis DILM15	bis DILM15	–	–
Sternpunktbrücke	✓	✓	✓	✓	–
Parallelverbinder	✓	✓	✓	bis DILM185A	–
Mechanische Verriegelung	✓	✓	✓	✓	bis DILM1000
Plombierhaube	✓	–	–	–	–
Kabel-/ Bandklemmen	–	–	–	✓	bis DILM820
Einzelspulen	–	ab DILM17	ab DILM17	✓	–
Elektronikmodule	–	–	–	–	–
Elektronikmodule inklusive Spulen	–	–	–	✓	✓
Klemmen- abdeckung	–	ab DILM17	ab DILM17	✓	✓ <sup>1)</sup>
Zeitbaustein	–	bis DILM38	bis DILM38	–	–

1) Klemmenabdeckung bis DILM1000.

# Schütze und Motorschutzschalter/-relais

## Leistungsschütze DIL

### Leistungsschütze DILM

Sie werden nach IEC/EN 60 947, VDE 0660 gebaut und geprüft. Für jede Motorbemessungsleistung zwischen 3 kW und 900 kW (bei 400 V) steht ein geeignetes Schütz zur Verfügung.

#### Gerätemerkmale

- **Kraftantrieb:** Aufgrund neuer elektronischer Antriebe haben die DC-Schütze von 17 bis 72 A eine Halteleistung von nur 0,9 bis 1 W. Selbst bei 170 A werden nur 1,9 W benötigt.
- **Zugängliche Steuerleistungsanschlüsse**  
Die Spulenanschlüsse sind nun an der Frontseite der Schütze angeordnet. Sie werden nicht durch die Hauptstromverdrahtung verdeckt.
- **Direkt aus der SPS ansteuerbar**  
Die Schütze DILA und DILM bis 38 A können direkt aus der SPS angesteuert werden.
- **Integrierte Schutzbeschaltung DC**  
Bei allen DC-Schützen DILM ist eine Schutzbeschaltung in der Elektronik integriert.
- **Steckbare Schutzbeschaltungen AC**  
Bei allen AC-Schützen DILM bis 95 A können die Schutzbeschaltungen einfach bei Bedarf auf der Front aufgesteckt werden.
- **Ansteuerung der Schütze DILM185A bis DILH2600** konventionell über Spulenanschlüsse A1-A2,
- **Zusätzliche Ansteuerung der Schütze DILM250 bis DILH2600:**
  - direkt aus einer SPS über die Anschlüsse A3-A4,
  - durch einen leistungsarmen Kontakt über die Anschlüsse A10-A11.
- **Ansteuerung der Schütze DILM250-S bis DILM500-S** konventionell über die Spulenanschlüsse A1-A2.  
Es stehen zwei Spulenvarianten (110 bis 120 V 50/60 Hz und 220 bis 240 V 50/60 Hz) zur Verfügung.
- **Alle Schütze bis zum DILM170** sind direkt finger- und handrücksicher im Sinne von VDE 0160-100. Ab DILM185A sind zusätzliche Klemmenabdeckungen erhältlich.
- **Doppelrahmenklemmen für Schütz DILM7 bis DILM170**  
Bei den neuen Doppelrahmenklemmen verengt keine Schraube den Anschlussraum. Sie liefern kompromisslose Sicherheit bei unterschiedlichen Leitungsquerschnitten und bieten einen Hintersteckschutz für sicheres Anschließen.
- **Integrierte Hilfsschalter**  
Die Motorschütze bis DILM32 haben einen integrierten Hilfsschalter als Schließer oder Öffner. Die Motorschütze DILM8(11,14)...-PI und DILM17...38-PI haben zwei integrierte Hilfsschalter, Schließer und Öffner.
- **Schraub- oder Federzugklemmen**  
Die Schütze DILE(E)M und DILM40 bis DILM150, inklusive der entsprechenden Hilfsschalter der Schütze, sind mit Schraubklemmen oder mit Federzugklemmen (außer Hauptleiter der DILM) verfügbar.
- **Die rüttelfesten und wartungsfreien Federzugklemmen** können jeweils zwei Leiter 0,75 bis 2,5 mm<sup>2</sup> mit oder ohne Aderendhülse klemmen.

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### Leistungsschütze DIL

4

- **Anschlussklemmen**  
Bei DILM7 bis DILM72 sind die Anschlussklemmen aller Hilfsschalter und Magnetspulen sowie der Hauptleiter für Pozidriv Schraubendreher der Größe 2 ausgelegt. Bei Schützen DILM80 bis DILM170 sind es Innensechskant-Schrauben für die Hauptleiter.
- **Push-In-Anschlussklemmen**  
DILM7-PI bis DILM38-PI sind mit den einfachen, sicher und schnell zu verdrahtenden Push-In-Anschlussklemmen ausgerüstet. Die Push-In-Anschlussklemmen sind für Hilfsschalter, Spulenanschlüsse und Hauptleiter verfügbar.
- **Montage**  
Alle Schütze lassen sich auf der Montageplatte mit Befestigungsschrauben montieren. DILE(E)M und DILM bis 72 A können auch auf die 35 mm Hutschiene nach IEC/EN 60715 aufgeschnappt werden.
- **Mechanische Verriegelung**  
Zwei Verbinder und eine mechanische Verriegelung ermöglichen den Aufbau von verriegelten Schützkombination bis 170 A, ohne zusätzlichen Platzbedarf. Die mechanische Verriegelung verhindert, dass die beiden angeschlossenen Schütze gleichzeitig anziehen können. Auch bei einer mechanischen Schockbeanspruchung schließen die Kontakte beider Schütze nicht gleichzeitig.

Neben den Einzelschützen werden auch fertige Gerätekombinationen angeboten:

- Wendeschütze DIUL für  
3 bis 75 kW/400 V
- Stern-Dreieck-Schütze SDAINL für  
5,5 bis 132 kW/400 V

#### DC-betätigte Schütze

Die Schützreihe DILM7 bis DILM225A ist bei der Entwicklung insbesondere auf DC-angesteuerte Schütze optimiert worden. Die DC-betätigten Schütze DILM17 bis DILM225A werden nicht mehr konventionell nur über eine Spule ein- und ausgeschaltet, sondern die Spule wird durch eine Elektronik gesteuert.

Die Integration der Elektronik in die Antriebe der Schütze macht verschiedene technische Merkmale möglich, die die Schütze in ihrer alltäglichen Anwendung auszeichnen.

#### Weitbereichsspulen

Die DC-betätigten Schütze DILM17 bis DILM225A decken mit nur 4 Steuerspannungsvarianten den kompletten DC-Steuer Spannungsbereich ab.

	Bemessungsbetätigungs- spannung
RDC24	24...27 V DC
RDC60	48...60 V DC
RDC130	110...130 V DC
RDC240	200...240 V DC

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### Leistungsschütze DIL

#### Spannungssicherheit

Leistungsschütze werden nach der Norm IEC/EN 60947-4-1 gebaut. Die Forderung, die Betriebssicherheit auch bei kleinen Netzschwankungen zu gewährleisten, wird durch sicheres Einschalten der Schütze im Bereich von 80 bis 110 % der Bemessungsbetätigungsspannung realisiert. Die DC-betätigten Schütze DILM17 bis DILM225A decken einen noch weiteren Bereich ab, in dem sie zuverlässig einschalten. Sie ermöglichen einen sicheren Betrieb zwischen  $0,7 \times U_{cmin}$  und  $1,2 \times U_{cmax}$  der Bemessungsbetätigungsspannung. Die über die Norm hinaus gehende Spannungssicherheit erhöht die Betriebssicherheit auch bei weniger stabilen Netzverhältnissen.

#### Integrierte Schutzbeschaltung

Konventionell angesteuerte Schütze erzeugen beim Abschalten durch die Stromänderung  $di/dt$  an der Spule Spannungsspitzen, die auf andere Bauteile im selben Steuerstromkreis negative Auswirkungen haben können. Um eine Schädigung zu vermeiden, werden Schützspulen häufig parallel mit zusätzlichen Schutzbeschaltungen (RC-Gliedern, Varistoren oder Dioden) beschaltet.

Die DC-betätigten Schütze DILM17 bis DILM225A schalten auf Grund der Elektronik netzrückwirkungsfrei ab. Eine zusätzliche Schutzbeschaltung ist folglich nicht notwendig, da die Spulen nach außen hin keine Überspannungen erzeugen können. Die anderen DC-betätigten Schütze DILM7 bis DILM15 haben eine integrierte Schutzbeschaltung.

Zusammenfassend kann bei der Projektierung von DC-betätigten Schützen von Eaton das Thema Überspannungsschutz in Steuerstromkreisen entfallen, da alle DC-betätigten Schütze netzrückwirkungsfrei oder beschaltet sind.

#### Schützabmessungen

Die Elektronik stellt der Spule zum Einschalten des Schützes eine hohe Einschaltleistung zur Verfügung und reduziert diese nach dem Einschaltvorgang auf die benötigte Halteleistung. Das ermöglicht es, die AC- und DC-betätigten Schütze in den gleichen Abmessungen zu realisieren. Bei der Projektierung von AC- und DC-betätigten Schützen entfällt die zusätzliche Betrachtung der unterschiedlichen Einbautiefen, so dass das gleiche Zubehör verwendet werden kann.

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### Leistungsschütze DIL

#### Anzugs- und Halteleistung

Die Elektronik steuert bei den DC-betätigten Schützen DILM17 bis DILM225A den Einschaltvorgang der Schütze. Für den Anzug des Schützes wird eine entsprechend hohe Leistung zur Verfügung gestellt, die das Schütz sicher einschalten lässt. Zum Halten des Schützes wird nur eine sehr geringe Leistung benötigt. Die Elektronik stellt nur diese Leistung zur Verfügung.

4

Bemessungsbetriebsleistung <sup>1)</sup>	Schütz	Leistungsaufnahme	
		Anzug	Halten
7,5...15 kW	DILM17 DILM25 DILM32 DILM38	12 W	0,9 W
18,5...37 kW	DILM40 DILM50 DILM65 DILM72	24 W	1 W
37...45 kW	DILM80 DILM95	90 W	1,5 W
55...90 kW	DILM115 DILM150 DILM170	149 W	1,9 W
90...110 kW	DILM185A DILM225A	180 W	2,1 W

<sup>1)</sup> AC-3 bei 400 V

Die minimierten Halteleistungen bedeuten in der Projektierung auch eine wesentliche Reduzierung in der Wärmeentwicklung im Schaltschrank.

Das ermöglicht einen Einbau der Schütze Seite an Seite im Schaltschrank.

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### Leistungsschütze DIL

#### Anwendungen

Der Drehstrommotor beherrscht die Antriebstechnik. Abgesehen von Einzelantrieben kleiner Leistung, die häufig von Hand geschaltet werden, steuert man die meisten Motoren mit Hilfe von Schützen und Schützkombinationen. Die Leistungsangaben in Kilowatt (kW) oder die Stromangabe in Ampere (A) sind deshalb das kennzeichnende Merkmal für die richtige Auswahl von Schützen.

Die konstruktive Gestaltung der Motoren ist für die zum Teil recht unterschiedlichen Bemessungsströme bei gleicher Leistung verantwortlich. Sie bestimmen weiterhin das Verhältnis von Einschwingspitze und Anlaufstrom zum Bemessungsbetriebsstrom ( $I_e$ ).

Das Schalten von Elektrowärmeanlagen, Beleuchtungseinrichtungen, Transformatoren und von Anlagen zur Blindleistungskompensation mit ihrer typischen Eigenart erhöht die Vielfalt der unterschiedlichen Beanspruchung von Schützen.

Die Schalthäufigkeit kann in allen Anwendungsfällen stark variieren. Die Skala reicht z. B. von weniger als einer Schaltung pro Tag bis zu tausend und mehr Schaltspielen pro Stunde. Bei Motoren trifft dabei nicht selten die hohe Schalthäufigkeit mit Tippen und Gegenstrombremsen zusammen.

Schütze werden durch verschiedenartige Befehlsgeräte von Hand oder automatisch in Abhängigkeit von Weg, Zeit, Druck oder Temperatur betätigt. Notwendige Abhängigkeiten mehrerer Schütze untereinander können durch Verriegelungen über ihre Hilfsschalter leicht hergestellt werden.

Die Hilfsschalter der Schütze DILM können als Spiegelkontakt nach IEC/EN 60947-4-1 Anhang F zum Signalisieren des Zustandes der Hauptkontakte eingesetzt werden. Ein Spiegelkontakt ist ein Öffner-Hilfskontakt, der nicht gleichzeitig mit den Schließer-Hauptkontakten geschlossen sein kann.

#### Weitere Anwendungen

- Kondensatorschütze für Blindleistungskompensation DILK für 12,5 bis 50 kvar/400 V.
- Lampenschütze für Beleuchtungsanlagen DILL für 12 bis 20 A/400 V (AC-5a) bzw. 14 bis 27 A/400 V (AC-5b).

# Schütze und Motorschutzschalter/-relais

## Halbleiterrelais HLR

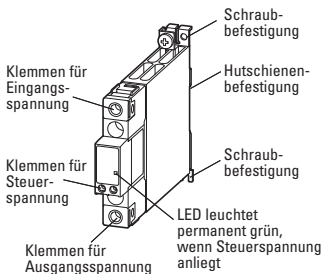
### Produktmerkmale HLR

Die Halbleiterrelais der Reihe HLR dienen zum Schalten von 1-phasige oder 3-phasige Widerstands- oder Motorlasten.

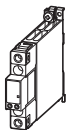
- Nullspannungsschaltend
- Überspannungsschutz durch integrierter Varistor
- Ansteuerungsüberwachung mittels LED
- Integrierter Kühlkörper bzw. vormontierte Wärmeleitfolie
- Anschluss mit Schraubklemmen
- Hohe elektrische Lebensdauer
- Kompakte Bauformen
- Geringe Geräusentwicklung
- Widerstandsfähig gegen Stöße, Vibration und Verschmutzung
- Geringe Steuerleistung und kurze Ansprechzeiten

### Applikationen:

- Medizinische Geräte und Gebäudeausrüstung
- Öfen, HVAC, Kompressoren, Pumpen, Verpackungsmaschinen
- Mobile Anwendungen

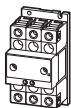


4



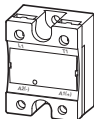
### HLR.../1...:

- 1-phasig, integrierter Kühlkörper
- Bemessungsbetriebsstrom AC-51, 15 bis 40 A
- Steuerungsspannung 3 bis 32 V DC, 20 bis 275 V AC
- Bemessungsbetriebsspannung max. 600 V AC



### HLR.../3...:

- 3-phasig, integrierter Kühlkörper
- Bemessungsbetriebsstrom AC-51, 20 bis 30 A
- Steuerungsspannung 4 bis 190 V DC, 20 bis 275 V AC
- Bemessungsbetriebsspannung max. 600 V AC



### HLR.../1H...:

- 1-phasig, vormontierte Wärmeleitfolie
- Bemessungsbetriebsstrom AC-51, 25 bis 125 A
- Steuerungsspannung 3 bis 32 V DC
- Bemessungsbetriebsspannung max. 600 V AC



# Schütze und Motorschutzschalter/-relais

## Motorschutzrelais Z

### Motorschutz mit thermischen Motorschutzrelais Z

Motorschutzrelais, in den Normen Überlastrelais genannt, zählen zur Gruppe der stromabhängigen Schutzeinrichtungen. Sie überwachen die Temperatur der Motorwicklung mittelbar über den in den Zuleitungen fließenden Strom und bieten einen bewährten und preiswerten Schutz vor Zerstörung durch

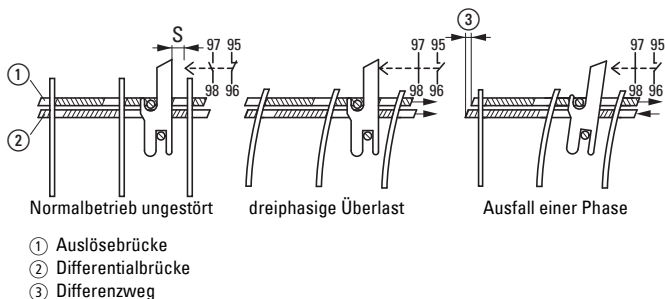
- Nichtanlauf,
- Überlastung,
- Phasenausfall.

Motorschutzrelais nutzen die Eigenschaft des Bimetalls aus, Form und Zustand bei Erwärmung zu ändern. Wird ein bestimmter Temperaturwert erreicht, betätigen sie einen Hilfsschalter. Erwärmt wird das Bimetall durch vom Motorstrom durchflossene Widerstände. Das Gleichgewicht zwischen zugeführter und abgegebener Wärme stellt sich je nach Stromstärke bei verschiedenen Temperaturen ein.

Wird die Ansprechtemperatur erreicht, löst das Relais aus. Die Auslösezeit ist von der Stromstärke und der Vorbelastung des Relais abhängig. Sie muß für alle Stromstärken unterhalb der Gefährdungszeit der Motorisolation liegen. Aus diesem Grund sind in IEC/EN 60947-4-1 für Überlastung Maximalzeiten angegeben. Zur Vermeidung von unnötigen Auslösungen sind darüber hinaus für den Grenzstrom und den Motorstillstand Minimalzeiten festgelegt.

### Phasenausfallempfindlichkeit

Motorschutzrelais Z bieten aufgrund ihrer Konstruktion einen wirkungsvollen Schutz bei Ausfall einer Phase. Ihre sogenannte Phasenausfallempfindlichkeit entspricht den Anforderungen von IEC/EN 60947-4-1 und VDE 0660-102. Damit bieten diese Relais auch die Voraussetzungen für den Schutz von Ex e-Motoren (→ nachfolgende Abbildung).



## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### Motorschutzrelais Z

4

Wenn sich die Bimetalle im Hauptstromteil des Relais infolge dreiphasiger Motorüberlastung ausbiegen, wirken sie alle drei auf eine Auslöse- und eine Differentialbrücke. Ein gemeinsamer Auslösehebel schaltet bei Erreichen der Grenzwerte den Hilfsschalter um. Auslöse- und Differentialbrücke liegen eng und gleichmäßig an den Bimetallen an. Wenn nun z. B. bei Phasenausfall ein Bimetall nicht so stark ausbiegt (oder zurückläuft) wie die beiden anderen, legen Auslöse- und Differentialbrücke unterschiedliche Wege zurück. Dieser Differenzweg wird im Gerät durch eine Übersetzung in zusätzlichen Auslöseweg umgewandelt; die Auslösung erfolgt schneller.

Projektierungshinweise → Abschnitt „Motorschutz in Sonderfällen“, Seite 3-22;

Weitere Hinweise zum Motorschutz → Abschnitt „Rund um den Motor“, Seite 3-1.

Bei Anwendungen für Mehrmotorenbetrieb nach einem Softstarter oder Frequenzumrichter muss ggf. der Einfluss vorhandener Oberwellen oder von 50/60 Hz abweichender Frequenzen durch Nachjustierung des Motorschutzrelais entsprechend kompensiert werden.

Weitere Hinweise

→ Abschnitt „Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter“, Seite 5-1

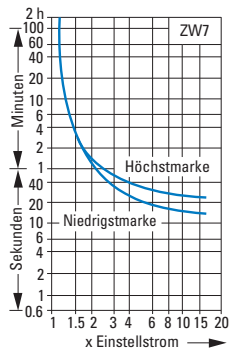
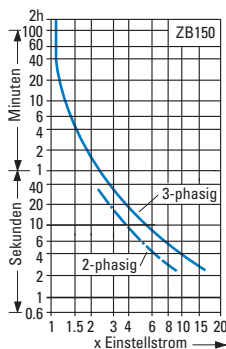
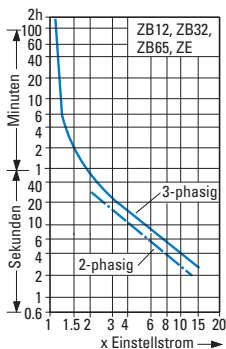
# Schütze und Motorschutzschalter/-relais

## Motorschutzrelais Z

### Auslösekennlinien

Die Motorschutzrelais ZE, ZB12, ZB32, ZB65 und ZB150 bis 175 A sind durch das Physikalisch-Technische Bundesamt (PTB) zum Schutz von Ex e-Motoren nach der ATEX-Richtlinie 94/9 EG bzw. 2014/34/EU zugelassen. In den entsprechenden Handbüchern sind Auslösekennlinien für jeden Strombereich abgedruckt.

Diese Kennlinien sind Mittelwerte der Streubänder bei 20 °C Umgebungstemperatur vom kalten Zustand aus: Auslösezeit in Abhängigkeit vom Ansprechstrom. Bei betriebswarmen Geräten sinkt die Auslösezeit der Motorschutzrelais auf etwa ein Viertel des abgelesenen Wertes.



## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### Elektronisches Motorschutzrelais ZEB

#### Arbeitsweise und Bedienung

Elektronische Motorschutzrelais gehören, wie die nach dem Bimetallprinzip arbeitenden thermischen Motorschutzrelais, zu den stromabhängigen Schutzeinrichtungen. Elektronische Motorschutzrelais ZEB sind ein alternativer Ersatz für ein Bimetall-Überlastrelais.

4

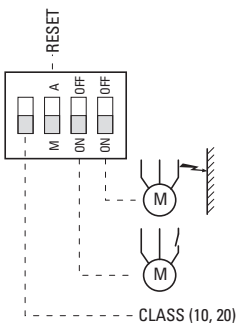
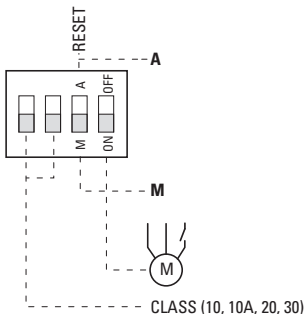
Die Erfassung des aktuell fließenden Motorstromes in den drei Außenleitern eines Motorabgangs erfolgt beim Motorschutzrelais ZEB mit integrierten Stromwandlern für den Bereich von 0,3 bis 175 A.

Motorschutzrelais mit elektronischem Weitbereichsüberlastschutz, wie die ZEB, arbeiten mit einem größeren Stromübersetzungsverhältnis. Hierdurch verfügt das Gerät, im Vergleich zu konventionellen Relais auf Bimetall-Basis, über einen weiten Stromeinstellbereich im Verhältnis 1:5.

Das Motorschutzrelais ZEB...-GF schützt optional den Motor gegen Erdschluss. Es addiert die Ströme der Phasen und wertet eine Unsymmetrie aus. Ist die Unsymmetrie größer als 50 % des eingestellten Motorbemessungsstromes löst das Relais aus.

Durch Vorwählen einer der 4 Auslöseklassen (CLASS 10A, 10, 20, 30) mittels DIP-Schalter wird eine Anpassung des zu schützenden Motors an normale oder erschwerte Anlaufbedingungen ermöglicht. So können thermische Reserven des Motors sicher ausgenutzt werden. Das Motorschutzrelais benötigt keine externe Hilfsspannung, es wird intern über die Stromwandler versorgt.

#### Einstellung der DIP-Schalter



Die ZEB besitzen die für Motorschutzrelais üblichen Öffner-Kontakte (95-96) und Schließer-Kontakte (97-98).

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

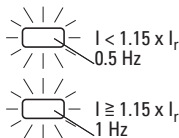
### Elektronisches Motorschutzrelais ZEB

Die Stromstärke des Motors wird über ein Einstellrad eingegeben. Darüber hinaus kann über die DIP-Schalter die Phasenausfallempfindlichkeit zum Schutz von Einphasenmotoren ausgeschaltet werden.

Einstellbar am DIP-Schalter ist ebenso die manuelle oder automatische Rückstellung.

Dank selbstversorgender Elektronik ist keine externe Spannungsversorgung notwendig.

Eine Diagnose-LED warnt auf visuellem Wege vor Überlast.



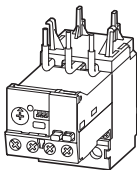
Elektronische Motorschutzrelais ZEB lassen sich direkt an Leistungsschütze DILM bis 170 A anbauen.

Eine Einzelaufstellung (Hutschienmontage) ist nur bei ZEB.../KK möglich.

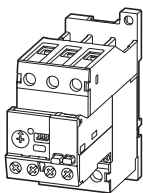
4

#### Übersicht der Geräte

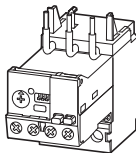
ZEB12, ZEB32  
Direktanbau



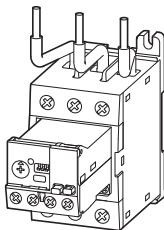
ZEB32.../KK  
Einzelaufstellung



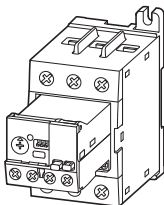
ZEB65  
Direktanbau

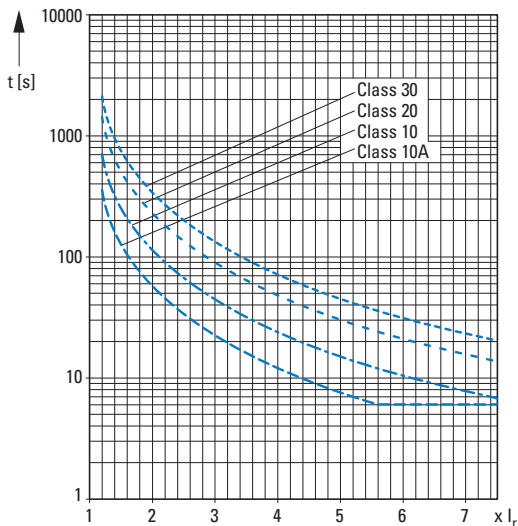


ZEB150  
Direktanbau



ZEB150.../KK  
Einzelaufstellung



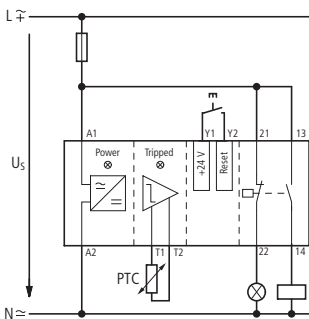
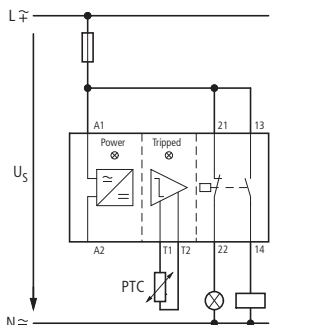
**Schütze und Motorschutzschalter/-relais****Elektronisches Motorschutzrelais ZEB****Auslösekennlinien**

Class	$t_A$ [s]						
	$x 3$	$x 4$	$x 5$	$x 6$	$x 7,2$	$x 8$	$x 10$
30	133,5	72,5	45,7	31,4	21,7	17,5	11,2
20	89,0	48,3	30,4	21,0	14,5	11,7	7,5
10	44,5	24,2	15,2	10,5	7,2	6,0	6,0
10A	22,3	12,1	7,6	6,0	6,0	6,0	6,0

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6

#### EMT6 für Kaltleiter



#### Wirkungsweise

Mit Einschalten der Steuerspannung wird bei kleinem Widerstand des Kaltleiter-Temperaturfühlers das Ausgangsrelais angesteuert. Die Hilfskontakte werden betätigt. Bei Erreichen der Nenn-Ansprechtemperatur (TNF) wird der

Fühlerwiderstand hochohmig. Das wiederum bringt das Ausgangsrelais zum Abfallen. Die Störung wird durch eine LED signalisiert. Sobald sich mit Abkühlen des Fühlers ein entsprechend kleinerer Widerstand einstellt, schaltet das EMT6-(K) automatisch wieder ein. Bei EMT6-(K)DB(K) kann der automatische Wiederanlauf durch die Umstellung des Gerätes auf „Hand“ verhindert werden. Die Rücksetzung des Gerätes erfolgt über die Reset-Taste.

Die EMT6-K(DB) und EMT6-DBK sind mit einer Kurzschlusserkennung im Fühlerkreis ausgestattet. Sinkt der Widerstand im Fühlerkreis unter 20 Ohm, lösen sie aus. Das EMT6-DBK verfügt zusätzlich über eine nullspannungssichere Wiedereinschaltsperrung und speichert somit den Fehler bei Spannungsabfall. Wiedereinschalten ist erst nach Beseitigen des Fehlers möglich, wenn die Steuerspannung wieder ansteht.

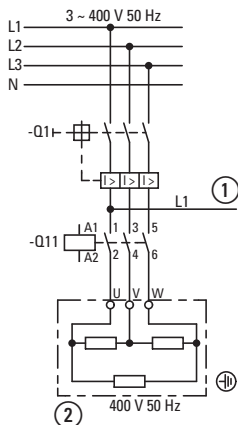
Da alle Geräte nach dem Ruhestromprinzip arbeiten, sprechen sie auch auf Drahtbruch im Fühlerkreis an.

Die Thermistormaschinenschutzrelais mit Kurzschlusserkennung EMT6-...K... sind durch DEKRA EXAM zum Schutz von Ex e-Motoren nach der ATEX-Richtlinie 2014/34/EU zugelassen. Zum Schutz der Ex e-Motoren fordert die ATEX-Richtlinie eine Kurzschlusserkennung im Fühlerkreis. Aufgrund der integrierten Kurzschlusserkennung sind die EMT6-K(DB) und EMT6-DBK für diese Anwendung geeignet.

# Schütze und Motorschutzschalter/-relais

## Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6

### EMT6 als Kontaktschutzrelais



### Anwendungsbeispiel

Steuerung der Beheizung eines Vorratsbehälters

- ① Steuerstromkreis
- ② Heizung

Q11: Heizungsschütze

### Funktionsbeschreibung

Siehe dazu die Schaltung → Seite 4-29.

#### Einschalten der Heizung

Wenn der Hauptschalter Q1 eingeschaltet ist, das Sicherheitsthermostat F4 nicht ausgelöst hat und die Bedingung  $T \leq T_{\min}$  erfüllt ist, kann die Heizung eingeschaltet werden. Bei Betätigen von S1 steht die Steuerspannung am Hilfsschütz K1 an, das über einen Schließer in Selbsthaltung geht. Der Wechsler des Kontaktthermometers hat die Stellung I-II. Der niederohmige Fühlerkreis des EMT6 garantiert, dass Q11 über K2/Schließer 13-14 erregt wird; Q11 geht in Selbsthaltung.

#### Ausschalten der Heizung

Das Heizungsschütz Q11 bleibt in Selbsthaltung, bis der Hauptschalter Q1 ausgeschaltet wird, die Taste S0 betätigt wird, der Sicherheitsthermostat ausgelöst oder  $T = T_{\max}$  ist.

Bei  $T = T_{\max}$  hat der Wechsler des Kontaktthermometers die Stellung I-III. Der Fühlerkreis des EMT6 (K3) ist niederohmig, der Öffner K3/21-22 geöffnet. Das Hauptschütz Q11 fällt ab.



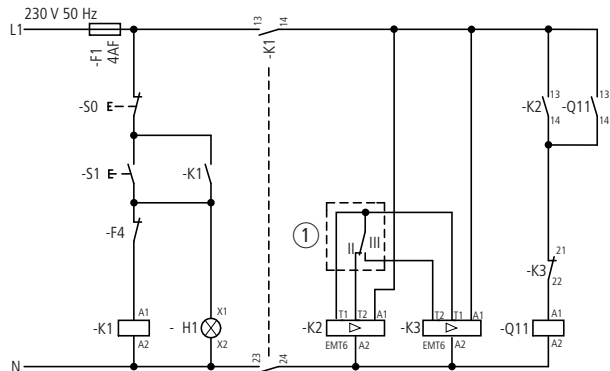
## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6

#### Sicherheit gegen Drahtbruch

Die Sicherheit gegen Drahtbruch in der Fühlerleitung von K3 (z. B. Nicht-Erkennung des Grenzwertes  $T_{\max}$ ) ist durch den Einsatz eines Sicherheitsthermostaten

gewährleistet, der bei Überschreiten von  $T_{\max}$  über seinen Öffner F4 zwangsläufig nach dem Prinzip abschaltet: „Ausschalten durch Entgegen“.



- ① Kontakt-Thermometer-Wechsler  
 I-II Stellung bei  $T \leq T_{\min}$   
 I-III Stellung bei  $T \leq T_{\max}$

- K1: Steuerspannung ein  
 K2: Einschalten bei  $T \leq T_{\min}$   
 K3: Ausschalten bei  $T_{\max}$

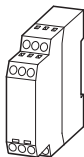
S0: Aus

S1: Start

F4: Sicherheitsthermostat

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### Schützüberwachungsrelais CMD



4

#### Arbeitsweise

Das CMD (Contactor Monitoring Device) überwacht bei einem Leistungsschütz die Hauptkontakte auf Verschweißen. Es vergleicht hierzu die Schütz-Steuerspannung mit dem Zustand der Hauptkontakte, den ein Spiegelkontakt (IEC EN 60947-4-1 Anhang F) zuverlässig meldet. Wird die Schützspule entregt und fällt dann das Schütz nicht ab, löst das CMD den vorgeordneten Leistungs- oder Lasttrennschalter über einen Unterspannungsauslöser aus.

Zusätzlich überwacht das CMD die Funktionstüchtigkeit des internen Relais. Hierfür dient ein zusätzlicher Hilfsschließer des überwachten Leistungsschützes. Dazu werden der Hilfsschließer und Hilfsöffner zwangsgeführt, letzterer ist als Spiegelkontakt ausgeführt.

#### Zugelassene Schaltgerätekombinationen

Um die Funktionssicherheit der gesamten Einheit aus Schütz, Leistungsschalter und CMD zu gewährleisten, ist das CMD nur mit definierten Schützen sowie Leistungs- oder Lasttrennschaltern zugelassen. Aus dem Schützsoriment lassen sich alle DILEM und DILM7 bis DILH2000 mit dem CMD auf Verschweißungen überwachen. Alle Hilfsöffner dieser Schütze sind als

Spiegelkontakt ausgeführt und für Überwachungszwecke einsetzbar. Als vorgelagerter Leistungs- oder Lasttrennschalter sind die NZM1 bis NZM4 oder N1 bis N4, jeweils ausgerüstet mit einem Unterspannungsauslöser NZM...-XUVL, verwendbar.

#### Anwendungen

Diese Kombinationen kommen bei sicherheitsgerichteten Anwendungen zum Einsatz. Bislang wird für Schaltungen der Sicherheitskategorie 3 und 4 die Reihenschaltung von zwei Schützen empfohlen. Jetzt reicht ein Schütz und das Schützüberwachungsrelais für Sicherheitskategorie 3 aus. Das CMD wird für NOT-HALT-Anwendungen nach EN 60204-1 eingesetzt. Es ist ebenso in der amerikanischen Automobilindustrie anwendbar. Dort sind gleichfalls Lösungen gefragt, die ein Verschweißen der Motorstarter zuverlässig erkennen und den Motorabgang sicher abschalten.

Als Sicherheitsbaustein ist das CMD durch die deutsche Berufsgenossenschaft zugelassen. Als Weltmarktgerät erhält es zudem die UL- und CSA-Approbatoren für den nordamerikanischen Markt.

Weitere Informationen finden Sie in den Handbüchern

- CMD(24VDC): MN121001ZU-DE/EN
- CMD(220-240VAC): MN121002ZU-DE/EN

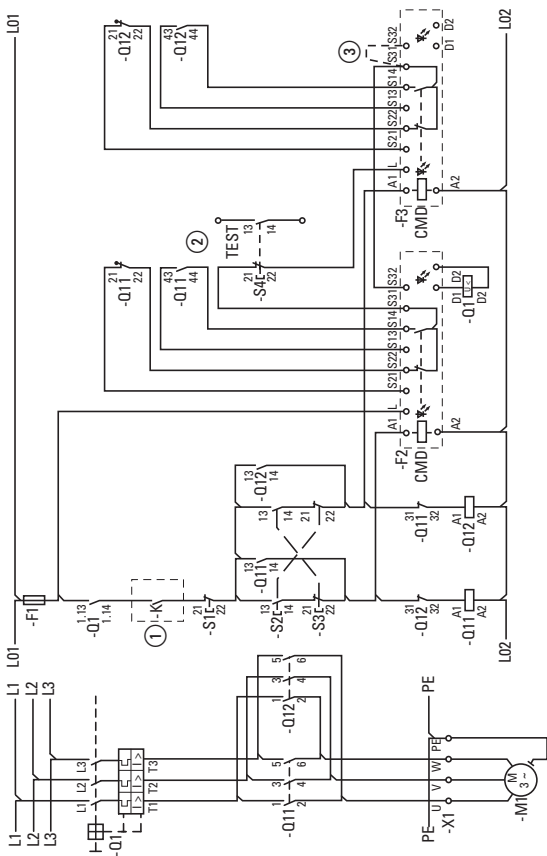


# Schütze und Motorschutzschalter/-relais

## Schützüberwachungsrelais CMD

### Schaltung Wendestarter

4



- ① Freigabe durch Sicherheitsrelais oder Sicherheits-SPS
- ② Meldekontakt zur SPS-Auswertung
- ③ CMD (24 V DC)

# Notizen

---

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### Motorschutzschalter

4

#### Definition

Motorschutzschalter sind Schalter zum Schalten, Schützen und Trennen von Stromkreisen mit vornehmlich motorischen Verbrauchern. Gleichzeitig schützen sie diese Motoren gegen Zerstörung durch blockierten Anlauf, Überlast, Kurzschluss und Ausfall eines Außenleiters in Drehstromnetzen. Sie haben einen thermischen Auslöser (PKZ) oder einen elektronischen Auslöser (PKE) zum Schutz der Motor-

wicklung (Überlastschutz) und einen elektromagnetischen Auslöser (Kurzschlusschutz).

Folgende Zusatzausrüstungen lassen sich an Motorschutzschalter anbauen:

- Unterspannungsauslöser,
- Arbeitsstromauslöser,
- Hilfsschalter,
- Ausgelöstmelder.

#### Motorschutzschalter bei Eaton

##### PKZM01

Der Motorschutzschalter PKZM01 bis 25 A wird mit der beliebigen Drucktastenbetätigung geliefert. Für die NOT-AUS-Betätigung an einfachen Maschinen ist die aufgesetzte Pilztaste erhältlich. Bevorzugt wird der PKZM01 im Auf- oder Einbaugeschütz montiert. Es können viele Zubehörteile vom PKZM0 verwendet werden.

##### PKZM4

Der Motorschutzschalter PKZM4 ist ein modularer und leistungsstarker Schalter zum Schalten und Schützen von motorischen Verbrauchern bis 65 A. Er ist der „große Bruder“ des PKZM0 und kann mit fast allen Zubehörteilen vom PKZM0 verwendet werden.

##### PKZM0

Der Motorschutzschalter PKZM0 ist ein modularer und leistungsstarker Schalter zum Schalten und Schützen von motorischen Verbrauchern bis 32 A und Transformatoren bis 25 A.

Ausführungen:

- Motorschutzschalter
  - Transformatorschutzschalter
- Beschreibung → Abschnitt „Die Motorschutzschalter PKZM01, PKZM0 und PKZM4“, Seite 4-36.

##### PKE

Motor- und Anlagenschutz mit PKE

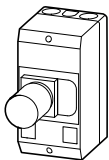
Der PKE ist ein modulares Bausteinsystem zum Schützen, Schalten und Melden von Motoren und Anlagen in Niederspannungs-Schaltanlagen bis 65 A, bestehend aus:

- Motorschutzschalter Grundgeräte
- Auslöseblöcke

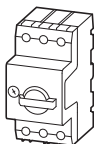
Beschreibung → Abschnitt „Motor- und Anlagenschutz mit PKE“, Seite 4-37.

**Schütze und Motorschutzschalter/-relais****Motorschutzschalter****PKZM01**

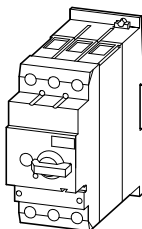
Schutzschalter  
im Aufbaugehäuse

**PKZM0**

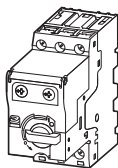
Schutzschalter  
bis 32 A

**PKZM4**

Schutzschalter  
bis 65 A

**PKE**

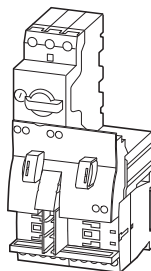
Schutzschalter mit  
elektronischem  
Weitbereichs-  
überlastschutz

**MSC-D**

Direktstarter

**MSC-R**

Wendestarter

**MSC-DEA**

Direktstarter  
(für SmartWire-DT)



## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### PKZM01, PKZM0 und PKZM4 – Beschreibung

#### Die Motorschutzschalter PKZM01, PKZM0 und PKZM4

Die PKZM01, PKZM0 und PKZM4 bieten mit den stromabhängig verzögerten Bimetallauslösern eine bewährte technische Lösung des Motorschutzes. Die Auslöser sind phasenausfallempfindlich und temperaturkompensiert. Die Bemessungsströme beim PKZM0 bis 32 A sind in 15 Bereiche aufgeteilt, beim PKZM01 bis 25 A in 14 Bereiche und beim PKZM4 bis 65 A in 7 Bereiche. Mit den Kurzschlussauslösern, auf  $15,5 \times I_N$  fest eingestellt, wird die Anlage (Motor) und die Zuleitung sicher geschützt, und der Motoranlauf gewährleistet. Die Phasenausfallempfindlichkeit der PKZM0 und PKZM4 lässt den Einsatz zum Schutz von Ex e-Motoren zu. Eine ATEX-Bescheinigung liegt vor. Zum Schutz von Motoren werden die Motorschutzschalter auf Motornennstrom eingestellt.

Das folgende Zubehör ergänzt den Motorschutzschalter bei den verschiedenen Unterfunktionen:

- Unterspannungsauslöser U,
- Arbeitsstromauslöser A,
- Normalhilfsschalter NHI,
- Ausgelöstmelder AGM.



## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### PKE – Beschreibung

#### Motor- und Anlagenschutz mit PKE

Der PKE erhält seine Modularität durch Kombination des Motor- oder Anlagenschutzschalters mit unterschiedlichen Zubehörkomponenten. Die austauschbaren Motorschutz-Auslöseblöcke mit dem elektronischen Weitbereichsüberlastschutz (Strombereich 1:4) sind als Standard-Version oder erweiterte Version zur Anbindung an dem SmartWire-DT verfügbar. Damit ergeben sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten und die Anpassung an verschiedenste Anforderungen.

Eine ATEX-Bescheinigung liegt vor. Zum Schutz von Motoren werden die Motorschutzschalter auf Motornennstrom eingestellt.

Das folgende Zubehör des PKZM0 ergänzt auch den Motorschutzschalter PKE bei den verschiedenen Unterfunktionen:

- Unterspannungsauslöser U,
- Arbeitsstromauslöser A,
- Normalhilfsschalter NHI,
- Ausgelöstmelder AGM.

4

#### Der Schutzschalter

Der Schutzschalter PKE besteht aus:

- Grundgerät, 3 Varianten für 12 A, 32 A und 65 A und
- steckbarem Auslöseblock.

Bei den Auslöseblöcken unterscheidet man:

- Motorschutzauslöseblöcke (5 Varianten für den Bereich von 0,3 bis 65 A)
- Anlagenschutzauslöseblock (2 Varianten für den Bereich 15 bis 65 A)

Alle Auslöseblöcke sind mit einstellbaren Überlastauslösern ausgestattet.

Überlast von ... bis ...:

- Motorschutz-Auslöseblöcke: zusätzlich mit einstellbaren Auslöseklassen (CLASS 5, 10, 15 und 20) zum Schutz schwer anlaufender Motoren.
- Anlagenschutz-Auslöseblock: zusätzlich mit einstellbarem Kurzschlussauslöser 5 bis  $8 \times I_e$

Die Phasenausfallempfindlichkeit des PKE lässt den Einsatz zum Schutz von Ex e-Motoren zu.

#### Normen

Der Motorschutzschalter PKE entspricht den Vorschriften IEC/EN 60947 und VDE 0660. Der PKE erfüllt außerdem die in der EN 60204 festgelegten Anforderungen an Trenner und Hauptschalter.

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### PKM0, PKZM0-...-T – Beschreibung

#### Motorschutzschalter ohne Überlastauslöser

##### PKM0

Der Motorschutzschalter PKM0 ist ein Schutzschalter für Starterkombinationen oder Kurzschluss-Schutzschalter als Grundgerät im Bereich 0,16 A bis 32 A. Das Grundgerät ist ohne Überlastauslöser, jedoch mit Kurzschlussauslöser ausgestattet. Dieser Schutzschalter wird eingesetzt zum Schutz von ohmscher Last (Widerstandslast), bei denen keine Überlastung zu erwarten ist.

Ferner werden diese Schalter in Motorstarterkombinationen mit und ohne Wiedereinschaltsperrung eingesetzt, wenn zusätzlich ein Motorschutzrelais oder ein Thermistorschutzgerät verwendet wird.

#### Motorschutzschalter mit Push-In-Anschlussklemmen

##### PKZM0-...-...PI...

Der PKZM0 verfügt auch über eine Ausführung mit Push-In-Anschlussklemmen. Hier lassen sich auch Leiter ohne Aderendhülse anschließen. Die Anschlüsse sind wartungsfrei. Dabei kann man aus einer Variante mit beiden Seiten Push-In-Anschlussklemmen und einer Mischvariante PKZM0-...-SPI..., bei der nur die Abgangsseite mit Push-In-Anschlussklemmen ausgerüstet ist, wählen. Eingangsseitig können hier die Drehstromschienenblöcke B3...-PKZ0 verwendet werden.

#### Transformatorschutzschalter

##### PKZM0-...-T

Der Transformatorschutzschalter ist für den primärseitigen Transformatorschutz konzipiert. Die Kurzschlussauslöser der Typen von 0,16 A bis 25 A sind fest auf  $20 \times I_n$  eingestellt. Die Ansprechwerte der Kurzschlussauslöser liegen hier höher als bei den Motorschutzschaltern um auch den noch höheren Einschalttrush leerlaufender Transformatoren ohne Auslösung zu beherrschen. Der Überlastauslöser des PKZM0-T wird auf den primärseitigen Nennstrom des Trafos eingestellt. Das gesamte Zubehör des PKZM0 kann mit dem PKZM0-T kombiniert werden.

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### Motorstarter MSC – Beschreibung

#### Motorstarter in Kombinationstechnik

Motorstarterkombinationen MSC sind bis 32 A erhältlich. Motorstarter bis 16 A bestehen aus einem Motorschutzschalter PKZM0 oder PKE und einem Schütz DILM. Beide werden mit einem steckbaren mechanischen Verbinderbaustein werkzeuglos verbunden. Zusätzlich wird über einen steckbaren elektrischen Verbinder die Hauptstromverdrahtung hergestellt. Die Motorschutzschalter PKZM0 oder PKE und die Schütze DILM bis 15,5 A besitzen hierfür entsprechende Schnittstellen.

Die Motorstarterkombinationen MSC ab 16 A bestehen aus einem Motorschutzschalter PKZM0 oder PKE und einem Schütz DILM. Beide sind auf einer Hut-schienenplatte montiert und mit einem Verbinderbaustein mechanisch und elektrisch verbunden.

Die MSC gibt es als Direktstarter MSC-D und als Wendestarter MSC-R.

Für Motorleistungen von mehr als 15 kW/400 V stehen die Kombinationen von PKZM4 oder PKE65 mit den bewährten Leistungsschützen DILM zur Verfügung.

4

#### Kombination mit Softstarter oder Frequenzumrichter

Bei Anwendungen für Mehrmotoren-betrieb nach einem Softstarter oder Frequenzumrichter muss ggf. der Einfluss vorhandener Oberwellen oder von 50/60 Hz abweichender Frequenzen berücksichtigt werden.

Bei Kombination mit Frequenzumrichter und vorgeschaltetem Sinusfilter, Frequenzen größer 60 Hz, spricht der Motorschutzschalter PKZM0/PKZM4 im Überlastbereich früher an, d. h. der Auslöser muss auf einen etwas höheren Strom nachjustiert werden. Der Effekt ist bis 500Hz allerdings gering. Der Ansprechstrom der Kurzschlussauslöser wird bei höherer Frequenz größer, d. h. Auslösung erfolgt erst bei höheren Kurzschlussströmen. Der Effekt ist stärker ausgeprägt, schätzungsweise 30 - 40 %.

Da die Geräte durch die höheren Frequenzen thermisch stärker belastet werden empfiehlt sich ein Derating.

Ein Betrieb der Motorschutzschalter PKZM0/PKZM4 ohne vorgeschalteten Sinusfilter ist nicht zulässig, da es zu einer Überhitzung der Geräte kommen kann.

Weitere Hinweise

→ Abschnitt „Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter“, Seite 5-1

## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

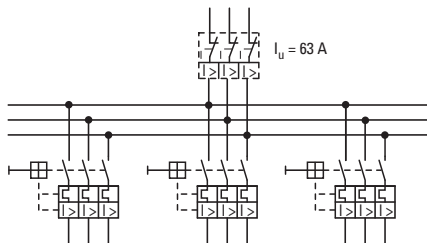
### PKZM0 und PKZM4 – Strombegrenzer

#### CL-PKZ0

Der Strombegrenzer-Baustein CL-PKZ0 ist eine speziell für den PKZM0 und PKZM4 entwickelte Kurzschluss-Schutzeinrichtung für die nicht eigenfesten Bereiche. Der CL-Baustein hat die gleiche Grundfläche und Klemmtechnik wie der PKZM0. So ist bei der Montage auf einer Hutschiene nebeneinander die Weiterverbindung mit Drehstromblöcken B3...-PKZ0 möglich. Das Schaltvermögen der Reihenschaltung von PKZM0 oder PKZM4 + CL beträgt 100 kA bei 400 V. Im Kurzschlussfall öffnen

die Kontaktsysteme von Motorschutzschalter und CL. Während der Strombegrenzer wieder in die geschlossene Ruhelage zurückfällt, löst der Motorschutzschalter über den Schnellauslöser aus und stellt eine bleibende Trennstrecke her. Das System ist nach Beseitigung einer Störung wieder betriebsbereit. Der Strombegrenzer hat einen Dauerstrom von 63 A. Der Baustein kann als Einzel- oder Gruppenschutz eingesetzt werden. Die Einspeiserichtung ist beliebig.

#### Einzel- und Gruppenschutz mit CL-PKZ0



Bei Anschluss > 6/4 mm<sup>2</sup>  
Klemme BK25/3-PKZ0  
verwenden.

Bei Häufung und  
Anschluss mit Drehstrom-  
schienenblock B3...PKZ0.  
Belastungsfaktoren nach  
VDE 0660-600-2 beachten.

#### Beispiele:

PKZM0-16, PKZM4-16 oder	PKZM0-16/20, PKZM4-16/20 oder	PKZM0-20, PKZM4-20 oder	PKZM0-25, PKZM4-25
4 x 16 A x 0,8 = 51,2 A	2 x (16 A + 20 A) x 0,8 = 57,6 A	3 x 20 A x 0,9 = 54 A	2 x 25 A x 0,9 = 45 A

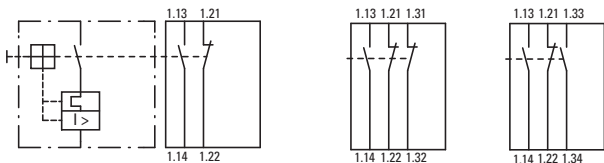
## Schütze und Motorschutzschalter/-relais PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Hilfsschalter

### Hilfsschalter und Normalhilfsschalter NHI für PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE

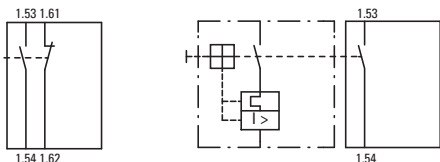
Sie schalten zeitlich parallel mit den Hauptkontakten. Sie dienen der Fernsignalisierung des Schaltzustandes und

der Verriegelung von Schaltgeräten untereinander. Sie sind mit Schraubanschluss oder Push-In-Technik erhältlich.

Seitenanbau:



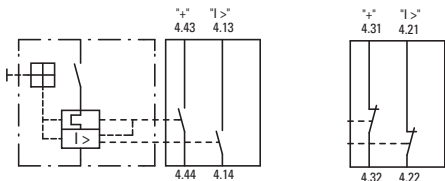
Frontseitig anbaubar:



### Ausgelöstmelder AGM für PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE

Er gibt Aufschluss über den Grund einer Auslösung des Schutzschalters. Bei einer Spannungs-/Überlastauslösung (Kontakt 4.43-4.44 oder 4.31-4.32) oder Kurzschluss-Auslösung (Kontakt 4.13-4.14 oder 4.21-4.22) werden zwei potentialfreie

Kontakte unabhängig voneinander angesteuert. Überlast und Kurzschluss können getrennt gemeldet werden. Die AGM sind mit Schraubanschluss oder Push-In-Technik erhältlich.



## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Auslöser

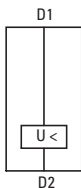
#### Spannungsauslöser

Sie arbeiten nach dem elektromagnetischen Prinzip. Sie wirken auf das Schaltschloss des Schutzschalters. Sie sind mit Schraubanschluss oder Push-In-Technik erhältlich.

#### Unterspannungsauslöser

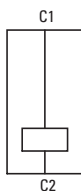
Sie schalten den Schutzschalter ab, wenn keine Spannung ansteht. Sie werden für Sicherheitsaufgaben eingesetzt. Der über den voreilenden Hilfsschalter VHI20-PKZ0 oder VHI20-PKZ01 an Spannung gelegte Unterspannungsauslöser U-PKZ0 gestattet das Einschalten des Schutzschalters. Bei Spannungsausfall schaltet der Auslöser über das Schaltschloss des Schutzschalters ab. So werden unkontrollierte Wiederanläufe von Maschinen sicher verhindert. Die Sicherheitsschaltungen sind drahtbruchsicher.

Der VHI20-PKZ0 kann nicht mit dem PKZM4 verwendet werden!



#### Arbeitsstromauslöser

Sie schalten den Schutzschalter ab, wenn sie an Spannung gelegt werden. Man setzt sie in Verriegelungsschaltungen oder zum Fernauslösen ein, wenn Spannungseinbrüche oder Unterbrechungen nicht zu ungewollten Abschaltungen führen sollen.

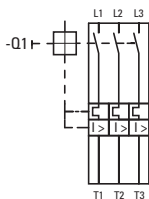


## Schütze und Motorschutzschalter/-relais

### PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Prinzipschaltbilder

#### Motorschutzschalter PKZM01, PKZM0 und PKZM4

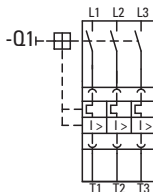
handbetätigter Motorstarter



4

#### Motorschutzschalter PKE

handbetätigter Motorstarter

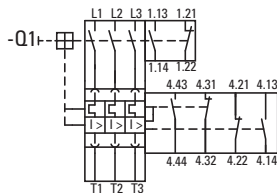
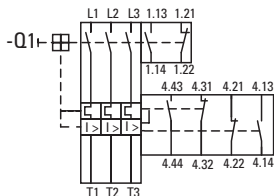


**Schütze und Motorschutzschalter/-relais**

PKZM01, PKZM0, PKZM4 und PKE – Prinzipschaltbilder

**Motorschutzschalter mit Hilfsschalter und Ausgelöstmelder**PKZM01(PKZM0-...)(PKZM4-...) +  
NHI11-PKZ0 + AGM2-10-PKZ0

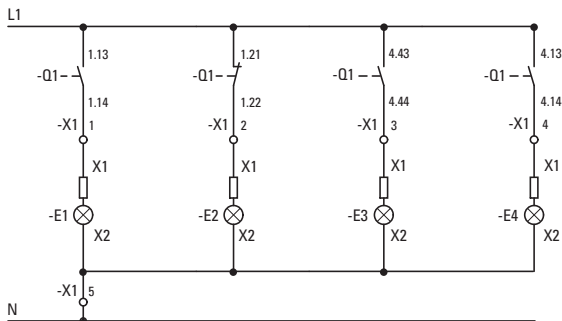
PKE... + NHI11-PKZ0 + AGM2-10-PKZ0



4

**Zur differenzierten Fehlermeldung**

(Überlast oder Kurzschluss)

E1: Schutzschalter EIN  
E2: Schutzschalter AUSE3: Störung allgemein, Überlastauslösung  
E4: Kurzschlussauslösung





# Schütze und Motorschutzschalter/-relais

## Feeder System MSFS

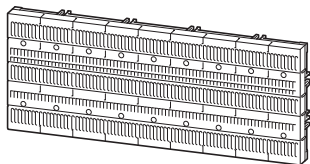
### Feeder System MSFS

Das Feeder System MSFS ist ein Einspeisensystem für Motostarterkombinationen und geeignet für die sichere Energieverteilung bis 125 A im Schaltschrank. Die modulare Lösung lässt sich dank der Montage mittels Stecksystem einfach und intuitiv in Maschinen und Anlagen integrieren. Die Montage des Feeder Systems ist schnell, einfach und sicher.

### Merkmale

- Bemessungsstrom  $I_n = 125 \text{ A}$
- Für Motorstarter bis zu  $I_n = 32 \text{ A}$  und Direktstarter, Wendestarter, Softstarter DS7
- Berührungsschutz IP20
- Zwei Grundmodule für (225 mm) max. 4 und (405 mm) max. 8 Motorstarter
- Einspeisung über Push-Lock-Technik
- Zertifiziert IEC und UL

4



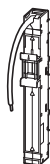
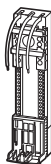
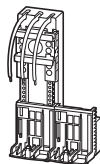
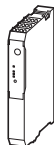
Board



Einspeisemodul



Adapter

elektronischer  
Motorstarter

Netzteil 24 V DC

## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

	Seite
<b>Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)</b>	5-3
<b>Grundlagen zum Softstarter</b>	5-19
<b>Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)</b>	5-34
<b>Anwendung eines dreiphasigen Softstarters (S811+)</b>	5-51
<b>Grundlagen zum Frequenzumrichter</b>	5-57
<b>Maßnahmen zur Verbesserung der Netzqualität</b>	5-74
<b>Anwendung eines Drehzahlstarters (DE1)</b>	5-83
<b>Anwendung eines IP20 Frequenzumrichters (DM1/DG1)</b>	5-91
<b>Anwendung eines IP66 Frequenzumrichters (DC1/DA1)</b>	5-99
<b>Anwendung eines dezentralen Antriebssystems (Rapid Link 5)</b>	5-104

# Notizen

---

5

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

### Produktmerkmale EMS2

Die elektronischen Motorstarter der Reihe EMS2 dienen zum Schalten und Schützen von Drehstrom-Asynchronmotoren.

Dabei sind je nach Ausführung folgende Funktionen verfügbar:

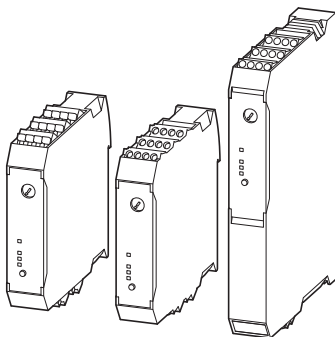
- Direktstarter (DO = Direct Online)
- Wendestarter (RO = Reverse Online)
- Motorschutz
- Überlastschutz
- Phasenausfall
- Phasenunsymmetrie
- NOT-HALT bis Kat.3/PL e nach DIN EN ISO 13849, SIL 3 nach IEC 61508

Die kompakten Geräte beinhalten die für die genannten Funktionen erforderlichen Verriegelungen, so dass sich der Verdrahtungsaufwand verringert.

Der Betrieb von Einphasenmotoren in Verbindung mit einem elektronischen Motorstarter EMS2 ist nicht zulässig!

Bei Stromkreisen in den staubexplosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 21 bzw. 22 muss sichergestellt sein, dass die an diesen Stromkreis angeschlossenen Betriebsmittel der Kategorie 2D bzw. 3D entsprechen bzw. bescheinigt sind.

Dies ist ein Produkt für Umgebung A (Industrie). In Umgebung B (Haushalt) kann dieses Gerät unerwünschte Funkstörungen verursachen. In diesem Fall kann der Anwender verpflichtet sein, angemessene Maßnahmen durchzuführen.



### Weitere Merkmale

- Weitbereichsüberlastschutz
- 22,5 mm Baubreite
- Zusätzliche Monitoringfunktionen der EMS2...-SWD
- Hybridschalttechnik für hohe elektrische Lebensdauer
- ATEX-Zulassung der EMS2-D(R)OS(F)...
- Integrierter Kurzschlusschutz bei EMS2-ROSF...

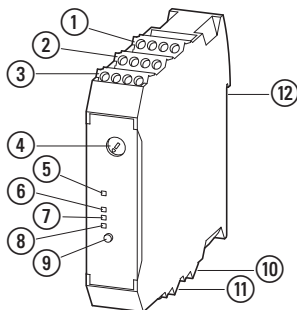
### Applikationen

- Schiebersteuerung
- Horizontale/vertikale Förderer
- Kleinantriebe
- Lüfter

## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

#### EMS2 – bei Montage auf einer Hutschiene



5

- ① Klemmen für Steuerspannung  $U_S$  und ON/R/L
- ② Reset (und Bezugspunkt der Steuereingänge bei Motorstartern mit Sicherheitsfunktion)
- ③ Relaisausgang
- ④ Einstellrad für den Motorschutz
- ⑤ LED **PWR** (grün)
- ⑥ LED **ERR** (rot)
- ⑦ LED **L** (gelb) – bei Wendestartern
- ⑧ LED **R** (gelb) – bei Wendestartern bzw. LED **ON** (gelb) – bei Direktstartern
- ⑨ Set/Reset-Taster
- ⑩ Klemmen für die Eingangsspannung
- ⑪ Klemmen für die Ausgangsspannung
- ⑫ Hutschienenbefestigung

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

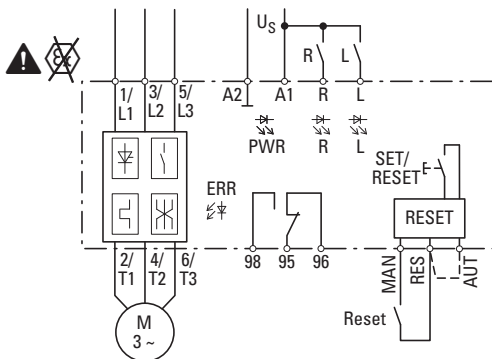
## Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

### Varianten DO (Direktstarter) und RO (Wendestarter)

Typ	Minimaler Strom	Bemessungsbetriebsstrom $I_b$		Steuer- spannung $U_s$		Klemmen	
		AC51 EN 60947-4-3	AC53a EN 60947-4-2	24 V DC	115 V AC - 230 V AC	Push-In	Schrauben
<b>Direktstarter</b>							
EMS2-DO-T-2,4-24VDC	0,18 A	2,4 A	2,4 A	✓	-	✓	-
EMS2-DO-T-9-24VDC	1,5 A	9 A	6,5 A	✓	-	✓	-
EMS2-DO-Z-2,4-24VDC	0,18 A	2,4 A	2,4 A	✓	-	-	✓
EMS2-DO-Z-9-24VDC	1,5 A	9 A	6,5 A	✓	-	-	✓
EMS2-DO-Z-2,4-230VAC	0,18 A	2,4 A	2,4 A	-	✓	-	✓
EMS2-DO-Z-9-230VAC	1,5 A	9 A	6,5 A	-	✓	-	✓
<b>Wendestarter</b>							
EMS2-RO-T-2,4-24VDC	0,18 A	2,4 A	2,4 A	✓	-	✓	-
EMS2-RO-T-9-24VDC	1,5 A	9 A	6,5 A	✓	-	✓	-
EMS2-RO-Z-2,4-24VDC	0,18 A	2,4 A	2,4 A	✓	-	-	✓
EMS2-RO-Z-9-24VDC	1,5 A	9 A	6,5 A	✓	-	-	✓
EMS2-RO-Z-2,4-230VAC	0,18 A	2,4 A	2,4 A	-	✓	-	✓
EMS2-RO-Z-9-230VAC	1,5 A	9 A	6,5 A	-	✓	-	✓

5

### Blackschaltbild Wendestarter



# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

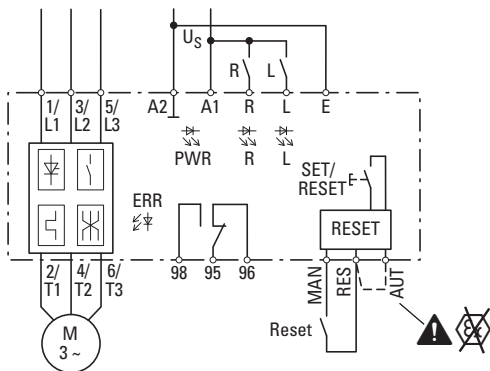
## Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

### Varianten DOS (Direktstarter) und ROS (Wendestarter)

Typ	Minimaler Strom	Bemessungsbetriebsstrom $I_b$		Steuer-spannung $U_s$		Klemmen	
		AC51 EN 60947-4-3	AC53a EN 60947-4-2	24 V DC	115 V AC - 230 V AC	Push-In	Schrauben
<b>Direktstarter</b>							
EMS2-DOS-T-3-24VDC	0,18 A	3 A	3 A	✓	-	✓	-
EMS2-DOS-T-9-24VDC	1,5 A	9 A	7 A	✓	-	✓	-
EMS2-DOS-Z-3-24VDC	0,18 A	3 A	3 A	✓	-	-	✓
EMS2-DOS-Z-9-24VDC	1,5 A	9 A	7 A	✓	-	-	✓
<b>Wendestarter</b>							
EMS2-ROS-T-3-24VDC	0,18 A	3 A	3 A	✓	-	✓	-
EMS2-ROS-T-9-24VDC	1,5 A	9 A	7 A	✓	-	✓	-
EMS2-ROS-Z-3-24VDC	0,18 A	3 A	3 A	✓	-	-	✓
EMS2-ROS-Z-9-24VDC	1,5 A	9 A	7 A	✓	-	-	✓

5

### Blockschaltbild Direktstarter mit Sicherheitsfunktion

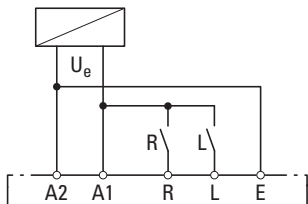




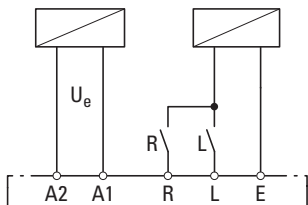
## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

#### Gemeinsame Spannungsquelle für Versorgung und Steuereingänge



#### Getrennte Spannungsquelle für Versorgung und Steuereingänge



#### Manueller Reset

Nach Behebung des Fehlers kann die Fehlermeldung manuell zurückgesetzt werden. Dabei ist zu beachten, dass im Falle einer Meldung des Motorschutzes die Fehlermeldung erst nach der Abkühlzeit zurückgesetzt werden kann. Während der Abkühlzeit leuchtet die LED **L**, **R** oder **ON** dauerhaft.

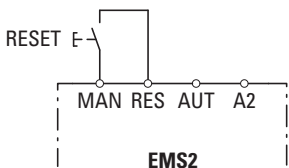
Nach der Abkühlzeit geht das Dauerlicht in Blinken über und ein Reset ist möglich.

Der Motorstarter EMS2 benötigt zum Reset ein Signal mit ansteigender Flanke an der Klemme MAN mit einer Dauer von weniger als 2 Sekunden.

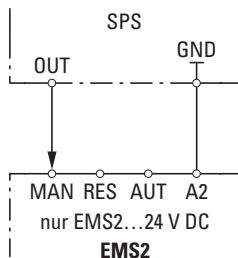
Steht das Signal länger an oder ist der Reset-Taster auf der Front des Gerätes länger gedrückt, bleibt das Gerät im Fehlermodus und es wird der eingestellte Motorstrom angezeigt.

Steht das Signal länger als 6 Sekunden an, wechselt das Gerät in den Programmiermodus (→ Abschnitt „Einstellen des Motorschutzes“, Seite 5-8).

#### Beschaltung für einen manuellen Reset über externen Taster



#### Beschaltung für einen manuellen Reset über SPS



Soll die Meldung über einen externen Taster zurückgesetzt werden, so ist dieser zwischen den Klemmen RES und MAN anzuschließen.

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

### Nur bei Geräten mit einer Steuerspannung

#### $U_s$ von 24 V DC

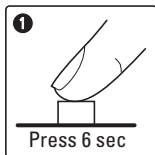
Der Reset kann in diesem Fall auch mit einem 24-V-Signal aus einer externen SPS durchgeführt werden. Hierzu ist der Ausgang der SPS mit der Klemme MAN zu verbinden. Der Bezugspunkt der SPS-Ausgangsspannung ist mit Klemme A2 zu verbinden.

### Einstellen des Motorschutzes

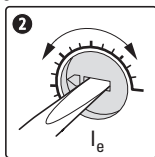
Stellen Sie sicher, dass sowohl beim Einstellen des Motorschutzes als auch bei der Anzeige des eingestellten Wertes folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Das Gerät ist mit Spannung versorgt.
- Es liegt kein Fehler an.
- Es liegt kein Startsignal an den Klemmen **ON**, **L** oder **R** an.

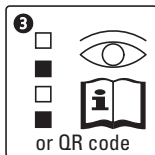
• Aktivieren des Parametriermodus  
Drücken Sie den Taster RESET für mindestens 6 Sekunden. → Die grüne LED **PWR** blinkt anschließend einmal auf.



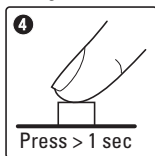
• Einstellen des Motornennstroms  
Drehen Sie das Potenziometer auf den gewünschten Wert.



• Überprüfen des Wertes an den LEDs  
Vergleichen Sie den eingestellten Wert mit dem an den LEDs angezeigten Wert (→ Tabelle, Seite 5-9).



• Verlassen des Parametriermodus  
Betätigen Sie den Taster RESET.



**Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter****Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)****Einstellwerte des Motorschutzes**

Code				Einstellwert $I_n$		
PWR	ERR	L	R	$I_e = 2,4 \text{ A}$ (EMS2-...-2,4...)	$I_e = 3 \text{ A}$ (EMS2-...-3...)	$I_e = 9 \text{ A}$ (EMS2-...-9...)
PWR	ERR	-	ON			
0	0	0	0	0,18 A	0,18 A	1,5 A
0	0	0	1	0,25 A	0,3 A	1,0 A
0	0	1	0	0,41 A	0,44 A	2,5 A
0	0	1	1	0,56 A	0,6 A	3,0 A
0	1	0	0	0,71 A	0,68 A	3,5 A
0	1	0	1	0,87 A	0,88 A	4,0 A
0	1	1	0	1,02 A	1,0 A	4,5 A
0	1	1	1	1,117 A	1,1 A	5,0 A
1	0	0	0	1,33 A	1,2 A	5,5 A
1	0	0	1	1,48 A	1,5 A	6,0 A
1	0	1	0	1,63 A	1,6 A	6,5 A
1	0	1	1	1,79 A	1,9 A	7,0 A
1	1	0	0	1,94 A	2,1 A	7,5 A
1	1	0	1	2,09 A	2,4 A	8,0 A
1	1	1	0	2,25 A	2,7 A	8,5 A
1	1	1	1	2,4 A	3,0 A	9,0 A

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

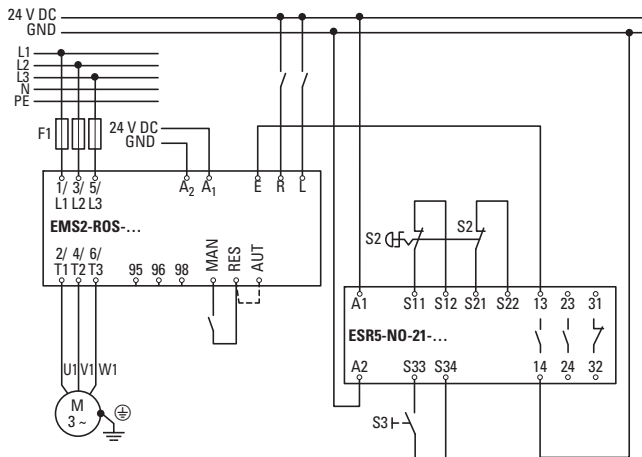
### Einkanalige NOT-HALT-Applikation (Kat. 3, SIL 3, PL e) mit Fehlerausschluss

Der Motorstarter EMS2-ROS... wird in Kombination mit einem Sicherheitsrelais der Reihe ESR5 verwendet.

Der gemeinsame Bezugspunkt der Steuereingänge (Klemme **E**) wird über das Sicherheitsrelais geschaltet.

Die Vorgabe der Steuerbefehle für die Drehrichtung erfolgt direkt mit 24 V DC an die Klemme **L** bzw. **R**.

5



Beispiel: Mit übergeordneter Sicherheitsrelais-Kombination innerhalb eines geschlossenen Schaltschrank

## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

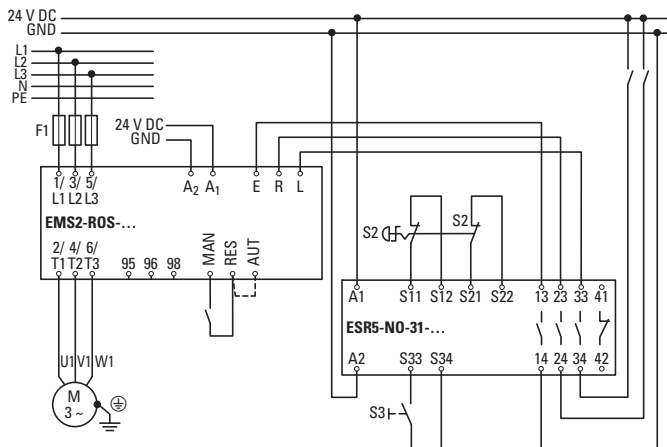
### Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

#### Wendestarter 24 V DC (zweikanalig) mit Sicherheitsfunktion (Kat. 3, SIL 3, PL e)

Der Motorstarter EMS2-ROS... wird in Kombination mit einem Sicherheitsrelais der Reihe ESR5 verwendet.

Der gemeinsame Bezugspunkt der Steuereingänge (Klemme **E**) sowie die Steuerbefehle **L** und **R** werden über das Sicherheitsrelais geschaltet.

Die Vorgabe der Steuerbefehle für die Drehrichtung erfolgt direkt mit 24 V DC an die Klemme **L** bzw. **R**.



Beispiel: Wendestarter mit Sicherheitsfunktion (zweikanalig)

## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

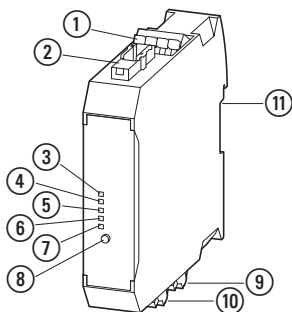
### Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

#### EMS2...-SWD – bei Montage auf einer Hutschiene

Die Versorgung des Gerätes sowie die Ansteuerung der Drehrichtung erfolgt über die interne SmartWire-DT (SWD) Schnittstelle. Darüber hinaus stellt der Motorstarter über diese Schnittstelle zusätzliche Informationen für eine übergeordnete Steuerung zur Verfügung.

EMS2...-SWD sind nur mit Push-In-Klemmen verfügbar.

5



- ① EMS2-DO/RO: Klemmen ohne Funktion  
EMS2-DOS/ROS: sicherheitsgerichtete Freigabe
- ② Anschluss für SWD-Gerätestecker
- ③ LED **PWR** (grün)
- ④ LED **SWD** (grün)
- ⑤ LED **ERR** (rot)
- ⑥ LED **L** (gelb) – bei Wendestartern
- ⑦ LED **R** (gelb) – bei Wendestartern bzw.  
LED **ON** (gelb) – bei Direktstartern
- ⑧ Set/Reset-Taster
- ⑨ Klemmen für die Eingangsspannung
- ⑩ Klemmen für die Ausgangsspannung
- ⑪ Hutschienenbefestigung

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

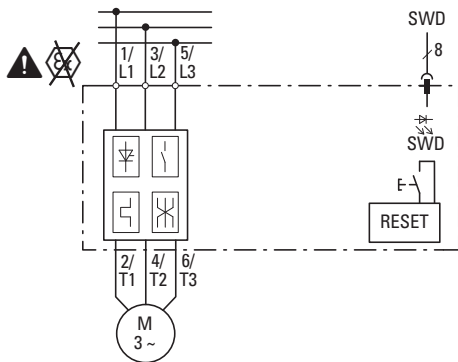
## Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

### Varianten DO (Direktstarter) und RO (Wendestarter)

Typ	Minimaler Strom	Bemessungsbetriebsstrom $I_e$	
		AC51 EN 60947-4-3	AC53a EN 60947-4-2
<b>Direktstarter</b>			
EMS2-DO-T-3-SWD	0,18 A	3 A	3 A
EMS2-DO-T-9-SWD	1,5 A	9 A	7 A
<b>Wendestarter</b>			
EMS2-RO-T-3-SWD	0,18 A	3 A	3 A
EMS2-RO-T-9-SWD	1,5 A	9 A	7 A

5

### Blackschaltbild Wendestarter mit SWD



# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

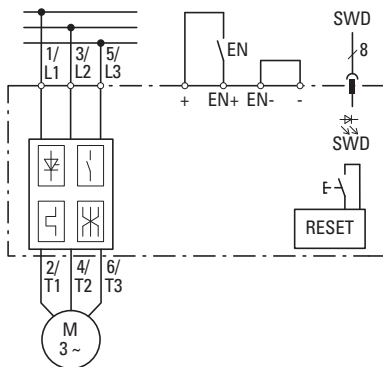
## Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

### Varianten DOS (Direktstarter) und ROS (Wendestarter)

Typ	Minimaler Strom	Bemessungsbetriebsstrom $I_e$	
		AC51 EN 60947-4-3	AC53a EN 60947-4-2
<b>Direktstarter</b>			
EMS2-DOS-T-3-SWD	0,18 A	3 A	3 A
EMS2-DOS-T-9-SWD	1,5 A	9 A	7 A
<b>Wendestarter</b>			
EMS2-ROS-T-3-SWD	0,18 A	3 A	3 A
EMS2-ROS-T-9-SWD	1,5 A	9 A	7 A

5

### Blackschaltbild: Wendestarter mit Sicherheitsfunktion und SWD

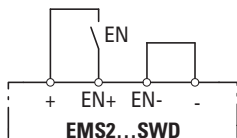




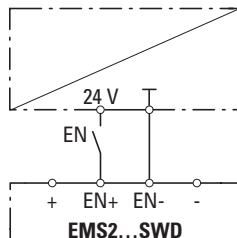
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

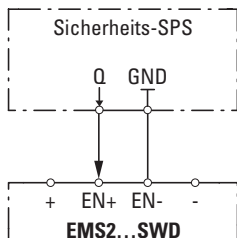
### Sicherheitsgerichtete Freigabe mit interner Spannung aus dem Motorstarter EMS2-...-SWD



### Sicherheitsgerichtete Freigabe mit externer Spannung



### Sicherheitsgerichtete Freigabe über einen sicheren SPS-Ausgang



## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

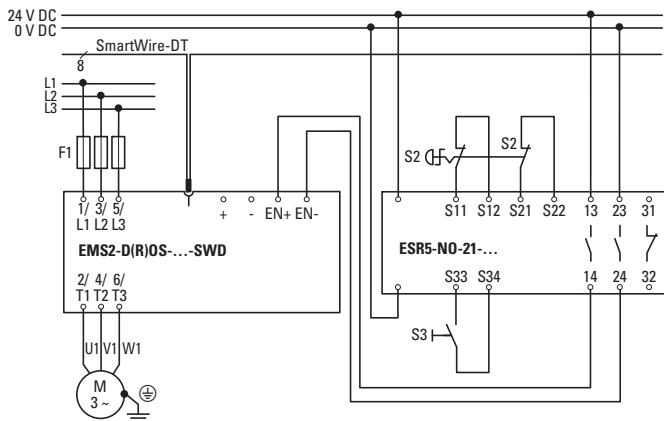
#### Einkanalige NOT-HALT-Applikation (Kat. 3, SIL 3, PL e)

Der Motorstarter EMS2-D(R)OS-...-SWD wird in Kombination mit einem Sicherheitsrelais der Reihe ESR5 verwendet.

Eine Leitung für die sicherheitsgerichtete Freigabe (EN+) wird über das Sicherheitsrelais geschaltet. Zur Freigabe wird die interne Spannung an den Klemmen + und - benutzt. Diese Art der Verdrahtung wird nur dann akzeptiert, wenn sich der Motorstarter EMS2-...-SWD und das Sicherheitsrelais im gleichen Schaltschrank befinden.

Hintergrund ist ein möglicher Querkurzschluss, der zu einer Überbrückung innerhalb des NOT-HALT-Kreises führen kann. Dieser ist bei Kabeln, die sich außerhalb des Schaltschranks befinden, eher wahrscheinlich als bei einer Verdrahtung innerhalb des gleichen Schanks.

5



Beispiel: Einkanalige NOT-HALT-Applikation mit Fehlerausschluss

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

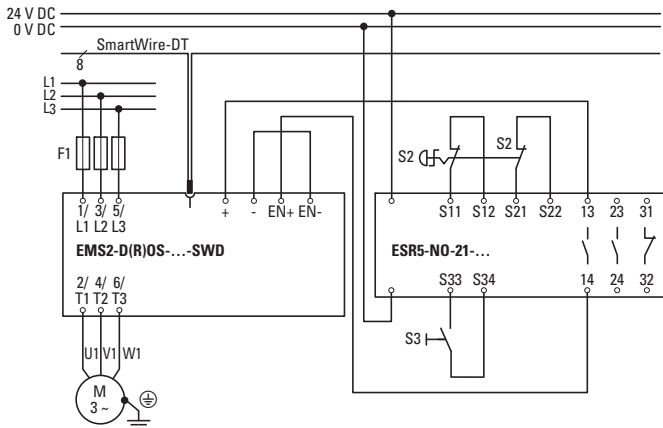
## Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

### Zweikanalige NOT-HALT-Applikation (Kat. 3, SIL 3, PL e)

Der Motorstarter EMS2-D(R)OS-...-SWD wird in Kombination mit einem Sicherheitsrelais der Reihe ESR5 verwendet.

Beide Leitungen für die sicherheitsgerichtete Freigabe (EN+/EN-) werden über das Sicherheitsrelais geschaltet.

Zur Freigabe wird eine externe Spannung von 24 V benutzt. Diese Art der Verdrahtung wird auch dann akzeptiert, wenn sich der Motorstarter EMS2-...-SWD und das Sicherheitsrelais nicht im gleichen Schaltschrank befinden.



Beispiel: Zweikanalige NOT-HALT-Applikation

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

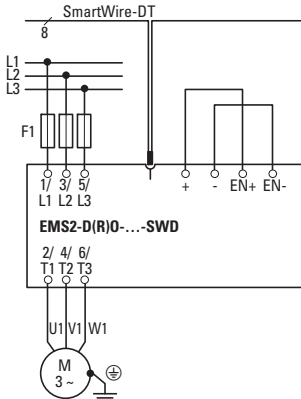
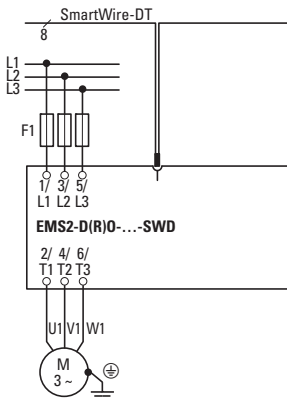
## Anwendung eines Elektronischen Motorstarters (EMS2)

### Applikation ohne NOT-HALT

Die Geräte der Reihe EMS2-...-SWD sind bei dieser Applikation nicht in eine NOT-HALT-Kette einbezogen.

Bei Verwendung von EMS2-DOS-...-SWD bzw. EMS2-ROS-...-SWD sind die Klemmen + mit EN+ und – mit EN- zu brücken, damit ein Start-Signal über SWD akzeptiert wird.

5



2 Beispiele: Applikation ohne NOT-HALT mit Fehlerausschluss

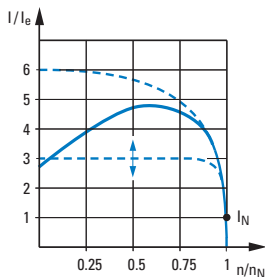
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter

### Softstarter

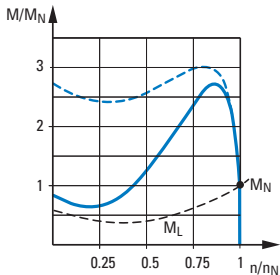
Softstarter sind elektronische Geräte für den sanften Start von Drehstrommotoren; sie werden daher auch elektronische Sanftanlasser genannt. Softstarter müssen die Produktnorm IEC/EN 60947-4-2 erfüllen.

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. Das 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

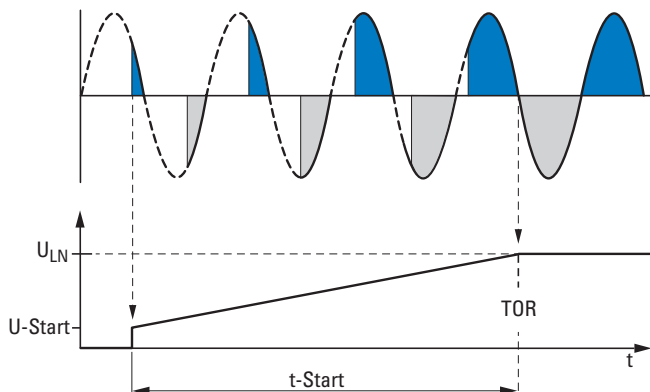


Nach Ablauf der zeitlich geführten Spannungsänderung (TOR = Top-of-Ramp) kann die Phasenanschnittsteuerung für den statischen Dauerbetrieb durch sogenannte Bypass-Kontakte überbrückt werden. Durch den deutlich geringeren Übergangswiderstand der mechanischen Schaltkontakte gegenüber den Leistungshalbleitern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

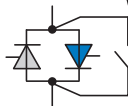
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter

5



- $U_{LN}$  = Netzspannung  
 $U\text{-Start}$  = Startspannung  
 $t\text{-Start}$  = Rampenzeit der Spannungsänderung  
 $TOR$  = Top-of-Ramp (Endpunkt der Spannungssteuerung:  $U = U_{LN}$ )



### 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.

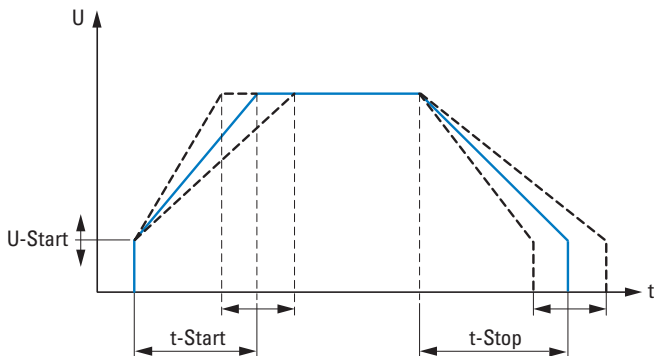
### Hinweis

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

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter

### Steuerung der Motorspannung



Das Verhältnis von Überlaststrom zu Bemessungsstrom, die Summe der Zeiten für den gesteuerten Überlaststrom sowie die 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 60947-2

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 Schalthäufigkeiten 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 Frequenzumrichter

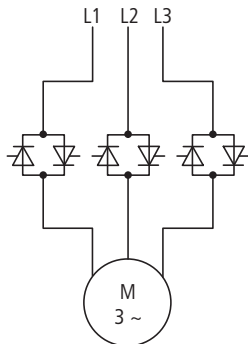
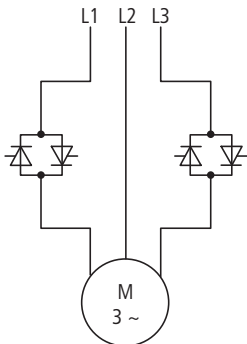
## Grundlagen zum Softstarter

### Ausführungsvarianten

Generell werden bei Softstartern zwei Ausführungsvarianten unterschieden:

- 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 Leistungsbereich bis 1000 kW als Kompaktgeräte
  - Die Geräte verfügen über eine einstellbare Strombegrenzung und integrierte Motorschutzfunktionen.
  - Sie haben voreingestellte Applikationskennlinien und sind parametrierbar zur Optimierung der Maschinen-Startfunktionen.
  - Mit Steuereingängen, Meldekontakten und optionalen Feldbusanschlüssen ermöglichen sie vielfältige Kommunikationsmöglichkeiten.
  - Sie können in der In-Line- sowie in der In-Delta-Schaltung eingesetzt werden. Beispiel siehe S811+ → Seite 5-56

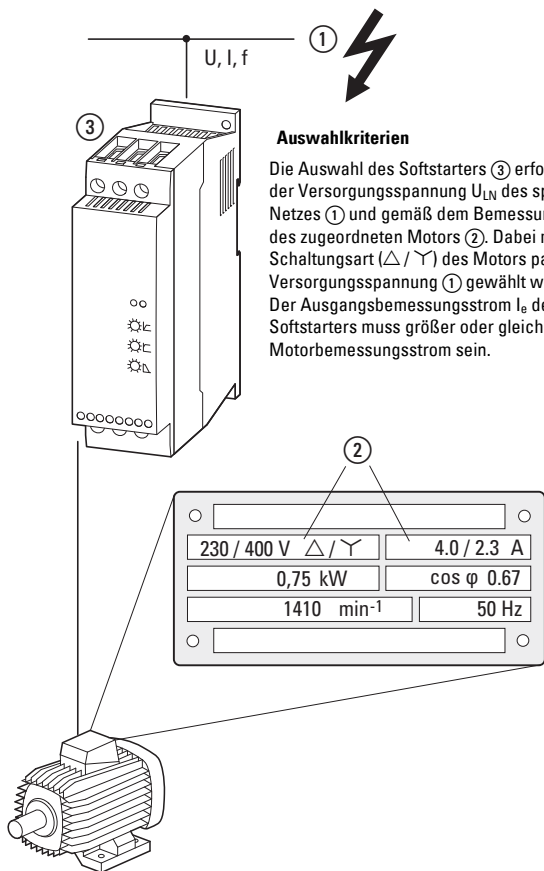
5





# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter



# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter

### Auswahlkriterien

Für die Auswahl des Antriebs müssen folgende Kriterien bekannt sein:

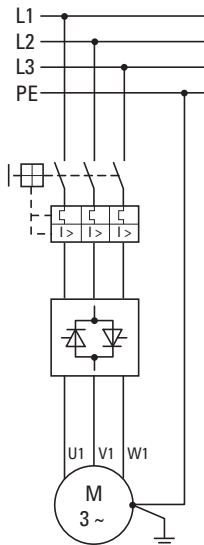
- Art des Motors (Drehstrom-Asynchronmotor)
- Netzspannung = Bemessungsspannung des Motors (z. B. 3 ~ 400 V)
- Motorbemessungsstrom (Richtwert, abhängig von der Schaltungsart und der Anschlussspannung)
- Lastmoment (quadratisch, linear)
- Anlaufmoment
- Umgebungstemperatur (Bemessungswert +40 °C).

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

5



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

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter

### Zulässige Anschlusschaltungen des Motors

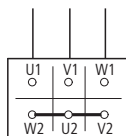
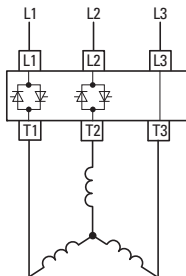
Drehstrom-Asynchronmotoren dürfen an einem Softstarter, in Abhängigkeit von der

Netzspannung, in der Stern- oder Dreieckschaltung angeschlossen werden.

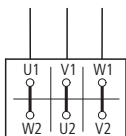
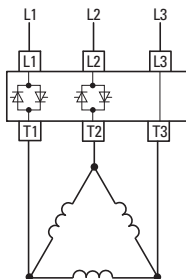
### Beispiel

Zweiphasig gesteuerter Softstarter (DS7)

#### Sternschaltung



#### Dreieckschaltung



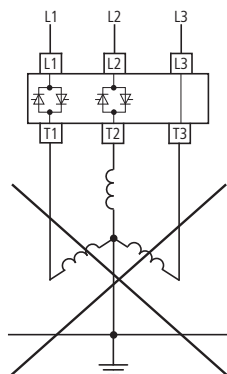
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## 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.

5



### Achtung!

Nicht zulässig



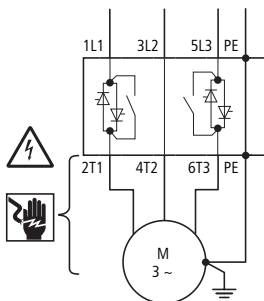
**Gefahr!**  
**Gefährliche Spannung.**  
**Lebensgefahr oder schwere Verletzungsgefahr.**

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 Frequenzumrichter

## 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

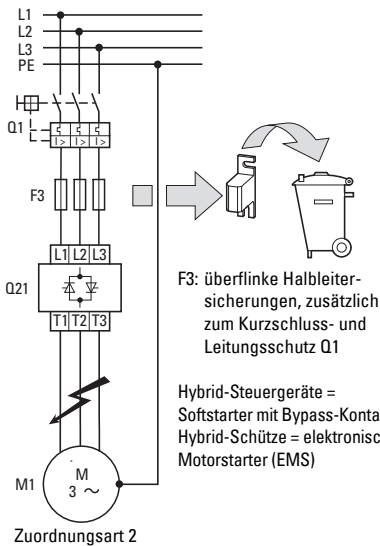
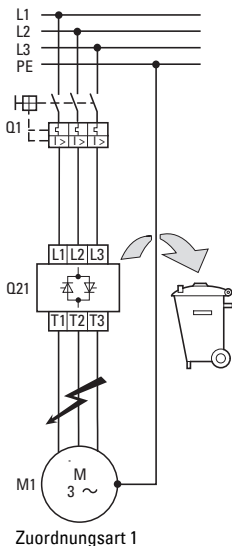
Bei Zuordnungsart 2 darf das Gerät im Kurzschlussfall Personen und Anlage nicht gefährden und muss für den weiteren Betrieb geeignet sein.

Für Hybrid-Steuergeräte und Hybrid-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. Dieses zählt zum normalen Betrieb der Sicherung, auch für Zuordnungsart 2.

#### Hinweis

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



# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter

---

### Parallelschalten von Motoren an einem Softstarter

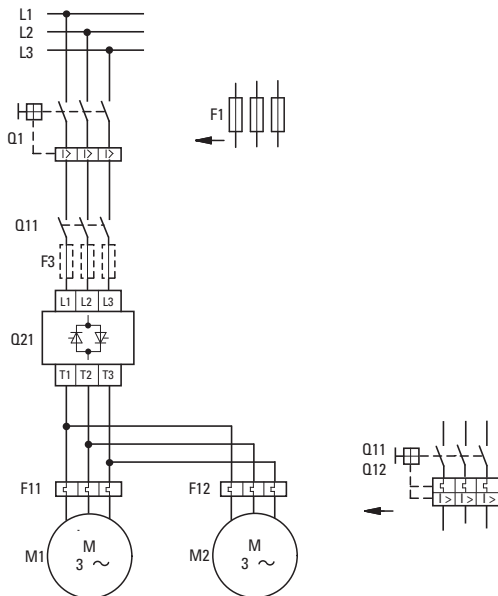
Mit einem Softstarter können mehrere parallel geschaltete Motoren gemeinsam gestartet werden. Das Startverhalten der einzelnen Motoren kann dabei nicht beeinflusst werden.

#### Hinweise

- Die Stromaufnahme aller angeschlossenen Motoren darf den Bemessungsbetriebsstrom  $I_n$  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 nur über den Softstarter 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 Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter



- 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 Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter

### 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.

5

→ Abbildung, Seite 5-31

#### 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

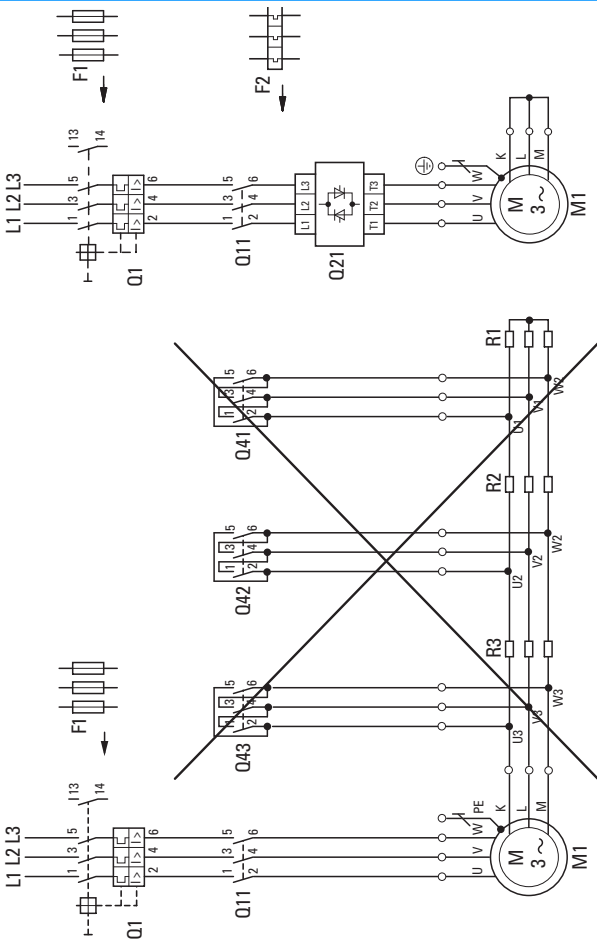
F2: Überlastschutz für den Motor erforderlich  
(Thermistor, Bimetallrelais), wenn der Softstarter  
(Q21) diese Funktion nicht beinhaltet. Beispiel:  
Bimetallrelais F2 in Kombination mit Schütz Q11.

M1: Schleifringläufermotor



# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter



# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter

### 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

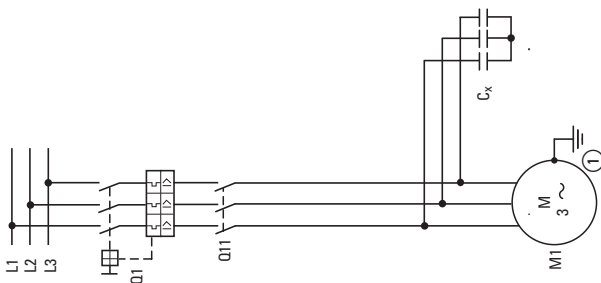
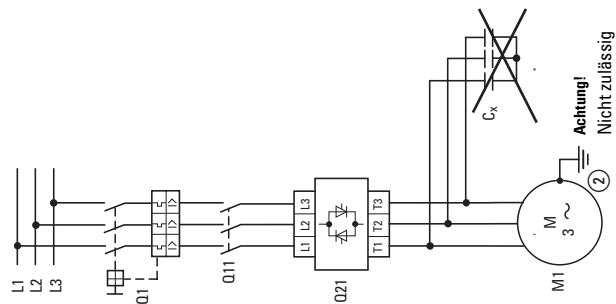
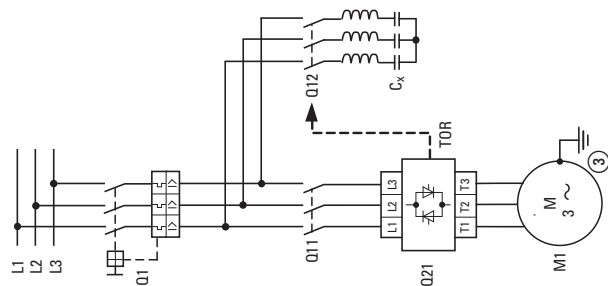
Q12: Kondensatorschütz

Q21: Softstarter

M1: Drehstrom-Asynchronmotor

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Softstarter



## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

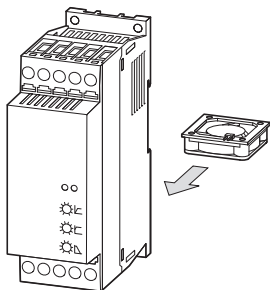
### Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)

#### Produktmerkmale DS7

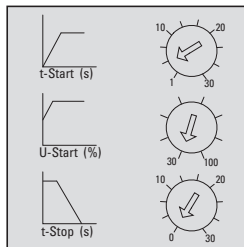
Der DS7 ist ein zweiphasig gesteuerter Softstarter mit integriertem Bypass Relais. Der Vorteil von diesem Gerät ist eine kompaktere Bauform und ein günstigerer Preis als ein 3-phasig gesteuerter Softstarter.

- 4 Baugrößen: 1 (4 - 12 A); 2 (16 - 32 A); 3 (41 - 100 A); 4 (135 - 200 A)
- 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 (dreifacher Anlaufstrom, 5 Sekunden Startzeit, 75 % Lastspiel und 10 Starts pro Stunde)
- Steuerspannung/Reglerversorgungsspannung:
  - DS7-340...: 24 V AC/DC, -15 %/+10 %
  - DS7-342...: 120 - 230 V AC, -15 %/+10 %
  - AC: 50/60 Hz  $\pm$  10 %
- Relais-Kontakte (potenzialfrei)
  - TOR (Top-of-Ramp): 230 V AC, 1 A, AC-11 (In Baugröße 1 mit Potenzialanbindung an das Steuerteil)
  - RUN (Betriebsmeldung): 230 V AC, 1 A, AC-11 (Nicht in Baugröße 1)
- 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)

DS7 mit Gerätelüfter DS7-FAN-032



- Parametrierung/Einstellung über drei frontseitig angeordnete Parameter:
  - t-Start = Startzeit (1 - 30 s) für die Spannungserhöhung von dem Wert U-Start bis zur Netzspannung ( $U_{LN}$ )
  - U-Start = Startspannung (30 - 100 %), beeinflusst das Anlaufmoment des Motors
  - t-Stopp = Softstopzeit (0 - 30 s) für die Spannungsreduzierung von der Netzspannung ( $U_{LN}$ ) bis auf den Wert von U-Start

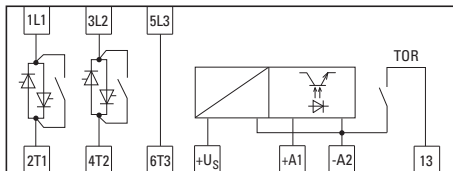


# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

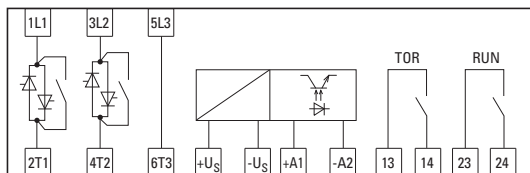
## Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)

Leistungsbedingt weichen die Anzahl und Anordnung der Steuerklemmen sowie der Aufbau im Leistungsteil in den einzelnen Baugrößen voneinander ab.

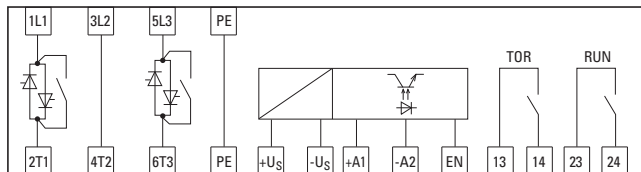
### Baugröße 1 (4 bis 12 A)



### Baugröße 2 (16 bis 32 A)

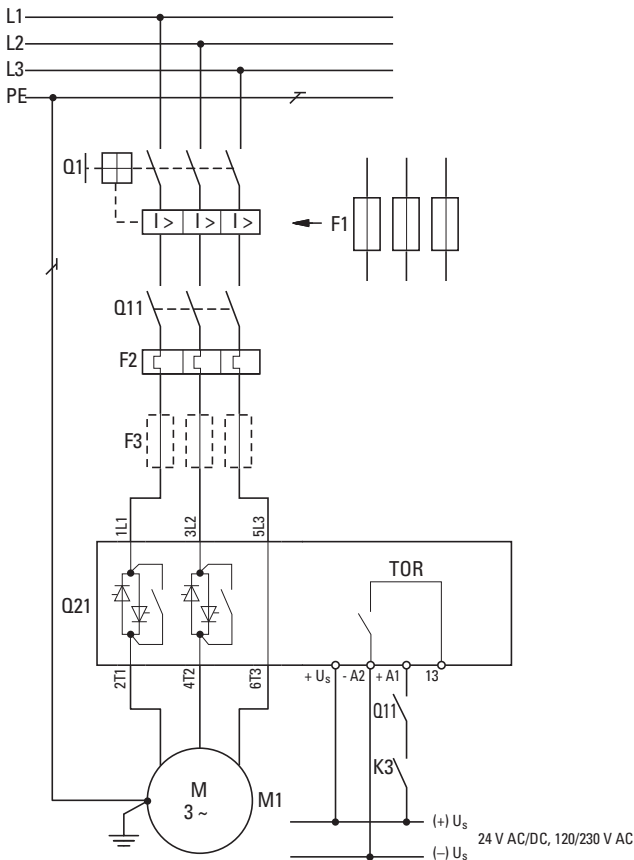


### Baugröße 3 und 4 (41 bis 200 A)



**Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter****Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)****Standardanschluss mit vorgeschaltetem Netzschütz und Softstopp-Rampe****Standardanschluss mit Netzschütz, Baugröße 1 (4 bis 12 A)**

5



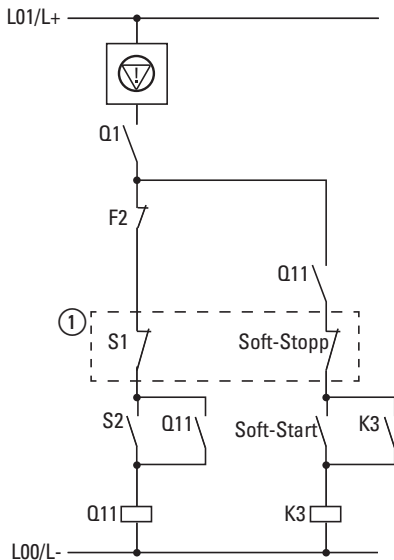
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)

### Ansteuerung mit Netzschütz

- Q1, F1: Kurzschluss- und Leitungsschutz
- Q11: Netzschütz
- F2: Motorschutz
- F3: optionale Halbleitersicherung für Zuordnungsart 2
- K3: Hilfsschütz für Start/Stop
- S1: Schalter für Stopp
- S2: Schalter für Start

- ① falls ein freies Auslaufen ohne Softstopp gefordert wird  
Einstellung: t-Stop = 0



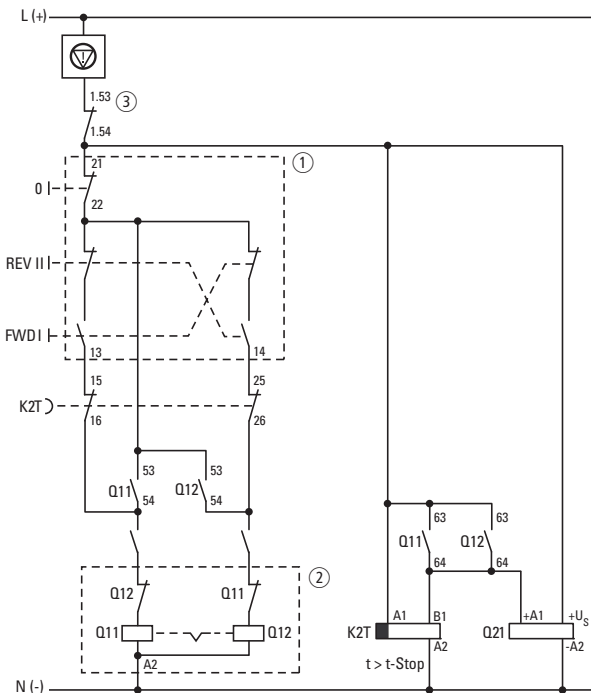




# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (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 Frequenzumrichter

## Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)

### Ansteuerung Drehrichtungsumkehr

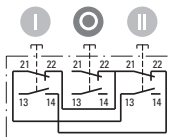
#### Hinweis

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.

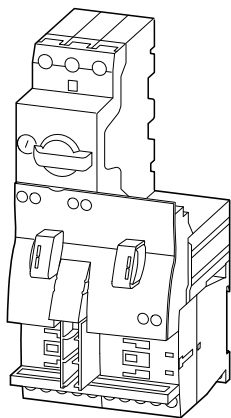
Q1 für Leitungs- und Motorschutz wird ergänzt um den Hilfsschalter NHI-E-10-PKZO ③.



M22-I3-M1

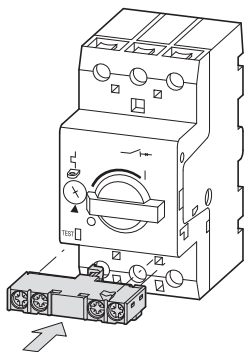
① Schaltzeichen Dreifachdrucktaster

5



MSC-R...

② Wendestarter

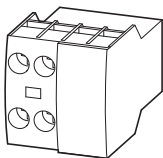


NHI-E-10-PKZO

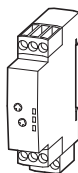
③ Normalhilfsschalter (grau)

## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)



DILA-XHI20



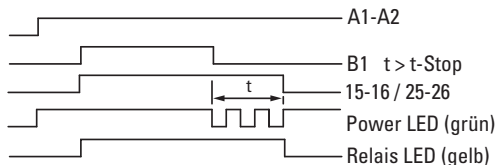
ETR2-11

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 Kompletgerät (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.

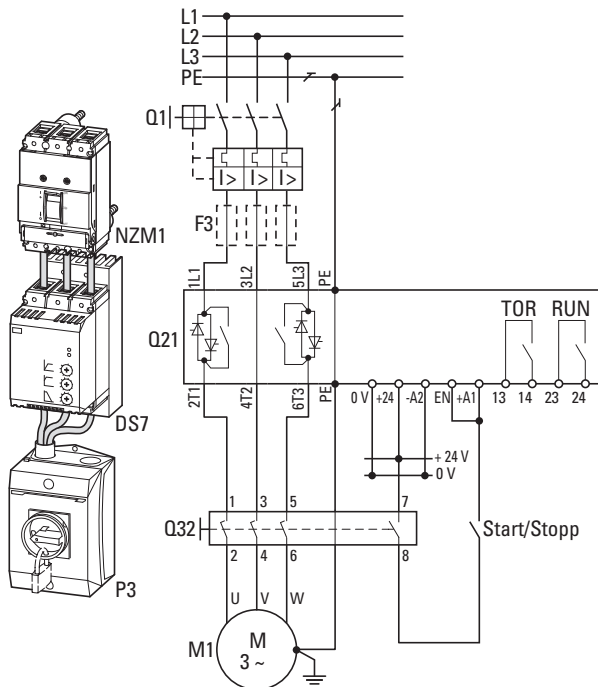


# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (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

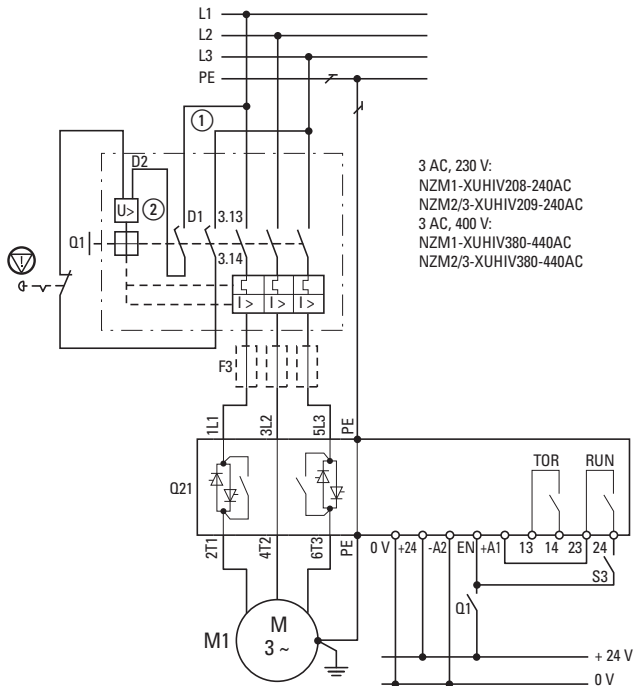
Q21: Softstarter DS7

Q32: Wartungsschalter (vor Ort)

M1: Drehstrommotor

**Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter****Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)**

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



Ⓢ NOT-AUS

F3: überlinke 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 Frequenzumrichter

### Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)

---

#### Bypass-Schaltung

##### Hinweis

Bei den Geräten der Reihe DS7-34... sind bereits Bypass-Kontakte eingebaut.

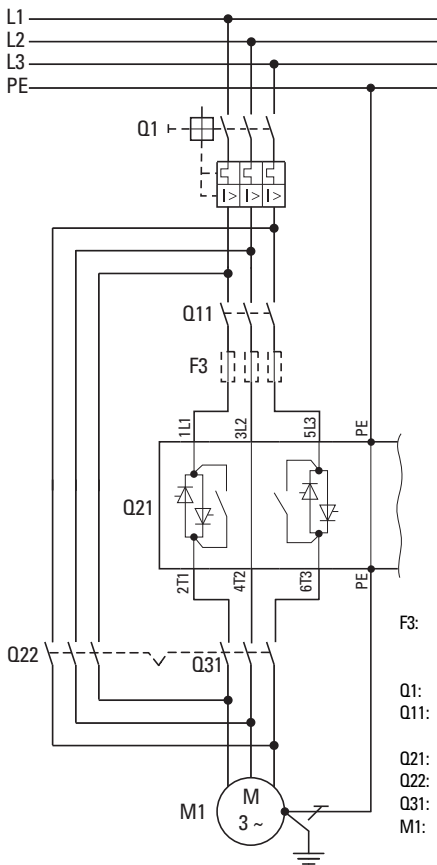
Ein externer Bypass für den Dauerbetrieb mit einem Softstarter DS7 ist daher nicht erforderlich.

##### 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.

**Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter****Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)****Leistungsteil DS7  $\geq 41$  A mit Bypass-Notbetrieb (Beispiel Pumpe)**

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

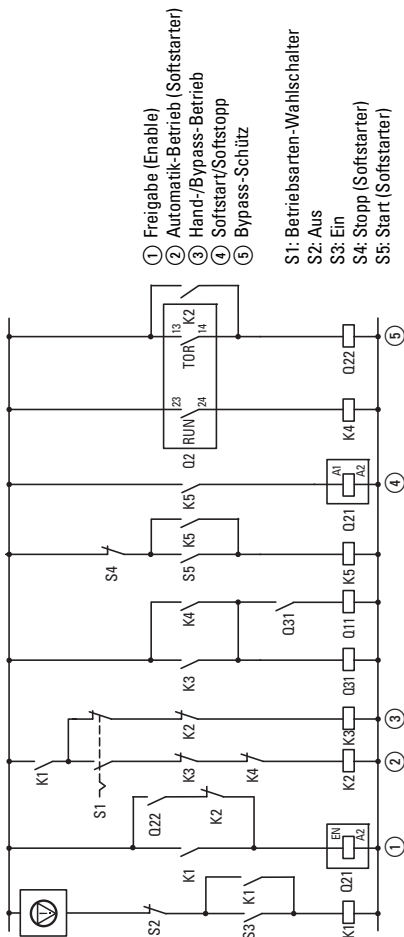
M1: Motor

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)

5

### Ansteuerung mit Bypass-Notbetrieb (Pumpenbetrieb)



### Hinweis

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



## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (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)

#### Hinweise

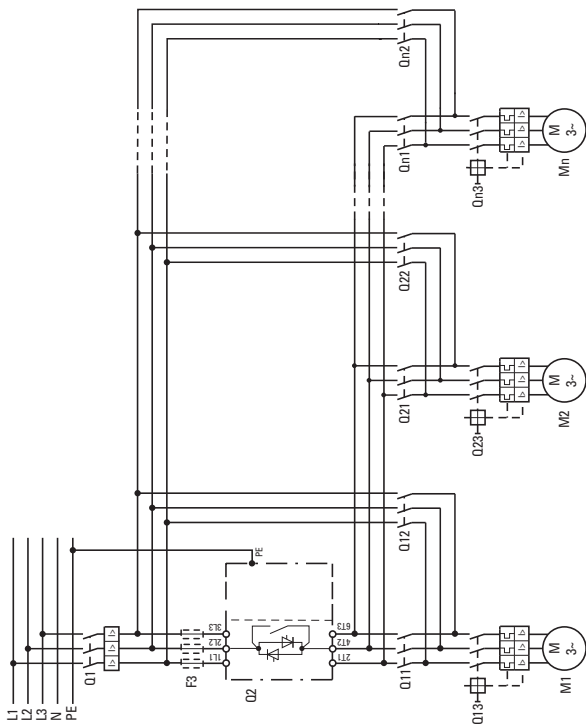
- Beim Starten mehrerer Motoren mit einem Softstarter ist die thermische Belastung des Softstarters (Starthäufigkeit, Strombelastung) zu beachten. Sollen die Starts zeitlich dicht hintereinander liegen, so ist unter Umständen der Softstarter größer zu dimensionieren (das heißt, der Softstarter ist mit 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 (→ Seite 5-29).

**Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter****Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)**

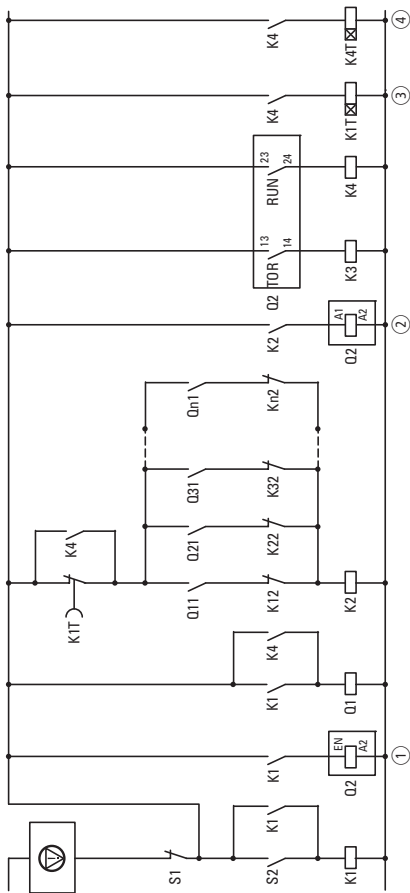
5

**Kaskadensteuerung****Leistungsteil Motorkaskade (Beispiel Baugröße 3 und 4)**

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)

### Ansteuerung Motorkaskade, Teil 1



- 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.

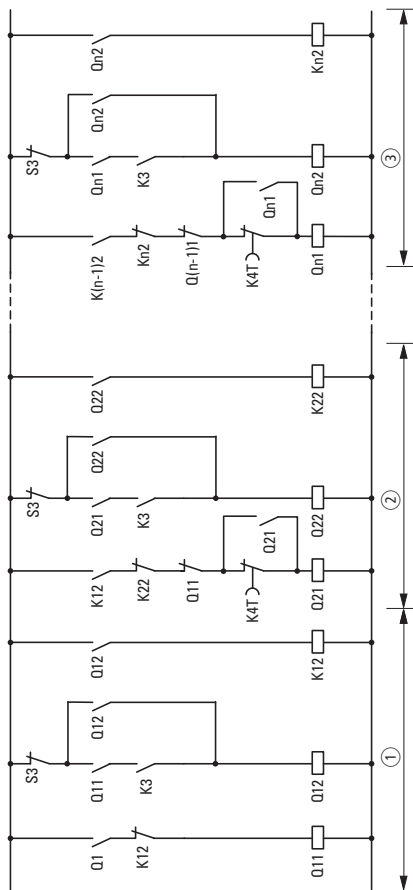
Der Öffner S1 schaltet alle Motoren gleichzeitig ab.

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines zweiphasigen Softstarters (DS7)

5

### 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 Frequenzumrichter

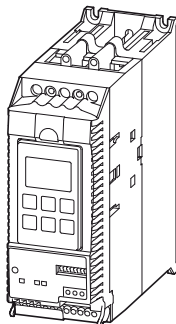
## Anwendung eines dreiphasigen Softstarters (S811+)

### Produktmerkmale S811+

Der S811+ ist ein dreiphasig gesteuerter Softstarter mit integriertem Bypass Relais. Der Vorteil von diesem Gerät ist ein integrierter Überlastschutz.

- 5 Baugrößen:  
N (37 - 66 A); R (105 - 135 A); T (180 - 304 A);  
U (360 - 500 A); V (360 - 850 A)
- Parametrierbar und Kommunikationsfähig mit steckbaren Steuerklemmen.
  - Bedieneinheit mit LCD Anzeige
  - Feldbusanschaltung über Modbus RTU
  - Optionale Feldbusmodule:  
Modbus TCP, Profibus-DP, DeviceNet
- Leistungsteil und Steuerteil sind galvanisch voneinander getrennt
- Leistungsteil:
  - Bemessungsbetriebsspannung:  
200 - 600 V  $\pm 10$  %
  - Netzfrequenz: 50/60 Hz  $\pm 10$  %
  - Überlastzyklus: AC-53b: 2 - 30: 30 870  
(zweifacher Anlaufstrom, 30 Sekunden Startzeit, 30 s Pausenzeit zwischen 2 Starts)  
AC-53a: 4.0 - 32: 99 - 3 (vierfacher Anlaufstrom, 32 Sekunden Startzeit, 99 % Lastspiel und 3 Starts pro Stunde)
- Steuerteil:
  - Steuerspannung: 24 V DC,  $\pm 15$  %
- 4 konfigurierbare digitale Eingänge
  - 2 konfigurierbare Relais Ausgänge  
230 V AC 1,5A
- Umgebungstemperatur im Betrieb:  
-40 bis +50 °C

### S811+ Baugröße N



- Parametrierung/Einstellung über Bedieneinheit mit LCD Anzeige:
  - Motornennstrom für die Verwendung der Überlastschutzfunktion
  - Phasenfolge und Phasenüberwachung für die Überwachung der korrekten Drehrichtung.
  - Anlaufmethode: Spannungsrampe, Strombegrenzung oder Pumpenstart
  - Kickstartdrehmoment und Kickstartzeit
  - Startzeit (0,5 - 360 s) für die Spannungserhöhung von dem Wert der Startspannung bis zur Netzspannung ( $U_{LN}$ )
  - Anlaufmoment (0 - 100 %), Startspannung des Softstarters
  - Softstopzeit (0 - 60 s)/Pumpenstopzeit (5 - 120 s) für die Spannungsreduzierung von der Netzspannung ( $U_{LN}$ ) bis auf den Wert der Startspannung
  - Motorverdrahtung: Inline oder In-Delta

## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Anwendung eines dreiphasigen Softstarters (S811+)

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

Der Digital-Eingang P (= Permissive) hat die Funktion „Freigabe“ und ist nicht konfigurierbar. Dieser muss stromführend sein (+24 VDC), um einen Anlauf-Befehl des Geräts von einer beliebigen Quelle zu ermöglichen. Wird die Versorgung des P-Kreises unterbrochen, beginnt das Gerät mit einem Stoppbefehl. Bei Auswahl eines Softstopps oder Pumpenstopps beginnt dieser und läuft bis zum Rampenende.

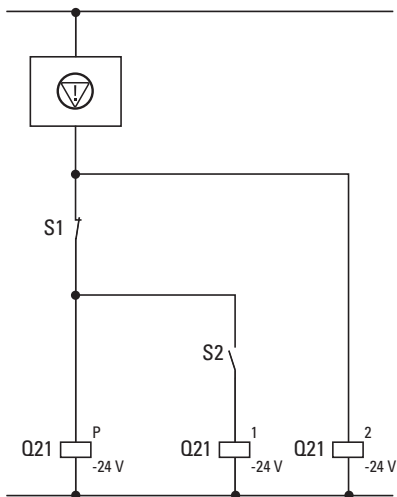
5

In dem Anschlussbeispiel werden 2 Digital-Eingänge für den Start und Stopp verwendet, es ist aber auch möglich das Gerät über nur über einen Schalter am Digital-Eingang P zu starten und zu stoppen.

Falls die Betriebsverhältnisse eine sofortige Spannungsfreischaltung erfordern, muss hierzu einer der konfigurierbaren digitalen Eingänge auf die Funktion E-Stop eingestellt werden.

#### 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
- P1, P2: Digital-Eingänge
- Q21: Softstarter  
(E2 = 6 → E-Stop)
- S1: Aus
- S2: Ein

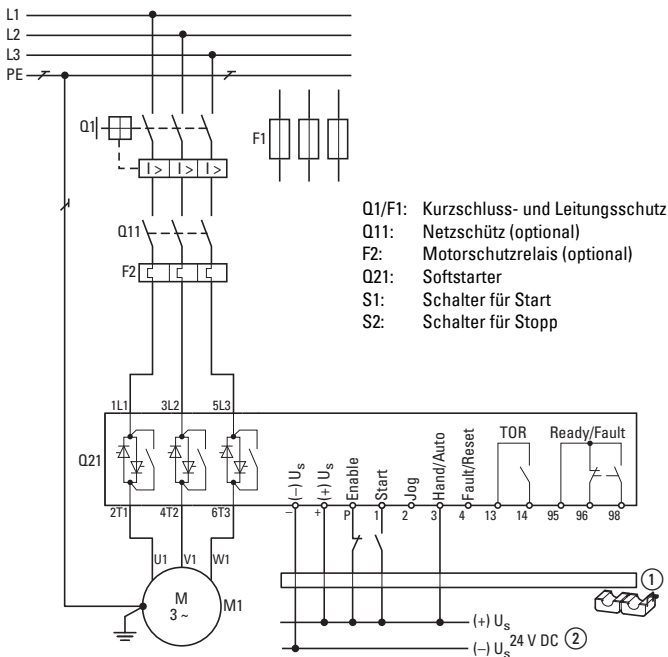
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines dreiphasigen Softstarters (S811+)

### Inline Schaltung 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.



① Ferrit-Klappkern (im Lieferumfang enthalten)

② Externe Steuerspannung (24 V DC) erforderlich.

$I_S = 1 \text{ A}$ ,  $I_{PEAK} = 10 \text{ A}$  für 150 ms beim Schalten der Bypass-Kontakte

Kurzschluss- und Leitungsschutz: Schutzschalter Q1 oder Sicherungen F1

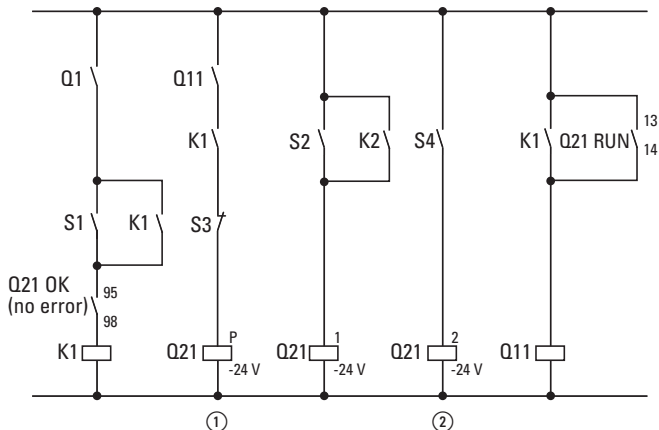
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines dreiphasigen Softstarters (S811+)

### Softstarter mit separatem Netzschütz

Wenn der Softstarter über ein Netzschütz vom Netz getrennt werden soll, muss die Betriebseingangssteuerung auf Pegelsteuerung eingestellt werden (DIP S1 = Off) und der Fehlerrücksetzmodus muss auf Autoreset eingestellt werden.

### Ansteuerung



- M1: Motor mit Temperaturfühler (Thermistor)  
 Q1: Leitungs- und Motorschutz  
 Q11: Netzschütz  
 Q21: Softstarter  
 S1: Netzschütz Ein  
 S2: Soft-Start  
 S3: Soft-Stopp (Verzögerungsrampe)  
 S4: Stopp freier Auslauf  
 K1: Hilfsschütz Netz Ein

- ① Freigabe  
 ② Soft-Start/Soft-Stopp
- Q21: Softstarter  
 Eingangskonfiguration  
 (E2 = 6 → E-Stop)  
 Relaiskonfig-Eingang  
 (0 = 5 → Motor stromführend)



## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Anwendung eines dreiphasigen Softstarters (S811+)

#### In-Delta-Schaltung

In der Regel werden Softstarter direkt in Serie mit dem Motor geschaltet (In-Line-Schaltung). Der Softstarter S811+ 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 Bemessungstroms 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 S811+ 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.

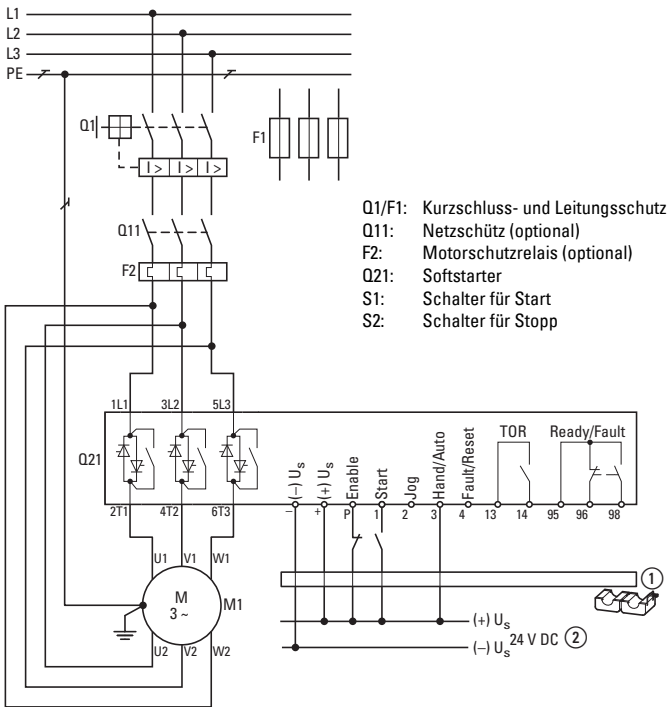
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines dreiphasigen Softstarters (S811+)

### In-Delta-Schaltung 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.



① Ferrit-Klappkern (im Lieferumfang enthalten)

② Externe Steuerspannung (24 V DC) erforderlich.

$I_S = 1 \text{ A}$ ,  $I_{PEAK} = 10 \text{ A}$  für 150 ms beim Schalten der Bypass-Kontakte

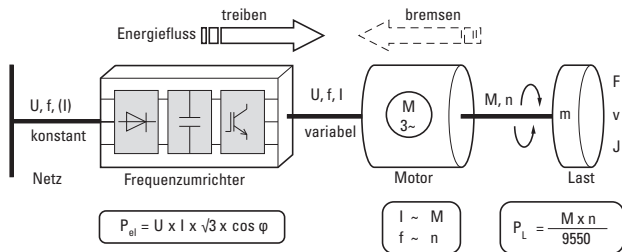
Kurzschluss- und Leitungsschutz: Schutzschalter Q1 oder Sicherungen F1

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Aufbau und Wirkungsweise von Frequenzumrichtern

Frequenzumrichter ermöglichen die variable und stufenlose Drehzahlregelung von Drehstrommotoren.



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 Gleichspannungszwischenkreis. 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]

$$\eta = P_L / P_{el} = P_2 / P_1 = \text{Wirkungsgrad}$$

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

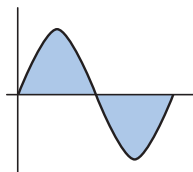
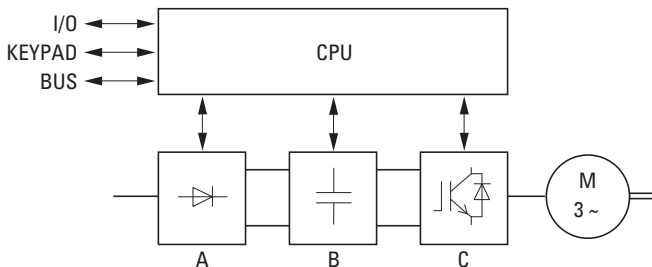
## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Blockschaltbild mit Hauptkomponenten eines Frequenzumrichters

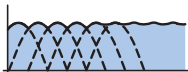
Interne Kontroll- und Regelkreise (CPU) überwachen alle im Frequenzumrichter vorkommenden Größen und schalten bei gefährlichen Werten den Prozess automatisch ab.

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

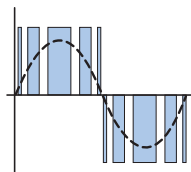
- Gleichrichter (A)
- Gleichspannungs-Zwischenkreis (B)
- Wechselrichter (C).



$U_{LN}$ : Strangspeisung vom speisenden Wechselstromnetz



$U_{DC}$ : Zwischenkreisspannung  
Die pulsierende Zwischenkreisspannung liegt zwischen dem 1,31- und 1,41-fachem der Leiterspannung.

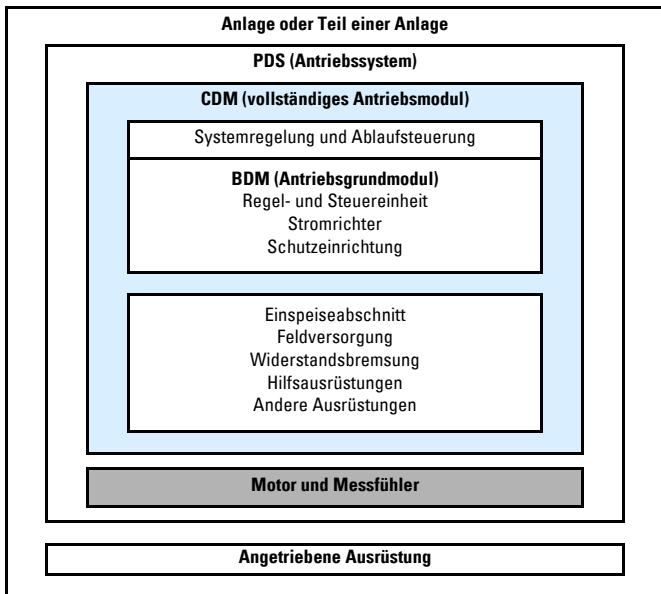


Ausgangsspannung = geschaltete Zwischenkreisspannung mit sinusbewerteter Puls-Weiten-Modulation (PWM)

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

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



#### **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**

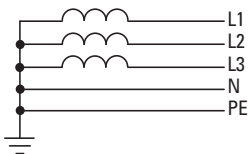
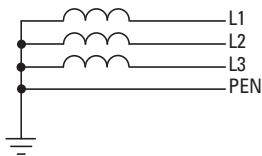
Antriebsmodul, welches aus dem BDM und Erweiterungen wie Schutzeinrichtungen, Transformatoren und Hilfseinrichtungen besteht, aber nicht darauf begrenzt ist. Dazu zählen jedoch nicht der Motor und die Messfühler, die mechanisch an die Motorwelle gekoppelt sind.

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## 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.

### Netzspannungen in Nordamerika

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.

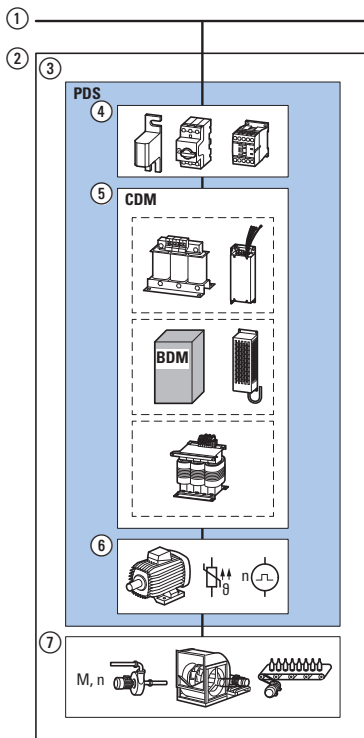
In ringförmig eingespeisten Maschennetzen (wie beispielsweise in der EU) sind die Verbraucherspannungen (230 V/400 V/690 V) identisch mit den Versorgungsspannungen der EVUs. In sternförmigen Netzen (beispielsweise in Nordamerika) berücksichtigen die angegebenen Verbraucherspannungen den Spannungsabfall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

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 Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Beispiele für eine Antriebssteuerung



- ① Elektrisches Netz (Netzanschluss, Netzform, Netzspannung, Frequenz, Spannungssymmetrie, THD, Kompensationseinrichtung)
- ② Gesamtsystem – bestehend aus Motor- und Lastsystem
- ③ PDS (Power Drive System) = Leistungsantriebssysteme
- ④ Sicherheit und Schalten (Abschaltvorrichtungen, Sicherungen, Leitungsquerschnitte, Fehlerstromschutzschalter, Netzschütze)
- ⑤ CMD (Complete Drive Module) = vollständiges Antriebsmodul: Frequenzumrichter mit Hilfsausrüstung (Netz- und Motordrossel, Funkentstörfilter, Bremswiderstand, Sinusfilter) BDM (Basic drive module) = Antriebsgrundmodul: Frequenzumrichter DC1)
- ⑥ Motor und Messfühler (Temperatur, Drehzahl)
- ⑦ Lastsystem: Angetriebene Ausrüstung der Anlage (Prozess, Drehzahl, Drehmoment)

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## 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.

5

Maßnahmen zur EMV-gerechten Installation sind:

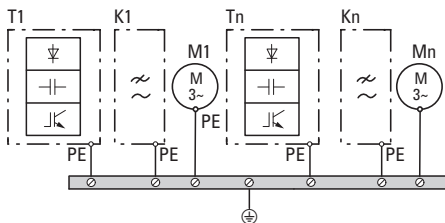
- Erdungsmaßnahmen,
- Schirmungsmaßnahmen,
- Filtermaßnahmen,
- Drosseln.

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 (Potentialausgleichschiene, sternförmiges Erdungssystem) geführt werden. Die Kontaktstellen müssen farb- und korrosionsfrei sein (verzinkte Montageplatten und Materialien verwenden).

K1 = Funk-Entstörfilter  
T1 = Frequenzumrichter

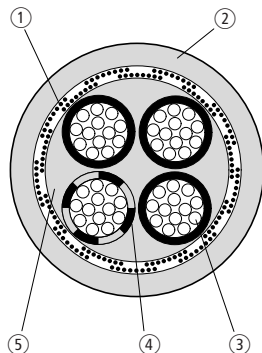
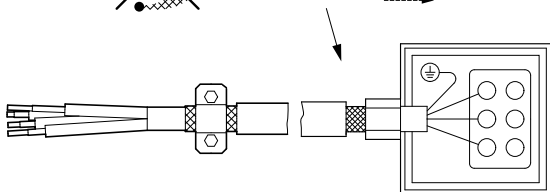
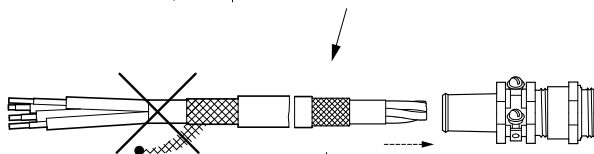
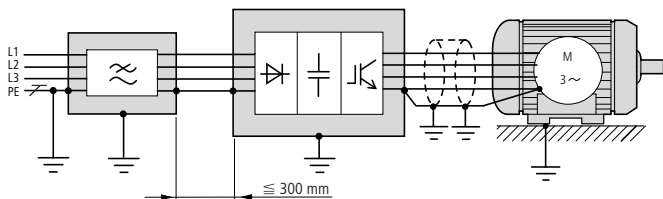




# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Schirmungsmaßnahmen



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 grün/gelb
- ⑤ Textilband und PVC-Innenmaterial

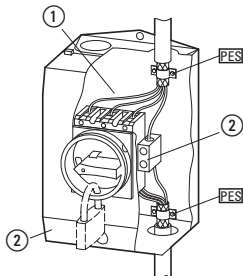
## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Grundlagen zum Frequenzumrichter

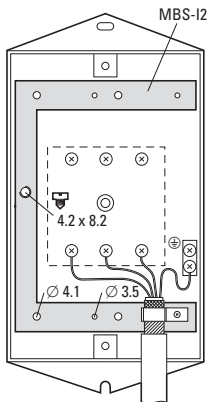
Schirmungsmaßnahmen dienen zur Reduzierung der gestrahlten Störenergie (Störfestigkeit benachbarter Anlagen und Geräte gegen die Beeinflussung von außen). Leitungen zwischen Frequenzumrichter und Motor müssen geschirmt verlegt werden. Der Schirm darf dabei nicht die PE-Leitung ersetzen. Empfohlen werden 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. MBS-I2)
- ② Erdungsklemme
- ③ Wartungsschalter



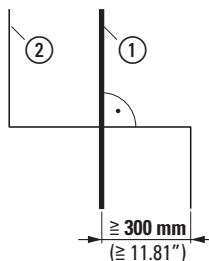
#### Hinweis

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 Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter



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

### Hinweis

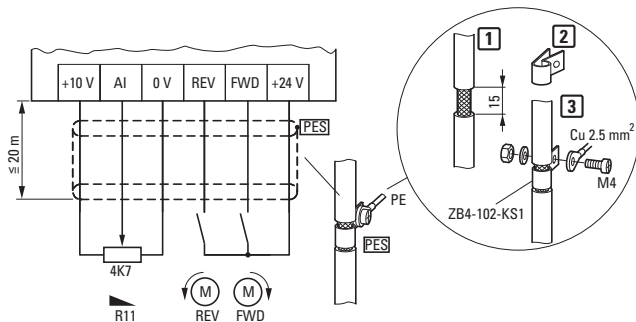
Auch innerhalb von Schaltschränken sollten Leitungen bei einer Länge größer als 30 cm abgeschirmt werden.

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

5

### Beispiel zur Schirmung von Steuer- und Signalleitungen

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



# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

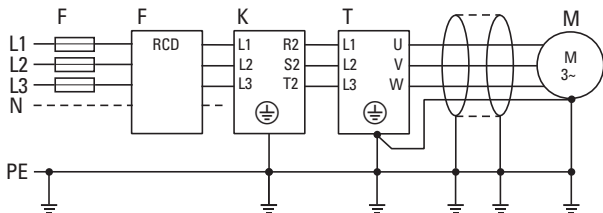
### Fehlerstromschutzschalter (RCD)

Frequenzumrichter und Funk-Entstörfilter haben betriebsbedingte Ableitströme, die im Fehlerfall (Phasenausfall, Schiefast) 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 3-phasigen Frequenzumrichter müssen vom Typ B, beim 1-phasigen Frequenzumrichter vom Typ F sein, da hier neben sinusförmigen Wechsel- und puls förmigen 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 Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Steuerverfahren

Die IGBTs im Wechselrichter der Frequenzumrichter werden mit einer sinusbewerteten **Puls-Weiten-Modulation** (PWM) gesteuert. In der Praxis unterscheidet man dabei folgende Steuerverfahren:

- Spannungs-Frequenz-Steuerung (U/f-Steuerung),
- U/f-Steuerung mit Schlupfkompensation
- sensorlose Vektorsteuerung (Drehzahlsteuerung),
- Vektorregelung, Drehzahlregelung (closed loop).

### Spannungs-Frequenz-Steuerung

Die Spannungs-Frequenz-Steuerung ist das bekannteste und am häufigsten angewandte Verfahren. Hierbei wird über eine einfache Kennlinie (linear oder quadratisch) die Drehfeldfrequenz für den Motor vorgegeben und die entsprechende dreiphasig verkettete Motorphasenspannung derart ausgewählt, dass der Motor weder unter- noch übermagnetisiert ist.

Hauptanwendungen der U/f-Steuerung sind:

- Pumpen- und Lüfterantriebe,
- Horizontale Förder- und Transporteinrichtungen,
- Mehrmotorenantriebe (Parallelbetrieb mehrerer Motoren im Ausgang eines Frequenzumrichters).

### U/f-Steuerung mit Schlupfkompensation

Bei der U/f-Steuerung mit Schlupfkompensation kann die lastabhängige Drehzahländerung bei Einzelantrieben kompensiert werden (sensorlos).

### Sensorlose Vektorsteuerung

Bei der sensorlosen Vektorsteuerung werden die Magnetfelder von Läufer und

Ständerwicklung gegeneinander ausgerichtet. Beim Asynchronmotor muss dazu der magnetische Fluss im Läufer über ein elektronisches Motormodell nachgebildet werden. Dies erfordert die Eingabe der physikalischen Parameter vom Leistungsschild des Motors.

Im Vektorbetrieb kann der Frequenzumrichter nur einen einzelnen Motor im Ausgang steuern. Der Parallelbetrieb mehrerer Motoren ist hier nicht möglich. Durch die exakte Berechnung der Phasenspannungen im Ausgang des Frequenzumrichters wird allerdings das Betriebsverhalten des einzelnen Motors verbessert. Zudem wird im unteren Drehzahlbereich die Motorerwärmung reduziert. Die feldorientierte Vektorsteuerung bewirkt eine deutliche Erhöhung der Antriebsdynamik sowie eine Leistungsoptimierung und steigert die Anzahl der Verwendungsmöglichkeiten. Hauptanwendungen der sensorlosen Vektorsteuerung sind:

- Materialbearbeitungs- und -verarbeitungsmaschinen,
- Verdichter (Kompressor),
- Schwieranlauf (Extruder, Rührwerke, Mischer),
- Hub- und Hebeeinrichtungen (vertikale Förderung, Kran, Aufzug).

### Vektorregelung

Bei der Vektorregelung dient der Ausgangsstrom des Frequenzumrichters als Regelgröße. Der Drehstrommotor kann dadurch optimal auf die Drehmomentforderung angepasst werden.

In Verbindung mit einem Drehzahlgeber (Tacho, Impulsgeber) kann die Motordrehzahl geregelt werden (closed loop).

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

---

### Safe Torque Off (STO)

Die STO-Funktion ist eine Sicherheitsfunktion des Frequenzumrichters, bei der die Energieversorgung des Motors sofort unterbrochen wird. Diese Funktion ist über eine Hardwareschaltung realisiert.

Die Freigabe sowie der Steuerspannungseingang der IGBT Ansteuerung werden deaktiviert.

Die Reaktionszeit bis zum Ausschalten der Motorspannung beträgt  $\leq 1$  ms.

- 5** Die Abschaltung sollte konsistent innerhalb von 200 ms über beide STO-Eingänge erfolgen, ansonsten wird ein STO-Fehler erzeugt.

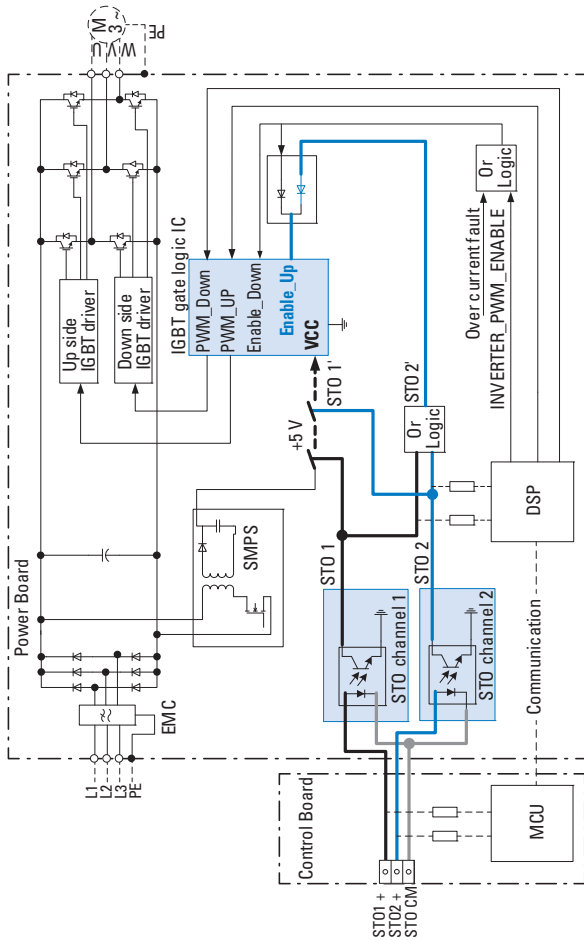
Die STO-Funktion kann überall dort eingesetzt werden, wo ein Antrieb durch das Lastmoment oder durch Reibung in genügend kurzer Zeit selbst zum Stillstand kommt oder wo der nicht geführte Auslauf des Antriebs, das sogenannte „Austrudeln“, keine sicherheitstechnische Relevanz hat (STOPP-Kategorie 0).

Die Sicherheitsfunktion STO entspricht nicht der Sicherheitsfunktion „Safe off“ der IEC 60204-1:2016, da sie keine galvanische Isolierung bietet. Das bedeutet, dass die Motorklemmen im STO-Zustand immer noch gefährliche Spannung haben können.

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Zweikanaliger STO im DM1 Frequenzumrichter



Hinweis: STO Kanal 1 ist schwarz dargestellt. — STO Kanal 2 ist blau dargestellt.

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

---

### Sicherer Stopp 1 (SS1)

Die SS1-Funktion ist ein sicheres Stillsetzen des Motors. Sie kann dort eingesetzt werden, wo ein Antrieb über eine Bremsrampe überwacht runtergefahren werden soll. Wenn die Funktion initiiert wird, fährt der Antrieb zunächst geführt runter. Anschließend wird die STO-Funktion dann zum Beispiel durch ein Sicherheitsrelais entweder nach einer Verzögerungszeit oder dem Stillstand des Antriebes aktiviert (STOPP-Kategorie 1).

**5**

Das folgende Beispiel zeigt eine SS1-t Funktion. Hier wird nach einer parametrisierten Zeit, die den schlechtesten Fall für einen Maschinenstillstand berücksichtigen sollte, der STO ausgeführt. Diese Funktion ist rein funktional und nicht sicherheitsgerichtet klassifiziert, da der Maschinenstillstand nicht überwacht wird.

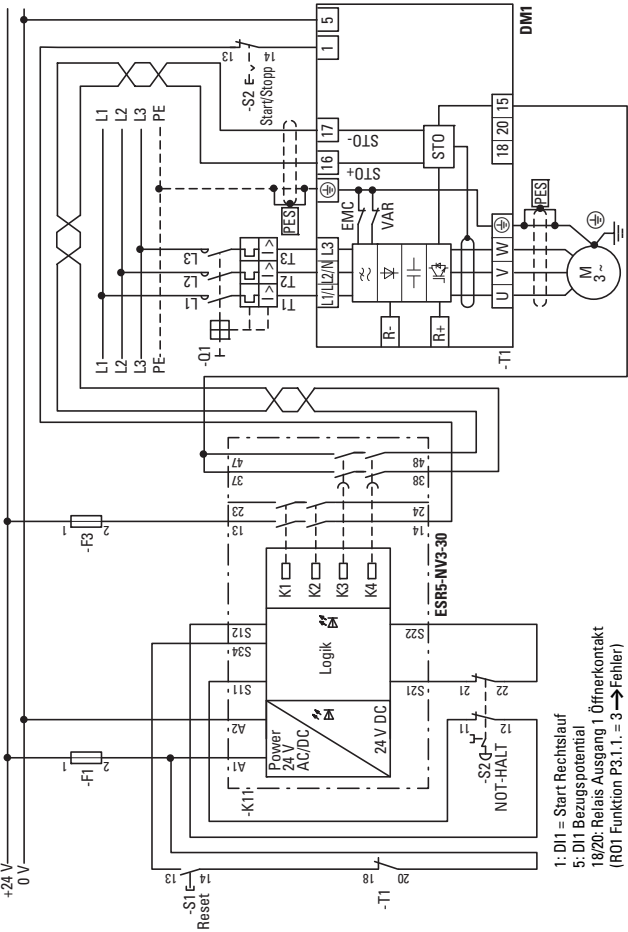
Die Funktion sollte somit nur eingesetzt werden wenn eine Maschinenbewegung vom Bediener gut ersichtlich ist.



# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Zweikanaliger NOT-HALT über DM1 mit Sicherheitsrelais ESR5



# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

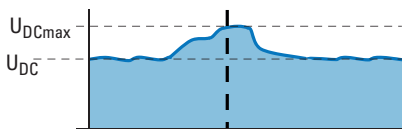
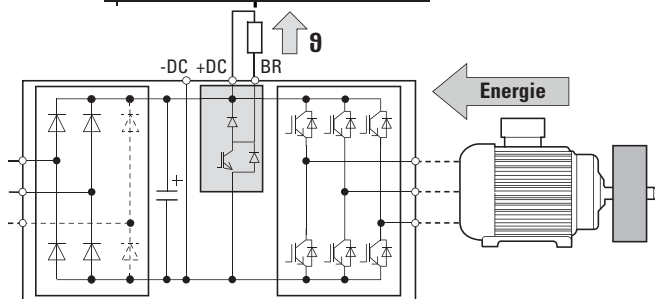
### Bremswiderstände

Ein Bremswiderstand ist ein Hochlastwiderstand, durch den sich die generierte Energie des Motors, die zum Beispiel durch einen Bremsvorgang erzeugt wird, in Wärme umwandeln lässt.

Diese Energie fließt zunächst in den DC-Zwischenkreis des Frequenzumrichters und sorgt dafür, dass der Spannungspegel steigt.

Der Frequenzumrichter taktet dann die DC-Zwischenkreisspannung über ein Brems IGBT ab einer definierten Einschaltgrenze auf den Widerstand.

5


 $n > f$ 


Bei der Auswahl und Auslegung muss folgendes beachtet werden:

- Der Frequenzumrichter muss über einen Brems-Chopper Anschluss verfügen.
- Die Widerstandswert „R“ muss innerhalb der minimalen und maximalen Widerstandswerte aus dem Handbuch bzw. dem technischen Datenblatt des Frequenzumrichters liegen.
- Das Lastspiel und die Bremsleistung sollten bekannt sein oder ermittelt werden.

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Beispiel Ermittlung eines Bremswiderstands

Die Spannungsschwelle im DC-Zwischenkreis für das Einschalten des Brems-Choppers liegt bei den Eaton PowerXL Frequenzumrichtern bei 780 V DC. Bei einem 400 V Gerät mit 7,5 kW Nennleistung ist  $R_{\min}$  für den Bremswiderstand mit 40  $\Omega$  angegeben.

Die maximale Bremsleistung beträgt also nach

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{780V^2}{40\Omega} = 15210W$$

Die Verzögerungszeit im Frequenzumrichter ist auf 5 Sekunden eingestellt das ergibt eine Bremsenergie von

$$\Delta E = P \times t = 15210W \times 5s = 76050WS$$

Der Bremszyklus darf mit  $\leq 120$  s angenommen werden. Wenn also der maximale Wert von 120 s verwendet wird, ergibt sich somit für den Bremswiderstand eine Leistung von

$$P_{br} = \frac{\Delta E}{t} = \frac{76050W}{120s} = 633.75W$$

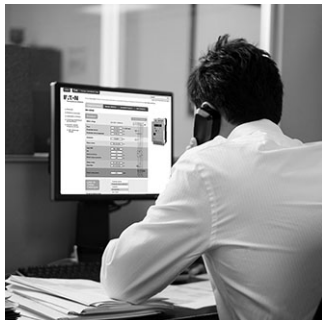
Somit wird der nächstgrößere Widerstand mit 42  $\Omega$  und 720 W Dauerbremsleistung gewählt.

Wenn ein Bremswiderstand mit 50  $\Omega$  gewählt wird, ergibt sich nach obiger Formel eine Leistung für den Bremswiderstand von 507 W, somit kann auch der Widerstand mit 50  $\Omega$  und 600 W Dauerbremsleistung ausgewählt werden.

5

## Auswahlhilfe PowerXL Frequenzumrichter

### Einfaches Planen und Projektieren



Eine effizientere Planung wird mithilfe der elektronischen Auswahlhilfe erreicht. Diese ermöglicht eine schnelle Auswahl des für die jeweilige Applikation erforderlichen Antriebs sowie für die entsprechend zuzuordnenden Schalt- und Schutzorgane, Drosseln und Filter. Alles jeweils unter Angabe der entsprechenden Artikelnummern.

[Eaton.com/config/powerxl](http://Eaton.com/config/powerxl)



## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Maßnahmen zur Verbesserung der Netzqualität

#### 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.

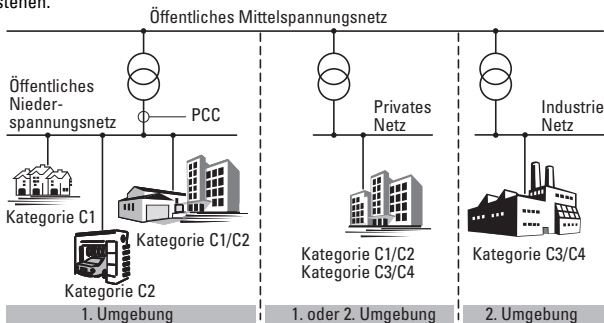
Die Betrachtung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) für drehzahlveränderbare elektrische Antriebe erfolgt gemäß der Produktnorm IEC/EN 61800-3. Sie umfasst das gesamte Antriebssystem (PDS = Power Drive System) von der netzseitigen Einspeisung bis zum Motor inklusive aller Komponenten einschließlich 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 Frequenzumrichter

## Maßnahmen zur Verbesserung der Netzqualität

### 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

### PDS-Umgebungen

Die Umgebung bezeichnet den Aufstellungsort des Antriebssystems.

#### 1. Umgebung

Wohngebäude oder Standorte, an denen das Antriebssystem ohne Zwischentransformator direkt an das öffentliche Niederspannungsnetz angeschlossen ist.

#### 2. Umgebung

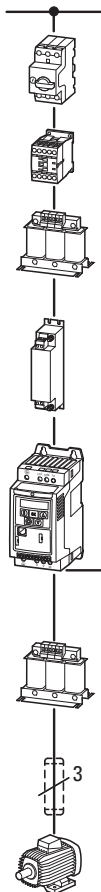
Standorte außerhalb des Wohnbereichs, die über eigene Transformatoren aus dem Mittelspannungsnetz versorgt werden.

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Maßnahmen zur Verbesserung der Netzqualität

### PDS-Komponenten

5



**Sicherungen (Schutzschalter)** ermöglichen den Schutz von Leitungen und elektrischen Geräten. Für den Personenschutz sind zusätzlich allstromsensitive Fehlerstromschutzschalter (RCD Typ B für 3-phasige Frequenzumrichter und Typ F für 1-phasige Frequenzumrichter) erforderlich.

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

**Netzdrosseln** dämpfen auftretende Stromüberschwingungen sowie Stromspitzen und begrenzen den Einschaltstrom.

**Passive Harmonic Filter** reduzieren die Stromüberschwingungen (THDi) zur Einhaltung normativ geforderter Grenzwerte. Das angebundene Netz wird dadurch vor Netzurückwirkungen geschützt und die Störfestigkeit der Anlage erhöht.

**EMV-Filter** sind netzseitige Filter, die die leistungsgebundenen Störungen zwischen Netz und Frequenzumrichter reduzieren. Sie dienen zur Einhaltung der in der jeweiligen Produktnorm definierten Grenzwerte.

**Frequenzumrichter** ermöglichen eine stufenlose Drehzahlsteuerung von Drehstrommotoren. Dazu wandelt der Frequenzumrichter die Spannung des speisenden Wechselstromnetzes mit konstanter Spannung und konstanter Frequenz um in eine neue Wechselspannung mit variabler Amplitude und variabler Frequenz.

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 langen Motorleitungen die kapazitiven Umladeströme, reduzieren somit die Stromwelligkeit sowie die Stromänderungsgeräusche im Motor. Sie dämpfen auch die Rückwirkungen beim parallelen Anschluss mehrerer Motoren.

(Allpolige) **Sinusfilter** glätten die Ausgangsspannung sinusförmig. Durch die  $du/dt$ -Reduzierung werden die Geräusche im Motor gemindert und die Lebensdauer der Motorisolation verlängert. Ableitströme werden reduziert, was längere Motorleitungen bei günstigeren EMV-Werten erlaubt.

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

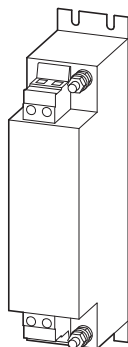
## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Maßnahmen zur Verbesserung der Netzqualität

#### EMV-Filter

EMV-Filter sind netzseitige Filter, die die leistungsgebundenen Störungen reduzieren. In vielen Frequenzumrichter gibt es interne EMV-Filter. Diese sind so konzipiert, dass sie für eine Vielzahl von Anwendungen ausreichen. Die maximale Länge des Motorkabels, die man mit dem internen Filter bei gleichzeitiger Einhaltung der Norm erreichen kann, hängt von der EMV-Kategorie bzw. dem Einsatzort ab. Wird eine größere Leitungslänge benötigt, muss ein externer EMV-Filter zwischen Netz und Frequenzumrichter geschaltet werden und der interne Filter deaktiviert werden, um die gegenseitige Beeinflussung der Filter zu vermeiden.

EMV-Filter leiten die Störströme meist über Kapazitäten gegen Erde ab und erzeugen dadurch Ableitströme. Es ist zu beachten, dass bei einer steckbaren Verbindung (Schuko-Stecker) zur Versorgung eines Frequenzumrichters der Ableitstrom (Berührungsstrom = Touch Current) maximal 3,5 mA AC bzw. 10 mA DC betragen darf (IEC/EN 61800-5-1 und IEC/EN 62477-1). Ein Steckverbinder für industrielle Anwendungen nach IEC 60309 (CE-Stecker) zählt in diesem Zusammenhang als feste Verbindung. Ist der Ableitstrom zu hoch, kann er durch Verwendung spezieller ableitstromarmer Filter (DX-EMC...-L) von 6 - 8 mA oder extra ableitstromarmer Filter (DX-EMC...SL) < 0,4 mA, reduziert werden.



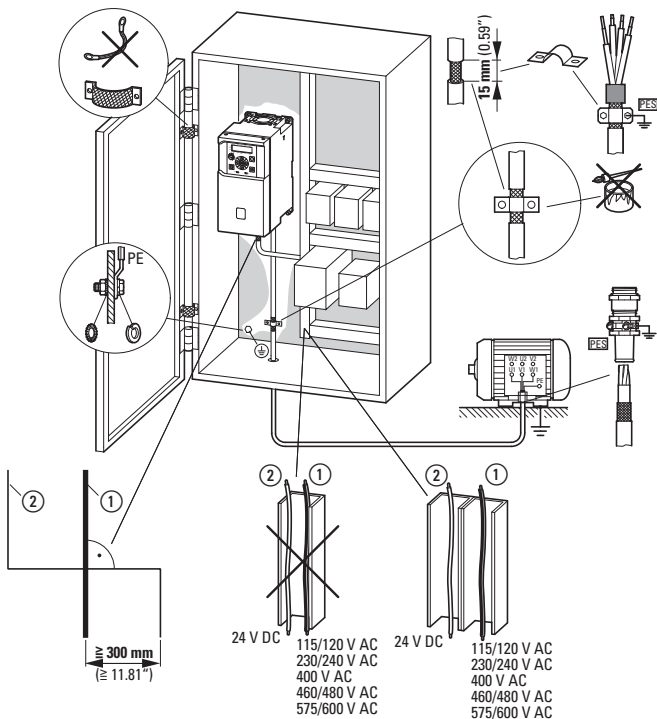
DX-EMC...-L

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Maßnahmen zur Verbesserung der Netzqualität

### EMV-gerechter Aufbau und Anschluss

5

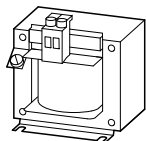


- ① Netz- und Motorleitungen
- ② Steuerleitungen

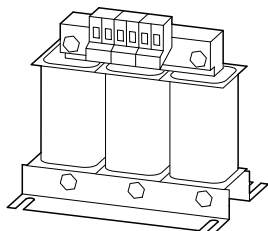


# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

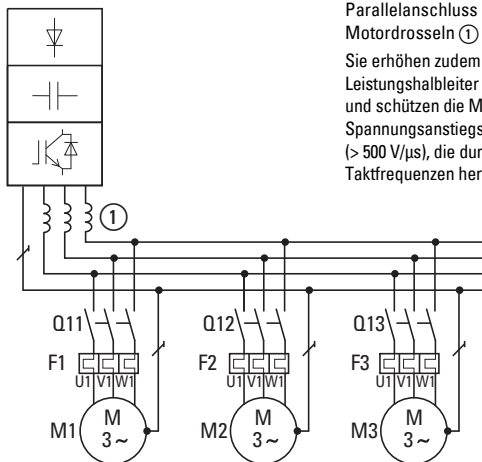
## Maßnahmen zur Verbesserung der Netzqualität



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

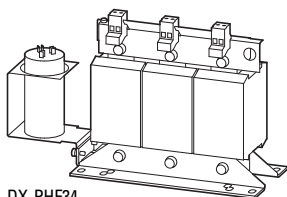
Im Ausgang des Frequenzumrichters werden bei langen Motorleitungen und beim Parallelanschluss mehrerer Motoren Motordrosseln ① eingesetzt.

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 Frequenzumrichter

## Maßnahmen zur Verbesserung der Netzqualität

### Passive Harmonic Filter/Passiver Oberwellenfilter



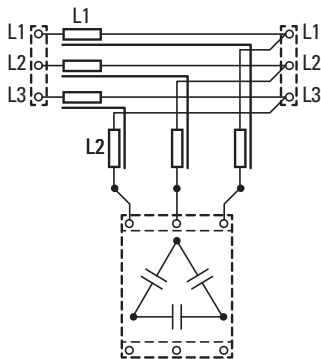
DX-PHF34-...

5

Ein passiver Oberwellenfilter ist wie ein Sinusfilter eine Kombination aus Drossel und Kondensator. Sie sorgen für eine sinusförmige Stromaufnahme aus dem Netz und senken somit die Oberschwingungsgesamtverzerrung THDi (Total Harmonic Distortion current) über den typischen Betriebsbereich auf unter 8 %. Oberhalb 50 % Drehzahl sinkt der Wert bis auf 5 %.

#### Vorteile

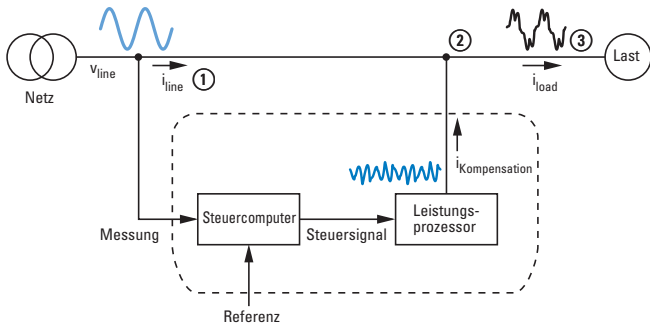
- Einhaltung EN 61000-3-2, EN 61000-3-12
- $\cos(\phi) > 0,95$  bei Nennstrom
- Gegenüber einer 4 %  $\mu\text{K}$  Netzdrossel kaum Zwischenkreisspannungsabfall
- Harmonic Filter mit minimaler kapazitiver Leerlaufblindleistung
- Sehr guter Korrosionsschutz und geringe Geräuschentwicklung durch Vakuumimpregnierung
- Betrieb bei 50 - 60 Hz möglich
- Einsatz des PHF als zentraler Summenfilter für mehrere Umrichter möglich



# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

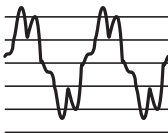
## Maßnahmen zur Verbesserung der Netzqualität

### Active Harmonic Filter

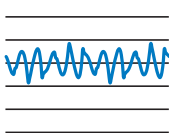


5

Laststrom



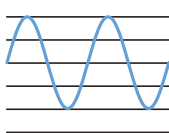
ADF Kompensationsstrom



+

=

Leitungsstrom



Der Active Harmonic Filter ist ein computergesteuerter Stromgenerator, welcher die Fähigkeit besitzt jede Form von Strom, mit wenig bis keiner Verzögerungszeit, zu erzeugen. Der AHF ist parallel zur Ursprungslast geschaltet. Dieser misst die elektrischen Ströme zwischen Last und Netz und analysiert diese auf Harmonics ①, um festzustellen, ob Störströme wie Verschiebungsblindleistung und/oder Oberschwingungen vorhanden sind.

Sind Störströme vorhanden, dann speist der ADF Kompensationsströme ② ein, die genau spiegelverkehrt zu den Oberschwingungen und/oder der Blindleistung sind. Dies geschieht, um das Lastverhalten auszugleichen ③.

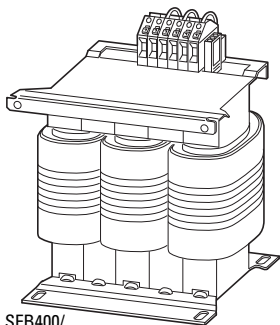
Das Ergebnis ist eine ideale Last mit einem Minimum an Leistungsverlusten und Störungen. Das Energieprofil erscheint dem Transformator dann ideal.

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Maßnahmen zur Verbesserung der Netzqualität

### Sinusfilter

5



SFB400/...

Sinusfilter sind eine Kombination aus Drossel und Kondensator (Tiefpassfilter). Der Sinusfilter filtert die Gegentaktstörung (Phase gegen Phase).

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

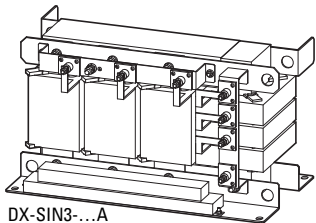
#### Vorteile eines Sinusfilters

- 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 Geräuscentwicklung des Motors
- geringere Motorerwärmung
- reduzierte du/dt-Werte ( $< 500 \text{ V}/\mu\text{s}$ )

#### Nachteile eines Sinusfilters

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

### Allpoliger Sinusfilter



DX-SIN3-...A

Neben dem normalen Sinusfilter gibt es ebenfalls den allpoligen Sinusfilter.

Der allpolige Sinusfilter filtert nicht nur die Gegenstromstörung (Phase gegen Phase), sondern auch die Gleichtaktstörung (Phase gegen PE (N)). Zudem kann er mit ungeschirmten Motorleitungen betrieben werden.

Ein weiterer Vorteil des allpoligen Sinusfilter ist die Minderung der Geräusche durch die du/dt-Reduzierung. Sie verlängert die Lebensdauer der Motorisolation. Der Filter wird zwischen Frequenzumrichter und Motor eingebaut und besitzt eine Rückführung zum Zwischenkreis.

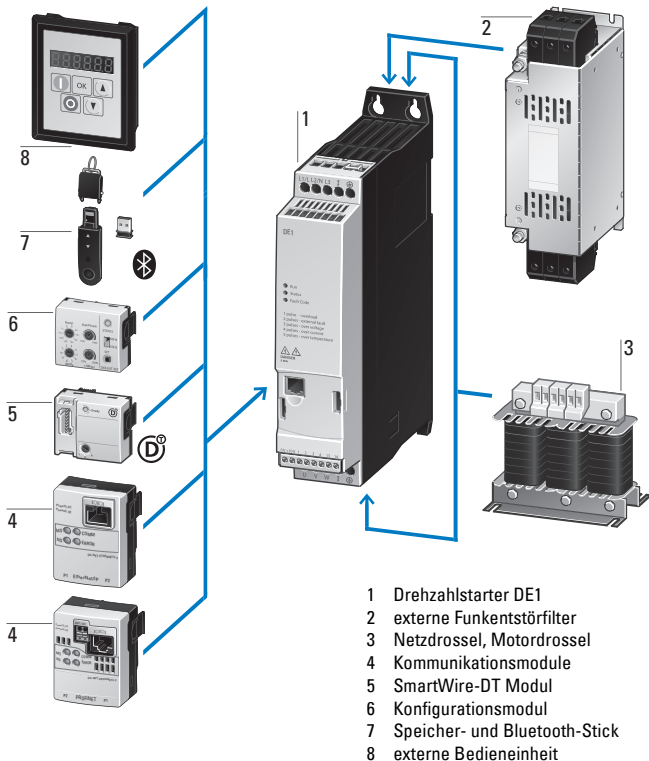
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines Drehzahlstarters (DE1)

### Systemübersicht Drehzahlstarter DE1

Die PowerXL™ Drehzahlstarter der Reihe DE1... schließen die Lücke zwischen den konventionellen Direktstartern und Frequenzumrichtern. Dabei nutzt der Drehzahlstarter DE1... die Vorteile beider

Gerätearten in einem Gerät: zum einen die einfache Handhabung des Direktstarters sowie zum anderen die variable Motordrehzahl des Frequenzumrichters.



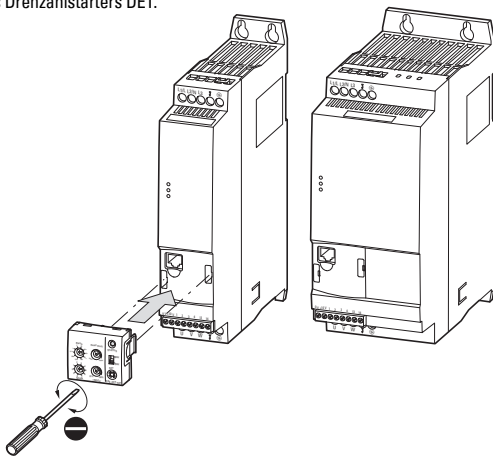
## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Anwendung eines Drehzahlstarters (DE1)

#### Produktmerkmale DE1

Der sanfte und zeitlich geführte Motorstart auf eine vorgegebene Drehzahl mit vollem Drehmoment ohne Einschaltstromspitzen ermöglicht es dem Anwender, die geforderte Energieeffizienz (ErP-Richtlinie) für seine Applikation zu erreichen. Neben der variablen Drehzahlvorgabe (U/f-Steuerung) sind der Reversierbetrieb (Wendestarter), das zeitlich geführte Stillsetzen des Antriebs sowie der einfache Funktionswechsel über Steuerelemente weitere Merkmale des Drehzahlstarters DE1.

5



Die Grundfunktionen, Drehzahl-Sollwert, Beschleunigungs- und Verzögerungszeit und der Motorschutz, können wie bei einem konventionellem Direktstarter üblich, mit einem Schraubenzieher parametrierbar werden.

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines Drehzahlstarters (DE1)

### 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

- Platzsparend: 45 mm Baubreite
- Inbetriebnahme Out-Of-The-Box ohne Parametrierung
- Keine antriebstechnischen Spezialkenntnisse erforderlich
- Schraubendreher-Parametrierung mit Konfigurationsmodul DXE-EXT-SET
- Trip-Free-Design für höchste Maschinenverfügbarkeit
- Für Umgebungstemperaturen bis 60 °C geeignet
- DE11 mit CANopen on-board, abnehmbarer Steuerklemmleiste und programmierbarem Relaisausgang
- Optional mit steckbarem Profinet- oder Ethernet/IP-Kommunikationsmodul erweiterbar
- Internationale Standards (CE, UKCA, UL, cUL, cTick, RoHS)

### Anwendung

Die PowerXL Drehzahlstarter 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 Förder-technik. Nennströme von 1,3 bis zu 16 A ermöglichen den Betrieb von vierpoligen Drehstrom-Asynchronmotoren im zugeordneten Leistungsbereich von:

- 0,25 bis 2,2 kW bei 230 V (einphasiger Netzanschluss),
- 0,37 bis 7,5 kW bei 400 V (dreiphasiger Netzanschluss).

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

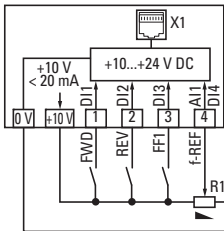
## Anwendung eines Drehzahlstarters (DE1)

### Anschlussbeispiele der digitalen Eingänge (Mode 0)

#### Anschlussklemmen

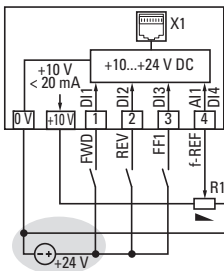
#### Beschreibung

5



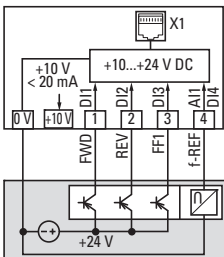
#### Werkseinstellung

Ansteuerung der digitalen Eingänge (DI1 - DI3) und Sollwertvorgabe (AI1) mit der internen Steuerspannung +10 V über Potenziometer R1 (0 - 10 V).



#### Externe Steuerspannung 24 V

Ansteuerung der digitalen Eingänge (DI1 - DI3) mit einer externen Steuerspannung (+24 V). Die Sollwertvorgabe erfolgt mit der internen Steuerspannung +10 V über Potenziometer R1 (0 - 10 V).



#### Externe Steuerspannung über SPS

Ansteuerung der digitalen Eingänge (DI1 - DI3) mit einer externen Steuerspannung (+24 V). Die Sollwertvorgabe erfolgt mit einem externen Signal (0 - 10 V).

#### Hinweis

Bezugspotenzial für die analogen und digitalen Ausgänge der SPS ist 0 V.



# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

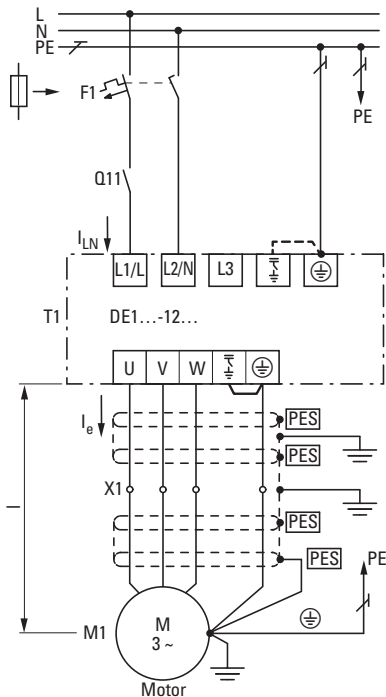
## Anwendung eines Drehzahlstarters (DE1)

Die nachfolgenden Blockschaltbilder zeigen alle Anschlussklemmen des Drehzahlstarters DE1 und deren Funktion in der Werkseinstellung.

Drehzahlstarter mit einphasiger Netzversorgungsspannung und internem Funkentstörfilter

### Mains

1 ~ 200 V - 240 V  $\pm$ 10 %, 50/60 Hz (DE1...-12...)

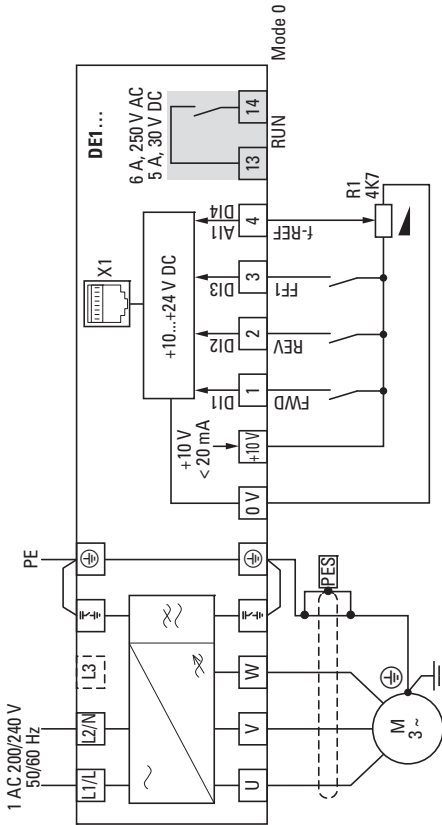


# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines Drehzahlstarters (DE1)

5

Blockschaltbild DE1-12...FN-...



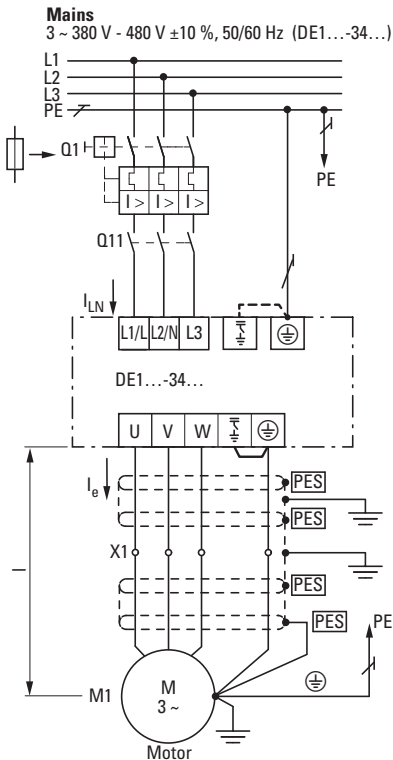
Drehzahlstarter mit einphasiger Netzversorgungsspannung und internem Funkenstörfilter

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines Drehzahlstarters (DE1)

Die nachfolgenden Blockschaltbilder zeigen alle Anschlussklemmen des Drehzahlstarters DE1 und deren Funktion in der Werkseinstellung.

Drehzahlstarter mit dreiphasiger Netzversorgungsspannung und internem Funkentstörfilter

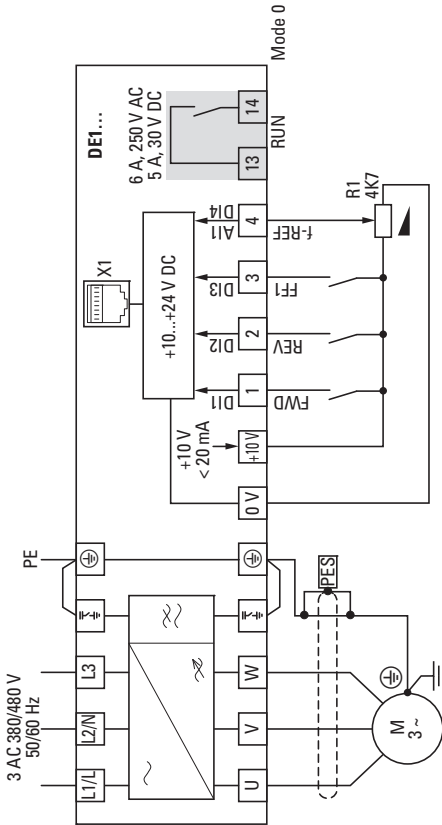


# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines Drehzahlstarters (DE1)

5

Blockschaltbild DE1-34...FN-...



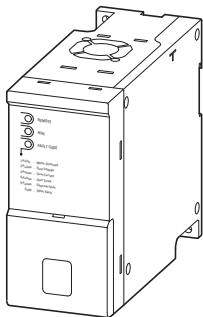
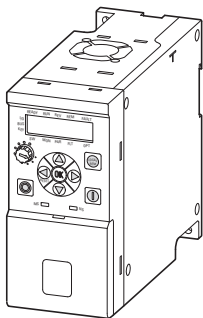
Drehzahlstarter mit dreiphasiger Netzversorgungsspannung und internem Funkentstörfilter

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines IP20 Frequenzumrichters (DM1/DG1)

### DM1 und DM1 Pro – Kompakte Universalumrichter

Der PowerXL Frequenzumrichter DM1 vereint hohe Funktionalität auf kleinstem Raum. Er kommt überall dort zum Einsatz, wo Platz ein Thema ist, aber dennoch die Funktionalität eines gewöhnlichen Universal-Umrichters erfordert. Dazu zählen Pumpenfunktionen, HLK-Funktionen und die Steuerung üblicher Motoren wie Asynchronmotoren oder PM-Motoren.



#### Sicher (DM1 Pro)

Mit dem eingebauten zweikanaligen STO (SIL2, PLd, Cat.3) ist kein externes Schütz erforderlich, um den Antrieb sicher drehmomentfrei zu schalten. Das ist insbesondere für den Bereich Material-handhabung wichtig.

#### Leistungsbereich

- 0,25 - 1,5 kW (115 V)
- 0,55 - 15 kW (230 V)
- 0,75 - 22 kW (400 V)
- 5 - 25 HP (575 V)

#### Integrierter Webserver (DM1 Pro)

Der integrierte Webserver ermöglicht die Geräteparametrierung und Bedienung, ohne eine weitere Software zu installieren.

#### Bluetooth integriert

Per Bluetooth kann die PowerXpert inControl mit dem DM1 kommunizieren, ohne den Schaltschrank zu öffnen.

#### Multi-Pumpen-Funktionen

Für Druckerhöhungspumpen, bei denen mehrere Pumpen in einem Verbund laufen, bietet der DM1 alle grundlegenden Funktionen um die Zu- und Abschaltung bzw. die gleichmäßige Regelung aller Pumpen zu steuern.

#### Robust

- Schutzart IP20, mit optionalem Kit IP21/NEMA1
- Umgebungstemperatur bis -30 °C mit Kaltwetter-Funktion, bis +50 °C (bis +60 °C mit Derating)

#### Messung

- Energiemessung und Energiekosten-rechner integriert

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines IP20 Frequenzumrichters (DM1/DG1)

---

### Kurzschluss-Schutz ohne Vorschaltorgane

Für Kurzschluss-Schutz bis 100 kA sind keine weiteren Vorschaltorgane notwendig wie z. B. eine Netzdrossel.

Der Erreichbare Kurzschluss Strom ist nur vom verwendeten Schutzorgan abhängig:

- FAZ bis 14 kA
- PKZ bis 65 kA
- Sicherungen bis 100 kA

### Zubehör

- Profibus-Anschaltung
- CANopen-Anschaltung
- IP21/NEMA1 Kit
- DG1-Remote-Keypad

### Applikationen

- Multi-Pumpen-Applikationen
- Druckerhöhungspumpen
- Sprinkler
- Zu- und Ablüfter
- Förderbänder
- Kompressoren
- Rollen- und Kettenförderer
- Schneckenförderer
- Zentrifugen
- Sägen
- Bohren
- Wasserstrahlschneiden

### Weiterführende Schriften

Weitere Angaben zum Einsatz des DM1 Basic und des DM1 Pro in verschiedenen Anwendungen finden Sie unter [Eaton.com/dm1](http://Eaton.com/dm1).

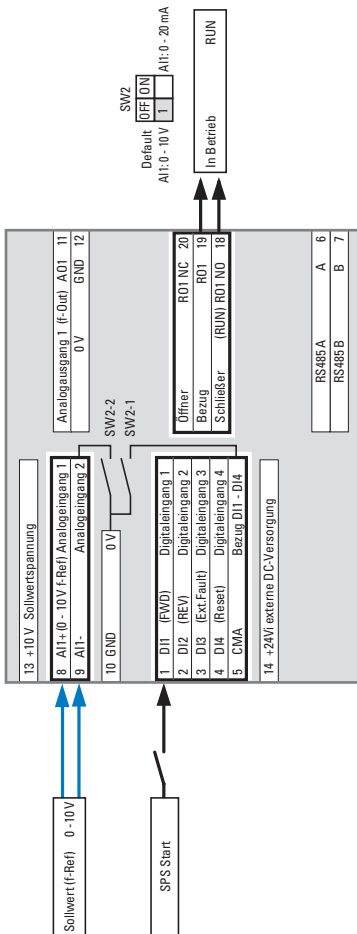
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines IP20 Frequenzumrichters (DM1/DG1)

### Basisanschluss: Reglerteil für U/f open loop

Im Open-Loop betrieb wird der DM1 mit einem Sollwert und Start-/Stopp-Befehlen gesteuert.

### Beispiel-Schaltbild DM1 Basic



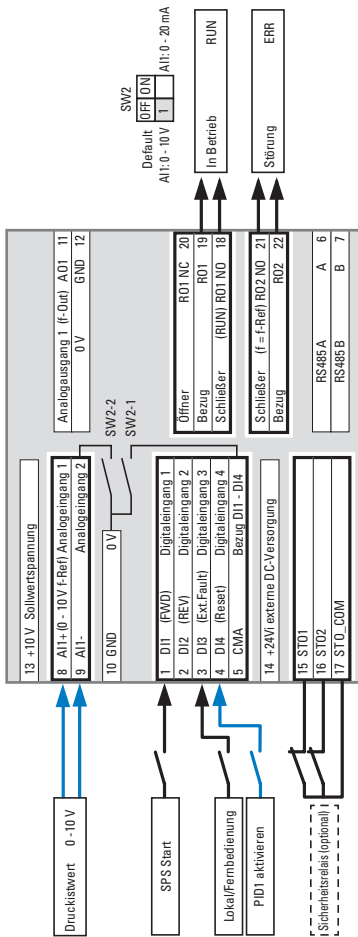
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines IP20 Frequenzumrichters (DM1/DG1)

5

Gibt es eine Rückführungsgröße (Drehzahl oder Druck), so kann diese über Modbus an den DM1 angeschlossen werden oder als zweite Möglichkeit wird der Sollwert über das interne Potentiometer vorgegeben und die Rückführung über den Analogeingang eingespeist. In diesem Fall kann der PI-Regler dazu genutzt werden, den Regelprozess zu optimieren.

Beispiel-Schaltbild DM1 Pro



Während der DM1 Basic keinen STO-Eingang hat, kann auf dem DM1 Pro dieser für eine sichere Abschaltung genutzt werden (SIL2, PLd, Cat.2).

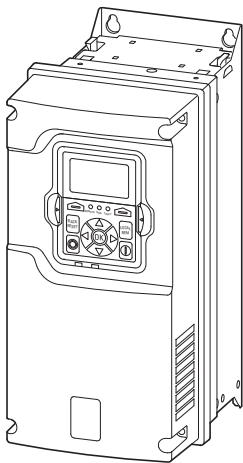


# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines IP20 Frequenzumrichters (DM1/DG1)

### DG1 Universalumrichter

Die PowerXL DG1 Universal-Antriebe sind Frequenzumrichter der „Next-Generation“ PowerXL Reihe von Eaton. Sie sind speziell für moderne und anspruchsvolle Anwendungen entwickelt: Mit Energiespar-Algorithmus, hohen Kurzschlusswerten und robustem Design bieten sie erhöhte Effizienz, Sicherheit und Verlässlichkeit.



### Sicher und Zuverlässig

Funktionale Sicherheit durch einkanalen STO (SIL1, PLc, Cat.1) spart das externe Schütz. Das ist insbesondere für den Bereich Materialhandhabung wichtig.

### Leistungsbereich

- 0,75 - 90 kW (230 V)
- 0,75 - 132 kW (400 V)
- 1 - 250 HP (575 V)

### Einfache Inbetriebnahme

- 19 Parametern für alle Einstellungen inklusive Sprache und Uhrzeit
- Klartext-Menüs und Anzeigen

### Kommunikation

- Klassenbester on-board: Modbus RTU, Modbus TCP, BACnet MSTP, Ethernet/IP
- Optional: Profibus, CANopen, DeviceNet, Smartwire-DT

### Multi-Pumpen-Funktionen

Für Druckerhöhungspumpen, bei denen mehrere Pumpen in einem Verbund laufen, bietet der DG1 alle grundlegenden Funktionen um die Zu- und Abschaltung bzw. die gleichmäßige Regelung aller Pumpen zu steuern.

### Robust und zuverlässig

- Schutzarten: FS0: IP20, FS1-6: IP21, IP54, FS7-8: IP00
- Umgebungstemperatur bis -30 °C mit Kaltwetter-Funktion, bis +50 °C (bis +60 °C mit Derating)

Umfangreiche Onboarding-Kommunikation und zahlreiche I/O. Kleine Grundfläche mit bereits integrierter Zwischenkreisdrossel erspart die Netzdrossel und Schaltschränke.

### Messung

- Energiemessung und Energiekostenrechner integriert

### Flexibel

- Bremsensteuerung, Bypass, Gleichlauf
- 2 PID: intern, extern und kassadierbar
- Programmierbare DI, DO, RO, AI, AO
- U/f, SLV, Drehmoment, PM-Motor
- Real Time Clock und Timer
- 2 Erweiterungssteckplätze

## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Anwendung eines IP20 Frequenzumrichters (DM1/DG1)

#### Zubehör

- Profibus-Anschaltung
- CANopen-Anschaltung
- Profinet-Anschaltung
- IP21/NEMA1 Kit
- DG1-Remote-Keypad

#### Applikationen

- Multi-Pumpen-Applikationen
- Druckerhöhungspumpen
- Sprinkler
- Zu- und Ablüfter
- Förderbänder
- Kompressoren
- Rollen- und Kettenförderer
- Schneckenförderer
- Zentrifugen
- Sägen
- Bohren
- Wasserstrahlschneiden

5

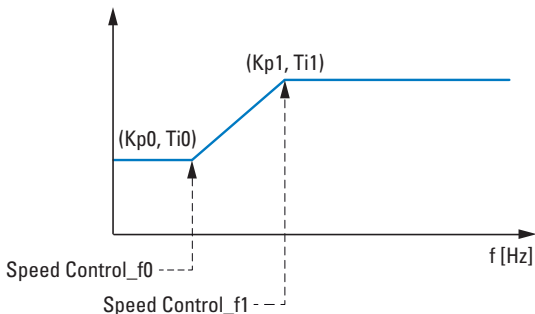
#### Weiterführende Schriften DG1

Weitere Angaben zum Einsatz des DG1 in verschiedenen Anwendungen und den erforderlichen Parameter-Einstellungen für die beschriebenen Funktionen finden Sie zum Download unter [Eaton.com](http://Eaton.com).

Den Begriff „AP...DE“ in der Suche eingeben und Sie finden die Applikationshinweise für den Einsatz des DG1.

#### Vektor-Betrieb und PM-Motoren

Um einen optimalen Betrieb über ein großes Frequenz- bzw. Drehzahlspektrum zu gewährleisten, hat der DG1 einen Motorstromregler mit adaptivem PI-Regler:



Für zwei unterschiedliche Frequenzen kann jeweils ein Paar aus  $K_p$  und  $T_i$  angegeben werden. Zwischen den Stützpunkten werden die Werte für  $K_p$  und  $T_i$  drehzahlabhängig interpoliert, darüber und

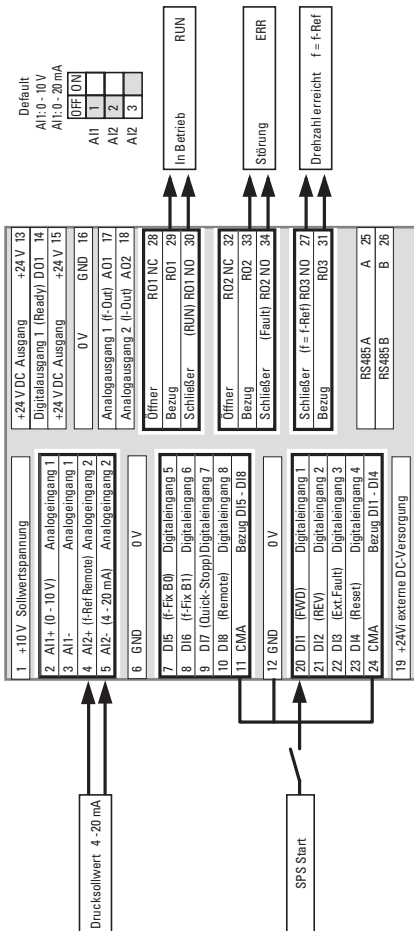
darunter werden die jeweils zugehörigen eingegebenen Wertepaare verwendet. Das gewährleistet eine optimale Reaktion auch bei extrem kleinen Drehzahlen.

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines IP20 Frequenzumrichters (DM1/DG1)

### Basisanschluss: Reglerteil für U/f open loop

Gezeigt wird der Startbefehl als „Level-Control“, liegt der Befehl an wird dies als Start interpretiert, ohne Signal wird mit Rampe gestoppt. Es gibt weitere Varianten für den Startbefehl (inklusive Dreileiteranschluss mit Flankensteuerung).



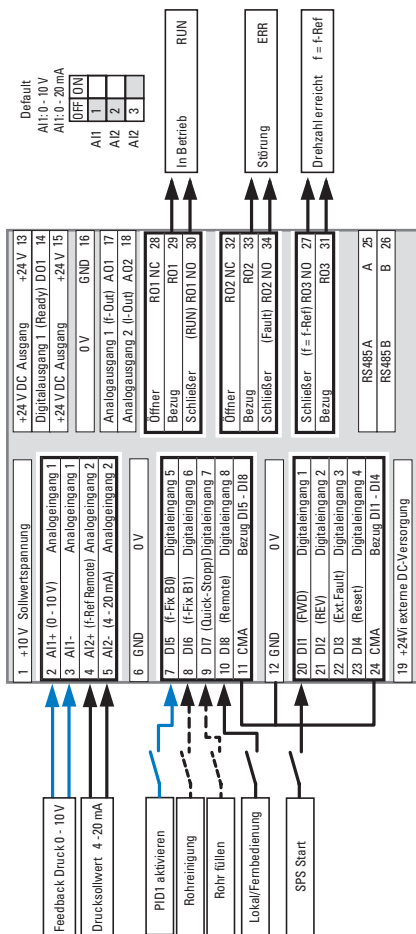
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines IP20 Frequenzumrichters (DM1/DG1)

5

### Einfache Druckregelung

Der DG1 beherrscht umfangreiche Pumpenfunktionen. Im Bild gezeigt die optionalen Funktionen „Rohr füllen“, die ein Rohrsystem langsam füllt, bis an allen Ventilen die zu pumpende Flüssigkeit anliegt und dann erst den PID-Regler startet. Abhängig vom System, würde ohne diese Funktion der PID-Regler ggf. überreagieren. Eine weitere optionale Funktion ist die „Rohr-Reinigung“. Mit dieser werden über eine spezielle Routine Verschmutzungen und Ablagerungen im Rohrsystem gelöst und anschließend ausgespült. Mit der gezeigten „Lokal/Remote“ Umschaltung kann die Steuerung von z. B. einer SPS auf eine lokale Vor-Ort-Bedienung umgeschaltet werden (z. B. wenn eine routinemäßige Wartung durchgeführt wird).



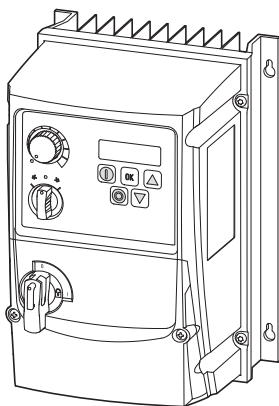
## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Anwendung eines IP66 Frequenzumrichters (DC1/DA1)

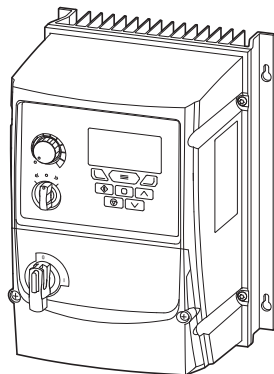
#### Produktmerkmale

Die PowerXL Frequenzumrichterreihen DC1 und DA1 sind bis zu einer Motorleistung von 22 kW (400 V) auch in der Schutzart IP66/NEMA 4x verfügbar. Dieses ermöglicht einen bedenkenlosen Einsatz der Antriebe in Bereichen mit Feuchtigkeit, Staub oder Verunreinigungen.

Das wasserdicht versiegelte ABS-Gehäuse und der korrosionsresistente Kühlkörper erlaubt auch die Reinigung mit Hochdruckreinigern und ermöglicht so auch den problemlosen Einsatz in der Garten- und Landwirtschaft, in der Lebensmittelindustrie, bei Beton- und Zementmaschinen und in Waschstraßen bzw. Waschboxen für Fahrzeuge. Geschützt vor Umwelteinflüssen können DC1 und DA1 (IP66/NEMA 4x) direkt an der Verarbeitungsstelle montiert werden. Mit integriertem Sollwertpotentiometer, Wahlschalter und Hauptschalter ermöglichen diese Varianten die direkte Bedienung vor Ort.



DC1 (IP66)

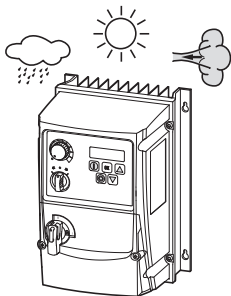


DA1 (IP66)

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines IP66 Frequenzumrichters (DC1/DA1)

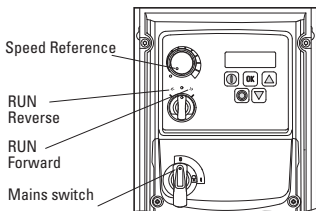
### Anwendung



5

### Installation direkt in der Applikation

- Wetterfest und robust in IP66/ NEMA 4X
- Outdoorrating (UV-beständig)
- Staub- und Spritzwassergeschützt
- Beschichteter Kühlkörper für Anlagen die gespült werden müssen (Lebensmittel- und Getränkeindustrie)



### Bedienung des Umrichters on-board ohne Verdrahtungsaufwand

- Lokales Drehzahlpotentiometer zur Drehzahlvorgabe
- Lokaler Start-/Drehrichtungswahlschalter
- Reparaturschalter

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines IP66 Frequenzumrichters (DC1/DA1)

---

### 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

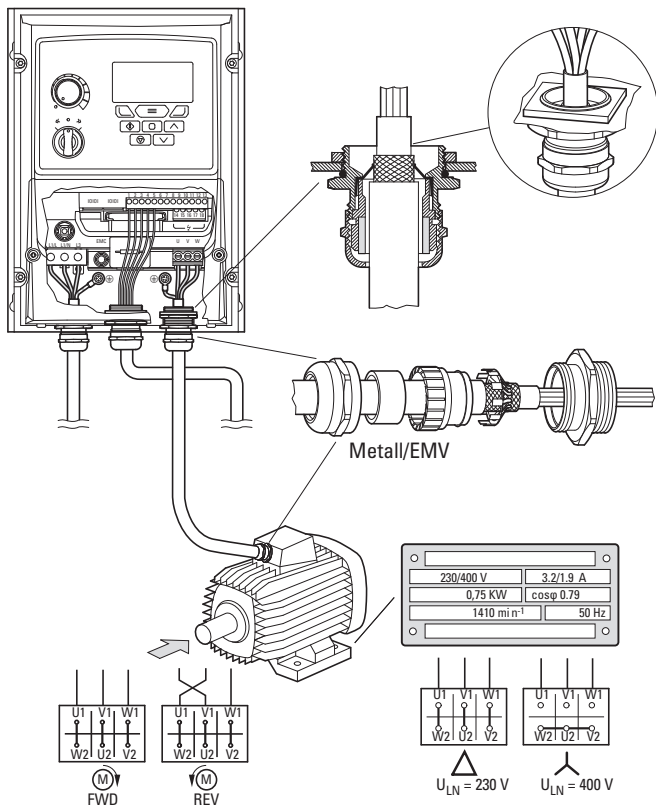
### Weitere Funktionen

- Hohe Überlastfähigkeit: 150 % für 60 Sekunden, 200 % für 4 Sekunden.
- Modbus RTU und CANopen integriert
- Umgebungstemperatur bis 50 °C ohne Derating
- Integrierter EMV-Filter
- Integrierter Bremstransistor
- U/f-Steuerung, Vektorsteuerung sensorlos und closed-loop, PM-Motoren, BLDC-Motoren, SynRel-Motoren
- Feldbus-Anschaltungen, optional
- Integrierter Funktionsblockeditor, optional (Profinet, Ethernet/IP, Profibus, EtherCAT, BACnet, Modbus TCP)
- Safe Torque Off (STO, SIL 2/PI d)
- Hochauflösendes OLED-Display, optional
- Internationale Standards (CE, UKCA, UL, cUL, RCM, RoHS, EAC, UkrSEPRO)

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines IP66 Frequenzumrichters (DC1/DA1)

5

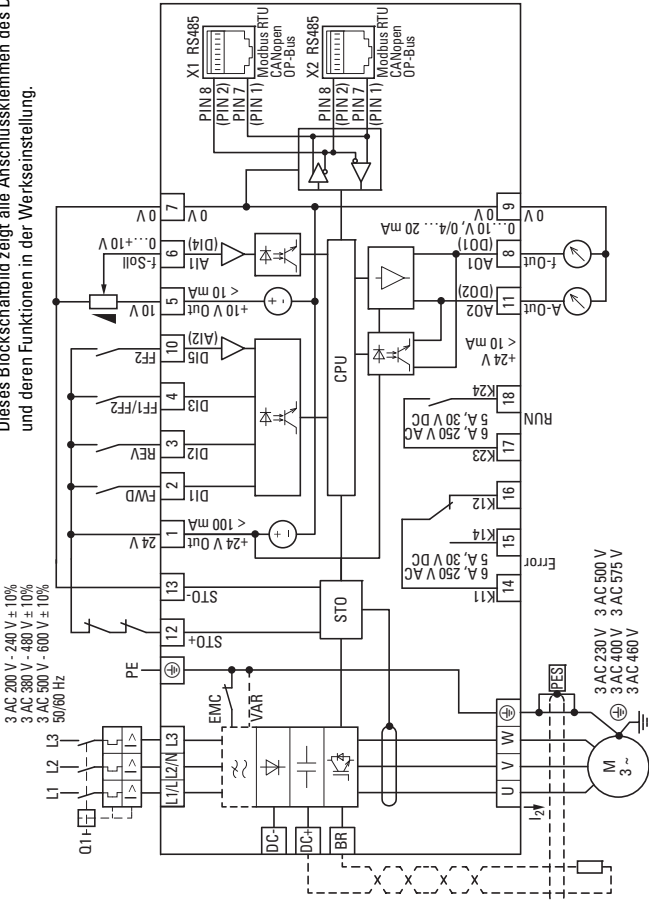




# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines IP66 Frequenzumrichters (DC1/DA1)

Dieses Blockschaltbild zeigt alle Anschlussklemmen des DA1 und deren Funktionen in der Werkseinstellung.



## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

### Anwendung eines dezentralen Antriebssystems (Rapid Link 5)

#### Systemübersicht Rapid Link 5

Rapid Link ist ein dezentrales Schalt- und Installationssystem für Fördertechnik-applikationen. Durch ihre kompakte Bauform und ihre hohe Schutzart IP65 können diese Motorstarter und Frequenzumrichter in unmittelbarer Nähe des Motors installiert werden.

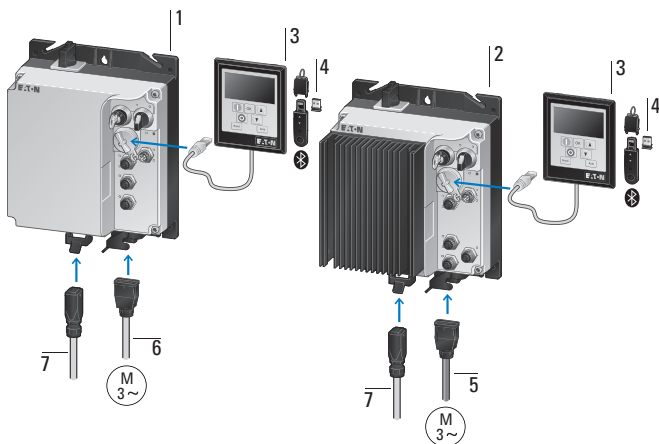
Steckbare Anschlussleitungen mit normierten Anschlüssen reduzieren den Verdrahtungsaufwand und gewährleisten die in der Fördertechnik bevorzugte Installationstechnik.

#### 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.

5



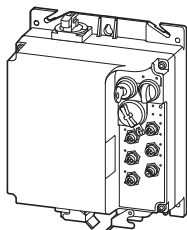
- 1 Motorstarter RAM05  
dreiphasiger, elektronischer Direktstarter  
oder Wendestarter
- 2 Frequenzumrichter RASP5  
dreiphasiger, frequenz geregelter  
Motorstarter

- 3 Bedieneinheit zur Parametrierung
- 4 Kommunikationsstick zur Parametrierung
- 5 Energieverbindungsleitungen zur  
Verbindung mit einem Energiebus
- 6 Ungeschirmte Motorleitung
- 7 Geschirmte Motorleitung (EMV)

## Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

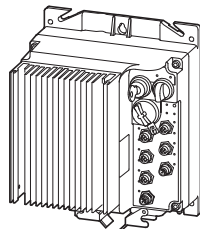
### Anwendung eines dezentralen Antriebssystems (Rapid Link 5)

#### Rapid Link 5 verfügt über folgende Eigenschaften



#### Motorstarter RAM05

- Direkt- und Wendestarter
- 90 W bis 3,0 kW (400 V) mit einem Gerät
- 2/4 Sensoreingänge, 0/1/2 Aktor-Ausgänge
- Programmierbarer Motorschutz
- Elektronischer Hybrid-Schalter
- mehr als 10 Millionen Schaltspiele



#### Frequenzumrichter RAPS5

- Leistungsbereich von 0,75 kW bis 4 kW in einer Baugröße
- 2/4 Sensoreingänge, 0/2 Aktor-Ausgänge
- Steuerung von IE2, IE3 und hocheffizienten IE4 Motoren
- U/f, Smart-Vektor und Sensorlose Vektorregelung
- Integrierter EMV-Filter bis 25 m Motorleitungslänge
- Optionaler integrierter Bremswiderstand
- Integrierte Sicherheitsfunktion „Safe Torque Off“ (SIL3, PLe)

#### Systemmerkmale RAM05 und RASP5

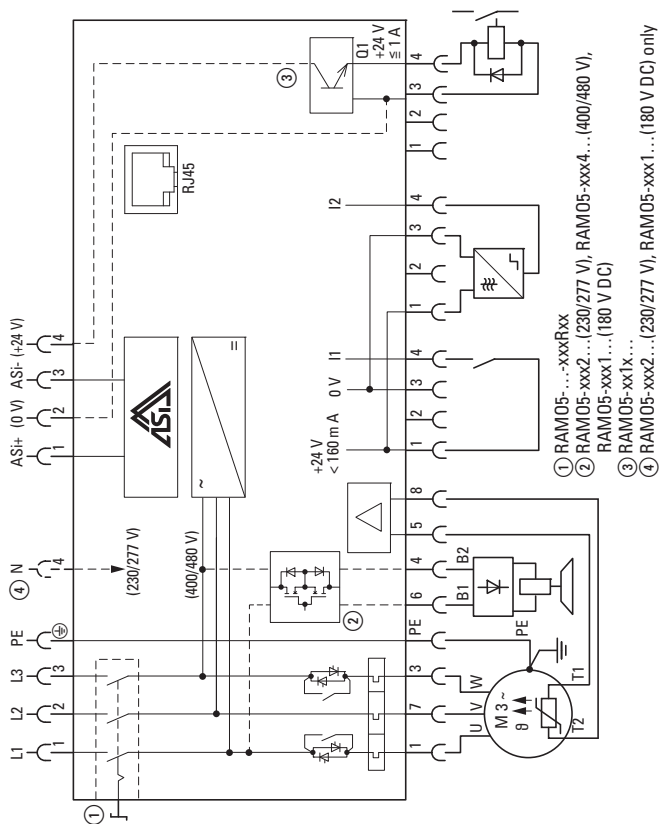
- AS-Interface, Profinet, Ethernet/IP
- Hand-/Automatikbetrieb on-board
- Integrierte Funktionen für Fördertechnikapplikationen
- Ein Bohrbild für alle Typen und Leistungen
- Steckbare Anschluss technik
- Parametrierung über OLED-Keypad, drivesConnect oder drivesConnect mobile App
- Integrierte Thermistor-Überwachung
- Ansteuerung für elektromechanische Motorbremsen (180 V DC, 230 V AC, 400 V AC)
- Optionaler Reparaturschalter
- Schutzart: IP65/NEMA 12
- Approbationen: CE, cUL, CCC (RAM05)

# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines dezentralen Antriebssystems (Rapid Link 5)

### Blockschaltbild RAM05-D...

### Elektronischer Direktstarter mit AS-Interface®





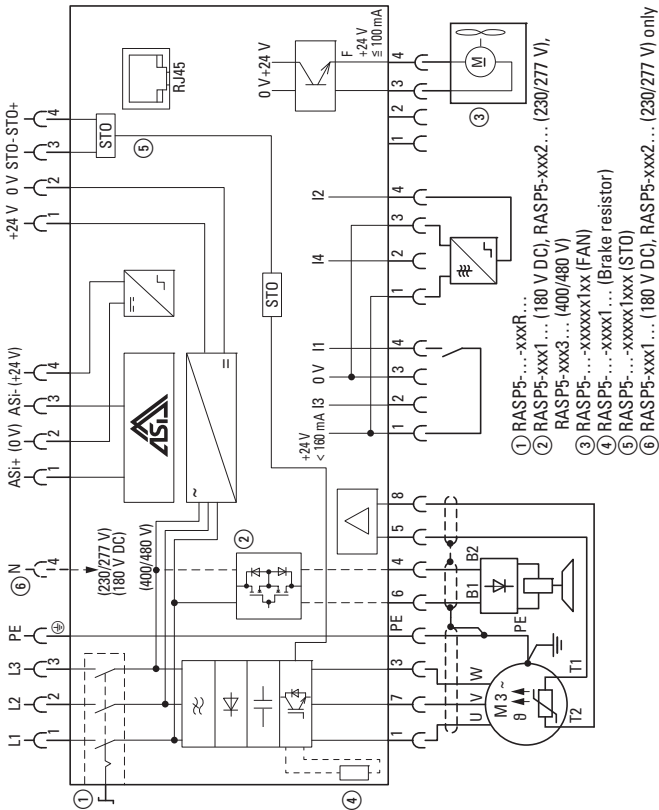
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines dezentralen Antriebssystems (Rapid Link 5)

### Blockschaltbild RASP5-...

#### Frequenzumrichter mit AS-Interface®

5

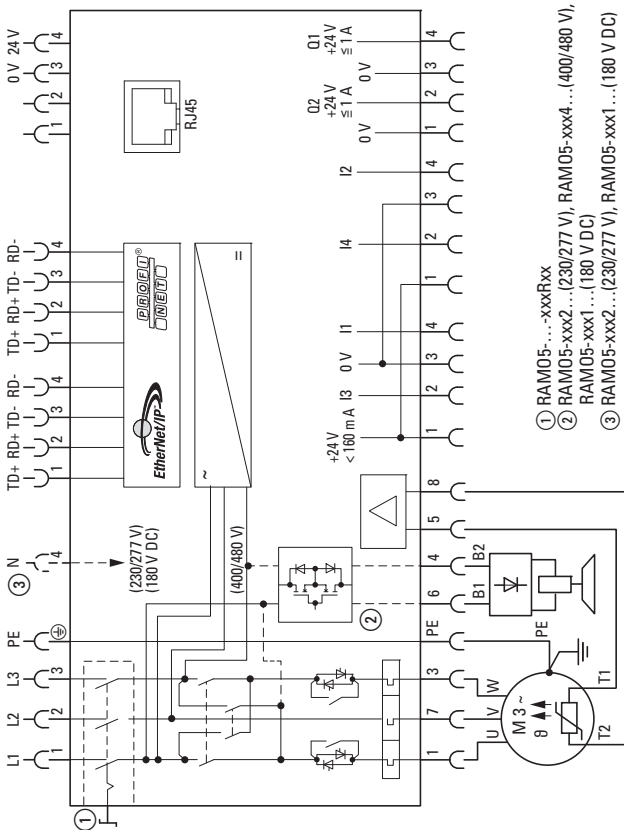


# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines dezentralen Antriebssystems (Rapid Link 5)

### Blockschaltbild RAM05-W...

#### Elektronischer Wendestarter mit Ethernet/IP oder Profinet



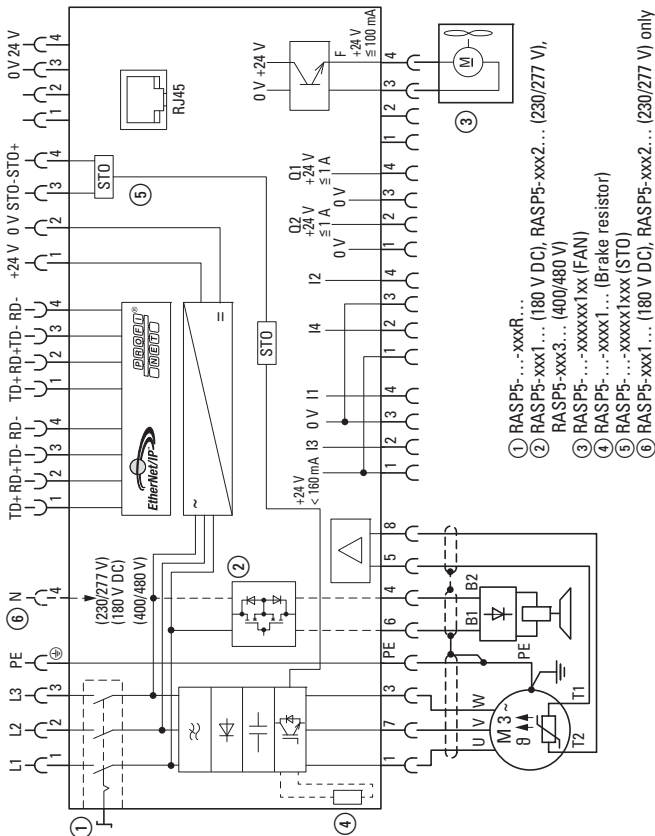
# Elektronische Motorstarter und Frequenzumrichter

## Anwendung eines dezentralen Antriebssystems (Rapid Link 5)

### Blockschaltbild RASP5-...

#### Frequenzumrichter mit Ethernet/IP oder Profinet

5





# Nockenschalter

	<b>Seite</b>
<b>Übersicht</b>	<b>6-2</b>
<b>Einschalter, Hauptschalter, Wartungsschalter</b>	<b>6-3</b>
<b>Umschalter, Wendeschalter</b>	<b>6-5</b>
<b>(Wende-)Stern-Dreieck-Schalter</b>	<b>6-6</b>
<b>Polumschalter</b>	<b>6-7</b>
<b>Verriegelungsschaltungen</b>	<b>6-11</b>
<b>Einphasen-Anlassschalter</b>	<b>6-12</b>
<b>Messgeräte-Umschalter</b>	<b>6-13</b>
<b>Heizungsschalter</b>	<b>6-14</b>
<b>Stufenschalter</b>	<b>6-15</b>

# Nockenschalter

## Übersicht

### Verwendung und Bauformen

Eaton „Nockenschalter“ und „Lasttrennschalter“ werden eingesetzt als:

- ① Hauptschalter, Hauptschalter als NOT-AUS-Einrichtung,
- ② EIN-AUS-Schalter,
- ③ Sicherheitsschalter,
- ④ Umschalter,
- ⑤ Wendeschalter, Stern-Dreieck-Schalter, Polumschalter,
- ⑥ Stufenschalter, Steuerschalter, Codierschalter, Messumschalter.

Als Bauformen stehen zur Verfügung:

- ⑦ Einbau,
- ⑧ Zentraleinbau,
- ⑨ Aufbau,
- ⑩ Verteilereinbau,
- ⑪ Zwischenbau.

Technische Angaben zu den Schaltern und die Angaben zu Normen können Sie dem Katalog „P Switch-disconnectors and T Rotary cam switches“ [CA042001EN](#) entnehmen. Ergänzend zu den im Katalog aufgeführten Schaltern finden Sie eine Übersicht aller für den Maschinen- und Anlagenbau relevanten Produkte im Katalog „Lösungen für den Maschinen- und Anlagenbau“ [CA08103003Z-DE](#).

6

Basistyp	I <sub>u</sub> [A]	Verwendung als						Bauform				
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
TM	10	–	x	–	x	–	x	○	○	–	○	–
T0	20	x	x	–	x	x	x	+	○	○	○	+
T3	32	x	x	–	x	x	–	+	○	○	○	+
T5B	63	x	x	x	x	x	–	+	–	○	–	+
T5	100	x	–	x	x	–	–	+	–	○	–	+
T6	160	x	–	–	x	–	–	–	–	+	–	+
T8	315 <sup>1)</sup>	x	–	–	x	–	–	–	–	+	–	+
P1-25	25	x	x	x	–	–	–	+	○	+	○	+
P1-32	32	x	x	x	–	–	–	+	○	+	○	+
P1-40	40	x	x	x	–	–	–	+	○	+	○	+
P3-63	63	x	x	x	–	–	–	+	–	+	○	+
P3-100	100	x	x	x	–	–	–	+	–	+	○	+
P5-125	125	x	x	–	–	–	–	+	–	–	–	+
P5-160	160	x	x	–	–	–	–	+	–	–	–	+
P5-250	250	x	x	–	–	–	–	+	–	–	–	+
P5-315	315	x	x	–	–	–	–	+	–	–	–	+

I<sub>u</sub> = max. Bemessungsdauerstrom

1) In gekapselter Ausführung (Aufbau), max. 275 A.

○ Abhängig von der Anzahl der Baueinheiten, der Funktion und der Abwicklung.

+ Unabhängig von der Anzahl der Baueinheiten, der Funktion und der Abwicklung.

## Nockenschalter

### Einschalter, Hauptschalter, Wartungsschalter

#### EIN-AUS-Schalter, Hauptschalter

T0-2-1

P1-25

P1-32

P1-40

P3-63

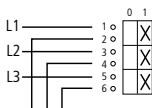
P3-100

P5-125

P5-160

P5-250

P5-315



FS 908

Dieser Schalter kann auch als Lastschalter für Licht, Heizung oder kombinierte Verbraucher verwendet werden.

Hauptschalter nach IEC/EN 60204; VDE 0113 bei Zwischenbauschaltern mit Türverriegelung, Vorhängeschlossperre, finger-sicheren Zuleitungsklemmen, N- und PE-Klemme, roten Knebelgriff (auf Wunsch schwarz), Warnschild.

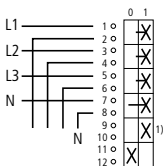
Wenn die Zugehörigkeit eines Antriebes und des Hauptschalters nicht ohne weiteres erkennbar ist, ist für jeden Antrieb ein zusätzlicher Wartungsschalter in unmittelbarer Nähe des Antriebes erforderlich.

#### Wartungsschalter (Sicherheitsschalter) mit Hilfsstrombahnen

T0-3-15680



FS 908



P1-25/.../

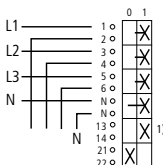
P1-32/.../

P1-40/.../

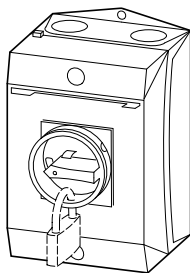
P3-63/.../

P3-100/.../

...N/NHI11



FS 908



Wartungsschalter werden an elektrischen Maschinen oder Anlagen angebracht, um Wartungsarbeiten unter Beachtung der Sicherheitsregeln gefahrlos zu ermöglichen.

Durch Einhängen seines Vorhängeschlosses in die Vorhängeschlossperre SVB kann sich jeder Mitarbeiter davor schützen, dass ein anderer unbefugt einschaltet (→ Abschnitt „Schaltungsbeispiel für einen Wartungsschalter mit Lastabwurfkontakt und (oder) Schaltstellungsanzeige“, Seite 6-4).

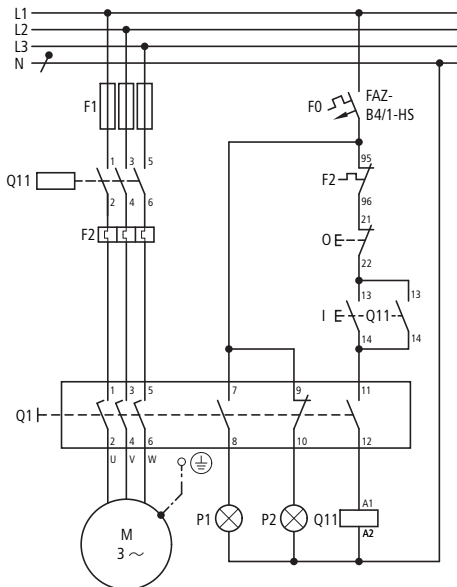
1) Lastabwurfkontakt

# Nockenschalter

## Einschalter, Hauptschalter, Wartungsschalter

### Schaltungsbeispiel für einen Wartungsschalter mit Lastabwurfkontakt und (oder) Schaltstellungsanzeige

### Wartungsschalter T0(3)-3-15683

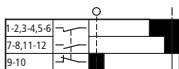


P1: Ein

P2: Aus

Q11: Lastabwurf

### Schaltdiagramm T0(3)-3-15683



### Funktion

**Lastabwurf:** Beim Einschalten schließen zuerst die Hauptstromkontakte, dann wird über den nacheilenden Schließer die Steuerung für das Motorschütz freigegeben. Bei der Ausschaltung wird über den nun vor-eilenden Kontakt zuerst das Motorschütz abgeschaltet, dann trennen die Hauptkontakte die Zuleitung zum Motor.

**Schaltstellungs-meldung:** Über zusätzliche Schließer und Öffner kann die Stellung des Schalters zum Steuerschrank oder zur Leitwarte gemeldet werden.

# Nockenschalter

## Umschalter, Wendeschalter

### Umschalter

T0-3-8212

T3-3-8212

T5B-3-8212

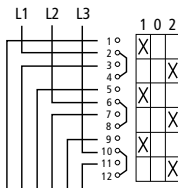
T5-3-8212

T6-3-8212

T8-3-8212



FS 684



### Wendeschalter

T0-3-8401

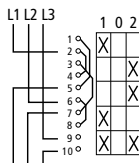
T3-3-8401

T5B-3-8401

T5-3-8401



FS 684



# Nockenschalter

## (Wende-)Stern-Dreieck-Schalter

### Stern-Dreieck-Schalter

T0-4-8410

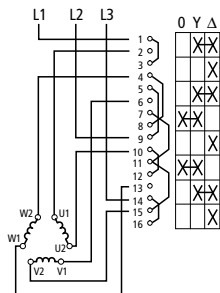
T3-4-8410



FS 635

T5B-4-8410

T5-4-8410



6

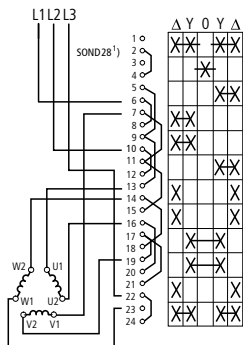
### Wende-Stern-Dreieck-Schalter

T0-6-15877

T3-6-15877



FS 638



1) Standard-Schützverriegelung

→ Abschnitt „Verriegelungsschaltungen“,  
Seite 6-11

# Nockenschalter Polumschalter

## 2 Drehzahlen, 1 Drehrichtung

### Dahlanderschaltung

T0-4-8440

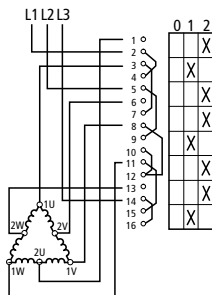
T3-4-8440

T5B-4-8440

T5-4-8440



FS 644



① ohne Verbindungen

### 2 getrennte Wicklungen

T0-3-8451

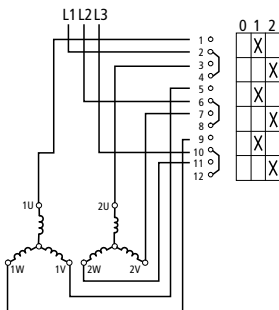
T3-3-8451

T5B-3-8451

T5-3-8451



FS 644



# Nockenschalter

## Polumschalter

### 2 Drehzahlen, 2 Drehrichtungen

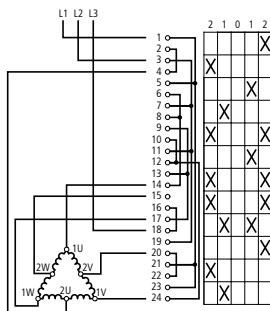
#### Dahlanderschaltung

T0-6-15866

T3-6-15866



FS 629



6

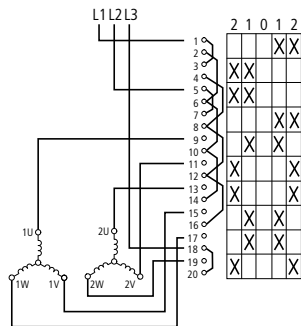
### 2 getrennte Wicklungen, 2 Drehrichtungen

T0-5-8453

T3-5-8453



FS 629





# Nockenschalter

## Polumschalter

### 3 Drehzahlen, 1 Drehrichtung

#### Dahlanderschaltung, einfache Wicklung für niedrige Drehzahl

T0-6-8455

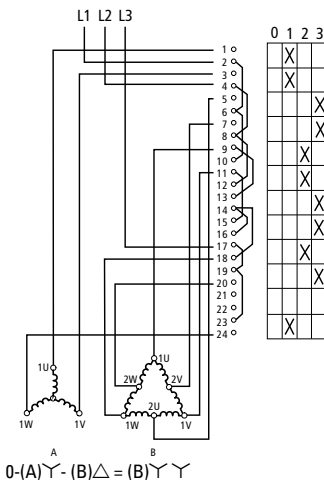
T3-6-8455

T5B-6-8455

T5-6-8455



FS 616



# Nockenschalter

## Polumschalter

### 3 Drehzahlen, 1 Drehrichtung

#### Dahlanderschaltung, einfache Wicklung für hohe Drehzahl

T0-6-8459

T3-6-8459



FS 616

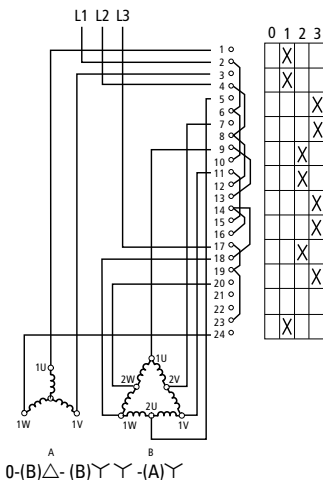
T5B-6-8459

T5-6-8459



FS 420

6



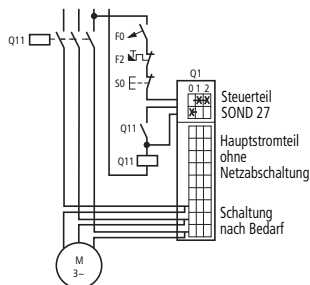
## Nockenschalter Verriegelungsschaltungen

Verriegelungsschaltungen zwischen Nockenschaltern und Schützen mit Motorschutzrelais ergeben elegante und preiswerte Lösungen für viele Antriebsprobleme. Allen Verriegelungsschaltungen gemeinsam sind folgende Punkte:

- schützen vor automatischer Wiedereinschaltung nach Motorüberlastung oder Spannungsunterbrechung
- einer oder mehrere AUS-Taster „0“ ermöglichen Fernausschaltung, z. B. in Notfällen.

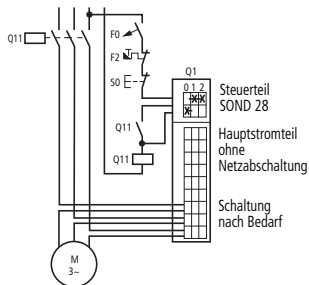
### Ohne Netzabschaltung (SOND 27)

Netzabschaltung nur durch Schütz vorwiegend bei Stern-Dreieck-Schaltung



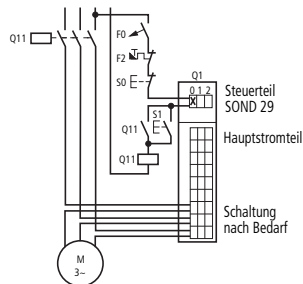
### Mit Netzabschaltung (SOND 28)

Netzabschaltung durch Schütz und Schalter



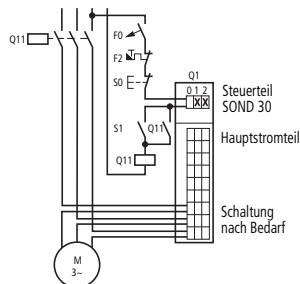
### Verriegelung mit Schütz (SOND 29)

Einschalten des Schützes nur in der Nullstellung des Schalters



### Verriegelung mit Schütz (SOND 30)

Einschalten des Schützes nur in den Betriebsstellungen des Schalters



## Nockenschalter

### Einphasen-Anlassschalter

Messgeräte-Umschalter machen es möglich, mit nur einem Messgerät verschiedene Messungen in einem Drehstrom-System vorzunehmen: Ströme, Spannungen, Leistungen.

Für die verschiedenen Messungen steht eine Anzahl von Schaltungen zur Verfügung. Einige der gebräuchlichsten Schaltungen sind auf den folgenden Seiten aufgeführt.

### Spannungsmesser-Umschalter

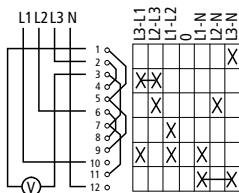
T0-3-8007

3 x Phase gegen Phase

3 x Phase gegen N mit Nullstellung



FS 1410759

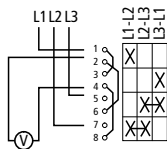


T0-2-15922

3 x Phase gegen Phase ohne Nullstellung



FS 164854



6

### Strommesser-Umschalter

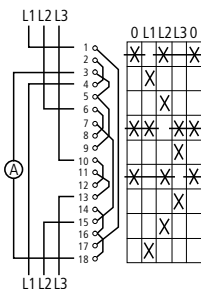
T0-5-15925

T3-5-15925

für direkte Messung



FS 9440



# Nockenschalter

## Messgeräte-Umschalter

### Strommesser-Umschalter

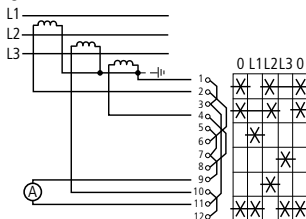
T0-3-8048

T3-3-8048

für Messung über Wandler, Rundschtaltung möglich



FS 9440



### Leistungsmesser-Umschalter

T0-5-8043

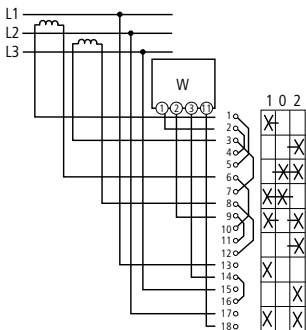
T3-5-8043

Zwei-Watt-Meter-Methode (Aronschaltung) für beliebig belastete Dreileiteranlagen. Durch Addition der beiden Teilleistungen ergibt sich die Gesamtleistung.



FS 953

Für Vierleitersysteme liefert die Aronschaltung nur dann ein richtiges Ergebnis, wenn die Summe der Ströme gleich null ist, d. h. nur bei gleichmäßig belastetem Vierleitersystem.



## Nockenschalter Heizungsschalter

### 1-polig unterbrechend, Stufenzahl 3

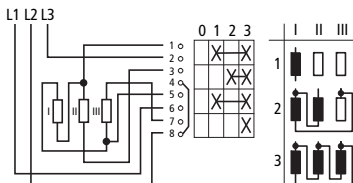
T0-2-8316

T3-2-8316

T5B-2-8316



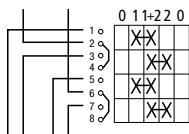
FS 420



T0-2-15114, Rundschaltung möglich



FS 193840



Weitere 2- und 3-polige Heizungsschalter mit anderen Schaltungsmöglichkeiten, anderen Leistungsabstufungen und anderer Stufenzahl sind im Katalog „P Switch-disconnectors and T Rotary cam switches“ [CA042001EN](#) und im Fachkatalog Katalog „Lösungen für den Maschinen- und Anlagenbau“ [CA08103003Z-DE](#) beschrieben.

# Nockenschalter

## Stufenschalter

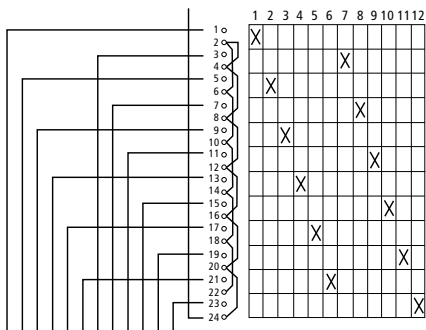
Je Stellung eine Stufe geschlossen, Rundschaltung möglich

T0-6-8239

T3-6-8239



FS 301



# Nockenschalter

## Stufenschalter

### Stellschalter

#### EIN-AUS-Stellschalter

1-polig: T0-1-15401

2-polig: T0-1-15402

3-polig: T0-2-15403



FS 415



### Umschalter

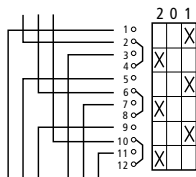
1-polig: T0-1-15421

2-polig: T0-2-15422

3-polig: T0-3-15423



FS 429



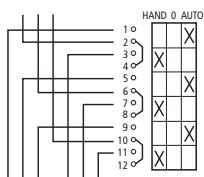
1-polig: T0-1-15431

2-polig: T0-2-15432

3-polig: T0-3-15433



FS 1401



### EIN-AUS-Stellschalter

1-polig: T0-1-15521

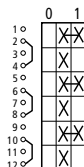
2-polig: T0-2-15522

3-polig: T0-3-15523

mit Impulskontakt in der Zwischenstellung



FS 908





# Leistungsschalter

	<b>Seite</b>
<b>Überblick</b>	<b>7-2</b>
<b>Arbeitsstromauslöser</b>	<b>7-4</b>
<b>Unterspannungsauslöser</b>	<b>7-5</b>
<b>Kontaktdiagramme der Hilfsschalter</b>	<b>7-6</b>
<b>Innenschaltpläne NZM</b>	<b>7-8</b>
<b>Fernausschaltung mit Spannungsauslöser</b>	<b>7-10</b>
<b>Anwendungen des Unterspannungsauslösers</b>	<b>7-11</b>
<b>Abschalten des Unterspannungsauslösers</b>	<b>7-12</b>
<b>Meldung der Schaltstellung</b>	<b>7-13</b>
<b>Kurzzeitverzögerte Leistungsschalter – Innenschaltpläne</b>	<b>7-14</b>
<b>Maschennetzschalter</b>	<b>7-15</b>
<b>Fernschalten mit Motorantrieb</b>	<b>7-16</b>
<b>Leistungsschalter als Transformatorschalter</b>	<b>7-17</b>
<b>Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz</b>	<b>7-18</b>
<b>Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX</b>	<b>7-23</b>

# Leistungsschalter

## Überblick

### Leistungsschalter NZM

Leistungsschalter sind mechanische Schaltgeräte, die Ströme unter betriebsmäßigen Bedingungen im Stromkreis ein- bzw. ausschalten und führen können. Sie schützen elektrische Betriebsmittel vor thermischer Überlastung und bei Kurzschluss.

Die Leistungsschalter NZM decken den Nennstrombereich von 20 bis 1600 A ab.

Je nach Ausführung besitzen sie zusätzliche Schutzfunktionen wie Fehlerstromschutz, Erdschlussschutz oder die Möglichkeit zum Energiemanagement durch Erkennen von Lastspitzen und gezieltem Lastabwurf. Die Leistungsschalter NZM zeichnen sich durch ihre kompakte Bauform und ihre strombegrenzenden Eigenschaften aus.

In den gleichen Baugrößen wie die Leistungsschalter stehen Lasttrennschalter ohne Überlast- und Kurzschluss-Auslöseeinheiten zur

Verfügung, die je nach Ausführung zusätzlich mit Arbeitsstrom- oder Unterspannungsauslöser bestückt werden können.

Die Leistungsschalter und Lasttrennschalter NZM werden nach den Vorschriften der Norm IEC/EN 60947 gebaut und geprüft.

Sie besitzen Trenneigenschaften. In Verbindung mit einer Abschließvorrichtung sind sie zum Einsatz als Hauptschalter nach Norm IEC/EN 60204/VDE 0113-1 geeignet.

Die elektronischen Auslöser der Baugrößen NZM2, NZM3 und NZM4 sind kommunikationsfähig. Die aktuellen Zustände der Leistungsschalter vor Ort können via internem Modbus RTU Modul oder externen Kommunikationsmodulen an die Leitwarte oder SPS weitergesendet werden.

7

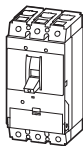
**NZM1**



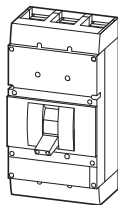
**NZM2**



**NZM3**



**NZM4**



Informationen zu den obigen Geräten finden Sie in diesem Kapitel.

# Leistungsschalter

## Überblick

### Leistungsschalter IZMX

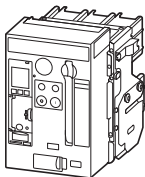
Mit den Leistungsschaltern IZMX existieren Leistungsschalter zum Einsatz im hohen Nennstrombereich ab 630 A. Leistungsschalter IZMX und Lasttrennschalter INX erfüllen die Hauptschaltereigenschaften nach der Norm IEC/EN 60204-1, da sie in „AUS“ abschließbar sind. Sie können daher als Netztrenneinrichtung eingesetzt werden. Leistungsschalter IZMX werden nach den Vorschriften der Norm IEC/EN 60947 gebaut und geprüft.

Abhängig von der Art des zu schützenden Betriebsmittels ergeben sich Hauptanwendungsgebiete, die durch unterschiedliche Einstellungen der Auslöseelektroniken realisiert werden:

- Anlagenschutz,
- Motorschutz,
- Transformatorschutz,
- Generatorschutz.

Leistungsschalter IZMX mit hochauflösendem Punktmatrix-Display bieten unterschiedliche Elektronik vom einfachen Anlagenschutz mit Überlast- und Kurzschlussauslöser bis hin zum Selektivschutz und der Möglichkeit zeitselektive Netze aufzubauen.

#### IZMX16



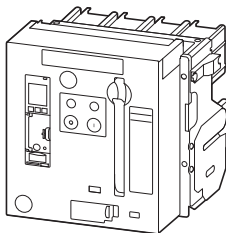
Anpassbar an universelle Anforderungen durch umfangreiches Einbauzubehör, wie Hilfsschalter, Ausgelöstmelder, Motorantriebe oder Spannungsauslöser, Schalter in Festeinbau oder Ausfahrtechnik, erlauben sie einen vielfältigen Einsatz.

Leistungsschalter IZMX eröffnen durch ihre Kommunikationsfähigkeit neue Möglichkeiten in der Energieverteilung. Wichtige Informationen können weitergeleitet, gesammelt und ausgewertet werden – bis hin zur vorbeugenden Wartung. Durch einen schnellen Eingriff in einen Prozess können beispielsweise Anlagenfälle vermindert oder sogar verhindert werden.

Auswahlkriterien eines Leistungsschalters IZMX sind unter anderem:

- Bemessungsstrom  $I_n$ ,
- Umgebungstemperatur,
- Bauart (3- oder 4-polig),
- Festeinbau oder Ausfahrtechnik,
- Schutzfunktion,
- maximaler Kurzschlussstrom  $I_{kmax}$ .

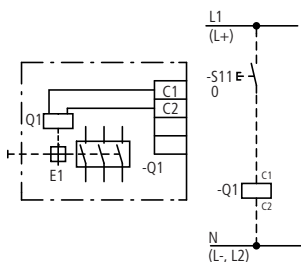
#### IZMX40



# Leistungsschalter

## Arbeitsstromauslöser

### Arbeitsstromauslöser A



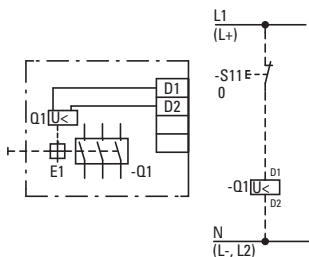
Baustein (Q1, Elektromagnet) eines Leistungs- oder Motorschutzschalters, der beim Anlegen einer Spannung eine Auslösemechanik betätigt. Im stromlosen Zustand befindet sich das System in Ruhelage. Die Ansteuerung erfolgt mit einem Schließkontakt. Ist der Arbeitsstromauslöser für Kurzzeitbetrieb ausgelegt (übererregter Arbeitsstromauslöser mit 5 % ED), muss der Kurzzeitbetrieb durch Vorschalten eines entsprechenden Hilfskontaktes des Leistungsschalters sichergestellt werden. Diese Maßnahme entfällt beim Einsatz eines Arbeitsstromauslösers mit 100 % ED.

Arbeitsstromauslöser werden zur Fernauslösung verwendet, falls eine Spannungsunterbrechung nicht zur automatischen Abschaltung führen soll. Die Auslösung wird unwirksam durch Drahtbruch, Wackelkontakt oder bei Unterspannung.

# Leistungsschalter

## Unterspannungsauslöser

### Unterspannungsauslöser U

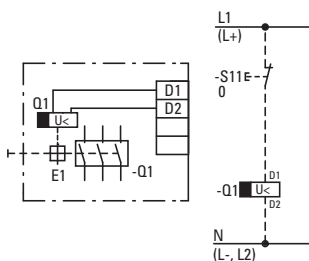


Ein passives, elektromagnetisches Relais (Q1), das beim Unterschreiten oder beim Unterbrechen der Versorgungsspannung eine Auslösemechanik anstößt, beispielsweise um das selbsttätige Wiederanlaufen von Motoren zu verhindern. Unterspannungsauslöser eignen sich ebenso zur Verriegelung und Fernausschaltung mit größter Sicherheit, da im Störfall (z. B. Drahtbruch im Steuerstromkreis) immer abgeschaltet wird. Bei spannungslosen Unterspannungsauslösern können die Schalter nicht wieder eingeschaltet werden.

Im stromdurchflossenen Zustand befindet sich das System in Ruhelage. Die Ansteuerung erfolgt mit einem Öffnerkontakt. Unterspannungsauslöser sind stets für Dauerbetrieb ausgelegt. Sie sind somit ideale Auslöseelemente für absolut sichere Verriegelungen (z. B. NOT-AUS).

7

### Abfallverzögerter Unterspannungsauslöser UV

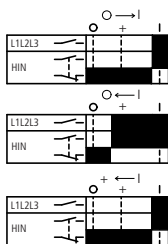


Ein abfallverzögerter Unterspannungsauslöser (Q1) ist eine Kombination aus separater Verzögerungseinheit (UVU) und zugehörigem Auslöser. Er verhindert, dass kurzzeitige Spannungsunterbrechungen zu einer Abschaltung des Leistungsschalters führen. Die Verzögerungszeit kann zwischen 0,06 und 16 s eingestellt werden.

## Leistungsschalter

### Kontakt diagramme der Hilfsschalter

#### Hilfsschalter – Normal HIN



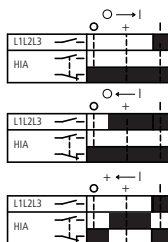
Hilfsschalter dienen zur Befehls- und Signalabgabe von Vorgängen, die von der Stellung der Schaltstücke bestimmt werden. Sie können für Verriegelungen mit anderen Schaltern und zur Fernmeldung des Schaltzustandes benutzt werden.

Hilfsschalter verfügen über folgende Eigenschaften:

- Normalhilfsschalterkontakte verhalten sich wie Hauptschalterkontakte
- Schaltstellungsanzeige
- Verriegelung
- Abschalten des Arbeitsstromauslösers

## 7

#### Hilfsschalter – Ausgelöst HIA



0 → I

Einschalten

0 ← I

Ausschalten

+ ← I

Auslösen

■ Kontakte geschlossen

□ Kontakte geöffnet

Dienen zur Befehls- und Signalabgabe der Auslösung des Leistungsschalters (trip-Stellung +), wie sie z. B. bei Maschennetzschaltern notwendig sind. Beim EIN- oder AUS-Schalten von Hand oder mit Motorantrieb wird kein Impuls gegeben.

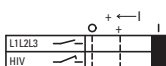
- Ausgelöstmeldung des Schalters
- Schaltstellungsanzeige nur, wenn Schalter ausgelöst wird durch Überlast, Kurzschluss, Spannungs- oder Testauslöser. Kein Wischer bei EIN-/AUS-Schalten von Hand und bei Abschalten mit Motor (Ausnahme: manuelles Ausschalten bei Motorantrieb NZM2, NZM3, NZM4).

# Leistungsschalter

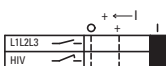
## Kontaktprogramme der Hilfsschalter

### Hilfsschalter – Voreilend HIV

NZM1, NZM2, NZM3



NZM4



Voreilende Hilfsschalter dienen zur Befehls- und Signalabgabe von Vorgängen, die vor Schließen oder Öffnen der Hauptschaltstücke eingeleitet werden. Wegen ihrer Voreileigenschaft ermöglichen sie Verriegelungen mit anderen Schaltern. Außerdem gestatten sie eine Schaltstellungsanzeige.

Der HIV hat in der Ausgelöststellung des Leistungsschalters die gleiche Stellung wie bei AUS. Wegen seiner Voreileigenschaft kann er zum An-Spannung-Legen des Unterspannungsauslösers verwendet werden.

→ Abschnitt „Unterspannungsauslöser“, Seite 7-5,

→ Abschnitt „Fernausschaltung mit Spannungsauslöser“, Seite 7-10,

→ Abschnitt „Anwendungen des Unterspannungsauslösers“, Seite 7-11.

0 → I

Einschalten

0 ← I

Ausschalten

+ ← I

Auslösen

■ Kontakte geschlossen

□ Kontakte geöffnet

# Leistungsschalter

## Innenschaltpläne NZM

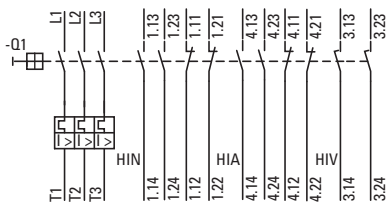
### Maximale Bestückung

	NZM...			
	1	2	3	4
HIN: 1 S, 1 Ö, 2 S, 2 Ö oder 1S/1Ö	1	2	3	3
HIA: 1 S, 1 Ö, 2 S, 2 Ö oder 1S/1Ö	1	1	1	2
HIV: 2 S	1	1	1	1

Bei gleichzeitiger Verwendung eines Motorantriebes ist die Bestückung mit 2 S, 2 Ö oder 1 S/1Ö (doppelter Hilfsschalter) beim Leistungsschalter NZM3 eingeschränkt.

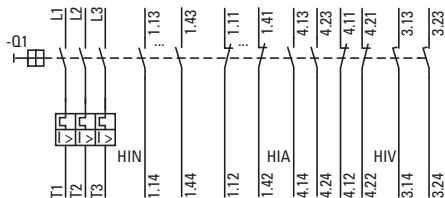
Hierzu aktuelle Montageanweisung beachten.

### NZM1



Für die Hilfsschalter werden die Kontaktelemente M22-K10 (K01, K20, K02, K11) aus dem RMQ-Titan-Programm von Eaton verwendet. Zusätzlich stehen zwei voreilende Hilfsschalter (2 S) zur Verfügung.

### NZM2



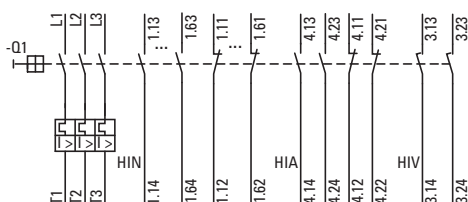
Angaben zu den Hilfsschaltern  
 → Abschnitt „Maximale Bestückung“, Seite 7-8



# Leistungsschalter

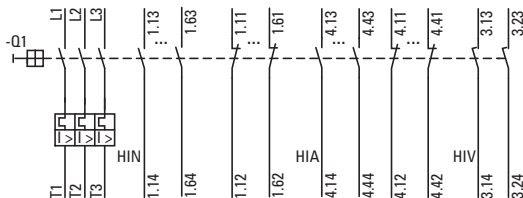
## Innenschaltpläne NZM

### NZM3



Angaben zu den  
Hilfsschaltern  
→ Abschnitt „Maxi-  
male Bestückung“,  
Seite 7-8

### NZM4

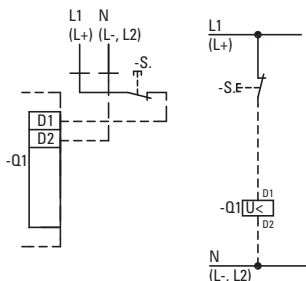


Angaben zu  
den Hilfs-  
schaltern  
→ Abschnitt  
„Maximale  
Bestückung“,  
Seite 7-8

## Leistungsschalter

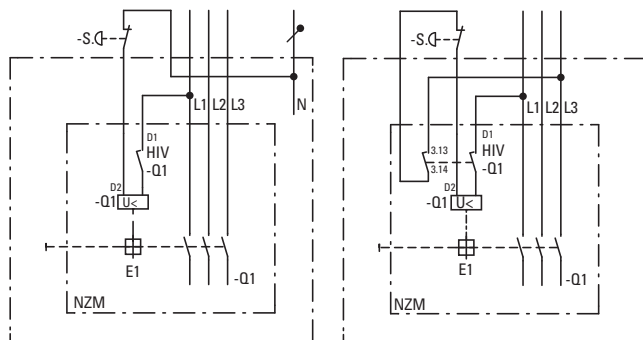
### Fernausschaltung mit Spannungsauslöser

#### Fernausschaltung mit Unterspannungsauslöser



## 7

### Hauptschalteranwendung in Bearbeitungs- und Verarbeitungsmaschinen mit NOT-AUS-Funktion gemäß Norm IEC/EN 60204-1, VDE 0113-1

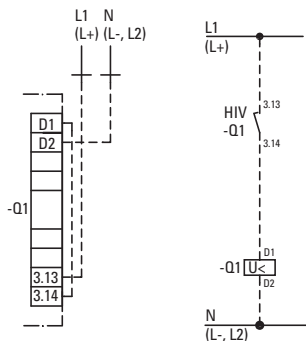


In der AUS-Stellung des Hauptschalters sind alle Steuerelemente und Steuerleitungen, die den Schaltschrank verlassen, spannungsfrei. Spannungsführend bleiben lediglich die Steuerspannungsabgriffe mit den Steuerleitungen zu den voreilenden Hilfsschaltern.

## Leistungsschalter

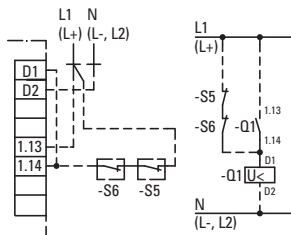
### Anwendungen des Unterspannungsauslösers

#### Abschalten des Unterspannungsauslösers



Der voreilende Hilfsschalter HIV (Q1) kann – wie oben gezeigt – den Unterspannungsauslöser in der AUS-Stellung des Leistungsschalters von der Steuerspannung abschalten. Soll der Unterspannungsauslöser 2-polig abgeschaltet werden, muss zwischen Klemme D2-N noch ein Schließer von Q1 geschaltet werden. Der voreilende Hilfsschalter HIV (Q1) legt den Unterspannungsauslöser stets so früh an Spannung, dass ein Einschalten möglich ist.

#### Anlassverriegelung des Unterspannungsauslösers



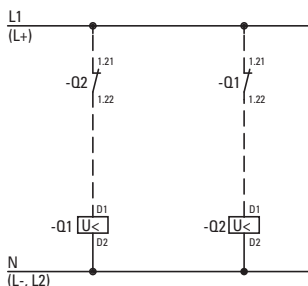
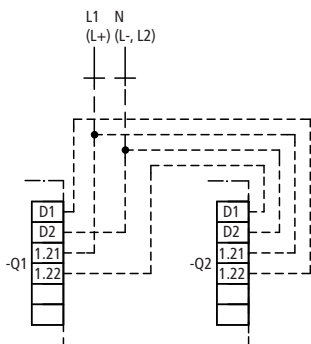
Leistungsschalter mit Unterspannungsauslöser bewirken Nullstellungszwang in Verbindung mit einem Verriegelungshilfsschalter am Anlasser (S5), Zusatzeinrichtungen am Motor (z. B. Bürstenabhebevorrichtung, S6) oder an allen Schaltern bei Mehrmotorenantrieben.

Der Leistungsschalter kann nur in Null- oder AUS-Stellung vom Anlasser oder Schalter eingeschaltet werden.

## Leistungsschalter

### Abschalten des Unterspannungsauslösers

#### Verriegeln mehrerer Schalter gegeneinander mit Unterspannungsauslöser



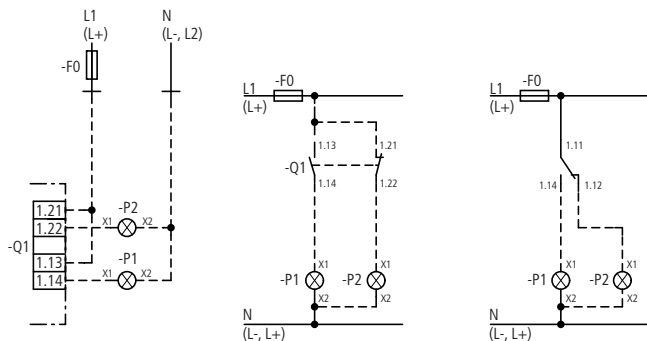
7

Beim Verriegeln von drei und mehr Schaltern ist jeder Schalter mit den in Reihe liegenden Öffnern der Hilfsschalter der anderen Schalter unter Verwendung eines Hilfsschützes (zur Kontaktvervielfältigung) pro Hilfsschalter zu verriegeln. Ist einer der Schalter eingeschaltet, so können die anderen Schalter nicht eingeschaltet werden.

## Leistungsschalter

### Meldung der Schaltstellung

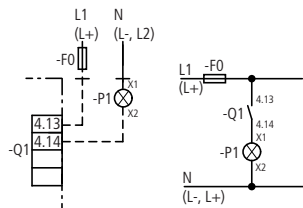
#### EIN- und AUS-Meldung mit Hilfsschalter – Normal HIN (Q1)



P1: Ein  
P2: Aus

#### Ausgelöstmeldung mit Hilfsschalter – Ausgelöst HIA (Q1)

Ausgelöstmelder für Maschennetzschalter



P1: Ausgelöst

## Leistungsschalter

### Kurzzeitverzögerte Leistungsschalter – Innenschaltpläne

#### Zeitselektiver Netzaufbau

Kurzzeitverzögerte Leistungsschalter NZM2(3)(4)/VX(VE) ermöglichen einen zeitselektiven Netzaufbau mit einstellbaren Staffelzeiten.

Bei extrem hohen Kurzschlussströmen wird ein zusätzlicher Schutz der Anlage durch unverzögert ansprechende Schnellauslöser in den kurzzeitverzögerten Schaltern erreicht.

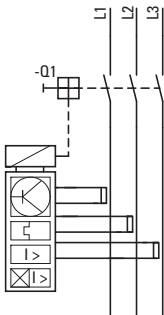
**NZM2(3)(4)...-VX(VE)...**

Auslöseblock VX(VE)

Einstellbare Kurzzeitverzögerung:

0, 20, 60, 100, 200, 300, 500, 750, 1000 ms

7



# Leistungsschalter

## Maschennetzschalter

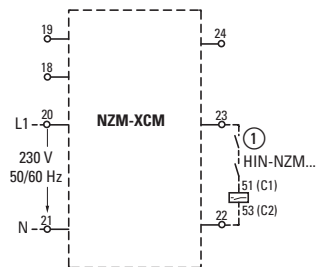
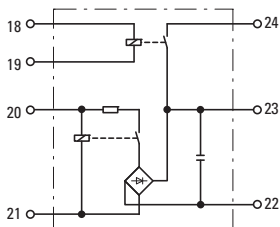
### NZM1, NZM2, NZM3, NZM4

Schaltung mit Kondensatorgerät und Arbeitsstromauslöser 230 V, 50 Hz

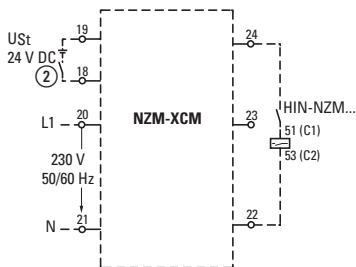
Die Anordnung des Kondensatorgerätes, das die Auslöseenergie für den Arbeitsstromauslöser des Maschennetz-

schalters bereitstellt, kann unabhängig vom Schalter erfolgen.

NZM-XCM auf der Seite der Einspeisung anschließen!



① Maschennetzrelais



② Maschennetzrelais mit leistungswarmen Kontakten

# Leistungsschalter

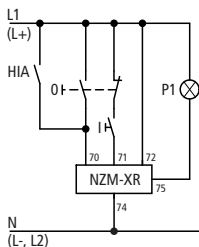
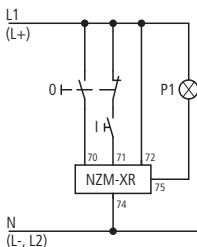
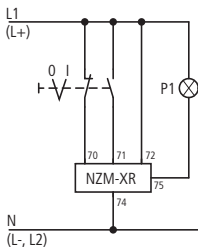
## Fernschalten mit Motorantrieb

Dauerkontaktgabe

Impulskontaktgabe

Impulskontaktgabe mit  
automatischer Rückführung  
in die Null-Stellung nach  
Auslösung

NZM2, NZM3, NZM4





## Leistungsschalter

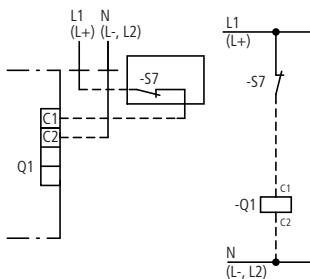
### Leistungsschalter als Transformatorschalter

Fehler vor dem Niederspannungsschalter, beispielsweise im Transformator selbst, werden über geeignete Schutzeinrichtungen (z. B. Buchholzschutz) hochspannungsseitig abgeschaltet. Der Hilfsschalter S7 vom Hochspannungsschalter schaltet den Transformatorschalter NZM auf der Niederspannungsseite ab, um eine Rückspeisung in das Hochspannungsnetz zu verhindern. S7 trennt damit den Trafo beidseitig vom Netz.

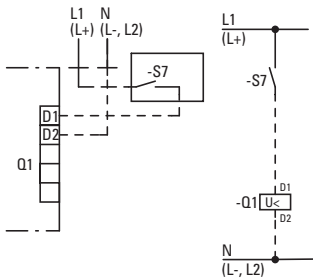
Bei parallel arbeitenden Transformatoren ist diese Verriegelung gegen den Hochspannungsschalter stets vorzusehen.

Steht als Hilfsschalter nur ein Schließer zur Verfügung, muss an Stelle des Arbeitsstromauslösers ein Unterspannungsauslöser verwendet werden. Dabei wird gleichzeitig ein Schutz gegen Unterspannung erreicht.

#### Leistungsschalter mit Arbeitsstromauslöser (Q1)



#### Leistungsschalter mit Unterspannungsauslöser (Q1)



## Leistungsschalter

### Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz

Zum Schutz gegen die Auswirkungen von Fehlerströmen werden Fehlerstromauslöser verwendet, die mit Leistungsschaltern kombiniert werden. Diese Gerätekombinationen erfüllen folgende Aufgaben:

- Schutz bei Überlast,
- Schutz bei Kurzschluss,
- Schutz bei Fehlerstrom.

Fehlerstromauslöser schützen je nach Ausführung:

- Personen gegen direktes Berühren (Basisschutz),
- Personen bei indirektem Berühren (Fehlerschutz),
- vor Gefahren eines anhaltenden Erdschlusses (Feuer u. Ä.).

An die Leistungsschalter NZM1 und NZM2 können derartige Fehlerstromauslöser angebaut werden. Es wird keine externe Hilfsspannung benötigt. Im Fehlerfall wird durch den Fehlerstromauslöser der Leistungsschalter ausgelöst, d. h., die Hauptkontakte werden geöffnet. Zum Wiederherstellen müssen der Leistungsschalter und der Fehlerstromauslöser zurückgesetzt werden.

7

Typ	Nennstrombereich	Bemessungsbetriebsspannung $U_e$	Ansprechwert Erdschlussauslöser $I_{\Delta n}$	Verzögerungszeit $t_v$	Sensitivität
	A	V	A	ms	
NZM1(-4)-XFI30(R)(U)	15 – 125	200 – 415	0,03	–	Pulsstrom
NZM1(-4)-XFI300(R)(U)	15 – 125	200 – 415	0,3	–	
NZM1(-4)-XFI(R)(U)	15 – 125	200 – 415	0,03; 0,1; 0,3 0,5; 1; 3	10; 60; 150; 300; 450	
NZM2-4-XFI30 <sup>1)</sup>	15 – 250	280 – 690	0,03	–	
NZM2-4-XFI <sup>1)</sup>	15 – 250	280 – 690	0,1; 0,3; 1; 3	60; 150; 300; 450	
NZM2-4-XFI30A <sup>1)</sup>	15 – 250	50 – 400	0,03	–	Allstrom
NZM2-4-XFI <sup>1)</sup>	15 – 250	50 – 400	0,1; 0,3; 1	60; 150; 300; 450	

<sup>1)</sup>Geräte sind netzspannungsunabhängig.

## Leistungsschalter

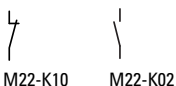
### Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz

Leistungsschalter können zusammen mit Fehlerstromauslösern in Drei- und Einphasensystemen verwendet werden.

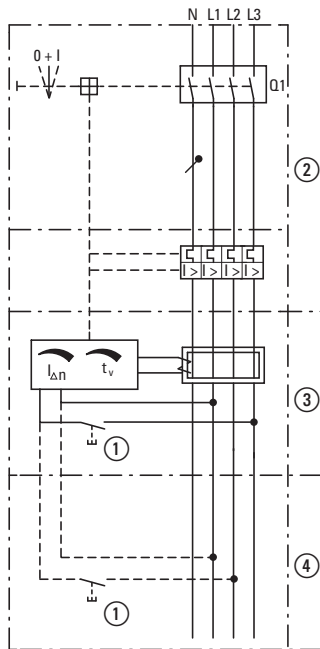
Bei 2-poligem Betrieb ist darauf zu achten, dass die beiden Anschlüsse, die zur Prüffunktion erforderlich sind, an Spannung liegen.

Die Signalisierung der Auslösung erfolgt über Hilfskontakte. Der Leistungsschalter NZM2-4-XFI... hat festeingebaute Kontakte. Beim NZM1(-4)-XFI... können zwei Kontaktelemente M22-K... aus dem RMQ-Titan-Programm von Eaton eingeklipst werden.

**Kontaktdarstellung in „nicht ausgelöst“**  
NZM1(-4)-XFI...



NZM2-4-XFI...



- ① Prüftaste (T)
- ② NZM1(-4)..., NZM2-4...
- ③ NZM2-4-XFI
- ④ NZM1(-4)-XFI

## Leistungsschalter

### Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz

#### Fehlerstromschutzrelais ELR mit Durchsteckwandler

Der Anwendungsbereich der Relais-/Wandler-Kombinationen reicht je nach Vorschriftenlage vom Personenschutz über den Brandschutz bis zum allgemeinen Anlagenschutz für 1- bis 4-polige Netze.

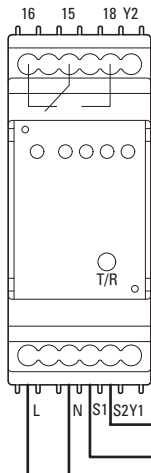
Es stehen vier Relais Typen und fünf Wandlertypen zur Verfügung. Sie decken Betriebsströme von 1 bis 2000 A ab. Die vier Relais Typen haben folgende Merkmale:

- Bemessungsfehlerstrom 30 mA, fest eingestellt,
- Bemessungsfehlerstrom 300 mA, fest eingestellt,

- Bemessungsfehlerstrom von 30 mA bis 30 A und Verzögerungszeit von 15 ms bis 9 s in Stufen einstellbar.

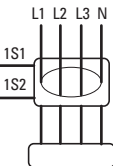
Das Fehlerstromrelais gibt nach Überschreitung des vorgegebenen Fehlerstroms ein Signal in Form eines Wechslerkontaktes. Das Kontaktsignal kann sowohl als Meldung in speicherprogrammierbaren Steuerungen weiterverarbeitet werden als auch über den Arbeits- oder Unterspannungsauslöser einen Leistungsschalter/-trenner zum Auslösen veranlassen. Der kompakte Durchsteckwandler wird ohne besonderen Platzbedarf an geeigneter Stelle im Leitungszug angeordnet.

7



AC: 110 V/230 V  $\pm$  20 % , 50/60 Hz  
 DC: 24 V  $\pm$  10 %  
 < 3 V A

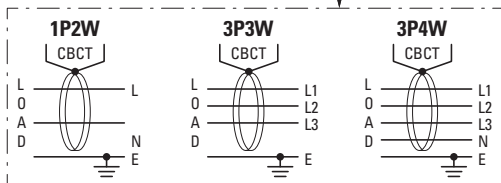
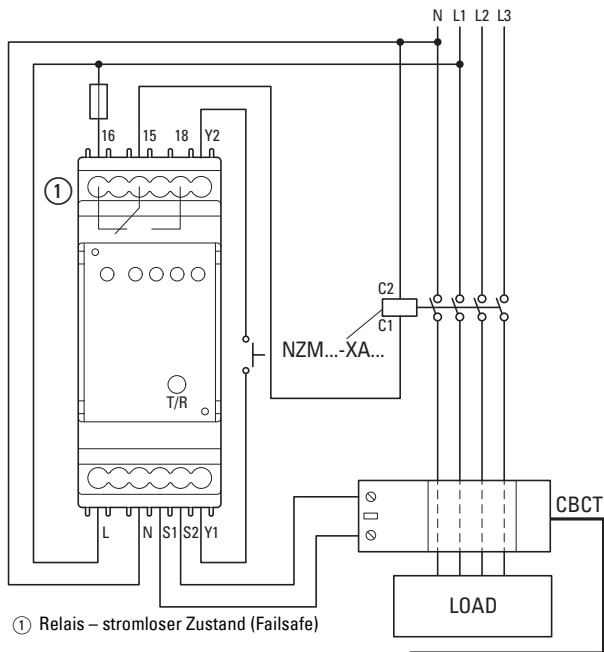
50/60 Hz  
 AC 250 V/5 A (AC 1), 250 V/3 A (AC 3)  
 DC 24 V/5 A (DC 1)



# Leistungsschalter

## Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz

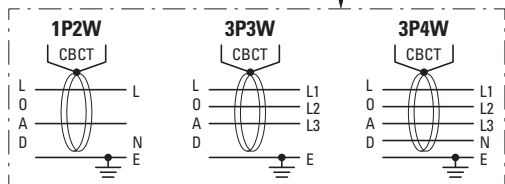
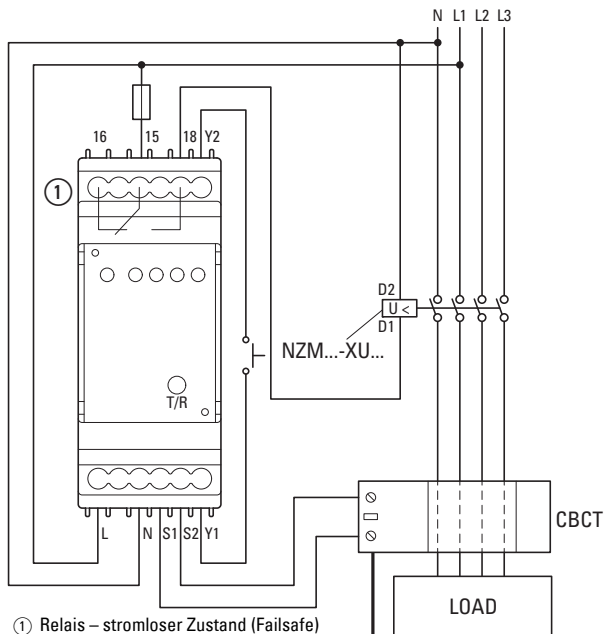
**Auslösung Leistungsschalter mit Arbeitsstromauslöser, möglicher externer Reset des Relais durch Taster (Öffner)**



# Leistungsschalter

## Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz

**Auslösung Leistungsschalter mit Unterspannungsauslöser, möglicher externer Reset des Relais durch Taster (Öffner)**



# Leistungsschalter

## Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX

### Klemmenbelegung der Steuerleitung IZMX16

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	
ST1 +	UV1 +	OT1C	OT1B	ACCY2	N1	ALM1	ALM2	G1	+24V	ZIN	ZCOM	CMM1	CMM3	PTA	PTVC	MODBA	MODBB	MODBG	ACCY5	ACCY7	E01	SRI	C1	B1	C2	C3	B3	C4
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	E02	SRI	A1	B2	A2	A3	B4	A4
ST2 -	UV2 -	OT1M	ACCY1	ACCY3	N2	ALM1	ALM3	G2	AGND	ARMSIN	ZOUT	CMM2	CMM4	PTVB	PTVN	MODBB	ACCY4	ACCY6	SC	ACCY7	E01	SRI	A1	B2	A2	A3	B4	A4

1, 2	Arbeitsstromauslöser	20, 22	ARMS
3, 4	Unterspannungsauslöser/2. Arbeitsstromauslöser	25 ~ 28	Externe CAM Module
5 ~ 7	Ausgelöst-Meldeschalter 1 (OTS) (5-COM, 6-N.O., 7-N.C.)	29 ~ 32	PT Modul (externe Spannungsmessung)
8 ~ 10	Ausgelöst-Meldeschalter 2 (OTS)/Fern-Reset (8-N.C., 9-COM, 10-N.O./9-RR1, 10-RR2)	35 ~ 33	Onboard ModBus
11, 12	Externer Wandler für N-Leiter	36	ACCY4 (Reserviert)
13 ~ 16	Alarm	37 ~ 39	Hilfsschalter Einschaltbereit (37-COM, 38-N.O., 39-N.C.)
17, 18	Summenstromwandler	40	Meldung: „Federspeicher gespannt“
19, 20	Steuerspannungsversorgung 24 V DC	41, 42	Motorantrieb
21, 23, 24	Zonenselektivität ZSI	43, 44	Einschaltspule
		45 ~ 56	Hilfskontakt Ein/Aus, C-COM, A-N.O., B-N.C.

### Klemmenbelegung der Steuerleitung IZMX40

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	
ST1 +	UV1 +	OT1C	OT1B	OT2C	N1	ALM1	ALM2	G1	+24V	ZIN	ZCOM	CMM1	CMM3	PTVA	PTVC	MODBA	MODBB	MODBG	2CMM3	2CMM1	ARCON1	ARCON2	RR1	RR2
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	
ST2 -	UV2 -	OT2B	OT2M	N2	ALM1	ALM3	ALM2	G2	AGND	ARMSIN	ZOUT	CMM2	CMM4	PTVB	PTVN	MODBB	2CMM2	2CMM4	ARCON1	ARCON3	RR2			

1, 2	Arbeitsstromauslöser	21, 22, 24	Zonenselektivität ZSI
3, 4	Unterspannungsauslöser/2. Arbeitsstromauslöser	20, 22	ARMS
5 ~ 7	Ausgelöst-Meldeschalter 1 (OTS) (5-COM, 6-N.O., 7-N.C.)	25 - 28	Externe CAM Module
8 ~ 10	Ausgelöst-Meldeschalter 2 (OTS) (8-N.C., 9-COM, 10-N.O.)	29 ~ 132	PT Modul (externe Spannungsmessung)
11, 12	Externer Wandler für N-Leiter	33 ~ 35	Onboard ModBus
13 ~ 16	Alarm	36 ~ 39	Externe CAM Module (zukünftig)
17, 18	Summenstromwandler	40 ~ 42	ARCON
19, 20	Steuerspannungsversorgung 24 V DC	43, 44	Fern-Reset
		45 ~ 48	Reserviert

49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
LCC	LCB	E01 +	SRI	C1	B1	C2	C3	B3	C4	C5	B5	C6	C7	B7	C8	C9	B9	C10	C11	B11	C12		
50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96
LCM	SC	E02 -	SRI	A1	B2	A2	A3	B4	A4	B6	A6	A7	B8	A8	B8	A9	B10	A10	A11	B12	A12		

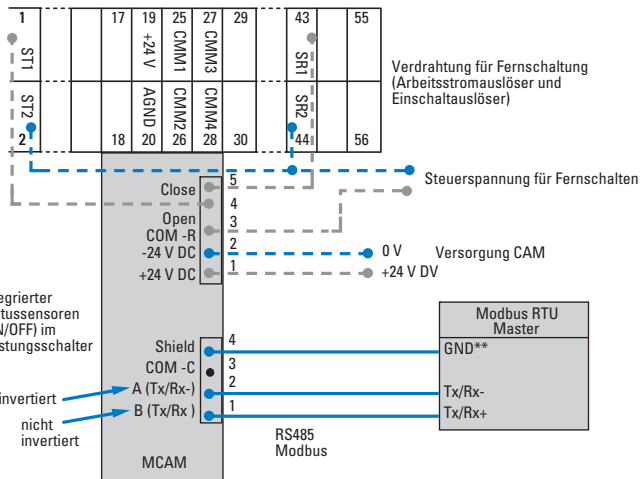
49 ~ 51	Hilfsschalter Einschaltbereit (49-COM, 50-N.O., 51-N.C.)	53, 54	Motorantrieb
52	Meldung: „Federspeicher gespannt“	55 ~ 56	Einschaltspule
		57 ~ 92	Hilfskontakt Ein/Aus, C-COM, A-N.O., B-N.C.

# Leistungsschalter

## Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX

### Draufsicht eines auf IZMX... montierten MCAM

#### Anschlussschema Modbus



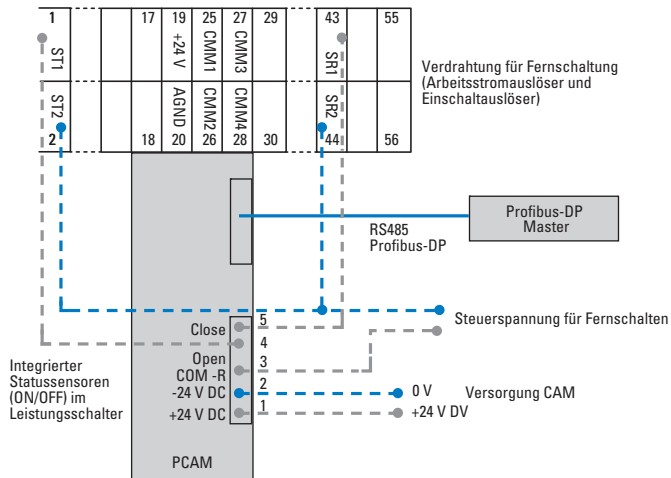


# Leistungsschalter

## Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX

### Draufsicht eines auf IZMX... montierten PCAM

#### Anschlusschema PROFIBUS DP

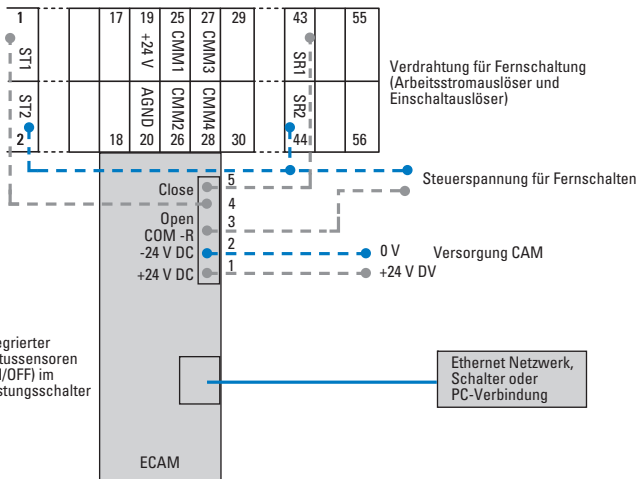


# Leistungsschalter

## Klemmenbelegungspläne Leistungsschalter IZMX

### Draufsicht eines auf IZMX... montierten ECAM

#### Anschlusschema Ethernet



7

# Energieverteilung

	<b>Seite</b>
<b>xEnergy Main</b>	<b>8-2</b>
<b>xEnergy Light Flexibler Anreihverteiler</b>	<b>8-6</b>
<b>xEnergy Elite Hochleistungs Motor-Control-Center</b>	<b>8-9</b>
<b>ARCON® 3G Störlichtbogenschutzsystem</b>	<b>8-13</b>
<b>xEffect CS Stahlblech-Wandgehäuse</b>	<b>8-14</b>
<b>xEnergy Basic</b>	<b>8-15</b>
<b>xEffect K Anschlussklemmenblöcke</b>	<b>8-17</b>
<b>xEnergy Safety Ci</b>	<b>8-18</b>
<b>SASY60i Sammelschienen-System</b>	<b>8-19</b>
<b>xEffect XNH Sicherungs-Lasttrennschalter</b>	<b>8-20</b>

## Energieverteilung

### xEnergy Main

#### xEnergy Main – Sichere Energieverteilung bis 7100 A

Das Baukastensystem besteht aus passgenauen und gemäß IEC/EN 61439 bauartgeprüften Funktionsmodulen, inneren Unterteilungen Form 1 bis Form 4

und berücksichtigt europäische und lokale (DIN, VDE, CEI, NF, UNE) Installationsgewohnheiten.



8

Mit xEnergy Main steht dem Schaltanlagenbauer ein frei kombinierbares Produktsortiment für Energieverteiler bis 7100 A zur Verfügung.

Die Funktionsweise ist trotz seiner Komplexität denkbar einfach. Das System ist als Baukasten konstruiert und intelligent kombinierbar.

Schalt- und Schutzgeräte, sowie die dazugehörige Einbautechnik und vielfältige Gehäusekomponenten, sind optimal aufeinander abgestimmt und bilden sowohl eine technische als auch eine wirtschaftliche Einheit.

Diese praxisgerechte Systemplattform ermöglicht individuelles Projektieren, maximale Flexibilität und zügiges Fertigen in der Werkstatt. Dies spart einerseits Zeit, Geld und Platz und andererseits entsprechen die bauartgeprüften Einbaueinheiten einem hohen Sicherheitsniveau. Darüber hinaus ist das modulare System mit wenigen Handgriffen auf zukünftig wachsende Ansprüche erweiterbar.

Von der Planung über die Angebotserstellung bis hin zur Bestellung stehen dem Schaltanlagenbauer effiziente Tools zur Verfügung. Je nach Wunsch wird das gesamte Sortiment funktional verpackt in Einzelteilen (Flatpack) oder als vormontierter Schaltschrank geliefert.

# Energieverteilung

## xEnergy Main

### Systemmerkmale

- Hauptsammelschiene hinten oder oben
- Bemessungsbetriebsspannung  
400 bis 690 V AC
- Bemessungsstrom 630 bis 7100 A
- Bemessungskurzzeitstromfestigkeit bis  
105 kA (1 s)
- Hauptsammelschienenstrom bis 7100 A
- Verteilsammelschienenstrom bis 2000 A
- Stahlblechgehäuse für Anreih- und  
Einzelaufstellung
- Schutzart IP31, IP42, IP43 und IP55
- Farbe RAL 7035 (Sonderfarben möglich)
- Innere Unterteilung bis Form 4b
- Abmessungen:
  - Höhe 2000, 2200 mm
  - Breite 300, 425, 600, 800, 1000, 1100,  
1200, 1350 mm
  - Tiefe 600, 800, 1000 mm



### Verfügbare Technik

- Festeinbautechnik (XF)
- Steckesatztechnik (XR)
- Volleinschubtechnik (XW)

### Normen

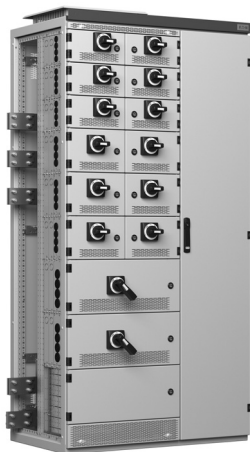
- IEC 61439-1/2
- IEC TR 61641
- IEC TS 63107 (ARCON®)
- IEC 60068-3-3: level AG2 und AG5

### xEnergy Main XP (Power)

- Einspeisungen, Abgänge und Kupplungen  
mit Leistungsschaltern NZM oder IZM(X)  
bis 6300 A
- Leistungsschalter in Festeinbau oder  
Ausfahrtechnik
- 3- oder 4-polige Leistungsschalter
- Innere Unterteilung bis Form 4b
- Kabelanschluss von oben oder unten
- Anschluss von Stromschienensystemen
- Einspeisesystem für bohrungslosen  
Kabelanschluss

## Energieverteilung

### xEnergy Main



#### **xEnergy Main XF (Fixed) Festeinbautechnik**

- Abgänge mit Leistungsschaltern PKZ oder NZM bis 1250 A
- Leistungsschalter in Festeinbau oder Ausfahrtechnik
- 3- oder 4-polige Leistungsschalter
- Abgänge mit Sicherungs-Lastschaltleisten SL bis 630 A
- Abgänge mit Sicherungs-Lasttrennschaltern bis 630 A (SL)
- Individuelle Abgänge z. B: Steuerungen, Motorstarter, kleine Energieabgänge, ...
- Innere Unterteilung bis Form 4b
- Kabelanschluss von oben oder unten

8



#### **xEnergy Main XR (Removeable) Steckensatztechnik**

- Abgänge mit Leistungsschaltern PKZ und NZM bis 630 A
- Abgänge mit Schalter-Sicherungseinheiten in Leistenbauform bis 630 A (PIFT)
- Abgänge mit Sicherungs-Lasttrennschaltern bis 630 A
- Flexibler Aufbau durch Steckkontakte
- Steckensatzmodule und Schalter-Sicherungseinheiten unter Spannung austauschbar
- Einfache Wartung, minimale Ausfallzeit
- Innere Unterteilung bis Form 4b
- Kabelanschluss von oben oder unten

## Energieverteilung

### xEnergy Main



#### **xEnergy Main XW (Withdrawable) Volleinschubtechnik**

- Energieabgänge mit Leistungsschaltern PKZ und NZM bis 630 A
- Abgänge für Motorstarter bis 250 kW
- Leereinschübe für individuelle Anwendung
- Einheitliche, einfache Bedienung bei allen Einschubgrößen
- Kein Spezialwerkzeug erforderlich
- Flexibler Aufbau durch Steckkontakte (Zugang und Abgang)
- Einschübe unter Spannung austauschbar
- Eindeutige Stellungsanzeige für Betrieb, Test, Spannungsfrei
- Einfache Wartung, minimale Ausfallzeit
- Innere Unterteilung bis Form 4b
- Kabelanschluss von oben oder unten

8



#### **xEnergy Main XG (General) Leerfelder**

- Blindleistungskompensationen
- Einbausysteme für Unterverteilung mit Reiheneinbaugeräten
- Steuerungstechnik mit Sasy60i und xStart
- Individuelle Festeinbauten auf Montageplatte

## Energieverteilung

### xEnergy Light Flexibler Anreihverteiler

#### Flexibler Anreihverteiler xEnergy Light bis 1600 A

Das Anreihverteilersystem xEnergy Light nimmt in seinem Inneren Schaltgeräte auf, die für Anwendungen bis 1600 A reichen.

Typische Einsatzgebiete finden sich als Energieverteiler in Zweckbauten oder als Steuerungsgehäuse in der Industrie. Hier kann der xEnergy Light seine Robustheit unter Beweis stellen.



8

Der xEnergy Light ist ein stabiler, anreihbarer Verteiler aus Stahlblech, der sich auch für die Einzelaufstellung bestens eignet. Er schützt den Menschen vor dem direkten Berühren aktiver Teile und somit vor einem möglichen elektrischen Schlag und wehrt schädigende Einflüsse von außen zuverlässig ab. Das erledigt er je nach Bedarf mit Schutzart IP31, 42 oder IP55. Während sich erstere für diverse Einsätze in Zweckbauten wie Schulen oder Krankenhäusern anbietet, empfiehlt sich für rauere Bedingungen, wie sie beispielsweise auf einem Schiff,

in einer Windenergieanlage oder in der Industrie vorherrschen, die Ausführung mit eingeschäumter Polyurethan-Dichtung. Ein abriebfester Korrosionsschutz ist durch die Strukturlackierung in Pulverbeschichtung RAL 7035 gewährleistet. Insgesamt entspricht die technische Ausführung des xEnergy Light der Norm IEC/EN 62208, sowie der IEC 61439-1, sofern er als Niederspannungsenergieverteilungssystem eingesetzt wird.



## Energieverteilung

### xEnergy Light Flexibler Anreihverteiler

#### Systemmerkmale

- Gemeinsame Plattform mit xEnergy  
Main: Zahlreiche konstruktive Elemente wie z. B. Gerüststrahlen, Boden- und Dachbleche sowie Seiten- und Rückwände können für beide Systeme verwendet werden.
- Installationseinbausysteme: Profi+ und EP
- Bemessungsbetriebsspannung 415 V AC
- Bemessungsstrom bis 1600 A
- Bemessungskurzzeitstromfestigkeit bis 65 kA (1 s)



- Stahlblechgehäuse für Anreih- und Einzelaufstellung
- Schutzart IP31, IP42 und IP55
- Farbe RAL 7035 (Sonderfarben möglich)
- Innere Unterteilung bis Form 4b
- Abmessungen:
  - Höhe 1400, 1600, 1800, 2000 mm
  - Breite 425, 600, 800, 850, 1000, 1100, 1200, 1350 mm
  - Tiefe 400, 600, 800 mm

#### xEnergy Light Niederspannungshauptverteilung

- Einspeisungen, Abgänge und Kupplungen mit Leistungsschaltern NZM, PDE und IZM(X) bis 1600 A
- Abgänge mit Sicherungs-Lastschaltleisten SL bis 630 A
- Einspeisungen, Abgänge mit Lasttrennschaltern bis 1600 A
- Innere Unterteilung bis Form 4b
- Leistungsschalter in Festeinbau oder Ausfahrtechnik
- 3- oder 4-polige Leistungsschalter
- Kabelanschluss von oben oder unten
- Einspeisesystem für bohrungslosen Kabelanschluss
- Abgänge mit Leistungsschaltern NZM
- Abgänge mit Lasttrennschaltern Dumeco/QSA
- Individuelle Festeinbauten auf Montageplatte

## Energieverteilung

### xEnergy Light Flexibler Anreihverteiler



#### **xEnergy Light Unterverteilung**

- Installationseinbausysteme Profi+ und EP
- Einbaumodule für
  - NZM
  - NH-Lasttrennschalter
  - NH-Sicherungs-Lastschaltleisten
  - Reitersicherungen
  - Reiheneinbaugeräte
  - individuelle Geräte

8



#### **xEnergy Light Steuerungsverteiler**

- Steuerungstechnik mit Sasy60i und xStart
- Individuelle Festeinbauten auf Montageplatte
- Belüftung und Klimatisierung
- Automatisierungstechnik

## Energieverteilung

### xEnergy Elite Hochleistungs Motor-Control-Center

#### xEnergy Elite – Hochleistungs Motor-Control-Center bis 7500 A

Das System xEnergy Elite ist ein bauartgeprüftes, modular aufgebautes Schaltanlagensystem nach IEC/EN 61439-1/2. Eingesetzt wird es überall dort, wo große Energiemengen sicher und zuverlässig verteilt oder Motorsteuerungen in Prozesse integriert werden müssen.

xEnergy Elite vereint größtmögliche Flexibilität mit Sicherheit und langfristiger Wirtschaftlichkeit. Einfache Projektierung, sichere Inbetriebnahme und störungsfreier Betrieb durch Modulbauweise mit Eaton

Produkten zum Schalten, Schützen, Steuern und Visualisieren. Eine ganzheitliche Integration der Leittechnik wird auf Basis vernetzter Funktionsgruppen realisiert.

Als Personen- und Anlagenschutz ist das Störlichtbogenschutzsystem ARCON® 3G problemlos integrierbar.

Das Eaton Motormanagement-Relais C445 ist vollständig integrierbar. Vollständig isolierte Stromschiene für höchste Sicherheitsansprüche optional möglich.



## Energieverteilung

### xEnergy Elite Hochleistungs Motor-Control-Center

#### Systemmerkmale

- Hauptsammelschiene hinten oder oben
- Bemessungsbetriebsspannung  
400 bis 690 V AC
- Bemessungsstrom 630 bis 7500 A
- Bemessungskurzzeitstromfestigkeit bis  
100 kA (1 s)
- Hauptsammelschienenstrom bis 7500 A
- Verteilsammelschienenstrom bis 1800 A
- Stahlblechgehäuse
- Schutzart IP30, IP31, IP40, IP42 und IP55
- Farbe RAL 7035 (Sonderfarben möglich)
- Innere Unterteilung bis Form 4b  
Abmessungen:
  - Höhe 2200 mm
  - Breite 400, 600, 800, 1000, 1200, 1350,  
1400 mm
  - Tiefen von 600 bis 1400 mm

#### Verfügbare Technik

- Steckesatztechnik (R)
- Volleinschubtechnik (W)

#### Normen

- IEC 61439-1/2
- IEC TR 61641
- IEC TS 63107 (ARCON® 3G)
- IEC 60068-3-3: level AG2 und AG5

8



#### xEnergy Elite P – Power

- Betriebsspannung 400 bis 690 V AC
- Bemessungsstrom 630 bis 6300 A
- Kurzschlussfestigkeit bis 100 kA (1 s)
- Einspeisungen, Abgänge und Kupplungen  
mit Leistungsschaltern NZM oder IZM(X)  
bis 6300 A
- Einspeisungen, Abgänge und Kupplungen  
mit Lasttrennschaltern Dumeco bis 3150 A
- Leistungsschalter in Festeinbau oder  
Ausfahrtechnik
- 3- oder 4-polige Leistungsschalter
- Innere Unterteilung bis Form 4b
- Kabelanschluss von oben oder unten
- Anschluss von Stromschienensystemen
- Einbau von ARCON® 3G Löscherät  
optional möglich

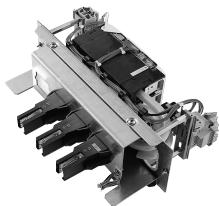
## Energieverteilung

### xEnergy Elite Hochleistungs Motor-Control-Center



#### xEnergy Elite R – Removable

- Feld für bis zu 15 Steckersatz-Module für Energieabgänge und Motorstarter oder
- Feld für bis zu 27 Schalter-Sicherungs-einheiten (PIFT)
- Flexibler Aufbau durch Steckkontakte
- Steckensätze unter Spannung austauschbar
- Einfache Wartung und reduzierte Ausfallzeit



#### Steckensatz-Module

- Energieabgänge bis 630 A
- Motorstarter bis 90 kW
- Modul ist steckbar, d. h. die Einspeisung ist steckbar ausgeführt

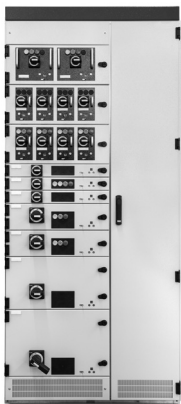


#### Sicherungs-Lasttrennschalter

- 4 Baugrößen bis 630 A
- Sicherer Berührungsschutz
- Einfacher Sicherungstausch

## Energieverteilung

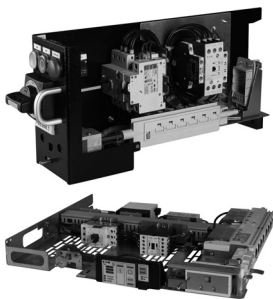
### xEnergy Elite Hochleistungs Motor-Control-Center



#### xEnergy Elite W – Withdrawable

- Feld für bis zu 32 Einschübe für Energieabgänge und Motorstarter
- Hohe Packungsdichte
- Einheitliche, einfache Bedienung bei allen Einschubgrößen
- Kein Spezialwerkzeug erforderlich
- Einschübe unter Spannung austauschbar
- Einfache Wartung und minimale Ausfallzeit
- Innere Unterteilung bis Form 4b

8



#### Einschübe

- Energieabgänge bis 630 A
- Motorstarter bis 315 kW
- Micro-Einschübe (1/4 und 1/2)
- Volleinschübe
- Einschub ist einschiebbar, d. h. alle elektrischen Anschlüsse sind Steckanschlüsse
- Unter Spannung austauschbar
- Alle Einschubstellungen abschließbar
- Eindeutige und gut sichtbare Anzeige für alle möglichen Einschubstellungen (Betrieb, Test, Spannungsfrei)
- C445 vollständig integriert

## Energieverteilung

### ARCON® 3G Störlichtbogenschutzsystem

#### Störlichtbogenschutzsystem ARCON® 3G

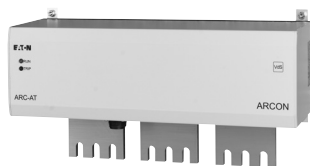


Höchste Personen- und Anlagensicherheit, besonders bei kontinuierlichen Produktionsprozessen, ermöglicht Ihnen das Störlichtbogenschutzsystem ARCON® 3G.

ARCON® 3G ist für Niederspannungsschaltanlagen bis zu 690 V AC/50 Hz geeignet. Das System bietet Schutz von 7,5 bis 100 kAeff Störlichtbogenstrom. Das ARCON® 3G Störlichtbogenschutzsystem wird immer dann eingesetzt, wenn ein erhöhter Personenschutz erforderlich ist, der über die Anforderungen der einschlägigen Normen hinausgeht. Die Auswirkungen eines Störlichtbogens können eine Niederspannungsschaltanlage für mehrere Wochen außer Betrieb setzen. Wenn kein redundantes Versorgungsnetz verfügbar ist, führt dies auch zu unerwünschten Produktionsausfällen. Als einzige Lösung bietet sich ein wirksamer Systemschutz an, um die Auswirkungen eines Störlichtbogens zu minimieren und das System weiterhin zu betreiben. ARCON® 3G begrenzt die Auswirkungen eines Störlichtbogens. Nach Beseitigung der Störungsursache und Austausch der Löscheinrichtung kann das System in kürzester Zeit wieder in Betrieb genommen werden, um die erforderliche Verfügbarkeit zu gewährleisten.

- Gesamt-Lichtbogen-Löschzeit (tmtA)  $\leq 2$  ms
- Bei der niedrigsten Schwellwert-Einstellung schützt ARCON® 3G vor Lichtbögen mit Prüf-Kurzschlussstrom  $I_{pc \text{ arc}} = 7,5$  kA (Prüf-Kurzschlussstrom  $I_{pc \text{ arc max.}} = 100$  kA)
- Bemessungskurzzeitstromfestigkeit des Löscheräts (bei einer Betriebsspannung von 415 V AC):
  - 85 kA/1 s
  - 105 kA/500 ms
  - 150 kA/200 ms
- Integrierte Selbstüberwachungsfunktion des gesamten Systems zur Vermeidung von unerwarteten Ausfallzeiten
- Niederspannungsschaltanlagen xEnergy Main und xEnergy Elite mit integriertem ARCON® 3G erfüllen die Kriterien 1-7 (Lichtbogenklasse C) entsprechend IEC/TR 61641:2014 Version 3 sowie IEC/TS 63107:2020
- Umfassender Personenschutz auch wenn die Türen geöffnet sind, z. B. bei Wartungsarbeiten
- Das Störlichtbogenlöschgerät (ARC-AT) wurde gemäß IEC 60947-9-1:2019 (neueste Norm für aktive Störlichtbogenschutzsysteme) geprüft und zertifiziert.

#### ARCON® 3G – Löscherät



## Energieverteilung

### xEffect CS Stahlblech-Wandgehäuse

#### xEffect CS Stahlblech-Wandgehäuse mit Montageplatte



8

Die neueste Generation der CS-Stahlblechgehäuse ist besonders robust und kann überall dort eingesetzt werden, wo ein hohes Maß an Schutz erforderlich ist, um sowohl das direkte Berühren spannungsführender Teile, als auch die Beschädigung von Komponenten durch das Eindringen von schädigenden Außeneinflüssen wirksam zu verhindern.

Die Gehäuse sind in der Schutzart IP66 (UL/CSA Typen 1, 4, 12) ausgeführt, da eine durchgehende CNC-geschäumte Polyurethan-Dichtung das Eindringen von Wasser und Öl, sowie gegen Staub und Schmutz beim Öffnen der Tür verhindert.

Dies ist nur eines der Merkmale, die die Gehäuse der CS-Serie zur perfekten Ergänzung von Unterverteilern in Steuerungseinrichtungen für Industriegebäude und Maschinenbauanwendungen machen. Diese hochbelastbaren xEffect CS Stahlblechgehäuse erfüllen die Anforderungen der Normen IEC/EN 62208 und UL508A, d. h. sie sind für den Einsatz in Schaltgerätekombinationen nach IEC/EN 61439-2 zugelassen und sind damit sowohl für den

Einsatz im Maschinenbau als auch für Niederspannungsschaltanlagen nach IEC/EN 61439-2 zugelassen.

Durch die Einstufung in die Stoßfestigkeitskategorie IK09 nach EN 62262 wird das Schrankinnere außerdem vor mechanischen Schäden geschützt.

CS-Gehäuse sind als Wandgehäuse installierbar. Eine Strukturlackierung im Pulverbeschichtungsverfahren sorgt für einen abriebfesten Korrosionsschutz.

Die Gehäusetür kann zur weiteren mechanischen Bearbeitung ohne viel Aufwand entnommen werden.

Innen und verdeckt liegende Scharniere mit Quick-Change Technologie können dabei einfach gelöst und somit der Türanschlag blitzschnell von rechts nach links oder umgekehrt getauscht werden.

Das xEffect CS Gehäuse mit Montageplatte (2/3 mm) ist außerdem in 45 verschiedenen Abmessungen lieferbar. Eaton bietet eine große Auswahl an standardisierten Produkten vom kleinsten (250 x 200 x 150 mm) bis zum größten Gehäuse (1200 x 1200 x 250 mm).



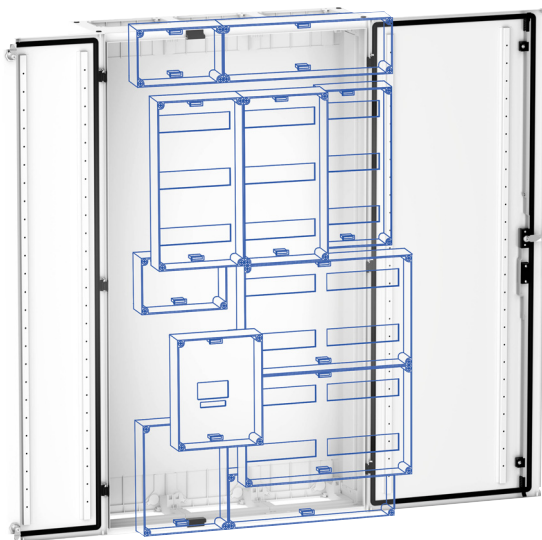
## Energieverteilung

### xEnergy Basic

Unsere xEnergy Basic Reihe bietet verschiedene zertifizierte Verteiler für alle Arten von Anwendungen bis 630 A. Ihr robustes und flexibles Design ermöglicht den Einsatz in Wohn- und Zweckbauten, sowie in rauen Umgebungen.

Um den Bedürfnissen jedes einzelnen Kunden gerecht zu werden, haben wir verschiedene Systeme mit ihren eigenen Eigenschaften und Vorteilen eingeführt:

- xEnergy Basic BP
- xEnergy Basic EWK
- xEnergy Basic EMC2



## Energieverteilung

### xEnergy Basic

#### xEnergy Basic BP

xEnergy Basic BP ist nicht nur der kleinste Verteiler der gesamten xEnergy Familie, sondern auch der flexibelste und vielseitigste. Die Vielfalt der verschiedenen Typen und Abmessungen macht den Einsatz in fast allen Anwendungsbereichen möglich.

- Unterputz-, Aufputz- und freistehende Versionen
- Für elektrische Anlagen bis zu 630 A
- Zwei Systeme: EP und Profi+ für unterschiedliche Anwendungen

Dank seiner Zertifizierung als Niederspannungsverteiler entsprechend IEC/EN 61439-1/-2/-3 sowie IEC/EN 62208 ist xEnergy Basic die erste Wahl für die Stromverteilung in Wohn- und Zweckbauten.

#### xEnergy Basic EWK

EWK ist ein Aufputzverteiler mit eigenem, einzigartigem Installationssystem und einzelnen Montagefeldern. Jedes seiner Felder kann einfach vormontiert und in den Verteiler integriert werden. Große Berührungsschutz-Abdeckungen aus Kunststoff und isolierte Innenverkleidungen erfüllen die Anforderungen der Schutzklasse II, wodurch sich der xEnergy Basic EWK besonders für den Einsatz in öffentlichen Gebäuden eignet.

- Tiefe von 230 mm
- 14 vorkonfigurierte Gehäusegrößen

#### xEnergy Basic EMC2

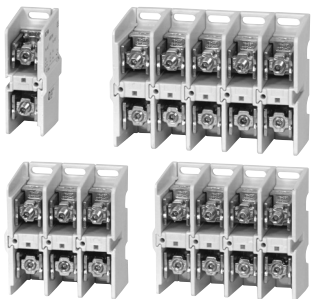
xEnergy Basic EMC2 kombiniert die Modularität des bewährten EP-Installationsystems mit neuen und benutzerfreundlichen Funktionen.

Dank einer robusten Bauweise und geschweißten Konstruktion verfügen sie über eine mechanische Schlagfestigkeit von IK10. Durch die hohe Schutzart von IP55 eignen sich diese Gehäuse für eine Vielzahl von Anwendungen, einschließlich der industriellen Energieverteilung.

- Wand- und Standverteiler
- Für elektrische Anlagen bis zu 630 A
- Schutzklasse II

## Energieverteilung

### xEffect K Anschlussklemmenblöcke



Die modulare Anschlussklemme besteht aus einer Kombination von mehreren hochstabilen Klemmenblöcken. Sie wird zum Verbinden von zwei oder mehr Leitern, wie z. B. Kabeln, flexiblen Kupferbändern oder Kupferschienen, in einem Energieverteiler oder Schaltschrank verwendet.

Standardmäßig bieten wir eine breite Palette von Optionen an, mit sechs Baugrößen, mit Anschlussquerschnitten von 10 mm<sup>2</sup> bis 3 x 240 mm<sup>2</sup>, welche den Strombereich von 40 bis 1000 A abdecken. Optionales Zubehör umfasst IP2X-Fingerschutz sowie Umbausätze.

Aufgrund ihrer außerordentlichen Stabilität und Robustheit können die xEffect K Anschlussklemmen als Einspeise- oder Abgangsklemmen in Niederspannungsverteilungen gemäß IEC/EN 61439-2 eingesetzt werden.

Aluminium- oder Kupferleiter können problemlos ohne zu verbiegen einfach und zeitsparend von oben in die Anschlussklemmen eingelegt werden.

- **Bewährte Technologie:**  
Jede einzelne Klemme der Serie basiert auf praxiserprobten Konstruktionsmerkmalen.
- **Flexibilität:**  
Verschiedene Leitertypen, wie z. B. flache Kupferbänder oder Kupferschienen, können miteinander verbunden werden.
- **Modular:**  
Einzelne Klemmenblöcke können miteinander unabhängig von der Größe kombiniert werden.
- **Sicherheit:**  
Die Schutzhauben bieten durch ihren modularen Aufbau eine hohe Schutzart (IP2X).
- **Einfache Montage:**  
Verbindungskabel können schnell und einfach in die Anschlussklemme eingeführt werden.
- **Integration:**  
Dank des xEnergy Konfigurators einfach und verlässlich projektierbar.

## Energieverteilung

### xEnergy Safety Ci

#### Isolierstoffverteiler Ci, totalisiert



8

Das modulare Stromverteilungssystem xEnergy Safety Ci ist eine Niederspannungsschaltgeräte-Kombination in Multi-Box-Bauweise nach IEC/EN 61439-2. Die Isolierstoffverteiler Ci sind konzipiert für die härtesten Ansprüche und das durchgängig bis 1600 A. Die totalisierten Verteiler mit der Schutzklasse IP65 stellen sich nahezu allen Umwelt-herausforderungen wie etwa Staub, Feuchtigkeit und Wasser.

Besonderen Schutz gegen extreme Schaltlichtbögen bietet das Ci-System durch einen 4-fach federnd gelagerten Deckel. Dieser sorgt für die notwendige Druckentlastung, indem er einige Millimeter abhebt, den Druck entweichen lässt und sofort wieder schließt.

Auf Grund der transparenten, rauchgrauen Deckel genügt ein Blick, um sich vom ordnungsgemäßen Betriebszustand der eingebauten Geräte zu überzeugen. Selbstverständlich stehen alternativ auch geschlossene Abdeckungen oder Deckel mit bereits integriertem Zylinderschloss zur Verfügung.

Die aus hochwertigem Polycarbonat gefertigten Gehäuse bieten zusätzlichen Schutz gegen mechanische Schäden und ätzende Substanzen.

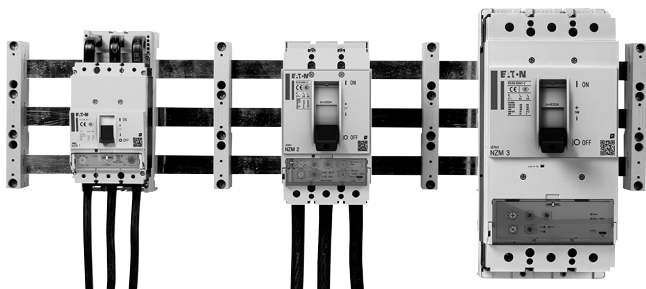
- Bauartgeprüfte Systembausteine stellen sicher, dass die Schaltanlage die Norm IEC/EN 61439-2 erfüllt
- Maximale Sicherheit: der Deckel ruht auf federbelasteten Beschlägen, um eine Druckentlastung im Falle eines Schaltlichtbogens zu gewährleisten
- Dank des modularen Aufbaus/Systems können die Geräte an ihre Umgebung angepasst werden
- Die vollisolierte Verkapselung bietet Personen- und Betriebssicherheit sowie Korrosionsschutz
- Hohe Schutzart (IP65/IK10) für einfachen, universellen Einsatz
- Transparente Deckel für vereinfachte Wartung und Kontrolle
- Integriertes System bis zu 1600 A
- Stabile Trägerrahmenprofile für den Einsatz als Wand- oder Standverteilersystem

## Energieverteilung

### SASY60i Sammelschienen-System

#### Sammelschienen-System SASY60i für den Weltmarkt

SASY 60i verbindet Sicherheit und Zuverlässigkeit in einem einzigen Produkt. In Kombination mit der neuen Generation der Eaton Motorschutz- und Leistungsschalter bildet SASY 60i eine durchgängige, UL-zertifizierte Lösung zum Schalten, Schützen und Verteilen von Energie.



Das modulare Sammelschienen-System SASY60i ist für die effiziente Energieverteilung im Schaltschrank konzipiert.

Dank des Sammelschienenadapters lassen sich Einspeise- und Abgangsschalter schnell, einfach und platzsparend direkt auf das Sammelschienenensystem montieren.

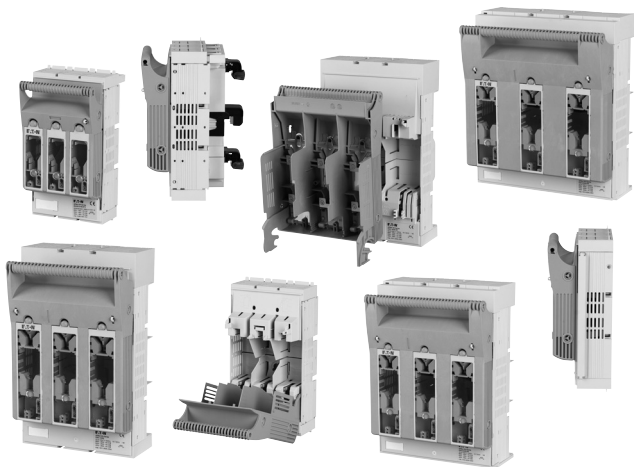
Darüber hinaus reduzieren die Doppel-T-Profilschienen des SASY 60i Systems den Aufwand für die Vorbereitung der Anschlussstellen. Außerdem kombinieren sie eine extrem hohe Bemessungs-Stoßstromfestigkeit mit einer geringen Anzahl von Sammelschienenhaltern, was bedeutet, dass sie jeden Zentimeter des verfügbaren Schaltschrankraums voll ausnutzen.

Das Sammelschienenensystem SASY 60i ist mit seinen Systemkomponenten für den weltweiten Einsatz in Steuerschränken im Maschinen- und Anlagenbau ausgelegt. Bei der Konstruktion wurden besonders die in Amerika zu beachtenden größeren Luft- und Kriechstrecken gemäß UL 508A berücksichtigt.

## Energieverteilung

### xEffect XNH Sicherungs-Lasttrennschalter

Sicherheit in Maschinen und Anlagen ist ein entscheidender Faktor.



8

Mit der neuen Generation an Sicherungs-Lasttrennschaltern XNH stellt Eaton eine Geräteserie bereit, die sogar mehr Sicherheitsfunktionen bietet, als es die Norm IEC/EN 60947-3 fordert.

Mit einer breiten Auswahl an Gerätevarianten sowie umfangreichem Zubehör werden die Anforderungen anspruchsvollster Anwendungen im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Energieverteilung abgedeckt.

## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

	<b>Seite</b>
<b>Approbationen und Zulassungen</b>	<b>9-2</b>
<b>Sicherungen für Stromkreise in Nordamerika</b>	<b>9-4</b>
<b>Zulassungsstellen</b>	<b>9-7</b>
<b>Prüfstellen und Prüfzeichen</b>	<b>9-12</b>
<b>Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika</b>	<b>9-14</b>
<b>Schaltzeichen Europa – Nordamerika</b>	<b>9-23</b>
<b>Schaltplanbeispiele nach nordamerikanischen Vorschriften</b>	<b>9-35</b>
<b>Nordamerikanische Klasseneinteilung für Hilfstromschalter</b>	<b>9-38</b>
<b>Motorbemessungsströme für nordamerikanische Motoren</b>	<b>9-40</b>
<b>Schutzarten elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika</b>	<b>9-41</b>
<b>Nordamerikanische Leitungsquerschnitte</b>	<b>9-44</b>

## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Approbationen und Zulassungen



Approbationen für Schalt- und Schutzgeräte oder für Schaltanlagen sind landesspezifische, regionale oder anwendungsspezifische Zulassungen für den Einsatz dieser Produkte.

- Häufig sind zusätzliche Prüfungen durch unabhängige, national zugelassene Prüfstellen vorgeschrieben und bei manchen Zulassungen ist eine regelmäßige Fertigungsüberwachung durch die Approbationsstelle Bedingung.
- Häufig sind die Approbationen mit einer Kennzeichnungspflicht auf den approbierten Produkten verbunden.
- Bei einigen Approbationen werden die zulässigen technischen Daten der Produkte zulassungsspezifisch verändert.
- Zum Teil gelten eingeschränkte Anwendungsmöglichkeiten für die approbierten Produkte.
- Der Handlungsspielraum des Herstellers wird dadurch eingeschränkt, dass jede Produktänderung zunächst zugelassen werden muss.

Approbierte Produkte allein reichen nicht immer aus, um erfolgreich zu exportieren.

Neben approbierten Produkten sind gute Kenntnisse der zutreffenden Normen und der marktüblichen Besonderheiten bei der Anwendung zu berücksichtigen.

Eine Checkliste kann helfen, wichtige Fragen zu klären und schon im Angebot zu berücksichtigen. Die bei der Projektierung nicht berücksichtigten Besonderheiten können nach dem Bau einer Anlage oft nur mit sehr hohen Kosten und Zeitverlust nachgerüstet werden.

#### Besonderheiten für den Export nach Nordamerika (USA, Kanada)

Was sich auf der ganzen Welt bewährt hat, wird nicht automatisch auch in Nordamerika akzeptiert. Für den Export nach Nordamerika sind besonders zu beachten:

- nordamerikanische Approbationen,
- nordamerikanische Produkt- und Errichtungsnormen,
- spezielle Marktgewohnheiten,
- Abnahme durch örtliche Inspektoren (AHJ = **A**uthority **H**aving **J**urisdiction).

Nordamerikanische Besonderheiten, die man in der IEC-Welt nicht kennt:

- produktspezifische Unterschiede beim Approbationsumfang,
- unterschiedliche Hauptstromkreise (Feeder Circuits, Branch Circuits),
- Einschränkungen in Abhängigkeit von den Netzformen,
- applikationsbezogene Unterschiede bei der Geräteauswahl.



## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Approbationen und Zulassungen

#### Gerätearten in Nordamerika

In Nordamerika wird zunächst unterschieden, zwischen Geräten für die Energieverteilung z. B. nach UL 489 und Industrieschaltgeräten nach UL 508.

Die UL 489 und die CSA-C22.2 No. 5-09 sehen wesentlich größere Luft- und Kriechstrecken vor, als die IEC-Normen und die damit harmonisierten europäischen Normen.

Betroffen war z. B. der europäische Motorschutzschalter, der mittlerweile durch Zusatzklemmen auf der Eingangsseite über die geforderten Luft- und Kriechstrecken verfügen kann.

#### Geräte für die Energieverteilung

- Leistungsschalter  
UL 489, CSA-C22.2 No. 5-09
- Trennschalter  
UL 489, CSA-C22.2 No. 5-09
- Lasttrennschalter  
UL 98, CSA-C22.2 No. 4
- Sicherungslasttrenner  
UL 98, CSA-C22.2 No. 4
- Sicherungen  
UL 248, CSA-C22.2 No. 248

#### Industrieschaltgeräte

UL 508 und CSA-C22.2 No. 14/UL60947-4-1 und CSA-C22.2 No. 60947-4-1

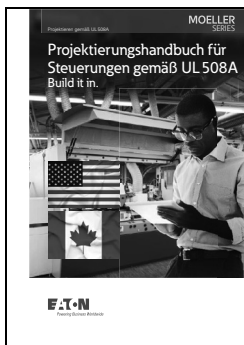
- Leistungsschütze
- Hilfsschütze
- Motorschutzrelais
- Nockenschalter
- Befehlsgeräte, Positionsschalter
- Elektronische Geräte/Systeme
- Freiprogrammierbare Steuerungen

#### Beispiele für eine besondere Geräteauswahl für Nordamerika

- Die Art der Last, die zu einem Stromkreis gehört, ist für die Auswahl der Schalt- und Schutzgeräte wichtig. Motorstarter dürfen ausschließlich Motoren schalten und schützen.
- Motorstarter auf Sammelschienenadapter im Feeder Circuit nur mit großen Luft- und Kriechstrecken<sup>1)</sup>.
- Für Motorstarter auf Sammelschienenadapter im Branch Circuit reichen kleine Luft- und Kriechstrecken<sup>1)</sup>.
- Zusatzgriffe für Türkupplungs-Drehgriffe zum Einsatz in Nordamerika notwendig.
  - <sup>1)</sup> Beispielschaltung → Abbildung, Seite 9-35

Ausführliche Informationen und Tipps zum Export von Niederspannungs-Schaltgeräten und -Anlagen nach Nordamerika stehen Ihnen im Internet als kostenloser Download zur Verfügung.

[Eaton.com/export-na](http://Eaton.com/export-na)



**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Sicherungen für Stromkreise in Nordamerika**

Hinweise zur Tabelle → Seite 9-6.

Typ bzw. Bauform in:		Vorschriften UL, CSA	Auslöse- charak- teristik	SCCR	Übliche Werte in A
USA	Kanada				
Class <b>H</b> , <b>H</b> , „Code“	Class <b>H</b> , No. 59 „Code“	UL 248-6/7, C22.2 248-6/7	flink	10 kA, 250 V AC 10 kA, 600 V AC	0...600
Class <b>CC</b>	Class <b>CC</b>	UL 248-4, C22.2 248-4	flink träge	200 kA, 600 V AC	0,5...30
Class <b>G</b>	Class <b>G</b>	UL 248-5, C22.2 248-5	flink träge	100 kA, 480 V AC 100 kA, 600 V AC	21...60 0,5...20
Class <b>J</b>	Class <b>J</b> HRCI-J	UL 248-8, C22.2 248-8	flink träge	200 kA, 600 V AC	1...600
Class <b>K</b> K1, K5	Class <b>K</b> K1, K5	UL 248-9, C22.2 248-9	flink träge	50 kA/100 kA/ 200 kA, 600 V AC	0...600
Class <b>L</b>	Class <b>L</b>	UL 248-10, C22.2 248-10	flink träge	200 kA, 600 V AC	601...6000
Class <b>R</b> RK1, RK5	Class <b>R</b> HRCI-R RK1, RK5	UL 248-12, C22.2 248-12	flink träge	50 kA/100 kA/ 200 kA, 600 V AC	0...600
Class <b>T</b>	Class <b>T</b>	UL 248-15, C22.2 248-15	flink	200 kA, 300 V AC 200 kA, 600 V AC	0...1200

## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Sicherungen für Stromkreise in Nordamerika

Anwendungsgebiete		Hinweise
Vorwiegend im Haushalt		Typen H, K und No. 59 „Code“ passen in die gleichen Unterteile. Daher besteht die Gefahr einer Verwechslung! Siehe auch Hinweise zu Class K.
<b>flink:</b>  Schutz von ohmschen und induktiven Lasten.  Stromkreise für Heizung, Beleuchtung, Einspeisungen und Abgänge für gemischte Lasten.	<b>träge:</b>  Schutz von induktiven und stark induktiven Lasten.  Stromkreise für Motoren, Transformatoren, Beleuchtung, usw.	Extrem kompakte Bauweise. <b>Strombegrenzend</b> nach UL/CSA.
		Kompakte Bauweise. <b>Strombegrenzend</b> nach UL/CSA. Alle anderen Typen passen nicht in diese Unterteile.
		Kompakte Bauweise. <b>Strombegrenzend</b> nach UL/CSA. Alle anderen Typen passen nicht in diese Unterteile.
		<b>Nicht-strombegrenzend</b> nach UL/CSA. In NA werden deshalb die Typen K mehr und mehr von den Typen RK abgelöst.
		<b>Strombegrenzend</b> nach UL/CSA. Alle anderen Typen passen nicht in diese Unterteile.
-	-	<b>Strombegrenzend</b> nach UL/CSA. Typen RK1, RK5 und HRCI-R passen in die gleichen Unterteile. Alle anderen Sicherungstypen passen nicht in diese Unterteile. Sicherungen RK1 haben geringere Durchlasswerte als RK5.
		Extrem kompakte Bauweise. <b>Strombegrenzend</b> nach UL/CSA. Alle anderen Typen passen nicht in diese Unterteile.

## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Sicherungen für Stromkreise in Nordamerika

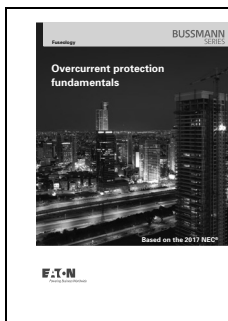
Die Tabelle enthält Auswahl und Anwendung von Sicherungen, die für Stromkreise (Feeder und Branch Circuits) in Nordamerika geeignet sind.

Die Angaben der Auslösecharakteristiken und die ihnen zugeordneten Anwendungsgebiete stellen eine grobe Übersicht dar.

Die NA-Sicherungstypen sind zum großen Teil ebenfalls für DC-Stromkreise nach UL und CSA geprüft und geeignet.

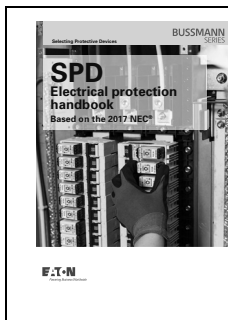
Nähere Hinweise zur Auswahl und zum Einsatz von Schmelzsicherungen findet man in der Eaton Bussmann „Fuselogy“

[Eaton.com/bus-fuseology](http://Eaton.com/bus-fuseology)



und im Eaton Bussmann „Electrical Protection Handbook“

[Eaton.com/bus-ep-handbook](http://Eaton.com/bus-ep-handbook)



**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Zulassungsstellen**

<b>Kürzel</b>	<b>Vollständige Bezeichnung</b>	<b>Land</b>
ABS	<b>American Bureau of Shipping</b> Schiffsklassifikationsgesellschaft	USA
AEI	<b>Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana</b> Verband der italienischen elektrotechnischen Industrie	Italien
AENOR	<b>Asociacion Española de Normalización y Certificación</b> Spanischer Verband für Normierung und Zertifizierung	Spanien
ALPHA	Gesellschaft zur Prüfung und Zertifizierung von Niederspannungsgeräten, Deutsche Prüfstellenvereinigung	Deutschland
ANSI	<b>American National Standards Institute</b>	USA
AS	<b>Australian Standard</b>	Australien
ASA	<b>American Standards Association</b> Amerikanische Normenvereinigung	USA
ASTA	<b>Association of Short-Circuit Testing Authorities</b> Vereinigung der Prüfstellen	Großbritannien
BS	<b>British Standard</b>	Großbritannien
BV	<b>Bureau Veritas</b> , Schiffsklassifizierungsgesellschaft	Frankreich
CEBEC	<b>Comité Electrotechnique Belge</b> , Belgisches Gütezeichen für elektrotechnische Erzeugnisse	Belgien
CEC	<b>Canadian Electrical Code</b>	Kanada
CEI	<b>Comitato Elettrotecnico Italiano</b> Italienische Normungsorganisation	Italien
CEI	<b>Commission Electrotechnique Internationale</b> Internationale Elektrotechnische Kommission	Schweiz
EEMAC (CEMA)	<b>Electrical Equipment Manufacturers Association of Canada</b> Verband der Kanadischen Elektroindustrie	Kanada
CEN	<b>Comité Européen de Normalisation</b> Europäisches Normenkomitee	Europa

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Zulassungsstellen**

<b>Kürzel</b>	<b>Vollständige Bezeichnung</b>	<b>Land</b>
CENELEC	<b>Comité Européen de coordination de Normalisation Électrotechnique</b> , Europäisches Komitee zur elektrotechnischen Normung	Europa
CSA	<b>Canadian Standards Association</b> Kanadische Normenvereinigung, Kanadische Norm	Kanada
DEMKO	<b>Danmarks Elektriske Materielkontrol</b> Dänische Materialkontrolle für elektrotechnische Erzeugnisse	Dänemark
DIN	<b>Deutsches Institut für Normung</b>	Deutschland
DNA	<b>Deutscher Normenausschuss</b>	Deutschland
DNV	<b>Det Norsk Veritas</b> Schiffsklassifikationsgesellschaft	Norwegen
EN	<b>Europäische Norm</b>	Europa
ECQAC	<b>Electronic Components Quality Assurance Committee</b> Komitee für Bauelemente mit bestätigter Beschaffenheit	Europa
9 ELOT	<b>Hellenic Organization for Standardization</b> Griechische Normungsorganisation	Griechenland
EOTC	<b>European Organization for Testing and Certification</b> Europäische Organisation für Konformitätsbewertung	Europa
ETCI	<b>Electrotechnical Council of Ireland</b> Irische Normungsorganisation	Irland
GL	<b>Germanischer Lloyd</b> Schiffsklassifikationsgesellschaft	Deutschland
HD	Harmonisierungsdokument	Europa
IEC	<b>International Electrotechnical Commission</b> Internationale Elektrotechnische Kommission	–
IEEE	<b>Institute of Electrical and Electronics Engineers</b> Verein der Elektro- und Elektronik-Ingenieure	USA

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Zulassungsstellen**

<b>Kürzel</b>	<b>Vollständige Bezeichnung</b>	<b>Land</b>
IPQ	<b>Instituto Português da Qualidade</b> Portugiesisches Qualitäts-Institut	Portugal
ISO	<b>International Organization for Standardization</b> Internationale Organisation für Normung	–
JEM	<b>Japanese Electrical Manufacturers Association</b> Verband der Elektroindustrie	Japan
JIC	<b>Joint Industry Conference</b> Gesamtverband der Industrie	USA
JIS	<b>Japanese Industrial Standard</b>	Japan
KEMA	<b>Keuring van Elektrotechnische Materialen</b> Prüfinstitut für elektrotechnische Erzeugnisse	Niederlande
LOVAG	<b>Low Voltage Agreement Group</b>	–
LRS	<b>Lloyd's Register of Shipping</b> Schiffsklassifikationsgesellschaft	Großbritannien
MITI	<b>Ministry of International Trade and Industry</b> Ministerium für Außenhandel und Industrie	Japan
NBN	<b>Norme Belge, Belgische Norm</b>	Belgien
NEC	<b>National Electrical Code</b> Nationaler Code für Elektrotechnik	USA
NEMA	<b>National Electrical Manufacturers Association</b> Verband der Elektroindustrie	USA
NEMKO	<b>Norges Elektriske Materiekkontroll</b> Norwegisches Prüfinstitut für elektrotechnische Erzeugnisse	Norwegen
NEN	<b>Nederlands Norm, Niederländische Norm</b>	Niederlande
NFPA	<b>National Fire Protection Association</b> US-amerikanische Gesellschaft für Brandverhütung	USA
NKK	<b>Nippon Kaiji Kyokai</b> Japanische Gesellschaft für Klassifikation	Japan

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Zulassungsstellen**

<b>Kürzel</b>	<b>Vollständige Bezeichnung</b>	<b>Land</b>
OSHA	<b>O</b> ccupational <b>S</b> afety and <b>H</b> ealth <b>A</b> dministration Amt für Arbeitsschutz und Arbeitshygiene	USA
ÖVE	<b>Ö</b> sterreichischer <b>V</b> erband für <b>E</b> lektrotechnik	Österreich
PEHLA	<b>P</b> rüfstelle <b>e</b> lektrischer <b>H</b> ochleistungs <b>a</b> pparate der Gesellschaft für elektrische Hochleistungsprüfungen	Deutschland
PRS	<b>P</b> olski <b>R</b> ejestr <b>S</b> tatków Schiffsklassifikationsgesellschaft	Polen
PTB	<b>P</b> hysikalisch- <b>T</b> echnische <b>B</b> undesanstalt	Deutschland
RINA	<b>R</b> egistro <b>I</b> taliano <b>N</b> avale Italienische Schiffsklassifikationsgesellschaft	Italien
SAA	<b>S</b> tandards <b>A</b> ssociation of <b>A</b> ustralia	Australien
SABS	<b>S</b> outh <b>A</b> frican <b>B</b> ureau of <b>S</b> tandards	Südafrika
SEE	<b>S</b> ervice de l'Énergie de l'État Luxemburgische Behörde für Normung, Prüfung und Zertifizierung	Luxemburg
SEMKO	<b>S</b> venska <b>E</b> lektriska <b>M</b> ateriel <b>k</b> ontrollanstalten Schwedische Prüfanstalten für elektrotechnische Erzeugnisse	Schweden
SEV	<b>S</b> chweizerischer <b>E</b> lektrotechnischer <b>V</b> erein	Schweiz
SFS	Suomen Standardisoimisliitto r.y. Finnischer Normenverband, Finnische Norm	Finnland
SUVA	<b>S</b> chweizerische <b>U</b> nfall <b>v</b> ersicherungs- <b>A</b> nstalt	Schweiz
TÜV	<b>T</b> echnischer <b>Ü</b> berwachungs <b>v</b> erein	Deutschland
UL	<b>U</b> nderwriters' <b>L</b> aboratories Inc. Vereinigte Versicherungslaboratorien	USA
UTE	<b>U</b> nion <b>T</b> echnique de l' <b>E</b> lectricité Elektrotechnische Vereinigung	Frankreich



## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Zulassungsstellen

Kürzel	Vollständige Bezeichnung	Land
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informations- technik (früher <b>V</b> erband <b>D</b> eutscher <b>E</b> lektrotechniker)	Deutschland
ZVEI	Zentralverband <b>E</b> lektrotechnik- und Elektronik- industrie	Deutschland

## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Prüfstellen und Prüfzeichen

#### Prüfstellen und Prüfzeichen in Europa und Nordamerika

Fast alle Eaton Geräte der Moeller series haben in ihrer Grundausstattung alle weltweit erforderlichen Approbationen einschließlich der für die USA und Kanada.

Einige Geräte, wie z. B. Leistungsschalter, sind in ihrer Grundausführung weltweit einsetzbar, mit Ausnahme von USA und Kanada. Für den Export nach Nordamerika werden die Geräte in einer besonderen UL- und CSA-approbierten Ausführung angeboten.

Den aktuellen Stand der verfügbaren Approbationen finden Sie im Internet: [Eaton.com/approvals](http://Eaton.com/approvals)

In einigen Fällen müssen die besonderen landesspezifischen Errichtungs- und Betriebsvorschriften, Installationsmaterialien und Installationsarten, sowie besondere Umstände berücksichtigt werden, wie z. B. erschwerte Klimabedingungen.

Seit Januar 1997 müssen alle Geräte, die der europäischen Niederspannungsrichtlinie entsprechen und für den Verkauf in der Europäischen Union bestimmt sind, mit dem CE-Zeichen versehen werden.

















Die CE-Kennzeichnung besagt, dass das gekennzeichnete Gerät allen maßgeblichen Anforderungen und Vorschriften entspricht. Die Kennzeichnungspflicht ermöglicht somit einen unbegrenzten Einsatz dieser Geräte im europäischen Wirtschaftsraum.

Da die mit der CE-Kennzeichnung versehenen Geräte den harmonisierten Normen entsprechen, ist eine Approbation in den Ländern der Europäischen Gemeinschaft nicht notwendig.

Eine Ausnahme bildet das Installationsmaterial. Dort wird für die Gerätegruppe der Leitungs- und Fehlerstromschutzschalter oftmals eine zusätzliche Kennzeichnung mit einem nationalen Prüfzeichen erwartet. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Auswahl der Prüfzeichen dargestellt.

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika**

## Prüfstellen und Prüfzeichen

Land	Prüfstelle	Zeichen
<b>Belgien</b>	Comité Electrotechnique Belge Belgisch Elektrotechnisch Comité (CEBEC)	
<b>China</b>	China Compulsory Certification (CCC)	
<b>Dänemark</b>	Danmarks Elektriske Materielkontrol (DEMKO)	
<b>Deutschland</b>	Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik	
<b>Finnland</b>	FIMKO	
<b>Frankreich</b>	Union Technique de l'Electricité (UTE)	
<b>Großbritannien</b>	UK Conformity Assessed	<b>UK CA</b>
<b>Kanada</b>	Canadian Standards Association (CSA)	
<b>Niederlande</b>	Naamloze Vennootschap tot Keuring van Electrotechnische Materialen (KEMA)	
<b>Norwegen</b>	Norges Elektriske Materieellkontrol (NEMKO)	
<b>Österreich</b>	Österreichischer Verband für Elektrotechnik (ÖVE)	
<b>Russland</b>	Eurasische Wirtschaftsunion	
<b>Schweden</b>	Svenska Elektriska Materielkontrollanstalten (SEMKO)	
<b>Schweiz</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV)	
<b>Ukraine</b>	UkrSEPRO Certificate of Conformity Ukraine	
<b>USA</b>	Underwriters Laboratories Listing Recognition	 

## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

---

#### Gerätezeichnung in USA und Kanada nach NEMA ICS 19-2002 (R 2021), ANSI Y32.2/IEEE 315/315 A

Zur Unterscheidung von Geräten mit ähnlichen Funktionen können zusätzlich zu den Gerätebuchstaben der folgenden Tabelle drei Zahlen oder Buchstaben hinzugefügt werden. Bei Verwendung von zwei oder mehreren Kennbuchstaben wird üblicherweise der Funktionskennbuchstabe an die erste Stelle gesetzt.

#### Beispiel:

Das Hilfsschütz, das die erste Tippfunktion einleitet, wird gekennzeichnet mit „1 JCR“.

Hier bedeuten:

1 = Zählnummer

J = Jog (Tippen) –

Funktion des Betriebsmittels

CR = Control relay (Hilfsschütz) –

Art des Betriebsmittels

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika****Geräte- oder Funktionskennbuchstaben nach NEMA ICS 19-2002 (R 2021)**

<b>Kennbuchstabe</b>	<b>Device or Function</b>	<b>Gerät oder Funktion</b>
A	Accelerating	Beschleunigen
AM	Ammeter	Amperemeter
B	Braking	Bremsen
C oder CAP	Capacitor, capacitance	Kondensator, Kapazität
CB	Circuit-breaker	Leistungsschalter
CR	Control relay	Hilfsschütz, Steuerschütz
CT	Current transformer	Stromwandler
DM	Demand meter	Verbrauchszähler
D	Diode	Diode
DS oder DISC	Disconnect switch	Trennschalter
DB	Dynamic braking	Dynamisches Bremsen
FA	Field accelerating	Feld-Beschleunigung
FC	Field contactor	Feld-Schütz
FD	Field decelerating	Feld-Abnahme (Verzögerung)
FL	Field-loss	Feld-Ausfall
F oder FWD	Forward	Vorwärts
FM	Frequency meter	Frequenzmesser
FU	Fuse	(Schmelz-)Sicherung
GP	Ground protective	Schutzerdung
H	Hoist	Heben
J	Jog	Tippen
LS	Limit switch	Grenztaster, Endlagenschalter
L	Lower	Niedriger, vermindert
M	Main contactor	Hauptschütz
MCR	Master control relay	Hauptsteuerschütz

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika**

<b>Kennbuchstabe</b>	<b>Device or Function</b>	<b>Gerät oder Funktion</b>
MS	Master switch	Meisterschalter
OC	Overcurrent	Überlaststrom
OL	Overload	Überlast
P	Plugging, potentiometer	Potentiometer oder Steckvorrichtung
PFM	Power factor meter	Leistungsfaktormesser
PB	Pushbutton	Drucktaster
PS	Pressure switch	Druckwächter, Druckschalter
REC	Rectifier	Gleichrichter
R oder RES	Resistor, resistance	Widerstand, Resistor
REV	Reverse	Rückwärtslauf
RH	Rheostat	Stellwiderstand, Rheostat
SS	Selector switch	Wahlschalter
SCR	Silicon controlled rectifier	Thyristor
SV	Solenoid valve	Magnetventil
SC	Squirrel cage	Käfigläufer
S	Starting contactor	Anlassschütz
SU	Suppressor	Sperre, Unterdrücker
TACH	Tachometer generator	Tachogenerator
TB	Terminal block, board	Klemmenblock, Klemmenleiste
TR	Time-delay relay	Zeitrelais
Q	Transistor	Transistor
UV	Undervoltage	Unterspannung
VM	Voltmeter	Voltmeter
WHM	Watt-hour meter	Wattstundenzähler
WM	Wattmeter	Wattmeter
X	Reactor, reactance	Drosselspule, Reaktanz

## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Als Alternative zur Gerätekennzeichnung mit Kennbuchstaben (device designation) nach NEMA ICS 19-2002 (R 2021) ist die Kennzeichnung nach Geräteklassen (class designation) zulässig. Die Kennzeichnung

mit der „class designation“ soll die Harmonisierung mit internationalen Standards erleichtern. Die hier verwendeten Kennbuchstaben sind zum Teil denen der IEC 81346-1:2022 angenähert.

#### Geräteklassen-Kennbuchstaben nach ANSI Y32.2/IEEE 315, 315 A

Kennbuchstabe	Device or Function	Gerät oder Funktion
A	Separate Assembly	Einzelanstellung
B	Induction Machine, Squirrel Cage Induction Motor Synchro, General <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control transformer</li> <li>• Control transmitter</li> <li>• Control Receiver</li> <li>• Differential Receiver</li> <li>• Differential Transmitter</li> <li>• Receiver</li> <li>• Torque Receiver</li> <li>• Torque Transmitter</li> </ul> Synchronous Motor Wound-Rotor Induction Motor or Induction Frequency Converter	Asynchronmaschine, Käfigläufer Asynchronmotor Drehmelder, allgemein <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuertransformator</li> <li>• Steuergeber</li> <li>• Steuerempfänger</li> <li>• Differentialempfänger</li> <li>• Differentialgeber</li> <li>• Empfänger</li> <li>• Momentempfänger</li> <li>• Momentgeber</li> </ul> Synchronmotor Induktionsmotor mit gewickeltem Läufer oder Induktions-Frequenzumformer
BT	Battery	Batterie
C	Capacitor <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitor, General</li> <li>• Polarized Capacitor</li> </ul> Shielded Capacitor	Kondensator <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondensator, allgemein</li> <li>• Gepolter Kondensator</li> </ul> Abgeschirmter Kondensator
CB	Circuit-Breaker (all)	Leistungsschalter (alle)

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika**

<b>Kennbuchstabe</b>	<b>Device or Function</b>	<b>Gerät oder Funktion</b>
D, CR	Diode <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bidirectional Breakdown Diode</li> <li>• Full Wave Bridge Rectifier</li> <li>• Metallic Rectifier</li> <li>• Semiconductor Photosensitive</li> <li>• Cell</li> <li>• Semiconductor Rectifier</li> <li>• Tunnel Diode</li> <li>• Unidirectional Breakdown Diode</li> </ul>	Diode <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zweirichtungs-Zenerdiode</li> <li>• Vollweggleichrichter</li> <li>• Trockengleichrichter</li> <li>• Halbleiterfotozelle</li>   <li>• Halbleitergleichrichter</li> <li>• Tunneliode</li> <li>• Einweg-Zenerdiode</li> </ul>
D, VR	Zener Diode	Zenerdiode
DS	Annunciator Light Emitting Diode Lamp <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluorescent Lamp</li> <li>• Incandescent Lamp</li> <li>• Indicating Lamp</li> </ul>	Melder Leuchtdiode Lampe <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leuchtstofflampe</li> <li>• Glühlampe</li> <li>• Leuchtmelder</li> </ul>
<b>9</b> E	Armature (Commutator and Brushes) Lightning Arrester Contact <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrical Contact</li> <li>• Fixed Contact</li> <li>• Momentary Contact</li> </ul> Core <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetic Core</li> </ul> Horn Gap Permanent Magnet Terminal Not Connected Conductor	Magnetanker (Kommutator und Bürsten) Blitzschutz Kontakt, Schaltstück <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrokontakt</li> <li>• Festes Schaftstück</li> <li>• Wischkontakt</li> </ul> Ader, Kern <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetkern</li> </ul> Kontaktabstand Dauermagnet Klemme Nicht angeschlossene Leitung



**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika**

## Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

<b>Kennbuchstabe</b>	<b>Device or Function</b>	<b>Gerät oder Funktion</b>
F	Fuse	Sicherung
G	Rotary Amplifier (all) A.C. Generator Induction Machine, Squirrel Cage Induction Generator	Verstärkermaschine (alle) Wechselstromgenerator Asynchronmaschine, Käfigläufer Asynchrongenerator
HR	Thermal Element Actuating Device	Bimetall-Schalter
J	Female Disconnecting Device Female Receptacle	Abschaltschleife Buchse, Steckdose
K	Contactors, Relay	Schütz, Hilfsschütz
L	Coil • Blowout Coil • Brake Coil • Operating Coil Field • Commutating Field • Compensating Field • Generator or Motor Field • Separately Excited Field • Series Field • Shunt Field Inductor Saturable Core Reactor Winding, General	Spule • Löserspule • Bremsspule • Erregerspule Feld • Wendefeld • Ausgleichsfeld • Generator- oder Motorfeld • Fremderregtes Feld • Hauptfeld • Nebenschlussfeld Induktor Sättigungsdrösel Windung, allgemein
LS	Audible Signal Device • Bell • Buzzer • Horn	Akustischer Signalgeber • Glocke • Summer • Hupe
M	Meter, Instrument	Messinstrument

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika**

## Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Kennbuchstabe	Device or Function	Gerät oder Funktion
P	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Male Disconnecting Device</li> <li>• Male Receptable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschaltstecker</li> <li>• Stecker</li> </ul>
Q	Thyristor <ul style="list-style-type: none"> <li>• NPN Transistor</li> <li>• PNP Transistor</li> </ul>	Thyristor <ul style="list-style-type: none"> <li>• NPN Transistor</li> <li>• PNP Transistor</li> </ul>
R	Resistor <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adjustable Resistor</li> <li>• Heating Resistor</li> <li>• Tapped Resistor</li> <li>• Rheostat</li> </ul> Shunt <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumental Shunt</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relay Shunt</li> </ul>	Widerstand <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstellbarer Widerstand</li> <li>• Heizwiderstand</li> <li>• Widerstand mit Anzapfung</li> <li>• Stellwiderstand</li> </ul> Nebenschluss <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nebenschlusswiderstand für Messgeräte</li> <li>• Nebenschlusswiderstand für Relais</li> </ul>
S	Contact <ul style="list-style-type: none"> <li>• Time Closing Contact</li> <li>• Time Opening Contact</li> <li>• Time Sequence Contact</li> <li>• Transfer Contact</li> <li>• Basic Contact Assembly</li> <li>• Flasher</li> </ul>	Kontakt, Schaltstück <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschaltverzögerter Kontakt</li> <li>• Ausschaltverzögerter Kontakt</li> <li>• Zeitfolgekontakt</li> <li>• Umschaltkontakt</li> <li>• Kontaktsatz</li> <li>• Blinksignal</li> </ul>

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika**

<b>Kennbuchstabe</b>	<b>Device or Function</b>	<b>Gerät oder Funktion</b>
S	Switch <ul style="list-style-type: none"> <li>• Combination Locking and Nonlocking Switch</li> <li>• Disconnect Switch</li> <li>• Double Throw Switch</li> <li>• Drum Switch</li> <li>• Flow-Actuated Switch</li> <li>• Foot Operated Switch</li> <li>• Key-Type Switch</li> <li>• Knife Switch</li> <li>• Limit Switch</li> <li>• Liquid-Level Actuated Switch</li> <li>• Locking Switch</li> <li>• Master Switch</li> <li>• Mushroom Head</li> <li>• Operated Switch</li> <li>• Pressure or Vacuum</li> <li>• Operated Switch</li> <li>• Pushbutton Switch</li> <li>• Pushbutton Illuminated Switch, Rotary Switch</li> <li>• Selector Switch</li> <li>• Single-Throw Switch</li> <li>• Speed Switch</li> <li>• Stepping Switch</li> <li>• Temperature-Actuated Switch</li> <li>• Time Delay Switch</li> <li>• Toggle Switch</li> <li>• Transfer Switch</li> <li>• Wobble Stick Switch</li> </ul> Thermostat	Schalter <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schalterkombination, verriegelt und nicht verriegelt</li> <li>• Abschalter</li> <li>• Doppelhebelschalter</li> <li>• Walzenschalter</li> <li>• Durchflussschalter</li> <li>• Fußschalter</li> <li>• Schlüsselschalter</li> <li>• Messerschalter</li> <li>• Grenzschalter</li> <li>• Schwimmerschalter</li> <li>• Verriegelungsschalter</li> <li>• Meisterschalter</li> <li>• Pilzschalter/-druckschalter</li>   <li>• Druck-/Vakuümwächter</li>   <li>• Drucktaster</li> <li>• Leuchtdrucktaster</li> <li>• Drehschalter, Nockenschalter</li> <li>• Wahlschalter</li> <li>• Einhebelschalter</li> <li>• Polumschalter</li> <li>• Stufenschalter</li> <li>• Temperaturwächter</li> <li>• Zeitschalter</li> <li>• Kippschalter</li> <li>• Umschalter</li> <li>• Knüppelschalter</li> </ul> Thermostat













**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika**

<b>Kennbuchstabe</b>	<b>Device or Function</b>	<b>Gerät oder Funktion</b>
T	Transformer <ul style="list-style-type: none"> <li>• Current Transformer</li> <li>• Transformer, General</li> <li>• Polyphase Transformer</li> <li>• Potential Transformer</li> </ul>	Transformator <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromwandler</li> <li>• Wandler, allgemein</li> <li>• Mehrphasenwandler</li> <li>• Spannungswandler</li> </ul>
TB	Terminal Board	Klemmentafel
TC	Thermocouple	Thermoelement
U	Inseparable Assembly	Fest eingebaut, feste Verbindung
V	Pentode, Equipotential Cathode Phototube, Single Unit, Vacuum Type Triode Tube, Mercury Pool	Pentode, Äquipotentialkathode Photorröhre, einteilig, Vakuumentyp Triode Röhre, Kathodensumpf
W	Conductor <ul style="list-style-type: none"> <li>• Associated</li> <li>• Multiconductor</li> <li>• Shielded</li> </ul> Conductor, General	Leiter, Kabel <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normkabel</li> <li>• Mehradrig</li> <li>• Abgeschirmt</li> </ul> Leiter, allgemein
X	Tube Socket	Röhrenfassung





















**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Schaltzeichen Europa – Nordamerika****Schaltzeichen nach DIN EN, NEMA ICS/ANSI/IEEE/CSA**

Der nachfolgende Schaltzeichenvergleich basiert auf folgenden nationalen/internationalen Vorschriften:
























- IEC 60617-Schaltzeichen-Datenbank (DIN EN 60617-2 bis DIN EN 60617-12)
- NEMA ICS 19-2002 (R 2021), ANSI Y32.2/IEEE 315/315 A, CSA Z99

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
<b>Leitungen, Verbindungen</b>		
Abzweig von Leitern	 oder  03-02-04                      03-02-05	 oder 
Verbindung von Leitern	 03-02-01	
Anschluss (z. B. Klemme)	 03-02-02	
Anschlussleiste	 03-02-03	
Leiter	 03-01-01	





















**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Schaltzeichen Europa – Nordamerika**

<b>Benennung</b>	<b>IEC (DIN EN)</b>	<b>NEMA ICS/ANSI/IEEE</b>
Leitung, geplant	 103-01-01	
Wirkverbindung allgemein	 02-12-01	
Wirkverbindung wahlweise bei kleinem Abstand	 02-12-04	
Begrenzungslinie, Trennlinie, z. B. zwischen zwei Schaltfeldern	 02-01-06	
Begrenzungslinie, z. B. zur Abgrenzung von Schaltungsteilen	 02-01-06	
Abschirmung	 02-01-07	
Erde, allgemein	 02-15-01	
Schutzerde	 02-15-03	
Buchse und Stecker, Steckverbindung	 oder  03-03-05      03-03-06	
Trennstelle, Lasche, geschlossen	 03-03-18	

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Schaltzeichen Europa – Nordamerika**













Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
<b>Passive Bauelemente</b>		
Widerstand, allgemein	 oder  04-01-02      04-01-02	 oder 
Widerstand mit festen Anzapfungen	 04-01-09	 oder 
Widerstand, veränderbar, allgemein	 04-01-03	
Widerstand, einstellbar		
Widerstand mit Schleifkontakt, Potentiometer	 04-01-07	
Wicklung, Induktivität, allgemein	 oder  04-03-01      04-03-02	
Wicklung mit fester Anzapfung	 04-03-06	
Kondensator, allgemein	 oder  04-02-01      04-02-02	 oder 
Kondensator mit Anzapfung	 104-02-01	

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Schaltzeichen Europa – Nordamerika**







<b>Benennung</b>	<b>IEC (DIN EN)</b>	<b>NEMA ICS/ANSI/IEEE</b>
<b>Meldegeräte</b>		
Sichtmelder, allgemein		 *mit Farbangabe
Leuchtmelder, allgemein	 08-10-01	 oder  oder  *mit Farbangabe
Summer	 oder  08-10-11      08-10-10	 ABU
Hupe, Horn	 08-10-05	 HN
<b>Antriebe</b>		
Handantrieb, allgemein	 02-13-01	
Betätigung durch Drücken	 02-13-05	
Betätigung durch Ziehen	 02-13-03	
Betätigung durch Drehen	 02-13-04	
Betätigung durch Schlüssel	 02-13-13	
Betätigung durch Rolle, Fühler	 02-13-15	




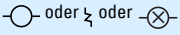

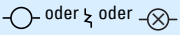

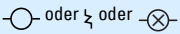


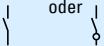




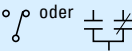




**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Schaltzeichen Europa – Nordamerika**

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Kraftantrieb, allgemein	 02-13-20	
Schaltenschloss mit mechanischer Freigabe	 102-05-04	
Betätigung durch Motor	 02-13-26	
Notschalter	 02-13-08	
Betätigung durch elektromagnetischen Überstromschutz	 02-13-24	
Betätigung durch thermischen Überstromschutz	 02-13-25	OL 
Betätigung durch elektromagnetischen Antrieb	 02-13-23	
Betätigung durch Flüssigkeitspegel	 02-14-01	














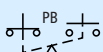







**Antriebe elektromechanisch, elektromagnetisch**

Elektromechanischer Antrieb, allgemein, Relaisspule, allgemein	 07-15-01	 oder $\zeta$ oder  x Gerätekenbuchstabe → Tabelle, Seite 9-15
Antrieb mit besonderen Eigenschaften, allgemein		 oder $\zeta$ oder  x Gerätekenbuchstabe → Tabelle, Seite 9-15








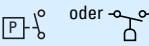

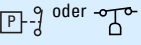




**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Schaltzeichen Europa – Nordamerika**

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Elektromechanischer Antrieb mit Ansprechverzögerung	 07-15-08	 x Gerätekenbuchstabe → Tabelle, Seite 9-15
Elektromechanischer Antrieb mit Rückfallverzögerung	 07-15-07	 x Gerätekenbuchstabe → Tabelle, Seite 9-15
Elektromechanischer Antrieb mit Ansprech- und Rückfallverzögerung	 07-15-09	 x Gerätekenbuchstabe → Tabelle, Seite 9-15
Elektromechanischer Antrieb eines Thermorelais	 07-15-21	 oder
<b>Schaltglieder</b>		
<b>9</b> Schließer	 07-02-01      oder      07-02-02	 oder
Öffner	 07-02-03	 oder
Wechsler mit Unterbrechung	 07-02-04	 oder
Voreilender Schließer eines Kontaktsatzes	 07-04-01	 TC oder TDC
Nacheilender Öffner eines Kontaktsatzes	 07-04-03	 T0 oder TDO

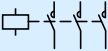
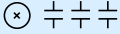
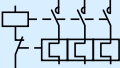
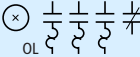




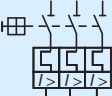



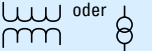
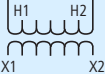
**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Schaltzeichen Europa – Nordamerika**

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Schließer, schließt verzögert bei Betätigung	 oder  07-05-02                      07-05-01	 T.C.
Öffner, schließt verzögert bei Rückfall	 oder  07-05-03                      07-05-04	 T.C.
<b>Steuergeräte</b>		
Druckschalter (nicht rastend)	 07-07-02	 PB
Tastenschalter mit Öffner, handbetätigt durch Drücken, z. B. Taster	 E-	 PB
Tastenschalter mit Schließer und Öffner, handbetätigt durch Drücken	 E	 PB
Tastenschalter mit Raststellung und 1 Schließer, handbetätigt durch Drücken	 E-v	 PB
Tastenschalter mit Raststellung und 1 Öffner, handbetätigt durch Schlagen (z. B. Pilzdrucktaster)	 E-v	 PB
Grenzschalter (Schließer) Endschalter (Schließer)	 07-08-01	 LS
Grenzschalter (Öffner) Endschalter (Öffner)	 07-08-02	 LS
Tastenschalter mit Schließer, mechanisch betätigt, Schließer geschlossen		 LS






















**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Schaltzeichen Europa – Nordamerika**

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Tastschalter mit Öffner mechanisch betätigt, Öffner geöffnet		
Näherungsempfindlicher Schalter (Öffner), betätigt durch Näherung von Eisen	Fe  07-20-04	
Näherungsschalter, induktiv, Schließerverhalten	Fe 	
Näherungsempfindliche Einrichtung, Blocksymbol	 07-19-02	
Minimalwirkleistungsrelais, Druckwächter, schließend	 07-17-03	
Druckwächter, öffnend		
Schwimmerschalter, schließend		
Schwimmerschalter, öffnend		





















**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Schaltzeichen Europa – Nordamerika**

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
<b>Schütz (Schließer)</b>	 07-13-02	 x Kennbuchstabe
3-poliges Schütz mit drei elektrothermischen Überstromauslösern		 OL x Kennbuchstabe
3-poliger Trennschalter	 07-13-06	
3-poliger Leistungsschalter	 07-13-05	
3-poliger Schalter mit Schaltschloss mit drei elektrothermischen Überstromauslösern, drei elektromagnetischen Überstromschutz auslösern, Motorschutzschalter	 107-05-01	
Sicherung, allgemein	 07-21-01	
<b>Transformatoren, Stromwandler</b>		
Transformatoren mit zwei Wicklungen	 06-09-02      06-09-01	

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Schaltzeichen Europa – Nordamerika**




















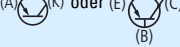

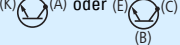
Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Spartransformator	 oder  06-09-07 06-09-06	 oder 
Stromwandler	 oder  06-09-11 06-09-10	 oder  (X1) <sup>(H1)</sup> CT
<b>Maschinen</b>		
Generator	 06-04-01	 oder 
Motor, allgemein	 06-04-01	 oder  06-04-01
Gleichstrommotor, allgemein	 06-04-01	
9 Wechselstrommotor, allgemein	 06-04-01	
	Drehstrom-Asynchronmotor mit Käfigläufer	 06-08-01
Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer	 06-08-03	

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Schaltzeichen Europa – Nordamerika**

Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
<b>Halbleiterbauelemente</b>		
Statischer Eingang		
Statischer Ausgang		
Negation, dargestellt an einem Eingang	 12-07-01	
Negation, dargestellt an einem Ausgang	 12-07-02	
Dynamischer Eingang, Zustandsänderung von 0 auf 1 (L/H)	 12-07-07	
Dynamischer Eingang mit Negation, Zustandsänderung von 1 auf 0 (H/L)	 12-07-08	
UND-Element, allgemein	 12-27-02	
ODER-Element, allgemein	 12-27-01	
NICHT-Element, Inverter	 12-27-11	
UND mit negiertem Ausgang, NAND	 12-28-01	
ODER mit negiertem Ausgang, NOR	 12-28-02	

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika**

## Schaltzeichen Europa – Nordamerika

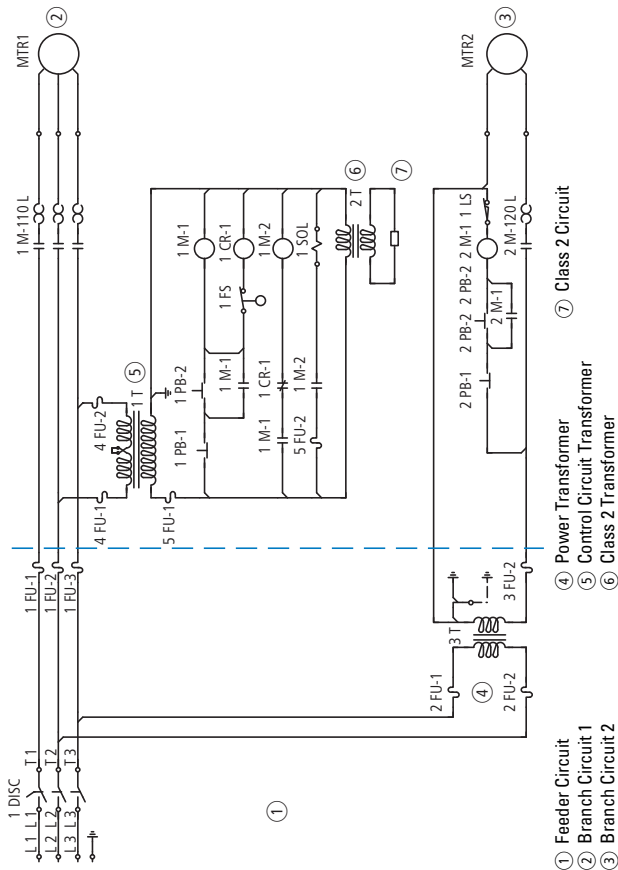
Benennung	IEC (DIN EN)	NEMA ICS/ANSI/IEEE
Exklusiv-ODER-Element, allgemein	 12-27-09	
RS-Flipflop	 12-42-01	
Monostabiles Element, nicht triggerbar während des Aus- gangsimpulses, allgemein	 12-44-02	
Verzögerung, variabel mit Angabe der Verzögerungs- werte	 02-08-05	
Halbleiter-Diode, allgemein	 05-03-01	
Diode für Betrieb im Durchbruch, Z-Diode	 05-03-06	
Leuchtdiode, allgemein	 05-03-02	
Zweirichtungsdiode, Diac	 05-03-09	
Thyristor, allgemein	 05-04-04	
PNP-Transistor	 05-05-01	
NPN-Tansistor, bei dem der Kollektor mit dem Gehäuse verbunden ist	 05-05-02	



# Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

## Schaltplanbeispiele nach nordamerikanischen Vorschriften

### Beispiel für einen amerikanischen Schaltplan mit ANSI-Symbolen

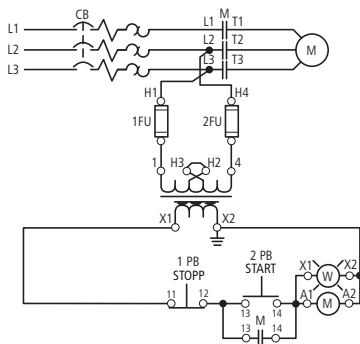


# Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

## Schaltplanbeispiele nach nordamerikanischen Vorschriften

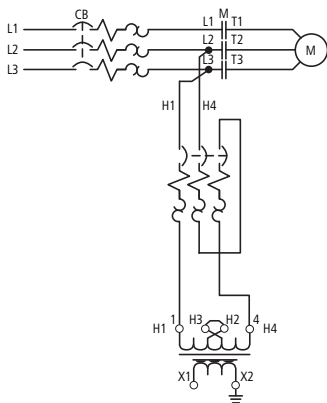
### Direkt-Motorstarter, Sicherungslos mit Leistungsschalter

#### Steuerstromkreis mit Schmelzsicherung



#### Steuerstromkreis schmelzsicherungslos

9



# Notizen

---

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Nordamerikanische Klasseneinteilung für Hilfsstromschalter**

Einteilung	Kurzzeichen bei Nennspannung von maximal			Ther- mischer Dauerstrom	
<b>Wechselspannung</b>	600 V	300 V	150 V	A	
Heavy Duty	A600	A300	A150	10	
	A600	A300	–	10	
	A600	–	–	10	
	A600	–	–	10	
Standard Duty	B600	B300	B150	5	
	B600	B300	–	5	
	B600	–	–	5	
	B600	–	–	5	
	C600	C300	C150	2,5	
	C600	C300	–	2,5	
	C600	–	–	2,5	
	C600	–	–	2,5	
	–	D300	D150	1	
	–	D300	–	1	
	<b>Gleichspannung</b>				
	Heavy Duty	N600	N300	N150	10
N600		N300	–	10	
N600		–	–	10	
Standard Duty	P600	P300	P150	5	
	P600	P300	–	5	
	P600	–	–	5	
	Q600	Q300	Q150	2,5	
	Q600	Q300	–	2,5	
	Q600	–	–	2,5	
	–	R300	R150	1,0	
	–	R300	–	1,0	
	–	–	–	–	

nach UL 508, CSA C 22.2-14 und NEMA ICS 5

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika**

## Nordamerikanische Klasseneinteilung für Hilfstromschalter

Schaltvermögen				
Nennspannung [V]	Einschalten [A]	Ausschalten [A]	Einschalten [VA]	Ausschalten [VA]
120	60	6	7200	720
240	30	3	7200	720
480	15	1,5	7200	720
600	12	1,2	7200	720
120	30	3	3600	360
240	15	1,5	3600	360
480	7,5	0,75	3600	360
600	6	0,6	3600	360
120	15	1,5	1800	180
240	7,5	0,75	1800	180
480	3,75	0,375	1800	180
600	3	0,3	1800	180
120	3,6	0,6	432	72
240	1,8	0,3	432	72
125	2,2	2,2	275	275
250	1,1	1,1	275	275
301 bis 600	0,4	0,4	275	275
125	1,1	1,1	138	138
250	0,55	0,55	138	138
301 bis 600	0,2	0,2	138	138
125	0,55	0,55	69	69
250	0,27	0,27	69	69
301 bis 600	0,10	0,10	69	69
125	0,22	0,22	28	28
250	0,11	0,11	28	28
301 bis 600	–	–	–	–

## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Motorbemessungsströme für nordamerikanische Motoren

#### Motorbemessungsströme nordamerikanischer Drehstrommotoren<sup>1)</sup>

Motorleistung [HP]	Motorbemessungsstrom in Ampere <sup>2)</sup>			
	115 V 120 V	230 V 240 V	460 V 480 V	575 V 600 V
1/2	4,4	2,2	1,1	0,9
3/4	6,4	3,2	1,6	1,3
1	8,4	4,2	2,1	1,7
1 1/2	12	6,0	3,0	2,4
2	13,6	6,8	3,4	2,7
3		9,6	4,8	3,9
5		15,2	7,6	6,1
7 1/2		22	11	9
10		28	14	11
15		42	21	17
20		54	27	22
25		68	34	27
30		80	40	32
40		104	52	41
50		130	65	52
60		154	77	62
75		192	96	77
100		248	124	99
125		312	156	125
150		360	180	144
200		480	240	192
250			302	242
300			361	289
350			414	336
400			477	382
450			515	412
500			590	472

<sup>1)</sup> Quelle: NEC, Tabelle 430-250 und weitere  
Motorbemessungsströme von 208-V-Motoren/200-V-Motoren

<sup>2)</sup> Die angegebenen Motorbemessungsströme sind als Richtwerte zu betrachten.  
Genauere Werte sind den Herstellerangaben bzw. den Leistungsschildern der  
Motoren zu entnehmen.

## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Schutzarten elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

#### Vergleich der Schutzarten elektrischer Betriebsmittel für USA und Kanada zu IEC/EN

IP-Schutzarten nach IEC/EN können nordamerikanische Schutzarten nicht ersetzen.

**Die Angabe der IP-Schutzarten stellt einen groben Vergleich dar.** Ein genauer Vergleich ist nicht möglich, da die Schutzartprüfungen und die Beurteilungskriterien unterschiedlich sind.

Die UL/CSA-Types waren früher als NEMA-Types bekannt. UL/CSA-Types unterscheiden sich von den NEMA-Types dadurch, dass sie geprüfte und appro-

bierte, nordamerikanische Schutzarten sind (mit Third Party Zulassung).

Die nordamerikanischen Schutzarten entsprechen:

- NEC (National Electrical Code; NFPA 70),
- CEC (Canadian Electrical Code),
- UL 50E, UL 508A,
- CSA-C22.2 No. 94-M91 (2011),
- NEMA 250 -2008 (National Electrical Manufacturers Association).

Nordamerikanische Schutzart	Einsatz	Vergleichbare Schutzart nach IEC/EN 60529, DIN 40050
<b>UL/CSA Type 1</b> allgemeine Verwendung	Indoor use	IP20
<b>UL/CSA Type 2</b> tropfdicht	Indoor use	IP22
<b>UL/CSA Type 3</b> staubdicht, regendicht, beständig gegen Hagel und Eis	Outdoor use	IP55
<b>UL/CSA Type 3 R</b> regensicher, beständig gegen Hagel und Eis	Outdoor use	IP24
<b>UL/CSA Type 3 S</b> staubdicht, regendicht, sicher gegen Hagel und Eis	Outdoor use	IP55
<b>UL/CSA Type 3 X, 3 RX, 3 SX</b> gleich wie 3, 3 R, 3 S aber korrosionsbeständig	Outdoor use	IP55
<b>UL/CSA Type 4</b> staubdicht, wasserdicht, regendicht	Indoor or Outdoor use <sup>1)</sup>	IP66

## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Schutzarten elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

Nordamerikanische Schutzart	Einsatz	Vergleichbare Schutzart nach IEC/EN 60529, DIN 40050
<b>UL/CSA Type 4 X</b> staubdicht, wasserdicht, regensicher, wettersicher	Indoor or Outdoor use <sup>1)</sup>	IP66
<b>UL/CSA Type 5</b> tropfdicht, staubdicht	Indoor use	IP53
<b>UL/CSA Type 6</b> regendicht, wasserdicht, eintauchbar, beständig gegen Hagel und Eis	Indoor or Outdoor use <sup>1)</sup>	IP67
<b>UL/CSA Type 12</b> Verwendung in der Industrie, tropfdicht, staubdicht	Indoor use	IP54
<b>UL/CSA Type 13</b> staubdicht, öldicht, tropfdicht	Indoor use	IP54

<sup>1)</sup> Herstellerangaben beachten!



## Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika

### Schutzarten elektrischer Betriebsmittel für Nordamerika

---

**Begriffe deutsch/englisch:**

allgemeine Verwendung:	general purpose
tropfdicht:	drip-tight
staubdicht:	dust-tight
regendicht:	rain-tight
regensicher:	rain-proof
wettersicher:	weather-proof
wasserdicht:	water-tight
eintauchbar:	submersible
eisbeständig:	ice resistant
hagelbeständig:	sleet resistant
korrosionsbeständig:	corrosion resistant
öldicht:	oil-tight

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika****Nordamerikanische Leitungsquerschnitte****Umrechnung nordamerikanischer Leitungsquerschnitte in mm<sup>2</sup>**

USA/Kanada AWG	Europa	
	mm <sup>2</sup> (exakt)	mm <sup>2</sup> (nächster Normwert)
22	0,324	0,4
20	0,519	0,5
18	0,823	0,75
16	1,31	1,5
14	2,08	
12	3,31	4
10	5,261	6
8	8,367	10
6	13,30	16
4	21,15	25
3	26,67	
2	33,62	35
1	42,41	
1/0 (0)	53,49	50
2/0 (00)	67,43	70
3/0 (000)	85,01	
4/0 (0000)	107,2	95

**Export in den Weltmarkt und nach Nordamerika**

## Nordamerikanische Leitungsquerschnitte

USA/Kanada kcmil	Europa	
	mm <sup>2</sup> (exakt)	mm <sup>2</sup> (nächster Normwert)
250	127	120
300	152	150
350	177	185
400	203	
450	228	
500	253	240
550	279	
600	304	300
650	329	
700	355	
750	380	
800	405	
900	456	
1.000	507	500

Neben Querschnittsangaben in „kcmil“ findet man häufig auch Angaben in „MCM“:  
250 kcmil = 250 MCM

# Notizen

---

## Normen, Formeln, Tabellen

	Seite
<b>Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel</b>	10-2
<b>Schutzmaßnahmen</b>	10-4
<b>Überstromschutz von Kabeln und Leitungen</b>	10-12
<b>Elektrische Ausrüstung von Maschinen</b>	10-21
<b>Maßnahmen zur Risikoverminderung</b>	10-28
<b>Schutzarten elektrischer Betriebsmittel</b>	10-30
<b>Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen</b>	10-34
<b>Gebrauchskategorien für Schaltelemente</b>	10-46
<b>Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter</b>	10-48
<b>Gebrauchskategorien für Lasttrennschalter</b>	10-52
<b>Motorbemessungsströme</b>	10-55
<b>Leitungen</b>	10-58
<b>Formeln</b>	10-64
<b>Internationales Einheitensystem</b>	10-68

## Normen, Formeln, Tabellen

### Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel

#### Allgemein

„Auszüge aus DIN-Normen mit VDE-Klassifikation (kurz: DIN-VDE-Normen) sind für die angemeldete limitierte Auflage wiedergegeben mit Genehmigung 212.011 des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. und des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. Für weitere Wiedergaben oder Auflagen ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich. Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE VERLAG GMBH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin, [www.vde-verlag.de](http://www.vde-verlag.de) und der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin erhältlich sind.“

Die Kennzeichnung erscheint an einer geeigneten Stelle in unmittelbarer Nähe des Schaltzeichens. Die Kennzeichnung stellt die Beziehung her zwischen dem Betriebsmittel in der Anlage und den verschiedenen Schaltungsunterlagen (Schaltplänen, Stücklisten, Stromlaufplänen, Anweisungen).

Ausgewählte Betriebsmittel der bei Eaton verwendeten Kennbuchstaben alt – neu  
→ Tabelle, Seite 10-3.

#### Kennzeichnung der Geräte in Schaltplänen nach DIN EN IEC 81346-2

Eaton wendet die o. g. internationale Norm an.

Beispiel für einen Widerstand

- Normaler Strombegrenzer: R
- Heizwiderstand: E
- Messwiderstand: B

#### Weitere Betriebsmittel

- Leistungsschalter mit der Hauptfunktion Absicherung werden mit Q gekennzeichnet. Sie werden von 1 bis 10, links oben beginnend, durchnummeriert.
- Schütze werden mit Q gekennzeichnet und von 11 bis nn durchnummeriert.  
z. B.: K91M wird Q21.
- Hilfsschütze werden mit K gekennzeichnet und werden von 1 bis n durchnummeriert.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Kennbuchstaben elektrischer Betriebsmittel

Kennbuchstabe	Zweck	Beispiele für elektrische Betriebsmittel
A	(Mehrere Zwecke)	(ohne Hauptzweck)
B	Signalerzeugung	Druckwächter, Grenztaster
C	Speicherung	Kondensatoren
D	(für später reserviert)	
E	Energielieferung	Heizwiderstand, Lampen
F	Schutz	Bimetallauslöser, Sicherungen
G	Energieversorgung	Generator, USV
H	(für später reserviert)	
I	(nicht anzuwenden)	
J	(für später reserviert)	
K	Signalverarbeitung	Hilfsschütz, Zeitrelais
L	(für später reserviert)	
M	Antriebsenergie	Motor
N	(für später reserviert)	
O	(nicht anzuwenden)	
P	Informationsdarstellung	Melde- und Messgeräte
Q	Energie-/Signalfluss schalten	Softstarter, Schütz, Motorstarter
R	Energieflussbegrenzung	Drosselspulen, Dioden
S	Manuelle Signalerzeugung	Befehlsgeräte
T	Energieumwandlung	Frequenzumrichter, Transformator
U	Objektfixierung	
V	Materialverarbeitung	Elektrofilter
W	Energietransport	
X	Objektverbindung	Klemme, Steckverbinder
Y, Z	(für später reserviert)	

## Normen, Formeln, Tabellen

### Schutzmaßnahmen

#### Schutz gegen elektrischen Schlag nach DIN IEC 60364-1 (DIN VDE 0100-100)

Hierin wird zwischen unterschiedlichen Schutzarten unterschieden:

- **Basisschutz**

Das sind alle Maßnahmen zum Schutz von Personen und Nutztieren vor Gefahren, die sich aus der Berührung mit aktiven Teilen elektrischer Betriebsmittel ergeben.

- **Fehlerschutz**

Das ist der Schutz von Personen und Nutztieren, die sich im Fehlerfall aus einer Berührung mit dem Körper oder fremden leitfähigen Teilen ergeben können.

- **Zusätzlicher Schutz**

Im Falle des Versagens von Basis- bzw. Fehlerschutz oder bei erhöhtem Gefahrenpotenzial bieten z. B. Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$  zusätzlichen Schutz.

Der Schutz muss sichergestellt werden durch

- a) das Betriebsmittel selbst oder
- b) Anwendung der Schutzmaßnahmen beim Errichten oder
- c) eine Kombination aus a) und b).

Werden Basis-, Fehler- und zusätzlicher Schutz in geeigneter Weise kombiniert, ergeben sich folgende, in Teil 410 der DIN VDE 0100 behandelte, Schutzmaßnahmen:

- Automatische Abschaltung der Stromversorgung (DIN VDE 0100-411)
- Doppelte oder verstärkte Isolierung (DIN VDE 0100-412)
- Schutztrennung (DIN VDE 0100-413)
- Kleinspannung mittels SELV oder PELV (DIN VDE 0100-414)

Eine der wesentlichen Änderungen der DIN VDE 0100-410 ist der zusätzliche Schutz für Endstromkreise für den Außenbereich und Steckdosen in DIN VDE 0100-410, Abs. 411.3.3. Danach muss ein zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$  für Steckdosen, sowie für Endstromkreise für im Außenbereich verwendete tragbare Betriebsmittel  $\leq 32 \text{ A}$  vorgesehen werden.



# Normen, Formeln, Tabellen

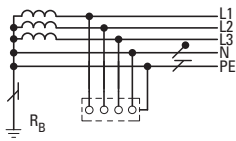
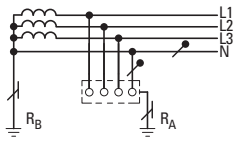
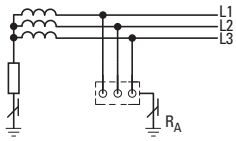
## Schutzmaßnahmen

### Schutzmaßnahme gegen indirektes Berühren mit Abschaltung oder Meldung

Die Abschaltbedingungen werden bestimmt durch die vorhandene Art von

Verteilungssystem und die gewählte Schutzeinrichtung.

### Systeme nach DIN IEC 60364-1 (DIN VDE 0100-100)

Systeme nach Art der Erdverbindung	Bedeutung der Kurzzeichen
<b>TN-System</b> 	<p>T: direkte Verbindung eines Punktes zur Erde</p> <p>N: direkte elektrische Verbindung der Körper (von elektrischen Betriebsmitteln) mit dem geerdeten Punkt des Stromversorgungssystems</p>
<b>TT-System</b> 	<p>T: direkte Verbindung eines Punktes zur Erde</p> <p>T: direkte elektrische Verbindung der Körper zur Erde, unabhängig von einer etwaig bestehenden Erdung des Versorgungssystems</p>
<b>IT-System</b> 	<p>I: Isolierung aller aktiven Teile von Erde oder Verbindung eines Punktes mit Erde über eine hohe Impedanz</p> <p>T: direkte elektrische Verbindung der Körper zur Erde, unabhängig von einer etwaig bestehenden Erdung des Versorgungssystems</p>

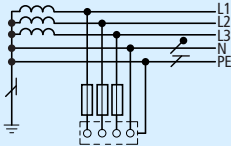
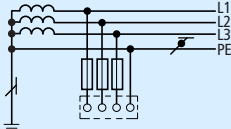
$R_B$  Erdung an der Stromquelle

$R_A$  Erdung am Körper des elektrischen Betriebsmittels

# Normen, Formeln, Tabellen

## Schutzmaßnahmen

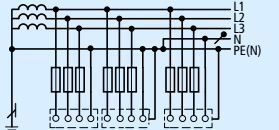
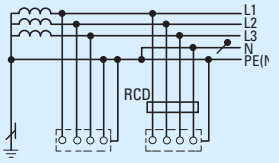
### Schutzeinrichtung und Abschaltbedingungen nach DIN IEC 60364-1 (DIN VDE 0100-100)

Art von Verteilungssystem	TN-System	
Schutz durch	Prinzipschaltung	Abschaltbedingung
Überstrom-Schutzeinrichtung	TN-S-System getrennte Neutralleiter und Schutzleiter im gesamten System 	$Z_s \times I_a \leq U_0$ mit $Z_s =$ Impedanz der Fehlerschleife $I_a =$ Strom, der das Abschalten bewirkt in (nach VDE 0100-411.3.2): <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\leq 5</math> s</li> <li>• <math>\leq 0,2</math> s</li> </ul> $U_0 =$ Nennspannung gegen geerdeten Leiter
Sicherungen, Leitungsschutzschalter, Leistungsschalter	TN-C-System Neutralleiter- und Schutzleiterfunktionen im gesamten System in einem einzigen Leiter, dem PEN-Leiter zusammengefasst 	

# Normen, Formeln, Tabellen

## Schutzmaßnahmen

### Schutzeinrichtung und Abschaltbedingungen nach DIN IEC 60364-1 (DIN VDE 0100-100) bzw. DIN IEC 60364-4-41 (DIN VDE 0100-410)

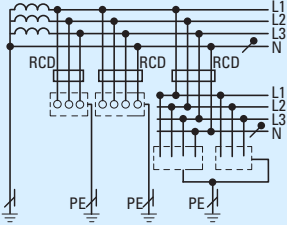
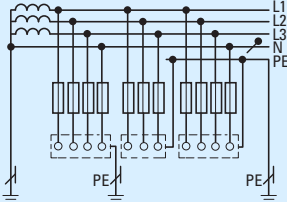
Art von Verteilungssystem	TN-System	
Schutz durch	Prinzipschaltung	Abschaltbedingung
Überstrom-Schutzeinrichtung	<p>TN-C-S-System</p> <p>Neutralleiter- und Schutzleiterfunktionen in einem Teil des Systems in einem einzigen Leiter, dem PEN-Leiter zusammengefasst</p> 	
Fehlerstrom-Schutzeinrichtung		$Z_s \times I_{\Delta n} \leq U_0$ mit $I_{\Delta n}$ = Nennfehlerstrom $U_0$ = Grenze der zulässigen Berührungsspannung*: $\leq 50 \text{ V AC}$ , $\leq 120 \text{ V DC}$

\* → Tabelle, Seite 10-11

# Normen, Formeln, Tabellen

## Schutzmaßnahmen

### Schutzeinrichtung und Abschaltbedingungen nach DIN IEC 60364-1 (DIN VDE 0100-100) bzw. DIN IEC 60364-4-41 (DIN VDE 0100-410)

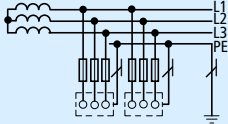
Art von Verteilungssystem	TT-System	
Schutz durch	Prinzipschaltung	Meldungs-/ Abschaltbedingungen
Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (Allgemeinfall)		$R_A \times I_{\Delta n} \leq U_L$ mit $R_A$ = Erdungswiderstand der Erde der Körper (Summe) $I_{\Delta n}$ = Nennfehlerstrom $U_L$ = Grenze der zulässigen Berührungsspannung*: $\leq 50 \text{ V AC}$ , $\leq 120 \text{ V DC}$
Überstrom-Schutzeinrichtung  Sicherungen, Leitungsschutzschalter, Leistungsschalter (Sonderfall)		$R_A \times I_a \leq U_L$ mit $I_a$ = Strom, der das automatische Abschalten $\leq 5 \text{ s}$ bewirkt

\* → Tabelle, Seite 10-11

# Normen, Formeln, Tabellen

## Schutzmaßnahmen

### Schutzeinrichtung und Abschaltbedingungen nach DIN IEC 60364-1 (DIN VDE 0100-100)

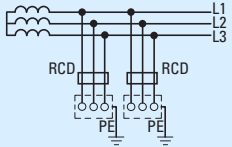
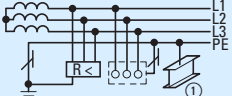
Art von Verteilungssystem	TT-System	
Schutz durch	Prinzipschaltung	Meldungs-/ Abschaltbedingungen
Überstrom-Schutzeinrichtung (immer mit zusätzlicher Isolationsüberwachungseinrichtung, s. u.)		$R_A \times I_d \leq U_L$ (1) $Z_S \times I_a \leq U_0$ (2) $R_A$ = Erdungswiderstand aller mit einem Erder verbundenen Körper $I_d$ = Fehlerstrom im Falle des 1. Fehlers mit vernachlässigbarer Impedanz zwischen einem Außenleiter und dem Schutzleiter oder einem damit verbundenen Körper $U_L$ = Grenze der zulässigen Berührungsspannung*: $\leq 50 \text{ V AC}$ , $\leq 120 \text{ V DC}$

\* → Tabelle, Seite 10-11

# Normen, Formeln, Tabellen

## Schutzmaßnahmen

### Schutzeinrichtung und Abschaltbedingungen nach DIN IEC 60364-1 (DIN VDE 0100-100) bzw. DIN IEC 60364-4-41 (DIN VDE 0100-410)

Art von Verteilungssystem	IT-System	
Schutz durch	Prinzipschaltung	Meldungs-/ Abschaltbedingungen
FehlerstromSchutzeinrichtung (RCD) (immer mit zusätzlicher Isolationsüberwachungseinrichtung, s. u.)	 <p>The diagram shows a three-phase IT system with lines L1, L2, and L3. Two RCDs (Residual Current Devices) are connected to the phases. Each RCD is connected to a PE (Protective Earth) terminal, which is grounded. The RCDs are shown as rectangular blocks with terminals for the phase lines and the PE line.</p>	$R_A \times I_{\Delta n} \leq U_L$ $I_{\Delta n} = \text{Nennfehlerstrom}$
Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD)	 <p>The diagram shows a three-phase IT system with lines L1, L2, and L3, and a PE line. An IMD (Insulation Monitoring Device) is connected to the phase lines and the PE line. A resistor R is connected between the PE line and ground. A circled '1' indicates an additional potential equalization point.</p>	<p>Die Isolationsüberwachungseinrichtung dient dazu, den Isolationszustand aller spannungsführenden Teile gegen Erde anzuzeigen.</p> <p>Wird ein bestimmter Widerstand (R) unterschritten, erfolgt eine Meldung (optisch/akustisch). Die Anlage wird nicht abgeschaltet sondern bleibt so lange betriebsbereit, bis ein zweiter Erdschluss auftritt und die automatische Abschaltung erfolgt.</p>

① zusätzlicher Potenzialausgleich

## Normen, Formeln, Tabellen

### Schutzmaßnahmen

Die Schutzeinrichtung muss den betroffenen Teil der Anlage automatisch abschalten. Es darf an keinem Punkt der

Anlage eine Berührungsspannung und Einwirkungsdauer größer als nach der Tabelle unten anstehen.

#### Maximale Abschaltzeiten (s) in Abhängigkeit von der Nennspannung Außenleiter gegen Erde und dem System nach DIN IEC 60364-4-41 (DIN VDE 0100-410)

		System	
		TN max. zulässige Abschaltzeit [s]	TT max. zulässige Abschaltzeit [s]
$50\text{ V} < U_0 \leq 120\text{ V}$	AC	0,8	0,3
	DC	(s. Anmerkung)	(s. Anmerkung)
$120\text{ V} < U_0 \leq 230\text{ V}$	AC	0,4	0,2
	DC	1,0	0,4
$230\text{ V} < U_0 \leq 400\text{ V}$	AC	0,2	0,07
	DC	0,4	0,2
$U_0 > 400\text{ V}$	AC	0,1	0,04
	DC	0,1	0,1

$U_0$  ist jeweils die Nennspannung Außenleiter gegen Erde.

#### Anmerkung:

Eine Abschaltung kann aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag gefordert sein.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

Kabel und Leitungen müssen mit Überstromschutzeinrichtungen gegen zu hohe Erwärmung geschützt werden, die sowohl

durch betriebsmäßige Überlastung als auch durch vollkommenen Kurzschluss auftreten kann.

#### Schutz bei Überlast

Der Schutz bei Überlast besteht darin, Schutzeinrichtungen vorzusehen, die Überlastströme in den Leitern eines Stromkreises unterbrechen, ehe sie eine für die Leiterisolierung, die Anschluss- und Verbindungsstellen sowie die Umgebung der Leitungen und Kabel schädliche Erwärmung hervorrufen können.

Zum Schutz bei Überlast von Leitungen müssen folgende Bedingungen erfüllt sein (Quelle: DIN IEC 60364-4-43 (DIN VDE 0100-430)).

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z$$

$I_B$  zu erwartender Betriebsstrom des Stromkreises

$I_Z$  Strombelastbarkeit der Leitung oder des Kabels

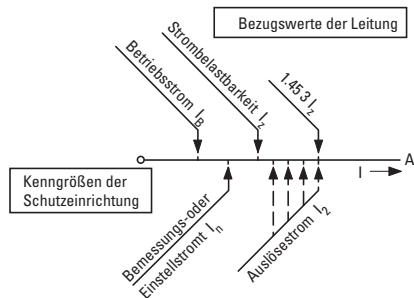
$I_n$  Nennstrom der Schutzeinrichtung

#### Anmerkung:

Bei einstellbaren Schutzeinrichtungen entspricht  $I_n$  dem Einstellwert.

$I_2$  Der Strom, der eine Auslösung der Schutzeinrichtung unter den in den Gerätebestimmungen festgelegten Bedingungen bewirkt.

10



#### Anordnung der Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast

Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast müssen am Anfang jedes Stromkreises sowie an allen Stellen eingebaut werden, an denen die Strombelastbarkeit

gemindert wird, sofern eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung den Schutz nicht sicherstellen kann.



## Normen, Formeln, Tabellen

### Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

#### Anmerkung:

Ursachen für die Minderung der Strombelastbarkeit können sein:

Verringerung des Leiterquerschnittes, andere Verlegungsart, andere Leiterisolierung, andere Anzahl.

Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Überlast sollten nicht eingebaut werden, wenn die Unterbrechung des Stromkreises eine Gefahr darstellen kann. Die Stromkreise

müssen dann so ausgelegt sein, dass mit dem Auftreten von Überlastströmen nicht gerechnet werden muss.

Beispiele:

- Erregerstromkreise von umlaufenden Maschinen
- Speisestromkreise von Hubmagneten
- Sekundärstromkreise von Stromwandlern
- Stromkreise, die der Sicherheit dienen.

#### Schutz bei Kurzschluss

Der Schutz bei Kurzschluss besteht darin, Schutzeinrichtungen vorzusehen, die Kurzschlussströme in den Leitern eines Stromkreises unterbrechen, ehe sie eine für die Leiterisolierung, die Anschluss- und Verbindungsstellen sowie die Umgebung der Leitungen und Kabel schädliche Wärme hervorrufen können.

Allgemein kann die zulässige Ausschaltzeit  $t$  für Kurzschlüsse bis zu 5 s Dauer annähernd nach folgender Gleichung bestimmt werden:

$$t = \left( k \times \frac{S}{I} \right)^2 \quad \text{oder} \quad I^2 \times t = k^2 \times S^2$$

Darin bedeuten:

- $t$ : zulässige Ausschaltzeit im Kurzschlussfall in s  
 $S$ : Leiterquerschnitt in mm<sup>2</sup>  
 $I$ : Effektivwert des Stromes bei vollkommenem Kurzschluss in A  
 $k$ : Konstante mit den Werten, wenn nicht anders vom Kabel-Hersteller angegeben
- 115 bei PVC-isolierten Kupferleitern
  - 76 bei PVC-isolierten Aluminiumleitern

- 141 bei gummiisolierten Kupferleitern
- 93 bei gummiisolierten Aluminiumleitern
- 115 bei Weichlotverbindungen in Kupferleitern
- Weitere Werte für  $k$  sind in Tabelle 43A der DIN IEC 60364-4-43 (DIN VDE 0100-430) enthalten.

Bei sehr kurzen zulässigen Ausschaltzeiten ( $< 0,1$  s) muss das aus der Gleichung zu ermittelnde Produkt  $k^2 \times S^2$  größer sein als der vom Hersteller angegebene  $I^2 \times t$ -Wert der strombegrenzenden Schutzeinrichtung.

#### Anordnung der Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss

Schutzeinrichtungen für den Schutz bei Kurzschluss müssen am Anfang jedes Stromkreises sowie an allen Stellen eingebaut werden, an denen die Kurzschlussstrom-Belastbarkeit gemindert wird (Verringerung des Leiterquerschnitts), sofern eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung den geforderten Schutz bei Kurzschluss nicht mehr sicherstellen kann.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

#### Anmerkung:

Ursachen für die Minderung der Kurzschlussstrom-Belastbarkeit können sein: Verringerung des Leiterquerschnittes, andere Leiterisolierung.

Auf den Kurzschlusschutz muss in allen Fällen verzichtet werden, wo eine Unterbrechung des Stromkreises eine Gefahr

darstellen kann. In diesen Fällen müssen zwei Anforderungen erfüllt sein:

- Das Kabel ist so verlegt, dass das Kurzschlussrisiko auf ein Minimum reduziert ist.
- Das Kabel ist nicht in der Nähe brennbarer Materialien verlegt.

#### Schutz der Außenleiter und des Neutralleiters (Mittelleiters)

##### Schutz der Außenleiter

Überstromschutzeinrichtungen sind in allen Außenleitern vorzusehen: sie müssen die Abschaltung des Leiters, in dem der Strom auftritt, bewirken, nicht aber unbedingt auch die Abschaltung der übrigen aktiven Leiter.

#### Anmerkung:

Wenn die Abschaltung eines einzigen Außenleiters eine Gefahr verursachen kann, z. B. bei Drehstrommotoren, muss eine geeignete Vorkehrung getroffen werden. Motorschutzschalter und Leistungsschalter schalten stets 3-polig ab.

##### Schutz des Neutralleiters in

1. Anlagen mit direkt geerdetem Sternpunkt (TN- oder TT-Systeme)

**Ist der Querschnitt des Neutralleiters geringer als der der Außenleiter, so ist eine seinem Querschnitt angemessene Überstromerfassung im Neutralleiter vorzusehen;** diese Überstromerfassung muss die Abschaltung der Außenleiter, jedoch nicht unbedingt die des Neutralleiters bewirken.

Es ist jedoch zulässig, auf eine Überstromerfassung im Neutralleiter zu verzichten, wenn

- der Neutralleiter durch die Schutzeinrichtung der Außenleiter des Stromkreises bei Kurzschluss geschützt wird und
- der Höchststrom, der den Neutralleiter durchfließen kann, bei normalem Betrieb beträchtlich geringer ist als der Wert der Strombelastbarkeit dieses Leiters.

#### Anmerkung:

Diese zweite Bedingung ist erfüllt, wenn die übertragene Leistung möglichst gleichmäßig auf die Außenleiter aufgeteilt ist, z. B. wenn die Summe der Leistungsaufnahme der zwischen Außenleiter und Neutralleiter angeschlossenen Verbrauchsmittel, wie Leuchten und Steckdosen, sehr viel kleiner ist als die gesamte über den Stromkreis übertragene Leistung.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

---

#### 2. Anlagen mit nicht direkt geerdetem Sternpunkt (IT-System)

Wenn das Mitführen des Neutralleiters erforderlich ist, **muss im Neutralleiter jedes Stromkreises eine Überstromerfassung vorgesehen werden**, die die Abschaltung aller aktiven Leiter des betreffenden Stromkreises (einschließlich des Neutralleiters) bewirkt.

Auf diese Überstromerfassung darf jedoch verzichtet werden, wenn der betrachtete Neutralleiter durch eine vorgeschaltete Schutzeinrichtung, z. B. in der Einspeisung der Anlage, bei Kurzschluss geschützt ist.

#### **Abschalten des Neutralleiters**

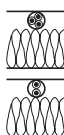




Wenn die Abschaltung des Neutralleiters vorgeschrieben ist, muss die verwendete Schutzeinrichtung so beschaffen sein, dass der Neutralleiter in keinem Fall vor den Außenleitern ausgeschaltet und nach diesen wieder eingeschaltet werden kann. 4-polige Leistungsschalter NZM erfüllen stets diese Bedingungen.

# Normen, Formeln, Tabellen

## Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

10

### Strombelastbarkeit und Schutz von Kabeln und Leitungen mit PVC-Isolierung nach DIN VDE 0298-4, bei 25 °C Umgebungstemperatur

Kabel und Leitungsbauart	NVM, NYBUY, NHYRUZY, NYIF, H07V-U, H07V-R, H07V-K, NYIFY		NVM, NYCWY, NYKY, NYM, NYMZ, NYMT, NYBUY, NHYRUZY	
Verlegeart	A1	B1	B2	E
	in wärmedämmenden Wänden im Elektroinstallationsrohr in der Wand	in Elektroinstallationsrohren Aderleitungen	Mehrradige Leitungen	frei in Luft
				
	Mehrradige Leitung in der Wand	Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr auf der Wand	Mehrradige Leitung im Elektroinstallationsrohr auf der Wand	Ein- oder mehradriges Kabel oder ummantelte Installationsleitungen
				Mehrradige Kabel oder ummantelte Installationsleitungen mit einem Mindestabstand von 0,3 x Durchmesser d zur Wand
Anzahl der Adern	2	2	2	2
	3	3	3	3
	3	3	3	3

Strombelastbarkeit  $I_z$  in A bei 25 °C Umgebungstemperatur und 70 °C Betriebstemperatur.

# Normen, Formeln, Tabellen

## Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

Fortsetzung

Verlegeart	A1			B1			B2			C			E			
	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	
Anzahl der Leiter in Adern																
Querschnitt Cu-Leiter in mm <sup>2</sup>	$I_n$	$I_z$	$I_n$	$I_n$	$I_z$	$I_n$	$I_n$	$I_z$	$I_n$	$I_n$	$I_z$	$I_n$	$I_n$	$I_z$	$I_n$	$I_n$
1,5	16	14,5	13	16	16,5	16	17,5	16	16	13	21	20	18,5	16	23	20
2,5	21	19,5	16	25	22	20	24	20	21	20	29	25	25	25	32	32
4	28	25	25	34	30	25	32	25	29	25	38	35	34	32	42	40
6	36	33	32	43	40	35	40	35	36	35	49	40	43	40	54	50
10	49	45	40	60	53	50	55	50	49	50	67	63	60	63	74	63
16	65	59	50	81	72	63	73	63	66	63	90	80	81	80	100	100
25	85	77	63	107	100	94	80	95	85	80	119	100	102	100	126	125
35	105	100	80	133	125	117	100	118	105	100	146	125	126	125	157	157
50	126	125	114	160	142	142	125	141	125	125	178	160	153	125	191	160
70	160	144	125	204	181	160	178	160	158	125	226	224	195	160	246	224
95	193	160	174	246	219	200	213	200	190	160	273	250	236	224	299	250
120	223	200	199	285	253	250	246	224	218	200	317	315	275	250	348	315

Bei Überstrom-Schutzeinrichtungen, deren Bemessungsstrom  $I_n$  nicht den in der Tabelle genannten Werten entspricht, den nächst kleineren verfügbaren Bemessungsstrom wählen.

**Normen, Formeln, Tabellen****Überstromschutz von Kabeln und Leitungen****Mindestquerschnitte für Schutzleiter nach DIN IEC 60364-5-54 (DIN VDE 0100-540)**

Außenleiter		Schutzleiter oder PEN-Leiter <sup>1)</sup>		Schutzleiter <sup>3)</sup> getrennt verlegt		
		Isolierte Starkstromleitungen	0,6/1-kV-Kabel mit 4 Leitern	geschützt		ungeschützt <sup>2)</sup>
mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup> Cu	Al	mm <sup>2</sup> Cu
bis	0,5	0,5	–	2,5	4	4
	0,75	0,75	–	2,5	4	4
	1	1	–	2,5	4	4
	1,5	1,5	1,5	2,5	4	4
	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4
	4	4	4	4	4	4
	6	6	6	6	6	6
	10	10	10	10	10	10
	16	16	16	16	16	16
	25	16	16	16	16	16
	35	16	16	16	16	16
	50	25	25	25	25	25
	70	35	35	35	35	35
	95	50	50	50	50	50
	120	70	70	70	70	70
	150	70	70	70	70	70
	185	95	95	95	95	95
	240	–	120	120	120	120
	300	–	150	150	150	150
	400	–	185	185	185	185

1) PEN-Leiter  $\geq 10 \text{ mm}^2$  Cu oder  $18 \text{ mm}^2$  Al.

2) Ungeschütztes Verlegen von Leitern aus Aluminium ist nicht zulässig.

3) Ab einem Querschnitt des Außenleiters von  $\geq 95 \text{ mm}^2$  vorzugsweise blanke Leiter anwenden.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

#### Umrechnungsfaktoren

Bei Temperaturen für die umgebende Luft anders als 30 °C; anzuwenden für die Strombelastbarkeit von Leitungen oder

Kabeln frei in Luft nach DIN VDE 0298-4, Tabelle 17.

Isolierwerkstoff <sup>1)</sup>	NR/SR	PVC	EPR
Zulässige Betriebstemperatur	60 °C	70 °C	80 °C
Umgebungstemperatur °C	Umrechnungsfaktoren		
10	1,29	1,22	1,18
15	1,22	1,17	1,14
20	1,15	1,12	1,10
25	1,08	1,06	1,05
30	1,00	1,00	1,00
35	0,91	0,94	0,95
40	0,82	0,87	0,89
45	0,71	0,79	0,84
50	0,58	0,71	0,77
55	0,41	0,61	0,71
60	–	0,50	0,63
65	–	0,35	0,55
70	–	–	0,45
75	–	–	0,32

<sup>1)</sup> bei höheren Umgebungstemperaturen nach Herstellerangaben

## Normen, Formeln, Tabellen

### Überstromschutz von Kabeln und Leitungen

#### Umrechnungsfaktoren nach DIN VDE 0298-4, Tabelle 21

Häufung von mehreren Stromkreisen

Anordnung	Anzahl der Stromkreise								
	1	2	3	4	6	9	12	16	20
1 Gebündelt oder umschlossen	1,00	0,80	0,70	0,65	0,57	0,50	0,45	0,41	0,38
2 Verlegt auf Wänden oder Fußböden	1,00	0,85	0,79	0,75	0,72	0,70	0,70	0,70	0,70
3 Verlegt unter Decken	0,95	0,81	0,72	0,68	0,64	0,61	0,61	0,61	0,61

Umrechnungsfaktoren für die Häufung von mehradrigen Kabeln oder Leitungen auf Kabelwannen und -pools sowie für weitere Fälle finden sich in der DIN VDE 0298-4, Tabellen 22 bis 27.



## Normen, Formeln, Tabellen

### Elektrische Ausrüstung von Maschinen

#### Anwendung von DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)

Diese Norm ist für die elektrische Ausrüstung von Maschinen anzuwenden, sofern für den auszurüstenden Maschinentyp keine Produktnorm (Typ C gemäß EU-Maschinenrichtlinie/-Verordnung) existiert.

Durch die Kopfzeile „Sicherheit von Maschinen“ werden die Sicherheitsanforderungen zum Schutz von Menschen, Maschinen und Material im Sinne der EU-Maschinenrichtlinie/-Verordnung hervorgehoben. Der Grad der möglichen Gefährdung ist durch eine Risikobewertung abzuschätzen und zu dokumentieren. Weiterhin enthält die Norm Anforderungen an Betriebsmittel, Projektierung und Aufbau sowie Prüfungen zur Sicherstellung der Schutzmaßnahmen und der einwandfreien Funktion. Die nachstehenden Abschnitte bilden einen Auszug aus der Norm.

Schaltstücken darf die AUS-Stellung angezeigt werden. Die Netz-Trenneinrichtung darf nur eine EIN- und AUS-Stellung mit zugeordneten Anschlägen haben. Stern-Dreieck-Schalter, Wende- und Polumschalter sind daher nicht zugelassen.

Die Ausgelöst-Stellung von Leistungsschaltern gilt nicht als Schaltstellung, daher besteht keine Einschränkung für den Einsatz als Netz-Trenneinrichtung.

Bei mehreren Einspeisungen muss jede eine Netz-Trenneinrichtung haben. Gegenseitige Verriegelungen sind vorzusehen, wenn durch das Ausschalten nur einer Netz-Trenneinrichtung eine Gefahr entstehen kann. Als fernbetätigte Schalter dürfen nur Leistungsschalter eingesetzt werden. Sie müssen mit einer zusätzlichen Handhabe versehen und in AUS-Stellung verschließbar sein.

#### Netz-Trenneinrichtung (Hauptschalter)

Jede Maschine muss mit einer handbetätigten Netz-Trenneinrichtung ausgerüstet werden. Es muss möglich sein, mit der Netz-Trenneinrichtung die gesamte elektrische Ausrüstung der Maschine vom Netz zu trennen. Das Ausschaltvermögen muss ausreichend sein, um gleichzeitig den Strom des größten Motors an der Maschine im festgebremsten Zustand und die Summe der Ströme aller übrigen Verbraucher im Normalbetrieb abschalten zu können.

Die AUS-Stellung muss verschließbar sein. Erst nach Erreichen der vorgeschriebenen Luft- und Kriechstrecken zwischen allen

## Normen, Formeln, Tabellen

### Elektrische Ausrüstung von Maschinen

#### Schutz gegen elektrischen Schlag

Zum Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag müssen Maßnahmen vorgesehen werden und zwar:

#### Basisschutz – Schutz gegen direktes Berühren

Hierunter ist der Schutz durch ein Gehäuse zu verstehen, das nur Fachkräfte mit Schlüsseln oder Werkzeug öffnen können. Vor dem Öffnen muss die Fachkraft die Netz-Trenneinrichtung nicht zwingend ausschalten. Aktive Teile müssen jedoch entsprechend DIN EN 50274 oder VDE 0660-514 gegen direktes Berühren geschützt werden.

Bei Verriegelung der Netz-Trenneinrichtung mit der Tür entfallen die Einschränkungen des vorhergehenden Abschnitts, da die Tür nur bei ausgeschalteter Netz-Trenneinrichtung geöffnet werden kann. Eine Elektrofachkraft darf die

Verriegelung mit einem Werkzeug aufheben können, etwa um einen Fehler zu suchen. Bei aufgehobener Verriegelung muss es weiterhin möglich sein, die Netz-Trenneinrichtung auszuschalten.

Soll ein Gehäuse ohne Verwendung eines Schlüssels und ohne Abschalten der Netz-Trenneinrichtung geöffnet werden können, müssen alle aktiven Teile mindestens der Schutzart IP 2X oder IP 2XB nach DIN EN 60529; DIN VDE 0470-1 entsprechen.

#### Fehlerschutz – Schutz bei indirektem Berühren

Hierbei soll verhindert werden, dass durch einen Isolationsfehler eine gefährliche Berührungsspannung ansteht. Zur Erfüllung dieser Forderung sind die Schutzmaßnahmen nach DIN IEC 60364-4-410 (DIN VDE 0100-410) anzuwenden.

10

#### Schutz der Ausrüstung

##### Schutz bei Spannungsausfall

Bei Wiederkehr der Spannung nach einem Netzausfall dürfen Maschinen oder Teile von Maschinen nicht selbsttätig anlaufen, wenn das zu einem gefährlichen Zustand oder zu einem Sachschaden führen kann. Mit Schützsteuerungen kann man diese Forderung durch Selbsthalteschaltungen leicht erfüllen.

Bei Schaltungen mit Dauerkontaktgabe kann ein zusätzliches Hilfsschütz mit Impulskontaktgabe in der Zuleitung des Steuerstromkreises diese Aufgabe übernehmen. Aber auch Netz-Trenneinrichtung und Motorschutzschalter mit Unterspannungsauslöser verhindern zuverlässig den

selbsttätigen Anlauf nach Spannungswiederkehr.

##### Überstromschutz

Für ankommende Netzanschlussleitungen braucht man im Normalfall keine Überstromschutzeinrichtung. Der Überstromschutz wird von der Schutzeinrichtung am Anfang der Zuleitung übernommen. Alle anderen Stromkreise müssen durch Sicherungen oder Leistungsschalter geschützt werden.

Für Sicherungen besteht die Forderung, dass diese im Einsatzland eingesetzt werden dürfen und sich dort ersetzen lassen. Diese Schwierigkeit lässt sich durch den

## Normen, Formeln, Tabellen

### Elektrische Ausrüstung von Maschinen

Einsatz von Leistungsschaltern umgehen, die zudem noch weitere Vorteile wie allpoliges Freischalten, schnelle Wiedereinschaltbereitschaft und Verhinderung von Einphasenlauf bieten.

#### Überlastschutz von Motoren

Motoren über 0,5 kW für Dauerbetrieb müssen gegen Überlast geschützt werden idealerweise auch gegen Phasenausfall. Für alle anderen Motoren wird der

Überlastschutz empfohlen. Motoren, die häufig anlaufen und abgebremst werden, sind schwierig zu schützen und benötigen oft eine besondere Schutzvorrichtung. Für Motoren mit beeinträchtigter Kühlung sind eingebaute Thermofühler besonders geeignet. Zusätzlich empfiehlt sich stets der Einbau von Bimetall-Motorschutzrelais, insbesondere als Schutz bei Läuferblockierung.

#### Steuerfunktionen im Fehlerfall

Durch Fehler in der elektrischen Ausrüstung darf es nicht zu gefährlichen Zuständen oder Schäden kommen. Gefahren müssen durch geeignete Maßnahmen in ihrer Entstehung verhindert werden. Der Aufwand für entsprechende Maßnahmen kann sehr groß und teuer werden, wenn sie generell vorgesehen werden. Eine Abschätzung der Höhe des Risikos in Verbindung mit dem jeweiligen Einsatz bietet die Norm DIN EN ISO 13849-1 „Sicherheit von Maschinen, Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen, Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze“.

Die Anwendung der Risikoabschätzung nach DIN EN ISO 13849-1 wird im Sicherheitshandbuch „Sicherheitstechnik an Maschinen und Anlagen“ von Eaton behandelt (PU05907001Z).

Download Sicherheitshandbuch:

[Eaton.com/shb](http://Eaton.com/shb)



## Normen, Formeln, Tabellen

### Elektrische Ausrüstung von Maschinen

#### NOT-AUS-Einrichtung zum Handeln im Notfall

Jede Maschine, von der eine Gefährdung ausgehen kann, muss mit Einrichtung zum Handeln im Notfall versehen werden. Dieses Stillsetzen kann hauptstrommäßig durch einen Hauptschalter oder steuerstrommäßig durch ein Befehlsgerät erfolgen.

Bei Betätigung der NOT-AUS-Einrichtung sollen alle die Stromverbraucher durch Entregen mittelbar abgeschaltet werden, die unmittelbar zu einer Gefährdung führen können. Sie dürfen wahlweise auf elektromechanische Geräte wie Leistungsschütze, Hilfsschütze oder auf den Unterspannungsauslöser der Netz-Trenneinrichtung wirken.

Die Schaltstücke müssen zwangsläufig öffnen. Nach Betätigen des Befehlsgerätes darf die Maschine erst nach Entriegeln vor Ort wieder eingeschaltet werden können. Das Entriegeln allein darf keinen Wiederanlauf bewirken.

Für NOT-AUS-Schalter und NOT-HALT-Befehlsgeräte gilt weiterhin:

- Die Handhabe muss rot und mit der Kontrastfarbe gelb unterlegt sein.
- NOT-AUS- bzw. NOT-HALT-Einrichtungen müssen im Gefahrenfall schnell und leicht erreichbar sein.
- NOT-AUS bzw. NOT-HALT muss Vorrang gegenüber allen anderen Funktionen und Betätigungen haben.
- Die Funktionsfähigkeit ist durch Prüfungen festzustellen, besonders bei erschwerten Umgebungsbedingungen.
- Bei Unterteilung in mehrere NOT-HALT-Bereiche muss die Zuordnung erkennbar sein.

#### Handlungen im Notfall

In der DIN EN 60204-1 werden zwei Einzelfunktionen beschrieben:

##### 1. Geräte für NOT-HALT

Hierbei handelt es sich um die Möglichkeit, gefahrbringende Bewegungen so schnell wie möglich stillzusetzen.

##### 2. Geräte für NOT-AUS

Besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages durch direktes Berühren, z. B. mit aktiven Teilen in elektrischen Betriebsräumen, so ist ein Gerät zum Ausschalten im Notfall vorzusehen.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Elektrische Ausrüstung von Maschinen

#### Kennfarben für Drucktaster und ihre Bedeutung

nach DIN EN 60073; VDE 0199  
DIN EN 60204-1; VDE 0113-1, Tabelle 2

Farbe	Bedeutung	Typische Anwendung
ROT	Notfall	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NOT-AUS</li> <li>• Brandbekämpfung</li> </ul>
GELB	Anormal	Eingriff, um unnormale Bedingungen zu unterdrücken oder unerwünschte Änderungen zu vermeiden
BLAU	Zwingend	Rückstellfunktion
GRÜN	Normal	Start aus sicherem Zustand
WEISS	keine spezielle Bedeutung zugeordnet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Start/EIN (bevorzugt)</li> <li>• Stopp/AUS</li> </ul>
GRAU		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Start/EIN</li> <li>• Stopp/AUS</li> </ul>
SCHWARZ		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Start/EIN</li> <li>• Stopp/AUS (bevorzugt)</li> </ul>

## Normen, Formeln, Tabellen

### Elektrische Ausrüstung von Maschinen

#### Kennfarben für Anzeigeleuchten und ihre Bedeutung

nach DIN EN 60073; VDE 0199

DIN EN 60204-1; VDE 0113-1, Tabelle 4

Farbe	Bedeutung	Erläuterung	Typische Anwendung
ROT	Notfall	Warnung vor möglicher Gefahr oder Zuständen, die ein sofortiges Eingreifen erfordern	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausfall des Schmier-systems</li> <li>• Temperatur außerhalb vorgegebener (sicherer) Grenzen</li> <li>• wesentliche Teile der Ausrüstung durch Ansprechen einer Schutz-einrichtung gestoppt</li> </ul>
GELB	Anormal	bevorstehender kritischer Zustand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur (oder Druck) abweichend vom Normalwert</li> <li>• Überlast, deren Dauer nur innerhalb beschränkter Zeit zulässig ist</li> </ul>
BLAU	Zwingend	Handlung durch den Bediener erforderlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hindernis entfernen</li> <li>• auf Vorschub umschalten</li> </ul>
GRÜN	Normal	Anzeige sicherer Betriebsverhältnisse oder Freigabe des weiteren Betriebsablaufes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kühlflüssigkeit läuft</li> <li>• automatische Kesselsteuerung eingeschaltet</li> <li>• Maschine fertig zum Start</li> </ul>
WEISS	Neutral	jede Bedeutung: darf angewendet werden, wenn nicht klar ist, welche der Farben ROT, GELB oder GRÜN die geeignete wäre; oder als Bestätigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor läuft</li> <li>• Anzeige von Betriebsarten</li> </ul>

#### Kennfarben für Leuchtdrucktaster und ihre Bedeutung

Bei Leuchtdrucktastern gelten beide Tabellen, die erste Tabelle steht für die Funktion der Tasten.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Elektrische Ausrüstung von Maschinen

#### Sicherheitstechnische Kenngrößen nach DIN EN ISO 13849-1 und DIN EN IEC 62061 (VDE 0113-50)

Ein sicherheitsgerichtetes Teilsystem kann aus einer oder mehreren Komponenten zusammengesetzt werden. Für eine Bewertung des sicherheitsgerichteten Teilsystems einer Steuerung nach DIN EN ISO 13849-1 und DIN EN IEC 62061 werden Kennwerte benötigt, die vom Komponenten-Hersteller angegeben werden.

Eaton stellt die Kennwerte von sicherheitsrelevanten Komponenten im Bereich „Maschinenbau“ zur Verfügung:

[Eaton.com/safety](http://Eaton.com/safety)

#### Zuverlässigkeitswerte nach DIN EN ISO 13849-1:

B10d	Anzahl der Schaltspiele, bis 10 % der getesteten Geräte gefährlich ausgefallen sind
MTTFd	Mean Time To Dangerous Failure. Mittelwert der erwarteten Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall
PL	Performance Level

#### Zuverlässigkeitswerte nach DIN EN IEC 62061:

B10	Anzahl der Schaltspiele, bis 10 % der getesteten Geräte ausgefallen sind
PFHd	Probability of a Dangerous Failure per Hour. Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde
SIL CL	Safety Integrity Level Claim Limit. SIL-Anspruchsgrenze für ein Teilsystem.

## Normen, Formeln, Tabellen

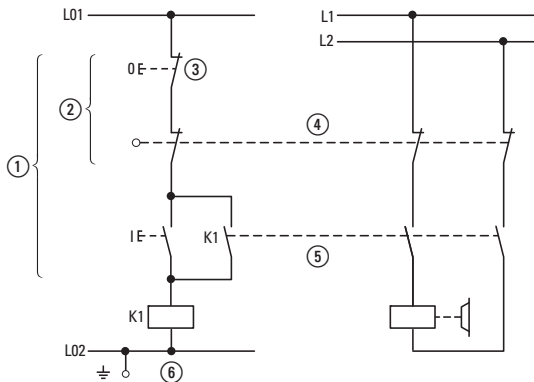
### Maßnahmen zur Risikoverminderung

#### Risikoverminderung im Fehlerfall

Durch Fehler in der elektrischen Ausrüstung darf es nicht zu gefährlichen Zuständen oder Schäden kommen.

Gefahren müssen durch geeignete Maßnahmen in ihrer Entstehung verhindert werden.

#### Verwendung von erprobten Schaltungstechniken und Bauteilen



- ① Alle Schaltfunktionen auf der nicht geerdeten Seite
- ② Verwendung von Schalteinrichtungen mit zwangsläufig öffnenden Kontakten (nicht zu verwechseln mit zwangsgeführten Kontakten)
- ③ Stillsetzen durch Entregung (drahtbruchsicher)
- ④ Schaltungstechnische Maßnahmen, die unerwünschte Betriebszustände im Fehlerfall unwahrscheinlich machen (hier gleichzeitige Unterbrechung durch Schütz und Grenzschalter)
- ⑤ Schalten aller aktiven Leiter zu dem zu steuernden Gerät.
- ⑥ Masseverbindung der Steuerstromkreise für Betriebszwecke (dient nicht als Schutzmaßnahme)

#### Redundanz

Bedeutet das Vorhandensein von einem zusätzlichen Gerät oder System, das im Fehlerfall die Funktion übernimmt.

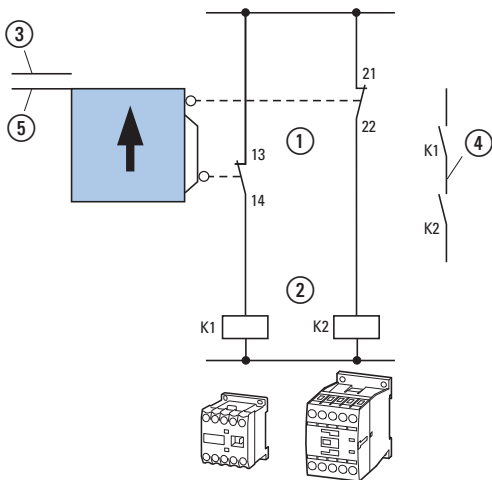


## Normen, Formeln, Tabellen

### Maßnahmen zur Risikoverminderung

#### Diversität

Aufbau von Steuerstromkreisen nach verschiedenen Funktionsprinzipien oder mit unterschiedlichen Arten von Geräten.



- ① Funktionelle Diversität durch Kombination von Öffner und Schließer
- ② Gerätediversität durch Verwendung unterschiedlicher Gerätearten (hier unterschiedliche Hilfsschütztypen)
- ③ Schutzeinrichtung offen
- ④ Rückführkreis
- ⑤ Schutzeinrichtung geschlossen

#### Funktionsprüfungen

Von Hand oder automatisch kann die einwandfreie Funktion der Betriebsmittel geprüft werden.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Schutzarten elektrischer Betriebsmittel

#### Schutzarten elektrischer Betriebsmittel durch Gehäuse, Abdeckungen und dergleichen nach DIN EN 60529; VDE 0470-1)

Die Schutzart, die ein elektrisches Betriebsmittel erfüllt, wird durch ein Kurzzeichen angegeben, das aus den Buchstaben **IP** und zwei Kennziffern besteht.

Die erste Kennziffer gibt den Berührungs- und Fremdkörperschutz und die zweite Kennziffer den Wasserschutz an.

#### Berührungs- und Fremdkörperschutz

Erste Kennziffer	Schutzumfang	
	Benennung	Erklärung
0	Kein Schutz	Kein besonderer Schutz von Personen gegen zufälliges Berühren unter Spannung stehender oder sich bewegender Teile. Kein Schutz des Betriebsmittels gegen Eindringen von festen Fremdkörpern.
1	Schutz gegen Fremdkörper $\geq 50$ mm	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit dem Handrücken. Die Zugangssonde, Kugel 50 mm Durchmesser, muss ausreichend Abstand von gefährlichen Teilen haben. Die Objektsonde, Kugel 50 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen.
2	Schutz gegen Fremdkörper $\geq 12,5$ mm	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Finger. Der gegliederte Prüffinger, 12 mm Durchmesser und 80 mm Länge, muss ausreichend Abstand von gefährlichen Teilen haben. Die Objektsonde, Kugel 12,5 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen.

## Normen, Formeln, Tabellen

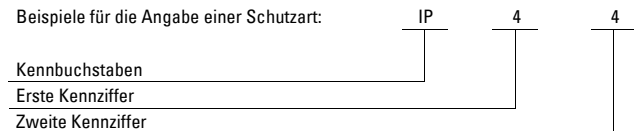
### Schutzarten elektrischer Betriebsmittel

#### Berührungs- und Fremdkörperchutz

Erste Kennziffer	Schutzumfang	
	Benennung	Erklärung
3	Schutz gegen Fremdkörper $\geq 2,5$ mm	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Werkzeug. Die Zugangssonde, 2,5 mm Durchmesser, darf nicht eindringen. Die Objektsonde, 2,5 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen.
4	Schutz gegen Fremdkörper $\geq 1$ mm	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Die Zugangssonde, 1,0 mm Durchmesser, darf nicht eindringen. Die Objektsonde, 1,0 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen.
5	Schutz gegen Staubablagerung	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Die Zugangssonde, 1,0 mm Durchmesser darf nicht eindringen. Eindringen von Staub ist nicht vollständig verhindert, aber Staub darf nicht in einer solchen Menge eindringen, dass das zufriedenstellende Arbeiten des Gerätes oder die Sicherheit beeinträchtigt wird.
6	Schutz gegen Staubeintritt  Staubdicht	Geschützt gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit einem Draht. Die Zugangssonde, 1,0 mm Durchmesser darf nicht eindringen. Kein Eindringen von Staub.

10

Beispiele für die Angabe einer Schutzart:



## Normen, Formeln, Tabellen

### Schutzarten elektrischer Betriebsmittel

#### Für Wasserschutz

Zweite Kennziffer	Schutzumfang	
	Benennung	Erklärung
0	Kein Schutz	Kein besonderer Schutz
1	Schutz gegen senkrecht fallendes Tropfwasser	Wassertropfen, die senkrecht fallen, dürfen keine schädliche Wirkung haben.
2	Schutz gegen Tropfwasser, bei bis zu 15° Gehäuse- neigung	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben, wenn das Gehäuse um einen Winkel von 15° beiderseits der Senkrechten geneigt ist.
3	Schutz gegen Sprühwasser	Wasser, das in einem beliebigen Winkel bis 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädliche Wirkung haben.
4	Schutz gegen Spritzwasser	Wasser, das aus allen Richtungen gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben.
5	Schutz gegen Strahlwasser	Ein Wasserstrahl aus einer Düse, der aus allen Richtungen gegen das Betriebsmittel gerichtet wird, darf keine schädliche Wirkung haben.
6	Schutz gegen starkes Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädliche Wirkung haben.
7	Schutz beim zeitweiligen Untertauchen	Wasser darf nicht in schädlichen Mengen eindringen, wenn das Betriebsmittel unter genormten Druck- und Zeitbedingungen in Wasser eingetaucht wird.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Schutzarten elektrischer Betriebsmittel

Zweite Kennziffer	Schutzumfang	
	Benennung	Erklärung
8	Schutz beim dauernden Untertauchen	Wasser darf nicht in schädlichen Mengen eindringen, wenn das Betriebsmittel dauernd unter Wasser getaucht wird unter Bedingungen, die zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden müssen. Die Bedingungen müssen schwieriger sein als die für Kennziffer 7.
9	Schutz bei Hochdruck-/Dampfstrahlreinigung	Wasser, das aus jeder Richtung unter stark erhöhtem Druck gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben. Wasserdruck 100 bar Wassertemperatur 80 °C

## Normen, Formeln, Tabellen

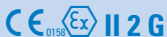
### Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

#### Kennzeichnungsübersicht für den internationalen Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen (EU/ATEX/IECEx/CSA)

#### Beispielhafte Darstellung der Kennzeichnung von elektrischen Betriebsmitteln für gasexplosionsgefährdete Bereiche (EU/ATEX/IECEx Raum)

Kennzeichnung nach Richtlinie 2014/34/EU (früher 94/9/EG) (ATEX)

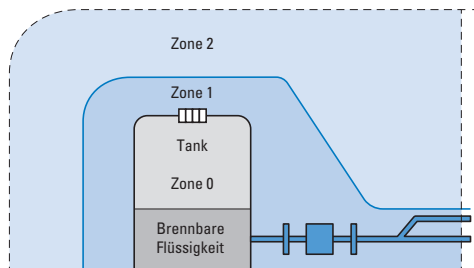
Kennzeichnung nach IEC/CENELEC/CSA Norm 60079-0



**Ex db eb IIC T4 Gb**

- **CE** CE-Kennzeichnung mit Kennnummer der notifizierten (überwachenden) Stelle (0158 = DEKRA EXAM GmbH) (nicht bei Kategorie 3 Betriebsmitteln)
- **Ex** Explosionsschutz-Kennzeichen
- **II** Gerätegruppe (Geräte für explosionsgefährdete Bereiche, außer schlagwettergefährdeten Grubenbauen)
- **2** Gerätekategorie (Kategorie 2 Betriebsmittel)
- **G** Explosionsfähige Atmosphäre aus Gas, Dampf oder Nebel
- **Ex** Explosionsschutz-Kennzeichnung
- **db** Zündschutzart (druckfeste Kapselung, Schutzniveau „db“)
- **eb** Zündschutzart (erhöhte Sicherheit, Schutzniveau „eb“)
- **IIC** Gerätegruppe (Elektrisches Gerät der Gruppe II, Untergruppe IIC (typisches Gas ist Wasserstoff), vorgesehen für einen Betrieb in Bereichen, in denen mit explosionsfähiger Gasatmosphäre zu rechnen ist, ausgenommen schlagwettergefährdete Grubenbaue)
- **T4** Temperaturklasse (Oberflächentemperatur max. 135 °C)
- **Gb** Geräteschutzniveau (EPLGb; Gerät mit hohem Schutzniveau)

10



Beispielhafte räumliche Bestimmung von Gas-Ex Zonen  
Gas-Ex Bereich nach IEC/EN 60079-10-1

## Normen, Formeln, Tabellen

### Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

#### Beispielhafte Darstellung der Kennzeichnung von elektrischen Betriebsmitteln für staubexplosionsgefährdete Bereiche (EU/ATEX/IECEx Raum)

Kennzeichnung nach Richtlinie 2014/34/EU (früher 94/9/EG) (ATEX)

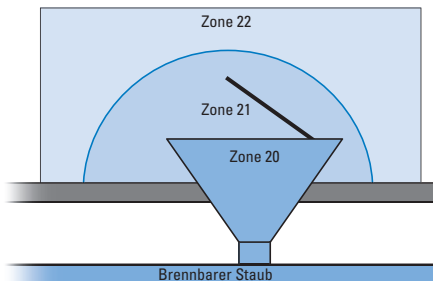


- **CE** CE-Kennzeichnung mit Kennnummer der notifizierten (überwachenden) Stelle (0158 = DEKRA EXAM GmbH) (nicht bei Kategorie 3 Betriebsmitteln)
- **Ex** Explosionsschutz-Kennzeichen
- **II** Gerätegruppe (Geräte für explosionsgefährdete Bereiche, außer schlagwettergefährdeten Grubenbauen)
- **2** Gerätekategorie (Kategorie 2 Betriebsmittel)
- **D** Explosionsfähige Staub-Atmosphäre

Kennzeichnung nach IEC/CENELEC/CSA Norm 60079-0

#### Ex tb IIIC T80 °C Db

- **Ex** Explosionsschutz-Kennzeichnung
- **tb** Zündschutzart (Schutz durch Gehäuse, Schutzniveau „tb“)
- **IIIC** Gerätegruppe (Elektrisches Gerät der Gruppe III, Untergruppe IIIC „leitfähige Stäube“, vorgesehen für einen Betrieb in Bereichen, in denen mit explosionsfähiger Staub-Atmosphäre zu rechnen ist, ausgenommen schlagwettergefährdete Grubenbaue)
- **T80 °C** Oberflächentemperatur (max. 80 °C)
- **Db** Geräteschutzniveau (EPL Db; Gerät mit hohem Schutzniveau)



Beispielhafte räumliche Bestimmung von Staub-Ex Zonen  
Staub-Ex Bereich nach IEC/EN 60079-10-2

## Normen, Formeln, Tabellen

Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

### Explosionsgruppen

Explosionsfähige Atmosphäre	Typischer brennbarer Stoff	Gruppe
Gas, Dampf oder Nebel	Acetylen	IIC
	Wasserstoff	IIC/IIB+H2
	Ethylen/Formaldehyd	IIB
	Methan/Oktan	IIA
Staub	Leitfähig	IIIC
	Kohlenstaub	
	Nicht leitfähig	IIIB
	Fasern, Flusen	IIIA
	Holz-, Papier- oder Baumwollverarbeitung	

### Temperaturklassen

Maximale Oberflächentemperatur	IEC/EN 60079-0
450 °C	T1
300 °C	T2
200 °C	T3
135 °C	T4
100 °C	T5
85 °C	T6



## Normen, Formeln, Tabellen

Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

### Elektrische Zündschutzarten für explosionsfähige Atmosphären von brennbaren Gasen, Dämpfen und Nebeln

Kennung	Schutz-niveau	Zündschutzart	Gruppe	Geräte-kategorie
d	da	Druckfeste Kapselung	II	1 G
d	db	Druckfeste Kapselung	II	2 G
d	dc	Druckfeste Kapselung	II	3 G
p	pxb pyb	Überdruckkapselung	II	2 G
p	pzc	Überdruckkapselung	II	3 G
q		Sandkapselung	II	2 G
o	ob	Ölkapselung	II	2 G
o	oc	Ölkapselung	II	3 G
e	eb	Erhöhte Sicherheit	II	2 G
e	ec	Erhöhte Sicherheit	II	3 G
i	ia	Eigensicherheit	II	1 G
i	ib	Eigensicherheit	II	2 G
i	ic	Eigensicherheit	II	3 G
p/v		Überdruckkapselung/Ventilation	II	2 G
nA		Nicht-funkendes Betriebsmittel	II	3 G
nC		Umschlossenes Betriebsmittel	II	3 G

## Normen, Formeln, Tabellen

### Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

Geräteschutz- niveau (EPL)	CENELEC/IEC/CSA Normen	Schutzkonzept
Ga	EN/IEC/CSA 60079-1	Einschluss der Explosion, Verhinderung des Flammendurchschlages
Gb	EN/IEC/CSA 60079-1	Einschluss der Explosion, Verhinderung des Flammendurchschlages
Gc	EN/IEC/CSA 60079-1	Einschluss der Explosion, Verhinderung des Flammendurchschlages
Gb	EN/IEC/CSA 60079-2	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Gc	EN/IEC/CSA 60079-2	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Gb	EN/IEC/CSA 60079-5	Verhinderung des der Explosions- ausbreitung
Gb	EN/IEC/CSA 60079-6	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Gc	EN/IEC/CSA 60079-6	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Gb	EN/IEC/CSA 60079-7	Keine Lichtbögen, Funken oder heiße Oberflächen
Gc	EN/IEC/CSA 60079-7	Keine Lichtbögen, Funken oder heiße Oberflächen
Ga	EN/IEC/CSA 60079-11	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemperatur
Gb	EN/IEC/CSA 60079-11	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemperatur
Gc	EN/IEC/CSA 60079-11	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemperatur
Gb	EN/IEC/CSA 60079-13	Ausschluss der Ex-Atmosphäre/ Verdünnung
Gc	EN/IEC/CSA 60079-15	Keine Lichtbögen, Funken oder heiße Oberflächen
Gc	EN/IEC/CSA 60079-15	Verhinderung des Flammendurch- schlages

**Normen, Formeln, Tabellen****Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen**

<b>Kennung</b>	<b>Schutz-niveau</b>	<b>Zündschutzart</b>	<b>Gruppe</b>	<b>Geräte-kategorie</b>
nR		Schwadensicheres Gehäuse	II	3 G
m	ma	Vergusskapselung	II	1 G
m	mb	Vergusskapselung	II	2 G
m	mc	Vergusskapselung	II	3 G
i		Eigensichere Systeme	II	2 G
		Betriebsmittel mit Geräteschutz-niveau (EPL) Ga	II	1 G 1 G/2 G
op is		Inhärent sichere optische Strahlung	II	1 G
op is		Inhärent sichere optische Strahlung	II	2 G
op is		Inhärent sichere optische Strahlung	II	3 G
op pr op sh		Geschützte/verriegelte optische Strahlung	II	2 G
op pr op sh		Geschützte/verriegelte optische Strahlung	II	3 G
s	sa	Sonderschutz	n.a.	n.a.
s	sb	Sonderschutz	n.a.	n.a.
s	sc	Sonderschutz	n.a.	n.a.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

Geräteschutz- niveau (EPL)	CENELEC/IEC/CSA Normen	Schutzkonzept
Gc	EN/IEC/CSA 60079-15	Zeitlich begrenzter Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Ga	EN/IEC/CSA 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Gb	EN/IEC/CSA 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Gc	EN/IEC/CSA 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Gb	EN/IEC/CSA 60079-25	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemperatur
Ga Ga/ Gb	EN/IEC/CSA 60079-26	Zweifachschutzkonzept
Ga	EN/IEC/CSA 60079-28	Begrenzung der Strahlungsenergie
Gb	EN/IEC/CSA 60079-28	Begrenzung der Strahlungsenergie
Gc	EN/IEC/CSA 60079-28	Begrenzung der Strahlungsenergie
Gb	EN/IEC/CSA 60079-28	Begrenzung oder Einschluss der Strahlungsenergie
Gc	EN/IEC/CSA 60079-28	Begrenzung oder Einschluss der Strahlungsenergie
Ga	IEC 60079-33	Besondere Maßnahmen
Gb	IEC 60079-33	Besondere Maßnahmen
Gc	IEC 60079-33	Besondere Maßnahmen

## Normen, Formeln, Tabellen

Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

### Elektrische Zündschutzarten für explosionsfähige Atmosphären von brennbaren Stäuben

Kennung	Schutz-niveau	Zündschutzart	Gruppe		Geräte-kategorie
			Richtl.	Norm	
p	pxb	Überdruckkapselung	II	III	2 D
p	pzc	Überdruckkapselung	II	III	3 D
i	ia	Eigensicherheit	II	III	1 D
i	ib	Eigensicherheit	II	III	2 D
i	ic	Eigensicherheit	II	III	3 D
m	ma	Vergusskapselung	II	III	1 D
m	mb	Vergusskapselung	II	III	2 D
m	mc	Vergusskapselung	II	III	3 D
op is		Inhärent sichere optische Strahlung	II	III	1 D
op is		Inhärent sichere optische Strahlung	II	III	2 D
op is		Inhärent sichere optische Strahlung	II	III	3 D
op pr op sh		Geschützte/verriegelte optische Strahlung	II	III	2 D
op pr op sh		Geschützte/verriegelte optische Strahlung	II	III	3 D
t	ta	Schutz durch Gehäuse	II	III	1 D
t	tb	Schutz durch Gehäuse	II	III	2 D
t	tc	Schutz durch Gehäuse	II	III	3 D
s	sa	Sonderschutz		III	n.a.
s	sb	Sonderschutz		III	n.a.
s	sc	Sonderschutz		III	n.a.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

Geräteschutz- niveau (EPL)	CENELEC/IEC/CSA Normen	Schutzkonzept
Db	EN/IEC/CSA 60079-2	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Dc	EN/IEC/CSA 60079-2	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Da	EN/IEC/CSA 60079-11	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemperatur
Db	EN/IEC/CSA 60079-11	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemperatur
Dc	EN/IEC/CSA 60079-11	Begrenzung der Funkenenergie und der Oberflächentemperatur
Da	EN/IEC/CSA 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Db	EN/IEC/CSA 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Dc	EN/IEC/CSA 60079-18	Ausschluss der Ex-Atmosphäre
Da	EN/IEC/CSA 60079-28	Begrenzung der Strahlungsenergie
Db	EN/IEC/CSA 60079-28	Begrenzung der Strahlungsenergie
Dc	EN/IEC/CSA 60079-28	Begrenzung der Strahlungsenergie
Db	EN/IEC/CSA 60079-28	Begrenzung oder Einschluss der Strahlungsenergie
Dc	EN/IEC/CSA 60079-28	Begrenzung oder Einschluss der Strahlungsenergie
Da	EN/IEC/CSA 60079-31	Staubausschluss
Db	EN/IEC/CSA 60079-31	Staubausschluss
Dc	EN/IEC/CSA 60079-31	Staubausschluss
Da	IEC 60079-33	Besondere Maßnahmen
Db	IEC 60079-33	Besondere Maßnahmen
Dc	IEC 60079-33	Besondere Maßnahmen

## Normen, Formeln, Tabellen

### Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

Zonenklassifikation/Geräteschutzniveau		Dauer der Anwesenheit eines entzündlichen Gemisches	Zonen	Mindestanforderungen an das Gerät				Schutzniveau
				Gerätegruppe	Geräte-kategorie	Gruppe	Geräteschutz-niveau EPL	
Gas, Nebel, Dampf	Ständig, über lange Zeiträume oder häufig	Zone 0	II	1 G	II	Ga	Sehr hoch	
		Zone 1	II	2 G	II	Gb	Hoch	
		Zone 2	II	3 G	II	Gc	Erhöht	
	Gelegentliches Auftreten Selten, wenn doch, dann nur kurzzeitig	Zone 20	II	1 D	III	Da	Sehr hoch	
		Zone 21	II	2 D	III	Db	Hoch	
		Zone 22	II	3 D	III	Dc	Erhöht	
Staub	Gelegentliches Auftreten Selten, wenn doch, dann nur kurzzeitig	Bergbau	I	M1	I	Ma	Sehr hoch	
		Bergbau	I	M2	I	Mb	Hoch	

## Normen, Formeln, Tabellen

### Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

#### Einteilung explosionsgeschützter Betriebsmittel in Gerätegruppen und Kategorien gemäß Richtlinie 2014/34/EU

##### Gerätegruppe I für schlagwettergefährdete Grubenbaue.

Die Gerätegruppe I wird in die Gerätekategorien M1 und M2 unterteilt.

##### Gerätekategorie M1

Die Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in untertägigen Bergwerken sowie deren Übertageanlagen bestimmt, die durch Grubengas und/oder brennbare Stäube gefährdet sind. Die Geräte müssen selbst bei seltenen Gerätestörungen in vorhandener explosionsfähiger Atmosphäre weiterbetrieben werden und weisen Explosionsschutzmaßnahmen auf, so dass beim Versagen einer apparativen Schutzmaßnahme mindestens eine zweite unabhängige apparative Schutzmaßnahme die erforderliche Sicherheit gewährleistet oder beim Auftreten von zwei unabhängigen Fehlern noch die erforderliche Sicherheit gewährleistet wird.

##### Gerätekategorie M2

Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in untertägigen Bergwerken sowie deren Übertageanlagen bestimmt, die durch Grubengas und/oder brennbare Stäube gefährdet werden können. Beim Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre müssen die Geräte abgeschaltet werden können. Die apparativen Explosionsschutzmaßnahmen gewährleisten das erforderliche Maß an Sicherheit im normalen Betrieb, auch unter schweren Betriebsbedingungen und insbesondere bei rauer Behandlung und wechselnden Umgebungseinflüssen.

##### Gerätegruppe II für alle übrigen explosionsgefährdeten Bereiche.

Die Gerätegruppe II wird in die Gerätekategorien 1, 2 und 3 unterteilt.

##### Gerätekategorie 1

Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre, die aus einem Gemisch von Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln oder aus Staub-/Luft-Gemischen besteht, ständig oder langfristig oder häufig vorhanden ist. Geräte dieser Kategorie müssen selbst bei selten auftretenden Gerätestörungen das erforderliche Maß an Sicherheit gewährleisten und weisen daher Explosionsschutzmaßnahmen auf, so dass

- beim Versagen einer apparativen Schutzmaßnahme mindestens eine zweite unabhängige apparative Schutzmaßnahme die erforderliche Sicherheit gewährleistet oder
- beim Auftreten von zwei unabhängigen Fehlern die erforderliche Sicherheit gewährleistet wird.

##### Gerätekategorie 2

Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Staub-/Luft-Gemischen gelegentlich auftritt. Die apparativen Explosionsschutzmaßnahmen dieser Kategorie gewährleisten selbst bei häufigen Gerätestörungen oder Fehlerzuständen, die üblicherweise zu erwarten sind, das erforderliche Maß an Sicherheit.



## Normen, Formeln, Tabellen

### Einsatz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen

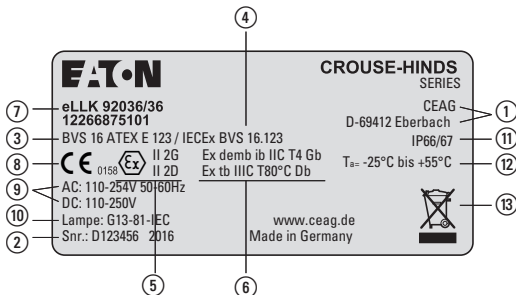
#### Geräteklasse 3

Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe, Nebel oder aufgewirbelten Staub auftritt,

aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraums.

Geräte dieser Kategorie gewährleisten bei normalem Betrieb das erforderliche Maß an Sicherheit.

#### Beispiel für ein Typenschild: CEAG-Produkt



- ① Name oder eingetragene Handelsmarke (CEAG) und Anschrift des Herstellers
- ② Seriennummer mit Herstellungsjahr
- ③ Zulassungsnummer, kann mit „X“ oder „U“ enden
  - bei „X“ sind besondere Bedingungen für den sicheren Gebrauch zu beachten
  - bei „U“ liegt eine Komponentenbescheinigung vor
- ④ Zusätzliche IECEx Bescheinigung
- ⑤ Richtlinienkennzeichnung: Gerätegruppe (II) und Geräteklasse (2); Art der explosionsfähigen Atmosphäre G (Gas, Dampf oder Nebel) – D (Staub)
- ⑥ Normenkennzeichnung: Kennzeichnung gemäß IEC/EN
- ⑦ Gerätebezeichnung/Typ
- ⑧ CE-Kennzeichnung und Nummer des „Notified Body“, verantwortlich für die Überwachung des Qualitäts-Systems (0158 = EXAM Deutschland)
- ⑨ Elektrische Kenngrößen
- ⑩ Andere erforderliche wichtige Informationen (normenabhängig, z. B. Lampe)
- ⑪ Andere optionale Informationen (z. B. Schutzgrad)
- ⑫ Zulässige Umgebungstemperatur (-25 °C bis +55 °C); bei -20 °C bis +40 °C ist keine Kennzeichnung erforderlich (Standardwerte für alle Geräte)
- ⑬ Kennzeichen nach EU-Richtlinie 2002/96/EG (WEEE-Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte; von engl.: **W**aste of **E**lectrical and **E**lectronic **E**quipment)

## Normen, Formeln, Tabellen

### Gebrauchskategorien für Schaltelemente

Nach DIN EN 60947-5-1 (VDE 0660-200, Tabelle 1, 4 und 5)

Stromart	Gebrauchskategorie	Typische Anwendungsfälle	Übliche Gebrauchs- bedingungen	
		$I$ = Einschaltstrom, $I_c$ = Ausschaltstrom, $I_e$ = Bemessungsbetriebsstrom, $U$ = Spannung, $U_e$ = Bemessungsbetriebsspannung $U_r$ = Wiederkehrende Spannung, $t_{0,95}$ = Zeit in ms, bis 95 % des stationären Stroms erreicht sind. $P = U_e \times I_e$ = Bemessungsleistung in Watt	Einschalten	
			$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Wechsel- strom	AC-12	Steuern von ohmscher Last und Halbleiterlast in Eingangskreisen von Optokopplern	1	1
	AC-13	Steuern von Halbleiterlast mit Transformatortrennung	2	1
	AC-14	Steuern kleiner elektromagnetischer Last (max. 72 VA)	6	1
	AC-15	Steuern elektromagnetischer Last (größer als 72 VA)	10	1
			$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Gleich- strom	DC-12	Steuern von ohmscher Last und Halbleiterlast in Eingangskreisen von Optokopplern	1	1
	DC-13	Steuern von Elektromagneten	1	1
	DC-14	Steuern von elektromagnetischen Lasten mit Sparwiderständen im Stromkreis	10	1

## Normen, Formeln, Tabellen

### Gebrauchskategorien für Schaltelemente

				Unübliche Gebrauchsbedingungen					
Ausschalten				Einschalten			Ausschalten		
$\cos \varphi$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$
0,9	1	1	0,9	–	–	–	–	–	–
0,65	1	1	0,65	10	1,1	0,65	1,1	1,1	0,65
0,3	1	1	0,3	6	1,1	0,7	6	1,1	0,7
0,3	1	1	0,3	10	1,1	0,3	10	1,1	0,3
$t_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0,95}$	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$T_{0,95}$
1 ms	1	1	1 ms	–	–	–	–	–	–
$6 \times P^{1)}$	1	1	$6 \times P^{1)}$	1,1	1,1	$6 \times P^{1)}$	1,1	1,1	$6 \times P^{1)}$
15 ms	1	1	15 ms	10	1,1	15 ms	10	1,1	15 ms

1) Der Wert „6 x P“ ergibt sich aus einem empirischen Verhältnis, das den meisten Gleichstrom-Magnetlasten bis zum oberen Grenzwert  $P = 50 \text{ W}$  entspricht, wobei  $6 \text{ [ms]}/[\text{W}] = 300 \text{ [ms]}$  ist. Lasten mit einer Bemessungsleistung über 50 W setzen sich aus kleinen parallel liegenden Lasten zusammen. Deshalb sind 300 ms eine obere Grenze, unabhängig von der Größe der Leistung.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter

Nach DIN EN IEC 60947-4-1 (VDE 0660-102, Tabelle 1, B1 und 7)

Stromart	Gebrauchskategorie	Typische Anwendungsfälle I = Einschaltstrom, I <sub>c</sub> = Ausschaltstrom, I <sub>e</sub> = Bemessungsbetriebsstrom, U = Spannung, U <sub>e</sub> = Bemessungsbetriebsspannung U <sub>r</sub> = Wiederkehrende Spannung	Nachweis der elektrischen Lebensdauer		
			Einschalten		
			I <sub>e</sub> [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Wechselstrom	AC-1	Nicht induktive oder schwach induktive Last, Widerstandsöfen	alle Werte	1	1
	AC-2	Schleifringmotoren: Anlassen, Ausschalten	alle Werte	2,5	1
	AC-3	Käfigläufermotoren: Anlassen, Ausschalten während des Laufes <sup>4)</sup>	I <sub>e</sub> ≤ 17 I <sub>e</sub> > 17	6 6	1 1
	AC-3e	Käfigläufermotoren mit höherem Anzugsstrom: Anlassen, Ausschalten während des Laufes	I <sub>e</sub> ≤ 17 I <sub>e</sub> > 17	6 6	1 1
	AC-4	Käfigläufermotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen, Reversieren, Tippen	I <sub>e</sub> ≤ 17 I <sub>e</sub> > 17	6 6	1 1
	AC-5a	Schalten von Gasentladungslampen			
	AC-5b	Schalten von Glühlampen			
	AC-6a <sup>3)</sup>	Schalten von Transformatoren			
	AC-6b <sup>3)</sup>	Schalten von Kondensatorbatterien			
	AC-7a	Schwach induktive Last in Haushaltsgeräten und ähnlichen Anwendungen	gemäß Angaben des Herstellers		
	AC-7b	Motorlast für Haushaltsanwendungen			
	AC-8a	Steuern von hermetisch abgeschlossenen Kühlkompressor-motoren mit manueller Rückstellung der Überlastauslöser <sup>5)</sup>			

## Normen, Formeln, Tabellen

### Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter

			Nachweis des Schaltvermögens								
			Ausschalten			Einschalten			Ausschalten		
cos $\varphi$	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	cos $\varphi$	$I_e$ [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	cos $\varphi$	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	cos $\varphi$	
0,95	1	1	0,95	alle Werte	1,5	1,05	0,8	1,5	1,05	0,8	
0,65	2,5	1	0,65	alle Werte	4	1,05	0,65	4	1,05	0,8	
0,65	1	0,17	0,65	$I_e \leq 100$	8	1,05	0,45	8	1,05	0,45	
0,35	1	0,17	0,35	$I_e > 100$	8	1,05	0,35	8	1,05	0,35	
0,65	1	0,17	0,65	$I_e \leq 100$	8,5	1,05	0,45	8,5	1,05	0,45	
0,35	1	0,17	0,35	$I_e > 100$	8,5	1,05	0,35	8,5	1,05	0,35	
0,65	6	1	0,65	$I_e \leq 100$	10	1,05	0,45	10	1,05	0,45	
0,35	6	1	0,35	$I_e > 100$	10	1,05	0,35	10	1,05	0,35	
					3,0	1,05	0,45	3,0	1,05	0,45	
					1,5 <sup>2)</sup>	1,05	2)	1,5 <sup>2)</sup>	1,05	2)	
					1,5	1,05	0,8	1,5	1,05	0,8	
					8,0	1,05	1)	8,0	1,05	1)	
					6,0	1,05	1)	6,0	1,05	1)	

## Normen, Formeln, Tabellen

### Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter

#### Nach DIN EN IEC 60947-4-1 (VDE 0660-102, Tabelle 1, B1 und 7)

Stromart	Gebrauchskategorie	Typische Anwendungsfälle I = Einschaltstrom, I <sub>c</sub> = Ausschaltstrom, I <sub>e</sub> = Bemessungsbetriebsstrom, U = Spannung, U <sub>e</sub> = Bemessungsbetriebsspannung, U <sub>r</sub> = Wiederkehrende Spannung	Nachweis der elektrischen Lebensdauer		
			Einschalten		
			I <sub>e</sub> [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$
Wechselstrom	AC-8b	Steuern von hermetisch abgeschlossenen Kühlkompressormotoren mit automatischer Rückstellung der Überlastauslöser <sup>5)</sup>			
Gleichstrom	DC-1	Nicht induktive oder schwach induktive Last, Widerstandsöfen	alle Werte	1	1
	DC-3	Nebenschlussmotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen, Reversieren, Tippen, Widerstandsbremsen	alle Werte	2,5	1
	DC-5	Reihenschlussmotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen, Reversieren, Tippen, Widerstandsbremsen	alle Werte	2,5	1
	DC-6	Schalten von Glühlampen			

<sup>1)</sup>  $\cos \varphi = 0,45$  für  $I_e \leq 100$  A;  $\cos \varphi = 0,35$  für  $I_e > 100$  A.

<sup>2)</sup> Die Prüfungen sind mit Glühlampenlast durchzuführen.

<sup>3)</sup> Die Prüfdaten sind hier entsprechend einer besonderen Tabelle aus den Prüferten für AC-3 oder AC-4 abzuleiten.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter

Nachweis des Schaltvermögens											
Ausschalten				Einschalten				Ausschalten			
$\cos \varphi$	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	$\cos \varphi$	$I_e$ [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	$\cos \varphi$	
					6,0	1,05	<sup>1)</sup>		6,0	1,05	<sup>1)</sup>
L/R [ms]	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R [ms]	$I_e$ [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	L/R [ms]	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R [ms]	
1	1	1	1	alle Werte	1,5	1,05	1	1,5	1,05	1	
2	2,5	1	2	alle Werte	4	1,05	2,5	4	1,05	2,5	
7,5	2,5	1	7,5	alle Werte	4	1,05	15	4	1,05	15	
					1,5 <sup>2)</sup>	1,05	<sup>2)</sup>		1,5 <sup>2)</sup>	1,05	<sup>2)</sup>

<sup>4)</sup> Geräte für Gebrauchskategorie AC-3 dürfen für gelegentliches Tippen oder Gegenstrombremsen während einer begrenzten Dauer wie zum Einrichten einer Maschine verwendet werden; die Anzahl der Betätigungen darf dabei nicht über fünf je Minute und zehn je zehn Minuten hinausgehen.

<sup>5)</sup> Beim hermetisch gekapselten Kühlkompressor sind Kompressor und Motor im gleichen Gehäuse ohne äußere Welle oder Wellendichtung gekapselt und der Motor wird mit Kühlmittel betrieben.

## Normen, Formeln, Tabellen

### Gebrauchskategorien für Lasttrennschalter

#### Für Lastschalter, Trenner, Lasttrenner und Schalter-Sicherungs-Einheiten nach DIN EN IEC 60947-3 (VDE 0660-107, Tabelle 2 und 4)

Stromart	Gebrauchskategorie	Typische Anwendungsfälle I = Einschaltstrom, I <sub>c</sub> = Ausschaltstrom, I <sub>e</sub> = Bemessungsbetriebsstrom, U = Spannung, U <sub>e</sub> = Bemessungsbetriebsspannung, U <sub>r</sub> = Wiederkehrende Spannung
Wechselstrom	AC-20A(B) <sup>1)</sup>	Ein- und Ausschalten ohne Last
	AC-21A(B) <sup>1)</sup>	Schalten ohmscher Last einschließlich mäßiger Überlast
	AC-22A(B) <sup>1)</sup>	Schalten gemischter ohmscher und induktiver Last einschl. mäßiger Überlast
	AC-23A(B) <sup>1)</sup>	Schalten von Motorlast oder anderer stark induktiver Last
Gleichstrom	DC-20A(B) <sup>1)</sup>	Ein- und Ausschalten ohne Last
	DC-21A(B) <sup>1)</sup>	Schalten ohmscher Last einschließlich mäßiger Überlast
	DC-22A(B) <sup>1)</sup>	Schalten gemischter ohmscher und induktiver Last einschließlich mäßiger Überlast (z. B. Nebenschluss-Motoren)
	DC-23A(B) <sup>1)</sup>	Schalten stark induktiver Last (z. B. Reihenschluss-Motoren)

<sup>1)</sup> A: häufige Betätigung, B: gelegentliche Betätigung.

Lasttrennschalter, die zum Schalten von Motoren geeignet sind, werden auch nach den Bedingungen → Abschnitt „Gebrauchskategorien für Schütze und Motorstarter“, Seite 10-48 geprüft.



## Normen, Formeln, Tabellen

### Gebrauchskategorien für Lasttrennschalter

Nachweis des Schaltvermögens						
Einschalten				Ausschalten		
$I_e$ [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	$\cos \varphi$	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	$\cos \varphi$
alle Werte	1)		1)	1)		1)
alle Werte	1,5	1,05	0,95	1,5	1,05	0,95
alle Werte	3	1,05	0,65	3	1,05	0,65
$I_e \leq 100$	10	1,05	0,45	8	1,05	0,45
$I_e > 100$	10	1,05	0,35	8	1,05	0,35
$I_e$ [A]	$\frac{I}{I_e}$	$\frac{U}{U_e}$	L/R [ms]	$\frac{I_c}{I_e}$	$\frac{U_r}{U_e}$	L/R [ms]
alle Werte	1)	1)	1)	1)	1)	1)
alle Werte	1,5	1,05	1	1,5	1,05	1
alle Werte	4	1,05	2,5	4	1,05	2,5
alle Werte	4	1,05	15	4	1,05	15

## Notizen

---

## Normen, Formeln, Tabellen

### Motorbemessungsströme (Richtwerte für Standardmotoren IE1/IE2)

#### Motorbemessungsströme von Drehstrommotoren (Richtwerte für Käfigläufer)

##### Kleinstmögliche Kurzschlussicherung für Drehstrommotoren

Der max. Wert richtet sich nach dem Schaltgerät bzw. Motorschutzrelais.

Die Motorbemessungsströme gelten für normale innen- und oberflächengekühlte Drehstrommotoren mit  $1500 \text{ min}^{-1}$ .

Direkter Anlauf: Anlaufstrom max.  $6 \times$  Motorbemessungsstrom, Anlaufzeit max. 5 s.

$\Upsilon/\Delta$ -Anlauf: Anlaufstrom max.  $2 \times$  Motorbemessungsstrom, Anlaufzeit max. 15 s.  
Motorschutzrelais im Strang auf  $0,58 \times$  Motorbemessungsstrom einstellen.

Sicherungsbemessungsströme bei  $\Upsilon/\Delta$ -Anlauf gelten auch für Drehstrommotoren mit Schleifringläufer.

Bei höherem Bemessungs-, Anlaufstrom und/oder längerer Anlaufzeit größere Sicherung verwenden.

Tabelle gilt für „träge“ bzw. „gL“-Sicherungen (DIN VDE 0636).

**Bei NH-Sicherungen mit aM-Charakteristik wird Sicherung = Bemessungsstrom gewählt.**

**Normen, Formeln, Tabellen****Motorbemessungsströme (Richtwerte für Standardmotoren IE1/IE2)**

Motorleistung			230 V			400 V		
			Motor- bemes- sungs- strom	Sicherung Anlauf direkt	Y/Δ	Motor- bemes- sungs- strom	Sicherung Anlauf direkt	Y/Δ
kW	cos φ	η [%]	A	A	A	A	A	A
0,06	0,7	58	0,37	2	–	0,21	2	–
0,09	0,7	60	0,54	2	–	0,31	2	–
0,12	0,7	60	0,72	4	2	0,41	2	–
0,18	0,7	62	1,04	4	2	0,6	2	–
0,25	0,7	62	1,4	4	2	0,8	4	2
0,37	0,72	66	2	6	4	1,1	4	2
0,55	0,75	69	2,7	10	4	1,5	4	2
0,75	0,79	74	3,2	10	4	1,9	6	4
1,1	0,81	74	4,6	10	6	2,6	6	4
1,5	0,81	74	6,3	16	10	3,6	6	4
2,2	0,81	78	8,7	20	10	5	10	6
3	0,82	80	11,5	25	16	6,6	16	10
4	0,82	83	14,8	32	16	8,5	20	10
5,5	0,82	86	19,6	32	25	11,3	25	16
7,5	0,82	87	26,4	50	32	15,2	32	16
11	0,84	87	38	80	40	21,7	40	25
15	0,84	88	51	100	63	29,3	63	32
18,5	0,84	88	63	125	80	36	63	40
22	0,84	92	71	125	80	41	80	50
30	0,85	92	96	200	100	55	100	63
37	0,86	92	117	200	125	68	125	80
45	0,86	93	141	250	160	81	160	100
55	0,86	93	173	250	200	99	200	125
75	0,86	94	233	315	250	134	200	160
90	0,86	94	279	400	315	161	250	200
110	0,86	94	342	500	400	196	315	200
132	0,87	95	401	630	500	231	400	250
160	0,87	95	486	630	630	279	400	315
200	0,87	95	607	800	630	349	500	400
250	0,87	95	–	–	–	437	630	500
315	0,87	96	–	–	–	544	800	630
400	0,88	96	–	–	–	683	1000	800
450	0,88	96	–	–	–	769	1000	800
500	0,88	97	–	–	–	–	–	–
560	0,88	97	–	–	–	–	–	–
630	0,88	97	–	–	–	–	–	–

## Normen, Formeln, Tabellen

### Motorbemessungsströme (Richtwerte für Standardmotoren IE1/IE2)

440 V			500 V			690 V		
Motor- bemes- sungs- strom	Sicherung		Motor- bemes- sungs- strom	Sicherung		Motor- bemes- sungs- strom	Sicherung	
	Anlauf direkt	Y/Δ		Anlauf direkt	Y/Δ		Anlauf direkt	Y/Δ
A	A	A	A	A	A	A	A	A
0,19	2	–	0,17	2	–	0,12	2	–
0,28	2	–	0,25	2	–	0,18	2	–
0,37	2	–	0,33	2	–	0,24	2	–
0,54	2	–	0,48	2	–	0,35	2	–
0,76	2	–	0,7	2	–	0,5	2	–
1	4	2	0,9	2	2	0,7	2	–
1,4	4	2	1,2	4	2	0,9	4	2
1,7	4	2	1,5	4	2	1,1	4	2
2,4	4	2	2,1	6	4	1,5	4	2
3,3	6	4	2,9	6	4	2,1	6	4
4,6	10	6	4	10	4	2,9	10	4
6	16	10	5,3	16	6	3,8	10	4
7,7	16	10	6,8	16	10	4,9	16	6
10,2	20	10	9	20	16	6,5	16	10
13,8	25	16	12,1	25	16	8,8	20	10
19,8	32	25	17,4	32	20	12,6	25	16
26,6	50	32	23,4	50	25	17	32	20
32,8	63	32	28,9	50	32	20,9	32	25
37	80	40	33	63	32	23,8	50	25
50	100	63	44	80	50	32	63	32
61	125	80	54	100	63	39	80	50
74	125	100	65	125	80	47	80	63
90	125	100	79	160	80	58	100	63
122	160	125	107	200	125	78	160	100
146	200	160	129	200	160	93	160	100
179	250	200	157	250	160	114	200	125
210	250	250	184	250	200	134	250	160
254	315	250	224	315	250	162	250	200
318	400	315	279	400	315	202	315	250
397	630	400	349	500	400	253	400	315
495	630	630	436	630	500	316	500	400
621	800	800	547	800	630	396	630	400
699	800	800	615	800	630	446	630	630
–	–	–	–	–	–	491	630	630
–	–	–	–	–	–	550	800	630
–	–	–	–	–	–	618	800	630

## Normen, Formeln, Tabellen


### Leitungen

#### Leitungs- und Kabeleinführungen mit Kabeltüllen

Die Leitungseinführung in gekapselte Geräte wird durch die Verwendung von Kabeltüllen erheblich vereinfacht und verbessert.

#### Kabeltüllen

für direkte und schnelle Leitungseinführung in Gehäuse und als Verschlussstopfen.


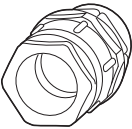
Membrantüllenmetrisch	Leitungseinführung	Bohrungsdurchmesser mm	Kabelaußendurchmesser mm	Verwendung Kabel NYM/NYY, 4-adrig mm <sup>2</sup>	Kabeltülle Typ
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• IP66, mit integrierter Durchsteckmembran</li> <li>• PE und thermoplastisches Elastomer, halogenfrei</li> </ul>	M16	16,5	1 - 9	H03VV-F3 x 0,75 NYM 1 x 16/3 x 1,5	KT-M16
	M20	20,5	1 - 13	H03VV-F3 x 0,75 NYM 5 x 1,5/5 x 2,5	KT-M20
	M25	25,5	1 - 18	H03VV-F3 x 0,75 NYM 4x 10	KT-M25
	M32	32,5	1 - 25	H03VV-F3 x 0,75 NYM 4 x 16/5 x 10	KT-M32

# Normen, Formeln, Tabellen

## Leitungen

### Leitungs- und Kabeleinführungen mit Kabelverschraubungen

#### Kabelverschraubungen metrisch nach DIN EN 62444; VDE 0619

Kabelverschraubungen	Leitungseinführung	Bohrungsdurchmesser	Kabelaußendurchmesser	Verwendung Kabel NYM/NYY, 4-adrig	Kabelverschraubung Typ
		mm	mm	mm <sup>2</sup>	
 <ul style="list-style-type: none"> <li>mit Gegenmutter und integrierter Zugentlastung</li> <li>IP68 bis 5 bar, Polyamid, halogenfrei</li> </ul>	M12	12,5	3 - 7	H03VV-F3 x 0,75 NYM 1 x 2,5	V-M12
	M16	16,5	4,5 - 10	H05VV-F3 x 1,5 NYM 1 x 16/3 x 1,5	V-M16
	M20	20,5	6 - 13	H05VV-F4 x 2,5/3 x 4 NYM 5 x 1,5/5 x 2,5	V-M20
	M25	25,5	9 - 17	H05VV-F5 x 2,5/5 x 4 NYM 5 x 2,5/5 x 6	V-M25
	M32	32,5	13 - 21	NYM 5 x 10	V-M32
	M40	40,5	16 - 28	NYM 5 x 16	V-M40
	M50	50,5	21 - 35	NYM 4 x 35/5 x 25	V-M50
	M63	63,5	34 - 48	NYM 4 x 35	V-M63
 <p>Belüftungskabelverschraubung IP69K</p>	M20	20,5	6 - 13	H05VV-F 4 x 2,5/3 x 4 NYM 5 x 1,5/5 x 2,5	V-M20-VENT

# Normen, Formeln, Tabellen

## Leitungen

### Außendurchmesser von Leitungen und Kabeln

Anzahl der Leiter	ungefähre Außendurchmesser (Mittelwert mehrerer Fabrikate)				
	NYM	NYN	H05 RR-F	H07 RN-F	NYCY NYCWY
Querschnitt mm <sup>2</sup>	mm max.	mm	mm max.	mm max.	mm
2 x 1,5	10	11	9	10	12
2 x 2,5	11	13	13	11	14
3 x 1,5	10	12	10	10	13
3 x 2,5	11	13	11	12	14
3 x 4	13	17	–	14	15
3 x 6	15	18	–	16	16
3 x 10	18	20	–	23	18
3 x 16	20	22	–	25	22
4 x 1,5	11	13	9	11	13
4 x 2,5	12	14	11	13	15
4 x 4	14	16	–	15	16
4 x 6	16	17	–	17	18
4 x 10	18	19	–	23	21
4 x 16	22	23	–	27	24
4 x 25	27	27	–	32	30
4 x 35	30	28	–	36	31
4 x 50	–	30	–	42	34
4 x 70	–	34	–	47	38
4 x 95	–	39	–	53	43
4 x 120	–	42	–	–	46
4 x 150	–	47	–	–	52
4 x 185	–	55	–	–	60
4 x 240	–	62	–	–	70
5 x 1,5	11	14	12	14	15
5 x 2,5	13	15	14	17	17
5 x 4	15	17	–	19	18
5 x 6	17	19	–	21	20
5 x 10	20	21	–	26	–
5 x 16	25	23	–	30	–
8 x 1,5	–	15	–	–	–
10 x 1,5	–	18	–	–	–
16 x 1,5	–	20	–	–	–
24 x 1,5	–	25	–	–	–

NYM: Mantelleitung

NYN: Kabel mit Kunststoffmantel

H05RR-F: leichte Gummi-Schlauchleitung (NLH + NSH)

NYCY: Kabel mit konzentrischem Leiter und Kunststoffmantel

NYCWY: Kabel mit konzentrischem wellenförmigen Leiter und Kunststoffmantel



# Normen, Formeln, Tabellen

## Leitungen

### Kabel und Leitungen, Typenkurzzeichen

#### Kennzeichen der Bestimmung

Harmonisierte Bestimmung	H
Anerkannter nationaler Typ	A

#### Nennspannung $U_0/U$

300/300V	03
300/500V	05
450/750V	07

#### Isolierwerkstoff

PVC	V
Natur- und/oder Styrol-Butadienkautschuk	R
Silikon-Kautschuk	S

#### Mantelwerkstoff

PVC	V
Natur- und/oder Styrol-Butadienkautschuk	R
Polychloroprenkautschuk	N
Glasfasergeflecht	J
Textilgeflecht	T

#### Besonderheiten im Aufbau

flache, aufteilbare Leitung	H
flache, nicht aufteilbare Leitung	H2

#### Leiterart

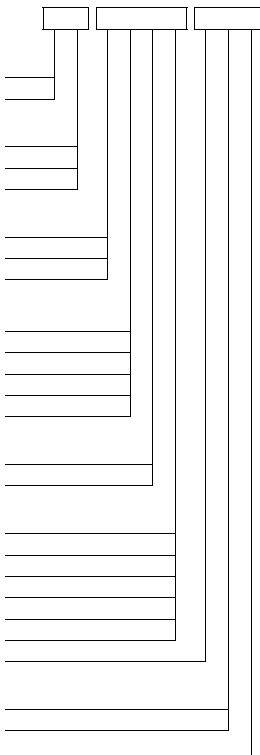
eindrchtig	-U
mehrdchtig	-R
feindrchtig bei Leitungen fr feste Verlegung	-K
feindrchtig bei flexiblen Leitungen	-F
feinstdrchtig bei flexiblen Leitungen	-H
Lahnlitze	-Y

Aderzahl	...
----------	-----

#### Schutzleiter

ohne Schutzleiter	X
mit Schutzleiter	G

Nennquerschnitt des Leiters	...
-----------------------------	-----



#### Beispiele fr vollstndige Leitungsbezeichnungen

PVC-Verdrahtungsleitung, 0,75 mm<sup>2</sup>  
feindrchtig, H05V-K 0,75 schwarz

Schwere Gummischlauchleitung, 3-adrig,  
2,5 mm<sup>2</sup> ohne grngelben Schutzleiter  
A07RN-F3 x 2,5

# Normen, Formeln, Tabellen

## Leitungen

### Richtwerte für Bemessungsströme und Kurzschlussströme von Normtransformatoren

Bemessungsspannung				
	400/230 V			525 V
$U_n$				
Kurzschluss- spannung $U_K$		4 %	6 %	
Bemessungs- leistung	Bemessungs- strom	Kurzschluss- strom		Bemessungs- strom
kVA	$I_n$	$I_K''$		$I_n$
	A	A	A	A
50	72	1967	–	55
63	91	2478	1652	69
100	144	3933	2622	110
125	180	4916	3278	137
160	231	6293	4195	176
200	289	7866	5244	220
250	361	9833	6555	275
315	455	12390	8260	346
400	577	15733	10489	440
500	722	19666	13111	550
630	909	24779	16519	693
800	1155	–	20977	880
1000	1443	–	26221	1100
1250	1804	–	32777	1375
1600	2309	–	41954	1760
2000	2887	–	52443	2199
2500	3608	–	65553	2749

**Normen, Formeln, Tabellen**

## Leitungen

		690/400 V		
4 %	6 %		4 %	6 %
Kurzschlussstrom		Bemessungsstrom	Kurzschlussstrom	
$I_k''$		$I_n$	$I_k''$	
A	A	A	A	A
1498	–	42	1140	–
1888	1259	53	1436	958
2997	1998	84	2280	1520
3746	2497	105	2850	1900
4795	3197	134	3648	2432
5993	3996	167	4560	3040
7492	4995	209	5700	3800
9440	6293	264	7182	4788
11987	7991	335	9120	6080
14984	9989	418	11401	7600
18879	12586	527	14365	9576
–	15983	669	–	12161
–	19978	837	–	15201
–	24973	1046	–	19001
–	31965	1339	–	24321
–	39956	1673	–	30402
–	49945	2092	–	38002

**Normen, Formeln, Tabellen****Formeln****Ohmsches Gesetz**

$$U = I \times R \text{ [V]}$$

$$I = \frac{U}{R} \text{ [A]}$$

$$R = \frac{U}{I} \text{ [\Omega]}$$

**Widerstand eines Leitungsstückes**

$$R = \frac{l}{\chi \times A} \text{ [\Omega]}$$

Kupfer: 
$$\chi = 57 \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2}$$

$$l = \text{Länge des Leiters [m]}$$

Aluminium: 
$$\chi = 33 \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2}$$

$$\chi = \text{Leitfähigkeit [m/\Omega mm}^2\text{]}$$

Eisen: 
$$\chi = 8,3 \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2}$$

$$A = \text{Querschnitt des Leiters [mm}^2\text{]}$$

Zink: 
$$\chi = 15,5 \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2}$$

**Widerstände**

Induktiver Widerstand

$$X_L = 2 \times \pi \times f \times L \text{ [\Omega]}$$

Kapazitiver Widerstand

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C} \text{ [\Omega]}$$

Scheinwiderstand

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \frac{R}{\cos \phi} \text{ [\Omega]}$$

L = Induktivität [H]

f = Frequenz [Hz]

C = Kapazität [F]

 $\phi$  = Phasenwinkel $X_L$  = induktiver Widerstand [ $\Omega$ ] $X_C$  = kapazitiver Widerstand [ $\Omega$ ]**Parallelschaltung von Widerständen**

Bei 2 parallelen Widerständen:

Bei 3 parallelen Widerständen:

$$R_g = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \text{ [\Omega]}$$

$$R_g = \frac{R_1 \times R_2 \times R_3}{R_1 \times R_2 + R_2 \times R_3 + R_1 \times R_3} \text{ [\Omega]}$$

allgemeine Widerstandsberechnung:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots [1/\Omega]$$

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots [1/\Omega]$$

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3} + \dots [1/\Omega]$$

# Normen, Formeln, Tabellen

## Formeln

### Elektrische Leistung

	Leistung	Stromaufnahme
Gleichstrom	$P = U \times I \text{ [W]}$	$I = \frac{P}{U} \text{ [A]}$
Einphasen-Wechselstrom	$P = U \times I \times \cos\varphi \text{ [W]}$	$I = \frac{P}{U \times \cos\varphi} \text{ [A]}$
Drehstrom	$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi \text{ [W]}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \text{ [A]}$

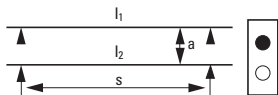
### Kraftwirkung zwischen 2 parallelen Leitern

2 Leiter mit Strömen  $I_1$  und  $I_2$

$$F_2 = \frac{I_1 \times I_2 \times s}{a} \times K \text{ [N]} \quad K = 2 \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$$

$s$  = Stützweite [cm]

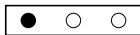
$a$  = Abstand [cm]



### Kraftwirkung zwischen 3 parallelen Leitern

3 Leiter mit Strom  $I$

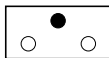
$$F_3 = 0,808 \times F_2 \text{ [N]}$$



$$F_3 = 0,865 \times F_2 \text{ [N]}$$



$$F_3 = 0,865 \times F_2 \text{ [N]}$$



# Normen, Formeln, Tabellen

## Formeln

### Spannungsfall

	Leistung bekannt	Strom bekannt
Gleichstrom	$\Delta U = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times A \times U} \text{ [V]}$	$\Delta U = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times A} \text{ [V]}$
Einphasen-Wechselstrom	$\Delta U = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times A \times U} \text{ [V]}$	$\Delta U = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times A} \times \cos \varphi \text{ [V]}$
Drehstrom	$\Delta U = \frac{l \times P}{\chi \times A \times U} \text{ [V]}$	$\Delta U = \sqrt{3} \times \frac{l \times I}{\chi \times A} \times \cos \varphi \text{ [V]}$

### Querschnittsbestimmung nach Spannungsfall

Gleichstrom	Einphasen-Wechselstrom	Drehstrom
Leistung bekannt		
$A = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times \Delta U \times U} \text{ [mm}^2\text{]}$	$A = \frac{2 \times l \times P}{\chi \times \Delta U \times U} \text{ [mm}^2\text{]}$	$A = \frac{l \times P}{\chi \times \Delta U \times U} \text{ [mm}^2\text{]}$
Strom bekannt		
$A = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times \Delta U} \text{ [mm}^2\text{]}$	$A = \frac{2 \times l \times I}{\chi \times \Delta U} \times \cos \varphi \text{ [mm}^2\text{]}$	$A = \sqrt{3} \times \frac{l \times I}{\chi \times \Delta U} \times \cos \varphi \text{ [mm}^2\text{]}$

## 10

### Leistungsverlust

Gleichstrom	Einphasen-Wechselstrom
$P_{\text{Verl}} = \frac{2 \times l \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U} \text{ [W]}$	$P_{\text{Verl}} = \frac{2 \times l \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U \times \cos \varphi \times \cos \varphi} \text{ [W]}$
Drehstrom	
$P_{\text{Verl}} = \frac{l \times P \times P}{\chi \times A \times U \times U \times \cos \varphi \times \cos \varphi} \text{ [W]}$	

$l$  = Einfache Länge [m] der Leitung;

$A$  = Querschnitt [mm<sup>2</sup>] des Einzelleiters;

$\chi$  = Leitfähigkeit (Kupfer:  $\chi = 57$ ; Aluminium:  $\chi = 33$ ; Eisen:  $\chi = 8,3 \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2}$ )

$\Delta U$  = Spannungsabfall

**Normen, Formeln, Tabellen****Formeln****Elektrische Leistung von Motoren**

	Abgegebene Leistung	Stromaufnahme
Gleichstrom	$P_1 = U \times I \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{U \times \eta}$ [A]
Einphasen-Wechselstrom	$P_1 = U \times I \times \cos\varphi \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{U \times \cos\varphi \times \eta}$ [A]
Drehstrom	$P_1 = (1,73) \times U \times I \times \cos\varphi \times \eta$ [W]	$I = \frac{P_1}{(1,73) \times U \times \cos\varphi \times \eta}$ [A]

$P_1$  = an der Welle des Motors abgegebene mechanische Leistung gemäß Leistungsschild

$P_2$  = aufgenommene elektr. Leistung

Wirkungsgrad	$\eta = \frac{P_1}{P_2} \times (100 \%)$	$P_2 = \frac{P_1}{\eta}$ [W]
Polzahl	Synchrone Drehzahl	Vollast-Drehzahl
2	3000	2800 - 2950
4	1500	1400 - 1470
6	1000	900 - 985
8	750	690 - 735
10	600	550 - 585

Synchrone Drehzahl = ungefähre Leerlaufdrehzahl

## Normen, Formeln, Tabellen

### Internationales Einheitensystem

#### Internationales Einheitensystem (SI)

Basisgrößen Physikalische Größe	Symbol	SI-Basiseinheit	weitere SI-Einheiten
Länge	l	m (Meter)	km, dm, cm, mm, $\mu\text{m}$ , nm, pm
Masse	m	kg (Kilogramm)	Mg, g, mg, $\mu\text{g}$
Zeit	t	s (Sekunde)	ks, ms, $\mu\text{s}$ , ns
Elektrische Stromstärke	I	A (Ampere)	kA, mA, $\mu\text{A}$ , nA, pA
Thermo- dynamische Temperatur	T	K (Kelvin)	–
Stoffmenge	n	mol (Mol)	Gmol, Mmol, kmol, mmol, $\mu\text{mol}$
Lichtstärke	$I_v$	cd (Candela)	Mcd, kcd, mcd

#### Umrechnung von SI-Einheiten

Größe	SI-Einheiten Namen	Symbol	Basis- einheiten	Umrechnung SI-Einheiten
Kraft	Newton	N	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$	
Kraftmoment	Newton- meter	Nm	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$	
Druck	Bar	bar	$10^5 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
	Pascal	Pa	$1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$	$1 \text{ Pa} = 10^{-5} \text{ bar}$
Energie, Wärmemenge	Joule	J	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$	$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$
Leistung	Watt	W	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$	$W = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}}$



# Normen, Formeln, Tabellen

## Internationales Einheitensystem

Umrechnung von SI-Einheiten				
Größe	SI-Einheiten Namen	Symbol	Basis- einheiten	Umrechnung der SI-Einheiten
Spannung, Festigkeit		$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$	$1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 10^2 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$
Winkel (ebener)	Grad	1		$360^\circ = 1 \text{ pla} = 2\pi \text{ rad}$ $400 \text{ gon} = 360^\circ$
	Gon	gon		
	Radiant	rad	$1 \frac{\text{m}}{\text{m}}$	
	Vollwinkel	pla		$1 \text{ pla} = 2\pi \text{ rad} = 360^\circ$
Spannung	Volt	V	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3 \cdot \text{A}}$	$1 \text{ V} = 1 \cdot \frac{\text{W}}{\text{A}}$
Widerstand	Ohm	$\Omega$	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3 \cdot \text{A}^2}$	$1 \Omega = 1 \cdot \frac{\text{V}}{\text{A}} = 1 \cdot \frac{\text{W}}{\text{A}^2}$
Leitwert	Siemens	S	$1 \cdot \frac{\text{s}^3 \cdot \text{A}^2}{\text{kg} \cdot \text{m}^2}$	$1 \text{ S} = 1 \cdot \frac{\text{A}}{\text{V}} = 1 \cdot \frac{\text{A}^2}{\text{W}}$
Ladung Elektrizitäts- menge	Coulomb	C	$1 \cdot \text{A} \cdot \text{s}$	
Kapazität	Farad	F	$1 \cdot \frac{\text{s}^4 \cdot \text{A}}{\text{kg} \cdot \text{m}^2}$	$1 \text{ F} = 1 \cdot \frac{\text{C}}{\text{V}} = 1 \cdot \frac{\text{s} \cdot \text{A}}{\text{W}}$
Elektrische Feldstärke		$\frac{\text{V}}{\text{m}}$	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^3 \cdot \text{A}}$	$1 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 1 \cdot \frac{\text{W}}{\text{A} \cdot \text{m}}$
Fluss	Weber	$\text{W}_b$	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{A}}$	$1 \text{ W}_b = 1 \cdot \text{V} \cdot \text{s} = 1 \cdot \frac{\text{W} \cdot \text{s}}{\text{A}}$
Flussdichte Induktion	Tesla	T	$1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{A}}$	$1 \text{ T} = \frac{\text{W}_b}{\text{m}^2} = 1 \cdot \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = 1 \cdot \frac{\text{W} \cdot \text{s}}{\text{m}^2 \text{A}}$
Induktivität	Henry	H	$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot \text{A}^2}$	$1 \text{ H} = \frac{\text{W}_b}{\text{A}} = 1 \cdot \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}} = 1 \cdot \frac{\text{W} \cdot \text{s}}{\text{A}^2}$

# Normen, Formeln, Tabellen

## Internationales Einheitensystem

### Dezimale Teile und Vielfache von Einheiten

Potenz	Vorsätze	Symbol	Potenz	Vorsätze	Symbol
$10^{-18}$	Atto	a	$10^{-1}$	Dezi	d
$10^{-15}$	Femto	f	10	Deka	da
$10^{-12}$	Piko	p	$10^2$	Hekto	h
$10^{-9}$	Nano	n	$10^3$	Kilo	k
$10^{-6}$	Mikro	$\mu$	$10^6$	Mega	M
$10^{-3}$	Milli	m	$10^9$	Giga	G
$10^{-2}$	Zenti	c	$10^{12}$	Tera	T

# Normen, Formeln, Tabellen

## Internationales Einheitensystem

### Umrechnung von engl./amerikanischen Einheiten in SI-Einheiten

Länge	1 in	1 ft	1 yd	1 mile Landmeile	1 mile Seemeile	
m	$25,4 \cdot 10^{-3}$	0,3048	0,9144	$1,609 \cdot 10^3$	$1,852 \cdot 10^3$	
Gewichte	1 lb	1 ton (UK) long ton	1 cwt (UK) long cwt	1 ton (US) short ton	1 ounce	1 grain
kg	0,4536	1016	50,80	907,2	$28,35 \cdot 10^{-3}$	$64,80 \cdot 10^{-6}$
Fläche	1 sq.in	1 sq.ft	1 sq.yd	1 acre	1 sq.mile	
m <sup>2</sup>	$0,6452 \cdot 10^{-3}$	$92,90 \cdot 10^{-3}$	0,8361	$4,047 \cdot 10^3$	$2,590 \cdot 10^3$	
Volumen	1 cu.in	1 cu.ft	1 cu.yd	1 gal (US)	1 gal (UK)	
m <sup>3</sup>	$16,39 \cdot 10^{-6}$	$28,32 \cdot 10^{-3}$	0,7646	$3,785 \cdot 10^{-3}$	$4,546 \cdot 10^{-3}$	
Kraft	1 lb	1 ton (UK) long ton	1 ton (US) short ton	1 pdl (poundal)		
N	4,448	$9,964 \cdot 10^3$	$8,897 \cdot 10^3$	0,1383		
Moment	1 lb-in					
Nm	0,112985					
Geschwindigkeiten	1 $\frac{\text{mile}}{\text{h}}$	1 Knoten	1 $\frac{\text{ft}}{\text{s}}$	1 $\frac{\text{ft}}{\text{min}}$		
$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	0,4470	0,5144	0,3048	$5,080 \cdot 10^{-3}$		
Druck		1 in Hg	1 ft H <sub>2</sub> O	1 in H <sub>2</sub> O		
bar	$65,95 \cdot 10^{-3}$	$33,86 \cdot 10^{-3}$	$29,89 \cdot 10^{-3}$	$2,491 \cdot 10^{-3}$		
Energie, Arbeit	1 HPh	1 BTU	1 PCU			
J	$2,684 \cdot 10^6$	$1,055 \cdot 10^3$	$1,90 \cdot 10^3$			

## Normen, Formeln, Tabellen

### Internationales Einheitensystem

#### Umrechnung von SI-Einheiten in engl./amerikanische Einheiten

Länge	1 cm	1 m	1 m	1 km	1 km
	0,3937 in	3,2808 ft	1,0936 yd	0,6214 mile (Landmeile)	0,5399 mile (Seemeile)
Gewichte	1 g	1 kg	1 kg	1 t	1 t
	15,43 grain	35,27 ounce	2,2046 lb.	0,9842 long ton	1,1023 short ton
Fläche	1 cm <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	1 km <sup>2</sup>
	0,1550 sq.in	10,7639 sq.ft	1,1960 sq.yd	0,2471 · 10 <sup>-3</sup> acre	0,3861 sq.mile
Volumen	1 cm <sup>3</sup>	1 l	1 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>
	0,06102 cu.in	0,03531 cu.ft	1,308 cu.yd	264,2 gal (US)	219,97 gal (UK)
Kraft	1 N	1 N	1 N	1 N	1 N
	0,2248 lb	0,1003 · 10 <sup>-3</sup> long ton (UK)	0,1123 · 10 <sup>-3</sup> short ton (US)	7,2306 pdl (poundal)	
Moment	1 Nm				
	8,8507 lb-in				
Geschwindigkeiten	1 m/s	1 m/s	1 m/s	1 m/s	
	3,2808 ft/s	196,08 ft/min	1,944 Knoten	2,237 mile/h	
Druck	1 bar	1 bar	1 bar	1 bar	
	14,50 psi	29,53 in Hg	33,45 ft H <sub>2</sub> O	401,44 in H <sub>2</sub> O	
Energie Arbeit	1 J	1 J	1 J	1 J	
	0,3725 · 10 <sup>-6</sup> HPh	0,9478 · 10 <sup>-3</sup> BTU		0,5263 · 10 <sup>-3</sup> PCU	

# Stichwortverzeichnis

24-V-DC-Geräteversorgung ..... 2-94

## A

Abfallverzögerter Unterspannungsauslöser ..... 7-5

Abschaltbedingungen ..... 10-6

Abschirmung, Schaltzeichen ..... 9-24

Active Harmonic Filter ..... 5-81

allpolig ..... 5-82

Allstromsensitiv ..... 7-18

Amazon Web Services ..... 2-38

### Anlagenschutz

Auslöseblock ..... 4-37

mit PKE ..... 4-37

Schutzschalter ..... 4-34

Anlaufmoment ..... 3-12

Anlaufstrom ..... 3-12

### Anlaufüberbrückung

Motorschütz ..... 3-23

Motorschutzrelais ..... 3-32

Schweranlauf ..... 3-24

Anreihverteiler ..... 8-6

Anschlussklemmenblöcke ..... 8-17

Anschlussleiste, Schaltzeichen ..... 9-23

ANSI-Symbolen ..... 9-35

ansprechverzögert ..... 2-29

Antriebssystem ..... 5-59

Arbeitsstromauslöser ..... 7-4

Leistungsschalter ..... 7-17

Motorschutzschalter PKZ, PKE ..... 4-42

ARCON-Löschgerät ..... 8-13

Asymmetrirelais ..... 2-34

ATEX-Richtlinie ..... 4-23, 4-27

### ATEX-Zulassung

Motorschutzrelais ..... 4-21

Motorschutzschalter PKE ..... 4-37

Motorschutzschalter PKZM0, PKZM4 ..... 4-36

Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6 ..... 4-27

Ausgabemodule ..... 2-23

Ausgelöst-Hilfsschalter Leistungsschalter ..... 7-6

Ausgelöstmelder	
für Maschennetzschalter .....	7-13
für Motorschutzschalter PKZ, PKE .....	4-41
Auslöseblöcke .....	4-37
Auslösekennlinien	
Motorschutzrelais Z .....	4-23
Motorschutzrelais ZEB .....	4-26
Auslöseklassen CLASS	
Motorschutzrelais ZEB .....	4-24
Motorschutzschalter PKE .....	4-37
ausschaltwischend .....	2-30
Auswahlhilfe .....	5-73
Außendurchmesser, Kabel/Leitungen .....	10-60
AWG .....	9-44

**B**

Befehlsgeräte .....	2-22
für direktes Einschalten .....	3-39
für Stern-Dreieck .....	3-48
RMQ-Titan® .....	1-4
Bemessungsstrom .....	10-62
Beschleunigungsmoment .....	3-12
Bimetall	
Motorschutz .....	3-27
Motorschutzrelais .....	4-21
Motorschutzschalter .....	4-36
Box-PC .....	2-101
Bremswiderstand .....	5-72
Bypass-Kontakt .....	5-19
Bypass-Schaltung .....	5-44

**C**

Cage Clamp .....	4-15
CAN .....	2-92
Cloud-Verbindung .....	2-38
CMD (Contactor Monitoring Device) .....	4-30
Current Limiter	
→ Strombegrenzer PKZM0, PKZM4 .....	4-40
Cybersecurity .....	2-61

**D**

Dahlander-Schaltung .....	3-24
Kennzeichnung .....	3-30
Nockenschalter .....	6-7...6-10
Vorschubantrieb .....	3-37
Datenlogger .....	2-52
Dielektrizitätskonstante .....	1-47
Dioden-Löschglied .....	4-4
Direktstarter .....	5-5, 5-106
Motorschutzschalter PKE .....	2-12
Motorschutzschalter PKZ .....	2-10
Doppelrahmenklemme .....	4-15
Drehstrom-Asynchronmotor	
Anlaufkennlinien .....	3-12
Schaltzeichen .....	9-32
Drehstrommotor	
Anschluss .....	3-9
Motorbemessungsströme .....	10-55
Drehstrom-Schleifringläufermotor .....	5-30
Drehzahl .....	3-12
synchrone .....	3-12
Drehzahlstarter .....	5-83
Dreieckschaltung .....	3-11
Dreiphasenwächter .....	2-35

**E**

easyE4 .....	2-38
easy-Remote-Touch-Display .....	2-38
easySoft 8 .....	2-60
Eingabemodule .....	2-23
Einphasenmotor .....	3-19
Einschalten von Drehstrommotoren .....	3-31...3-38
einschaltwischend .....	2-29
Einzelkompensation .....	3-51
Elektrische Ausrüstung von Maschinen .....	10-21
Elektrische Leistung .....	10-65
Elektrischer Verbinder .....	4-39
Elektronische Motorschutzrelais .....	4-24
Elektronische Zeitrelais .....	2-28

Elektronisches Motorschutzrelais ZEB .....	4-24 .. 4-26
EMS2 .....	5-3
EMV-Filter .....	5-77
EMV-Maßnahmen, im PDS .....	5-74
Erde, Schaltzeichen .....	9-24
Erdschluss-Schutz	
Motorschutzrelais ZEB .....	4-24
Ethernet-Schnittstelle .....	2-90
Ex e-Motoren	
Motorschutzrelais .....	4-21
Motorschutzschalter PKE .....	4-37
Motorschutzschalter PKZM0, PKZM4 .....	4-36
explosionsgefährdeten Bereiche .....	10-34
Explosionsgruppen .....	10-36
Extender .....	2-104

## F

Federzugklemme .....	4-15
Feeder System MSFS .....	4-46
Fehlermeldung, differenzierte .....	4-44
Fehlerstromauslöser Leistungsschalter .....	7-18
Fehlerstromschutzrelais .....	7-20
Fernantrieb Leistungsschalter .....	7-16
Fernausslösung .....	7-4
Fernausschaltung	
Leistungsschalter .....	7-10
Motorschutzschalter PKZ, PKE .....	4-45
FI-Schutz .....	7-18
Formeln .....	10-64
Frequenzumrichter .....	3-8
Aufbau .....	5-57
elektrischer Netzanschluss .....	5-60
EMV-gerechter Aufbau .....	5-62
Erdungsmaßnahmen .....	5-62
Installation .....	5-62
RASP 5 .....	5-104
Schirmungsmaßnahmen .....	5-64
Wirkungsweise .....	5-57
Funktionsplan .....	2-38



**G**

Galvanische Trennung .....	4-2
gasexplosionsgefährdete Bereiche .....	10-34
Gebrauchskategorie	
Lasttrennschalter .....	10-52
Motorstarter .....	10-48
Schaltelemente .....	10-46
Schütze .....	10-48
Generator, Schaltzeichen .....	9-32
Gerätearten .....	9-3
Geräteschutzniveau .....	10-38
Gleichrichter .....	5-58
Gleichspannungs-Zwischenkreis .....	5-58
Gleichstrommotor .....	3-19
Gruppenkompensation .....	3-51
Gruppenschutz Motorschutzschalter .....	4-40

**H**

Halbleiterrelais .....	4-20
Halteleistung .....	4-15
Häufung von mehreren Stromkreisen .....	10-20
Hauptschalter .....	7-10
Heavy Duty .....	9-38
Heizungsschalter .....	6-14
Hilfsschalter	
ausgelöst .....	7-6
Motorschutzschalter PKZ, PKE .....	4-41
normal .....	7-6
voreilend .....	7-7
Hilfsschalterbaustein .....	4-2
Hilfsschütz	
Kennbuchstaben .....	4-3
Schaltbild .....	4-6
HMI-PLC .....	2-86

**I**

I/O-Module, SWD .....	2-23
impulsformend .....	2-30
impulsgebend .....	2-30
In-Delta-Schaltung .....	5-55
Induktive Sensoren .....	1-43
In-Line-Schaltung .....	5-55
Internationales Einheitensystem (SI) .....	10-68
IP20 .....	5-91
IP66 .....	5-99
Isolationswächter .....	2-35
Isolierstoffgehäuse .....	8-18
Isolierstoffverteiler .....	8-18
IT-System .....	10-5

**J**

JSON API .....	2-38, 2-61, 2-64
----------------	------------------

**K****Kabel**

Außendurchmesser .....	10-60
Typenkurzzeichen .....	10-61
Kabeleinführungen .....	10-58
Kabeltüllen .....	10-58
Kabelverschraubungen .....	10-59
Käfigläufermotor .....	5-24

**Kaltleiter**

Motorschutz .....	3-26
Thermistor-Maschinenschutzrelais .....	4-27
Kapazitive Sensoren .....	1-45
Kaskadensteuerung .....	5-47
kcmil .....	9-45
Kennbuchstaben .....	9-14
elektrische Betriebsmittel .....	10-2
Hilfsschütz .....	4-3

**Kennfarben**

Anzeigeleuchten .....	10-26
Drucktaster .....	10-25
Kenngrößen, sicherheitstechnische .....	10-27

Kennzeichnung, Motorschütz .....	3-30
Kennzeichnungsübersicht	
internationaler Einsatz	
elektrischer Betriebsmittel .....	10-34
Kippmoment .....	3-12
Klasseneinteilung für Hilfstromschalter .....	9-38
Klemmenbelegungsplan	
IZMX16 .....	7-23
IZMX40 .....	7-23
Kommunikationssystem SmartWire-DT .....	2-3
Kompensierter Motor .....	3-25
Kondensator	
Einzel-, Gruppenkompensation .....	3-51
Schaltzeichen .....	9-25
Zentralkompensation, Verdrosselung .....	3-52
Kondensatorschütz .....	3-55
Konfektionierung der Kabel mit SUB-D-Stecker .....	2-95
Kontakt, selbstüberwachend .....	1-18
Kontaktplan .....	2-38
Kontaktschutzrelais .....	4-28
Kraftwirkung .....	10-65
Kühlkörper .....	4-20
Kurzschlussauslöser .....	4-36
Kurzschlussfestigkeit .....	3-21
Kurzschlusschutz .....	3-31
Kurzschlussstrom .....	10-62

## L

Lastabwurfkontakt .....	6-4
Lastmoment .....	3-12, 5-24
Lasttrennschalter	
Bauformen .....	6-2
INX .....	7-3
Verwendung .....	6-2
Läuferkritisch .....	3-26
Leistungsfaktor .....	3-12

<b>Leistungsschalter</b>	
als Transformatorschalter .....	7-17
Auswahlkriterien .....	7-3
Fehlerstromschutz .....	7-18
Fernschalten mit Motorantrieb .....	7-16
Innenschaltpläne NZM .....	7-8
IZMX .....	7-3
kurzzeitverzögert .....	7-14
Maschennetzschalter .....	7-15
mit Fehlerstromschutz .....	7-20
NZM .....	7-2
Schaltstellung .....	7-13
Transformatorschalter .....	7-17
Zeitselektivität .....	7-14
<b>Leistungsschütz</b>	
DC-betätigt .....	4-16
DILM .....	4-15
Überlastschutz .....	3-31
Übersicht .....	4-8, 4-9
Leiter, Schaltzeichen .....	9-23
<b>Leitungen</b>	
Außendurchmesser .....	10-60
Typenkurzzeichen .....	10-61
Leitungseinführungen .....	10-58
Leuchtmelder, Schaltzeichen .....	9-26
Lichtschranke .....	1-49
Linksdrehsfeld .....	3-10
<b>M</b>	
Maschennetz, Leistungsschalter .....	7-15
Maschennetzschalter .....	7-15
Maximale Abschaltzeiten .....	10-11
Mechanische Verriegelung .....	4-16
Mehrmotoren betrieb .....	4-22
Meldegerät .....	2-22
Mess- und Überwachungsrelais EMR6 .....	2-32
Mindestquerschnitte für Schutzleiter .....	10-18
Modbus RTU .....	2-38, 2-56
Modbus TCP .....	2-38

<b>Motor</b>	
Angaben auf Leistungsschild .....	3-10
Befehlsgeräte direktes Einschalten .....	3-39
Drehrichtung .....	3-10
Einschalten von Drehstrommotoren .....	3-31...3-38
Linkslauf .....	3-10
Projektierung .....	3-51...3-52
Rechtslauf .....	3-10
Schalten von Kondensatoren .....	3-53...3-56
Schaltungsunterlagen .....	3-28
Schaltzeichen .....	9-32
Stern-Dreieck-Schaltung .....	3-40...3-46
Motorbemessungsleistung .....	4-15
<b>Motorbemessungsstrom</b>	
Drehstrommotor .....	10-55
Softstarter .....	5-23
Motorbemessungsströme .....	9-40
Motordrossel .....	5-79
Motorleistung .....	3-12
Motormoment .....	3-12
<b>Motorschutz</b>	
Motorschutzrelais .....	3-17...3-27
<b>Motorschütz</b>	
Anlaufüberbrückung .....	3-23
Kennzeichnung .....	3-30
Motorschutzauslöseblock .....	4-37
<b>Motorschutzrelais</b>	
Auslösekennlinien ZEB .....	4-26
Auslösung .....	3-18
elektronisch, ZEB .....	4-24...4-26
in Dreieck-Schaltung .....	3-41
in Motorleitung, in Netzuleitung .....	3-40
Motorschutz .....	4-21
<b>Motorschutzschalter</b>	
für Starterkombinationen .....	4-38
mit Push-In-Anschlussklemmen .....	4-38
Prinzipschaltbilder PKZ, PKE .....	4-43...4-45
Überblick .....	4-34
Motorstart, direkter .....	3-6

Motorstarter RAMO 5 .....	5-104
Motorstarterkombination MSC .....	4-39
Multifunktionsrelais .....	2-28

## N

Nachjustierung .....	4-22
Nherungsschalter → Sensoren .....	1-43, 1-55
NEMA-Typen .....	9-41
Nenn Drehzahl .....	3-12
Nennmoment .....	3-12
Nennstrom .....	3-12
Netzaufbau, zeitselektiv .....	7-14
Netzdrossel .....	5-79
Netzqualitt .....	5-74
Netzspannung	
in Nordamerika .....	5-60
Spannungsabfall .....	5-60
Niveaurelais .....	2-34
Nockenschalter	
Bauformen .....	6-2
Hauptschalter, Wartungsschalter .....	6-3
Heizungsschalter .....	6-14
Kennbuchstabe .....	9-21
Messgerte-Umschalter .....	6-12
Polumschalter .....	6-7
Stern-Dreieck, Wende-Stern-Dreieck .....	6-6
Stufenschalter .....	6-15
Umschalter .....	6-5
Verriegelungsschaltungen .....	6-11
Verwendung .....	6-2
Wendescharter .....	6-5
Node-RED .....	2-64
Normal-Hilfsschalter .....	7-6
EIN-AUS-Meldung .....	7-13
Normtransformator	
Bemessungs-/Kurzschlussstrme .....	10-62
NOT-HALT, NOT-AUS .....	1-14, 10-24
Notschalter, Schaltzeichen .....	9-27
Nullspannungsschaltend .....	4-20

**O**

Öffner, Schaltzeichen .....	9-28
Ohmsches Gesetz .....	10-64
ON-OFF-Funktion .....	2-31
Optische Sensoren .....	1-48

**P**

Panel-PC .....	2-100
Parameterliste .....	2-63
Passive Harmonic Filter .....	5-80
PDS .....	5-74
Personenschutz .....	1-36... 1-41
Phasenanschnitt .....	5-19
Phasenausfallempfindlichkeit	
Motorschutzrelais Z .....	4-21
Motorschutzschalter PKZ .....	4-36
Phasenfolgerelais .....	2-34
Phasenwächter .....	2-33
Polarisationsreflexlichtschranke .....	1-49
Polpaarzahl .....	3-10
Polumschalter	
Anlaufüberbrückung .....	3-24
Nockenschalter .....	6-7
Polumschaltung, Kennzeichnung .....	3-30
Positionsschalter LS-Titan® .....	1-35
Antrieb .....	1-41
Eignung .....	1-41
Normen .....	1-41
Prinzipschaltbilder PKZ, PKE .....	4-43... 4-45
Projektierung	
Motor .....	3-51... 3-52
Prozessschutz .....	1-39
Prüfstellen .....	9-12
Prüfstellen und Prüfzeichen .....	9-12
Prüfzeichen .....	9-13
Pumpenbetrieb .....	5-44
Pumpensteuerung .....	5-44
Pushbutton-Konfigurator .....	1-32
Push-In-Anschlussklemmen .....	4-16

**R**

Rampenzeit .....	5-20
Rapid Link .....	5-104
RC-Löschglied .....	4-4
Rechtsdrehfeld .....	3-10
Reflexlichttaster .....	1-49
Risikoverminderung im Fehlerfall .....	10-28
RMQ-Titan® .....	1-3
RS232 .....	2-90
RS485 .....	2-91
RS-Flipflop, Schaltzeichen .....	9-34
rückfallverzögert .....	2-29
Rückführkreis .....	2-25

**S**

Safe Torque Off (STO) .....	5-68
Sammelschienensystem .....	8-19
Sanftanlasser .....	5-19
SASY60i .....	8-19
Sattelmoment .....	3-12
Schalten von Kondensatoren .....	3-51...3-56
Schalhäufigkeit .....	3-18
Schaltstellungsanzeige .....	6-4
Schaltstellungsmeldung Leistungsschalter .....	7-13
Schaltung Motorschutzrelais 1-polig, 2-polig .....	3-19
Schaltungsbeispiele	
Anlaufüberbrückung .....	3-32
Leistungsschütze DIL .....	3-31
Schaltungsunterlagen	
allgemein .....	3-28
Verdrahtungsplan .....	3-29
Schaltzeichen .....	9-23...9-34
Schirmungsmaßnahmen .....	5-63...5-65
Schließer, Schaltzeichen .....	9-28
Schlupfdrehzahl .....	3-12
Schnittstellen .....	2-98
Schutz bei Kurzschluss .....	10-13
Schutz bei Überlast .....	10-12



Schutz gegen elektrischen Schlag .....	10-4
Basisschutz .....	10-4
Fehlerschutz .....	10-4
Zusätzlicher Schutz .....	10-4
Schutz gegen Erdschluss	
Motorschutzrelais ZEB .....	4-24
Schütz, Schaltzeichen .....	9-31
Schutzarten .....	9-41, 10-30
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel .....	10-30
Schutzbeschaltung	
allgemein .....	4-4
integriert .....	4-15
steckbar .....	4-15
Schutzerde, Schaltzeichen .....	9-24
Schutzleiter, Mindestquerschnitte .....	10-18
Schutzmaßnahmen .....	10-4
Schweranlauf	
Anlaufüberbrückung .....	3-24
Beispiel .....	3-33
Motorschutz .....	3-22
Schutz .....	4-24
Schwimmerschalter, Schaltzeichen .....	9-30
Sensoren	
induktive .....	1-43
kapazitive .....	1-45
optische .....	1-48
Sicherheit von Maschinen	
DIN EN 60204-1 .....	10-21
Sicherheits-Positionsschalter .....	1-35
Sicherheitsrelevante Anwendungen .....	2-25
Sicherheitstechnische Kenngrößen .....	10-27
Sicherungen .....	9-4
Sicherungslos, Wendeschütz DIUL .....	3-35
Sichtmelder, Schaltzeichen .....	9-26
Signalsäulen SL7/SL4 .....	1-31
Signalsäulen-Konfigurator .....	1-33
Sinusfilter .....	5-82
SmartWire-DT .....	2-3, 2-38, 2-56

Softstarter .....	3-7, 5-19
Auswahlkriterien .....	5-23
Beispiele .....	5-28
Drehrichtungsumkehr .....	5-40
dreiphasig gesteuert .....	5-22
geführte Verzögerung .....	5-21
Parallelschalten mehrerer Motoren .....	5-28
Überlaststromprofil .....	5-21
Zuordnungsarten .....	5-27
zweiphasig gesteuert .....	5-22
Softstopp-Rampe .....	5-36
Spannungsauslöser	
Anlassverriegelung Unterspannungsauslöser .....	7-11
Motorschutzschalter PKZ, PKE .....	4-42
Verriegelung mit Unterspannungsauslöser .....	7-12
Spannungsfall .....	10-66
Spezialrelais .....	2-28
Spiegelkontakt .....	4-19
Stahlblechgehäuse	
xEffect .....	8-14
xEnergy Main .....	8-2
xEnergy-Light .....	8-6
Standard Duty .....	9-38
Ständerkritisch .....	3-26
Standverteiler .....	8-18
Startspannung .....	5-20
staubexplosionsgefährdete Bereiche .....	10-35
Stecker, Schaltzeichen .....	9-24
Stern-Dreieck	
Nockenschalter .....	6-6
Stern-Dreieck-Schaltung .....	2-31
Anlaufüberbrückung .....	3-24
Kennzeichnung .....	3-30
mit Motorschutzrelais .....	3-40
SDAINL .....	3-42, 3-50
von Drehstrommotoren .....	3-40, 3-46
Stern-Dreieck-Starter .....	2-14, 3-6
Sternschaltung	
Prinzip .....	3-11

Steuerrelais .....	2-36
Steuerverfahren .....	5-67
Störlichtbogenschutzsystem ARCON® 3G .....	8-13
Strombegrenzer PKZM0, PKZM4 .....	4-40
Stromspitzen .....	2-32
Stromwächter .....	2-32
Stromwandler, integriert .....	4-24
strukturierter Text .....	2-38
Summer, Schaltzeichen .....	9-26

## T

Tastschalter, Schaltzeichen .....	9-28
Temperatur, Umrechnungsfaktoren .....	10-19
Temperaturklassen .....	10-36
Temperatursensoren .....	2-48
Temperaturüberwachung .....	3-26
Terminal .....	2-102
Thermisches Motorschutzrelais .....	4-21
Thermistor .....	3-26
Thermistor-Maschinenschutzgerät EMT6 .....	4-27
TN-System .....	10-5
Top-of-Ramp .....	5-19
Touchdisplay .....	2-86
Touch-Technologie .....	2-88
Transformatorschutzschalter .....	4-38
Transistor, Schaltzeichen .....	9-34
Trennstelle, Schaltzeichen .....	9-24
Trennung, galvanisch .....	4-2
TT-System .....	10-5
Typenkurzzeichen, Kabel/Leitungen .....	10-61

**U**

Überlast	
Motorschutzschalter .....	4-34
Überlastrelais	
→ Motorschutzrelais .....	4-21
zeitverzögert .....	3-20
Überlast-Relaisfunktion (ZMR) .....	2-9
Überlastschutz	
elektronisch .....	4-24
Leistungsschütze .....	3-31
Überstromschutz .....	10-12
Überstromschutz von Kabeln und Leitungen .....	10-12
Überwachungsrelais .....	2-32
UL/CSA-Types .....	9-41
Umgebung	
erste .....	5-75
zweite .....	5-75
Umschalter .....	6-5
Leistungsmesser .....	6-13
Spannungsmesser .....	6-12
Strommesser .....	6-12
Unsymmetrische Stromaufnahme	
Motorschutzrelais ZEB .....	4-24
Unterspannungsauslöser .....	7-5
abfallverzögert .....	7-5
abschalten .....	7-11
Anlassverriegelung .....	7-11
Fernausschaltung .....	7-10
Leistungsschalter .....	7-17
Motorschutzschalter PKZ, PKE .....	4-42
Verriegelung mehrerer Schalter .....	7-12

**V**

Varistor-Löschglied .....	4-4
Vektorregelung .....	5-67
Verdrahtungsplan	
allgemein .....	3-29
Anordnungsplan .....	3-29
Anschlussplan .....	3-29
Geräteverdrahtungsplan .....	3-29
Verbindungsplan .....	3-29
Verdrosselung Kondensator .....	3-52
Verriegelung, mechanisch .....	4-16
Verriegelungsschaltungen Nockenschalter .....	6-11
Verzögerungsrampe .....	5-21
Verzögerungszeit .....	2-30
Visualisieren	
HMI-PLC .....	2-86
Voreilender Hilfsschalter .....	7-7

**W**

Wandgehäuse	
elektronisch .....	8-18
xEffect CS, Stahlblech .....	8-14
Wandlerrelais ZW7 .....	3-22
Wandverteiler .....	8-18
Wärmeleitfolie .....	4-20
Wartungsschalter	
mit Motorstarter .....	5-42
Schaltungsbeispiel .....	6-4
Webclient .....	2-62
Webeditor .....	2-38
Webpanel .....	2-96
Webserver .....	2-38, 2-61
Wechselrichter .....	5-58
Weitbereichsüberlastschutz	
allgemein .....	4-37
elektronisch .....	4-24
Wellenleistung .....	3-12
Wendekombination → Wendeschütz .....	3-35
Wendeschalter .....	6-5

Wendeschilder	3-35
Wendestarter	5-5, 5-105
Wendestarter, SmartWire-DT	
mit PKE	2-13
mit PKZ	2-11
Motorschutzschalter	4-35
Wende-Stern-Dreieck	
Drehrichtungsänderung	3-46
Nockenschalter	6-6
zwei Drehrichtungen	3-45
Wicklung, Schaltzeichen	9-25
Widerstand	10-64
Widerstand, Schaltzeichen	9-25
Wiedereinschaltsperr	3-18
Wirkungsgrad	3-12
Wischimpuls	2-30
Wurzel-3-Schaltung	5-55

## Z

Zeitrelais	
Funktionen	2-28...2-31
Zeitselektivität Leistungsschalter	7-14
Zentralkompensation Kondensatoren	3-52
Zertifikat	2-57
Zulassungsstellen, weltweite	9-7
Zündschutzarten	10-37
Zuordnungsart 1	5-27
Zuordnungsart 2	5-27
Zuordnungsarten	
Motorschutz	3-22
Softstarter	5-27
Zusatzrüstungen Leistungsschütze	4-14
Zuverlässigkeitswerte	10-27
Zwangsöffnung	1-35



Eaton ist ein intelligentes Energiemanagementunternehmen, das sich dem Ziel verschrieben hat, für mehr Lebensqualität zu sorgen und die Umwelt zu schützen. Wir handeln verantwortlich und nachhaltig und unterstützen unsere Kunden beim Energiemanagement heute und in Zukunft. Wir setzen auf die globalen Wachstumstrends Elektrifizierung und Digitalisierung und beschleunigen so die Umstellung der Welt auf erneuerbare Energien, tragen zur Lösung der weltweit dringendsten Herausforderungen im Energiemanagement bei und setzen uns für das Beste für unsere Stakeholder und die ganze Gesellschaft ein.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.eaton.com/electrical](http://www.eaton.com/electrical)

**Adressen weltweit:**  
[www.eaton.com/contacts](http://www.eaton.com/contacts)

**Eaton**  
EMEA Headquarters  
Route de la Longeraie 7  
1110 Morges, Schweiz

**Electrical Sector**  
Eaton Industries GmbH  
Hein-Moeller-Str. 7-11  
53115 Bonn, Deutschland

© 2008 Eaton Industries GmbH  
Alle Rechte vorbehalten.  
Bezeichnung: PU08703001Z-DE  
September 2023

Printed in Germany  
(10/2023)



*Powering Business Worldwide*