www.moeller.net

xStart – Moderne Schaltanlagen effizient montieren und sicher verdrahten

xStart

Das Komplettprogramm für den Motorabgang. Vom Schütz über effiziente Mo tor starte bis zum geregelten Antrieb. Neue Lösungen, die auf Kommunikation setzen.

Leistungsschütze DIL

Motorschutzschalter PKZ

Motorstarter MSC

Softstarter DS/DM

Frequenzumrichter DF/DV

Rapid Link

Fachaufsatz

Dipl.-Ing. Wolfgang Esser

MOELLER

An Eaton Brand

Inhaltsübersicht und Vorwort

	Seite
Inhaltsübersicht und Vorwort	Übersicht **2**
xStart – Moderne Schaltanlagen effizient montieren und sicher verdrahten –	**2**
Ausschnitt aus dem System	**3**
Zusammenfassung für Schnellleser	Kurzbeschreibung **4**
Differenzierungen bei den Schaltanlagen	Schaltanlagentypen **5**
Massenanwendungen liegen im unteren Leistungsbereich	Leistungsverteilung der Motoren **6**
xStart – das Projektierungsmaß „45 mm“ setzt sich weiter durch –	Breiten-Standardisierung erweitert **6**
xStart – ein Beitrag zur Schnittstellenoptimierung	Elektronik-Kompatibilität **8**
xStart – Anschluss nach Maß	Anschlusstechnik **8**
Rationalisierungspotentiale bei der Verteilung der Energie für größere Betriebsmittelgruppen	Evolutionsstufen der Stromverteilung **8**
Sammelschienensysteme – leistungsstarke Stromverteilung mit Mehrwert in zentralen Schaltanlagen -	Sammelschienensysteme, Sammelschienenadapter **9**
Veränderungen im Schaltanlagenbau durch den Trend zur Dezentralisierung	Vorteile einer Dezentralisierung **10**
Drehstromschienenblöcke und Tragschienenadapter - effiziente Stromverteilung für kleinere Schaltgerätegruppen	Drehstromschienenblöcke, Tragschienenadapter **10**
Rapid Link – die dezentrale Schaltanlage –	System Rapid Link **12**
Verbinden mit System = Kombi-Stecktechnik	Kombi-Stecktechnik **13**
Anschlussfertige Starter-Kombinationen	Wende- und Stern-Dreieck-Kombinationen **15**
Motoren mit „UL 508 Type F“ Motorstartern schalten und schützen – nach nordamerikanischen Richtlinien für den weltweiten Einsatz –	Self-Protected Combination Motor Controller **16**
Die kleinste Schaltanlage – Motorschutzschalter im Aufbaugehäuse -	Motorschutzschalter PKZM **19**
Handliche Auswahlhilfen für Motorstarter	Auswahlschieber **20**
Verbindlichkeit	Entwicklungs- und Normenstand **21**
Das typgeprüfte Schaltanlagensystem speziell für den Schaltschrankbau	**22**
Literatur	Weiterführende Informationen **23**

xStart – Moderne Schaltanlagen effizient montieren und sicher verdrahten

Die Firma *Moeller* präsentierte auf der Hannover Messe 2004, wie auch auf der Light & Building in Frankfurt, das neue Motorstarter-System *xStart* (**Bild 1**), für Bemessungsströme bis 170 A [1]. Gleichzeitig wurde auf den beiden Messen auch das neue Schaltschrank-System *xEnergy* [2, 3] vorgestellt.

Die Systeme ergänzen sich optimal. Schalt- und Schutzgeräte sind Mittel zum Zweck. Letztlich sollen mit ihnen immer Energieverteilungsanlagen oder Automatisierungsaufgaben für Maschinen oder Anlagen realisiert werden. Die Schaltgeräte müssen immer, in der für die jeweilige Aufgabe typischen Bauform, anwendungsgerecht gekapselt werden. Die Stromverteilungssysteme in den Schränken stellen die wichtigen Hauptstromverbindungen zu den Schaltgeräten her.

Moeller will künftig noch enger mit Partnern im Schaltanlagenbau zusammenarbeiten und ihnen noch mehr Realisierungsaufgaben übertragen. Daher lag es nahe, beide Produktsysteme aufeinander abzustimmen und so zu gestalten, dass die Verarbeitung den bisherigen und den neuen Partnern Spaß macht, dass alle Komponenten sicher, schnell und wirtschaftlich kombiniert werden können.

In diesem Aufsatz sollen speziell die Beiträge der xStart Schalt- und Schutzgeräte zur rationellen Verarbeitung dargestellt werden.

Ausschnitt aus dem System

Darstellung ohne *PKZM 4* und Schütze bis 150 A, komplettes Sortiment siehe gültiger Hauptkatalog.
Hilfs- und Hauptstromanschlüsse bis 12 A (*PKZM 0* bis 16 A), wahlweise mit Schraub- oder Käfigzugfedern.

Schütze

1 Leistungsschütz bis 12 A
2 Leistungsschütz bis 32 A
3 Schutzbeschaltung
4 Motorentstörglied
5 Seitenanbau-Hilfsschalter
6 Aufbau-Hilfsschalter
7 Elektronischer Timer
8 Leistungsschütz bis 65 A
9 Leistungsschütz bis 150 A
10 Seitenanbau-Hilfsschalter
11 Aufbau-Hilfsschalter

Motorschutzrelais

12 Motorschutzrelais bis 32 A
13 Motorschutzrelais bis 65 A
14 Motorschutzrelais bis 150 A
15 Einzelaufstellung

Motorschutzschalter

16 Motorschutzschalter mit Drehbetätigung
17 Motorschutzschalter mit Druckbetätigung
18 Strombegrenzerbaustein
19 A- und U-Auslöser
20 Ausgelöstmelder
21 Seitenanbau-Hilfsschalter
22 frontseitiger Hilfsschalter
23 voreilender Hilfsschalter
24 Türkupplungs-Drehgriff und Achsverlängerung
25 voreilender Hilfsschalter
26 Isolierstoff-Einbaugehäuse
27 Isolierstoff-Aufbaugehäuse mit Not-Aus-Schlagtaste

Starter

28 elektrischer Verbinder
29 mechanischer Verbinder
30 Kombi-Steckverbinder
31 Motorstarter in Kombi-Stecktechnik
32 Clipsplatte
33 Sammelschienenadapter
34 Hutschienenadapter
35 SmartWire Modul

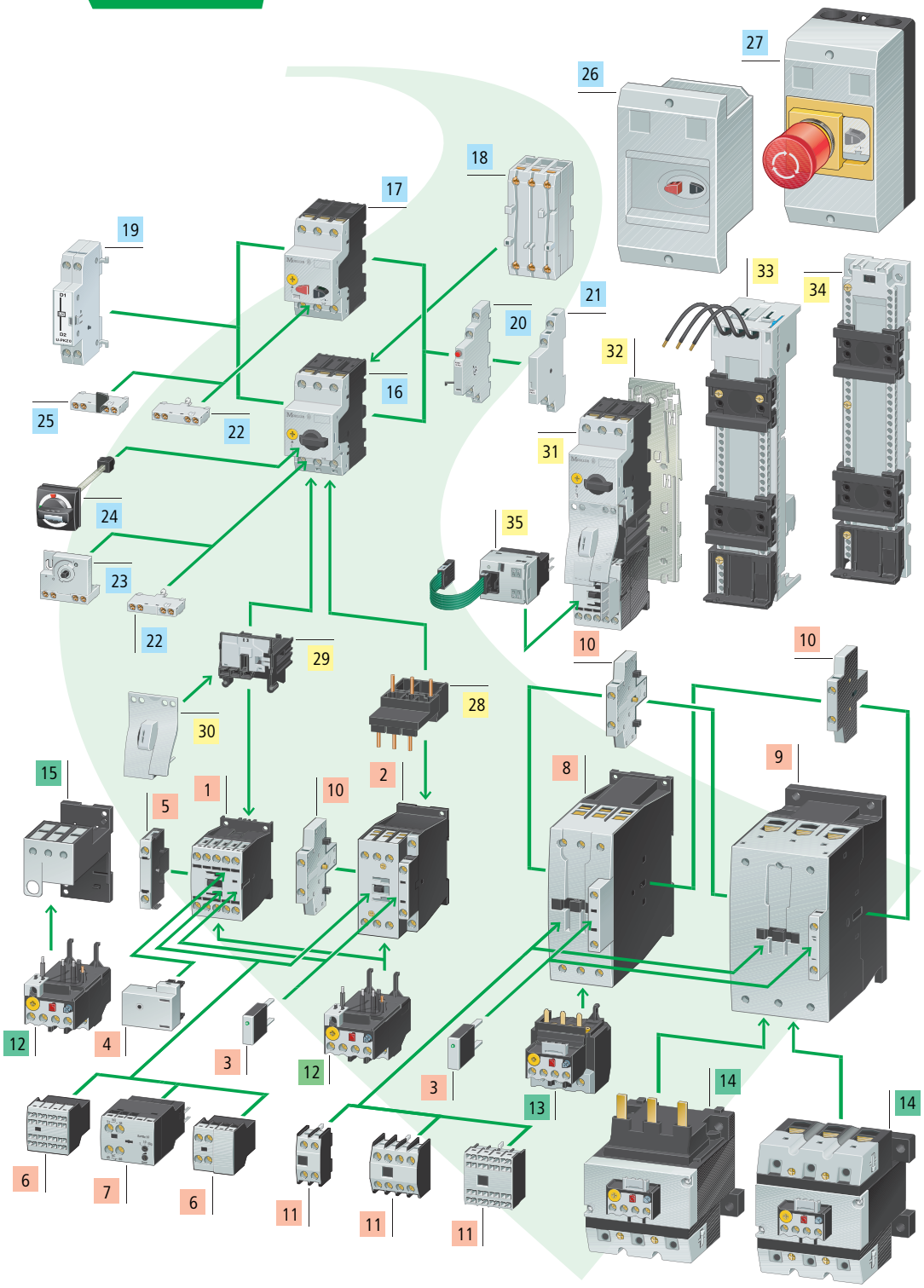


Bild 1: Die zeichnerische Darstellung zeigt die wesentlichen Komponenten des Produktsystems xStart und ihre Kombinatorik

Zusammenfassung für Schnellleser

Der Aufsatz stellt unterschiedliche Schaltanlagentypen kurz vor, die z.T. spezielle Anforderungen an die einzubauenden Schalt- und Schutzgeräte stellen. Danach werden in der Hauptsache die Projektierungs- und Verarbeitungsvorteile des neuen Produktsystems *xStart* dargestellt. Die Komponenten des Systems *xStart* schalten und schützen Betriebsmittel bis 170 A. *xStart* deckt mit diesem Strombereich die Applikationen mit den höchsten Stückzahlpotentialen in der Energieverteilung und in der Automatisierung des Maschinen- und Anlagenbaus komplett ab. Darüber hinaus stehen für die größeren Strombereiche die Leistungsschalter*NZM* und die großen Schütze *DIL M* voll kompatibel zur Verfügung. Diese Geräte wurden in den letzten 3 bis 4 Jahren entwickelt und mit zukunftsweisenden Merkmalen für den Einsatz auf den Weltmärkten ausgestattet [4 bis 6].

Neben den Baubreiten- und Verlustleistungsreduzierungen bei den *xStart* Komponenten ergeben sich spezifische Vorteile durch die Wahl des oder der optimalen Stromverteilungssysteme in den Schaltanlagen. Stromstärkenabhängig können dies Sammelschienensysteme oder kompakte Drehstromschienenblöcke sein. Die Höhe der

Bild 2: Beispiel für einen totalisolierten Verteiler (Schutzklasse II), besonders geeignet für die betriebsmittelnahe Aufstellung in anspruchsvoller Umgebung.

bei den Stromverteilungssystemen zu berücksichtigenden Stromstärke hängt unter anderem davon ab, ob man zentrale oder dezentrale Schaltanlagen projektiert. Als ein besonders vorteilhaftes, dezentrales Anlagenkonzept wird das voll modulare System *Rapid Link* von *Moeller* vorgestellt. Besondere Verarbeitungsvorteile bezüglich Zeitersparnis und Fehlerreduzierung im Schaltanlagenbau ergeben sich aus der neuen, werkzeuglosen Kombi-Stecktechnik, aus dem Einsatz von Sammelschienen- oder Tragschienenadaptern oder durch anschlussfertig gelieferte Schaltgerätekombinationen. Alle vorgestellten Komponenten sind für alle Weltmärkte geeignet und so weit erforderlich auch approbiert. Die besonderen Anforderungen und Lösungen für Motorstarter für den nordamerikanischen Markt werden erläutert. Die für den nordamerikanischen Markt ausgelegten Motorstarter können auch weltweit eingesetzt werden. Die vorgestellten Lösungen erfüllen die Vorstellungen von vielen Maschinenausrüstern, von einem Schaltanlagenkonzept mit möglichst wenigen landesspezifischen Varianten. Alle vorgestellten Schaltgeräte werden anwendungstypisch und optimal mit den neuen Gehäusen aus dem Sortiment *xEnergy* gekapselt. Alternativ zu den „Schutzklasse I"-Gehäusen, für Anlagen mit Schutzleiteranschluss, liefert *Moeller* auch schutzisolierte „Schutzklasse II"-Isolierstoffgehäuse und -verteiler (**Bild 2**).

Differenzierungen bei Schaltanlagen

Die Anforderungen an Schaltschränke und deren Montage- und Verdrahtungssysteme sind sehr heterogen. Es bestehen wesentliche Unterschiede in Abhängigkeit vom Verwendungszweck der Schaltanlage, ihrer geometrischen Baugröße, ihrer Bemessungsstromstärke und von der Größe der einzubauenden Geräte. Ganz grob lässt sich unterscheiden zwischen reinen

Bild 3: Beispiel für eine typische Energieverteilungsanlage in Feldbauweise

- Energieverteilungsanlagen(**Bild 3**) oder
- Elektrischen Anlagen zur Maschinen- und Anlagenausrüstung (**Bild 4**) (Maschinen- und Anlagensteuerungen einschließlich der Leistungsschalt- und Schutzgeräte)

Bei den Energieverteilungsanlagen nach DIN EN 60439-1 [7] gibt es weitere strukturelle Unterschiede zwischen

Bild 4: Beispiel für eine Schaltanlage für die Automatisierung von Maschinen und Anlagen, mit anteiligem Leistungs- und Steuerungsteil.

Anlagen für den *industriellen Einsatz*, mit

- z.T. höheren Betriebsspannungen,
- höherenKurzschlussleistungen,
- höheren Ansprüchen an die Selektivität,
- höherer Verfügbarkeit, beispielweise durch Einschubtechnik oder durch das *Arcon* Störlichtbogenschutzsystem von *Moeller*,
- z.T. höheren Einzelleistungen der versorgten Betriebsmittel, z.B. mit Schwerpunkt auf Motorstarter,

sowie für den *Einsatz in der Gebäudeausrüstung* (**Bild 5**), mit

- einer Optimierung für Reiheneinbaugeräte (Installationsverteiler),
- einer leichteren Gehäusekonstruktion für geringere Stromstärken,
- Designoptimierungen für Wohngebäude und Zweckbau,

Bild 5: Beispiel für eine Energieverteilungsanlage zur Versorgung der Infrastruktur und zur Automatisierung in der Gebäudetechnik.

- sowie stärker ausgeprägten nationalen und regionalen Anforderungen von EVU's[1] und VNB's[2],
- zusätzlichen Anforderungen nach IEC / EN 60 439-3 [8],
- sie können an Stellen zur Anwendung kommen zu denen Laien, z. B. für Schalthandlungen oder für das Auswechseln von Sicherungseinsätzen, Zutritt haben.

Typisch für Energieverteilungsanlagen ist die feldweise Projektierung mit einer relativ starken Standardisierung, die die

Typprüfungen für typgeprüfte Niederspannungsschaltanlagen (TSK), gemäß IEC / EN 60 439-1

Nachweis der Kurzschlussfestigkeit,

Nachweis der Grenzübertemperatur,

Nachweis der Wirksamkeit des Schutzleiters,

Nachweis der Luft- und Kriechstrecken,

Nachweis der Isolationsfestigkeit,

Nachweis der mechanischen Funktion,

Nachweis der IP-Schutzart

und weitere Nachweise.

Tabelle 1: Moeller bietet mit dem System xEnergy typgeprüfte Schaltanlagen, die die obigen Typprüfungen bestanden haben, sowie Bauanweisungen (BA's) und Montageanleitungen (AWA's) für den weiteren Ausbau durch externe Schaltanlagenbauer. Diese Schaltanlagenbauer gelten dann entsprechend der IEC/ EN 60 439-1[7] als verantwortlicher Hersteller der Schaltanlagen. Der Schaltanlagenbauer muss an den fertigen Schaltanlagen Stückprüfungen durchführen und dokumentieren.

Erfüllung der TSK[3]- bzw. TTA[4]-Anforderungen erleichtert (**Tabelle 1**). Häufig findet man auch in den Industrie-Energieverteilern im Mix Motorstarterfelder und / oder kleinere Abschnitte mit Reiheneinbaugeräten. In den Motorstarterfeldern der Energieverteilungsanlagen trifft man häufig eine Einschubtechnik an, bei der jeweils 1 oder 2 Antriebe aus einen Einschub mit hoher Packungsdichte versorgt werden (MCC[5]-Verteiler).

Bei Energieverteilungsanlagen, aber auch bei elektrischen Ausrüstungen für Anlagen der Grundstoffindustrie, ist eine Zunahme höherer Betriebsspannungen (500, 690 und gelegentlich 1000 V) und das Ansteigen der zu be herrschendenKurzschlussleistungen auf bis zu 150 kA zu beobachten. Diese Trends gelten aber zunehmend auch für die „kleine", autarke Energieversorgung auf den größten Frachtschiffen. Für diese hohen Anforderungen stehen im System *xStart* beispielsweise bis 150 kA eigenfeste[6] Motor-

[1] EVU = Elektrizitätsversorgungsunternehmen
[2] VNB = Verteilungsnetzbetreiber
[3] TSK = Typgeprüfte Schaltgeräte Kombinationen
[4] TTA = Type Tested Assemblies
[5] MCC = Motor Control Center
[6] Bei eigenfesten Schutzschaltern ist der Innenwiderstand (Bimetalle) so hoch, dass sie sich selbst vor Zerstörung durch hohe Kurzschlussströme (z.B. bis 150 kA) schützen.

schutzschalter zur Verfügung. Auch die leistungs starkenLeistungsschalter *NZM* sind zukunftsweisend auf diese hohen Kurzschlussleistungen ausgerichtet. Immer höhere Ströme, z.Z. zwischen 2000 und 5000 A, sind in Windenergieanlagen zu beherrschen. Hierfür stehen leistungsstarke Vakuumschütze mit hoher elektrischer Lebensdauer und die offenen Leistungsschalter *IZM* zur Verfügung.

Schaltanlagen mit höherem Steuerungsanteil (z.B. Maschinenausrüstungen) werden eher individuell projektiert. Es sind häufig sehr konkrete, sicherheitsgerichtete Anforderungen aus der IEC / EN 60 204-1 [9], derRichtlinie für die elektrische Ausrüstung von Maschinen zu berücksichtigen. Bei diesen Schaltanlagen können besonders durch den Seriencharakter der Aufträge zusätzliche Anforderungen an eine rationelle Verarbeitung der Komponenten entstehen. Bei Serienmaschinen, die ohne konkreten Auftrag zunächst als Lagerware gefertigt werden, müssen die Komponenten möglichst universell geeignet sein, für den Einsatz an unbekannten Verwendungsorten, mit schwer abzuschätzenden Merkmalen, wie z.B.

- Netzformen und Kurzschlussleistungen,
- unbekannte Zuverlässigkeit der Energieversorgung,
- regional übliche Schmelzsicherungssysteme und problematische Ersatzteillogistik,
- sowie nationale Sonderbedingungen und Approbationen.

Heute unterscheidet man häufig zwischen zentralen und dezentralen Anlagenkonzepten. Sie stellen abweichende Anforderungen an die Gehäuse und die Konzepte differieren in der Höhe der Bemessungsströme der zu versorgenden Betriebsmittel (**Tabelle 2**). Sowohl bei den Schaltanlagen für die *Energieverteilung*, als auch für die *elektrische Maschinenausrüstung* sind mit steigender Tendenz *Vernetzungsaufgaben* zu lösen, die sich jedoch in den Anforderungen an die Verarbeitungsgeschwindigkeit und an den Informationsinhalt unterscheiden [10, 11]. Die Vernetzung ist eine wichtige Voraussetzung für die Realisierung dezentraler Anlagenkonzepte.

Massenanwendungen liegen im unteren Leistungsbereich

Sicherlich sind die beschriebenen Superlative der technischen Daten werbewirksam und für das Image eines Schalt- und Schutzgerätehersteller gut. *Moeller* deckt diese spektakulären Anwendungen technisch sehr gut und wirtschaftlich mit einem herausragenden Sortiment bei *xStart*, den großen Schützen *DIL*, den Leistungsschaltern *NZM* und *IZM*, sowie mit den High-Level-Schaltanlagen des Systems *MODAN* ab. Das Massengeschäft liegt aber weiterhin im unteren Leistungsbereich. Das **Bild 6** zeigt, auf der Basis der ZVEI[7] Produktionsstatistik, die Leistungsverteilung der in Deutschland produzierten Drehstrommotoren. Die weltweite Verteilung ist im Wesentlichen gleich. Die zugrunde gelegte Statistik erfasst alle Motoren ≤ 75 kW. Die Leistung von etwa 97 % aller Drehstrommotoren ist ≤ 15 kW. Die im weiteren Verlauf des Aufsatzes vorgestellte Kombi-Stecktechnik deckt den Leistungsbereich bis 7,5 kW ab. Potenziell lassen sich mit dieser neuen Technik über 80 % aller Motoren schalten und schützen.

xStart – das Projektierungsmaß „45 mm“ setzt sich weiter durch

Der Einsatzbereich der nur 45 mm breiten Motorschutzschalter *PKZM 0* wurde im System *xStart* von 25 auf 32 A, um 28 % erweitert. Gleichzeitig wurde auch die Breite der 15 kW Schütze von 60 auf 45 mm, um 25 % reduziert. Dadurch sind bei *Moeller* alle Schutzschalter und Schütze für das Volumengeschäft bis 15 kW einheitlich nur noch 45 mm breit. Wichtig für die Durchsetzung dieses sehr effektiven Rastermaßes war vor einigen Jahren die Einführung der frontseitig an die Motorschutzschalter anbaubaren Hilfsschalter mit 1 oder 2 Kontakten. Auf der Breite von 5 Motorschutzschaltern mit Seitenanbauhilfsschaltern lassen sich dadurch 6 Schalter mit frontseitigen Hilfsschaltern einbauen. Das entspricht einer Verbesserung um 20 %. Bei den Schützen ließen sich die Hilfskontakte schon länger innerhalb der Gerätebreite von 45 mm unterbringen, aber im System *xStart* wurde der Leistungsbereich der Schütze, die bei dieser Breite bereits einen im Grundgerät integrierten Hilfsschalter beinhalten

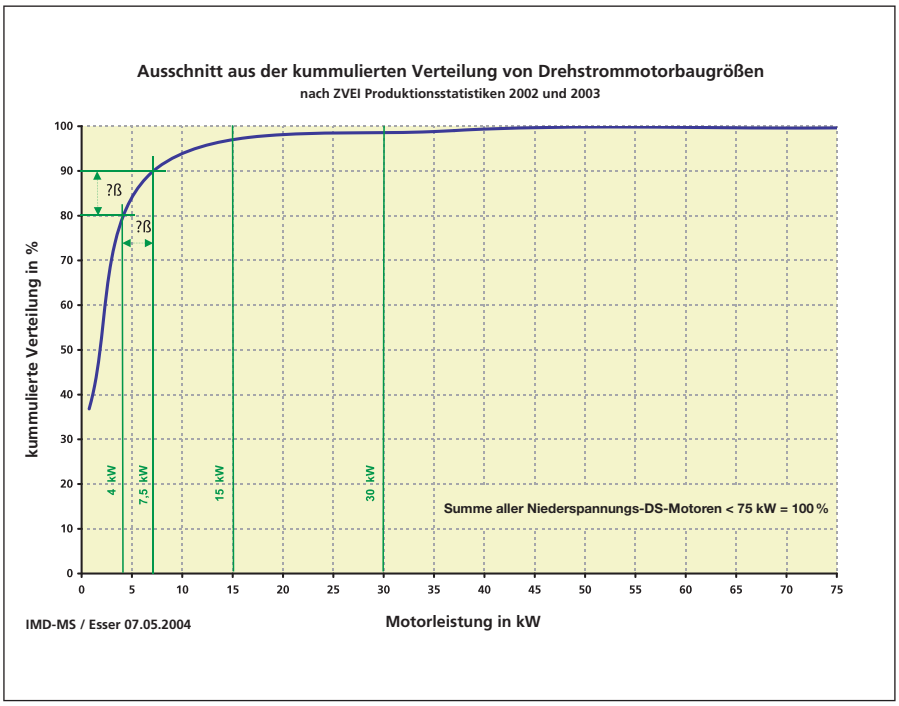


Bild 6: Aus der Summenverteilung der produzierten Drehstrom-Motoren kann man mit ausreichender Genauigkeit auf die leistungsabhängige Verteilung der Schalt- und Schutzgeräte schliessen. Genauere Analysen der Motorenverteilung sind über die stromstärkengenauen Produktionszahlen der Motorschutzgeräte möglich, die einen Maximumbereich zwischen 0,75 und 3 kW ausweisen. Die Stückzahlpotentiale von großen zu kleinen Motoren liegen im Verhältnis 1:1000.

[7] ZVEI = Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Einsatzmöglichkeiten für Stromverteilungssysteme in Abhängigkeit von der Größe und der räumlichen und funktionalen Gliederung der Schaltanlagen			
Anlagenkonzeption Anordnung der Leistungs-, Schalt- und Schutzgeräte	**Zentrale elektrische Ausrüstung**		**Dezentrale elektrische Ausrüstung**
Anlagengliederung räumlich und funktional Beispiele:	insgesamt zusammengefasst Maschinenausrüstung	räumlich und / oder funktional aufgeteilt (z.B. Lastzentren) Kläranlagenausrüstung	lastnahe, betriebsmittel-orientierte Gliederung Band- oder Rollen-Fördertechnik
Leistungsumfang [kW] **pro Montagestelle** (Gehäuse)	großer Leistungsbedarf, viele Betriebsmittel, einzelne besonders leistungsstarke Betriebsmittel	geringerer Leistungsbedarf, weniger Betriebmittel, u.U. ausgeprägte Lastzentren	meistens geringer Einzel-Leistungsbedarf, oft viele gleichartige Betriebsmittel
Energiezuleitung	punktförmige Einspeisung über Kabel oder Stromschienensysteme	punktförmige Einspeisungen über Kabel oder Stromschienensysteme	linienförmige Einspeisungen über starre oder flexible Stromschienensysteme
Stromverteilungssystem im einzelnen Gehäuse	vorzugsweise Sammelschienen-systeme, z.T. ergänzt durch Drehstromschienenblöcke	vorzugsweise Sammelschienen-systeme, z.T. ergänzt durch Drehstromschienenblöcke	direkte Versorgung der Motor-starter, bei Startergruppen auch Drehstromschienenblöcke
Motorstartermontage bis etwa 15 kW	auf Sammelschienenadaptern oder Tragschienen oder Tragschienenadaptern	auf Sammelschienadaptern oder Tragschienen oder Tragschienenadaptern	auf Tragschienen oder Tragschienenadaptern
Motorschutzschalter- und **Leistungsschaltermontage**	auf Sammelschienenadaptern bis 630 A möglich oder auf Montage- oder Modulplatten	auf Sammelschienenadaptern bis 630 A möglich oder auf Montage- oder Modulplatten	auf Tragschienen oder Tragschienenadaptern oder Montageplatten
Anordnung der Bedien-, Eingabe- und **Anzeigegeräte**	Einbauorte anwendungs-orientiert beliebig	Einbauorte anwendungs-orientiert beliebig	häufig in die dezentralen Gehäuse integriert, oft zusätzlich zentrale Bedien- und Anzeigestation
Informations- und Signalaustausch	zunehmend über Bussysteme	zunehmend über Bussysteme	überwiegend über Bussysteme
besondere Vorteile	optimale Übersichtlichkeit, reduzierter Aufwand für Gehäuse	optimierter Verkabelungs-aufwand, erhöhte Änderungsflexibilität	hoher Standardisierungsgrad, besonders günstiger Verkabelungsaufwand, hohe Änderungsflexibilität, häufig Steckverbindungstechnik für alle elektrischen Anschlüsse

Tabelle 2: Heute wird zunehmend über zentrale oder dezentrale Anlagenkonzepte diskutiert. Neben vielen systemischen Vor- und Nachteilen beeinflusst die konzeptionelle Entscheidung auch die Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Stromverteilungs- und Montagesysteme.

ebenfalls auf 15 kW erweitert. Zusätzlich wird dieses Projektierungsmaß dadurch unterstützt, dass die mechanische Verriegelung zwischen zwei Wendeschützen nunmehr keine zusätzliche Breite beansprucht. Das bedeutet noch einmal eine Breitenreduzierung um 15 %, gegenüber üblichen Lösungen bei den Wendekombinationen in diesem Leistungsbereich. Bei den später vorgestellten Sammelschienen-Adaptern und den Tragschienen-Adaptern bedeutet die Durchsetzung der Breite, von einmal oder zweimal 45 mm, eine Reduzierung der notwendigen Varianten und damit eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit dieser Systeme.

Auch bei den Schützen mit Bemessungsströmen oberhalb von 38 A wurden die Baubreiten deutlich reduziert und an die Breiten der Schutzschalter angepasst. Bei den Schützen bis 72 A beträgt die Einsparung in der Breite 22 %, bei den Schützen bis 170 A sind es 25 %. Durch die gleichzeitigen Reduzierungen bei den Antriebsleistungen (Erwärmung) lassen sich die Reduzierungen in eine höhere Packungsdichte umsetzen.

xStart – ein Beitrag zur Schnittstellenoptimierung

In der Automatisierungstechnik denkt man heute in Funktionsebenen. Diese werden mit unterschiedlichen elektromechanischen und elektronischen Schaltgeräten optimal realisiert. In **Bild 7** werden die Funktionsgruppen dargestellt und die Schnittstellen, die die Kommunikation zwischen den Gruppen ermöglichen. Das neue Produktsystem *xStart* weist ausgesprochene Stärken bezüglich der Schnittstellenkoordination zwischen den Funktionsgruppen auf. Besonders erwähnenswert ist die bidirektionale Optimierung aller Schnittstellen zwischen elektromechanischen Komponenten und elektronischen Baugruppen [12], durch

- eine enorme Reduzierung der Leistungsaufnahme und Erwärmung der Schützantriebe, beim Anzug und im Haltebetrieb,
- weit über die Normanforderungen hinausgehende, zulässige Toleranzen bei den Betätigungsspannungen (Elektronikkompatibilität),

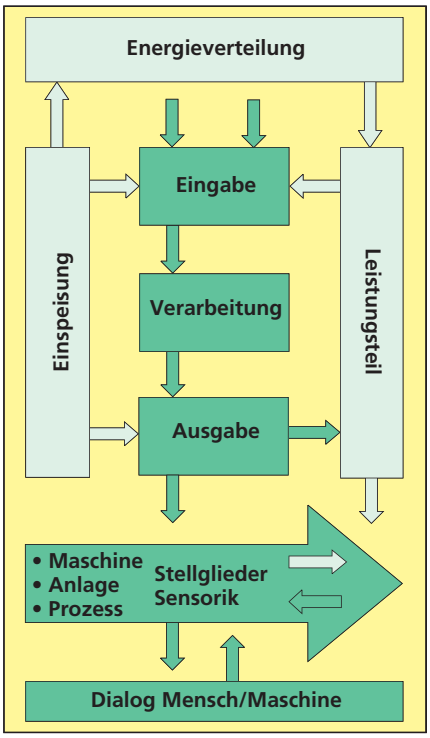


Bild 7: Die elektrische Ausrüstung lässt sich in Funktionsgruppen aufteilen, die je nach Aufgabe und Größe von Maschinen und Anlagen unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Bei kleinen Objekten können sie in einem kleinen Gehäuse auch ineinander übergehen. Bei großen Objekten setzt man häufig getrennte Gehäuse für Steuer und Leistungsteile ein, die dann auch räumlich getrennt, angeordnet werden. Die Anordnung erfolgt zum Beispiel bedienernah oder lastnah.

- generelle Integration einer Schutzbeschaltung in alle Schütze mit DC-Antrieben,
- eine sehr gute Fehlschaltungssicherheit der Hilfskontakte.

Die Integration der Schutzbeschaltungen vermeidet Auswahl- und Projektierungsfehler und rationalisiert deren Verarbeitung. Sie verhindert die Zerstörung von Halbleiterausgängen durch Spannungsspitzen beim Abschalten von induktiven Lasten (z.B. Schützspulen). Bei wechselstrombetätigten Schützen werden Schutzbeschaltungen seltener eingesetzt, hier werden sie bei Bedarf einfach frontseitig aufgesteckt. Neben den Schnittstellen zwischen elektronischen und elektromechanischen Komponenten wurden auch die Schnittstellen zwischen den elektromechanischen Komponenten, sowohl in Hinsicht auf eine leichtere und zeitsparendere Montage, als auch in Bezug auf rationellere elektrische Verbindungen optimiert. Den wesentlichsten Schritt stellt hier die später erläuterte Kombi-Stecktechnik dar. Neben diesen mehr handwerklichen Verbesserungen lag ein weiteres Verbesserungspotential bei der elektrischen Koordination, z.B. beim Verhalten im Kurzschlussfall, sowie bei der thermischen Koordination.

xStart – Anschluss nach Maß

Jeder Verarbeiter von Schaltgeräten sieht zuerst auf die Anschlusstechnik. Bei unserer Lösung lassen sich Verdrahtungsfehler vermeiden, unzulässige Klemmenerwärmungen ausschließen und letztlich wird durch kürzere Verdrahtungszeiten Geld gespart.
Das **Bild 8** zeigt einen Blick auf die Anschlusstechnik, in Drahteinführrichtung. Beim Verdrahten steht in der Rahmenklemme keine Schraube im Anschlussraum im Weg. Rahmenklemmen mit zwei getrennten Kammern gewährleisten über die Lebensdauer sicher die notwendigen Anschlusskräfte, auch bei einem Unterschied um mehrere Leiterquerschnitte. Diese zuverlässige Anschlusstechnik mit 2 Anschlussräumen steht jetzt durchgängig bei allen Schützen bis 400 A, den Motorschutzschaltern *PKZM 4* und bei allen Leistungsschaltern mit Anschlussklemmen zur Verfügung.

Da bei Schaltanlagen üblicherweise zuerst die Hauptstromverdrahtung, mit den oft stärkeren und starren Querschnitten erfolgt, leisten auch die an die Frontseite vorgezogenen Spulenanschlüsse (**Bild 9**) einen wertvollen Beitrag zum rationellen Verdrahten und zur leichteren Verdrahtungsprüfung. Bei allen Hilfsanschlüssen und bei den Hauptstromanschlüssen bis 12 A kann man alternativ die schraubenlosen Federzugklemmen wählen, die natürlich ebenfalls getrennte Öffnungen für je 2 Leiter besitzen.

Rationalisierungspotentiale bei der Verteilung der Energie für größere Betriebsmittelgruppen

In diesem Aufsatz geht es primär um die Realisierung der Hauptstromversorgung und die Funktionsgruppe „Leistungsteil“. Die einzelnen Funktionsgruppen können je nach Aufgabenstellung der Anlage oder Maschine unterschiedlich

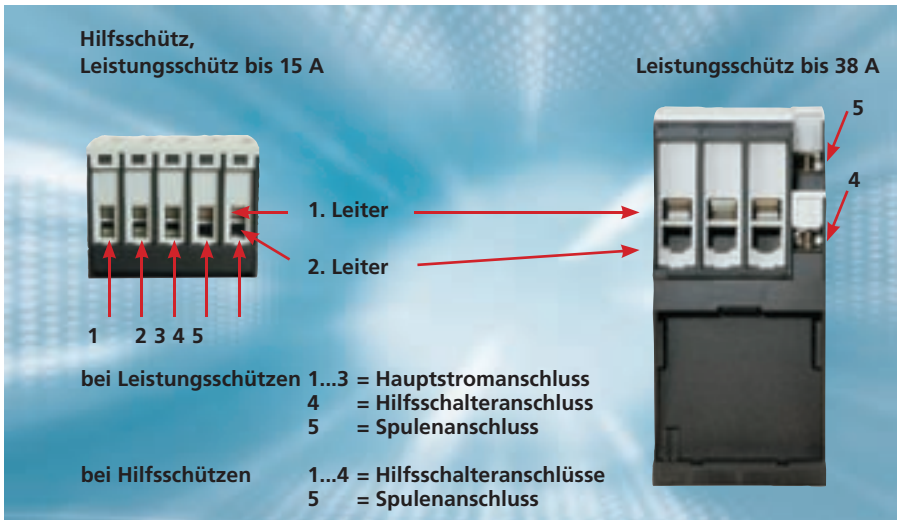


Bild 8: Anschlusstechnik vom Feinsten. Was sich bei den Leistungsschaltern, großen Motorschutzschaltern und Schützen seit Jahren bestens bewährt hat, findet man nun auch bei den kleinen Stromstärken: getrennte Klemmräume für zwei Leiter pro Anschlussstelle in soliden Rahmenklemmen. Eine durchgängige Anschlusstechnik bei Schützen bis 400 A.

stark ausgeprägt sein und im einfachsten Fall in einem simplen, kleinen Schaltschrank ineinander übergehen.

Von zentraler Bedeutung für die Kostenstruktur der Leistungsteile ist die Art der Stromverteilung zu den Energieabgängen, wie z.B. zu den geschalteten Motorstarterabgängen in einer elektrischen Maschinenausrüstung. Hier gibt es einerseits eine historische Entwicklung und andererseits neue, interessante Trends. Die Historie, wie auch die neuen Trends hängen stark von der Höhe der zu verteilenden Ströme und

Bild 9: Die Spulenanschlüsse sind nun an der Frontseite der Schütze angeordnet. Da sie nicht mehr von der oft starren Hauptstromverdrahtung verdeckt werden, ist die Verdrahtung und die Spannungsprüfung einfacher und zeitsparender möglich. In der zweiten Ebene liegen die Anschlüsse des integrierten Hilfsschalters.

von dem grundsätzlichen, topologischen Aufbau der elektrischen Ausrüstung ab.

In der Historie soll die Zeit der „schönen" Flachverdrahtung auf Marmor- oder Pertinax-Platten übersprungen werden und erst mit der Einführung der frühen Sammelschienensysteme begonnen werden. Auch bei den Sammelschienensystemen gab es Evolutionsstufen. Zunächst wurden Sammelschienensysteme lediglich als Knotenpunktsysteme für die Stromverteilung zu den auf der Montageplatte befestigten Schmelzsicherungselementen eingesetzt. Als Evolutionsschritt folgte diese Sicherungselemente, als sogenannte Reitersicherungselemente, direkt auf die Sammelschienen aufzureihen. Erst später kamen die ersten schmelzsicherungslosen Produkte, mit magnetischen Schnellauslösern, für den Anlagen- und Motorschutz. Bis dahin wurde der Kurzschlussschutz ausschließlich mit Schmelzsicherungen sichergestellt. Für diese neue, vorteilhafte Technologie war die *Fa. Moeller*, mit dem legendären Motorschutzschalter *PKZM*, ein wichtiger Wegbereiter. Zunächst wurden die Motorschutzschalter oder für die höheren Ströme die Leistungsschalter, sowie die Leistungsschütze, weiter auf eine Montageplatte im Gehäuse montiert. Die aufgeschraubten oder später auf Tragschienen [13] aufgeschnappten Schalt- und Schutzgeräte wurden zunächst weiter über die, auf die Sammelschienen aufgesetzten Reitersicherungen geschützt.

Verbesserungen der Motorschutzschaltern führten zu „eigenfesten Schutzschaltern", deren Innenwiderstände die Kurzschlussströme auf ein für die Schalter unschädliches Niveau reduzieren. Dieser Entwicklungsschritt wurde im Maschinen- und Anlagenbau begleitet vom Übergang von großen Zentralantrieben zu mehreren Einzelantrieben für die Hauptfunktionen von Maschinen und Anlagen (etwa 1930 mit der Einführung des Kurzschlussläufermotors und der ersten Werkzeugmaschinen). Dadurch wurden statt der wenigen leistungsstarken Schalt- und Schutzgeräte eine zunehmende Anzahl kleinerer Einheiten benötigt, bei denen zunehmend eigenfeste Schutzschalter eingesetzt wurden. Dieser Trend hat sich durch die zunehmende Automatisierung vieler Hilfsantriebe, meistens mit geringen Leistungen, bis heute fortgesetzt.

Da eigenfeste Schutzschalter keine Vorsicherungen benötigen, entfiel für diese Geräte die Notwendigkeit der Reitersicherungen. Folglich montierte man die Schutzschalter mit Adaptern auf die Sammelschienen. Ein paar Jahre später wurden die ersten Sammelschienenadapter um Befestigungsmerkmale für Leistungsschütze erweitert. Sie ermöglichten es nun, den für die Sammelschienensysteme im Schaltschrank notwendigen Platz noch effektiver zu nutzen. Die Mehrfachnutzung ergibt sich einerseits aus der Stromverteilungsaufgabe (oft über mehrere, aneinander gereihte Schaltschränke hinweg) und andererseits aus der Nutzung des gleichen Platzes als Montage- und Verdrahtungsebene für komplette schmelzsicherungslose Motorstarterkombinationen. Als Zusatznutzen werden die Sammelschienen durch die Sammelschienenadapter weitgehend berührungssicher abgedeckt. Für freie Reserveschienen stehen aufsteckbare, leicht ablängbare Isolationsprofile zur Verfügung.

Sammelschienensysteme – leistungsstarke Stromverteilung mit Mehrwert in zentralen Schaltanlagen

Die Bandbreite der Bemessungsströme von Sammelschienensystemen reicht bei Moeller bis 6300 A. Diese hohen

Ströme werden in Energieverteilungsanlagen für die Energieversorgung der einzelnen Verteilerfelder genutzt. In den Feldern werden weitere Feldsammelschienensysteme für geringere Stromstärken montiert. In diesem Aufsatz werden nur die Sammelschienensysteme betrachtet, die beispielsweise in der elektrischen Maschinen- und Anlagenausrüstung eingesetzt werden und die zusätzlich zur Stromverteilungsaufgabe die Funktion als Träger von Schaltgeräten übernehmen. Neben der Bestückung mit Schmelzsicherungselementen sollen hier vorzugsweise die schmelzsicherungslosen Bestückungen mit adaptierbaren Einspeise- oder Abgangsleistungsschaltern und mit Motorstarterkombinationen betrachtet werden. Diese Sammelschienensysteme besitzen überwiegend Bemessungsströme zwischen 200 und 630 A. Die **Tabelle 3** zeigt eine Übersicht über die häufigst eingesetzten Sammelschienensysteme im Bemessungsstrombereich bis 2000 A. Die im weiteren Verlauf beschriebenen Sammelschienensysteme gehören alle zu der am häufigsten eingesetzten Gruppe der Systeme mit einem Schienenmittenabstand von 60 mm.
Die Sammelschienenadapter werden bereits außerhalb des Schaltschranks bequem mit Schutzschaltern und Schützen bestückt. Die Adapter werden, bereits weitgehend als Motorstarter vorverdrahtet, einfach auf die Sammelschienen aufgeschnappt. Heute montiert man häufig für die Motorstartermontage mehr Sammelschienensysteme in einen Schrank, als man für die reine Stromverteilungsaufgabe benötigen würde. Zunehmend trifft man in Schaltschränken auf vertikal montierte Sammelschienensysteme (**Bild 10**). Durch die größere Schienenlänge lassen sich diese Systeme noch wirtschaftlicher bestücken. Unter Berücksichtigung der Wärmeentwicklung bietet sich diese Anordnung besonders an, wenn viele Starter mit kleinen Einzelleistungen montiert und verdrahtet werden. Die große Masse der Elektromotoren hat, nach **Bild 6**, Leistungen von unter 4 kW.

Das System *xStart* unterstützt die Durchsetzung dieser vertikalen Systeme insbesondere durch reduzierte Schaltgerätebaubreiten und vor allem durch die gleichzeitig enorm reduzierte Leistungsaufnahme der Schaltantriebe. Die reduzierte Leistung wird in weniger Wärme umgesetzt und das führt letztlich zu einer technisch vertretbaren und wirtschaftlichen Bestückungsdichte auf diesen vertikalen Sammelschienen. Im neuen System können auch Schütze mit DC-Antrieben ohne seitlichen Abstand für eine Luftzirkulation montiert werden. Die Zuleitungskabel zu den Motoren werden meistens, unter Verzicht auf Reihenklemmen, direkt oder über Steckverbinder an die Schütze angeschlossen. Die dichte, räumliche Zuordnung von Schutzleiter- und bei Bedarf Neutralleiterschiene unterstützt diese moderne Anschlusstechnik. Zusätzlich minimieren die neue Kombi-Stecktechnik und anschlussfertige Verbinder zwischen Schutzschaltern und Schützen für die höheren Stromstärken den Montage- und Verdrahtungsaufwand, durch kurzschlusssichere und kurzschlussfeste Verbindungen.

Bild 10: Motorstarter-Abgangsfeld mit vertikal montierten Sammelschienensystemen. Beispiele für unverdrahtete xStart-Komponenten auf 4- und 5-poligen Schienensystemen.

Sammelschienen Abmessung [mm]	**Bemessungsstrom** [A]	**Sammelschienen-adapter**
Rechteckprofil E- CU verzinnt		
12 x 5	200	in einer Ausführung für alle Schienenquerschnitte geeignet
15 x 5	250	
20 x 5	320	
25 x 5	400	
30 x 5	450	
12 x 10	360	
20 x 10	520	
30 x 10	630	
Doppel-T-Profil E- CU verzinnt oder blank	bis 1600 möglich	
Dreifach-T-Profil E-CU verzinnt	bis 2000 möglich	

Tabelle 3: Kenndaten von Sammelschiensystemen

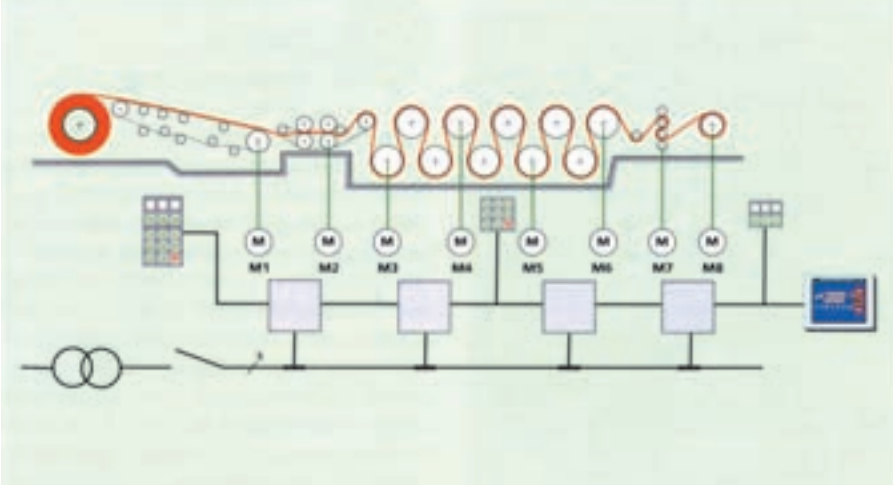


Bild 11: Das Prinzip der dezentralen Schaltanlagen: Statt von großen, zentralen Schaltschränken aus erfolgt die Versorgung zukunftsweisender, komplexer Mehr-Motoren-Maschine, mit z.T. hochdynamischen Abhängigkeiten zwischen den Antrieben, über einen Daten- und über einen Energiebus. Die vernetzbaren Schalt- und Steuergeräte sind in kleinen, dezentralen Kästen motorennah untergebracht.

Veränderungen im Schaltanlagenbau durch den Trend zur Dezentralisierung

Zu den neuen Trends gehört seit Ende der 90er Jahre zweifellos die Dezentralisierung der elektrischen Ausrüstungen, die sich z.Z. technologie- und branchenabhängig unterschiedlich stark durchsetzt. Ein wichtiger Aspekt für die Dezentralisierung ist der Wunsch vieler Maschinenhersteller, bei modular aufgebauten Maschinen, die anteilige elektrische Ausrüstung mit dem Maschinenmodul räumlich zusammenzufassen und im Idealfall die Verbindungen zwischen den Modulen über Steckverbinder herzustellen (**Bild 11**). Ein weiterer Vorteil der Dezentralisierung liegt im Reduzierungspotenzial gegenüber den Kabeln und Leitungen zwischen zentralen Schaltschränken und den Motoren. Lange Leitungen können im Zusammenhang mit dem Einsatz von Frequenzumrichtern durch die Bildung von Wanderwellen problematisch sein [14]. Durch die Dezentralisierung werden die für die Versorgung der einzelnen Module benötigten elektrischen Leistungen geringer. Für die wirtschaftliche Verteilung der reduzierten Ströme in den dezentralen Modulen entfallen die Sammelschienensysteme ganz oder sie werden durch die einfacheren, später erläuterten Drehstromschienenblöcke ersetzt.

Drehstromschienenblöcke und Tragschienenadapter – effiziente Stromverteilung für kleinere Schaltgerätegruppen –

Wenn nur wenige Motorstarter zu einer kleinen (z.B. dezentralen) Schaltanlage gehören oder wenn eine Gruppe von Motorstartern mit einem Gruppenstrombegrenzer kombiniert wird, sind Sammelschienensysteme, selbst mit den niedrigsten Bemessungsströmen, überdimensioniert und unwirtschaftlich. In diesen Fällen werden seit vielen Jahren sehr erfolgreich Drehstromschienenblöcke eingesetzt. Drehstromschienenblöcke sind kleine, meistens vollkommen gekapselte Drehstromschienen mit Bemessungsströmen bis 63 A (*PKZM 0*) bzw. 120 A (*PKZM 4*). Diese mit Anschlussfahnen versehenen Schienen werden einfach in die Einspeiseklemmen der auf Tragschienen aufgereihten Schaltgeräte eingeführt und verschraubt. Bei dieser Lösung sind also die Schaltgeräte gleichzeitig die Träger der Schienenblöcke.

Diese Energieverteilungsart wurde zuerst in Zählerverteilern in der Gebäudeinstallationstechnik eingesetzt und sie ist dort nicht mehr wegzudenken. In der Installationstechnik wurde zunächst Meterware bedarfsgerecht mit der Säge abgelängt. Die Drehstromschienenblöcke für Motorschutzschalter und Motorstarter werden als anschlussfertige Einheiten für zwei bis fünf Schalter mit je 45 mm Breite angeboten. Diese Schienenblöcke stehen auch für den *PKZM 4* im 55 mm Raster zur Verfügung. Da bei Motorschutzschaltern und Leitungsschutzschaltern auch Varianten mit seitlich angebauten Hilfsschaltern eingesetzt werden, werden auch Drehstromschienenblöcke mit den entsprechenden, erweiterten Teilungsmaßen angeboten (**Bild 12**). Die Einspeisung der Schienenblöcke erfolgt über Einspeiseklemmblöcke, die den leichten Anschluss der für 63 A bzw. 128 A erforderlichen Leitungsquerschnitte ermöglichen. Später wird beschrieben, dass diese Einspeiseblöcke zusätzlich die platz- und komponentensparende Realisierung spezieller nordamerikanischer Richtlinien ermöglichen (**Bild 13**).

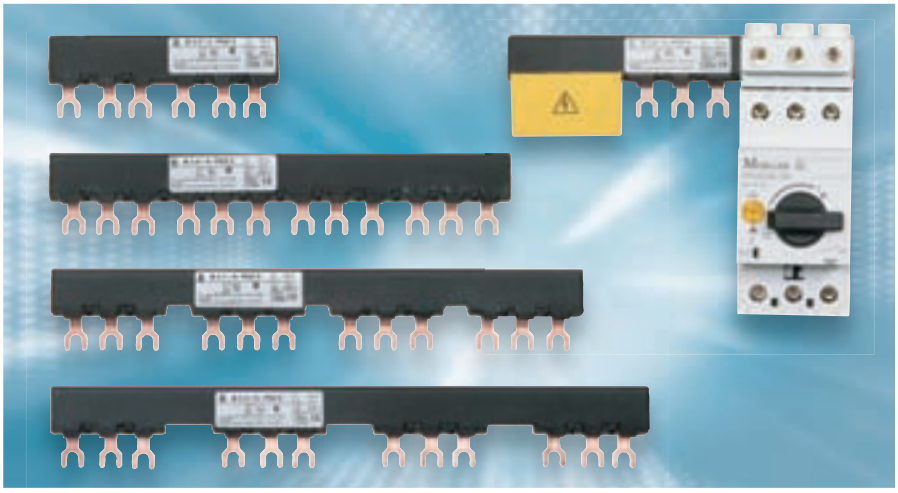


Bild 12: Drehstromschienenblöcke für dicht aneinander gebaute Schutzschalter und Varianten, deren Phasenabstände seitlich anbaubares Zubehör, wie Hilfsschalter und U- oder A-Auslöser berücksichtigen. Als Zubehör dienen Einspeiseklemmblöcke für große Querschnitte und Berührungsschutz für Reserveplätze.

Bild 13: Eine Gruppe Motorschutzschalter PKZM 0 ist einspeiseseitig 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". Diese Lösung ist im System xStart auch mit den Motorschutzschaltern PKZM 4 realisierbar.

Die Drehstromschienenblöcke sind an ihren Enden berührungssicher abgedeckt und sie stehen für Betriebspannungen bis 690 V mit weltweiten Approbationen zur Verfügung. Auf den ersten Blick erscheinen diese Verschienungselemente als teuer, sie ersparen aber sehr viel Vorbereitungs- und Verarbeitungszeit und ihre Stärke liegt in den fehlerfreien und kurzschlusssicheren Verbindungen und in ihrem nicht unwesentlichen Beitrag zum hochwertigen Erscheinungsbild einer Schaltanlage. Diese Schienenblöcke setzen sich jetzt auch in Nordamerika zunehmend durch.

Die Schaltgeräte, die mit den Drehstromschienenblöcken verbunden werden, werden üblicherweise auf Tragschienen aufgeschnappt. Wenn es sich um Motorstarter handelt, werden alle Motorschutzschalter und alle Schütze jeweils auf eine von zwei untereinander angeordneten Tragschienen aufgeschnappt oder es werden besonders vorteilhaft Tragschienenadapter eingesetzt (**Bild 14**). Hier ergibt sich der Zusatznutzen, dass die Komponenten leicht aus einem Gruppenverbund, nur durch verschieben der Adaptertragschienen, herausgelöst werden können, ohne den gesamten Drehstromschienenblock demontieren zu müssen. Genauso leicht ist es möglich, die größeren Schütze mit dem elektrischen Verbinder durch Verschieben der unteren Adaptertragschiene in die Motorschutzschalterklemmen rein- bzw. rauszuschieben. Benötigt man wenige Tragschienenadapter, so werden diese direkt auf die Montageplatte aufgeschraubt oder mehrere Adapter werden einfach auf eine Tragschiene aufgeschnappt. Bei der Bestückung mit schwereren Schützen kann man auch für die Befestigung der Tragschienenadapter aus Festigkeitsgründen zwei Tragschienen verwenden.

Rapid Link
– die dezentrale Schaltanlage –

Ein herausragendes Beispiel für die Realisierung aller Vorteile dezentraler Schaltanlagen stellt das überaus erfolgreiche System *Rapid Link* von *Moeller* dar. In kleinen Isolierstoffgehäusen sind alle Schalt- und Schutzgeräte, die anteilige Schaltlogik, sowie die vor Ort Signalisierung und Handbetätigungsmöglichkeiten für einen einzelnen Antrieb zusammengefasst (**Bild 15**) [15, 16]. Typisch für *Rapid Link* ist, neben der hohen Schutzart IP 65, der integrierte, elek tronischeWeitbereichsmotorschutz, der die Anzahl der notwendigen Varianten überschaubar hält. Es stehen im System auch regelbare Starter für drehzahlveränderbare Motoren zur Verfügung (Speed Control Unit). Hier dient das Gehäuseunterteil aus Metall als Kühlkörper. Die Anwendungsschwerpunkte der Starter für Motoren bis 3 kW liegen zur Zeit hauptsächlich in der weiträumigen Fördertechnik für die Warenhauslogistik und bei Gepäckbeförderungsanlagen auf den modernsten Flughäfen der Welt. Das System wird sich auch in weiteren Branchen erfolgreich durchsetzen.
Die *Rapid Link* Starter wurden in viele Betriebsmittelvorschriften und Ausschreibungstexte der Technologieführer der Fördertechnik als mustergültige Lösung aufgenommen.

Die Verkabelung besteht im Wesentlichen aus einem Energiebus für 400 und für 24 V, einem Datenbus für die Steu-

Bild 14: Tragschienenadapter verfügen über zwei einzelverschiebbare Tragschienen, die ein leichtes Ein- und Ausfahren der einzelnen Komponenten ermöglichen, ohne den Drehstromschienenblock zu demontieren.

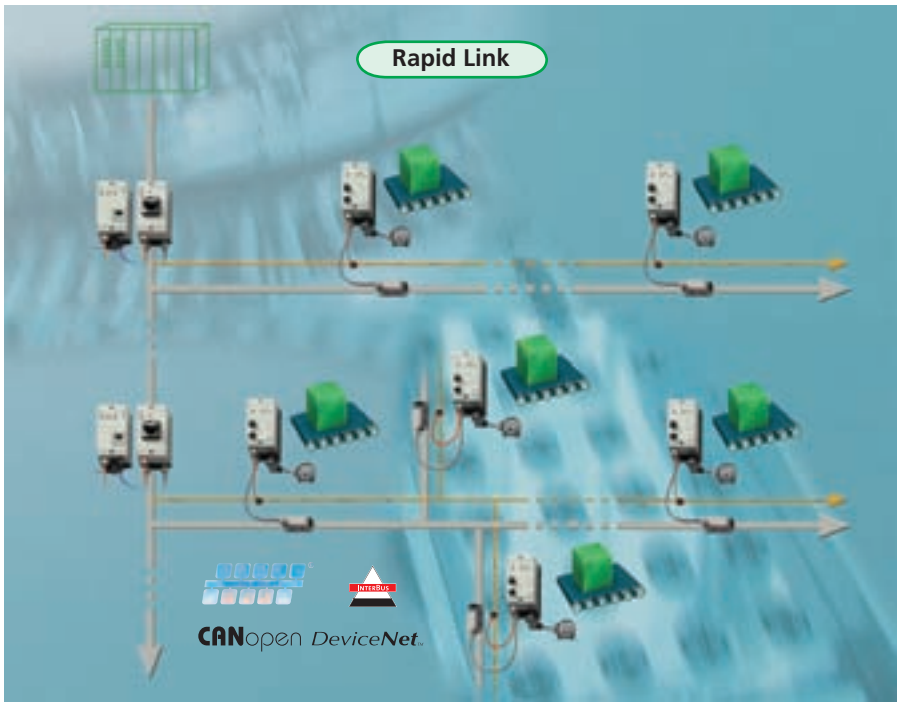


Bild 15: Die Einzelgehäuse des dezentralisierten Motorstartersystems Rapid Link werden antriebsnah montiert, die elektrische Versorgung erfolgt unterbrechungsfrei über einen Energiebus und über einen Datenbus. Die Verbindung zum Motor erfolgt meistens ebenfalls über Steckverbinder. Statt des hier gezeigten Energie-Flachbandkabels können auch durchgeschleifte Rundkabel eingesetzt werden.

erungsfunktionen und der Zuleitung zum Einzelmotor. Die elektrische Verbindungstechnik wurde so gestaltet, dass ein Austausch einzelner Antriebsmodule ohne Unterbrechung des Energie- und Datenbusses möglich ist. Flexibilität im Einsatz, Verkabelungsoptimierung und eine besonders hohe Verfügbarkeit gehören zu den besonderen Systemeigenschaften. Die Verkabelung kann im Idealfall voll steckbar, wahlweise unter Einsatz von Rund- oder Flachbandkabeln, realisiert werden. Für die Flachbandkabel stehen Verbindungselemente mit einer Piercingtechnik zur Verfügung. Ähnlich, wie sie zuerst beim AS-Interface-Bus zum Einsatz kam. Die Disconnect Control Unit ist Haupt- und Reparaturschalter, sowie Leitungsschutz in einem. Darüber hinaus lassen sich mit dieser Unit dezentrale Not-Aus-Konzepte realisieren. Die Interface Control Unit bildet die Schnittstelle zum offenen Feldbus. Die Motor Control Unit fungiert als Direkt- oder Wendestarter mit elektronischem Motorschutz von 0,09 bis 3 kW. Die antriebsspezifischen Einstellungen erfolgen einfach über AS-Interface oder DIP-Schalter. Optional kann eine Logic Control Unit als applikationsorientierte Kleinsteuerung vor Ort für eine autarke Vorverarbeitung der I/O-Signale, etwa bei Ansteuerung eines Stauförderers etc., sorgen. Ein übergeordnetes Steu erungssystem teilt dieser Unit nur noch mit, wie die Ware gefördert werden soll. Darüber hinaus zeigt das integrierte Display die Betriebszustände als Klartextmeldungen. Auch in das System *Rapid Link* werden die *xStart* Komponenten integriert. Bei allen Applikationen, die sich mit den geschilderten Systemmerkmalen von *Rapid Link* realisieren lassen, erreicht man mit diesem System sicherlich die höchste Stufe der Rationalisierung der elektrotechnischen Ausrüstung.

Verbinden mit System = Kombi-Stecktechnik

Handarbeit ist eine potenzielle Schwachstelle im Steuerungsbau. Handarbeit ist heute mit hohen Kosten verbunden, die Arbeitszeit lässt sich schwer kalkulieren, oft bestehen Engpässe beim geeigneten Personal. Bei Handarbeit unter Zeitdruck schleichen sich leicht Fehler ein. Viele Gründe, um nach innovativen Lösungen zwischen Handarbeit und Automatisierung zu suchen. Im Steuerungsbau gibt es viele, häufig wiederkehrende Arbeitsschritte. Hier setzt die Idee der Kombi-Stecktechnik an. Bei jedem Motorstarter müssen Verbindungen zwischen dem Motorschutzschalter und dem Schütz hergestellt werden. Bei Wendestartern ist zusätzlich die Wendeverdrahtung zum zweiten Schütz für den Hauptstrom- und Steuerstromkreis erforderlich. Wenn diese Verbindungen mit Drähten erstellt werden, verlangen Betriebsmittelvorschriften

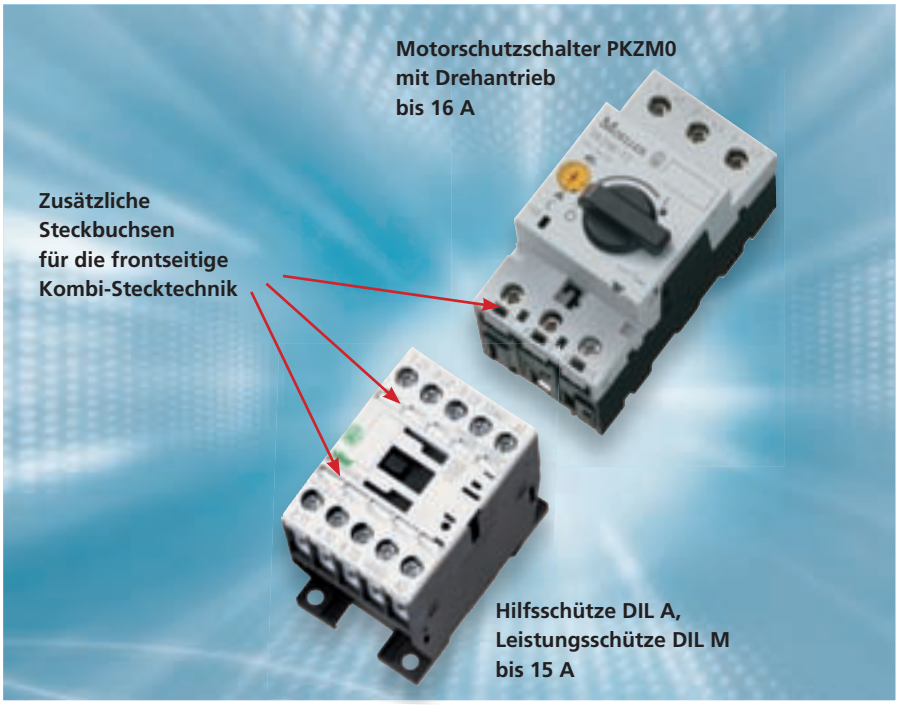


Bild 16: Anschlüsse für die Kombistecktechnik an den Motorschutzschaltern PKZM 0 mit Drehbetätigung, für Ströme bis 16 A, sowie an den Hilfs- und Leistungsschützen DIL A und DIL M bis 15 A

Bild 17: Kombi-Stecktechnik am Direktstarter, stabile Montage auf einer Hutschiene, zwangsläufig fehlerfreie Verbindung zwischen Motorschutzschalter und Schütz. Das Volumen des mechanischer Verbinders wird in einer weiteren Ausbaustufe des Systems für Zusatzfunktionen der Kombi-Stecktechnik benutzt.

häufig beidseitige Beschriftungen der Anschlüsse, von Aderendhülsen ganz zu schweigen. Stupide Arbeit, für die teuere Fachkräfte zu schade sein sollten.

Motorschutzschalter und Schütze bis 15 A besitzen im System *xStart* frontseitig zusätzliche, rechteckige Steckbuchsen (**Bild 16**). 15 A entsprechen bei 400 V grob einer Leistung von 7,5 kW. Wie bereits beschrieben ist diese Bemessungsleistung größer, als die Leistung der meisten Motoren in der heutigen Automatisierungstechnik. Bei den Schützen wurden auch die im Grundgerät integrierten Hilfsschalter und die Spulenanschlüsse mit den neuartigen Steckanschlüssen ausgestattet. Hier wird beispielsweise die Wendeverriegelung im Steuerstromkreis einfach gesteckt. Hochwertige, federnde Steckfahnen gewährleisten die elektrischen Verbindungen. Die Steckverbinder beherrschen zuverlässig das gesamte Strom- und Spannungsspektrum, von Steuerverbindungen im mA-Bereich bei kleinen Steuerspannungen bis zu Motorströmen von 15 A, bei Spannungen bis 415 V. Die neue Kombi-Stecktechnik wurde zusammen mit dem Weltmarktführer für elektrische Steckverbinder entwickelt.

Bild 17 zeigt die Kombi-Stecktechnik am Beispiel eines Direktstarters. Mechanische Steckmodule verbinden Motorschutzschalter und Schütze zu stabilen Einheiten, die auf nur noch eine Hutschiene sicher aufgeschnappt werden. Der abgezogene Steckverbinder stellt gleichzeitig eine sichtbare Trennstrecke dar. Der Verarbeiter kann wählen zwischen Verbindungssets zur Verarbeitung der Standard-Motorschutzschalter und Standard-Schütze (*PKZM0-XD M12* oder *PKZM0-XR M12*) oder er kann für die meistverwendeten Steuerspannungen 230V50HZ / 240V60HZ und 24 VDC bereits werksseitig fertig montierte Direktstarter *MSC-D-*... oder Wendestarter *MSC-R-*... beziehen.

Die Öffnungen für die Kombi-Stecktechnik an den Schützen, siehe **Bild 16**, werden auch für die Aufnahme von Wende- oder Stern-Dreieck-Brücken genutzt. Zusätzlich werden die Öffnungen der Kombi-Stecktechnik für Lötstiftadapter genutzt. Durch den Lötstiftadapter (Bild 18) ist es möglich auf Schütz- oder Wendeschützkombinationen Leiterplatten mit direktem Kontakt zu den Hauptstromanschlüssen und den Anschlüssen der Schützspulen ganz einfach aufzustecken. Diese Leiterplatten kann der Kunde in Eigenregie mit elektronischen Bauteilen für Zusatzfunktionen, wie z.B. Verzögerungs-, Taktschaltungen oder kundenspezifische Vernetzungsaufgaben bestücken (Stichwort: Alternative zu printfähigen Schütz-

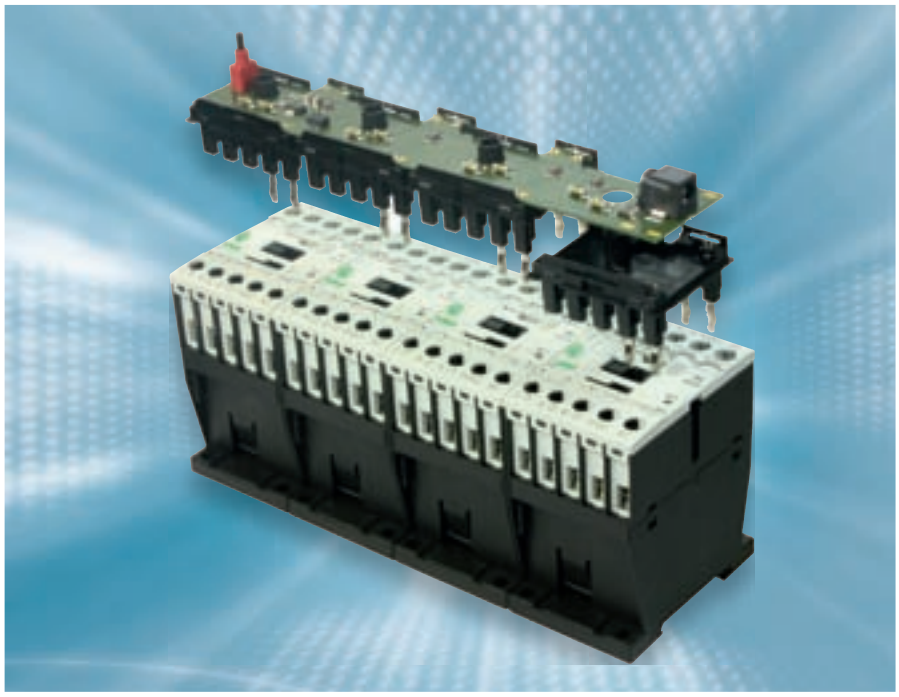


Bild 18: Die neue Kombi-Stecktechnik ermöglicht es, Leiterplatten auf die Schaltgeräte aufzustecken, die direkt mit den Anschlüssen der Schaltgeräte kontaktiert werden. Die Kunden können die Leiterplatten nach ihren Wünschen gestalten und bestücken.

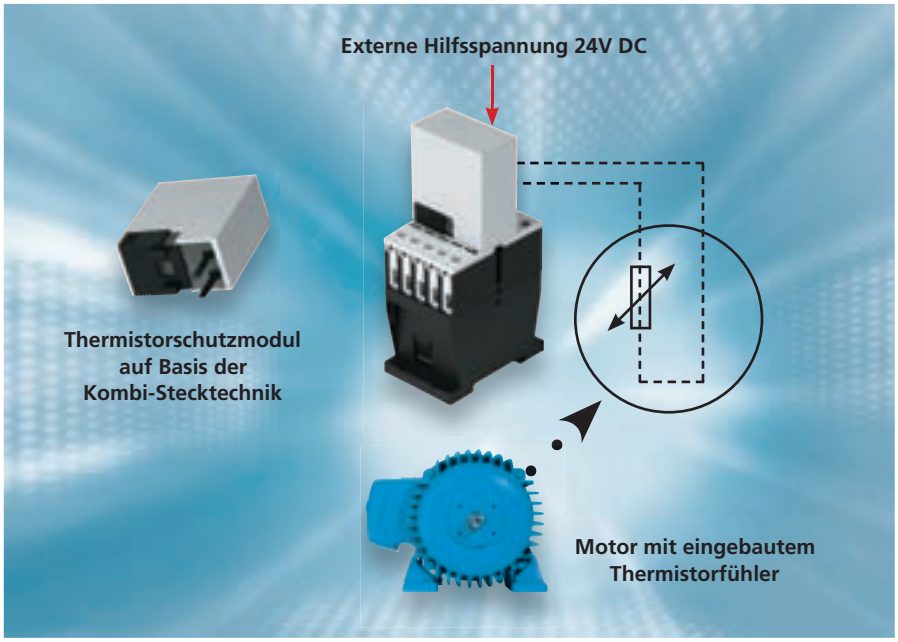


Bild 19: Ein auf die Schütze steckbares Gehäuse, das mit dem Schütz mechanisch verklinkt wird, ermöglicht die Aufnahme listenmässiger oder kundenspezifischer Schaltungen. Die Schaltung, z.B. ein elektronisches Zeitrelais, kontaktiert direkt die Spulenanschlüsse und bei Bedarf können Rückmeldungen von den Schaltgeräten abgegriffen werden.

kombinationen). Auf die Schütze können noch weitere modulare Bausteine aufgebaut (Bild 19) werden, die ebenfalls Steckverbindungen zu den Schützspulen und/oder zu den Hauptstromanschlüssen besitzen.
In dieser Form können Motorentstörglieder für Leistungsschütze bis 15 A oder elektronische Zeitrelais ebenfalls einfach auf die Schütze aufgesteckt werden.
Es ist zusätzlich möglich, Rückmeldungen über Hilfsschalter zu erfassen oder auch besonders staubgeschützte, hoch fehlschaltungssichere Hilfskontakte für kleinste Ströme und Spannungen zu integrieren.
Die Kombistecktechnik eröffnet damit für die Zukunft ganz neue Applikationen.

Das System ermöglicht eine flexible Modularität bei einem festen Montagemaß, unter Verwendung von Standard-Schützen und -Motorschutzschaltern. Es reduziert Montage- und Prüfkosten und es erhöht die Anlagenverfügbarkeit durch einen schnellen Komponententausch. Die herkömmlichen Verarbeitungsmöglichkeiten der Komponenten werden durch die Kombi-Stecktechnik nicht eingeschränkt. Die System-Schnittstellen an Schützen und Motorschutzschaltern wurden kostenneutral gestaltet. Kosten entstehen erst beim Einsatz der preiswerten Steckverbinder. Diese Kosten werden aber durch die geschilderten, systemischen Einsparungen mehr als ausgeglichen. Die Kombinationen in Kombi-Stecktechnik sind nur noch 45 oder 90 mm breit und sie lassen sich besonders vorteilhaft auf Sammelschienenadaptern einsetzen. Bei einem ausreichenden, kontinuierlichen und definierten Bedarf wird es auch möglich sein, diese Starter einbaufertig auf Sammelschienenadaptern montiert zu beziehen.

Anschlussfertige Starter-Kombinationen

Eine der Hauptaufgaben der Niederspannungsschaltgeräte ist es, Motoren zu schalten und zu schützen. Konkret ist dies die Aufgabe der Motorstarter, die es in unterschiedlichen Ausführungen für verschiedene Standard-Applikationen gibt. Verschiedene technische Level führen von handbetätigten Startern, über strom- und drehmomentbegrenzende Lösungen zu den Frequenzumrichtern für veränderbare Motordrehzahlen. Den meisten Lösungen ist gemein, dass mehrere Komponenten für die notwendigen Schalt- und Schutzaufgaben kombiniert werden. Die Auswahl der Komponenten erleichtern die später vorgestellten Auswahlhilfen. An dieser Stelle soll es speziell um die Optimierung der fehlerfreien Montage und Verdrahtung gehen.
Es werden immer die universell einsetzbaren Standardkomponenten kombiniert. Diese Standardkomponenten bieten aufgrund großer Produktionsstückzahlen ein hohes, konstantes Qualitätsniveau, bei günstigen Preisen. Bei den Schützen ≤ 15 A werden die Hauptstrombrücken *DILM12-XSL* oder *DILM12-XRL* schnell und platzsparend in die Buchsen der Kombi-Stecktechnik eingesteckt (**Bild 20**). Aber auch die neuen Wende- und Stern-Dreieck-Hauptstrombrücken für Schütze > 15 < 32 A (*DILM32-XRL* bzw. *DILM32-XSL*) wurden noch wesentlich kompakter gestaltet (**Bild 21, 22**). Sie passen nun auch zwischen Schütze und Motor-

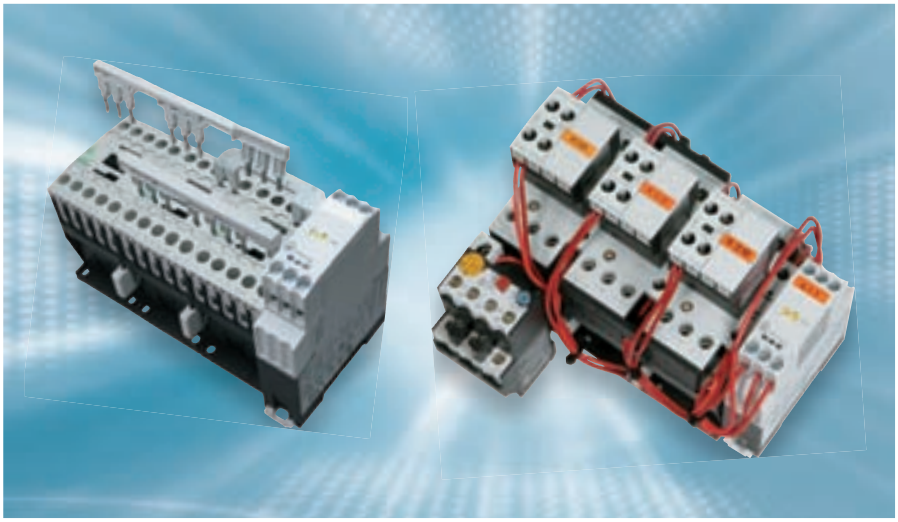


Bild 20: Anschlussfertig montierte und verdrahtete Schaltgeräte-Kombinationen aus dem Produktsystem xStart verkürzen die Verarbeitungs- und Prüfzeiten.

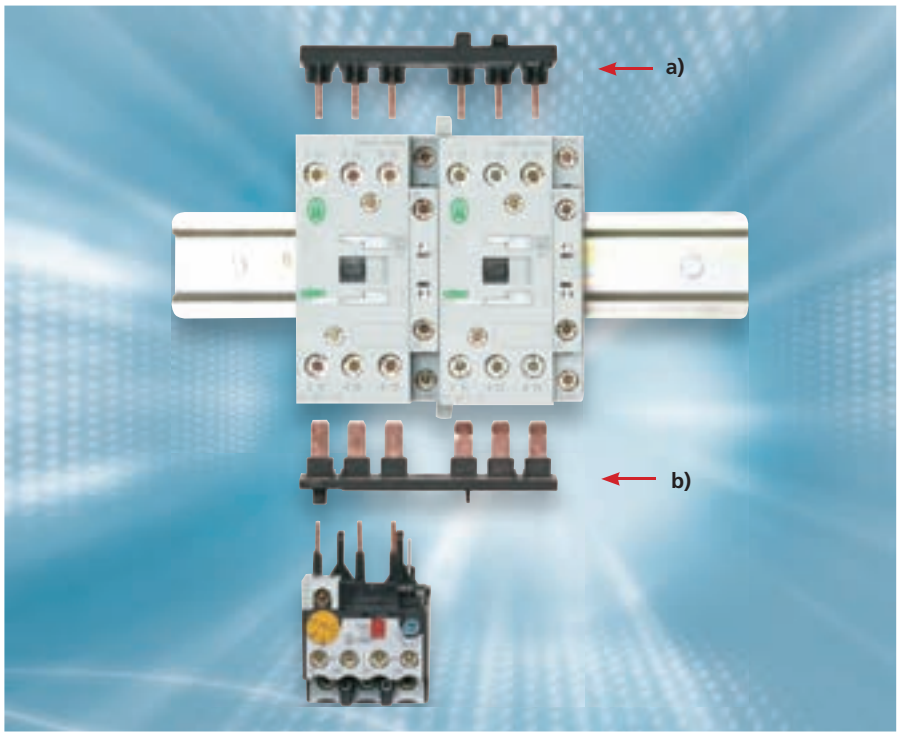


Bild 21: Wende-Schützkombination für Bemessungsströme von 17, 25 oder 32 A mit mechanischer Verriegelung, die durch eine integrierte Kugel keinen zusätzlichen Platz benötigt.
a) Parallel-Brücke M32XP2, b) Reversier-Brücke M32XR

schutzrelais. Die Zeitersparnis durch die Verwendung dieser fertigen Brücken, gegenüber einzelnen Drähten, sollte man nicht unterschätzen. Die Schütze werden mit den Clipsen *DILM32-XVB* oder *DILM150-XVB* mechanisch zu einer Einheit verbunden.

Der Verarbeiter kann alle Kombinationen, wahlweise unter Verwendung der vorgestellten Montage- und Verdrahtungshilfsmittel von *Moeller*, selbst kombinatorisch montieren und verdrahten. Besondere Zeitvorteile ergeben sich durch den Einsatz von, in *Moeller* Werkstätten bereits anschlussfertig vorverarbeiteten Kombinationen, die auch bereits funktionsgeprüft sind. Stückzahlstarke Kombinationen werden im *Moeller* Hauptkatalog angeboten. Bei einem ausreichenden, kontinuierlichen und definierten Bedarf sind auch kundenspezifisch gestaltete Kombinationen möglich. Um Verpackungsmüll zu vermeiden bietet sich bei kundenspezifischen Lösungen, die häufig für Serienausstattungen in größeren Stückzahlen benötigt werden, deren Lieferung in Großverpackungen, statt in Einzelverpackungen an.

Motoren mit „UL 508 Type F" Motorstartern schalten und schützen – nach nordamerikanischen Richtlinien für den weltweiten Einsatz – (Self-Protected Combination Motor Controller)

Für exportierende Schaltanlagenbauer und Maschinenbauer war in der Vergangenheit der Export von Schaltanlagen nach Nordamerika häufig mit bösen Überraschungen verbunden. Grund dafür war, dass in Nordamerika zusätzliche Kurzschlussschutzorgane verlangt werden, die nach den elektrotechnischen Normen in der restlichen Welt nicht erforderlich sind. Zusätzliche Schutzgeräte benötigen zusätzlichen Platz im Schaltschrank, sie müssen zusätzlich koordiniert und in den Dokumentationen berücksichtigt werden. Sie führen über unterschiedliche Schaltanlagen-Layouts zu unerwünschten Variantenfertigungen. Bezüglich der richtlinienkonformen Gestaltung von Motorstartern gibt es hilfreiche, neue Lösungen, die die europäischen Motorschutzschalter aufwerten und nun ein gleichartiges Schaltschranklayout für Nordamerika und für die IEC-Welt ermöglichen. Neben diesen anschließend erläuterten Verbesserungen sind allerdings weiterhin Besonderheiten, wie die Approbationspflicht aller Komponenten und Anlagen oder die Verdrahtung mit AWG-Leitungen beim Export nach Nordamerika zu beachten.

In den USA und in Kanada unterscheidet man, entsprechend **Tabelle 4**, zwischen Geräten für die Energieverteilung (Distribution equipment) und Geräten zum Schalten von industriellen Verbrauchern (Industrial control equipment). Für diese beiden Gerätearten gelten unterschiedliche Normen, mit unterschiedlichen Ansprüchen an die Geräte. In erster Linie sind die Anforderungen an die not-

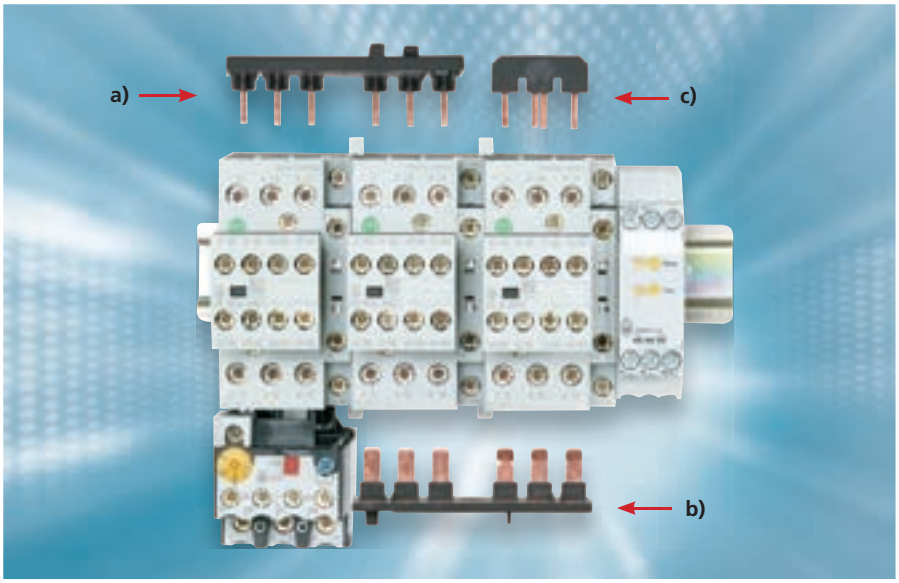


Bild 22: Stern-Dreieck-Kombinationen für 15 bis 30 kW / 400 V mit neuen, besonders platzsparenden Hauptstrombrücken. a) Parallelbrücke M32XP2, b) Dreieckbrücke = Reversierbrücke M32XR, c) Sternpunktbrücke M32XS1

wendigen Luft- und Kriechstrecken und an das Schaltvermögen bei den Geräten für die Energieverteilung höher. „Motorschutzschalter“ aller Fabrikate werden als Industrieschaltgeräte nach UL 508 und CSA-C22.2 No.14 [17] eingestuft, entwickelt, geprüft und approbiert.

Grundsätzlich werden in Nordamerika für alle fernschaltbaren Motorschaltkreise die vier Grundfunktionen

- Trennen (Hauptschalter)
- Kurzschlussschutz
- betriebsmäßiges Schalten (Schütz)
- Überlastschutz

verlangt. Der wesentliche Unterschied gegenüber der internationalen Bewertung besteht darin, dass die handelsüblichen, europäischen Motorschutzschalter, wie *PKZM* oder vergleichbare Geräte, in Amerika als „Manual Motor Controllers“ **nur die** Motor**überlastschutz**funktion erfüllen können. Die Schaltgeräte dieser Bauart werden in ihrer Grundausstattung **nicht als Kurzschluss**schutzorgane anerkannt. Diese Einstufung ist nicht etwa das Ergebnis nicht bestandener Prüfungen, sondern sie liegt nur daran, dass über viele Jahre von den amerikanischen Normen grundsätzlich separat vorgeschaltete Kurzschlussschutzorgane mit größeren Luft- und Kriechstrecken verlangt wurden. Der Motorstarter europäischer Herkunft, der alle Funktionen / Geräte für den Kurzschlussschutz, Überlastschutz und zum betriebsmäßigen Schalten des Motors zusammenfasst (z.B. Leistungsschalter + Schütz + Überstromrelais), wird in Nordamerika als “*Combination Motor Starter*” bezeichnet.

Eine Ergänzung innerhalb der Norm UL 508 bzw. CSA-C22.2 No. 14 brachte eine Erweiterung der Klassifizierung von Combination Motor Controllers um den “Construction Type E”. In dem entsprechenden Anhang werden ein hohes Kurzschlussschaltvermögen und die Einhaltung der größeren Kriech- und Luftstrecken gemäß UL 489 bzw. CSA-C22.2 No. 5-02 [18] auf der Schaltereingangsseite gefordert, um auf ein zusätzlich vorgeschaltetes Kurzschlussschutzorgan verzichten zu können (**Bild 23**).

Gerätearten in Nordamerika	
Geräte für die Energieverteilung (Distribution Equipment)	**Industrieschaltgeräte** (Industrial Control Equipment)
z.B. UL 489, UL 98, UL 248 und CSA-C22.2 No.4, CSA-C22.2 No. 5-02, CSA-C22.2 No. 248	***UL 508, UL 60947 und CSA-C22.2 No.14***
• Leistungsschalter (*UL* 489) • Trennschalter (*UL* 489) • Lasttrennschalter (*UL* 98) • Sicherungslasttrenner (*UL* 98) • Sicherungen (*UL* 248) *UL* ≅ *CSA*-Richtlinie *UL* 98 ≅ *CSA-C22.2 No. 4* *UL* 248 ≅ *CSA-C22.2 No. 248*	• Leistungsschütze • Hilfsschütze • Motorschutzrelais • Motorschutzschalter • Nockenschalter • Befehlsgeräte und Positionsschalter • Elektronische Geräte und Systeme • Freiprogrammierbare Steuerungen
besondere Anforderungen:	**besondere Anforderungen:**
• Diese Geräte müssen in ihrer Bauart sehr robust sein und sie müssen größere Spannungsabstände als die übrigen Schaltgeräte besitzen: (für 301...600 V: 1 Zoll Luftstrecke, 2 Zoll Kriechstrecke im Anschlussraum) • Zulässige Temperaturerhöhung geringer (50 statt 70 °C) • Bauart normalerweise größer als bei IEC-Geräten. • In Schaltanlagen zur Energieverteilung (Switchgear, switchboards, Panelboards) dürfen für die Einspeisung und für die Abgänge nur diese Geräte verwendet werden. • Darüber hinaus werden sie aber auch in Industriesteuerungen als Hauptschalter oder Schutzschalter eingesetzt. • Die Prüfvorschriften für diese Geräte werden besonders streng gehandhabt und die laufende Fertigung unterliegt einer regelmäßigen Kontrolle durch Inspektoren der Prüfbehörden. • Zusätzlich turnusmäßige, vierteljährliche Re-Examination-Prüfungen • Die Typprüfungen für Leistungsschalter mit *UL*- und *CSA*-Approbation gehören zu den schärfsten Prüfungen in der Welt.	• Diese Geräte sind kleiner in ihrer Bauart und die Spannungsabstände sind nicht so groß wie bei Geräten zur Energieverteilung. • Diese Industrieschaltgeräte werden vorwiegend eingesetzt in elektrischen Steuerungen, in Motorstromkreisen und Verbraucherstromkreisen jeglicher Art, in Motorstarterverteilungen (*MCC*) und zur Ergänzung in Anlagen für die Energieverteilung. • Sie können in Steuerungen direkt mit Geräten zur Energieverteilung kombiniert werden, z.B. mit Leistungsschaltern als Hauptschalter oder in einem Motorabgang. • Auch hier wird die laufende Fertigung von Inspektoren der Prüfbehörden kontrolliert; die Kontrollbestimmungen sind hier jedoch nicht so weitgehend wie bei den Leistungsschaltern. • Tendenziell IEC-freundlicher

Tabelle 4: Unterscheidung zwischen Gerätearten in Nordamerika und Zuordnung zu den nordamerikanischen Richtlinien UL 508 und CSA-C22.2 No.14 [17], beziehungsweise UL 489 und CSA-C22.2 No. 5-02 [18]. UL ... kennzeichnet die Richtlinien der USA und CSA... kennzeichnet die Richtlinien Kanada's. UL 98 = [19], UL 248-1 = [20]

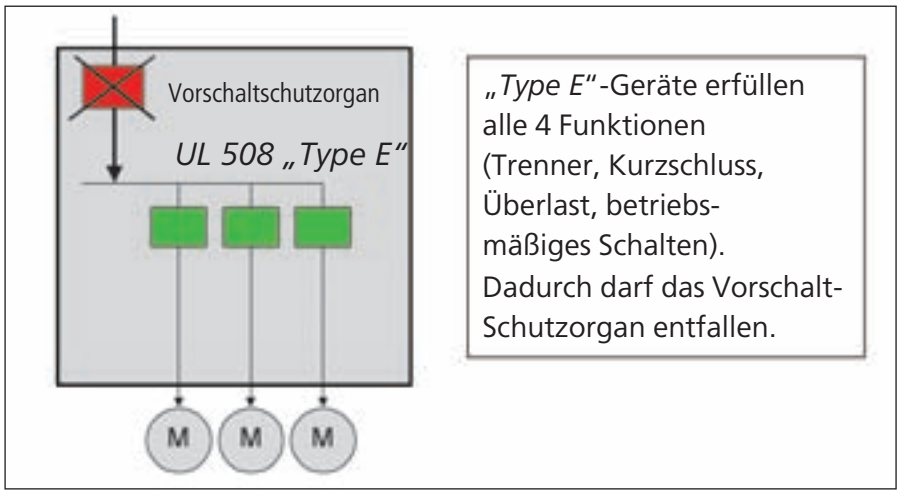


Bild 23: „UL 508 Type E“- Geräte, nach UL / CSA-Richtlinien, erfüllen aufgrund größerer Luft- und Kriechstrecken auf der Eingangsseite des Motorschutzschalters und aufgrund des hohen Schaltvermögens alle 4 Funktionen eines Motorstarters, dadurch kann das Vorschaltschutzorgan entfallen. „Type E“-Geräte werden in Nordamerika als Self-Protected Motor Starter bezeichnet.

Die Motorschutzschalter *PKZM 0* und *PKZM 4* ermöglichen sehr interessante Realisierungsmöglichkeiten als UL 508 Type E-Starter im System *xStart*. Im Bausteinsystem dürfen mehrere *PKZM 0* oder *PKZM 4* zusammen mit den vorgestellten Drehstromschienenblöcken und **speziellen Einspeiseklemmblöcken** *BK25...**-E*** bzw. *BK50/3-PKZ4**-E*** (**Bild 13**) eingesetzt werden. Entscheidend für die Type E-Zulassung sind diese Einspeiseblöcke. Nur diese müssen die vergrößerten Luft- und Kriechstrecken nach UL 489 aufweisen. Die Einsatzmöglichkeit der Drehstromschienenblöcke ist ein willkommener Zusatznutzen.

Diese Lösungen ermöglichen einen, in der *IEC*-Welt üblichen, ökonomischen und platzsparenden Steuerungsaufbau, da bei diesen Lösungen mehrere Motorschutzschalter eingangsseitig mit Drehstromschienenblöcken versorgt werden können. Der neue, etwas größere Einspeiseklemmblock stellt den Unterschied zur bisherigen internationalen Lösung dar und er kann nun weltweit in allen Schaltanlagen eingesetzt werden. Es ist zu beachten, dass „UL 508 Type E“-Starter nur in geerdeten Netzen eingesetzt werden dürfen (z.B. 480Y/277 V).

Durch den Einsatz des „UL 508 Type E“-Starters ergeben sich folgende Vorteile:

- einfache Projektierung, da die Zuordnung zu einem (oft unbekannten) extern vorgeschalteten Kurzschlussschutzorgan entfällt, bzw. weil der Einbau eines zusätzlichen Kurzschlussschutzorgans in die Schaltanlage entfällt,
- Platzersparnis bei der Gerätemontage,
- die Verdrahtungsarbeiten zwischen den zusätzlichen Komponenten entfallen,
- geringere Gerätekosten und geringere Schaltanlagenkosten,
- eine Annäherung an die in der *IEC*-Welt übliche Form des Steuerungsaufbaus.

Die beschriebenen (handbetätigten) „**manual UL 508 Type E**“- Schutzgeräte (z.B.*PKZM0*-.. und Einspeiseklemmen *BK25-..-E*) sind eigentlich nur ein Zwischenschritt bei der Lösung des Exportproblems. In der Regel will man bei Maschinenausrüstungen Motoren automatisiert mit Schützen schalten. Hier hilft die nächste Erweiterung der Richtlinien, aus „manual UL 508 Type E Startern“ entstehen durch die Kombination mit Schützen „**UL 508 Type F Combination Starter**“ (**Bild 24**). Nach **Bild 25** benötigen „Type F Combination Starter“ ebenfalls kein Vorschaltschutzorgan. Es ist zu beachten, dass „Type F“-Starter, wie die „Type E“-Starter, nur in geerdeten Netzen eingesetzt werden dürfen (z.B. 480Y/277 V). „UL 508 Type F“-Starter gibt es z.Z. nur für die USA, weil Kanada die Richtlinienerweiterung noch nicht übernommen hat.

Ein reines Bausteinsystem, bei dem der Hersteller oder der Schaltanlagenbauer approbierte Bausteine in Eigenverantwortung kombiniert, gibt es in Nordamerika nicht. Zulässig sind nur Kombinationen, die in den *Moeller* Approbationsakten erwähnt sind. Alle zulässigen, bzw. sinnvollen Kombinationen, die zu Type-Startern führen, wurden von *Moeller* in die Approbationsakten aufgenommen. Alle Drehstromschienenblöcke besaßen bereits die *UL*- und *CSA*-Approbationen. Es ist sinnvoll, bei der Auswahl der Kombinationen immer

Bild 24: Beispiel für UL 508 Type F Combination Starter entstehen aus handbetätigten UL 508 Type E-Geräten und Schützen. Die Kombinationen müssen in den Approbationsakten des Schaltgeräteherstellers gelistet sein.

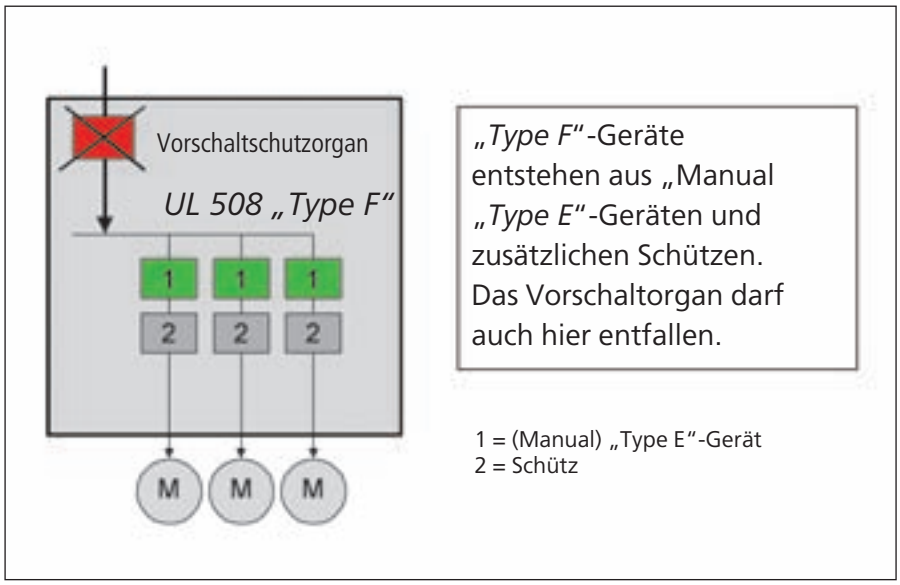


Bild 25: „Type F Combination Starter“ erfüllen alle 4 Funktionen eines Motorstarters nach UL 508, dadurch kann auch hier das Vorschaltschutzorgan entfallen.

die aktuellen Auswahllisten der Hersteller zu Rate zu ziehen, da es hier ständig Weiterentwicklungen gibt, die z.T. wesentliche technische und ökonomische Vorteile bieten. Ausführliche Informationen zu dem schwierigen Thema „Motorstarter für den Einsatz in Nordamerika“ stellt ein weiterer Aufsatz [21] bereit.

Die kleinste Schaltanlage – Motorschutzschalter im Aufbaugehäuse –

Zu den vielseitigsten Schalt- und Schutzgeräten gehören die Motorschutzschalter. Sie sind bereits alleine komplette Motorstarter. Bei vielen Anwendungen, bei denen nicht so häufig und nicht aus der Ferne geschaltet wird, ist der Motorschutzschalter die erste Wahl.

Merkmale, die Motorschutzschalter zu universellen Schalt- und Schutzgeräten machen

Grundausstattung der Motorschutzschalter *PKZM 0* und *PKZM 4*

- für den Motorschutz optimierte Leistungsschalter,
- manuell, betriebsmäßig schalten,
- eindeutige Schaltstellung anzeigen,
- stromabhängig, eigenfester Selbstschutz bis 150 kA möglich,
- bei größeren Bemessungsströmen, bedarfsorientierter Selbstschutz bis 50 kA bei 400 V oder Gruppenschutz für mehrere Schalter,
- einsetzbar bis 690 V,
- Personenschutz durch allpoliges Freischalten und schnelles Auslösen,
- fest eingestellter, gleichzeitiger Kurzschlussschutz für Leitungen und Betriebsmittel,
- einstellbarer Überlastschutz für Leitungen und Betriebsmittel,
- für Bemessungsströme bis 65 A, für über 90 % aller Drehstrommotoren,
- ebenfalls gut geeignet zum Schalten und Schützen von ohmscher Last,
- durch die Phasenausfallempfindlichkeit geeignet für den Schutz von EEx e-Motoren, mit Zulassung nach ATEX 100a [22],
- schnelle Wiederbereitschaft nach der Fehlerbeseitigung,
- Weltmarktgeräte, mit allen notwendigen Approbationen und Zulassungen,

optionale Funktionen der Motorschutzschalter *PKZM 0* und *PKZM 4*

- mit hoher Schutzart montieren und kapseln,
- gelegentlich aus der Ferne auslösen,
- Schutz gegen selbsttätigen Wiederanlauf, durch Unterspannungsauslöser,
- Einsatz als Haupt- oder Hauptstrom-NOT-AUS-Schalter,
- Trennung des NOT-AUS-Stromkreises durch voreilende Hilfsschalter,
- vielseitige Abschließbarkeit,
- vielfältige, differenzierte Zustandssignalisierung, bis hin zur vernetzbaren Lösung,
- umfangreiches Systemzubehör.

Tabelle 5: Konstruktive Merkmale machen Motorschutzschalter zu universellen Schalt- und Schutzgeräten.

Bild 26: In der Mitte und links die Motorschutzschalter PKZM 4 und PKZM 0 mit Drehantrieben, rechts der neue PKZM 01 mit Drucktastenbetätigung.

In einem Gerät sind auf kleinstem Raum die vielfältigen Funktionen, nach **Tabelle 5**, vereint. Motorschutzschalter sind kleine Leistungsschalter, sie werden nach den Richtlinien IEC / EN 60 947-2 [23] und der Motorstarter-Richtlinie IEC / EN 60 947-4-1 [24] entwickelt und geprüft. Sie besitzen Trennereigenschaften nach der IEC / EN 60 947-3 [25].

Der *PKZM* ist das Synonym für Motorschutzschalter. Motorschutzschalter *PKZM* werden bei dezentralisierten elektrischen Ausrüstungen immer häufiger als Hauptschalter oder als NOT-AUS-Schalter im Hauptstromkreis eingesetzt. Für den Einsatz im Schaltschrank empfehlen sich die Schalter mit Drehantrieben (**Bild 26** Mitte und rechts), deren Strombereiche nun bis 65 A reichen. Für die Schaltschrankmontage gibt es die typischen Türkupplungs-Drehgriffe mit oder ohne Türverriegelungen. Achsverlängerungen mit zentrierter Führung erleichtern die Anpassung an unterschiedliche Schranktiefen.

Die beliebte Drucktastenbetätigung wurde, im Rahmen des neuen Produktsystems *xStart* von *Moeller*, wieder eingeführt. Direkt an einfachen Maschinen, ist die Druckbetätigung die ergonomisch günstigste Betätigung (**Bild 26** links). Im Notfall will man den Schalter einfach „ausschlagen". Viele Anwender wünschen die Druckbetätigung, weil sie Kipp- oder Wippbetätigungen nicht als gleichwertig empfinden. Deshalb gibt es neben dem Drehantrieb jetzt wieder die klassische Druckbetätigung, beim *PKZM 01*, für Ströme bis 16 A. Auch die aufgesetzte Pilztaste für die NOT-AUS-Betätigung an der einfachen Maschine kehrt zurück. Alle *PKZM* können wahlweise offen, im Isolierstoff-Aufbaugehäuse mit hoher Schutzart oder mit der bewährten Einbauplatte für die Montage direkt in das Maschinen- oder Apparate-Gehäuse (**Bild 27**) eingesetzt werden.

Handliche Auswahlhilfen für Motorstarter

Ergänzend zu den umfangreichen Auswahlseiten in der *Moeller* Hauptpreisliste stellt *Moeller* ein PC-basierendes elektronischen Auswahlprogramm für Motorstarter zur Verfügung. Hier werden neben unterschiedlichen Betriebsspannungen, verschiedene Kurzschlussleistungen und Zuordnungsarten [24], sowie schmelzsicherungslose und schmelzsicherungsbehaftete Kombinationen berücksichtigt. Dieses kleine Programm stellt *Moeller* kostenlos im Internet (**www.moeller.net**) bereit. Für den Praktiker steht außerdem ein seit Jahren beliebter Auswahlschieber aus Karton zur Verfügung, der über die notwendige Betriebsspannung und die Motorleistung, ohne PC, zur Gerätedimensionierung mit einer Kurzschlusskoordination für die Zuordnungsarten „1" oder „2" führt (**Bild 28**). Zusätzlich werden Standardleitungsquerschnitte und zulässige Leitungslängen, für eine normkonforme Auslösung der Schutzorgane, angegeben, die nach den individuellen Installationsbedingungen variiert werden können. Der Auswahlschieber verfügt über mehrere Varianten des verschiebbaren Teils mit den Zahlenwerten für Direkt- und Wendestarter, sowie für Stern-Drei-

Bild 27: Die kleinsten, kompletten Schaltanlagen: Einbau in Aufbaugehäuse, mit oder ohne Pilztaste für NOT-AUS, oder Montage des PKZM 01 mit der Einbauplatte, direkt ins Maschinengehäuse.

Bild 28: Als einfaches Tool ermöglicht der Moeller Auswahlschieber die Dimensionierung unterschiedlicher Motorstarter-Typen unter Berücksichtigung der gewünschten Zuordnungsart für die Kurzschlusskoordination.

eckstarter. Der Auswahlschieber kann kostenlos bei *Moeller* angefordert werden.
Zusätzliche elektronische Auswahl-, Konfigurierungs- und Projektierungstools unterstützen den Bau von Schaltanlagen, bestehend aus *xEnergy* -Gehäusen und –Montagesystemen, sowie die Bestückung mit Moeller Schalt- und Schutzgeräten. So verfügt *xEnergy* über vorbereitete Leistungsschalter-Einbausätze mit den notwendigen Traversen und Frontblenden.
Im System *xEnergy* findet man auch das 17,5 mm Tiefenraster der Leistungsschalter *NZM* wieder, welches einen frontseitig schlüssigen Einbau von Schaltern unterschiedlicher Baugrößen ermöglicht. Auch der optimierte Einsatz von *xStart* -Schaltgeräten wurde vorbereitet.

Verbindlichkeit

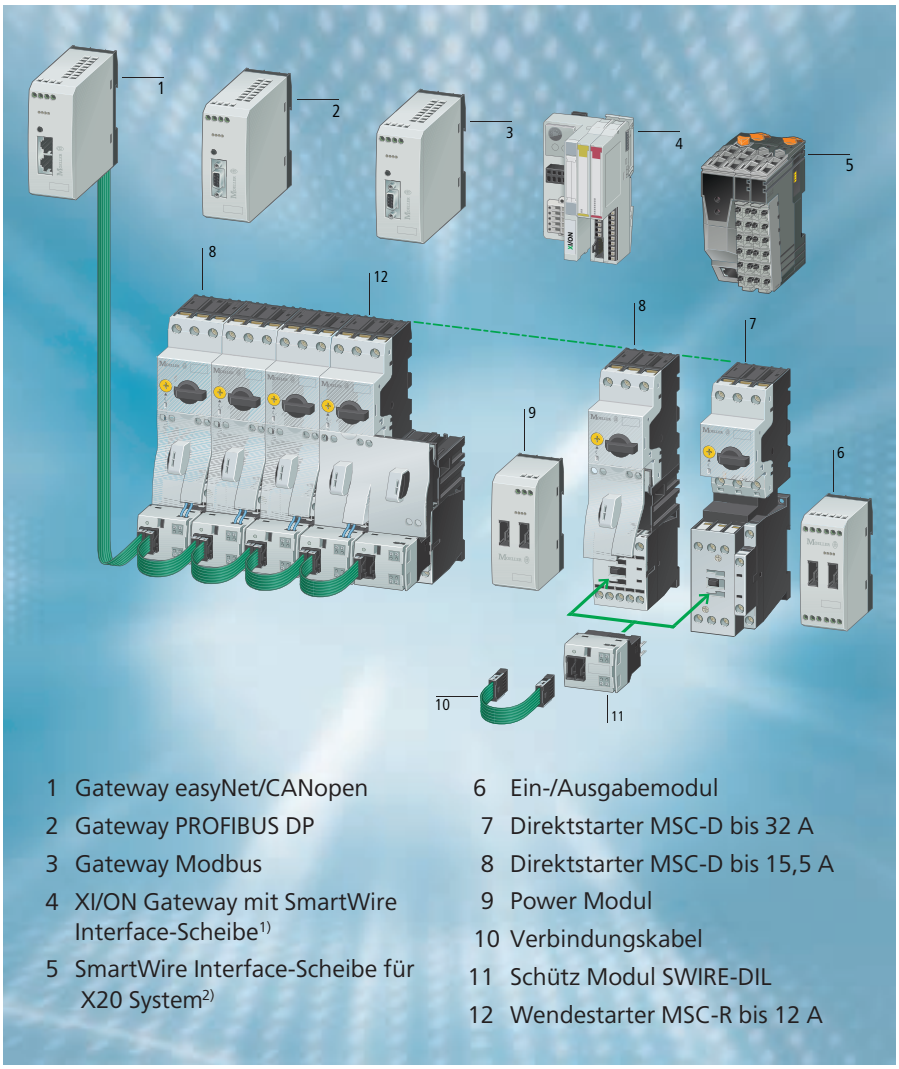
Der Aufsatz stellt den Entwicklungsstand und den Stand der internationalen Normen im Juni 2004 dar. Änderungen sind nicht ausgeschlossen. Verbindlich sind immer die Angaben in den jeweils gültigen Katalogen der Fa. *Moeller*. Hier findet man auch detaillierte Angaben zu Motorstartern für unterschiedliche Zuordnungsarten und Spannungen nach IEC / EN 60 947-4-1 [24]. Die Approbationen und Zulassungen sind beantragt.

SmartWire – Motorstarter verbinden statt verdrahten

Bislang wurden Motorstarter aufwändig mit den I/O Karten der SPS verbunden. SmartWire erlaubt nun den Anschluss von Schaltgeräten an eine SPS ohne aufwändige Steuerstromverdrahtung. Die Steuerstromverdrahtung zwischen der Steuerung und den Schaltgeräten wird ersetzt durch steckbare, vorkonfektionierte Verbindungskabel. Bis zu 16 Motorstarter können so mit der SPS verbunden werden.

Substitution der Steuerverdrahtung

Bislang muss der Motorstarter zur Ansteuerung und zur Rückmeldung des Schaltzustandes aufwändig über Einzelkabel mit der SPS verbunden werden. Dieser Vorgang ist planungs- und arbeitsintensiv. Aufgrund der vielen Verbindungen besteht in jeder Phase die Möglichkeit der fehlerhaften Verdrahtung. Die Verbindung der Motorstarter mit SmartWire bietet dagegen eine verblüffend einfache und übersichtliche Lösung. Um einen Motorstarter SmartWire-fähig zu machen, steckt der Anwender einfach ein SmartWire-Modul auf das Schütz. Dieses Modul bietet eine sechspolige Steckverbindung, die die Steuerstromverbindungen ersetzt. Die SmartWire Kabel werden dann einfach zusammengesteckt.



Der SmartWire Systembaukasten zur Verbindung von Motorstartern und Schützen

Wegfall der SPS-I/O-Ebene

Die Steuerstromverdrahtung entfällt nicht nur am Schaltgerät, sondern auch an der SPS. Somit werden auch die Kosten für Ein-/Ausgabe-Baugruppen eingespart, die nun nicht mehr benötigt werden. Überall dort wo es auf eine kompakte Bauweise ankommt, bietet der gewonnene Raum die Möglichkeit für ein effektives Schaltschrankdesign. Die Ankopplung der Motorstarter an die SPS erfolgt über ein Gateway. Es stehen Gateways für PROFIBUS DP, easyNet, CANopen und Modbus zur Verfügung. Weiterhin können die SmartWire Module direkt an das Automatisierungssystem der Firmen Micro Innovation und B&R angeschlossen werden.

Standard-Schaltgeräte

SmartWire ist eine Ergänzung der bewährten Moeller Schaltgeräte und als Zubehör für die Standard-Geräte konzipiert. Die Flexibilität der Schaltgeräte bleibt voll erhalten, da auch das bekannte Systemzubehör weiter verwendet werden kann. Durch die Verwendung der Standard-Geräte werden die Lagerhaltungskosten nicht unnötig erhöht und die weltweite Verfügbarkeit von Ersatzteilen ist gegeben.

Vorteile auf einen Blick:

- Substitution der Steuerverdrahtung
- Substitution der SPS I/O-Ebene
- Hohe Flexibilität durch Verwendung von Standardgeräte der xStart-Reihe
- Reduzierung der Projektierungs- und Dokumentationskosten durch Wegfall von Klemmstellen
- Reduzierung der Inbetriebnahmekosten durch Vermeidung von Verdrahtungsfehlern
- Reduzierung der Lagerhaltungskosten durch Verwendung von Standardgeräten

[1)] Produkt bei Micro Innovation GmbH erhältlich. Info unter *www.microinnovation.com*

[2)] Produkt bei B&R Industrie-Elektronik Ges.m.b.H. erhältlich
Info unter *www.br-automation.com*

Literatur:

[1] Produktinformation
„xStart: effiziente Lösungen für den Motorabgang“
W1200+2100-7548D
Moeller GmbH, Bonn, 04/2004

[2] Fachkatalog „Typgeprüftes Schaltanlagensystem für die Gebäudeinfrastruktur bis 4000 A“
FK4810-1143D,
Moeller GmbH, Bonn, 04/2004

[3] „Zukunft gestalten.
Mit xEnergy schalten“
W4600-7553D,
Moeller GmbH, Bonn, 04/2004

[4] Wolfgang Esser,
„Schalt- und Schutzgeräte in Maschinensteuerungen“
Elektropraktiker, Berlin 57 (2003) 11

[5] Wolfgang Esser,
„Hauptanwendungsgebiete von Leistungsschaltern“
Elektropraktiker, Berlin 57 (2003) 9

[6] Wolfgang Esser,
Dr. Johannes Meissner,
„Leistungsstarke Betriebsmittel mit Vakuum-Schützen ökonomisch schalten“
VER2100-929D,
Moeller GmbH, Bonn, 2003

[7] IEC 60 439-1, DIN EN 60 439-1, VDE 0660 Teil 500: 2000-08,
„Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 500: Typgeprüfte und partiell typgeprüfte Kombinationen.“
VDE-Verlag, Berlin-Offenburg

[8] IEC 60 439-3, DIN EN 60 439-3 (VDE 0660 Teil 504): 2002-05,
„Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 3: Besondere Anforderungen an Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen zu deren Bedienung Laien Zutritt haben – Installationsverteiler“
VDE-Verlag, Berlin-Offenburg

[9] IEC / EN 60 204-1, „Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: AllgemeineAnforderungen“

[10] Wolfgang Esser,
„Kommunikation bei Leistungsschaltern immer wichtiger“
Elektropraktiker, Berlin 57 (2003) 1,
Sonderdruck VER 1230-930,
Moeller GmbH, Bonn

[11] Wolfgang Esser,
„Softwarelösungen erhöhen die Wirtschaftlichkeit automatisierter Maschinen und Anlagen“
Automatisierungstechnische Praxis, 44 (2002) Heft 9 atp

[12] Wolfgang Esser,
„Die neue Motorstarter-Generation xStart, auch wieder mit anwendungsorientierten Highlights!“,
VER 2100-937 D,
Moeller GmbH, Bonn, 2004

[13] IEC 60 715, DIN EN 60 715: 2001
„Abmessungen von Niederspannungsschaltgeräten, genormte Tragschienen für die mechanische Befestigung von elektrischen Geräten in Schaltanlagen“

[14] Wolfgang Esser,
„Mehr bewegen – rund um den Motor, Analyse und Entwicklung der Antriebstechnik in Maschinen- und Anlagenbau.“
VER 2100+2300-920 D,
Moeller GmbH, Bonn, 2000

[15] Manfred Hilger
„RAPID LINK: Schneller Anschluss für den Materialfluss“
Sonderdruck aus der Zeitschrift ETZ, VER 0000-927D,
Moeller GmbH, Bonn, 02 /2002

[16] Otmar Feurstein,
„Effizient warten – dezentral starten“
Sonderdruck aus der Zeitschrift Fördertechnik, VER 0000-933D,
Moeller GmbH, Bonn, 07/2003

[17] USA: UL 508,
„Industrial Control Equipment“
Kanada: CSA-C22.2 No. 14,
“Industrial Control Equipment, Industrial Products“

[18] USA: UL 489, „Molded Case Circuit Breakers, Molded Case Switches and Circuit Breaker Enclosures“
Kanada: CSA-C22.2 No. 5-02,
„Moulded Case Circuit Breakers“

[19] UL 98, Standards for Safety,
“Enclosed and Dead-Front Switches“

[20] UL 248-1 … 16, Standards for Safety, „Low Voltage Fuses“

[21] Wolfgang Esser,
„Besondere Bedingungen für den Einsatz von Motorschutzschaltern und Motorstartern in Nordamerika“, VER1210+1280-928D,
Moeller GmbH, Bonn, 2003

“Special consideration governing the application of Manual Motor Controllers and Motor Starters in North America“,
VER1210+1280-928GB
Moeller GmbH, Bonn, 2003,
oder im Internet: deutsch: http://www.moeller.net/binary/ ver_motorstarterna_de.pdf,
englisch: http://www.moeller.net/binary/ ver_motorstarterna_en.pdf

[22] ATEX 100a, Richtlinie 94/9/EG, v. 23.3.94, zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, ABI. L 100 vom 19.4.1994

[23] IEC / EN 60 947-2 und DIN VDE 0660 Teil 101 „Niederspannungsschaltgeräte Teil 2: Leistungsschalter“

[24] IEC / EN 60 947-4-1 und DIN VDE 0660 Teil 102 „Niederspannungsschaltgeräte Teil 4-1: Elektromechanische Schütze und Motorstarter“

[25] IEC / EN 60 947-3 und VDE 0660 Teil 107 „Niederspannungsschaltgeräte Teil 3: „Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten“

Deutschland
Internet: www.moeller.net

Berlin
Moeller Electric GmbH
Moeller Haus Berlin
Ullsteinstraße 87
12109 Berlin
Tel. (0 30) 70 19 02-0
Fax (0 30) 70 19 02-39
E-Mail: moeller-berlin@moeller.net

Düsseldorf
Moeller Electric GmbH
Moeller Haus Düsseldorf
Im Taubental 32
41468 Neuss
Tel. (0 21 31) 3 17-0
Fax (0 21 31) 3 17-1 11
E-Mail: moeller-duesseldorf@moeller.net

Frankfurt
Moeller Electric GmbH
Moeller Haus Frankfurt
Berner Straße 111
60437 Frankfurt
Tel. (0 69) 5 00 89-0
Fax (0 69) 5 00 89-2 70
E-Mail: moeller-frankfurt@moeller.net

Hamburg
Moeller Electric GmbH
Moeller Haus Hamburg
Georgswerder Bogen 3
21109 Hamburg
Tel. (0 40) 7 50 19-0
Fax (0 40) 7 50 19-2 69
E-Mail: moeller-hamburg@moeller.net

München
Moeller Electric GmbH
Moeller Haus München
Wernher-von-Braun-Straße 5
85640 Putzbrunn
Tel. (0 89) 4 60 95-0
Fax (0 89) 4 60 95-2 67
E-Mail: moeller-muenchen@moeller.net

Stuttgart
Moeller Electric GmbH
Moeller Haus Stuttgart
Schelmenwasenstraße 32
70567 Stuttgart
Tel. (07 11) 6 87 89-0
Fax (07 11) 6 87 89-99
E-Mail: moeller-stuttgart@moeller.net

Schweiz
Internet: www.moeller.ch

Lausanne
Moeller Electric SA
Ch. du Vallon 26
1030 Bussigny
Tel. +41 21 637 65 65
Fax +41 21 637 65 69
E-Mail: lausanne@moeller.net

Zürich
Moeller Electric AG
Im Langhag 14
8307 Effretikon
Tel. +41 52 354 14 14
Fax +41 52 354 14 88
E-Mail: effretikon@moeller.net

Österreich
Internet: www.moeller.at

Graz
Moeller Gebäudeautomation GmbH
Vertriebsbüro Graz
Kappellenstraße 38
8020 Graz
Tel. (03 16) 27 14 50
Fax (03 16) 27 14 50-19
E-Mail: info.aut@moeller.net

Innsbruck
Moeller Gebäudeautomation GmbH
Vertriebsbüro Innsbruck
Bundesstraße 27
6063 Rum/Innsbruck
Tel. (05 12) 26 34 00
Fax (05 12) 26 34 00-11
E-Mail: info.aut@moeller.net

Klagenfurt
Moeller Gebäudeautomation GmbH
Vertriebsbüro Klagenfurt
Mageregger Straße 63
9020 Klagenfurt
Tel. (04 63) 4 58 14
Fax (04 63) 4 51 43
E-Mail: info.aut@moeller.net

Linz
Moeller Gebäudeautomation GmbH
Vertriebsbüro Linz
Peintnerstraße 6a
4060 Linz/Leonding
Tel. (07 32) 67 74 80-0
Fax (07 32) 67 74 89
E-Mail: info.aut@moeller.net

Salzburg
Moeller Gebäudeautomation GmbH
Vertriebsbüro Salzburg
Gewerbepark/
Vogelweiderstraße 44a/4
5020 Salzburg
Tel. (06 62) 88 22 67-0
Fax (06 62) 88 22 67-10
E-Mail: info.aut@moeller.net

Wien
Moeller Gebäudeautomation GmbH
Vertriebsbüro Wien
Scheydgasse 42
1215 Wien
Tel. (01) 2 77 45-0
Fax (01) 2 77 45-33 00
E-Mail: info.aut@moeller.net

Moeller Field Service
Moeller GmbH
Industrieautomation
Field Service, HQ
Hein-Moeller-Straße 7-11
53115 Bonn
Tel. +49 (0) 228 6 02-3640
Fax +49 (0) 228 6 02-1789
E-Mail: fieldservice@moeller.net
www.moeller.net/fieldservice

Moeller Adressen weltweit:
www.moeller.net/address

E-Mail: info @moeller.net
Internet: www.moeller.net
www.eaton.com

Herausgeber: Moeller GmbH
Hein-Moeller-Str. 7-11
D-53115 Bonn

© 2008 by Moeller GmbH
Änderungen vorbehalten

VER2100-938D ip 08/08
Printed in Germany (08/08)
Artikelnr.: 289111

Powering Business Worldwide

Eaton ist ein weltweit tätiges diversifiziertes Technologie- und Dienstleistungsunternehmen mit den Geschäftsfeldern Electrical, Fluid Power, Truck und Automotive.

Mit seinem Geschäftsfeld Electrical ist Eaton global führend beim Verteilen, Steuern und Schalten elektrischer Energie und ein weltweiter Anbieter von Produkten und Dienstleistungen für die unterbrechungsfreie Stromversorgung und Industrieautomation.

Zum Geschäftsfeld Eaton Electrical gehören die Marken Cutler-Hammer®, MGE Office Protection Systems™, Powerware®, Holec®, MEM®, Santak und Moeller.

www.eaton.com

MOELLER
An Eaton Brand