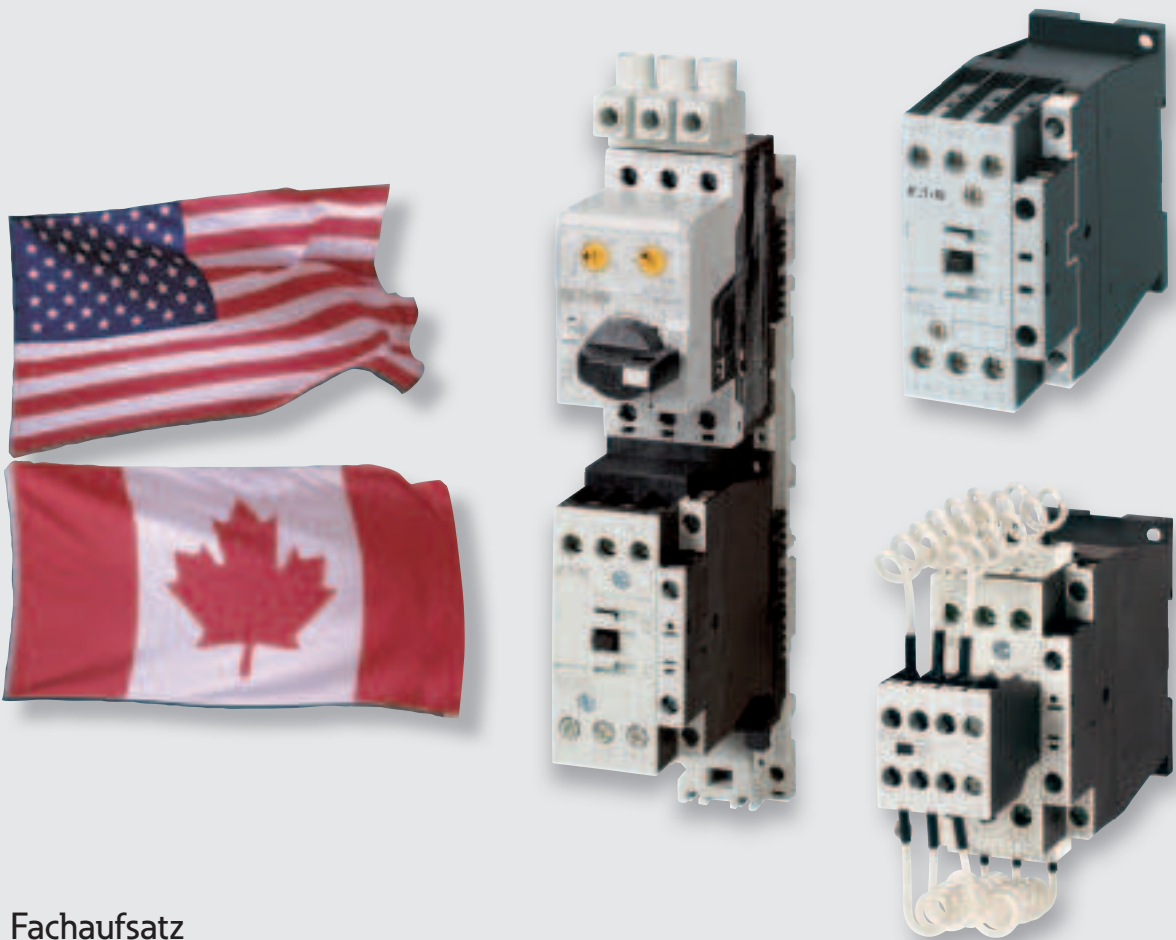


# Motorstarter und „Special Purpose Ratings“ für den nordamerikanischen Markt



Fachaufsatz

**Dipl.-Ing. Wolfgang Esser**

3. geänderte Auflage, 2012

**EATON**

*Powering Business Worldwide*

# Motorstarter und „Special Purpose Ratings“ für den nordamerikanischen Markt

– mit Leistungsschützen aus dem System xStart auch spezielle Anwendungen sicher und wirtschaftlich optimal beherrschen –

Der Aufsatz soll für Elektrofachleute außerhalb Nordamerikas einige Begriffe und deren Zusammenhänge erläutern, die in Nordamerika im Zusammenhang mit unterschiedlichen Betriebsmitteln und bei der Dimensionierung der notwendigen Schaltgeräte benutzt werden. Die Begriffe haben ihre Quellen in unterschiedlichen amerikanischen Normen und sie sind zum Teil mit unterschiedli-

chen, marktüblichen Schaltgeräte-Konstruktionen verbunden. Teilweise handelt es sich auch um vom Markt und von den Herstellern geprägte Begriffe, mit überlappender Bedeutung. Während man in der IEC<sup>1</sup>-Welt überwiegend eine Schaltgeräte-Reihe universell, aber mit angepassten Auswahldaten einsetzt, werden in Nordamerika teilweise unterschiedliche, zweckgebundene Sorti-

mente mit unterschiedlichen Leistungsmerkmalen und Preisen angeboten und eingesetzt. Als Ergebnis zeigt die Tabelle die angepassten Auswahldaten für die topaktuellen, UL<sup>2</sup>- und CSA<sup>3</sup>-approbierten Schütze DIL M, DIL L und DIL K von Eaton, für den erfolgreichen Export als Komponenten und innerhalb von kompletten Industrieschaltanlagen.

Special Purpose Ratings nach UL / CSA-Prüfbedingungen														
Type <i>DIL M..</i>	7	9	12	15	17	25	32	40	50	65 72	80	95	115	150 170
<b>AC Elevator Control</b>	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP
480 V 60 Hz, 3-pole	2	3	7 ½	7 ½	7 ½	10	20	25	30	30	50	60	75	75
600 V 60 Hz, 3-pole	3	5	7 ½	7 ½	10	15	20	30	40	40	60	75	100	100
<b>AC Refrigeration Control</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	6	7,5	10	10	23	32	40	26	36	45	63	70	84	90
600 V 60 Hz, 3-pole	6	7,5	10	10	17	24	30	26	36	45	63	70	84	90
<b>AC Resistance Air Heating</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	94	110	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	94	110	136	160
<b>AC Incandescent Lamps (Tungsten)</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	8	11	14	14	23	32	40	55	74	90	85	100	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	8	11	14	14	23	32	40	55	74	90	85	100	136	160
<b>AC Electrical Discharge Lamps (Ballast)</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	85	100	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	85	100	136	160
Type <i>DIL K..</i>			12			20	25		33	50				
<b>Capacitive Switching</b>														
480 V 60 Hz, 3-pole A			18			28	36		48	72,1				
kVAr			15			20	30		40	60				
600 V 60 Hz, 3-pole A			14,4			28	38,4		48	72,1				
kVAr			15			30	40		50	75				

Auswahltabelle für Schütze DIL M und DIL K für spezielle Anwendungen (Special Purpose Ratings) für den Einsatz in Nordamerika

<sup>1</sup> IEC = International Electrical Commission

<sup>2</sup> UL = Underwriter's Laboratories (<http://www.ul.com>)

<sup>3</sup> CSA = Canadian Standards Association (<http://www.csa.ca>)

## General Purpose Ratings

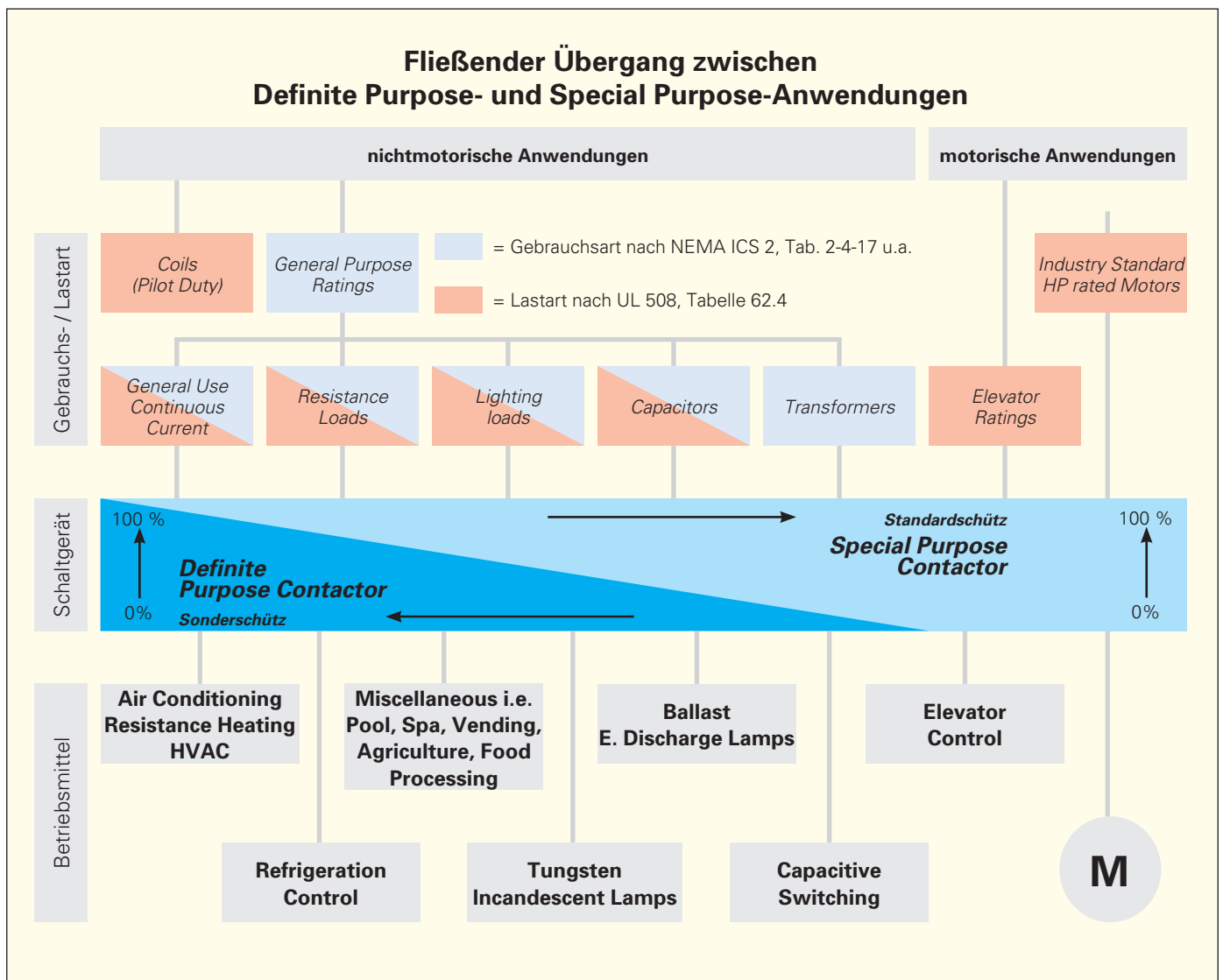
Da dieser Aufsatz sich hauptsächlich mit speziellen Anwendungen (*Special Purpose Ratings* oder *Definite Purpose Ratings*) befasst, zunächst ein kurzer Blick auf die „allgemeinen“ Anwendungen. Man könnte auch sagen, ein Blick auf „*General Purpose Ratings*“ (allgemeine Anwendungen) oder auf „*General Purpose-Schütze*“. Das **Bild 1** zeigt allerdings, dass der Begriff „*General Purpose Ratings*“, neben dem Begriff „*General Use*“, bereits speziellere Anwendungen umfasst. Als allgemeine, aber nicht als wichtigste Anwendung der Schütze bleibt eigentlich nur „*General Use*“ übrig. Der Begriff „*General Use*“ bezieht sich auf einen Strom (*Continuous Current*), der dem AC-1-Strom in der IEC-Welt (thermischer Dauerstrom) entspricht. Das **Bild 1** zeigt weitere und

speziellere Anwendungen und Auswahlkriterien, die als Gebrauchsarten nach NEMA ICS 2, Tabelle 2-4-17 [13] oder als Lastarten für die Prüfkriterien nach UL 508 [4], z.B. Tabelle 62.4, bekannt sind und die z. T. als Last-Kennzeichnung auf den Leistungsschildern der Schütze auftauchen. Im Zusammenhang mit den Auswahldaten für diese spezielleren Anwendungen spricht man hauptsächlich von den später erläuterten „*Special Purpose Ratings*“, die eine anwendungsspezifische Dimensionierung zulassen. **Tabelle 1** vergleicht die Gebrauchsarten für Schütze in Nordamerika mit den Gebrauchskategorien nach IEC. Der Vergleich bezieht sich lediglich auf die Arten der Betriebsmittel, ohne die hinterlegten elektrischen Parameter für die notwendigen Prüfungen zu vergleichen. Die Lastart „*Coils / Pilot Duty*“ wurde als nicht-motorische Anwendung etwas separiert

dargestellt, weil sie die Eignung für die Steuerstromkreise betrifft, während alle übrigen Begriffe sich mit den Hauptstromkreisen befassen.

## Eine Basis-Funktion: Motoren schalten

Auch in Nordamerika werden die meisten Schütze zum Schalten von Motoren eingesetzt. Hier trifft man z.B. auf den Begriff des „*Across-the-Line-Motor-Startings*“, unter dem die Versorgung der Motoren mit der vollen Netzspannung verstanden werden, im Gegensatz zu Anlassverfahren mit reduzierter Spannung an den Motorklemmen. Dafür werden gern die sehr universell einsetzbaren Leistungsschütze *DIL M* [1, 2] in Verbindung mit einem Kurzschluss- und Überlastschutzorgan verwendet (**Bilder 2 + 3**). Das Schalten von Motoren ist die wich-



**Bild 1:** Darstellung der unterschiedlichen nordamerikanischen Begriffe für die Anforderungen an Schaltgeräte (oben), die unterschiedlichen Lösungen bei den Schaltgeräten (Mitte) und schließlich die verschiedenartigen Betriebsmittel (unten). Der Aufsatz beschäftigt sich mit den anwendungsabhängigen Auswahldaten. HVAC = Heating Ventilation Air Conditioning

Arten der zu schaltenden Last			
Nordamerika, nach UL 508, CSA 22.2 No. 14, NEMA ICS 2		nach IEC 60 947	
Gebrauchsart	Lastkennzeichnung Angabe auf dem Leistungsschild	Gebrauchskategorie (nicht vollständig und auf AC bezogen)	Erläuterung
1 <i>Motors,</i> Motoren	Horsepower (HP) FLA, LRA für <i>Definite Purpose applications</i> , z.B. Kompressoren eingesetzt für Kälteanlagen  FLA = Full load amp rating LRA = Locked rotor amp rating	AC-2	Schleifringmotoren: Anlassen, Ausschalten
		AC-3	Käfigläufermotoren: Anlassen, Ausschalten während des Laufs, gelegentliches Tippen oder Gegenstrombremsen
		AC-4	Käfigläufermotoren: Anlassen, Gegenstrombremsen, Reversieren, Tippen
2 <i>Coils,</i> Spulen in Hilfs- und Steuerstromkreisen	Code Designation, Voltampere, Standard Pilot Duty or Heavy Pilot Duty, Kennzahl, VA, normale Schaltleistung oder hohe Schaltleistung	AC-15 DC-13	Steuern von elektromagnetischer Last
3 <i>Resistance (heating),</i> Widerstand (Heizung)	Amperes, resistance only A, nur Widerstände	AC-1	Nicht induktive oder schwach induktive Last, Widerstandsöfen
4 <i>Incandescent lamps,</i> Glühlampen	Amperes or Watts, tungsten A oder W, Wolfram-Glühfaden	AC-5B	Schalten von Glühlampen
5 <i>Ballast (electric discharge lamps),</i> Drosseln (elektrische Entladungslampen)	Amperes, ballast A, Drosseln	AC-5A	Schalten von Gasentladungslampen
6 <i>General Use,</i> Allgemeine Verwendung	Amperes, A	AC-1	Nicht induktive oder schwach induktive Last, Widerstandsöfen
Die Gebrauchsart General Use enthält alle Lasten, die nicht unter 1 bis 5 fallen.			

**Tabelle 1: Vergleich der nordamerikanischen Gebrauchsarten mit den Gebrauchskategorien nach IEC, ohne Berücksichtigung der hinterlegten Prüfparameter und nur auszugsweise für AC-Anwendungen. Nach IEC gibt es weitere Gebrauchskategorien**



**Bild 2:** Sehr universell einsetzbare Weltmarktschütze aus dem Produktsystem xStart. Die Motorstarter bis 150 A werden für das Schalten von Motoren, die Schütze zusätzlich aber auch sehr erfolgreich für „Special Purpose applications“ in Nordamerika eingesetzt.

tigste der in der **Tabelle 1** enthaltenen Gebrauchsarten. Diese Applikation lässt sich nicht den anwendungsorientierten, amerikanischen Begriffen „General Purpose“, „Special Purpose“ oder „Definite Purpose“ unterordnen, sie wird immer mit den Standardschützen mit Motorschaltvermögen abgedeckt.

Grundsätzlich spricht man in Amerika weniger über ein einzelnes Schütz, als viel mehr über die komplette Lösung, den Motorstarter. Der Begriff des Motorstarters ist wesentlich komplexer, er beinhaltet die 4 Grundfunktionen eines Motorstromkreises

- Trennen,
- Kurzschlusschutz,
- betriebsmäßiges Schalten und
- Überlastschutz

und er lässt sich meistens erst durch die Kombination mehrerer Komponenten realisieren.

Man unterscheidet, wie auch in den Ländern, die die IEC-Normen anwenden, zwi-



**Bild 3:** Bei den größten Leistungsschützen setzt Eaton seit vielen Jahren, statt im Medium Luft schaltende Kontakte, gasdichte Vakuumschaltröhren [12] – mit hoher Lebensdauer bei kleinen Abmessungen – ein. Die meisten Schütze werden zu Motorstartern kombiniert.

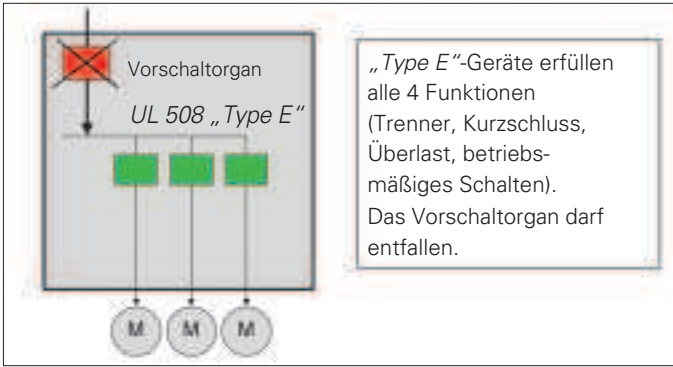
**Motorstarterkombinationen (Non-Combination Motor Starters) DILM / Z für den Einsatz in Nordamerika**

Approbierte Leistungsdaten								Leistungsschalter  Typ	Leistungs- schütz  Typ	Motorschutz- relais  Typ
maximale Motorleistung Drehstrom HP = PS				Maxi- maler Motor- nenn- strom  A	Bemessungskurzschluss- ausschaltvermögen					
200 V 208 V  HP	230 V 240 V  HP	460 V 480 V  HP	575 V 600 V  HP			480 V  kA	600 Y/ 347 V <sup>1)</sup>  kA	600 V  kA		
-	-	-	½	0,9	100	50	-	NZMH2-S1,6-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-1
-	-	½	¾	1,3	100	50	-	NZMH2-S1,6-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-1,6
-	-	¾	-	1,6	100	50	-	NZMH2-S2,4-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-1,6
-	-	1	1	2,1	100	50	-	NZMH2-S2,4-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-2,4
-	½	-	1½	2,4	100	50	-	NZMH2-S5-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-2,4
¾	¾	2	3	3,9	100	50	-	NZMH2-S5-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-4
-	1	-	-	4,2	100	50	-	NZMH2-S5-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-8
1	1½	3	-	6	100	50	-	NZMH2-S8-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-6
1½	2	-	5	6,9	100	50	-	NZMH2-S8-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-10
2	3	5	7½	9,6	100	50	-	NZMH2-S12-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-10
3	5	10	10	15,2	100	50	-	NZMH2-S18-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-16
5	-	-	15	17,5	100	50	-	NZMH2-S26-CNA	DILM17-...(…)	ZB32-24
-	7½	15	20	22	100	50	-	NZMH2-S26-CNA	DILM25-...(…)	ZB32-24
7½	-	-	-	25,3	100	50	-	NZMH2-S33-CNA	DILM25-...(…)	ZB32-32
-	10	20	25	28	100	50	-	NZMH2-S33-CNA	DILM32-...(…)	ZB32-32
10	-	-	-	32,2	100	50	-	NZMH2-S40-CNA	DILM32-...(…)	ZB32-32
-	-	25	30	34	100	50	-	NZMH2-S40-CNA	DILM40(…)	ZB65-40
-	-	30	-	40	100	50	-	NZMH2-S50-CNA	DILM40(…)	ZB65-40
-	15	-	40	42	100	50	-	NZMH2-S50-CNA	DILM40(…)	ZB65-57
15	20	40	50	54	100	50	-	NZMH2-S63-CNA	DILM50(…)	ZB65-57
20	-	50	60	65	100	50	-	NZMH2-S80-CNA	DILM65(…)	ZB65-65
-	25	-	-	68	100	50	-	NZMH2-S80-CNA	DILM80(…)	ZB150-70
25	30	60	75	80	100	50	-	NZMH2-S100-CNA	DILM80(…)	ZB150-100
-	40	75	100	104	100	50	-	NZMH2-S125-CNA	DILM95(…)	ZB150-100
30	-	-	-	92	100	50	-	NZMH2-S125-CNA	DILM115(…)	ZB150-100
40	-	100	125	125	100	50	-	NZMH2-S160-CNA	DILM115(…)	ZB150-125
-	50	-	-	130	100	50	-	NZMH2-S160-CNA	DILM115(…)	ZB150-150
-	-	125	-	156	100	50	-	NZMH2-S200-CNA	DILM150(…)	ZB150-150
50	60	-	150	154	100	50	-	NZMH2-S200-CNA	DILM185A/22(…)	Z5-160/FF225A
60	75	150	200	192	100	50	-	NZMH2-SE220-CNA	DILM225A/22(…)	Z5-220/FF225A
75	100	200	250	248	100	50	50	NZMH3-SE350-CNA	DILM250/22(…)	Z5-220/FF250
100	-	-	300	289	100	50	50	NZMH3-SE350-CNA	DILM300A/22(…)	ZW7-290
-	125	250	-	302	100	50	50	NZMH3-SE450-CNA	DILM300/22(…)	ZW7-400
125	150	300	400	382	100	50	50	NZMH3-SE450-CNA	DILM400/22(…)	ZW7-400

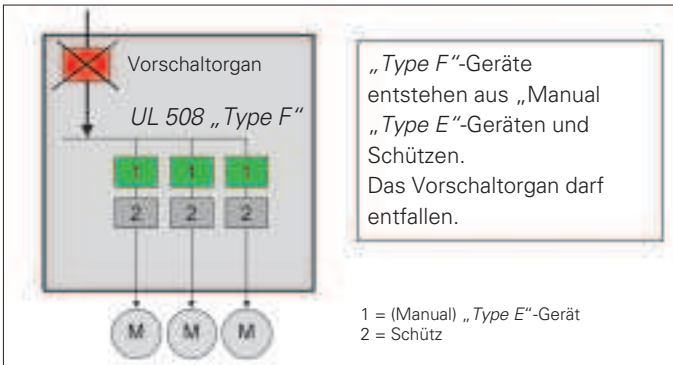
1) Geeignet für sternpunktgeerdete Netze.

**Tabelle 2: Motorstarter mit Motorschutzrelais, Schmelzsicherungen oder Leistungsschalter nach UL 489 für den Gruppenschutz, für den Einsatz in Nordamerika.**





**Bild 4:** Eine Gruppe Motorschutzschalter PKZM0 ist einseitig mit einem Drehstromschienenblock verbunden. Die Schutzschalter besitzen einen gemeinsamen Einspeiseklemmblock BK25...-E. Er erfüllt mit den vergrößerten Luft- und Kriechstrecken die Anforderungen an den "Construction Type E".



**Bild 5:** Beispiele für UL 508 Type F Combination Starter, die aus UL 508 Type E-Kombinationen und Schützen entstehen.



Motorschalterschalter PKZM0(4), Einsatz als „UL 508 Type F Combination Starters“												
Maximale Motorleistung Drehstrom HP = PS				Einstellbereiche		Interrupting Capacity = Short Circuit Current Rating SCCR			Komponenten			
200 V	230 V	460V	575 V	Überlastauslöser [A]	Kurzschlussauslöser [A]	240 V	480Y/277 V <sup>2)</sup>	600Y/347V <sup>2)</sup>	Motorschalterschalter Typ	Einspeiseklemme Typ	Schütz Typ	
[HP]	[HP]	[HP]	[HP]			[kA]	[kA]	[kA]				
1)				0,1 - 0,16	2,2	50	50	50	PKZM0-0,16	BK25/3-PKZ0-E	DILEM	
				0,16 - 0,25	3,4	50	50	50	PKZM0-0,25	BK25/3-PKZ0-E	DILEM	
				0,25 - 0,4	5,6	50	50	50	PKZM0-0,4	BK25/3-PKZ0-E	DILEM	
				0,4 - 0,63	8,8	50	50	50	PKZM0-0,63	BK25/3-PKZ0-E	DILEM	
				0,63 - 1	14	50	50	50	PKZM0-1	BK25/3-PKZ0-E	DILEM	
		¾	¾	1 - 1,6	22	50	50	50	PKZM0-1,6	BK25/3-PKZ0-E	DILEM	
½	½	1	1 ½	1,6 - 2,5	35	50	50	50	PKZM0-2,5	BK25/3-PKZ0-E	DILEM	
¾	¾	2	3	2,5 - 4	56	50	50	50	PKZM0-4	BK25/3-PKZ0-E	DILEM	
1 ½	1 ½	3	5	4 - 6,3	88	50	50	50	PKZM0-6,3	BK25/3-PKZ0-E	DILEM	
3	3	7 ½	10	6,3 - 11	140	50	50	50	PKZM0-10	BK25/3-PKZ0-E	DILEM	
1)				0,1 - 0,16	2,2	65	65	-	PKZM0-0,16	BK25/3-PKZ0-E	DILM7	
				0,16 - 0,25	3,4	65	65	-	PKZM0-0,25	BK25/3-PKZ0-E	DILM7	
				0,25 - 0,4	5,6	65	65	-	PKZM0-0,4	BK25/3-PKZ0-E	DILM7	
				0,4 - 0,63	8,8	65	65	-	PKZM0-0,63	BK25/3-PKZ0-E	DILM7	
				0,63 - 1	14	65	65	-	PKZM0-1	BK25/3-PKZ0-E	DILM7	
		¾	¾	1 - 1,6	22	65	65	-	PKZM0-1,6	BK25/3-PKZ0-E	DILM7	
½	½	1	1 ½	1,6 - 2,5	35	65	65	-	PKZM0-2,5	BK25/3-PKZ0-E	DILM7	
¾	¾	2	3	2,5 - 4	56	65	65	-	PKZM0-4	BK25/3-PKZ0-E	DILM7	
1 ½	1 ½	3	5	4 - 6,3	88	65	65	-	PKZM0-6,3	BK25/3-PKZ0-E	DILM7	
3	3	7 ½	10	6,3 - 11	140	65	65	-	PKZM0-10	BK25/3-PKZ0-E	DILM12	
3	3	7 ½	-	9 - 12	168	50	50	-	PKZM0-12	BK25/3-PKZ0-E	DILM15	
3	-	-	-	10 - 16	224	18	18	-	PKZM0-16	BK25/3-PKZ0-E	DILM17	
5	-	-	-	16 - 20	280	18	18	-	PKZM0-20	BK25/3-PKZ0-E	DILM25	
-	7 ½	15	-	20 - 25	350	18	18	-	PKZM0-25	BK25/3-PKZ0-E	DILM25	
7 ½	10	20	-	24 - 32	448	18	18	-	PKZM0-32	BK25/3-PKZ0-E	DILM32	
3	5	10	15	10 - 16	224	65	65	50	PKZM4-16	BK50/3-PKZ4-E	DILM32	
5	7 ½	15	20	16 - 27	350	65	65	50	PKZM4-25	BK50/3-PKZ4-E	DILM32	
7 ½	10	25	30	24 - 34	448	65	65	50	PKZM4-32	BK50/3-PKZ4-E	DILM32	
10	-	30	30	32 - 40	560	65	65	50	PKZM4-40	BK50/3-PKZ4-E	DILM40	
-	15	30	-	40 - 52	700	65	65	-	PKZM4-50	BK50/3-PKZ4-E	DILM50	
-	-	40	-	50 - 56	812	65	65	-	PKZM4-58	BK50/3-PKZ4-E	DILM65	
-	-	40	-	52 - 58	882	65	65	-	PKZM4-63	BK50/3-PKZ4-E	DILM65	

1) Motorleistungen in diesem Bereich nach Bemessungsstrom berechnen. angegebene Werte nach NEC Table 430 - 150

2) Geeignet für sternpunktgeerdete Netze

**Tabelle 3a:** Elektromechanische Motorschutzschalter PKZM in UL 508 Typ F Combination Starters

UL 508 Type E - Self-Protected Combination Motor Controllers								
bestehend aus elektronischen Motorschutzschaltern PKE und Leistungsschützen DILM, auch einsetzbar als „UL 508 Type F Combination Motor Starters“								
Max. HP-Rating				SCCR [kA]		Aufbau mit Schaltgeräten:		Typ
200 V, 60 Hz	240 V, 60 Hz	480Y/277 V, 60 Hz	600Y/347 V, 60 Hz	480Y/277V, 60 Hz	600Y/347V, 60 Hz	Motorschutzschalter plus BK25/3-...-E	Schütz (Pflicht)	
-	-	0,5	0,5	14	14	PKE1,2	DIL M17	MSC...-1,2-M17-SP
0,75	0,75	2	-	18	-	PKE4	DIL M17	MSC...-4-M17-SP
3	3	7,5	-	18	-	PKE12	DIL M17	MSC...-12-M17-SP
5	7,5	15	-	18	-	PKE32	DIL M32	MSC...-32-M32-SP

**Tabelle 3b: Elektronische Motorschutzschalter PKE in UL 508 Type E Self-Protected Combination Motor Controllers. Achtung: in diesem Fall, beim Einsatz der Motorschutzschalter PKE, gehört bereits zu Type E Controller ein Schütz. Hier können UL 508 Typ E Kombinationen praktisch auch wie UL 508 Typ F Kombinationen eingesetzt werden.**

schen den Motorstartern mit Schmelzsicherungen (**Tabelle 2**) und den, besonders vorteilhaften und in der Bedeutung stark zunehmenden, schmelzsicherungslosen Motorstartern (**Tabelle 3a und b, Bilder 4 + 5**), die mit Motorschutzschaltern oder Leistungsschaltern aufgebaut werden. In den Tabellen werden die Typen der Eaton Standard-Schütze *DIL M* angegeben. Diese Standard-Schütze sind Komponenten des umfangreichen Systems xStart (**Bild 6**). Neu in diesem vielseitig einsetzbaren System ist die werkzeuglose Verbindungstechnik zwischen Motorschutzschaltern und Schützen bei den stückzahlstärksten Baugrößen (**Bild**

**7**). Diese neue, Arbeitszeit sparende Verbindungstechnik wurde ebenfalls bei UL und CSA approbiert, was auch für die weitere Kombination mit den Platz sparenden Sammelschienenadaptern gilt. Außerdem verfügen diese Kombinationen über eine besonders hohe Kurzschlussfestigkeit (*high fault short circuit ratings* entsprechend UL und CSA). Dieses spezielle Produktmerkmal ist sehr wichtig, da auf den Schaltschrank-Leistungsschildern von nordamerikanischen Steuerschrank-schränken (industrial control panels) nun, entsprechend dem NEC und nach UL 508A, eine Gesamtkurzschlussfestigkeit (SCCR)<sup>4</sup> für die Schaltanlage angegeben

werden muss. Für die Dimensionierung dieser Kombinationen wird ebenfalls die **Tabelle 3a und b** benutzt.

Spezielle nordamerikanische Anforderungen an Motorstarter und einige in der IEC-Welt unübliche Schalt- und Schutzgeräte-Kombinationen, werden in einer separaten Veröffentlichung von Eaton [3] sehr ausführlich vorgestellt. Die dort beschriebenen besonderen Aspekte ergeben sich insbesondere durch die Zuordnung der Motorschutzschalter und Leistungsschalter zu den Richtlinien UL 508 [4] oder UL 489 [5] in den USA bzw. zu CSA-C22.2 No. 14 [6] oder CSA-C22.2

NEMA-Größen für Schütze nach NEMA ICS 2						
Drehstromschütze nach NEMA <i>NEMA-Sizes</i> (NEMA-Größen)	Dauerstrom	Leistungsdaten <sup>1)</sup>				
		1-phase		3-phase		
		120 V 60 Hz (115 V 60 Hz)	240 V 60 Hz (230 V 60 Hz)	208 V 60 Hz (200 V 60 Hz)	240 V 60 Hz (230 V 60 Hz)	480 V 60 Hz (460 V 60 Hz) 600 V 60 Hz (575 V 60 Hz)
	A	HP (PS)	HP (PS)	HP (PS)	HP (PS)	HP (PS)
<b>00</b>	9	½	1	1 ½	1 ½	2
<b>0</b>	18	1	2	3	3	5
<b>1</b>	27	2	3	7 ½	7 ½	10
<b>2</b>	45	3	7 ½	10	15	25
<b>3</b>	90	7 ½	15	25	30	50
<b>4</b>	135	-	-	40	50	100
<b>5</b>	270	-	-	75	100	200
<b>6</b>	540	-	-	150	200	400
<b>7</b>	810	-	-	-	300	600
<b>8</b>	1215	-	-	-	450	900
<b>9</b>	2250	-	-	-	800	1600

<sup>1)</sup> Leistungsdaten für Motoren mit einer Drehzahl, ohne Tippen, Reversieren und Gegenstrombremsen. (HP ~ PS)

**Tabelle 4: Nordamerikanische NEMA-Größen (NEMA-Sizes) für Schütze. Einer NEMA-Größe sind bestimmte Ströme und für unterschiedliche Spannungen bestimmte Leistungen fest zugeordnet. Alle Werte müssen von einem Gerät beherrscht werden, um der NEMA-Größe zu entsprechen.**

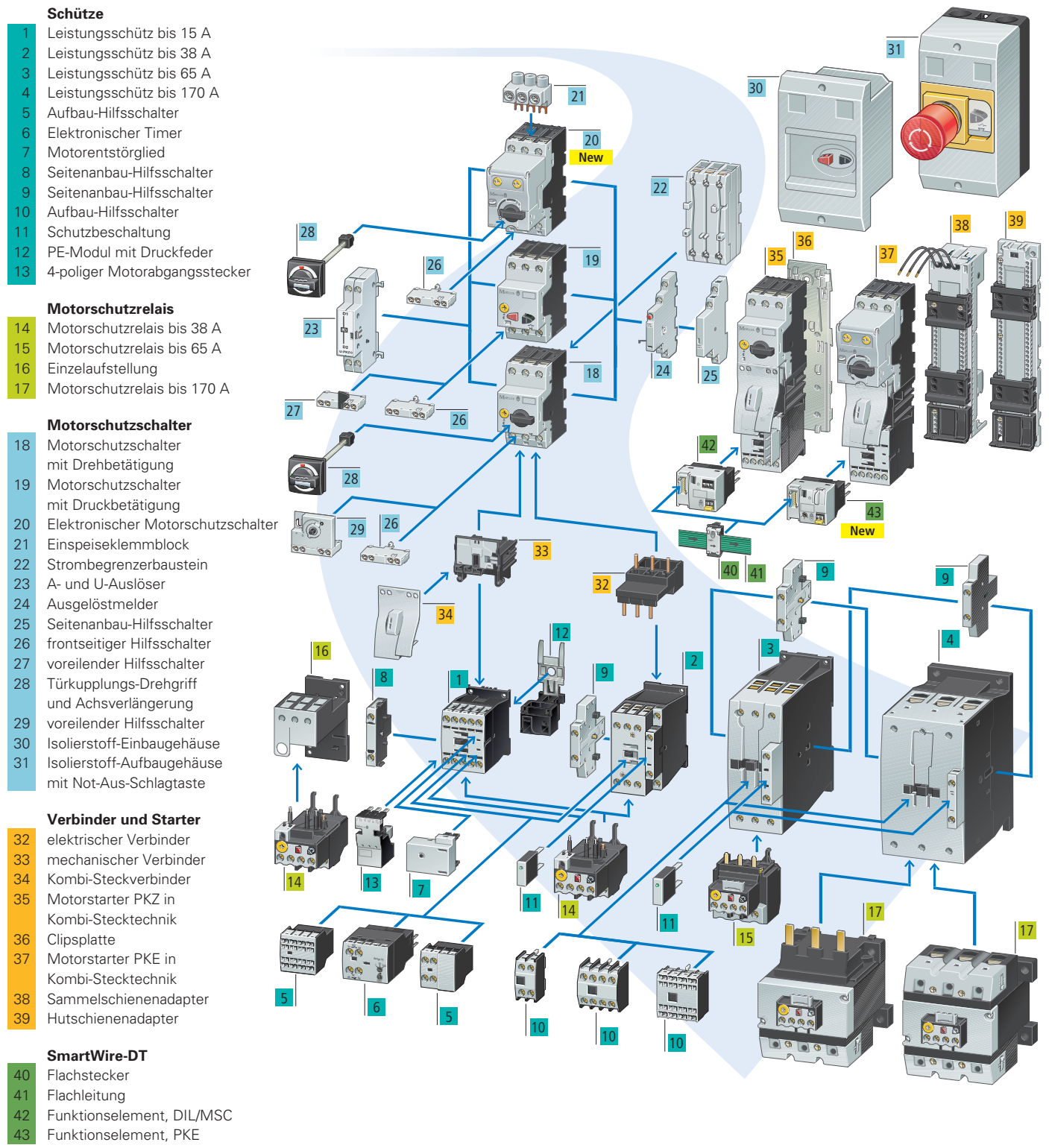
<sup>4</sup> SCCR = Short Circuit Current Rating

<sup>5</sup> HP = Horsepower, 1 HP ≅ 1 PS



# Ausschnitt aus dem System

Darstellung ohne PKZM 4, komplettes Sortiment siehe gültiger Hauptkatalog.  
Hilfs- und Hauptstromanschlüsse bis 15 A (PKZM 0 bis 16 A), wahlweise mit Schraub- oder Käfigzugfedern.



**Bild 6:** Darstellung des Systems xStart mit besonders vorteilhaften Montage- und Verdrahtungshilfen, wie der Kombi-Stecktechnik oder Sammelschienenadaptern. Die Komponenten und Kombinationen wurden als Weltmarktgeräte bei UL und CSA für den Einsatz in Nordamerika approbiert.

### A Motorschutzschalter

- 1 Kontaktapparat
- 2 Schlagstößel
- 3 Kurzschlussauslöser
- 4 Löschkammer
- 5 Schaltschloss
- 6 Strombahn mit Ausschussfahne
- 7 Einstellknopf „Überlast“
- 8 Überlastauslöser (Bimetall)

### B Hilfsschalter

### C Mechanischer Verbindungsbaustein DS

- 9 Strombügel

### D Elektrischer Kontaktbaustein DS

- 10 Stromschiene mit Kontaktfeder
- 11 Leitungsdurchführung

### E Leistungsschutz

- 12 Magnetkern
- 13 Spule
- 14 Kontakt – fest
- 15 Rahmenklemme
- 16 Kontakt – beweglich
- 17 Kupplung für Hilfsschalter

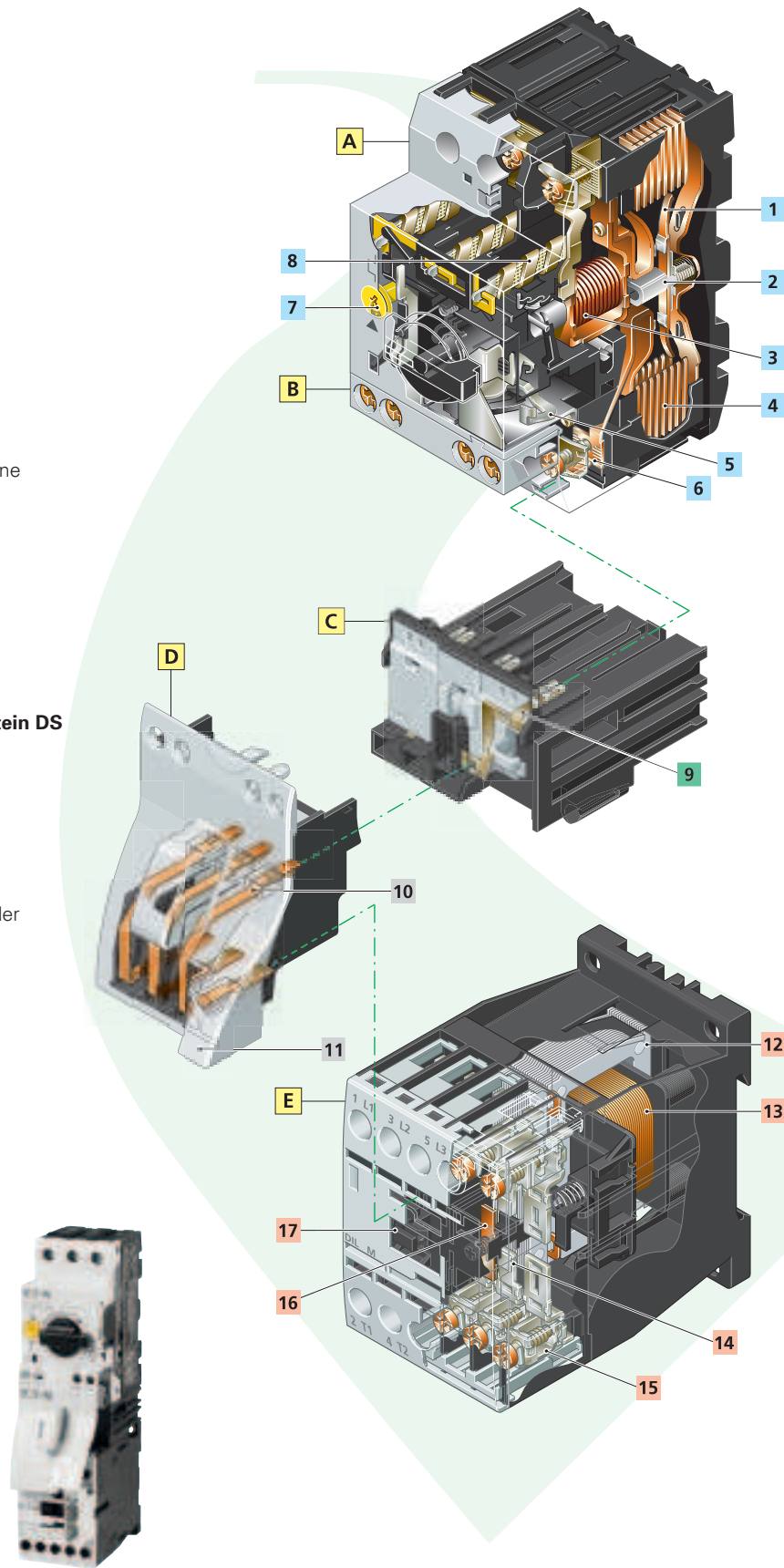


Bild 7: Darstellung der neuen, werkzeuglosen Steck-Verbindungstechnik zwischen Motorschutzschalter und Schütze. Diese kompakten Starter wurden bei UL und CSA approbiert. Diese Kombinationen zusätzlich auch für den Export auf approbierte Eaton Sammelschienenadapter aufgebaut werden.

No. 5-02 [7] in Kanada. Die jeweils zuerst genannten Normen gelten für „Geräte in Industriesteuerungen“ (*Industrial Control Equipment*), die zweit genannten Normen, mit höheren Anforderungen, gelten für „Geräte in der Energieverteilung“ (*Distribution Equipment*). Geräte zur Energieverteilung müssen teilweise auch in der elektrischen Maschinen- und Anlagenausrüstung, vor allem im Einspeisebereich und bei Sammelschienensystemen eingesetzt werden.

In den USA wählt man Schütze üblicherweise nach NEMA-Größen (NEMA-Sizes) aus, denen entsprechend **Tabelle 4** definierte HP<sup>3</sup>-Leistungen für unterschiedliche Betriebsspannungen und ein thermischer Dauerstrom starr zugeordnet wurden (nach NEMA ICS 2). Auch in Kanada wendet man diese NEMA-Größen an.

Zusätzlich müssen beim NEMA-Schütz nach NEMA ICS 2 Anschlussmöglichkeiten für definierte Leitungsquerschnitte vorhanden sein. Im Gegensatz dazu gibt es bei IEC-Schützen keine normativen Vorgaben, wie viel kW z.B. ein für 4 kW / 400V ausgelegtes Schütz bei 690 V schalten muss. Die Zuordnung unterschiedlicher Auswahldaten zu einer Schützbaugröße bleibt in der IEC-Welt, auf der Basis von Prüfergebnissen nach IEC / EN 60 947-4-1 [8], der Eigenverantwortung des Herstellers überlassen. Daher wäre es reiner Zufall, wenn ein IEC-Schütz einer NEMA-Größe entsprechen würde, zumal die Leistungen von kW in HP umgerechnet werden müssen. Weitere Unterschiede ergeben sich durch die abweichenden Spannungen und Frequenzen auf dem amerikanischen Kontinent. Die NEMA-Größen stellen

eine inneramerikanische Standardisierung und Marktgewohnheit dar, sie sind aber weder ein Qualität bestimmendes Merkmal einer Konstruktion, noch ist ihre Verwendung zwingend vorgeschrieben. NEMA-Schütze sind üblicherweise von der Geometrie her größer. In der IEC-Welt wählt man ein Schütz nach der erforderlichen Leistung des zu schaltenden Betriebsmittels, der Gebrauchskategorie und der notwendigen Betriebsspannung in einem Herstellerkatalog aus. In Amerika kann man beim Großhändler ein Schütz, beispielsweise der Baugröße „NEMA 2“ verlangen, welches dann von verschiedenen Herstellern stammen kann. Es besitzt dann die beschriebenen, festen Leistungszuordnungen für Motoren und einen thermischen Dauerstrom. Da man in einer Schaltanlage üblicherweise nur eine einzige Hauptstrom-

Auswahldaten für Eaton Schütze für den Einsatz in Nordamerika								
IEC-Daten 3-phasig AC-3 400 V 50 Hz  kW	Schütz  Typ	für Nordamerika approbierte Leistungsdaten (UL / CSA)						$I_{th}$ offen 40 °C  A
		1-phasig max hp rating		3-phasig max hp rating				
		120 V 60 Hz (115 V 60 Hz)	240 V 60 Hz (230 V 60 Hz)	208 V 60 Hz (200 V 60 Hz)	240 V 60 Hz (230 V 60 Hz)	480 V 60 Hz (460 V 60 Hz)	600 V 60 Hz (575 V 60 Hz)	
		HP	HP	HP	HP	HP	HP	
3	DILM7	¼	1	1 ½	2	3	5	20
4	DILM9	½	1 ½	3	3	5	7 ½	20
5,5	DILM12	1	2	3	3	10	10	20
7,5	DILM15	1	3	5	5	10	10	20
7,5	DILM17	2	3	5	7 ½	10	15	35
11	DILM25	2	5	7 ½	7 ½	15	20	35
15	DILM32	3	5	10	10	20	25	40
18,5	DILM40	3	7 ½	10	15	30	40	55
22	DILM50	3	10	15	20	40	50	65
30	DILM65	5	15	20	25	40	60	80
37	DILM80	7 ½	15	25	30	60	75	125
45	DILM95	7 ½	15	25	40	75	100	125
55	DILM115	10	25	40	50	100	125	160
75	DILM150	15	30	40	60	125	125	160
90	DILM185A	-	-	50	60	125	150	225
110	DILM225A	-	-	60	75	150	200	250
132	DILM250	-	-	75	100	200	250	350
160	DILM300A	-	-	100	125	250	300	350
200	DILM400	-	-	150	150	300	400	450
250	DILM500	-	-	150	200	400	500	550
315	DILM580	-	-	200	200	400	600	630
355	DILM650	-	-	200	250	500	600	700
400	DILM750	-	-	250	300	600	700	800
450	DILM820	-	-	290	350	700	860	850
560	DILM1000	-	-	-	420	850	980	

Tabelle 5: Nach dieser Auswahltabelle wählt man Eaton Schütze für Motorleistungen in HP und bei unterschiedlichen nordamerikanischen Spannungen aus.

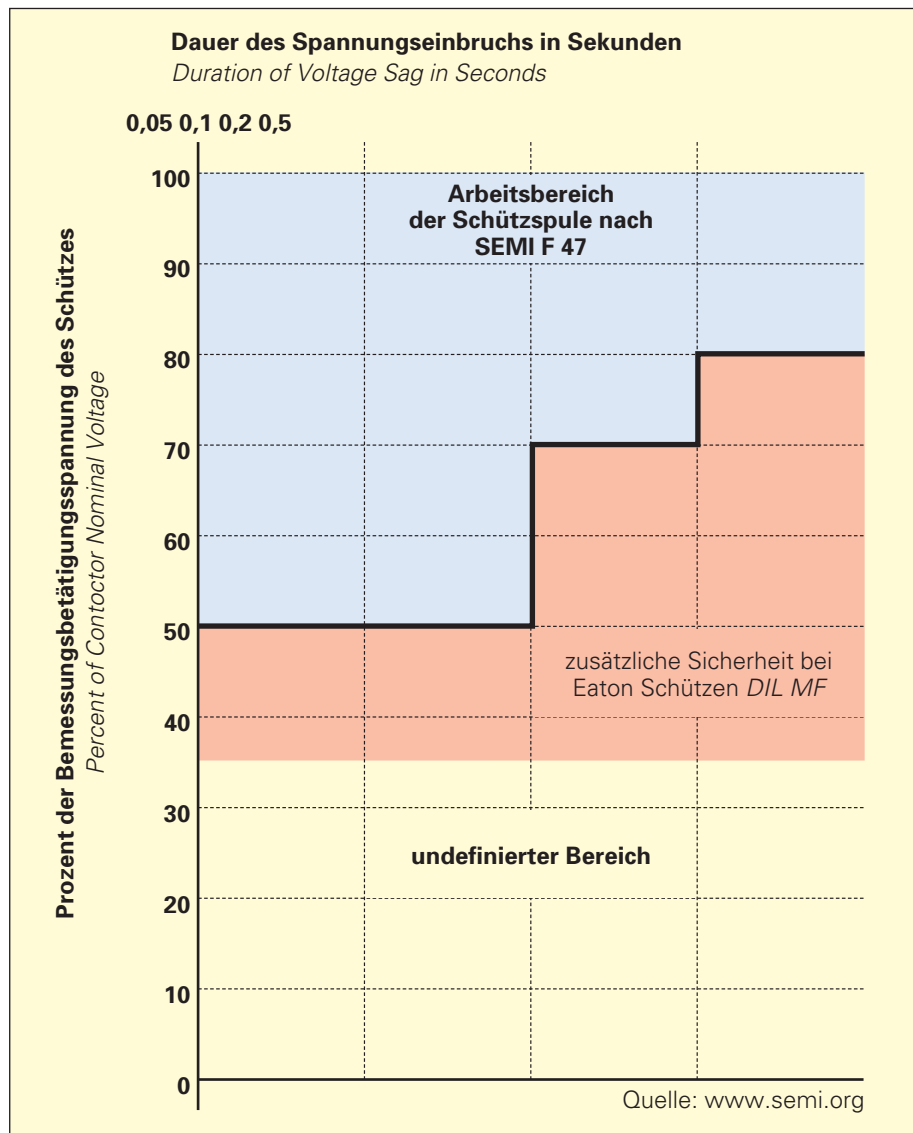
Betriebsspannung schalten muss, ist der Nutzen der Idee der starren Verknüpfung von mehreren Wertepaaren aus Leistung und Spannung in einer Baugröße eher gering.

In der Praxis werden die nach Amerika exportierenden Firmen die Schütze nach der **Tabelle 5**, bzw. nach den Motorstarterauswahltabellen mit oder ohne Schmelzsicherungen auswählen. Die **Tabelle 5** lässt eine genauere Zuordnung zur Motorgröße zu und sie ermöglicht dadurch oft die Auswahl kleinerer und preiswerterer Schütze. Die Auswahl nach **Tabelle 5** ist bedenkenlos möglich, da alle Auswahldaten der Schütze wie angegeben approbiert wurden und auch auf den Leistungsschildern der Schütze angegeben werden.

Die Mehrzahl der Schütze schaltet in Direktstartern (*DOL*) oder in Wendestartern (*Reversing Starters*) die volle Netzspannung (*across-the-line*). Die elektromechanischen Schütze werden außerdem beim Starten von Motoren mit reduzierter Spannung eingesetzt. Sehr populär sind in Nordamerika Anlasstransformatoren (*auto-transformers*) und spezielle Motoren mit getrennten Wicklungen (*part-winding motors*). Es ist zusätzlich möglich Stern-Dreieckstarter zu realisieren, die in Nordamerika aber nur selten eingesetzt werden, da die Netzspannungen in Amerika nicht immer mit den Faktor  $1/\sqrt{3}$  verknüpft sind. Andererseits werden in einigen Industriezweigen große, hermetisch gekapselte Kompressormotoren für Kühlanlagen mit Stern-Dreieckumschaltung gestartet, dabei wird aller-

dings eine spezielle Schaltung mit 4 Schützen eingesetzt. Die Schütze von Eaton sind Weltmarktgeräte, also in einer einzigen Ausführung auf allen Kontinenten einsetzbar. Eaton Schütze besitzen überwiegend exportfreundliche Doppelspannungsspulen, die wahlweise mit einer 50 Hz Normsteuerspannung und mit einer 60 Hz-Normsteuerspannung angesteuert werden können. Immer mehr Schütze werden aus elektronischen Steuerungssystemen heraus angesteuert. In diesen Fällen werden exportneutrale DC-Spulen eingesetzt, meistens für 24 V DC [9]. Im Laufe des 1. Halbjahres 2006 wird Eaton mit zusätzlichen Schütze auch die besonderen Anforderung der amerikanischen Halbleiterindustrie nach einer erhöhten Abfallsicherheit nach SEMI<sup>6</sup> F47 [10] erfüllen (**Bild 8**). Die Eaton Schütze können wahlweise für Leistungen in kW oder HP ausgewählt werden, entsprechend der eingesetzten Motoren. Exportierende Maschinenbauunternehmen setzen auch in Nordamerika häufig IEC-Motoren ein, die dann meistens gewohnheitsgemäß in kW dimensioniert werden und die metrische Abmessungen besitzen (Achtung, Risiko!). In diesen Fällen erweist es sich als günstig, dass auf den Leistungsschildern von Eaton Schützen kW- und HP-Daten angegeben werden, da viele örtliche Inspektoren bei der Abnahme nur Schütze mit HP-Daten akzeptieren.

Während die **Tabelle 5** zusätzlich die IEC-Leistungen für 400 V / 50 Hz und den amerikanischen thermischen Dauerstrom enthält, zeigt die **Tabelle 6**, als Service und Orientierungshilfe, zusätzlich die Daten der NEMA-Größen. Da in Nordamerika eine zunehmende Anzahl von Maschinen und Anlagen betrieben werden, die aus IEC-Ländern importiert werden, reduziert sich die Bedeutung der NEMA-Größen. Da der außeramerikanische Maschinen- und Anlagenbau einige technologische Vorzüge zu bieten hat, werden zunehmend auch die positiven Merkmale der kleineren IEC-Schalt- und Schutzgeräte erkannt und alle namhaften amerikanischen Schaltgerätehersteller ergänzen ihre Sortimente um die kleineren IEC-Geräte. Mit diesen Sortimentserweiterungen will man natürlich auch die außeramerikanischen Märkte erschließen. Für die Erschließung der europäischen Märkte ist das zollrechtliche CE-Zeichen wichtig. Ein Teil dieser Sortimentserweiterungen stammt aus der Entwicklung und Produktion von Eaton. Die neu entstehende amerikanische UL 60 947 wird schrittweise eine weitere Annäherung zur IEC 60 947 ermöglichen, wobei im Gegenzug amerikanische Aspekte in die IEC einfließen.



**Bild 8:** Die amerikanische Halbleiterindustrie verlangt eine erhöhte Abfallsicherheit bei Schütze nach der Richtlinie SEMI F47. Im grün gekennzeichneten Bereich dürfen die Schützekontakte nicht selbsttätig öffnen. Diese Forderung lässt sich mit speziellen Antrieben im System xStart realisieren.

<sup>6</sup> SEMI = Semiconductor Equipment and Materials Institute

<sup>7</sup> HVAC = Heating Ventilation Air Conditioning

## Auswahldaten für Eaton Schütze für den Einsatz in Nordamerika









		Maximale HP-Leistung (UL / CSA) zum Schalten von Motoren						NEMA Größe
		1-phasig, 60 Hz		3-phasig, 60 Hz				
		120 V (115 V)	230 V (240 V)	208 V (200 V)	240 V (230 V)	480 V (460 V)	600 V (575 V)	
Typ								
	DILM7	¼	1	1½	2	3	5	
		⅓	1	1½	1½	2	2	00
	DILM9	½	1½	3	3	5	7½	
		1	2	3	3	5	5	0
	DILM12	1	2	3	3	10	10	
	DILM15	1	3	5	5	10	10	
	DILM17	2	3	5	5	10	15	
		2	3	7½	7½	10	10	1
	DILM25	2	5	7½	7½	15	20	
	DILM32	3	5	10	10	20	20	
		3	7½	10	15	25	25	2
	DILM40	3	7½	10	15	30	40	
	DILM50	3	10	15	20	40	50	
	DILM65	5	15	20	25	50	60	
		7½	15	25	30	50	50	3
	DILM80	7½	15	25	30	60	75	
	DILM95	7½	15	25	40	75	100	
		-	-	40	50	100	100	4
	DILM115	10	25	40	50	100	125	
	DILM150	15	30	40	60	125	125	
	DILM185A	-	-	50	60	125	150	
	DILM225A	-	-	60	75	150	200	
		-	-	75	100	200	200	5
	DILM250	-	-	75	100	200	250	
	DILM300A	-	-	100	125	250	300	
	DILM400	-	-	150	150	300	400	
		-	-	150	200	400	400	6
	DILM500	-	-	150	200	400	500	
	DILM580	-	-	200	200	400	600	
	DILM650	-	-	200	250	500	600	
		-	-	-	300	600	600	7
	DILM750	-	-	250	300	600	700	
	DILM820	-	-	290	350	700	860	
		-	-	-	450	900	900	8
	DILM1000	-	-	-	400	800	1000	

Tabelle 6: Darstellung aus dem Katalog der amerikanischen Eaton Vertriebsorganisation. Ergänzend zu den Auswahldaten der Eaton Schütze werden informativ auch die Leistungsdaten der NEMA-Größen dargestellt.



## Special Purpose Contactors

Auch in Nordamerika sind nicht ausschließlich Kurzschlussläufermotoren (*squirrel cage motors*) zu schalten oder es sind bei antriebstechnischen Anwendungen besondere Anforderungen zu beachten. Daher gibt es zusätzlich spezielle Prüfbedingungen und Leistungs- oder Stromzuordnungen für besondere Anwendungen, wie z. B. Schütze für Aufzugsteuerungen (*Elevator Control*) oder für kältetechnische Anlagen (*Refrigeration control*). Weitere spezielle Anwendungen sind das Schalten von typischen Industriebeleuchtungen, wie Glühlampen (*Tungsten, Incandescent Lamps*), von Gasentladungslampen (*Ballast, Electrical Discharge Lamps*), von ohmscher Last (*Air conditioning und Resistance Heating, HVAC'*) oder von Kondensatorlast (*Capacitive Switching*). Siehe auch **Bild 1**.

Die Aufzählung der Spezialanwendungen (*Special Purpose Ratings*) für teilweise leistungs- oder kostenoptimierte Schütze lässt sich ergänzen, beispielsweise um

- Pumpen und Kompressoren (*Pumps and compressors*)
- Hebemaschinen und Kräne (*Hoists and cranes*)
- Schweißeinrichtungen (*Welding equipment*)
- Spannungsversorgungen (*Power supplies*)
- Lebensmittelbearbeitung (*Food processing*)
- Verkaufsautomaten (*Vending machines*)
- Landwirtschaftliche Einrichtungen (*Agricultural applications*),

(siehe auch den unteren Bereich der unterschiedlichen Betriebsmittel in **Bild 1**).

Für einige dieser Anwendungen enthalten auch die IEC-Normen spezielle Prüfbedingungen für die sogenannten IEC-Gebrauchskategorien nach **Tabelle 1**. Es sind genormte Prüfbedingungen, die die tatsächlichen Beanspruchungen dieser Anwendungen, z.T. mit synthetischen Lastkreisen<sup>8</sup>, mehr oder weniger gut nachbilden. Eaton prüft im Sinne einer hohen Gebrauchstauglichkeit seine Produkte, häufig in Zusammenarbeit mit führenden Betriebsmittelherstellern, zusätzlich mit echten Betriebsmitteln, wie Kondensatoren, Leuchtstofflampen oder sonstigen Gasentladungslampen, um praxisrelevante Auswahldaten zu erhalten.

Schütze für *Special Purpose Ratings* können prinzipiell speziell entwickelt werden. Eaton ordnet stattdessen die Anwendung spezifischen technischen Daten überwiegend den sehr universell einsetzbaren Schützen *DIL M* zu. Eine Ausnahme bildet z. B. das Schalten von Kondensatoren innerhalb von Kondensatorbatterien, für das die Schütze *DIL K* konstruktiv optimiert wurden. Bei den Prüfungen für spezielle Anwendungen konzentriert sich Eaton z. Z. auf 3-polige AC-Anwendungen. Während die Begriffe *General Purpose* und *Definite Purpose* in der UL 508 erwähnt werden, handelt es sich bei *Special Purpose* um einen von den Herstellern und Verbrauchern geprägten Begriff. Eaton versteht darunter spezielle Anwendungen, die mit „normalen“ Leistungsschützen *DIL M* und speziellen Auswahldaten abgedeckt werden.

## Definite Purpose Contactors

Neben den amerikanischen, für „*Special Purpose Ratings*“ optimierten Schützen, die Eaton mit den handelsüblichen, in großen Stückzahlen produzierten Industrieschützen *DIL M* abdeckt, sind in Nordamerika zusätzlich noch „*Definite Purpose*“-Schaltgeräte üblich. Diese *Definite-Purpose*-Schaltgeräte (Schütze

für genau festgelegte Anwendungen) sind meistens kostenoptimierte Spezialentwicklungen, unterhalb des Niveaus von Industrieschaltgeräten (z. B. für eine reduzierte Lebensdauer, mit eingeschränktem Berührungsschutz, häufig mit einfacher Flachsteck-Anschlusstechnik). Diese Schaltgeräte besitzen oft besondere Bauformen oder es sind 1- oder 2-polige Schaltgeräte. Bei den vorher auszugswise aufgezählten Spezialanwendungen werden diese *Definite-Purpose*-Schaltgeräte unterschiedlich häufig eingesetzt. Dies trifft besonders bei preisoptimierten Serienanwendungen mit großen Stückzahlen zu (Verkaufsautomaten, *vending machines*), die vorzugsweise mit nationalen Produkten abgedeckt werden. Besonders häufig findet man sie bei den HVAC-Anwendungen.

Bis auf einige kundenspezifische Entwicklungen mit großen Stückzahlen, die allerdings von den vorhandenen Standard-Industrieschaltgeräten abgeleitet werden, beschäftigt sich Eaton nicht mit dem Marktsegment der *Definite Purpose Contactors*. In den nächsten Abschnitten wird auf besondere Gesichtspunkte hingewiesen, die bei der Schützdimensionierung für unterschiedliche Betriebsmittel (entsprechend des unteren Teils von **Bild 1**) zu beachten sind.

deutsch	englisch
Aufzug	Elevator
Paternoster, Umlaufaufzug	Paternoster elevator
Rolltreppe, Fahrtreppe	Escalator
Fahrsteige	Moving walkways
Personenseilbahnen	Passenger ropeways
Bauaufzüge	Construction hoists
Behindertenaufzüge	Lifts for persons with physical disabilities
Treppenstuhlaufzüge	Stairchair lifts
Plattformlifte	Platform lifts
Schrägaufzüge	Incline lifts
Einkaufswagen-Schrägaufzüge	Shopping Cart Conveyors
Skilifte	Ski lifts
Speiseaufzüge	Dumb waiters
Bühnenaufzüge	Stage lifts
Parkaufzüge	Automobile parking lifts

**Tabelle 7: Unterschiedliche Arten von Aufzügen, für die man in Nordamerika „Special Purpose“-Schütze für Aufzugsteuerungen (Elevator Control) einsetzt.**

<sup>8</sup> keine echten Betriebsmittel, sondern Nachbildungen aus ohmschen, induktiven und kapazitiven Widerständen

Special Purpose Ratings nach UL / CSA-Prüfbedingungen														
Type <i>DIL M..</i>	7	9	12	15	17	25	32	40	50	65 72	80	95	115	150 170
<b>AC Elevator Control</b>	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP
480 V 60 Hz, 3-pole	2	3	7 ½	7 ½	7 ½	10	20	25	30	30	50	60	75	75
600 V 60 Hz, 3-pole	3	5	7 ½	7 ½	10	15	20	30	40	40	60	75	100	100
<b>AC Refrigeration Control</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	6	7,5	10	10	23	32	40	26	36	45	63	70	84	90
600 V 60 Hz, 3-pole	6	7,5	10	10	17	24	30	26	36	45	63	70	84	90
<b>AC Resistance Air Heating</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	94	110	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	94	110	136	160
<b>AC Incandescent Lamps (Tungsten)</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	8	11	14	14	23	32	40	55	74	90	85	100	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	8	11	14	14	23	32	40	55	74	90	85	100	136	160
<b>AC Electrical Discharge Lamps (Ballast)</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
480 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	85	100	136	160
600 V 60 Hz, 3-pole	12	18	20	20	27	35	40	63	79	90	85	100	136	160
Type <i>DIL K..</i>			12			20	25		33	50				
<b>Capacitive Switching</b>														
480 V 60 Hz, 3-pole	A		18			28	36		48	72,1				
			kVAr			20	30		40	60				
600 V 60 Hz, 3-pole	A		14,4			28	38,4		48	72,1				
			kVAr			30	40		50	75				

Tabelle 8: Auswahltabelle für Schütze DIL M und DIL K für spezielle Anwendungen (Special Purpose Ratings) für den Einsatz in Nordamerika

### Aufzüge schalten (Elevator control)

Schaltgeräte für Aufzugsteuerungen hält man auf den ersten Blick vielleicht für ein kleines Marktsegment, doch die **Tabelle 7** zeigt, wenn auch unvollständig, eine Vielzahl von konstruktiven Ausprägungen dieser Transportmittel, die von den speziellen Anforderungen an die elektrische Ausrüstung betroffen sind. Es handelt sich auf jeden Fall um ein Marktsegment mit zunehmender Bedeutung. So wurden die Parkaufzüge für Autos, wegen der räumlichen Enge in den Städten, zunächst in Europa benötigt und nun werden sie zunehmend auch in Amerika eingeführt. Andere Transportmittel werden in Amerika in besonderen Mengen oder mit besonderen Dimensionen benötigt.

Die Tests für Aufzugsschütze stellen unter den speziellen Anwendungen die höchsten Anforderungen an die elektrische Lebensdauer, die bei dem doppelten Nennstrom geprüft wird. Schütze mit

speziellen Leistungsdaten für Aufzüge werden in erster Linie für die Fahr- und Hauptantriebsmotoren eingesetzt. Einige Anlagenhersteller setzen sie zusätzlich für weitere, der Sicherheit dienende Antriebe ein, z. B. als Bremsschütze oder für die Türantriebe, die bekanntlich auch eine besondere Bedeutung für die Betriebssicherheit und Anlagenverfügbarkeit besitzen. Die Auswahldaten für Eaton Schütze für diese Anwendung zeigt die **Tabelle 8**.

### Ohmsche Last schalten (Air conditioning and Resistance Heating, HVAC)

Das Schalten von ohmscher Last, also von Widerständen ohne nennenswerten induktiven oder kapazitiven Anteil (IEC-Gebrauchskategorie AC-1) gehört zu den leichter zu bewältigen Schaltaufgaben für Schütze, da nur der einfache Bemessungsbetriebsstrom eingeschaltet, geführt und ausgeschaltet wird. Es müssen nicht, wie bei Motoren, Lampen, Kondensatoren und Transformatoren Viel-

fache eines Bemessungsbetriebsstroms ein- und unter Umständen auch ausgeschaltet werden. In der Praxis bedeutet dies einen geringeren Kontaktbrand beim Schalten von ohmscher Last. Bei dieser Gebrauchsart sind die Lebensdauernachforderungen nach den kanadischen Richtlinien 2,5 mal so hoch wie in den USA, zusätzlich erschwert die sehr hohe kanadische Betriebsspannung von 600 V diese Prüfungen. Der AC-1 Strom der Motorschütze *DIL M* ist höher als der beherrschbare Motorstrom, dadurch können für die ohmsche Last oft kleinere, preiswertere Schütze projektiert werden, als für gleich hohe Motorströme. Die AC-1-Bedingungen gelten für Widerstandsöfen und Elektroheizungen. Daher stammt der gängige Begriff „Heizungsschütz“. Häufig werden Widerstandslasten lediglich einpolig geschaltet. Mit den Parallelschaltbrücken *DILM-XP1* werden dann die drei Hauptkontakte parallel geschaltet (**Bild 9**). Dadurch erhöht sich der für ein 3-poliges Schütz zulässige thermische Dauerstrom um den Faktor

2,5, was zur Auswahl noch kleinerer Schütze führt. Bei Widerstandsheizungen verzichtet man auf einen Überlastschutz für das Betriebsmittel, weil ohmsche Verbraucher nicht überlastet werden können. Der Schutz von Kabeln und Leitungen ist erforderlich, die Strombelastbarkeit der Leitungen darf dauerhaft nur bis zu 80 % ausgenutzt werden. Üblich ist in Nordamerika in diesen Fällen der Einsatz von Leistungsschaltern mit fest eingestellten Überlastauslösern und Kurzschluss-schnellauslösern.

AC-1-Schütze werden auch im Zusammenhang mit Geräten der Leistungselektronik oft für die galvanische Trennung der Betriebsmittel eingesetzt. Bei diesen Anwendungen wird der Laststrom elektronisch ein- und ausgeschaltet oder geregelt und das Schütz wird lediglich mit dem Dauerstrom beansprucht. Durch elektrische Verriegelungen sollte man das lastfreie Schalten sicherstellen. Wenn derartige Schütze gelegentlich für die Not-Aus-Funktion verwendet werden sollen, muss man bei der Dimensionierung die Häufigkeit der Not-Aus-Schaltun-

gen und die Höhe des in diesen Fällen zu schaltenden Stromes berücksichtigen. Da die Verlustwärme an mechanischen Kontakten deutlich geringer ist als an elektronischen Schaltelementen, werden AC-1-Schütze häufig auch als Bypass-Schütze zu Softstartern eingesetzt. Während der Strom über den Bypass fließt, können die Elektronikelemente auch nicht durch Kurzschluss- oder Überlastströme beansprucht werden. Somit übernimmt das Bypassschütz auch eine gewisse Schutzfunktion. Die Auswahl-daten für Eaton Schütze für diese Anwendung zeigt die **Tabelle 8**.

#### **Kälteanlagen schalten** (*Refrigeration control*)

Für dieses Anwendungsfeld für Schütze kennt die IEC die Gebrauchskategorien AC-8A und AC-8B, für hermetisch gekapselte Kompressormotoren für Kühlmittel und Klimaanlage. Diese Gebrauchsart findet man in den CSA Normen für den Einsatz in Kanada. Vergleichbare Prüfbedingungen findet man aber auch in der

UL 508 für *Definite Purpose* Schütze. Der Lebensdauerest wird beispielsweise mit dem 6-fachen Nennstrom (*LRA, Locked Rotor Current*) und einem sehr ungünstigen Leistungsfaktor ( $\cos \varphi$ ) durchgeführt. Dabei muss der Anlaufspitzenstrom jeweils 1 s lang fließen, was die Stromfußzeit eines tatsächlichen Spitzenstromes deutlich übersteigt.

Schütze schalten die Kompressoren von Kälteanlagen lediglich bistabil ein und aus. Zumindest im größeren Leistungsbereich werden Lösungen mit Schützen zunehmend nicht mehr ausreichen. Unter verschiedenen Gesichtspunkten, wie Effizienz der Energienutzung, Reduzierung der Geräuschentwicklung beim Ein- und Ausschalten oder Erhöhung der mechanischen Lebensdauer, werden zukünftig anspruchsvollere Lösungen verlangt. Alternativen bilden, zumindest bei leistungsstarken Anlagen, drehzahl-geregelte Motoren oder zumindest Motoren, die mit elektronischen Sanftanlassgeräten hoch und u.U. runter gefahren werden. Die Auswahl-daten für Eaton Schütze für diese Anwendung zeigt die **Tabelle 8**.

#### **Kondensatoren schalten** (*Condensator switching*)

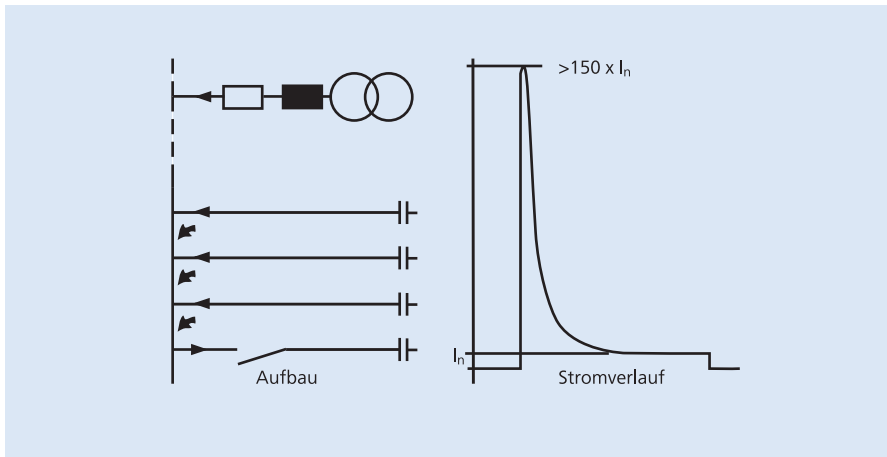
Im System xStart wird eine Reihe von speziellen Kondensatorschützen für die unverdrosselte Gruppenkompensation angeboten. Beim Schalten von Kondensatoren unterscheidet man zwischen den unterschiedlichen Applikationen

- Einzelkompensation  
(*Single Capacitors*)
- Gruppenkompensation  
(*Capacitor banks with surge limitors*)  
in verdrosselten Anlagen oder
- Gruppenkompensation in unverdrosselten Anlagen (*Capacitor banks without surge limitors*).

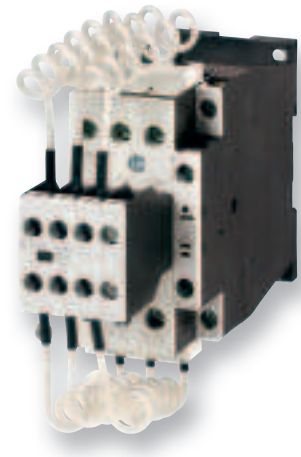
Diese Applikationen stellen unterschiedliche Anforderungen an die eingesetzten Schütze. Bei der *Einzelkompensation* und bei verdrosselten Kompensationsanlagen (wenn die Drosseln jedem Kondensator zugeordnet sind) müssen die Schütze Einschaltströme beherrschen, die etwa das 30-fache des Kondensator-Bemesungsstromes betragen. Verdrosselte Kompensationsanlagen setzt man in Netzen ein, in denen beispielsweise Frequenzumrichter nicht sinusförmige Strömen mit hohem Oberschwingungsanteil verursachen. Die Sperrdrosseln für die Oberschwingungen begrenzen als Nebeneffekt die Einschaltspitzenströme der Kondensatoren auf eine akzeptable Höhe. Bei diesen beiden Kompensations-



**Bild 9:** Mit der Parallelschaltbrücke lässt sich der AC-1-Strom eines 3-poligen Schützes um den Faktor 2,5 erhöhen. Die Kombination wird angewandt, wenn eine ohmsche Last (z.B Widerstandsheizungen) nur 1-polig geschaltet werden muss. Es können dadurch kleinere Schütze eingesetzt werden.



**Bild 10:** Kondensatorschütze DIL K werden in Kompensationsanlagen eingesetzt. Die Vorwiderstände reduzieren die extrem hohen Einschaltspitzen. Für die Einzelkompensation oder in verdrosselten Kompensationsanlagen werden Motorschütze DIL M verwendet.



typen setzt man erfolgreich die vorgestellten Motorschütze *DIL M* aus dem System *xStart* ein. Tendenziell nimmt die Anzahl der verdrosselten Kompensationsanlagen stark zu, so dass man zunehmend mit Motorschützen auskommt. Im Eaton Katalog werden den Motorschützen für diese Anwendungen zusätzlich Auswahldaten für Einzel-Kondensator zugeordnet.

Wesentlich anspruchsvoller sind die Anforderungen an die Schütze bei der induktionsarmen, unverdrosselten Gruppenkompensation (Kondensatorbatterien, *Capacitor banks without surge limitors*). Hier werden die Ladeströme der Kondensatoren nicht ausschließlich aus dem mit Induktivitäten behafteten Netz (Transformator- und Leitungsinduktivitäten) gezogen, sondern direkt und besonders induktivitätsarm aus den bereits geladenen Kondensatoren der eigenen Kondensatorbatterie (**Bild 10**). Hier treten im Zeitbereich von wenigen Millisekunden Einschaltspitzenströme auf, die das 180- bis 200-fache des Kondensatornennstromes erreichen können. Hierfür benötigt man spezielle Kondensatorschütze [11]. Die Kondensatorschütze *DIL K* besitzen zwei parallel geschaltete Schaltkreise. Ein Stromkreis wird durch voreilende Hilfsschalter gebildet, die eine Vorladung der Kondensatoren über niederohmige Widerstände oder Induktivitäten einleiten. Einige Millisekunden später schließen die Hauptkontakte des gleichen Schützes. Die Hauptkontakte bilden den zweiten Stromkreis, der den Kondensatordauerstrom führt. Als weitere Verbesserung gegenüber einer früheren Lösung, wird bei der Generation *xStart* sichergestellt, dass die Hilfsschalter (erster Stromkreis) am Ausschaltvorgang der Kondensatoren nicht mehr beteiligt sind.

Dadurch wird eine thermische Überlastung der Hilfskontakte und der Strombegrenzungswiderstände sicher ausgeschlossen. Die Kondensatorschütz-Reihe *DIL K* wird für die unterschiedlichen, in Kompensationsanlagen üblichen Kondensatorbaugrößen angeboten (**Tabelle 8**). IEC-Daten für die Schützdimensionierung findet man in [11].

#### Glühlampen schalten

(*Tungsten, Incandescent Lamps*)

Beim Schalten von Glühlampen spielt aus elektrischer Sicht nur der ohmsche Widerstand eine Rolle. Bei ausgeschalteten, kalten Glühlampen ist der ohmsche Widerstand des Glühfadens gering. Das bedeutet, dass beim Einschalten zunächst ein sehr hoher Einschaltstrom fließt, der nach kurzer Zeit, mit der Widerstandszunahme durch die Erwärmung des Glühfadens, schnell auf den Glühlampennennstrom abklingt. Erfahrungsgemäß liegen die Spitzenströme bei Glühlampen in einem Bereich bis zum 16-fachen Lampennennstrom.

Beim Schalten von Glühlampen, aber auch bei anderen Betriebsmitteln mit hohen Einschaltspitzenströmen, sollte man beim Projektieren gut überlegen, wie viele Betriebsmittel man mit einem einzigen Schütz gemeinsam schalten will. Es addieren sich beim Einschalten die Spitzenströme aller Betriebsmittel und während das Schütz die Summe der Spitzenströme beherrscht, können diese Ströme für die übrige Installation eine ungünstige Belastung darstellen. Der Aufbau von Betriebsmittelgruppen mit mehreren kleinen Schützen kann auch im Sinne der Betriebsmittelverfügbarkeit günstiger sein. Dann steht u.U. im Stö-

rungsfall zumindest ein Teil der Beleuchtung zur Verfügung. Auswahldaten für Schütze von Eaton für diese Anwendung, siehe **Tabelle 8**.

#### Gasentladungslampen schalten

(*Ballast, Electrical Discharge Lamps*)

Unter Gasentladungslampen versteht man im industriellen Einsatzbereich hauptsächlich Leuchtstofflampen, Metallampf-Niederdruck- oder Metallampf- oder Edelgas-Hochdrucklampen und nicht die bei Laien wohlbekannte Neonröhre (Hochspannungsröhre, die nicht unter die Betrachtung dieses Aufsatzes fällt). Die wesentliche Beanspruchung der Schaltgeräte bei dieser Gebrauchsart entsteht durch die bei Gasentladungslampen erforderlichen Drosseln und die Kompensationskondensatoren gegen den Blindstrom der Drossel. Die Drossel stellen für das Schütz eine induktive Last dar, sie liefern die hohe Zündspannung für die Gasentladung und sie begrenzen anschließend den Betriebsstrom der Beleuchtungsmittel. Die Drossel (Vorschaltgerät) und das Leuchtmittel müssen optimal aufeinander abgestimmt sein. Hier ist zu unterscheiden zwischen den preiswerteren magnetischen Drosseln und den neueren, energiesparenden elektronischen Drosseln. In der Literatur wird das Energieeinsparpotential bei den elektronischen Lösungen mit bis zu 25 % angegeben. Die neueren „Energiesparlampen“ sind Leuchtstofflampen mit integrierten elektronischen Vorschaltgeräten. Elektronische Lösungen sind besser für das menschliche Auge, da das Flackern des Lichts durch eine höhere

<sup>9</sup> Richtlinie 2000/55/EG



Arbeitsfrequenz reduziert wird. Die Europäische Union<sup>9</sup> und die amerikanische Regierung befürworten eine hohe Effizienz in der Energienutzung und empfehlen daher auch unter diesem Gesichtspunkt für Beleuchtungen im gewerblichen Bereich für die nächsten Jahre den Ersatz von magnetischen Vorschaltgeräten durch elektronische Lösungen.

Unterschiedliche Arten von Gasentladungslampen weisen ein unterschiedliches Betriebsverhalten auf, so kann es zu längeren Überströmen während der unterschiedlich langen Vorheizzeit kommen oder zu extrem hohen Stromspitzen im ms-Bereich durch die Aufladung von Kondensatoren. Diese netzparallele kapazitive Last beeinflusst stark die Schützdimensionierung. Bei Natriumdampflampen und Quecksilberdampflampen wird z.T. mit Streufeldtransformatoren gearbeitet. Bei diesen Lampen kann die Anlaufphase bis zu 10 Minuten dauern, in der etwa der 2,2-fache Lampenbetriebsstrom fließt. Drei Parameter sind bei der Schützdimensionierung zu beachten:

- der Dauerstrom, als Größe für die thermische Belastbarkeit,
  - das Einschaltvermögen,
  - und das Schaltvermögen für Kondensatorlast
- des Schützes dürfen jeweils nicht überschritten werden. Zur Zeit laufen Versuchsreihen, deren Ergebnisse in einer späteren Veröffentlichung lampentypspezifisch bekannt gegeben werden. Diese Prüfungen führen zu genaueren Schützzuordnungen als die NEMA-Special-Purpose-Prüfungen nach **Tabelle 8**.

Bei Gasentladungslampen hat die Spannungshöhe an der Lampe einen bedeutenden Einfluss auf die Lichttemperatur. Da die Lichttemperatur wiederum, beispielsweise in Gewächshäusern, für das Wachstum der Pflanzen eine nachweislich große Rolle spielt, hat Eaton spezielle Lampenschütze *DIL L* im Sortiment, die durch reduzierte Kontaktübergangswiderstände und die Anschlussmöglichkeit für stärkere Leitungsquerschnitte helfen, den Spannungsfall bis zur Lampe zu reduzieren. Dadurch werden auch in größeren Beleuchtungsanlagen gleichmäßige Spannungsverhältnisse erreicht.

### Zusammenfassung:

Die durch umfangreiche Prüfungen nachgewiesenen Auswahldaten für die wichtigsten Special Purpose Applikationen werden in der **Tabelle 8** zusammengefasst. Die Prüfungen für die unterschiedlichen Applikationen unterscheiden sich bei den Parametern für die Overload tests (Überlast) und Endurance tests (Lebensdauer).

Am Ende der Belastungsprüfungen sind Dielectric tests (Isolationsprüfung) mit  $1000V + 2 \times U_n = 2200 V AC$  zu bestehen (da die Moeller Schütze für den amerikanischen Markt für maximal 600 V angeboten werden). Die ermittelten Werte gelten jeweils für 3-polige Last bei den angegebenen Netzspannungen. Man kann die nach UL 508 und CSA C22.2 No. 14 ermittelten Prüfergebnisse nicht direkt mit IEC-Ergebnissen vergleichen oder umrechnen.

Alleine der Spannungsunterschied zwischen 400 V und 480 V nimmt einen großen Einfluss auf das Schaltvermögen der Schütze aller Fabrikate. Alle Daten, außer „*Capacitive Switching*“, werden mit ganz normalen Leistungsschützen *DIL M* abgedeckt. Für das Schalten von Kondensatoren in unverdrosselten Kompensationsanlagen werden in Nordamerika, wie in der IEC-Welt, die optimierten Kondensatorschütze *DIL K* eingesetzt. Die Einzelkompensation oder die Kompensation in verdrosselten Kompensationsanlagen wird auf allen Kontinenten mit den preisgünstigen Motorschützen *DIL M* beherrscht. Da die vorgestellten Schütze bei Eaton Weltmarktgeräte sind, profitiert auch der Kunde, der nicht nach Amerika exportiert von dem hohen Entwicklungsstand der Produkte. Da die Schütze auch mit dem CE-Zeichen und den IEC-Daten gekennzeichnet sind, eignen sie sich auch für den Export von Nordamerika in den Rest der Welt.

### Verbindlichkeit:

Die Informationen dieses Aufsatzes wurden gründlich recherchiert, sie können aber nicht Informationen der jeweils gültigen Nordamerikanischen Normen ersetzen, da zum Teil sehr spezifische Besonderheiten bei der Projektierung beachtet werden müssen. Zum Zeitpunkt der Drucklegung waren die erwähnten Approbationsprüfungen der vorgestellten Eaton Produkte und Kombinationen erfolgreich durchgeführt, die Approbationsberichte lagen aber noch nicht vollständig vor.

Dipl.-Ing. Wolfgang Esser  
Produktsupport Industrieschaltgeräte  
Geschäftsbereich Motorstarter und Drives  
Eaton Industries GmbH, Bonn

Der Aufsatz entstand mit freundlicher Unterstützung von:  
Herrn BA Phys. Andre R. Fortin  
Moeller Electric Corporation,  
Houston, Texas, USA



## Literatur:

- [1] Wolfgang Esser,  
„Die neue Motorstarter-Generation  
xStart, auch wieder mit anwen-  
dungsorientierten Highlights!“,  
VER 2100-937 D,  
Moeller GmbH, Bonn, 2004  
Download:  
<http://www.moeller.net>  
Quicklink ID: 937de
- Wolfgang Esser,  
xStart - The new Generation:  
100 Years of Moeller contactors  
- Continuous Progress -  
VER 2100-937 GB,  
Moeller GmbH, Bonn, 2004  
Download:  
<http://www.moeller.net>  
Quicklink ID: 937en
- [2] Wolfgang Esser  
„xStart – Moderne Schaltanlagen  
effizient montieren und sicher  
verdrahten –“  
VER 2100-938D  
Moeller GmbH, Bonn, 2004  
Download:  
<http://www.moeller.net>  
Quicklink ID: 938de
- Wolfgang Esser  
„Modern Switching Installations  
Efficiently Fitted, and Wired  
Securely“  
VER 2100-938GB  
Moeller GmbH, Bonn, 2004  
Download:  
<http://www.moeller.net>  
Quicklink ID: 938en
- [3] Wolfgang Esser  
„Besondere Bedingungen für  
den Einsatz von Motorschutz-  
schaltern und Motorstartern in  
Nordamerika“  
Moeller GmbH, Bonn, 2004  
VER1210-1280-928D,  
Article No.: 267951  
Download:  
<http://www.moeller.net>  
Quicklink ID: 928de
- Wolfgang Esser  
“Special considerations governing  
the application of Manual Motor  
Controllers and Motor Starters in  
North America“  
Moeller GmbH, Bonn, 2004  
VER1210-1280-928GB,  
Article No.: 267952  
Download:  
<http://www.moeller.net>  
Quicklink ID: 928en
- [4] UL 508, „Industrial Control  
Equipment“
- [5] UL 489, „Molded Case Circuit  
Breakers, Molded Case Switches  
and Circuit Breaker Enclosures“
- [6] CSA-C22.2 No. 14, “Industrial  
Control Equipment, Industrial  
Products“
- [7] CSA-C22.2 No. 5-02,  
„ Moulded Case Circuit Breakers“
- [8] IEC / EN 60947-4-1 und DIN VDE  
0660-102 „Niederspannungs-Schalt-  
geräte Teil 4-1: Elektromechanische  
Schütze und Motorstarter“
- [9] Wolfgang Esser  
„Hybride Interfaceschütze schalten  
Betriebsmittel bis 15 kW“  
VER2100-946D  
Moeller GmbH, Bonn, 2004
- [10] SEMI F47-0999 “Provisionl Specifi-  
cation for Semiconductor Processing  
Equipment SAG Immunity“  
[www.semi.org](http://www.semi.org)
- [11] Dirk Meyer  
„Schütze für das Schalten von  
Kondensatoren“  
VER2100-934D  
[http://www.moeller.net/binary/  
ver\\_techpapers/ver934de.pdf](http://www.moeller.net/binary/ver_techpapers/ver934de.pdf)  
Moeller GmbH, Bonn, 2006
- [12] Wolfgang Esser, Dr. Johannes  
Meissner,  
„Leistungsstarke Betriebsmittel  
mit Vakuum-Schützen ökonomisch  
schalten“  
VER2100-929D,  
Moeller GmbH, Bonn, 2003

Eatons Ziel ist es, zuverlässige, effiziente und sichere Stromversorgung dann zu bieten, wenn sie am meisten benötigt wird. Die Experten von Eaton verfügen über ein umfassendes Fachwissen im Bereich Energiemanagement in verschiedensten Branchen und sorgen so für kundenspezifische, integrierte Lösungen, um anspruchsvollste Anforderungen der Kunden zu erfüllen.

Wir sind darauf fokussiert, stets die richtige Lösung für jede Anwendung zu finden. Dabei erwarten Entscheidungsträger mehr als lediglich innovative Produkte. Unternehmen wenden sich an Eaton, weil individuelle Unterstützung und der Erfolg unserer Kunden stets an erster Stelle stehen. Für mehr Informationen besuchen Sie [www.eaton.com/electrical](http://www.eaton.com/electrical).

**Eaton Electric GmbH**  
**Kunden-Service-Center**  
**Postfach 1880**  
**53105 Bonn**

**Auftragsbearbeitung**

Kaufmännische Abwicklung  
Direktbezug  
Tel. 0228 602-3702  
Fax 0228 602-69402  
E-Mail: [Bestellungen-Bonn@eaton.com](mailto:Bestellungen-Bonn@eaton.com)

Kaufmännische Abwicklung  
Elektrogroßhandel  
Tel. 0228 602-3701  
Fax 0228 602-69401  
E-Mail: [Bestellungen-Handel-Bonn@eaton.com](mailto:Bestellungen-Handel-Bonn@eaton.com)

**Technik**

Technische Auskünfte / Produktberatung  
Tel. 0228 602-3704  
Fax 0228 602-69404  
E-Mail: [Technik-Bonn@eaton.com](mailto:Technik-Bonn@eaton.com)

Anfragen / Angebotserstellung  
Tel. 0228 602-3703  
Fax 0228 602-69403  
E-Mail: [Anfragen-Bonn@eaton.com](mailto:Anfragen-Bonn@eaton.com)

Qualitätssicherung / Reklamationen  
Tel. 0228 602-3705  
Fax 0228 602-69405  
E-Mail: [Qualitaetssicherung-Bonn@eaton.com](mailto:Qualitaetssicherung-Bonn@eaton.com)

**Zentrale**

Tel. 0228 602-5600  
Fax 0228 602-5601

**Schweiz**  
**Internet: [www.eaton.ch](http://www.eaton.ch)**

**Lausanne**

Eaton Industries II Sàrl  
Avenue des Baumettes 13  
1020 Renens  
Tel. +41 58 458 14 68  
Fax +41 58 458 14 69  
E-Mail: [lausanneswitzerland@eaton.com](mailto:lausanneswitzerland@eaton.com)

**Zürich**

Eaton Industries II GmbH  
Im Langhag 14  
8307 Effretikon  
Tel. +41 58 458 14 14  
Fax +41 58 458 14 88  
E-Mail: [effretikonswitzerland@eaton.com](mailto:effretikonswitzerland@eaton.com)

**Österreich**  
**Internet: [www.eaton.at](http://www.eaton.at)**

**Wien**

Eaton GmbH  
Scheydgasse 42  
1215 Wien, Austria  
Tel. +43 (0)50868-0  
Fax: +43 (0)50868-3500  
Email: [InfoAustria@Eaton.com](mailto:InfoAustria@Eaton.com)

**After Sales Service**

Eaton Industries GmbH  
Hein-Moeller-Straße 7-11  
53115 Bonn  
Tel. +49 (0) 228 602-3640  
Fax +49 (0) 228 602-1789  
Hotline +49 (0) 1805 223822  
E-Mail: [AfterSalesEGBonn@Eaton.com](mailto:AfterSalesEGBonn@Eaton.com)  
[www.eaton.eu/aftersales](http://www.eaton.eu/aftersales)

**Eaton Industries GmbH**  
Hein-Moeller-Str. 7-11  
D-53115 Bonn/Germany

© 2012 by Eaton Corporation  
Alle Rechte vorbehalten  
Printed in Germany 08/12  
Bezeichnung: VER1200+2100-953D  
ip August 2012  
Artikelnr.: 106648



Eaton ist ein eingetragenes Warenzeichen der Eaton Corporation.

Alle anderen Warenzeichen sind Eigentum der entsprechenden Eigentümer.

SmartWire-DT™ is a trademark of Eaton Corporation.



Powering Business Worldwide