

SIEMENS

Industrielle Schalttechnik

SIRIUS

Schaltgeräte mit IE3 / IE4-Motoren

Applikationshandbuch

Ausgabe

11/2015

siemens.com

SIEMENS

Industrielle Schalttechnik

SIRIUS Schaltgeräte mit IE3 / IE4-Motoren


Applikationshandbuch


| | |
|--|----------|
| <u>Normen und Gesetze</u> | 1 |
| <u>IE3-Motoren</u> | 2 |
| <u>Schaltgeräte mit IE3-Motoren</u> | 3 |
| <u>Auslegungshinweise zu den SIRIUS Schaltgeräten</u> | 4 |
| <u>Auslegungshinweise zu den SENTRON Schutzgeräten</u> | 5 |
| <u>Technischer Hintergrund</u> | 6 |
| <u>Link-Sammlung</u> | A |


Rechtliche Hinweise

Warnhinweiskonzept

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.

| |
|---|
|  GEFAHR |
| bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten wird , wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden. |

| |
|---|
|  WARNUNG |
| bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten kann , wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden. |

| |
|---|
|  VORSICHT |
| bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden. |

| |
|---|
| ACHTUNG |
| bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden. |


Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zu dieser Dokumentation zugehörige Produkt/System darf nur von für die jeweilige Aufgabenstellung **qualifiziertem Personal** gehandhabt werden unter Beachtung der für die jeweilige Aufgabenstellung zugehörigen Dokumentation, insbesondere der darin enthaltenen Sicherheits- und Warnhinweise. Qualifiziertes Personal ist auf Grund seiner Ausbildung und Erfahrung befähigt, im Umgang mit diesen Produkten/Systemen Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen zu vermeiden.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch von Siemens-Produkten

Beachten Sie Folgendes:

| |
|---|
|  WARNUNG |
| Siemens-Produkte dürfen nur für die im Katalog und in der zugehörigen technischen Dokumentation vorgesehenen Einsatzfälle verwendet werden. Falls Fremdprodukte und -komponenten zum Einsatz kommen, müssen diese von Siemens empfohlen bzw. zugelassen sein. Der einwandfreie und sichere Betrieb der Produkte setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung, Montage, Installation, Inbetriebnahme, Bedienung und Instandhaltung voraus. Die zulässigen Umgebungsbedingungen müssen eingehalten werden. Hinweise in den zugehörigen Dokumentationen müssen beachtet werden. |

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Normen und Gesetze..... | 7 |
| 1.1 | Effizienzklassen für IEC Netzmotoren | 7 |
| 1.2 | Ausnahmen in der EU-Verordnung..... | 9 |
| 1.3 | Standardmotoren nach IEC 60034-30-1..... | 10 |
| 2 | IE3-Motoren..... | 11 |
| 2.1 | IE3-Motoren von Siemens | 11 |
| 2.2 | Abweichende Eigenschaften der IE3-Motoren im Vergleich zu IE1- / IE2-Motoren..... | 13 |
| 2.2.1 | Analysen und Messungen | 13 |
| 3 | Schaltgeräte mit IE3-Motoren | 21 |
| 3.1 | Geringer Energieverbrauch | 23 |
| 3.2 | Siemens-Schaltgeräte-Portfolio für den Einsatz mit IE3-Motoren | 24 |
| 4 | Auslegungshinweise zu den SIRIUS Schaltgeräten..... | 29 |
| 4.1 | Effizienzklasse IE4..... | 29 |
| 4.2 | Schütze zum Schalten von Motoren..... | 30 |
| 4.2.1 | Leistungsschütze 3RT2 | 30 |
| 4.2.2 | Leistungsschütze 3RT1 | 30 |
| 4.2.3 | Vakuumschütze 3RT12/3TF68 | 31 |
| 4.2.4 | Sonderschütze | 31 |
| 4.3 | Schützkombinationen zum Schalten von Motoren | 32 |
| 4.3.1 | Wendekombinationen 3RA23, 3RA13..... | 32 |
| 4.3.2 | Stern-Dreieck-Kombinationen 3RA24, 3RA14 (vormontiert und kundenseitig montiert) | 32 |
| 4.4 | Sanftstarter | 33 |
| 4.4.1 | Gemeinsame Eigenschaften der Sanftstarter..... | 33 |
| 4.4.2 | SIRIUS Sanftstarter 3RW30 und 3RW40 für Standard-Anwendungen..... | 34 |
| 4.4.3 | SIRIUS Sanftstarter 3RW44 für High-Feature-Anwendungen | 35 |
| 4.5 | Halbleiterschaltgeräte zum Schalten von Motoren..... | 36 |
| 4.5.1 | Halbleiterschaltgeräte 3RF34 | 36 |
| 4.6 | Schutzgeräte..... | 37 |
| 4.6.1 | Leistungsschalter 3RV2, 3RV1 | 37 |
| 4.6.2 | Starterschutzschalter | 39 |
| 4.6.3 | Überlastrelais 3RU2, 3RU1, 3RB3, 3RB2 | 41 |
| 4.7 | Verbraucherabzweige und Motorstarter für den Einsatz im Schaltschrank..... | 42 |
| 4.7.1 | Verbraucherabzweige SIRIUS 3RA21, 3RA22..... | 42 |
| 4.7.2 | Kompaktabzweige SIRIUS 3RA6 | 44 |
| 4.7.3 | Motorstarter SIRIUS 3RM1..... | 45 |
| 4.7.4 | Motorstarter und Safety Motorstarter ET 200S..... | 45 |
| 4.8 | Motorstarter für den Einsatz im Feld, hohe Schutzart..... | 47 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.8.1 | Motorstarter ET 200pro | 47 |
| 4.8.2 | Motorstarter SIRIUS M200D | 48 |
| 4.8.3 | Motorstarter MCU | 49 |
| 4.9 | Überwachungs- und Steuergeräte | 50 |
| 4.9.1 | Motormanagement - und Steuergeräte SIMOCODE pro..... | 50 |
| 5 | Auslegungshinweise zu den SENTRON Schutzgeräten | 51 |
| 5.1 | Kompaktleistungsschalter | 51 |
| 5.1.1 | Kompaktleistungsschalter 3VL für Motorschutz..... | 51 |
| 5.1.2 | Kompaktleistungsschalter 3VL für Starterschutz | 53 |
| 6 | Technischer Hintergrund..... | 55 |
| 6.1 | Technischer Hintergrund zu den Leistungsschaltern..... | 55 |
| 6.2 | Technischer Hintergrund zu den Sanftstartern | 58 |
| A | Link-Sammlung..... | 61 |
| A.1 | Normen - Verordnungen - Richtlinien | 61 |
| A.2 | Antriebstechnik..... | 62 |
| A.3 | Schaltgeräte | 63 |
| A.4 | Verbraucherabzweige und Motorstarter | 64 |
| A.5 | Motormanagement- und Steuergeräte SIMOCODE pro..... | 66 |

Normen und Gesetze

1.1 Effizienzklassen für IEC Netzmotoren

Normen und Gesetze

In der Europäischen Union wurden umfangreiche Gesetze verabschiedet mit dem Ziel, den Energieverbrauch und damit den CO₂-Ausstoß zu reduzieren. In der EU-Verordnung 640/2009 und Ergänzung 04/2014 wird der Energieverbrauch bzw. die Energieeffizienz von Asynchronmotoren für Netzbetrieb im industriellen Umfeld behandelt. Diese Verordnung ist in allen Ländern der Europäischen Union gültig.

Die Norm IEC 60034-30-1:2014 definiert Wirkungsgrade bzw. Effizienzklassen bei 50 und 60 Hz und legt weltweit fest, welche Motoren betroffen sind und welche Ausnahmeregelungen gelten. Die EU-Verordnung stützt sich in wesentlichen Teilen auf diese Norm.

Nomenklatur

- In der IEC 60034-30-1 wurden für die Asynchronmotoren neue Effizienzklassen festgelegt (IE = International Efficiency):
- IE1 (Standard Efficiency)
- IE2 (High Efficiency)
- **IE3 (Premium Efficiency)**
- IE4 (Super Premium Efficiency)

Zeitplan

Zu diesen Terminen werden die Änderungen wirksam:

- Seit 16.06.2011:
Einhaltung der gesetzlich geforderten Mindestwirkungsgrade IE2 für S1-taugliche Asynchronmotoren gemäß EU-Verordnung.
- Seit 27.07.2014:
Erweiterung der EU-Verordnung 640/2009 um Ergänzung 04/2014.
- Ab 01.01.2015:
Einhaltung der gesetzlich geforderten Mindestwirkungsgrade IE3 für Leistungen von 7,5 kW bis 375 kW oder IE2-Motor mit Frequenzumrichter.
- Ab 01.01.2017:
Einhaltung der gesetzlich geforderten Mindestwirkungsgrade IE3 für Leistungen ab 0,75 kW bis 375 kW oder IE2-Motor mit Frequenzumrichter.

Geltungsbereich

| Betroffene Motoren: EU-Verordnung 640/2009 und 04/2014 basierend auf Norm IEC 60034-30 | |
|---|--|
| Beschreibung | Die EU-Verordnung ist in allen EU-Ländern gültig. Die Basis für die Verlustermittlung und damit für die Wirkungsgradbestimmung ist die IEC 60034-2-1: 2007. |
| Polzahl | 2, 4, 6 |
| Leistungsbe- reich | 0,75 - 375 kW |
| Level | IE1 - Standard Efficiency IE2 - High Efficiency IE3 - Premium Efficiency |
| Spannung | < 1000 V, 50/60 Hz |
| Schutzart | alle |
| Gültigkeit | Norm IEC 60034-30-1 gültig seit März 2014; die EU-Verordnung ist seit 16.6.2011 in Kraft. Hersteller dürfen IE1-Motoren im europäischen Wirtschaftsraum nicht mehr in den Verkehr bringen. |

Motoren nach NEMA-Premium

Motoren nach NEMA-Premium für den Nordamerikanischen Markt müssen dem Gesetz Energieeffizienzstandards EISA 2007 entsprechen. Seit Dezember 2010 müssen die Motoren NEMA Premium Efficient erfüllen. Diese Anforderungen sind ähnlich den Anforderung zu IE3. Die technischen Anforderungen an Motoren für den nordamerikanischen Markt sind in NEMA MG-1 beschrieben.

In Australien gelten ähnliche Anforderungen wie in Nordamerika.

Energieeffizienter Einsatz von Motorstartern oder Frequenzumrichtern

Ein gemeinsames Positionspapier von CAPIEL und CEMEP zur Verordnung (EG) 640/2009 finden Sie im Internet (<http://www.ebpg.bam.de/de/produktgruppen/ener11motor.htm>).

1.2 Ausnahmen in der EU-Verordnung

Betroffene Motoren: EU-Verordnung 640/2009 und 04/2014 basierend auf Norm IEC 60034-30

| Gültig bis 26. Juli 2014 | Gültig ab 27. Juli 2014 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> In Höhen über 1.000 m über dem Meeresspiegel | <ul style="list-style-type: none"> In Höhen über 4.000 m über dem Meeresspiegel |
| <ul style="list-style-type: none"> Bei Umgebungstemperaturen über 40 °C | <ul style="list-style-type: none"> Bei Umgebungstemperaturen über 60 °C |
| <ul style="list-style-type: none"> Bei Umgebungstemperaturen unter -15 °C (beliebiger Motor) bzw. unter 0 °C (wassergekühlter Motor) | <ul style="list-style-type: none"> Bei Umgebungstemperaturen unter -30 °C (beliebiger Motor) bzw. unter 0 °C (wassergekühlter Motor) |
| <ul style="list-style-type: none"> Bei Kühlfüssigkeitstemperaturen am Einlass eines Produkts unter 5 °C oder über 25 °C | <ul style="list-style-type: none"> Bei Kühlfüssigkeitstemperaturen am Einlass eines Produkts unter 0 °C oder über 32 °C |

Unveränderte Ausnahmen

- Motoren, die dafür ausgelegt sind, ganz in eine Flüssigkeit eingetaucht betrieben zu werden
- Vollständig in ein Produkt (z. B. ein Getriebe, eine Pumpe, einen Ventilator oder einen Kompressor) eingebaute Motoren, deren Energieeffizienz nicht unabhängig von diesem Produkt erfasst werden kann
- Motoren, die speziell für den Betrieb unter folgenden Bedingungen ausgelegt sind:
 - bei Betriebshöchsttemperaturen über 400 °C
 - in explosionsgefährdeten Bereichen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates
- Bremsmotoren

Nicht betroffen

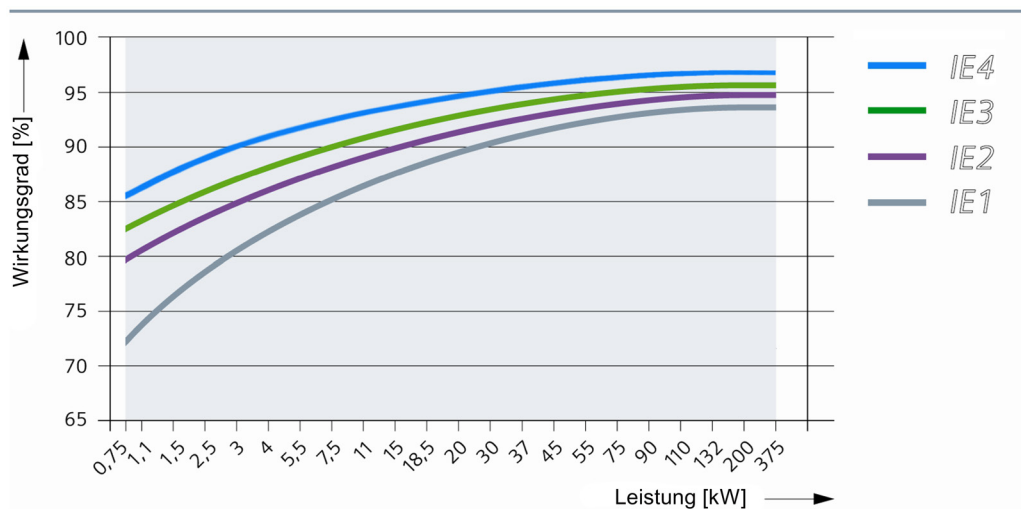
- 8-polige Motoren
- Polumschaltbare Motoren
- Synchronmotoren
- Motoren, die ausschließlich für den Schaltbetrieb S2 ... S9 geeignet sind
- Einphasen-Motoren

1.3 Standardmotoren nach IEC 60034-30-1

Beschreibung

Die neue Norm **EN 60034-30-1:2014** definiert weltweit folgende Wirkungsgradklassen für Niederspannungs-Drehstrom-Asynchronmotoren im Leistungsbereich von 0,12 kW bis 1000 kW:

- IE1 = Standard Wirkungsgrad (vergleichbar EFF2)
- IE2 = Hoher Wirkungsgrad (vergleichbar EFF1)
- IE3 = Premium Wirkungsgrad
- IE4 = Super Premium Wirkungsgrad



Die alten europäischen Bezeichnungen (EFF3, EFF2 und EFF1) sind derzeit noch nicht ungültig, werden aber nach und nach durch die neuen IE-Klassen ersetzt.

Hinweis

Normbaugrößen

Durch vorgegebene Normbaugrößen (insbesondere der Achshöhen) ist ein problemloser 1:1-Austausch möglich.

IE3-Motoren

2.1 IE3-Motoren von Siemens

Beschreibung

IE3-konforme Asynchronmotoren von Siemens zeichnen sich durch Zuverlässigkeit, Langlebigkeit und Robustheit aus.

Die IE3 Premium Efficiency Motoren von Siemens sind im Leistungsbereich von 500 W bis 375 kW in unzähligen Standardvarianten erhältlich.

Die IEC-Motoren sind durchgängig in der Wirkungsgradklasse IE3 für den Gültigkeitsbereich der EU-Verordnung 640/2009 von 750 Watt bis 375 kW ausgelegt.

Die Motoren sind für alle Anwendungen in der Fertigungs- und Prozessindustrie geeignet.

Hinweis

EU-Verordnung 640/2009 ab Januar 2015

Ab Januar 2015 wird der Mindestwirkungsgrad IE3 für Leistungen zwischen 7,5 kW und 375 kW verbindlich.

Alternativ kann ein IE2-Motor mit einem Frequenzumrichter eingesetzt werden. Beachten Sie den folgenden Hinweis.

Hinweis

Vergleich zwischen IE3-Motoren und IE2-Motoren mit Frequenzumrichtern

Aus energetischer Sicht ist ein IE3-Motor nicht äquivalent zu einem IE2-Motor mit Frequenzumrichter. In Applikationen mit fester Drehzahl ist ein IE3-Motor mit einem Motorstarter die energetisch und wirtschaftlich beste Lösung. Frequenzumrichter sollten nur dort eingesetzt werden, wo die Applikation eine Drehzahlregelung erfordert.

Hinweis

Durch vorgegebene Normbaugrößen (insbesondere der Achshöhen) ist ein problemloser 1:1-Austausch möglich.

Erläuterung und Anwendung der Ökodesign-Verordnung - Verordnung (EG) Nr. 640/2009 (Elektromotoren)

Hinweise zur praktischen Anwendung der jetzigen EU-Regulierung zum Erreichen von energieeffizienten Antriebssystemen finden Sie im Internet (<http://www.capiel.eu/en/publications/leaflet/>).

Spektrum an IE3 Premium Efficiency Motoren

| | General Purpose SIMOTICS GP | Severe Duty SIMOTICS SD | Explosionsge- schützt SIMOTICS XP | Definite Purpose SIMOTICS DP | Transnorm SIMOTICS TN |
|--|---|--|--|---|--|
| Gehäusematerial | Aluminium | Grauguss | Aluminium oder Grauguss | Aluminium oder Grauguss | Grauguss |
| Leistungsbereich | 0,09 ... 45 kW | 0,75 ... 315 kW | 0,09 ... 1.000 kW | 0,37 ... 481 kW | 200 ... 3.500 kW |
| Gesetzliche An- forderungen | Sind in der Regel ab 750 W von den Mindestwirkungs- graden betroffen | Sind in der Regel von den Min- destwirkungsgra- den betroffen | Unterliegen nicht den Mindestwir- kungsgraden, sind aber in weiten Be- reichen in IE3 ver- fügbar | Unterliegen in weiten Bereichen den Mindestwir- kungsgraden (z. B. Schiff, Brandgas) | Sind in der Regel bis 375 kW von den Mindestwir- kungsgraden be- troffen |
| Einsatzgebiete und Branchen | Pumpen, Lüfter, Kompressoren, Fördertechnik mit besonderen An- forderungen an ein geringes Gewicht und höchste Effi- zienz | Pumpen, Lüfter, Kompressoren, Fördertechnik, Schiffsanwen- dungen, Offsho- re, Mixer, Mühlen, Extruder, Walzen mit be- sonderen Anfor- derungen an die Robustheit vor allem in der chem. und petro- chem. Industrie | Für allgemeine Industrieanwen- dungen mit beson- deren Anforderungen an den Explosions- schutz, z. B. in der Prozessindustrie | Spezielle Motoren für z. B. Arbeits- und Transportroll- gänge, Be- und Entlüftung von Tunneln, Parkhäu- sern, Einkaufszen- tren, Hafenkräne, Containerbahnhö- fe | Pumpen, Lüfter, Kompressoren, Mixer, Extruder in der chem. und petrochem. Indust- rie, Papiermaschi- nen, Bergbau, Zement, Stahlind- ustrie, Schiffsan- wendungen inkl. Propulsion |
| Weiterführende Infos | SIMOTICS GP (http://www.siemens.de/simotics-gp) | SIMOTICS SD (http://www.siemens.de/simotics-sd) | SIMOTICS XP (http://www.siemens.de/simotics-xp) | SIMOTICS DP (http://www.siemens.de/simotics-dp) | SIMOTICS-N- compact (http://www.siemens.de/simotics-n-compact) |

2.2 Abweichende Eigenschaften der IE3-Motoren im Vergleich zu IE1- / IE2-Motoren

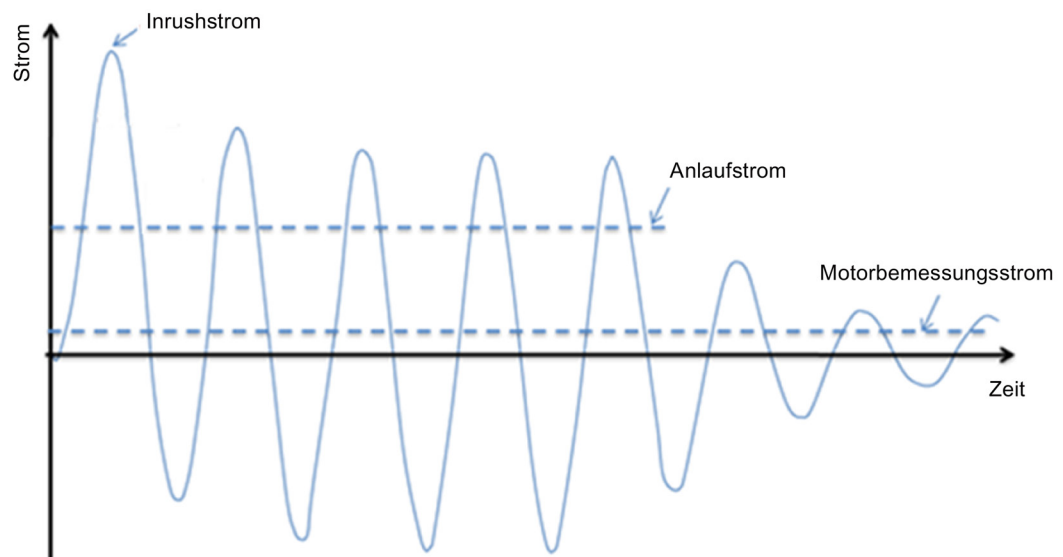
2.2.1 Analysen und Messungen

Analysen und Messungen

Siemens hat umfangreiche Analysen und Messungen der am Markt erhältlichen IE3-Motoren durchgeführt. Die folgenden Kurven zeigen die tendenziellen Veränderungen der IE3-Motoren. Die Ergebnisse beziehen sich immer auf den Mittelwert der dargestellten Größen. Bei allen Größen, die den Motoranlauf beschreiben, können aufgrund der unterschiedlichen Hersteller, Bauarten und Produktreihen breite Streuungen auftreten.

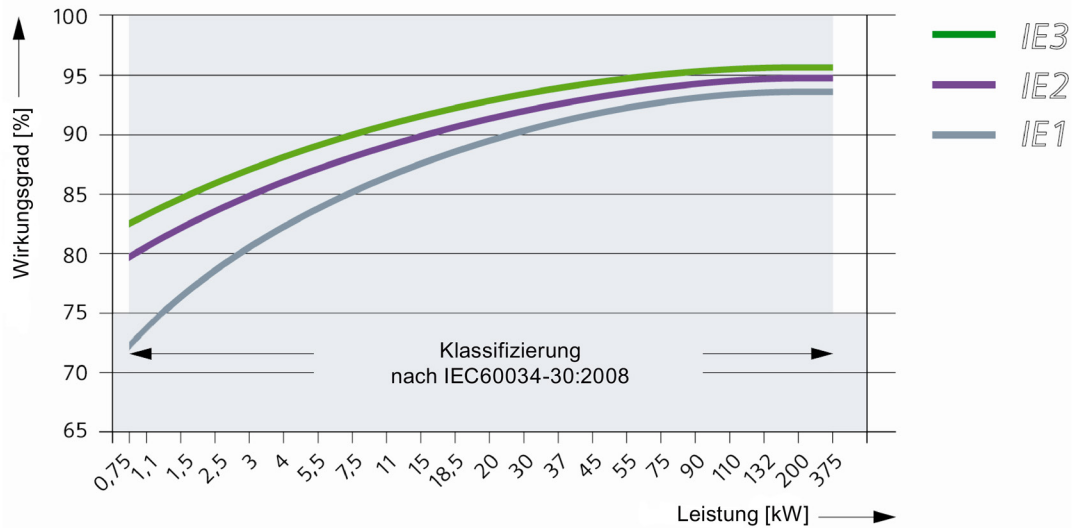
Unterschiede zu IE2-Motoren

- Höherer Wirkungsgrad der IE3-Motoren
- Geringere Bemessungsströme
- Steigender Anlaufstrom
- Steigender Inrushstrom



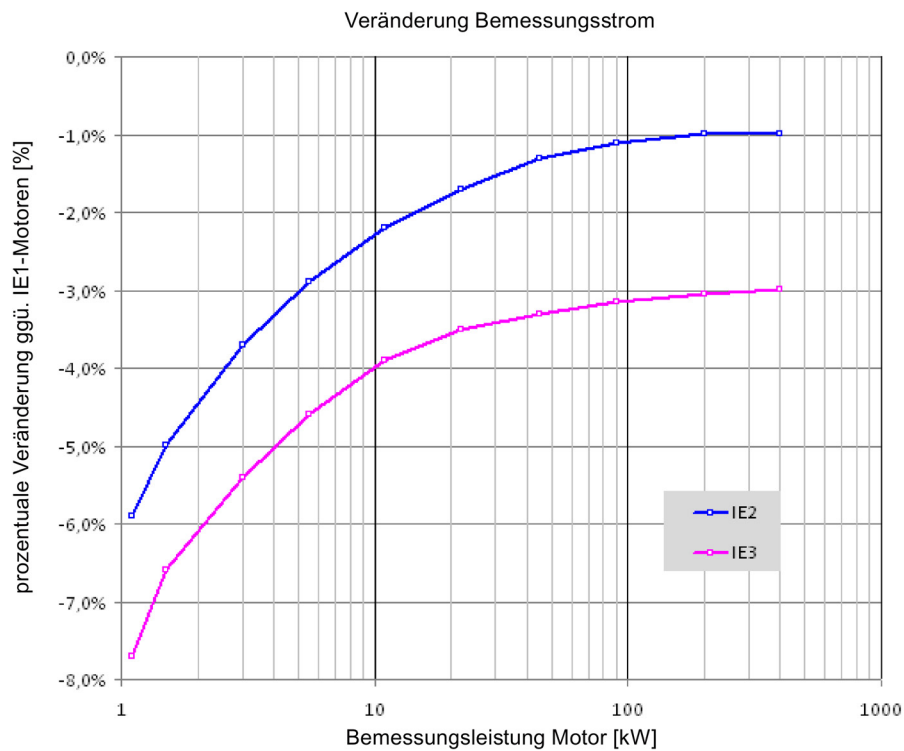
Höherer Wirkungsgrad der IE3-Motoren

Die neuen IE3-Motoren zeichnen sich durch einen höheren Wirkungsgrad im Vergleich zu den bisherigen IE1- / IE2-Motoren aus. Im oberen Leistungsbereich haben die IE1- bzw. IE2-Motoren bereits einen sehr hohen Wirkungsgrad, mit sinkender Leistung wird der Wirkungsgrad schlechter. Daher ist die gesetzlich geforderte Effizienzsteigerung der IE3-Motoren im unteren Leistungsbereich höher. Die folgende Abbildung zeigt den geforderten Wirkungsgrad bezogen auf die Leistung des Motors für IE1-, IE2- und IE3-Motoren.



Geringere Bemessungsströme

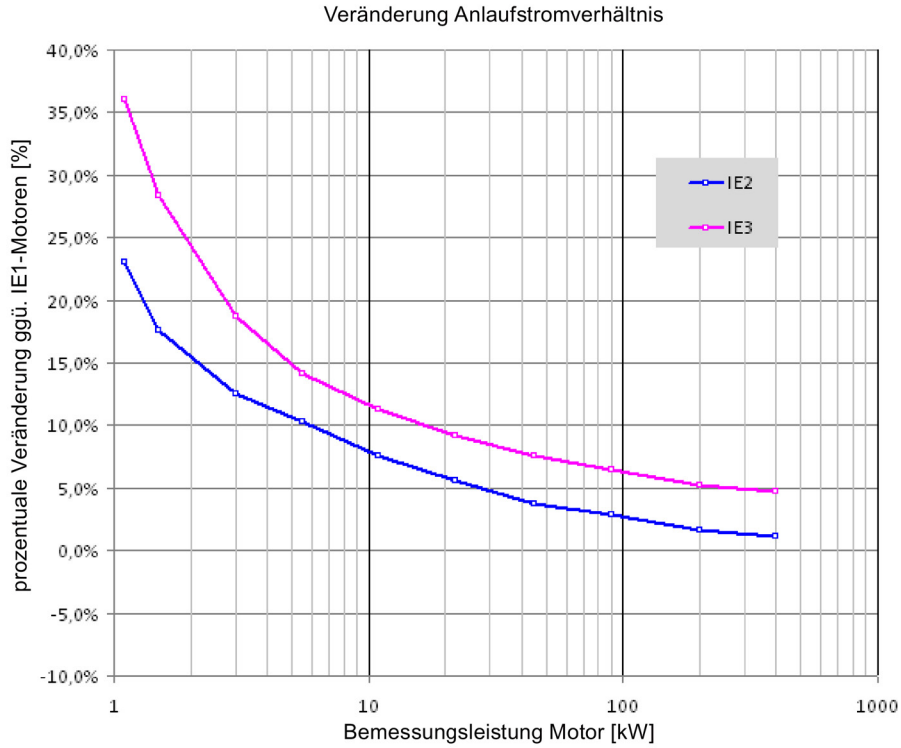
Die geforderte Effizienzsteigerung bei den IE3-Motoren wird meist durch geringere Bemessungsströme der Motoren realisiert. In den kleinen Leistungsbereichen ist die geforderte Effizienzsteigerung größer, somit ist dort die Abweichung des Bemessungsstroms größer. Je höher die Leistung, desto geringer die Abweichung der Bemessungsströme im Vergleich zu IE1- / IE2-Motoren. Die folgende Abbildung zeigt die Veränderung des Mittelwertes der Bemessungsströme bei IE2- und IE3-Motoren im Vergleich zu IE1-Motoren, wobei in der Praxis eine große Streubreite der Bemessungsströme je Leistungsklasse auftritt.



Zunehmende Anlaufstromverhältnisse

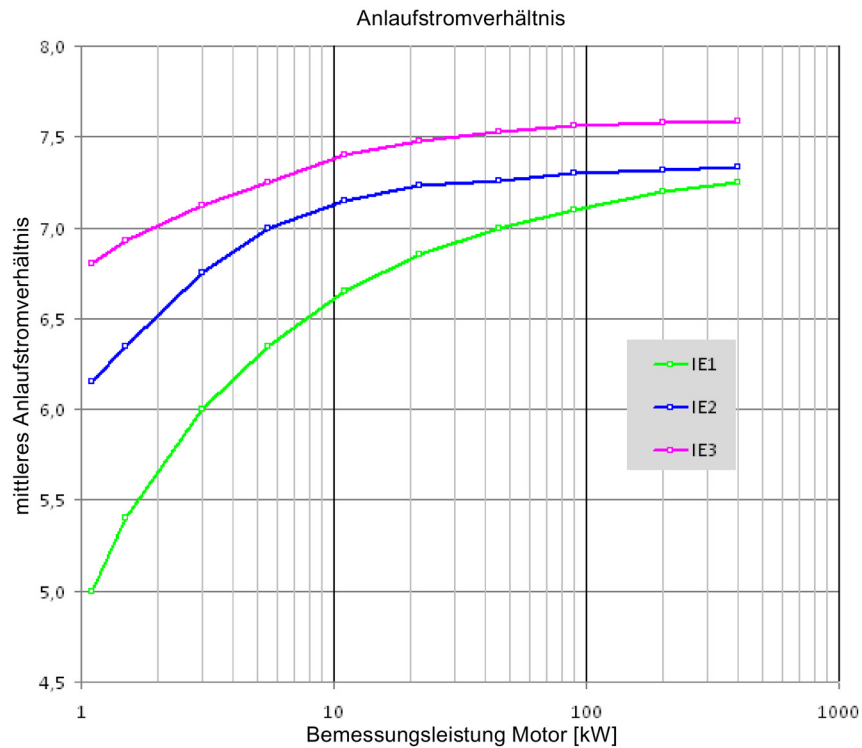
Die Anlaufstromverhältnisse (Verhältnis Anlaufstrom zu Bemessungsstrom; eingeschwungener Zustand, festgebremster Rotor) steigen mit zunehmender IE-Klasse.

Folgende Darstellung zeigt die Zunahme der Anlaufstromverhältnisse. Deutlich zu sehen ist die tendenzielle Verschiebung zu höheren Anlaufstromverhältnissen bei höheren IE-Klassen



Mittelwerte des Anlaufstromverhältnisses

Folgende Grafik zeigt die Mittelwerte des Anlaufstromverhältnisses der verschiedenen Effizienzklassen bezogen auf den Leistungsbereich. Hier wird deutlich, dass trotz der großen Steigerung des Anlaufstromverhältnisses im unteren Leistungsbereich die Mittelwerte immer noch auf einem niedrigeren Niveau liegen, als im höheren Leistungsbereich:



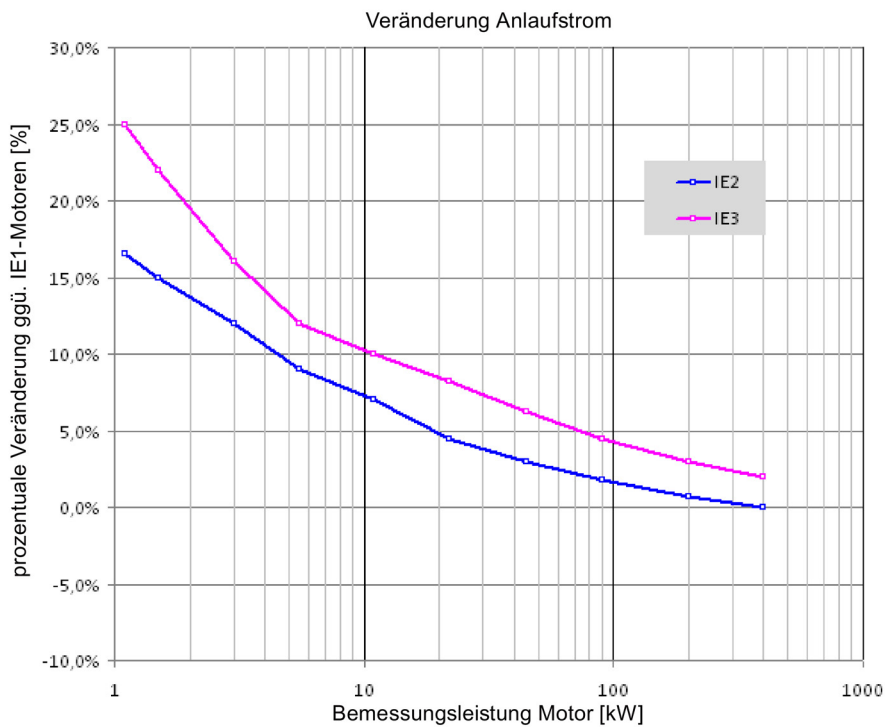
Veränderung Anlaufstrom

Anlaufstrom = Bemessungsstrom * Anlaufstromverhältnis

Im Gegensatz zum Anlaufstromverhältnis verändert sich der Anlaufstrom geringer. Dieser Effekt kommt durch den niedrigeren Bemessungsstrom der IE3-Motoren zustande.

Beispiel: Leistungsklasse 4 - 15 kW bei IE3 gegenüber IE2

- Die Bemessungsströme im Mittel fallen auf 4,5 %
- Die Anlaufstromverhältnisse steigen um 13,5 %
- Der Anlaufstrom steigt lediglich um 11,5 %.



Steigender Inrushstrom

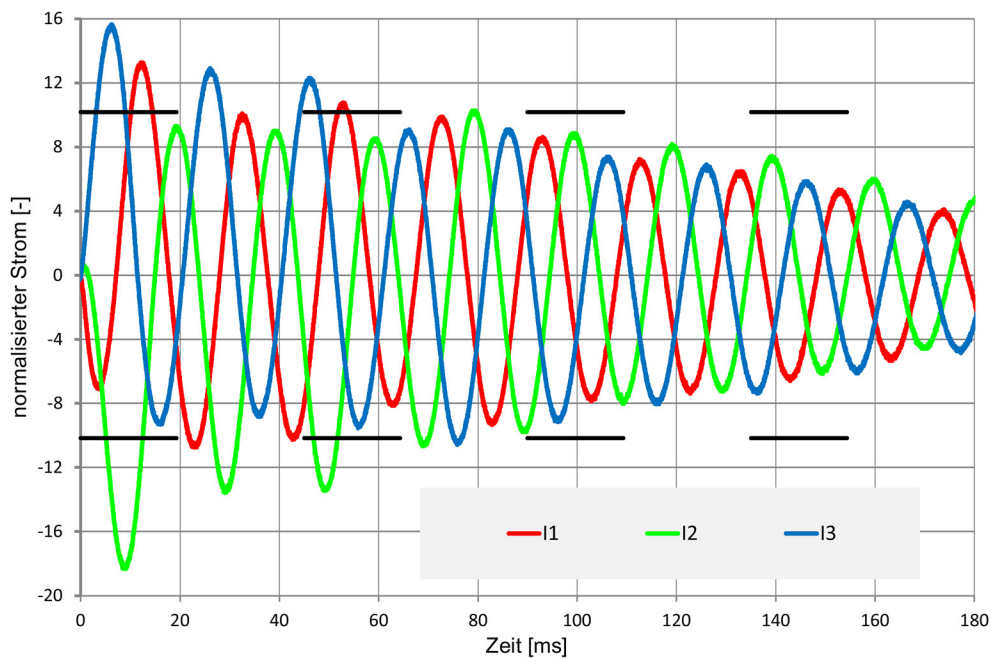
Der Inrushstrom ist ein dynamischer Ausgleichsvorgang. Er ergibt sich aus folgenden Vorgängen:

1. Zuschalten eines induktiven Verbrauchers (Motor) an ein Wechselstromnetz
2. Dynamische Einschwingvorgänge im Motor
3. Sättigungseffekte in den Blechpaketen des Motors

Diese treten bei allen Einschalt- (Direktstart) und Umschaltvorgängen (YD-Umschaltung) auf.

Die höchsten Ströme treten meistens in ein oder zwei Phasen in der ersten Halbwelle auf. Im folgenden Diagramm sieht man dies deutlich an Phase 2 und Phase 3. Die absolute Höhe ist vor allem abhängig von der Einschaltphasenlagen und der konkreten Netzspannung.

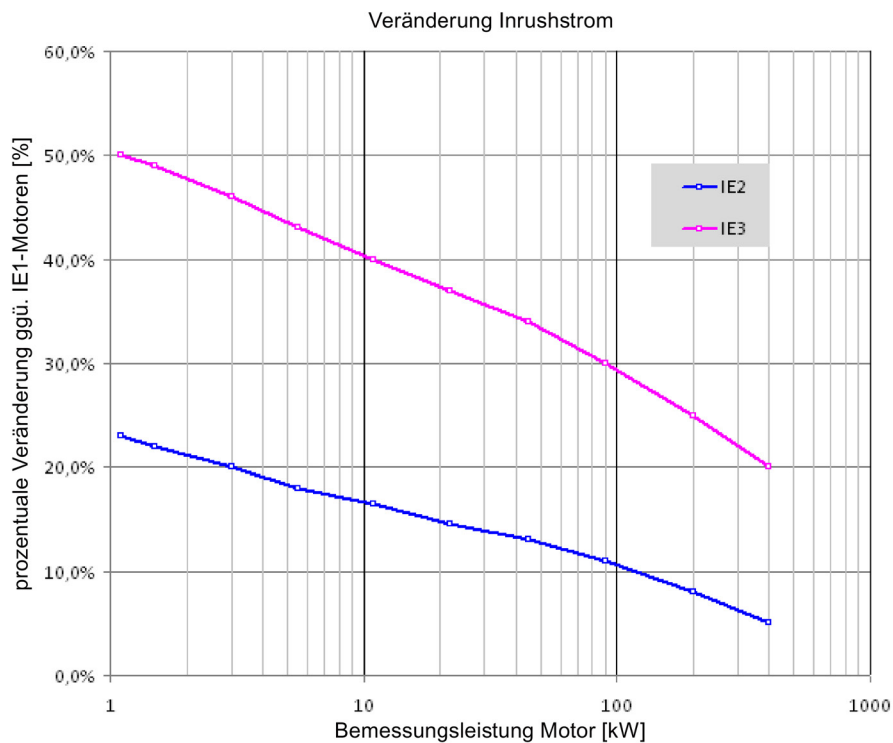
Einschaltvorgang (Anlauf) eines 250 kW IE3-Motors normiert auf den Bemessungsstrom



Höhe des Inrushstroms

Die Höhe des Inrushstroms von IE1 nach IE2 und IE3 sind abhängig von folgenden Faktoren in der jeweiligen Applikation:

- Aufbau des Motors
- Netzverhältnissen (insbesondere von der Größe der Kurzschlussleistung des Trafos und damit der Spannungsstabilität)
- Länge und Verlegung der Motorzuleitungen
- Einschaltphasenlage in der jeweiligen Phase.



Schaltgeräte mit IE3-Motoren

Methodik zur Bestimmung des Energieeffizienzindex einer Anwendung DIN EN 50598

Die Europäische Normenreihe DIN EN 50598 beschreibt eine Methodik zur Bestimmung des Energieeffizienzindex einer Anwendung, die auf dem Konzept des semi-analytischen Modells (SAM) basiert.

Weitere Informationen finden unter DIN EN 50598-1:2014-01

(<http://www.industry.siemens.com/topics/global/de/energieeffiziente-produktion/gesetze-und-normen/Seiten/gesetze-und-normen.aspx>)

Systemkomponenten eines Antriebsstrangs

- Schutzgerät
- Motorstartgerät (z. B. Motorstarter, Schütze)
- Motorsteuergerät (z. B. Motormanagementsysteme, Sanftstarter)
- Motorregelgerät (z. B. Frequenzumrichter)
- Motor
- Getriebe
- Verkabelung
- Arbeitsmaschine

Elektrische Antriebe

- Festdrehzahl-Antriebe - unregelte Systeme (ca. 75 % aller Antriebe)
- Drehzahlvariable Antriebe - geregelte Systeme (ca. 25 %)

Festdrehzahl-Antriebe

Bei Festdrehzahlantrieben wird ein Motor kontinuierlich mit seiner Bemessungsdrehzahl betrieben. Feste Drehzahlen werden durch Schaltgeräte wie Schütze, Motoren- oder Sanftstarter realisiert. Diese Schaltgeräte zeichnen sich durch geringe Eigenverlustleistungen aus.

Schwerpunkte:

- Geschwindigkeitsanpassung im Prozess nicht sinnvoll
- Optimale Anpassung des Systems an den Lastbedarf
- Lastbedarf (Momentenänderung) zwischen 40 % und 120 % möglich, da der Asynchronmotor die hohe Effizienz selbsttätig beibehält
- Zusätzliche Maßnahmen sind nicht erforderlich. Eine maximale Effizienz zwischen 40 % und 120 % des Lastbedarfs ist realisierbar.

Drehzahlvariable Antriebe

Durch Veränderung von Spannung und Frequenz wird die Drehzahl stufenlos variiert. Dies wird mit einem Frequenzumrichter realisiert.

Schwerpunkte:

- Geschwindigkeitsanpassung wenn der Prozess dies erfordert (keine Effizienzsteigerung)
- Geschwindigkeitsregelung zur Anpassung an den Lastbedarf (hohe Effizienz wie bei Volllast)
- Zusatzmaßnahmen wie Frequenzumrichter zur Regelung notwendig
- Zusätzliche Verluste im Antriebsstrang durch die Eigenverluste des Frequenzumrichters und durch die Zusatzverluste im Motor sowie durch ggf. notwendige Filter
- Bei häufigem Teillastbetrieb lassen sich durch die Drehzahlregelung die oben genannten Zusatzverluste kompensieren bzw. sogar deutliche Energieeinsparungen realisieren.

3.1 Geringer Energieverbrauch

Beispiele für energiesparende Schalttechnik

- **Schütze**
Die energieeffizienten Schütze 3RT2 besitzen eine elektronische Spulenansteuerung. Dies senkt die Eigenverlustleistung um bis zu 92 % - bei gleichzeitig geringster Anzugsleistung. So können oftmals DC 24 V-Lastnetzgeräte kleiner ausgelegt werden.
- **Kompaktabzweig**
Im Vergleich zu herkömmlichen Abzweigen wurde die Reduzierung der Kontaktstellen und die elektronische Stromüberwachung die Eigenverlustleistung im Kompaktabzweig 3RA6 um bis zu 80 % gesenkt.
- **Sanftstarter**
Die Sanftstarter 3RW nutzen intelligente, integrierte Strombypasse. Dies reduziert die Eigenverlustleistung im Betrieb um bis zu 92 %.
- **Überlastrelais**
Überlastrelais 3RB mit elektronischem Auslöser statt Bimetallauslöser zeichnen sich nicht nur durch einen größeren Einstellbereich aus, sondern auch um eine bis zu 98 % reduzierte Eigenverlustleistung.

3.2 Siemens-Schaltgeräte-Portfolio für den Einsatz mit IE3-Motoren

SIRIUS Industrielle Schalttechnik - Energieeffiziente Produkte

| Bild | Produktbezeichnung | Artikelnummer | Baugröße | Leistungsbereich | Strombereich |
|---|--|---------------|-----------|------------------|--------------|
|  | Leistungsschutz zum Schalten von Motoren | 3RT2 | S00 - S2 | 3 - 37 kW | 7 - 80 A |
|  | Leistungsschutz zum Schalten von Motoren | 3RT1 | S3 - S12 | 30 - 250 kW | 65 - 500 A |
|  | Vakuumschutz zum Schalten von Motoren | 3RT12 | S10 - S12 | 110 - 250 kW | 225 - 500 A |
|  | Vakuumschutz zum Schalten von Motoren | 3TF6 | 14 | 335 kW | 630 A |
|  | Koppelschütze | 3RT20 | S00-S0 | 3 - 15 kW | 7 - 32 A |
|  | Schützkombination, Wendekombination | 3RA23 | S00 - S2 | 3 - 37 kW | 7 - 80 A |



3.2 Siemens-Schaltgeräte-Portfolio für den Einsatz mit IE3-Motoren

| Bild | Produktbezeichnung | Artikelnummer | Baugröße | Leistungsbereich | Strombereich |
|---|---|---------------|----------|--|---|
|  | Schützkombination, Wendekombination | 3RA13 | S3 | 30 - 45 kW | 65 - 95 A |
|  | Schützkombination, Stern-Dreieck- Kombination | 3RA24 | S00 - S2 | 5,5 - 55 kW | 12 - 115 A |
|  | Schützkombination, Stern-Dreieck- Kombination | 3RA14 | S3 | 55 - 75 kW | 115 - 150 A |
|  | Sanftstarter Standard- Anwendungen | 3RW30 | - | 1,5 - 55 kW | 3 - 106 A |
|  | Sanftstarter Standard- Anwendungen | 3RW40 | - | 5,5 - 250 kW | 12,5 - 432 A |
|  | Sanftstarter High- Feature-Anwendungen | 3RW44 | - | 15 - 710 kW | 29 - 1214 A |
|  | Halbleiterschaltgeräte zum Schalten von Motoren | 3RF34 | - | 2,2 - 7,5 kW (1,5 - 3 kW Wendesätze) | 5,2 - 16 A (3,8 - 7,4 A Wen- desätze) |
|  | Leistungsschalter für Motorschutz | 3RV20 | S00 - S2 | 0,04 - 37 kW | 0,11 - 80 A |

3.2 Siemens-Schaltgeräte-Portfolio für den Einsatz mit IE3-Motoren

| Bild | Produktbezeichnung | Artikelnummer | Baugröße | Leistungsbereich | Strombereich |
|---|--|---------------|----------|------------------|---------------|
|  | Leistungsschalter für Starterkombinationen | 3RV23 | S00 - S2 | 0,04 - 37 kW | 0,16 A - 80 A |
|  | Leistungsschalter für Motorschutz | 3RV10 | S3 | 18,5 - 45 kW | 11 - 100 A |
|  | Leistungsschalter für Starterkombinationen | 3RV13 | S3 | 18,5 - 45 kW | 11 - 100 A |
|  | Thermisches Überlastrelais | 3RU2 | S00 - S2 | - | 0,11 - 80 A |
|  | Thermisches Überlastrelais | 3RU1 | S3 | - | 18 - 100 A |
|  | Elektronisches Überlastrelais | 3RB3 | S00 - S2 | - | 0,1 - 80 A |
|  | Elektronisches Überlastrelais | 3RB2 | S3 - S12 | - | 12,5 - 630 A |
|  | Verbraucherabzweige | 3RA2 | S00 - S2 | 0,06 - 30 kW | 0,2 - 65 A |

| Bild | Produktbezeichnung | Artikelnummer | Baugröße | Leistungsbereich | Strombereich |
|---|--|-------------------------------|--|---|--------------|
|  | Kompaktabzweig | 3RA6 | - | 0,09 - 15 kW | 0,1 - 32 A |
|  | Motorstarter | 3RM1 | - | 0,1 - 3 kW | 0,1 - 7 A |
|  | Motorstarter ET 200S | 3RK1301 | - | bis 7,5 kW | 0,3 - 16 A |
|  | Motorstarter ET 200pro | 3RK1304 | - | bis 5,5 kW | 0,15 - 12 A |
|  | Motorstarter M200D | 3RK1305 3RK1315 3RK1325 | - | bis 5,5 kW | 0,15 - 12 A |
|  | Motorstarter MCU | 3RK4320 | - | 0,25 - 5,5 kW | 0,7 - 12,5 A |
|  | Motormanagement- und Steuergeräte Simocode pro | 3UF7 | S00 - S12 (Größen der Stromwandler) | bis 800 kW (Obere Leistungsgrenze S14 Schütz bei 820 A und 690 V / 1000 V) | 0,3 - 820A |

| Bild | Produktbezeichnung | Artikelnummer | Baugröße | Leistungsbereich | Strombereich |
|---|--|---------------|----------|------------------|--------------|
|  | SENTRON Kompaktleistungsschalter für Motorschutz | 3VL | - | 45 - 250 kW | 80 - 430 A |
|  | SENTRON Kompaktleistungsschalter für Starterschutz | 3VL | - | 37 - 315 kW | 66 - 540 A |

Auslegungshinweise zu den SIRIUS Schaltgeräten

4.1 Effizienzklasse IE4

Wie im Kapitel "Standardmotoren nach IEC 60034-30-1 (Seite 10)" beschrieben ist in der IEC 60034-30-1 auch schon die Effizienzklasse IE4 (Super Premium Efficiency) festgelegt. Für diese Effizienzklasse gibt es momentan noch keine gesetzlichen Vorgaben.

Wir von Siemens haben bei unseren Analysen auch die Effizienzklasse IE4 mitbetrachtet und unsere Schaltgeräte nicht nur für IE3-Motoren sondern auch schon für IE4-Motoren optimiert.

Alle folgenden Projektierungshinweise gelten deshalb nicht nur für den Einsatz der SIRIUS Schaltgeräte mit IE3-Motoren sondern auch für den Einsatz mit IE4-Motoren.

Daher sind alle SIRIUS Schaltgeräte in der Übersicht im Kapitel "Siemens-Schaltgeräte-Portfolio für den Einsatz mit IE3-Motoren (Seite 24)" auch für den Einsatz mit IE4-Motoren geeignet.

4.2 Schütze zum Schalten von Motoren

4.2.1 Leistungsschütze 3RT2

Beschreibung

Die Leistungsschütze 3RT2 wurden für das Schalten von IE3-Motoren optimiert und können ohne weitere Einschränkungen mit IE3-Motoren für Direkt- und Wendestart eingesetzt werden.

Die energieeffizientesten Schütze der 3RT2-Reihe besitzen eine elektronische Spulenansteuerung. Diese ermöglicht die Halteleistung auf das nötigste zu reduzieren, wobei auch die Anzugsleistung gering gehalten wird. Hierdurch können die DC 24 V-Lastnetzgeräte oftmals kleiner ausgelegt werden.

4.2.2 Leistungsschütze 3RT1

Beschreibung

Die Leistungsschütze 3RT1 Baugröße S3 wurden für das Schalten von IE3-Motoren optimiert und können ohne weitere Einschränkungen mit IE3-Motoren für Direkt- und Wendestart eingesetzt werden.

Die Leistungsschütze 3RT1 Baugröße S6 bis S12 können bis zu einem Anlaufstromfaktor 8,5 ohne weitere Einschränkungen mit IE3-Motoren für Direkt- und Wendestart eingesetzt werden. Ab einem Anlaufstromverhältnis größer 8,5 empfehlen wir für Direkt- und Wendestart bei einzelnen Leistungsklassen die Verwendung des elektronischen Antriebs.

| AC-3 / 400V / 60°C | Anlaufstromverhältnis Motor < 8,5 | Anlaufstromverhältnis Motor > 8,5 |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 55 kW | 3RT1054 | |
| 75 kW | 3RT1055 | |
| 90 kW | 3RT1056 | 3RT1056-.N |
| 110 kW | 3RT1064 | |
| 132 kW | 3RT1065 | |
| 160 kW | 3RT1066 | 3RT1066-.N |
| 200 kW | 3RT1075-.N | |
| 250 kW | 3RT1076 | 3RT1076-.N |

Für andere Spannungen gelten die Auswahlkriterien analog.

4.2.3 Vakuumschütze 3RT12/3TF68

Beschreibung

Die Vakuumschütze 3RT12/3TF68 können bis zu einem Anlaufstromverhältnis 8,5 ohne weitere Einschränkungen mit IE3-Motoren für Direkt- und Wendestart eingesetzt werden.

Ab einem Anlaufstromverhältnis größer 8,5 empfehlen wir für Direkt- und Wendestart bei einzelnen Leistungsklassen der 3RT12 die Verwendung des elektronischen Antriebs.

Bei den Vakuumschützen 3TF6 empfehlen wir ab einem Anlaufstromverhältnis größer 8,5 die Verwendung der nächst größeren Leistungsklasse.

| AC-3 / 400V / 60°C | Anlaufstromverhältnis Motor < 8,5 | Anlaufstromverhältnis Motor > 8,5 |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 110 kW | 3RT1264 | |
| 132 kW | 3RT1265 | |
| 160 kW | 3RT1266 | 3RT1266-N |
| 200 kW | 3RT1275 | |
| 250 kW | 3RT1276 | 3RT1276-N |
| 335 kW | 3TF68 | 3TF69 |

Für andere Spannungen gelten die Auswahlkriterien analog.

4.2.4 Sonderschütze

Beschreibung

Für alle Sondervarianten der Motorschütze, inklusive der kundenspezifischen Ausführungen, der Koppelschütze 3RT2 sowie der vierpoligen Schütze 3RT25, Bahnschütze mit elektronischem Ansteuerbaustein) sowie Schütze Baugröße S00 mit Dioden- / Diodenkombination Beschaltung oder int. Vollweggleichrichtung gibt es die Auslegung für IE3-Motoren auf Anfrage.

4.3 Schützkombinationen zum Schalten von Motoren

4.3.1 Wendekombinationen 3RA23, 3RA13

Beschreibung

Die Leistungsschütze 3RT2 und 3RT1 Baugröße S3 wurden für das Schalten von IE3-Motoren optimiert und können ohne weitere Einschränkungen mit IE3-Motoren eingesetzt werden. Gleiches gilt auch für die vormontierten Wendekombinationen 3RA23 (Baugröße S00, S0 und S2) und 3RA13 (Baugröße S3).

4.3.2 Stern-Dreieck-Kombinationen 3RA24, 3RA14 (vormontiert und kundenseitig montiert)

Beschreibung

Die Leistungsschütze 3RT2 wurden für das Schalten von IE3-Motoren optimiert und können ohne weitere Einschränkungen mit IE3-Motoren eingesetzt werden. Das gilt auch für die vormontierten Stern-Dreieck-Kombinationen 3RA24.

Für die vormontierten Stern-Dreieck-Kombinationen 3RA14 wird eine Verwendung mit IE3-Motoren nur bis zu einem Anlaufstromverhältnis von 8,5 empfohlen. Für größere Anlaufstromverhältnisse empfehlen wir, wenn möglich Stern-Dreieck-Kombinationen 3RA24 einzusetzen oder die Projektierungshinweise für die kundenseitig montierten Kombinationen zu beachten.

Ab einem Anlaufstromverhältnis größer 8,5 empfehlen wir für Stern-Dreieck-Kombinationen bei einzelnen Leistungsklassen die Verwendung der nächstgrößeren Baugröße.

| AC-3 / 400V / 60°C | Anlaufstromverhältnis Motor < 8,5 | | Anlaufstromverhältnis Motor > 8,5 | |
|--------------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|----------------|
| | Dreieck- / Netz-Schütz | Stern-Schütz | Dreieck- / Netz-Schütz | Stern-Schütz |
| 75 kW | 3RT1045 | 3RT1036 | 3RT1045 | 3RT1044 |
| 90 kW | 3RT1054 | 3RT1044 | 3RT1054 | 3RT1045 |
| 110 kW | 3RT1054 | 3RT1044 | 3RT1054 | 3RT1045 |
| 132 kW | 3RT1055 | 3RT1045 | 3RT1055 | 3RT1054 |
| 160 kW | 3RT1056 | 3RT1046 | 3RT1064 | 3RT1054 |
| 200 kW | 3RT1064 | 3RT1054 | 3RT1065 | 3RT1055 |
| 250 kW | 3RT1065 | 3RT1055 | 3RT1066 | 3RT1064 |
| 315 kW | 3RT1075 | 3RT1064 | 3RT1075 | 3RT1065 |
| 355 kW | 3RT1075 | 3RT1064 | 3RT1075 | 3RT1065 |
| 400 kW | 3RT1075 | 3RT1065 | 3RT1075 | 3RT1065 |
| 500 kW | 3RT1076 | 3RT1066 | 3RT1076 | 3RT1066 |

Kurzschlusschutz mit Sicherungen bei Direkt-, Wende- und Stern dreieckanlauf

Der sicherungsbehaltete Aufbau funktioniert in Kombination mit IE3-Motoren bei richtiger Dimensionierung problemlos. Die Dimensionierungshinweise der Sicherungshersteller sind zu beachten.

4.4 Sanftstarter

4.4.1 Gemeinsame Eigenschaften der Sanftstarter

Beschreibung

Sanftstarter werden eingesetzt, um Drehstrom-Asynchronmotoren drehmomentreduziert und anlaufstromreduziert zu starten.

Bei den SIRIUS Sanftstartern wird der Inrush-Strom weitgehend reduziert. Beim sanften Start des Motors wird der Anlaufstrom reduziert und das Netz entlastet.

Die Sanftstarter 3RW nutzen intelligente, integrierte Strombypässe und reduzieren so die Eigenverlustleistung im Betrieb.

Schlüsselfunktionen

- Sanftanlauf
- Sanftauslauf (nur 3RW40/44)
- Vermeidung von Stromspitzen, Drehmomentstößen und Wasserschlag in Pumpen und Rohren
- Standardreihe 3RW30/40 (bis 55 kW/106 A) und High Feature Reihe 3RW44 (bis 1200 kW) mit optionaler PROFIBUS- oder PROFINET-Schnittstelle

Einschränkungen

Die Sanftstarter sind nach IEC 60947-4-2 dimensioniert. Gemäß der Gerätenorm ist der maximale zu berücksichtigende Motorstrom der 8-fache des Motorbemessungsstroms (Motorblockierstrom).

4.4.2 SIRIUS Sanftstarter 3RW30 und 3RW40 für Standard-Anwendungen

Beschreibung

Die SIRIUS Sanftstarter 3RW30 und 3RW40 bieten eine Alternative zu Direktstartern und Stern-Dreieck-Startern. Haupteinsatzgebiet sind kleine bis mittlere Leistungen.

- Als Ersatz von Stern-Dreieck-Kombinationen
 - Verringerter Verdrahtungsaufwand
 - Geringerer Platzbedarf
 - Weniger mögliche Fehlerquellen
 - wartungsfrei
- Für den ruckfreien Betrieb in der Anlaufphase
- Optionaler Softstopp bietet Vorteile gegenüber der mechanischen Lösung.

Einschränkung

Die Sanftstarter sind nach IEC60947-4-2 dimensioniert. Gemäß der Gerätenorm ist der max. zu berücksichtigende Motorstrom der 8-fache des Motornennstromes (Motorblockierstrom). Für die korrekte Auslegung von Sanftstartern für Motoren mit hohen Anlaufstromverhältnissen ($I/I_e \geq 8$) empfehlen wir unser Simulation Tool for Soft Starters (STS) (Ende 2014 verfügbar):

- Download (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/101494917>)
- Readme (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/101494773>)

Kurzschlusschutz

Der Aufbau mit Leistungsschalter oder der sicherungsbehaftete Aufbau funktioniert in Kombination mit IE3-Motoren bei richtiger Dimensionierung problemlos. Die Dimensionierungshinweise der Hersteller sind zu beachten.

Technischer Hintergrund

Weitere Informationen zum technischen Hintergrund finden Sie in Kapitel "Technischer Hintergrund zu den Sanftstartern (Seite 58)".

4.4.3 SIRIUS Sanftstarter 3RW44 für High-Feature-Anwendungen

Beschreibung

Die elektronischen Sanftstarter 3RW44 bieten neben Sanftan- und -auslauf noch zahlreiche Funktionen für gehobene Anforderungen an.

- Der Leistungsbereich geht bis 1200 kW.
- Spannungsebenen 200 bis 690 V.
- Alle Geräte besitzen eine einstellbare Strombegrenzung zur Vermeidung von Stromspitzenbelastungen.

Wichtige Merkmale

- Motorschutzeinrichtungen
- Überwachung- und Schutzeinrichtungen für Versorgungsnetz und Sanftstarter
- Programmierbare Ein- und Ausgänge (ggf. unterschiedliche Eingänge)
- Diagnose und Statistik des Motors
- Optionale Kommunikationsmodule PROFIBUS und PROFINET
- Wurzel-3-Schaltung
- Drehmomentregelung für besonders schwierige Anläufe
- Pumpenauslauf-Funktion zur Vermeidung von Wasserschlägen

Einschränkung

Die Sanftstarter sind nach IEC60947-4-2 dimensioniert. Gemäß der Gerätenorm ist der max. zu berücksichtigende Motorstrom der 8-fache des Motornennstromes (Motorblockierstrom).

Für die korrekte Auslegung von Sanftstartern für Motoren mit hohen Anlaufstromverhältnissen ($I/I_e \geq 8$) empfehlen wir unser "Simulation Tool for Soft Starters (STS)" (Ende 2014 verfügbar):

- Download (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/101494917>)
- Readme (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/101494773>)

Kurzschlusschutz mit Sicherungen

Der Aufbau mit Leistungsschalter oder der sicherungsbehaftete Aufbau funktioniert in Kombination mit IE3-Motoren bei richtiger Dimensionierung problemlos. Die Dimensionierungshinweise der Hersteller sind zu beachten.

Technischer Hintergrund

Weitere Informationen zum technischen Hintergrund finden Sie in Kapitel "Technischer Hintergrund zu den Sanftstartern (Seite 58)".

4.5 Halbleiterschaltgeräte zum Schalten von Motoren

4.5.1 Halbleiterschaltgeräte 3RF34

Beschreibung

Halbleiterschaltgeräte werden für sehr hohe Schalzhäufigkeiten eingesetzt.

Die in diesem Handbuch vorliegenden Ausführungen der Halbleiterschütze und Halbleiterwendeschütze sind speziell für den Betrieb an Drehstrommotoren bis zu 7,5 kW vorgesehen.

Wichtige Merkmale

- Isoliertes Gehäuse mit integriertem Kühlkörper
- Schutzart IP20
- Integrierter Montagefuß zum Aufschnappen auf eine Hutschiene oder zur Montage auf eine Trägerplatte
- Vielfältige Anschlusstechniken
- Steckbarer Steueranschluss
- Steuerspannungsanzeige mittels LED

Einschränkung

Die Halbleiterschaltgeräte sind gemäß der Produktnorm DIN IEC 60947-4-2 für Motoren mit einem maximalen 8-fachen Anlaufstromverhältnis ($I/I_e \leq 8$) ausgelegt.

Für die Auslegung für Motoren mit höheren Anlaufstromverhältnissen (typisch $I/I_e > 8$) ist der maximal zulässige Bemessungsbetriebsstrom gemäß folgender Tabelle zu reduzieren:

| Anlaufstrom- verhältnis | Maximal zulässige Bemessungsbetriebsstrom [A] | | | | | | |
|----------------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| | Halbleiterschütze | | | | Halbleiterwendeschütz | | |
| | 3RF3405- .BB.. | 3RF3410- .BB.. | 3RF3412- .BB.. | 3RF3416- .BB.. | 3RF34 03- .BD.4 | 3RF34 05- .BD.4 | 3RF34 10- .BD.4 |
| <= 8-fach | 5,2 | 9,2 | 12,5 | 16,0 | 3,8 | 5,4 | 7,4 |
| 8,5-fach | 4,9 | 8,7 | 11,8 | 15,1 | 3,6 | 5,1 | 7,0 |
| 9-fach | 4,6 | 8,2 | 11,1 | 14,2 | 3,4 | 4,8 | 6,6 |
| 9,5-fach | 4,4 | 7,7 | 10,5 | 13,5 | 3,2 | 4,5 | 6,2 |
| 10-fach | 4,2 | 7,4 | 10,0 | 12,8 | 3,0 | 4,3 | 5,9 |

4.6 Schutzgeräte

4.6.1 Leistungsschalter 3RV2, 3RV1

Beschreibung

Leistungsschalter für den Motorschutz sind konzipiert, um Motoren zu schalten und zu schützen und übernehmen den Leitungsschutz im Überlast- und Kurzschlussfall.

Dazu sind die Geräte mit Sensoren zur Überlast- und Kurzschlusserkennung ausgestattet und verfügen über eine Unterbrechungsstelle zum Schalten der Motor- und Kurzschlussströme.

Technischer Hintergrund

Die Leistungsschalter sind für den Einsatz an IE3-Motoren geeignet. Weitere Informationen zum technischen Hintergrund finden Sie in Kapitel "Technischer Hintergrund zu den Leistungsschaltern (Seite 55)".

Einschränkungen der Leistungsschalter 3RV2

Eine Einschränkung des maximalen Anlaufstroms ist bei jeweils einem Einstellbereich der Baugrößen S0 und S2 notwendig. Der Grund liegt in dem Ein- und Ausschaltvermögen der entsprechenden Varianten:

| Leistungsschalter 3RV2 | 3RV2.21-4E... | 3RV2.3.-4R... |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Einstellbereich Überlastauslöser | 27 ... 32 A | 70 ... 80 A |
| reduziertes Anlaufstromverhältnis | 8-fach | 9-fach |
| max. zulässiger Anlaufstrom | 32 A x 8 = 256 A | 80 A x 9 = 720 A |

| Anlaufstromverhältnis: | Maximal zulässige Bemessungsbetriebsstrom [A] | |
|------------------------|---|---------------|
| | 3RV2.21-4E... | 3RV2.3.-4R... |
| ≤ 8-fach | 32,0 | 80,0 |
| 8,5-fach | 30,2 | 80,0 |
| 9-fach | 28,4 | 80,0 |
| 9,5-fach | 27,0 | 75,8 |
| 10-fach | - | 72,0 |

Hinweis

Für die Baugröße S0 sind die Einstellbereich-Varianten "-4P" (30 bis 36 A) und "-4F" (34 bis 40 A) für den Einsatz mit IE3-Motoren nicht geeignet.

In diesen Strombereichen empfehlen wir die Baugröße S2 zu verwenden.

Erweiterte Einstellbereiche bei Leistungsschalter S00 und S0

Bei den folgenden Ausführungen der Leistungsschalter S00 und S0 wurden die Einstellbereiche der Überlastauslöser erweitert und damit an die niedrigeren Bemessungsströme der IE3-Motoren angepasst:

| Baugröße | Artikelnummer | Einstellbereich Überlastauslöser alt | Einstellbereich Überlastauslöser neu |
|----------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| S00 | 3RV2.11-4A... | 11 ... 16 A | 10 ... 16 A |
| S0 | 3RV2.21-4A... | 11 ... 16 A | 10 ... 16 A |
| | 3RV2.21-4B... | 14 ... 20 A | 13 ... 20 A |
| | 3RV2.21-4C... | 17 ... 22 A | 16 ... 22 A |
| | 3RV2.21-4D... | 20 ... 25 A | 18 ... 25 A |

Einschränkungen bei den Leistungsschaltern 3RV1 der Baugröße S3

Bei den folgenden Ausführungen der Leistungsschalter 3RV1 der Baugröße S3 empfehlen wir beim Einsatz mit IE3-Motoren für das betriebsmäßige Schalten des Motors ein Schütz zu verwenden.

Der Grund liegt in dem Ein- und Ausschaltvermögen der entsprechenden Varianten:

| Baugröße | Artikelnummer | Einstellbereich Überlastauslöser |
|----------|---------------|----------------------------------|
| S3 | 3RV1.4.-4K... | 57 ... 75 A |
| S3 | 3RV1.4.-4L... | 70 ... 90 A |
| S3 | 3RV1.4.-4M... | 80 ... 100 A |

Auswahlbeispiel

In diesem Beispiel werden zwei Leistungsschalter mit einander verglichen.

- Leistungsschalter A: Einstellskala 10 ... 16 A
- Leistungsschalter B: Einstellskala 14 ... 20 A
- Motorbemessungsstrom: 15 A

Empfohlen wird der Leistungsschalter B (14 ... 20 A), da bei diesem die Verlustleistung geringer ist und er einen höheren Abstand zu den Ansprechgrenzen hat.

Die Verlustleistung liegt beim Leistungsschalter B um ca. 35 % niedriger als beim Leistungsschalter A.

Die Ansprechgrenzen des Kurzschlussauslösers beziehen sich immer auf den maximalen Einstellwert:

- Beim Leistungsschalter A beträgt der Ansprechwert des Kurzschlussauslösers 208 A (13 x 16 A). Bei dem Einstellwert von 15 A beträgt der Abstand zur Ansprechgrenze des Kurzschlussauslösers das 13,86-fache des Einstellstroms (208 A: 15 A = 13,86).
- Beim Leistungsschalter B beträgt der Ansprechwert des Kurzschlussauslösers 260 A (13 x 20 A). Bei dem Einstellwert von 15 A beträgt der Abstand zur Ansprechgrenze des Kurzschlussauslösers das 17,33-fache des Einstellstroms (260 A: 15 A = 17,33).

Im vorliegenden Beispiel erhöht sich also der Abstand zur Ansprechgrenze von 13,86-mal Einstellstrom bei Leistungsschalter A auf 17,33-mal Einstellstrom bei Leistungsschalter B.

4.6.2 Starterschutzschalter

Beschreibung

Der Starterschutzschalter im Verbraucherabzweig mit Überlastrelais und Schaltgerät ist für den Kurzschlusschutz zuständig. Starterschutzschalter sind aufgebaut wie Leistungsschalter.

Technischer Hintergrund

Die Starterschutzschalter sind für den Einsatz an IE3-Motoren geeignet. Weitere Informationen zum technischen Hintergrund finden Sie in Kapitel "Technischer Hintergrund zu den Leistungsschaltern (Seite 55)".

Abzweige mit Starterschuttschaltern und thermischen Überlastrelais

Die integrierte Kurzschlusserkennung im Starterschuttschalter kann, wie im Kapitel Leistungsschalter beschrieben, bei höheren Motoranlauf- und Inrushströmen zu Frühauflösungen führen. Aus diesem Grund empfehlen wir bei der Auswahl der Kombination von thermischem Überlastrelais und Starterschuttschalter analog der Auswahl von Leistungsschalter für den Motorschutz vorzugehen; d. h. die Auswahl so zu treffen, dass die Geräte nicht im oberen Bereich der Einstellskala betrieben werden. Dies reduziert auch bei den thermischen Überlastrelais die Verlustleistung.

Baugrößen S00 und S0

Bei Abzweigen der Baugrößen S00 und S0 empfehlen wir den Starterschuttschalter und das thermische Überlastrelais jeweils nennstromgleich auszuwählen: z. B. Starterschuttschalter 3RV2311-1FC10 (mit Bemessungsstrom 5 A) und thermisches Überlastrelais 3RU2116-1FB10 (Einstellbereich 3,5 ... 5 A → Bemessungsstrom 5 A).

Baugrößen S2

Für den Aufbau von Abzweigen der Baugröße S2 empfehlen wir die Gerätekombinationen aus folgender Tabelle:

| Leistungsschalter für Starterschutz | | Thermisches Überlastrelais | |
|-------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|
| Bemessungsstrom [A] | Artikelnummer | Einstellbereich [A] | Artikelnummer |
| 17 | 3RV233x-4TC10 | 11 ... 16 | 3RU2136-4AB0 |
| 20 | 3RV233x-4BC10 | 14 ... 20 | 3RU2136-4BB0 |
| 25 | 3RV233x-4DC10 | 18 ... 25 | 3RU2136-4DB0 |
| 32 | 3RV233x-4EC10 | 22 ... 32 | 3RU2136-4EB0 |
| 40 | 3RV233x-4UC10 | 28 ... 40 | 3RU2136-4FB0 |
| 45 | 3RV233x-4VC10 | 36 ... 45 | 3RU2136-4GB0 |
| 52 | 3RV233x-4WC10 | 40 ... 50 | 3RU2136-4HB0 |
| 59 | 3RV233x-4XC10 | 47 ... 57 | 3RU2136-4QB0 |
| 65 | 3RV233x-4JC10 | 54 ... 65 | 3RU2136-4JB0 |
| 73 | 3RV233x-4KC10 | 62 ... 73 | 3RU2136-4KB0 |
| 80 | 3RV233x-4RC10 | 70 ... 80 | 3RU2136-4RB0 |

x = 1: 65 kA

x = 2: 100 kA

Abzweige mit Starterschuttschaltern und elektronischen Überlastrelais

Bitte wenden Sie sich für Informationen über die richtige Auswahl der Geräte für den Aufbau von Abzweigen mit Starterschuttschaltern und elektronischen Überlastrelais an Technical Assistance.

4.6.3 Überlastrelais 3RU2, 3RU1, 3RB3, 3RB2

Beschreibung

Überlastrelais 3RB mit elektronischem Auslöser zeichnen sich durch eine bis zu 98 % reduzierte Eigenverlustleistung aus.

Überlastrelais können für IE3-Motoren ohne Anpassungen verwendet werden. Bei Verwendung der Überlastrelais in Verbraucherabzweigen mit weiteren Geräten, kann es zu Problemen in Verbindung mit IE3-Motoren kommen. Beachten Sie bei den folgenden Geräten die Hinweise im entsprechenden Kapitel:

- Schütze
- Sanftstarter
- Starterschuttschalter

Kurzschlusschutz mit Sicherungen

Die Sicherungen im Verbraucherabzweig mit Überlastrelais und Schaltgerät sind für den Kurzschlusschutz zuständig.

Achten Sie auf die höheren Inrushströme und die richtige Dimensionierung der Sicherungen.

4.7 Verbraucherabzweige und Motorstarter für den Einsatz im Schaltschrank

4.7.1 Verbraucherabzweige SIRIUS 3RA21, 3RA22

Beschreibung

Die vormontierten, sicherungslosen Verbraucherabzweige 3RA2 bestehen aus dem Leistungsschalter 3RV2 und dem elektromechanischen Schütz 3RT2. Sie sind als Direkt- und Wendestarter erhältlich.

Mittels vorgefertigter Bausätze (Verbindungsbausteine, Verdrahtungsbausätze und Hutschienen- oder Sammelschienenadapter) sind die Geräte elektrisch und mechanisch verbunden.

Im Verbraucherabzweig 3RA2 übernimmt der Leistungsschalter 3RV2 den Überlast- und Kurzschlusschutz, das Schütz 3RT2 das betriebsmäßige Schalten. Vorgeordnete Schutzorgane wie Schmelzsicherungen oder Limiter sind hier überflüssig, da der Leistungsschalter bei 400 V kurzschlussfest bis zu 150 kA ist.

Die Verbraucherabzweige 3RA2 sind in Baugröße S00 / S0 bis 15 kW / 32 A erhältlich. Für Baugröße S2 wenden Sie sich bitte an Technical Assistance.

Einsatz von 3RA2 Abzweigen mit IE3-Motoren

Generell gelten die Hinweise / Empfehlungen aus dem Kapitel über Leistungsschalter auch für die Verbraucherabzweige 3RA2.

Daher empfehlen wir – wie beim Leistungsschalter - den Verbraucherabzweig so auszuwählen, dass die Einstellung des Motorstromes nicht im oberen Bereich der Einstellskala vorgenommen werden muss. Dadurch wird die Verlustleistung im Gerät reduziert (Kostensparnis und weniger Erwärmung im Schaltschrank) und der Abstand zu den Ansprechgrenzen der Kurzschlussauslöser erhöht.

Einschränkungen der Leistungsschalter 3RA2

- Eine Reduzierung des maximalen Anlaufstromes ist bei einem Einstellbereich der Baugröße S0 notwendig. Der Grund liegt in dem Ein- und Ausschaltvermögen der entsprechenden Variante (siehe Kapitel Leistungsschalter):

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| Verbraucherabzweig | 3RA2.20-4E.. |
| Einstellbereich Überlastauslöser | 27 ... 32 A |
| Reduzierter Anlaufstromverhältnis | 8-fach |
| Max. zulässiger Anlaufstrom | 32 x 8 = 256 A |

| Anlaufstromverhältnis | Maximal zulässige Bemessungsbetriebsstrom [A] |
|-----------------------|---|
| | 3RA2.20-4E.. |
| <= 8-fach | 32,0 |
| 8,5-fach | 30,2 |
| 9-fach | 28,4 |
| 9,5-fach | 27,0 |
| 10-fach | - |

- Bei den folgenden Ausführungen der Verbraucherabzweige S00 und S0 wurden die Einstellbereiche der Überlastauslöser erweitert und damit an die niedrigeren Nennströme der IE3-Motoren angepasst:

| Baugröße | Artikelnummer | Einstellbereich Überlastauslöser alt | Einstellbereich Überlastauslöser neu |
|----------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| S00 | 3RA2.10-4A... | 11 ... 16 A | 10 ... 16 A |
| S0 | 3RA2.21-4A... | 11 ... 16 A | 10 ... 16 A |
| | 3RA2.21-4B... | 14 ... 20 A | 13 ... 20 A |
| | 3RA2.21-4C... | 17 ... 22 A | 16 ... 22 A |
| | 3RA2.21-4D... | 20 ... 25 A | 18 ... 25A |

- Verbraucherabzweige 3RA2 Baugröße S2
Für Informationen über evtl. Einschränkungen wenden Sie sich bitte an Technical Assistance.

4.7.2 Kompaktabzweige SIRIUS 3RA6

Beschreibung

Der SIRIUS Kompaktabzweig 3RA6 ist ein Verbraucherabzweig der eine Vielzahl von Funktionen in einem Gerät vereint.

Der Kompaktabzweig ist als Direkt- oder Wendestarter erhältlich.

Optional kann am Kompaktabzweig 3RA61 / 3RA62 mit DC 24 V Steuerspeisespannung ein AS-i Anbaumodul montiert werden. Das AS-i Anbaumodul ermöglicht die Kommunikation des Kompaktabzweigs über AS-Interface.

Der Kompaktabzweig mit IO-Link 3RA64 / 3RA65 kann über IO-Link kommunizieren.

Einschränkung

Kompaktabzweige mit einem Stromeinstellbereich von 3 bis 12 A sind für Anlaufstromverhältnisse bis zum 8,5-fachen Motorbemessungsstrom geeignet, Kompaktabzweige mit einem Stromeinstellbereich von 8 bis 32 A für Anlaufstromverhältnisse bis zum 9-fachen Motorbemessungsstrom.

Werden Motoren betrieben, die einen höheren Anlaufstrom haben, so ist der maximal einstellbare Motorstrom der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

| Anlaufstromverhältnis | Maximal einstellbarer Motorstrom [A] | |
|-----------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| | Stromeinstellbereich 3 bis 12 A | Stromeinstellbereich 8 bis 32 A |
| ≤ 8-fach | 12,0 | 32,0 |
| 8,5-fach | 12,0 | 32,0 |
| 9-fach | 11,3 | 32,0 |
| 9,5-fach | 10,7 | 30,3 |
| 10-fach | 10,2 | 28,8 |

Hinweis

Kompaktabzweige mit kleineren Stromeinstellbereichen

Bei Kompaktabzweigen mit kleineren Stromeinstellbereichen sind keine Einschränkungen zu beachten.

Kompaktabzweige des Stromeinstellbereichs von 8 bis 32 A können als Alternative zu Kompaktabzweigen des Stromeinstellbereichs von 3 bis 12 A eingesetzt werden.

4.7.3 Motorstarter SIRIUS 3RM1

Beschreibung

Die Motorstarter SIRIUS 3RM1 sind kompakte Geräte in 22,5 mm Baubreite, die eine Vielzahl von Funktionen in einem Gehäuse vereinen. Sie bestehen aus Kombinationen von Relaiskontakten und Leistungshalbleitern (Hybridtechnik) und einem elektronischen Überlastrelais zum betriebsmäßigen Schalten von Drehstrommotoren bis zu 3 kW (bei 400 V) und ohmschen Verbrauchern mit maximal 10 A an Wechselspannungen bis zu 500 V.

Die 3RM1 enthalten in einem Gerät die Funktionen Direkt-/Wendestart, Überlastschutz und sicherheitsgerichtetes Abschalten ohne dabei in der Baugröße zu variieren.

Einschränkungen

Beim Einsatz von Motorstarter 3RM1 an Motoren mit hohem Wirkungsgrad (IE3 oder IE4) müssen ggf. hohe Anlaufströme berücksichtigt werden. Die Motorstarter 3RM1 sind gemäß der Produktnorm IEC 60947-4-2 für Motoren mit einem maximalen 8-fachen Anlaufstrom ausgelegt.

Werden Motoren betrieben, die einen höheren Anlaufstrom haben, so ist der maximal einstellbare Motorstrom der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

| Anlaufstromverhältnis | Maximal einstellbarer Motorstrom [A] | | |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|
| | 3RM1.01-..... | 3RM1.02-..... | 3RM1.07-..... |
| <= 8fach | 0,50 | 2,00 | 7,00 |
| 8,5fach | 0,47 | 1,90 | 6,60 |
| 9fach | 0,45 | 1,80 | 6,20 |
| 9,5fach | 0,42 | 1,70 | 5,90 |
| 10fach | 0,40 | 1,60 | 5,60 |

Der Geräteschutz kann bei Motoren mit höherem Anlaufstrom eher ansprechen.

4.7.4 Motorstarter und Safety Motorstarter ET 200S

Beschreibung

Mit den Motorstartern der ET 200S können beliebige Drehstromverbraucher geschützt und geschaltet werden. Durch die Kommunikationsschnittstelle sind sie optimal für den Einsatz in dezentralen Schaltschränken oder Schaltkästen geeignet.

Die Motorstarter ET 200S stehen als Direkt-, Wende-(Reversier-) oder Sanftstarter zur Verfügung:

- Motorstarter Standard bis 5,5 kW (Direkt- und Wendestarter)
- Motorstarter High Feature bis 7,5 kW (Direkt-, Wende- und Direktsanftstarter)
- Motorstarter Failsafe bis 7,5 kW (Direkt- und Wendestarter)

Einschränkung

Beim Einsatz von Motorstartern an Motoren mit hohem Wirkungsgrad müssen ggf. hohe Anlaufströme berücksichtigt werden. Die Motorstarter sind gemäß der Produktnorm IEC 60947-4-1 (Sanftstarter: IEC 60947-4-2) ausgelegt.

Werden Motoren betrieben, die einen höheren Anlaufstrom haben, so ist der maximal einstellbare Motorstrom den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen:

ET 200S Standard Motorstarter

| Motorstarter-Ausführung | Maximal einstellbarer Motorstrom [A] bei Anlaufstromverhältnis | | |
|-------------------------|--|--------|---------|
| | <= 8-fach | 9-fach | 10-fach |
| 3RK1301-0BB00* | 0,20 | 0,18 | 0,16 |
| 3RK1301-0CB00* | 0,25 | 0,22 | 0,20 |
| 3RK1301-0DB00* | 0,32 | 0,29 | 0,26 |
| 3RK1301-0EB00* | 0,40 | 0,35 | 0,30 |
| 3RK1301-0FB00* | 0,50 | 0,41 | 0,32 |
| 3RK1301-0GB00* | 0,63 | 0,49 | 0,40 |
| 3RK1301-0HB00* | 0,80 | 0,65 | 0,50 |
| 3RK1301-0JB00* | 1,00 | 0,85 | 0,70 |
| 3RK1301-0KB00* | 1,25 | 1,00 | 0,80 |
| 3RK1301-1AB00* | 1,60 | 1,30 | 1,00 |
| 3RK1301-1BB00* | 2,00 | 1,65 | 1,30 |
| 3RK1301-1CB00* | 2,50 | 2,10 | 1,70 |
| 3RK1301-1DB00* | 3,20 | 2,65 | 2,10 |
| 3RK1301-1EB00* | 4,00 | 3,25 | 2,50 |
| 3RK1301-1FB00* | 5,00 | 4,10 | 3,20 |

ET 200S High-Feature Motorstarter

| Anlaufstromverhältnis | Maximal einstellbarer Motorstrom [A] | | |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------|--------------|
| | 3RK1301-0AB* | 3RK1301-0BB* | 3RK1301-0CB* |
| <= 8-fach | 3,0 | 8,0 | 16,0 |
| 9-fach | 2,9 | 6,8 | 13,0 |
| 10-fach | 2,6 | 6,0 | 12,0 |

4.8 Motorstarter für den Einsatz im Feld, hohe Schutzart

4.8.1 Motorstarter ET 200pro

Beschreibung

Mit den Motorstartern der ET 200pro können beliebige Drehstromverbraucher geschützt und geschaltet werden. Die Motorstarter ET 200pro stehen sowohl mit mechanischen als auch mit elektronischen Schaltgliedern zur Verfügung.

Die elektromechanischen Starter ET 200pro werden als Direkt- (DSe) und Reversierstarter (RSe) in der Ausführung Standard und High Feature angeboten. Es gibt Gerätevarianten ohne oder mit Ansteuerung für fremdgespeiste Bremse mit AC 400 V.

Die elektronischen Motorstarter sind nach IEC60947-4-2 dimensioniert. Gemäß der Gerätenorm ist der maximal zu berücksichtigende Motorstrom der 8-fache des Motorbemessungsstroms (Motorblockierstrom).

Einschränkung

Beim Einsatz von Motorstartern an Motoren mit hohem Wirkungsgrad müssen ggf. hohe Anlaufströme berücksichtigt werden. Die Motorstarter sind gemäß der Produktnorm IEC 60947-4-2 für Motoren mit einem maximalen 8fachen Anlaufstrom ausgelegt.

Werden Motoren betrieben, die einen höheren Anlaufstrom haben, so ist der maximal einstellbare Motorstrom der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

| Anlaufstrom- verhältnis | Maximal einstellbarer Motorstrom [A] | | | |
|----------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 3RK1304-5LS40* | 3RK1304-5KS70- 3* | 3RK1304-5LS70- 2* | 3RK1304-5LS70- 3* |
| <= 8-fach | 12,0 | 2,0 | 12,0 | 12,0 |
| 9-fach | 10,0 | 1,5 | 8,0 | 6,0 |
| 10-fach | 9,0 | 1,0 | 7,0 | 5,0 |

4.8.2 Motorstarter SIRIUS M200D

Beschreibung

Motorstarter M200D sind eigenständige Geräte in hoher Schutzart (IP65) für den dezentralen Einsatz in Motornähe.

Die Motorstarter sind nach IEC 60947-4-2 dimensioniert. Gemäß der Gerätenorm ist der zu berücksichtigende Motorstrom der 8-fache des Motorbemessungsstroms (Motorblockierstrom).

Sie sind, je nach Bestellvariante, verfügbar als

- Direktstarter elektromechanisch (DSte) oder elektronisch (sDSte)
- Reversierstarter elektromechanisch (RSte) oder elektronisch (sRSte)
- Direktsanftstarter elektronisch (sDSSSte)
- Reversiersanftstarter elektronisch (sRSSSte)

Einschränkung

Beim Einsatz von Motorstartern an Motoren mit hohem Wirkungsgrad müssen ggf. hohe Anlaufströme berücksichtigt werden. Die Motorstarter sind gemäß der Produktnorm IEC 60947-4-2 für Motoren mit einem maximalen 8-fachen Anlaufstrom ausgelegt.

Werden Motoren betrieben, die einen höheren Anlaufstrom haben, so ist der maximal einstellbare Motorstrom der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

| Anlaufstromverhältnis | Maximal einstellbarer Motorstrom [A] | | |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|
| | 3RK1395-6KS* | 3RK1395-6LS41* | 3RK1395-6LS71* |
| <= 8-fach | 2,0 | 12,0 | 12,0 |
| 9-fach | 1,7 | 10,0 | 8,0 |
| 10-fach | 1,5 | 9,0 | 7,0 |

4.8.3 Motorstarter MCU

Beschreibung

Die MCU sind intern komplett verdrahtete Motorstarter in hoher Schutzart, ausgelegt zum Schalten und Schützen beliebiger Drehstromverbraucher. Meist werden sie bei Drehstrom-Normmotoren im Direkt- oder Reversierbetrieb bis 5,5 kW eingesetzt bei AC 400/500 V (elektromechanisch schaltend) bzw. AC 400/460 V (elektronisch schaltend).

Der SIRIUS MCU Motorstarter enthält zum Schutz des Motors einen Leistungsschalter mit Überlastfunktion (3RV2021).

Einschränkung

Beim Einsatz von Motorstartern an Motoren mit hohem Wirkungsgrad müssen ggf. hohe Anlaufströme berücksichtigt werden. Die Motorstarter sind gemäß der Produktnorm IEC 60947-4-2 für Motoren mit einem maximalen 8-fachen Anlaufstrom ausgelegt.

Werden Motoren betrieben, die einen höheren Anlaufstrom haben, wenden Sie sich für die Auslegung der Motorstarter an Technical Assistance.

4.9 Überwachungs- und Steuergeräte

4.9.1 Motormanagement - und Steuergeräte SIMOCODE pro

Beschreibung

SIMOCODE pro ist ein flexibles, modulares Motormanagement-System für Motoren mit konstanten Drehzahlen im Niederspannungsbereich. Es optimiert die Verbindung zwischen Leittechnik und Motorabzweig, erhöht die Anlagenverfügbarkeit und bringt gleichzeitig erhebliche Einsparungen beim Bau, bei der Inbetriebnahme, während des Betriebs und bei der Wartung einer Anlage.

Die SIMOCODE pro Geräte können für IE3-Motoren ohne Einschränkungen verwendet werden. Bei Verwendung von SIMOCODE pro im Verbraucherabzweig kann es allerdings bei den weiteren Komponenten (Leistungsschalter, Schütz) zu Einschränkungen kommen. Beachten Sie die Hinweise im entsprechenden Kapitel zu den Geräten.

Gerätserien

SIMOCODE pro gliedert sich in mehrere funktionell abgestufte Gerätserien:

- SIMOCODE pro C, als kompaktes System für Direkt- und Wendestarter oder Ansteuerung eines Leistungsschalters
- SIMOCODE pro S, das smarte System für Direkt-, Wende-, Stern-Dreieck-Starter bzw. Ansteuerung eines Leistungsschalters oder Sanftstarters. Seine Erweiterbarkeit um ein Multifunktionsmodul sorgt für ein umfangreiches Mengengerüst an Ein- und Ausgängen, genaue Erdschlusserfassung über den Differenzstromwandler 3UL23 und eine Temperaturerfassung.
- SIMOCODE pro V, als variables System mit allen Steuerfunktionen und mit der Möglichkeit die Ein-, Ausgänge und Funktionen des Systems durch Erweiterungsmodule beliebig zu erweitern.

Auslegungshinweise zu den SENTRON Schutzgeräten

5

5.1 Kompaktleistungsschalter

5.1.1 Kompaktleistungsschalter 3VL für Motorschutz

Beschreibung

Die Kompaktleistungsschalter 3VL für Motorschutz können auch mit IE3-Motoren eingesetzt werden. Bedingt durch die höheren Inrush- und Anlaufströme während der Hochlaufphase des Motors muss der Kompaktleistungsschalter 3VL teilweise überdimensioniert werden. Dies betrifft insbesondere den Ansprechstrom des unverzögerten Kurzschlussauslösers. Da der Kompaktleistungsschalter 3VL über einen elektronischen Auslöser mit einem Einstellbereich von $0,4 \dots 1 \times I_n$ verfügt, ist der Überlastschutz des Motors sichergestellt.

Auswahltable für 400 V AC

| Normleistung des Motors | Motorstrom (Richtwert) | Kompaktleistungsschalter 3VL für IE2-Motoren | Kompaktleistungsschalter 3VL für IE3-Motoren |
|-------------------------|------------------------|--|--|
| 45 kW | 80 A | 3VL2710 | 3VL2710 |
| 55 kW | 97 A | 3VL2710 | 3VL2716 |
| 75 kW | 132 A | 3VL2716 | 3VL3720 |
| 90 kW | 160 A | 3VL2716 | 3VL3720 |
| 110 kW | 195 A | 3VL3720 | 3VL3725 |
| 132 kW | 230 A | 3VL3720 | 3VL4731 |
| 160 kW | 280 A | 3VL4731 | 3VL5750 |
| 200 kW | 350 A | 3VL5750 | 3VL5750 |
| 250 kW | 430 A | 3VL5750 | 3VL5750* |

* 3VL5750 nur bis zu einem Motorstrom von $I_n = 430$ A einsetzbar

Auswahltabelle für 500 V AC

| Normleistung des Motors | Motorstrom (Richtwert) | Kompaktleistungsschalter 3VL für IE2-Motoren | Kompaktleistungsschalter 3VL für IE3-Motoren |
|-------------------------|------------------------|---|---|
| 45 kW | 64 A | 3VL2710 | 3VL2710 |
| 55 kW | 78 A | 3VL2710 | 3VL2710 |
| 75 kW | 106 A | 3VL2716 | 3VL2716 |
| 90 kW | 128 A | 3VL2716 | 3VL3720 |
| 110 kW | 156 A | 3VL2716 | 3VL3720 |
| 132 kW | 184 A | 3VL3720 | 3VL3725 |
| 160 kW | 224 A | 3VL3725 | 3VL4731 |
| 200 kW | 280 A | 3VL4731 | 3VL5750 |
| 250 kW | 344 A | 3VL5750 | 3VL5750 |

Wenden Sie sich für Informationen über die richtige Auswahl der Geräte für den Aufbau von Abzweigen mit Kompaktleistungsschaltern 3VL und Schützen 3RT an Technical Assistance.

5.1.2 Kompaktleistungsschalter 3VL für Starterschutz

Beschreibung

Die Kompaktleistungsschalter 3VL für Starterschutz können auch mit IE3-Motoren eingesetzt werden. Bedingt durch die höheren Inrush- und Anlaufströme während der Hochlaufphase des Motors muss der Kompaktleistungsschalter 3VL teilweise überdimensioniert werden. Dies betrifft insbesondere den Ansprechstrom des unverzögerten Kurzschlussauslösers. Der Überlastschutz des Motors wird separat über ein entsprechendes elektronisches Überlastrelais sichergestellt.

Auswahltable für 500 V AC:

* 3VL5750 nur bis zu einem Motorstrom von $I_n = 432$ A einsetzbar

Auswahltable für 400 V AC

| Normleistung des Motors | Motorstrom (Richtwert) | Kompaktleistungsschalter 3VL für IE2-Motoren | Kompaktleistungsschalter 3VL für IE3-Motoren |
|-------------------------|------------------------|---|---|
| 37 kW | 66 A | 3VL2710 | 3VL2710 |
| 45 kW | 80 A | 3VL2710 | 3VL2710 |
| 55 kW | 97 A | 3VL2710 | 3VL2716 |
| 75 kW | 132 A | 3VL2716 | 3VL2716 |
| 90 kW | 160 A | 3VL2716 | 3VL3725 |
| 110 kW | 195 A | 3VL3725 | 3VL3725 |
| 132 kW | 230 A | 3VL4725 | 3VL4731 |
| 160 kW | 280 A | 3VL4731 | 3VL5750 |
| 200 kW | 350 A | 3VL5750 | 3VL5750 |
| 250 kW | 430 A | 3VL5750 | 3VL5750* |
| 250 kW | 430 A | 3VL5750 | 3VL7712 |
| 315 kW | 540 A | 3VL7712 | 3VL7712 |

* 3VL5750 nur bis zu einem Motorstrom von $I_n = 430$ A einsetzbar

Auswahltabelle für 500 V AC

| Normleistung des Motors | Motorstrom (Richtwert) | Kompaktleistungsschalter 3VL für IE2-Motoren | Kompaktleistungsschalter 3VL für IE3-Motoren |
|-------------------------|------------------------|---|---|
| 45 kW | 64 A | 3VL2710 | 3VL2710 |
| 55 kW | 78 A | 3VL2710 | 3VL2710 |
| 75 kW | 106 A | 3VL2716 | 3VL2716 |
| 90 kW | 128 A | 3VL2716 | 3VL2716 |
| 110 kW | 156 A | 3VL2716 | 3VL2716 |
| 132 kW | 184 A | 3VL3725 | 3VL3725 |
| 160 kW | 224 A | 3VL3725 | 3VL3725 |
| 200 kW | 280 A | 3VL4731 | 3VL5750 |
| 250 kW | 344 A | 3VL5750 | 3VL5750 |
| 315 kW | 432 A | 3VL5750 | 3VL5750* |
| 315 kW | 432 A | 3VL5750 | 3VL7712 |
| 355 kW | 488 A | 3VL5750 | 3VL7712 |

* 3VL5750 nur bis zu einem Motorstrom von $I_n = 432$ A einsetzbar

Wenden Sie sich für Informationen über die richtige Auswahl der Geräte für den Aufbau von Abzweigen mit Kompaktleistungsschaltern 3VL und Schützen 3RT an Technical Assistance.

Technischer Hintergrund

6.1 Technischer Hintergrund zu den Leistungsschaltern

Kurzschlusserkennung

Die Kurzschlusserkennung soll bei unüblich hohen Strömen in der elektrischen Anlage die thermische und dynamische Belastung klein halten und die sichere Abschaltung gewährleisten. Die Ansprechschwelle soll über den Strömen liegen, die ein Motor im Anlauf verursacht. Die Dimensionierung einer Anlage wird durch die Höhe des Ansprechwertes beeinflusst. Je höher der Ansprechwert, desto größer müssen die zu schützenden Leitungsquerschnitte gewählt werden. Das erhöht die Kosten in der Anlage und bei den Schaltgeräten. Aus diesem Grund wurden die Ansprechwerte den bisher üblichen Motoranlaufströmen angepasst.

Die neuen effizienteren Motoren (IE3) haben den Nachteil, dass die Anlaufströme und die im Einschaltaugenblick entstehenden Ummagnetisierungsströme (Rush-Ströme) im Durchschnitt wesentlich höher liegen als bei den bisherigen Motorgenerationen. Die Streubreite bezüglich Anlaufstrom und Rush-Strom ist sehr groß. Motoren mit hohen Werten können damit die Kurzschlusserkennung des Leistungsschalters zum Ansprechen bringen. Dies führt beim Motoranlauf zu ungewolltem Abschalten („Frühauslösung“). Eine Frühauslösung kann dann auftreten, wenn der Motorstrom im oberen Bereich der Einstellskala des Leistungsschalters liegt und ein Motor mit hohem Rush-Strom verwendet wird.

Ein- und Ausschaltvermögen der Leistungsschalter

Die Prüfungen zum Einschaltvermögen und Ausschaltvermögen werden nach Norm bei AC3-Belastung mit dem 10-fachen bzw. 8-fachen Bemessungsstrom durchgeführt. Die Anlaufströme und Rush-Ströme der IE3-Motoren liegen zum Teil deutlich über diesen Werten. Durch die Stromspitzen des Einschaltvorgangs kann es in Einzelfällen zu kurzzeitigem Abheben der Kontakte kommen, ohne Einleitung eines Abschaltvorgangs durch die Kurzschlusserkennung.

Wenn der Motor z. B. durch ein Schütz eingeschaltet wird, spielt das Einschaltvermögen / Ausschaltvermögen des Leistungsschalters keine Rolle. Der Motorstrom wird in diesem Fall nur geführt. Im Normalfall liegt der Strom, der ohne Probleme geführt werden kann, höher als das Einschaltvermögen / Ausschaltvermögen des Schaltgerätes.

Motorbemessungsstrom / Einstellskala

Zum Motorschutz muss der Bemessungsstrom des Motors an der Einstellskala des Leistungsschalters eingestellt werden. Die neuen IE3-Motoren haben in der Regel niedrigere Bemessungsströme. Dies kann dazu führen, dass für die gleiche Motorleistung ein Leistungsschalter mit kleinerem Bemessungsstrom ausgewählt werden muss. Damit sinkt auch der Ansprechwert der Kurzschlusserkennung und es kann zum Auslösen beim Motoranlauf kommen.

Optimierung der Leistungsschalter für den Einsatz an IE3-Motoren

Die Leistungsschalter für den Motorschutz wurden hinsichtlich der höheren Motoranlaufströme und Rush-Ströme folgendermaßen überarbeitet:

- Anhebung der unteren Ansprechtoleranzen der Kurzschlusserkennung, ohne Veränderung der Maximalwerte
 - Keine Veränderung der Anlagendimensionierungen
- Erhöhung des Einschaltvermögens / Ausschaltvermögens
 - Weitgehende Vermeidung von Einschränkungen wegen der erhöhten Motoranlauf- und Inrushströme
- Anpassung der Überlastauslöser und Einstellskalen einiger Leistungsschaltausführungen
 - Vermeidung des Einsatzes kleinerer Leistungsschalter auf Grund niedriger Motorbemessungsströme

Bei Motoren mit sehr hohen Anlaufströmen und Rush-Strömen kann es trotz der Anpassungen zu Problemen kommen, z. B. ungewolltes Auslösen beim Anlauf. Es wird empfohlen den Leistungsschalter so auszuwählen, dass die Einstellung nicht im oberen Bereich der Einstellskala vorgenommen werden muss. Dadurch wird die Verlustleistung im Gerät reduziert (Kostensparnis und weniger Erwärmung im Schaltschrank) und der Abstand zu den Ansprechgrenzen der Kurzschlussauslöser erhöht.

Auswahlbeispiel

In diesem Beispiel werden zwei Leistungsschalter mit einander verglichen.

- Leistungsschalter A: Einstellskala 10 ... 16 A
- Leistungsschalter B: Einstellskala 14 ... 20 A
- Motorbemessungsstrom: 15 A

Empfohlen wird der Leistungsschalter B (14 ... 20 A), da bei diesem die Verlustleistung geringer ist und er einen höheren Abstand zu den Ansprechgrenzen hat.

Die Verlustleistung liegt beim Leistungsschalter B um ca. 35 % niedriger als beim Leistungsschalter A.

Die Ansprechgrenzen des Kurzschlussauslösers beziehen sich immer auf den maximalen Einstellwert:

- Beim Leistungsschalter A beträgt der Ansprechwert des Kurzschlussauslösers 208 A (13 x 16 A). Bei dem Einstellwert von 15 A beträgt der Abstand zur Ansprechgrenze des Kurzschlussauslösers das 13,86-fache des Einstellstroms (208 A: 15 A = 13,86).
- Beim Leistungsschalter B beträgt der Ansprechwert des Kurzschlussauslösers 260 A (13 x 20 A). Bei dem Einstellwert von 15 A beträgt der Abstand zur Ansprechgrenze des Kurzschlussauslösers das 17,33-fache des Einstellstroms (260 A: 15 A = 17,33).

Im vorliegenden Beispiel erhöht sich also der Abstand zur Ansprechgrenze von 13,86-mal Einstellstrom bei Leistungsschalter A auf 17,33-mal Einstellstrom bei Leistungsschalter B.

6.2 Technischer Hintergrund zu den Sanftstartern

Funktion

Sanftstarter begrenzen den Anlaufstrom und das Anlaufmoment. So lassen sich sowohl mechanische Belastungen als auch Netzspannungseinbrüche zuverlässig vermeiden. Die Motorspannung wird dabei durch Phasenanschnitt reduziert und innerhalb einer Rampenzeit von einer einstellbaren Startspannung bis auf die Netzspannung angehoben.

Durch die stufenlose Steuerung der Spannungsversorgung wird der Motor an das Lastverhalten der Arbeitsmaschine angepasst.

Mit Sanftstarter lassen sich bei den meisten Applikationen die Anlaufströme auf unter 50 % des Wertes bei Direktstart herabsetzen. Geht man von Anlaufströmen vom maximal dem 8-fachen Bemessungsstrom aus, ergibt sich maximal ein 4-facher Anlaufstrom beim Start mit Sanftstartern.

Besonderheiten bei Motoren mit hohem Anlaufstrom

Gerade für Motoren mit hohen Anlaufströmen eignen sich Sanftstarter ganz besonders, da die hohen Anlaufströme auf geringere Werte reduziert werden und somit das Versorgungsnetz vergleichsweise geringer belastet wird.

Ein strombegrenzender Start von Motoren mit hohem Anlaufströmen mittels Sanftstarter kann unterschiedliche Auswirkungen haben. Dabei wird vorausgesetzt, dass sich die sonstigen Bedingungen zum Anlauf, z.B. die Lastverhältnisse, nicht zusätzlich verändern:

- **Fall A**

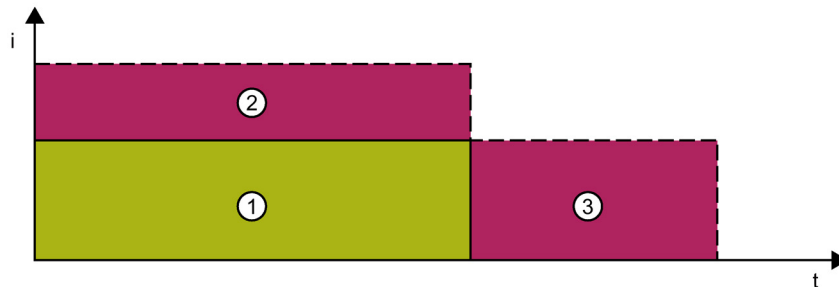
Motoren die höhere Anlaufströme aber auch einen besseren Momentenverlauf haben, können unter Umständen unter vergleichbaren Bedingungen gestartet werden.

In diesem Fall ist eine weitere Betrachtung des Anlaufs nicht nötig, da unter idealen Zuständen kaum Änderungen im Anlauf nötig sind.

- **Fall B**

Motoren die höhere Anlaufströme aufnehmen aber im Vergleich mit Standardmotoren keine Änderungen im Momenten-Verhalten haben, müssen während des Anlaufs mit mehr Energie versehen werden.

Im **Fall B** sind die Auswirkungen auf den Anlauf genauer zu betrachten:
 Die Prinzipdarstellung zeigt, wie sich das Anlauf-Strom-Zeit Verhältnis verändern kann, wenn Motoren mit höherem Anlaufströmen wie beschrieben zum Einsatz kommen.
 Als Ausgangsbasis wird ein Anlauf eines Motors mit normal hohen Anlaufstromverhältnissen (5 ... 8-fach des Motorbemessungsstroms) genommen.



- ① Normal
- ② Anlaufstrom höher
- ③ Anlaufzeit länger

| Anlaufdiagramm | | Anlaufzeit | Anlaufstrom | Einsatzfall |
|----------------|--|------------|-------------|---|
| ① | Normalfall Motor mit normalen Anlaufstrom | Normal | Normal | Das resultierende Anlaufmoment reicht für einen korrekten Hochlauf des Motors aus. |
| ② | Höherer Anlaufstrom | Normal | Höher | Das resultierende Anlaufmoment kann nicht weiter abgesenkt werden. Z.B. weil dann die Beschleunigung durch ein hohes Lastmoment nicht ausreicht und der Motor nicht anläuft |
| ③ | Längere Anlaufzeit | Länger | Normal | Das resultierende Anlaufmoment kann etwas weiter abgesenkt werden, da ausreichend Beschleunigung vorhanden ist. |

Betrieb und Einstellungen

Wie bereits oben beschrieben wurde (Fall B), verändert sich der Anlauf insbesondere wenn der Anlaufstrom erhöht ist aber sich die sonstigen Parameter des Motors nur gering verändert haben. Die erreichbaren Strombegrenzungen sind abhängig von der Anlaufsituation:

- Ist das Beschleunigungsmoment gering, wird eine Strombegrenzung wie sie mit Motoren mit normalen Anlaufströmen möglich ist, nicht mehr erreichbar sein. Hier müssen also höhere Werte in Kauf genommen werden. Die SIRIUS Sanftstarter 3RW40 und 3RW44 mit integriertem Motorschutz lassen je nach Ausführung Strombegrenzungswerte von maximal dem 5,5-fachen des eingestellten Motorstroms (I_{eMotor}) zu. Ist dies nicht ausreichend, können höhere Werte durch den Verzicht auf den integrierten Motorschutz erreicht werden.
- Steht ein großes Beschleunigungsmoment zur Verfügung, kann üblicher Weise eine Strombegrenzung erreicht werden, die auch mit Motoren mit normalen Anlaufströmen erreicht wird. Lediglich der Anlauf dauert länger, da mehr Energie zum Hochlauf benötigt wird. In diesem Fall ist eine Veränderung an den Einstellparametern des Sanftstarters nur selten nötig. Die Dimensionierung des Sanftstarters ist zu überprüfen.

Auslegung der Sanftstarter

Die Auslegung der Sanftstarter erfolgt im Wesentlichen wie bei Motoren mit normal hohen Anlaufströmen:

Abhängig von den Einsatzbedingungen, wie zum Beispiel die Aufstellungshöhe und die Umgebungstemperatur und den Anforderungen aus der Applikation, Anlaufströme und Anlaufdauer, wird ein Sanftstarter bestimmt, der mit den Motorstrom bei Dauerbetrieb und beim Anlauf zurechtkommt. Weitere Details zur Auslegung können den Katalogen oder Handbüchern entnommen werden.

Für die korrekte Auslegung von Sanftstartern für Motoren mit hohen Anlaufstromverhältnissen ($I/I_e \geq 8$) empfehlen wir unser "Simulation Tool for Soft Starters (STS)" (Ende 2014 verfügbar):

- Download (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/101494917>)
- Readme (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/101494773>)

Link-Sammlung

A.1 Normen - Verordnungen - Richtlinien

VERORDNUNG (EG) Nr. 640/2009 DER KOMMISSION vom 22. Juli 2009

VERORDNUNG (EG) Nr. 640/2009 DER KOMMISSION vom 22. Juli 2009 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:191:0026:0034:DE:PDF>)

CE-Richtlinien Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG (inkl. Richtlinie 2010/30/EU über Energieeffizienzkennzeichnung)

CE-Richtlinien Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG (http://www.ce-richtlinien.eu/richtlinien/OekoD_RL.html)

CE-Richtlinie DIN EN 50598-1:2014-01

CE-Richtlinie DIN EN 50598 (<http://www.beuth.de/de/norm-entwurf/din-en-50598-1/195842113>)

Motoren nach NEMA-Standard

Motoren nach NEMA-Standard (www.siemens.de/nema-motoren)

Energieeffizienter Einsatz von Motorstartern oder Frequenzumrichtern

Gemeinsame Positionspapier von CAPIEL und CEMEP zur Verordnung (EG) 640/2009 (<http://www.ebpg.bam.de/de/produktgruppen/ener11motor.htm>)

Erläuterung und Anwendung der Ökodesign-Verordnung - Verordnung (EG) Nr. 640/2009 (Elektromotoren)

Erläuterung und Anwendung der Ökodesign-Verordnung

A.2 Antriebstechnik

General Purpose Motoren SIMOTICS GP

SIMOTICS GP (<http://www.siemens.de/simotics-gp>)

Severe Duty Motoren SIMOTICS SD

SIMOTICS SD (<http://www.siemens.de/simotics-sd>)

Explosionssgeschützte Motoren SIMOTICS XP

SIMOTICS XP (<http://www.siemens.de/simotics-xp>)

Definite Purpose Motoren SIMOTICS DP

SIMOTICS DP (<http://www.siemens.de/simotics-dp>)

SIMOTICS TN Serie N-compact

SIMOTICS-N-compact (<http://www.siemens.de/simotics-n-compact>)

A.3 Schaltgeräte

SIRIUS Innovationen - Systemübersicht

SIRIUS Innovationen - Systemübersicht
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/60317144>)

Schaltgeräte Schütze / Schützkombinationen SIRIUS 3RT2 - Technische Daten im Überblick

Schaltgeräte Schütze / Schützkombinationen SIRIUS 3RT2
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/61193329>)

SIRIUS Sanftstarter 3RW30 / 3RW40 - Gerätehandbuch

Gerätehandbuch SIRIUS Sanftstarter 3RW30 / 3RW40
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/38752095>)

SIRIUS Sanftstarter 3RW44 - Gerätehandbuch

Gerätehandbuch SIRIUS Sanftstarter 3RW44
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/21772518>)

Halbleiterschaltgeräte SIRIUS 3RF34 - Gerätehandbuch

Gerätehandbuch Halbleiterschaltgeräte SIRIUS 3RF34
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/60298187>)

SIRIUS Innovationen - Leistungsschalter SIRIUS 3RV2 - Gerätehandbuch

Gerätehandbuch SIRIUS Innovationen - Leistungsschalter SIRIUS 3RV2
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/60279172>)

A.4 Verbraucherabzweige und Motorstarter

Verbraucherabzweige SIRIUS 3RA11 / 12 - Systemhandbuch

Verbraucherabzweige SIRIUS 3RA11 / 12
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/29108437>)

Verbraucherabzweige SIRIUS 3RA21 / 22 - Technische Daten im Überblick - Produktinformation

Verbraucherabzweige SIRIUS 3RA21 / 22
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/61187308>)

Verbraucherabzweige SIRIUS Projektieren - Projektierungshandbuch

Verbraucherabzweige SIRIUS Projektieren
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/40625241>)

SIRIUS Kompaktabzweige 3RA6 - Systemhandbuch

SIRIUS Kompaktabzweig 3RA6 - Systemhandbuch
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/27865747>)

SIRIUS Einspeisesystem für 3RA6 - Betriebsanleitung

SIRIUS Einspeisesystem für 3RA6
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/88496197>)

SIRIUS Motorstarter 3RM1

SIRIUS Motorstarter 3RM1 - Gerätehandbuch und Betriebsanleitung
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/60497779/133300>)

Motorstarter ET 200S

SIMATIC ET 200S - Handbuch
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/22144419/133300>)

Motorstarter ET 200pro

Motorstarter ET 200pro

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/21025641/133300>)

Motorstarter SIRIUS M200D

Motorstarter M200D

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/29108203/133300>)

SIRIUS MCU Motorstarter

SIRIUS MCU Motorstarter

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/32033334?Datakey=35841070>)

A.5 Motormanagement- und Steuergeräte SIMOCODE pro

Motormanagement- und Steuergeräte SIMOCODE pro

Motormanagement- und Steuergeräte SIMOCODE pro (<http://www.siemens.de/simocode>)

SIRIUS Innovationen Projektieren - Handbuch

SIRIUS Innovationen Projektieren

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/39714188>)

SIMOCODE pro PROFIBUS - Systemhandbuch

SIMOCODE pro PROFIBUS

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/20017780>)

SIMOCODE pro PROFINET - Systemhandbuch

SIMOCODE pro PROFINET

(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/61896631>)