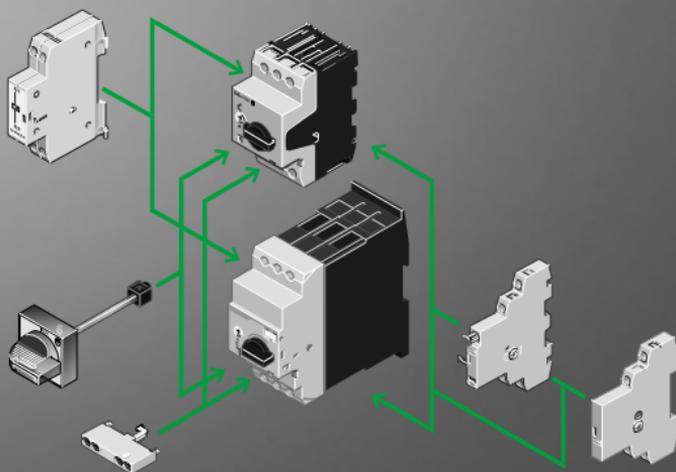


Technisches Buch

Motorschutz im Überblick

Claudia Pawlowski



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

1. Auflage 2001, Redaktionsdatum 02/01

© Moeller GmbH, Bonn

Autor: Claudia Pawlowski

Redaktion: Heidrun Riege

Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt. Senden Sie uns bitte zwei Belegexemplare zu.

Änderungen vorbehalten.

Gedruckt auf Papier aus chlor- und säurefrei gebleichtem Zellstoff.

Motorschutz im Überblick

Wissenswertes über Motorschutz,
Anlagenschutz und Leitungsschutz
mit Motorschutzschaltern PKZ

Inhalt

Vorwort		5
Begriffe und Kenngrößen eines Motorschutzschalters		7
	Etwas über den Motor	7
	Normen und Vorschriften	8
	– IEC/EN 60 947	8
	– IEC/EN 60 204-1	8
	Begriffe und Kenngrößen	8
Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter		11
	Motorschutzschalterreihe PKZM0 und PKZM4	11
	Motorschutzschalter PKZ2	17
	Das Schaltschloss	21
	– Verlinken	21
	– Freigeben	21
	Der thermische Auslöser	22
	Der magnetische Auslöser	23
Typische Anwendungen		25
	Der PKZ, ein Weltmarktgerät	25
	Thermistorschutz – die Ergänzung für schwierige Fälle	30
	– Vorteile der direkten Temperaturüberwachung	30
Motorstarter, mehr als nur Motorschutz		31
	Schmelzsicherungslose Motorstarter	31
	Zuordnungsarten	31
	Vernetzbare Motorstarter	33
	– KLAS	33
Quellennachweis		35
Stichwortverzeichnis		37

Notizen

Vorwort

Seit über 65 Jahren (seit 1932) werden bei der Moeller GmbH Motorschutzschalter hergestellt. Seitdem wurden immer wieder mit neuen Entwicklungen Trends im Schutz von Elektromotoren mitbestimmt. So z. B. auch der Trend weg von der Druckbetätigung hin zur Drehbetätigung.

Doch was ist eigentlich ein Motorschutzschalter und wie funktioniert er? Was kann das Zubehör? Diese Fragen wollen wir mit der vorliegenden Broschüre beantworten.

Für welche Einsatzgebiete kann der Motorschutzschalter verwendet werden? Wo liegt der Unterschied zu anderen Schutzgeräten? Auf diese und andere Fragen erhalten Sie in unserem weiterführenden Fachbuch **FB1210+1280-0034** eine Antwort. Darüber hinaus befinden sich im Anhang einige nützliche Tabellen, Formeln und Hinweise, die den Einsatz eines Motorschutzschalters hilfreich unterstützen.

Notizen

Begriffe und Kenngrößen eines Motorschutzschalters

Etwas über den Motor

Motoren können im Gegensatz zu anderen Stromverbrauchern, wie Glühlampen, Leuchtstoffröhren und Heizwiderständen überlastet werden. Solche Überlastungen entstehen z. B.

- weil sich die Reibungsverhältnisse der angetriebenen Maschinen ändern,
- weil Pumpen gegen andere Druckhöhen arbeiten müssen,
- wenn das Werkzeug stärker angreift, der Förderwagen stärker beladen wird,
- durch zu lange Anläufe bzw. Bremsvorgänge,
- durch blockierte Läufer.

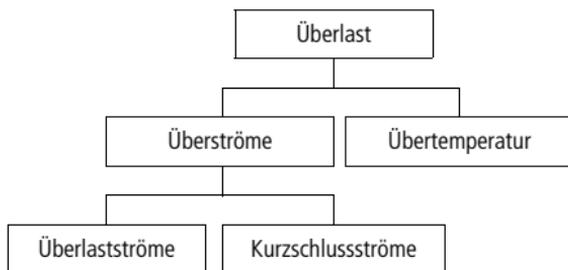


Abbildung 1: Aufspaltung von Überlast

Motoren, die für ein bestimmtes Verhältnis zwischen Last, Einschalt- und Ausschaltzeit ausgelegt werden, können auch durch Verlängerung der Einschaltzeit oder Verringerung der Ausschaltzeit bei gleichbleibender Stromaufnahme überlastet werden. Durch solche Zeitänderungen verändert sich auch der Drehmomentenverlauf. Steigt das Drehmoment an, so nimmt die Stromaufnahme ebenfalls zu und je höher die Stromaufnahme, desto höher die Temperatur am Motor.

Eine lang anstehende erhöhte Stromaufnahme kann zur Gefährdung oder Zerstörung der Isolation der Motorwicklung führen.

Für die Lebensdauer von Motoren ist die Einhaltung der Temperaturgrenzen entscheidend. Untersuchungen haben ergeben, dass schon bei andauerndem geringfügigem Überschreiten der zulässigen Dauertemperaturen eine

merkbar Verkürzung der Lebensdauer eintritt. Als groben Richtwert kann man annehmen, dass sich die Lebensdauer einer Wicklungsisolierung je 10 °C Temperaturüberschreitung etwa halbiert.

Um eine dauernde thermische Überlastung des Motors zu verhindern werden in der IEC 947 genaue Anforderungen an den Überlastauslöser eines Motorschutzschalters oder -relais aufgeführt:

Bei einer Raumtemperatur von 20 °C, ausgehend aus dem kalten Zustand darf ein Überlastauslöser bei einem Überstrom von 5 % binnen zwei Stunden, in allen drei Polen, nicht auslösen. Bei Steigerung des Stromes auf 120 % des Nennstromes muss das Gerät innerhalb von zwei Stunden auslösen. Dabei wird von einer langandauernden Vorbelastung mit Nennstrom ausgegangen.

Begriffe und Kenngrößen eines Motorschutzschalters

Normen und Vorschriften

IEC/EN 60 947

Die internationale Vorschrift IEC/EN 60 947 beschreibt die konstruktiven Merkmale, Funktionseigenschaften und Prüfungen der Niederspannungsschaltgeräte und ist seit 1989 gültig. Sie findet sich in der deutschen Vorschrift VDE 0660 wieder. Die Motorschutzschalter PKZ erfüllen die IEC/EN 60 947-1 (Allgemeine Festlegungen), die IEC/EN 60 947-4-1 (Elektromechanische Schütze und Motorstarter) und teilweise die IEC/EN 60 947-2 (Leistungsschalter).

IEC/EN 60 204-1

Die IEC/EN 60 204 (VDE 0113) behandelt die elektrische Ausrüstung von Industriemaschinen. Diese Vorschrift betrachtet nicht das Gerät als solches, sondern versteht sich als Errichtungsvorschrift und gibt die Eigenschaften vor, die vom jeweiligen Produkt erfüllt werden müssen. So sind hier z. B. Eigenschaften eines Hauptschalters, einer Netztrenneinrichtung oder eines NOT-AUS-Schalters festgelegt.

Begriffe und Kenngrößen

Bemessungsdauerstrom I_u ist der Strom, den der Motorschutzschalter im Dauerbetrieb führen kann.

Bedingter Bemessungskurzschlussstrom I_q ist der Kurzschlussstrom, den ein durch eine Kurzschluss-Schutzeinrichtung, z. B. Motorschutzschalter geschütztes Schaltgerät z. B. Leistungsschütz, während der Ausschaltzeit der Schutzeinrichtung führen kann (Prüfung nach IEC/EN 60 947-4-1).

Bemessungsbetriebskurzschlussausschaltvermögen I_{cs} ist der von der Betriebsspannung abhängige Kurzschlussstrom, den ein Leistungsschalter wiederholt ausschalten kann. Nach der Kurzschlussabschaltung ist der Leistungsschalter in der Lage, den Bemessungsdauerstrom bei erhöhter Eigenerwärmung weiter zu führen und bei Überlast auszulösen (Prüfung nach IEC/EN 60 947-2).

Bemessungsgrenzkurzschlussausschaltvermögen I_{cu} Ist der maximale Kurzschlussstrom, den ein Leistungsschalter unterbrechen kann. Nach der Kurzschlussausschaltung ist der Leistungsschalter in der Lage, bei Überlast, mit erhöhten Toleranzen, auszulösen (Prüfung nach IEC/EN 60 947-2).

Das **Bemessungskurzschlussleistungseinschaltvermögen I_{cm}** gibt den Wert des Kurzschlussstromes, den ein Leistungsschalter bei Bemessungsbetriebsspannung (+10 %), Nennfrequenz und festgelegtem Leistungsfaktor einschalten kann. Die Angabe erfolgt über den maximalen Scheitelwert des unbeeinflussten Stromes.

Das **Bemessungskurzschlussausschaltvermögen I_{cn}** ist der Wert des Kurzschlussstromes, den ein Leistungsschalter bei Bemessungsbetriebsspannung (+10 %), Nennfrequenz und festgelegtem Leistungsfaktor ausschalten kann. Die Angabe erfolgt über den Effektivwert der Wechselstromkomponente.

Begriffe und Kenngrößen eines Motorschutzschalters

Als **eigenfest** bezeichnet man einen Schalter, dessen Eigenwiderstand der Kontakte und Bimetallauslöser so groß ist, dass er selbst den Kurzschlussstrom auf das Schaltvermögen des Schalters begrenzt. Man kann auch sagen, dass sich der Schalter in seinen eigenfesten Bereichen selber schützt.

Zuordnungsart „1“ bedeutet, dass das Schütz oder der Motorstarter im Kurzschlussfall weder Personen noch Anlagen gefährden darf. Der Starter braucht danach nicht mehr einsatzfähig sein.

Zuordnungsart „2“ bedeutet wie bei Zuordnungsart „1“ einen Schutz von Personen und Anlagen im Kurzschlussfall, bedeutet aber darüber hinaus, dass der Motorstarter für den weiteren Gebrauch geeignet sein muss. Leichte Verschweißungen der Hauptkontakte des Schützes oder des Starters sind zulässig.

Temperaturkompensiert bedeutet, dass dem Bimetallauslöser der Überlasteinrichtung ein entgegengesetzt wirkendes Bimetall gegenübergestellt wird. Dieses zweite Bimetall wird nicht vom Motorstrom durchflossen, sondern erhält seine Ausbiegung allein durch die Umgebungstemperatur.

Dadurch wird der Einfluss der Umgebungstemperatur auf das Auslöseverhalten des Schutzschalters korrigiert.

Phasenausfallempfindlichkeit ist die Eigenschaft von Überlastauslösern (z. B. beim Motorschutzschalter), einen Motor bei Unterbrechung einer Zuleitung durch beschleunigte Auslösung vor Überlast bei zu langem Zweiphasenlauf zu schützen. Beim Zweiphasenlauf steigt der Strom in den zwei verbleibenden Phasen an.

Selektivität beschreibt das Verhalten zweier oder mehrerer in Reihe liegender Schutzschalter im Kurzschlussfall. Dabei soll der Schutzschalter, der dem fehlerbehafteten Stromzweig voransteht, auslösen. Diese Auslösung erfolgt so schnell, dass übergeordnete Schutzorgane nicht auslösen. Somit ist gewährleistet, dass nicht betroffene Stromkreise ohne Störung weiter betrieben werden können und eine hohe Betriebskontinuität erreicht wird.

Unter **Freiauslösung** versteht man das Auslösen des Schalters selbst dann, wenn der Antrieb blockiert oder von Hand in der Stellung „EIN“ festgehalten wird.

Die **Auslöseklasse (CLASS)** eines thermischen Überlastauslösers gibt Aufschluss über die maximale Auslösezeit aus dem kalten Zustand. Diese Zeit bezieht sich auf eine gleichmäßige symmetrische 3-polige Belastung mit dem 7,2fachen Einstellstrom. Die Zahl (z. B. CLASS 10) klassifiziert den Wert für die maximal zulässige Auslösezeit in Sekunden. Die Auslöser der PKZ-Systeme haben Auslöseklasse 10A.

Tabelle 1: Auszug aus IEC/EN 60 947-4-1

Auslöseklasse	Auslösezeit T_p [s]
10A	$2 < T_p \leq 10$
10	$4 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$

Notizen

Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Motorschutzschalterreihe PKZM0 und PKZM4

Motorschutzschalter-Grundgerät PKZM0 im Bereich von 0,1 A bis 25 A und **PKZM4** im Bereich von 10 A bis 63 A. Die Schutzschalter haben einen Drehknopf als Handhabe zum EIN- und AUS-Schalten und zur eindeutigen Schaltstellungsanzeige. Der Kurzschlussauslöser ist auf das 14fache von I_n fest eingestellt, der Bimetallauslöser wird auf den jeweiligen Motorstrom eingestellt.



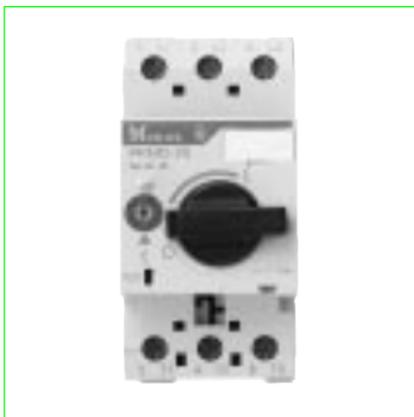
Transformatorschutzschalter-Grundgerät PKZM0-T im Bereich von 0,1 A bis 20 A. Der Kurzschlussauslöser ist auf das 20fache von I_n fest eingestellt, der Bimetallauslöser wird auf den jeweiligen Betriebsstrom des Transformators eingestellt.



Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Schutzschalter für Starterkombinationen

PKMO (oder Kurzschlusschutzschalter) als Grundgerät im Bereich von 0,1 A bis 25 A. Das Grundgerät ist ohne Überlastauslöser, jedoch mit Kurzschlussauslöser ausgestattet. Einsatzgebiete des Schutzschalters sind Starterkombinationen mit oder ohne Wiedereinschaltsperrung oder AC-1 Lasten, bei denen keine Überlastung zu erwarten ist.



(Hochleistungs-)Schaltantriebe sind konturengleich an den **PKZMO** anbaubare Schütze. Zusammen mit dem Motorschutzschalter bilden sie leistungsfähige Motorstarterkombinationen für Zuordnungsart „1“ und „2“. Die Schaltantriebe sind mit Gleichstrom- oder Wechselstrombetätigung erhältlich. Der Hochleistungs-Schaltantrieb ist im Gegensatz zum Schaltantrieb mit zusätzlichen strombegrenzenden Kontakten ausgestattet. Ein **Sockel für Einzelaufstellung** ermöglicht den Betrieb des Schaltantriebes unabhängig vom Motorschutzschalter. Die gleichstrombetätigten Schaltantriebe haben eine integrierte **Schutzbeschaltung**. Für die wechselstrombetätigten Schaltantriebe stehen externe Schutzbeschaltungen zur Verfügung. Die Schutzbeschaltungen dämpfen die beim Abschalten der Spule möglicherweise auftretenden Spannungsspitzen. Die mechanische Verriegelung bietet die Möglichkeit zwei, in Einzelaufstellung verwendete, Schaltantriebe gegeneinander zu verriegeln und einen Wendestarter aufzubauen.

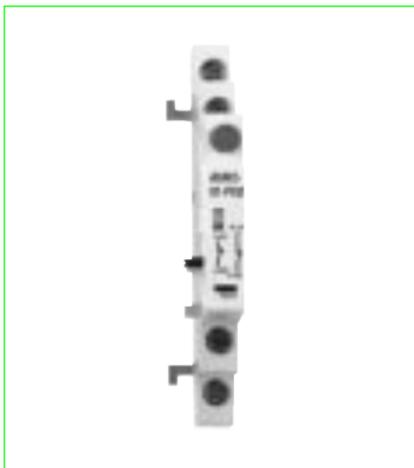


Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Hilfsschalterbausteine gibt es für den Seitenanbau und Frontanbau. Sie sind werkzeuglos an alle Schutzschalter, Schaltantriebe oder den Motorstarter anbaubar. Es stehen verschiedene Kombinationen von Schließer und Öffner zur Verfügung. Sie sind für Verriegelungen, Signalisierungs- oder Meldeaufgaben geeignet. Die Bausteine sind für PKZM0 und PKZM4 baugleich.

Die **voreilenden Hilfsschalter** werden frontal an die Motorschutzschalter **PKZM0** und **PKZM4** angebaut. Die Kontakte dieses Hilfsschalters schalten zeitlich vor den Hauptkontakten. Ihre wichtigste Aufgabe besteht darin, den Unterspannungs-Auslöser voreilend an Spannung zu legen.

Zur differenzierten Meldung von Kurzschluss und allgemeiner Auslösung gibt es einen **Ausgelöstmelder**. Dieses Gerät ist mit einem Kurzschlussindikator und zwei getrennt voneinander arbeitenden Hilfsschaltern versehen. Der Indikator zeigt die Auslösung vor Ort an und dient als Wiedereinschaltsperr. Ein Hilfsschalter meldet die allgemeine Auslösung, der andere meldet eine Kurzschlussauslösung.

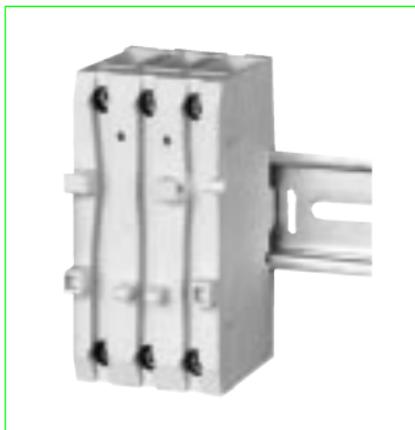


Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Für die Motorschutzschalterreihe stehen zwei verschiedene **Spannungsauslöser** zur Verfügung. Der **Arbeitsstromauslöser** wird in Verriegelungsschaltungen oder für Fern-Aus-Schaltungen eingesetzt. Der sogenannte A-Auslöser schaltet den Schutzschalter ab, sobald er an Spannung gelegt wird. Der **Unterspannungsauslöser** hingegen schaltet den Motorschutzschalter ab, sobald man die Spannung dafür wegnimmt. Sie werden hauptsächlich für Sicherheitsschaltungen eingesetzt. Wird die Spannung für die Anlage unterbrochen, so verhindert der Unterspannungsauslöser ein unerwünschtes Wiederanlaufen nach Rückkehr der Spannung. Beide Spannungsauslöser lassen sich werkzeuglos, auch in Verbindung mit Hilfsschaltern an den **PKZM0** und den **PKZM4** anbauen.



Zur Erhöhung des Schaltvermögens der nicht eigenfesten PKZM0 auf 100 kA gibt es den **Strombegrenzerbaustein** CL-PKZ0. Mit einem Bemessungsbetriebsstrom von 63 A lässt sich der Strombegrenzer auch für den Gruppenschutz, d. h. den Schutz von mehreren Schutzschaltern, einsetzen.



Zum Schutz vor Manipulation an der Einstellscheibe kann eine **Plombierung** verwendet werden. Die kleine Platte wird in die Testtaste eingehakt und über eine Öse mit einer handelsüblichen Plombe gesichert.

Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Der **Türkupplungsgriff** ermöglicht die Betätigung der Motorschutzschalter außerhalb des Schaltschranks. Mit IP65 ist eine hohe Schutzart gewährleistet. Den Griff gibt es in den Varianten schwarz und rot/gelb, jeweils abschließbar in 0-Stellung mit Türverriegelung und in schwarz, nicht abschließbar, für reine Außenbetätigung.



Zur Kapselung der Motorschutzschalter **PKZM0** und **PKZM4** stehen **Aufbaugeschäuse**, wahlweise mit schwarzem oder rot/gelbem Griff in IP55, zur Verfügung. Darüber hinaus gibt es für den **PKZM0** auch Aufbaugeschäuse mit Aussparung im Kappenmaß und Schutzart IP41, **Einbaugeschäuse** mit Aussparung im Kappenmaß und einer Front-Schutzart von IP41, sowie Einbaugeschäuse mit entweder schwarzem oder rot/gelbem Griff mit einer Front-Schutzart von IP55.



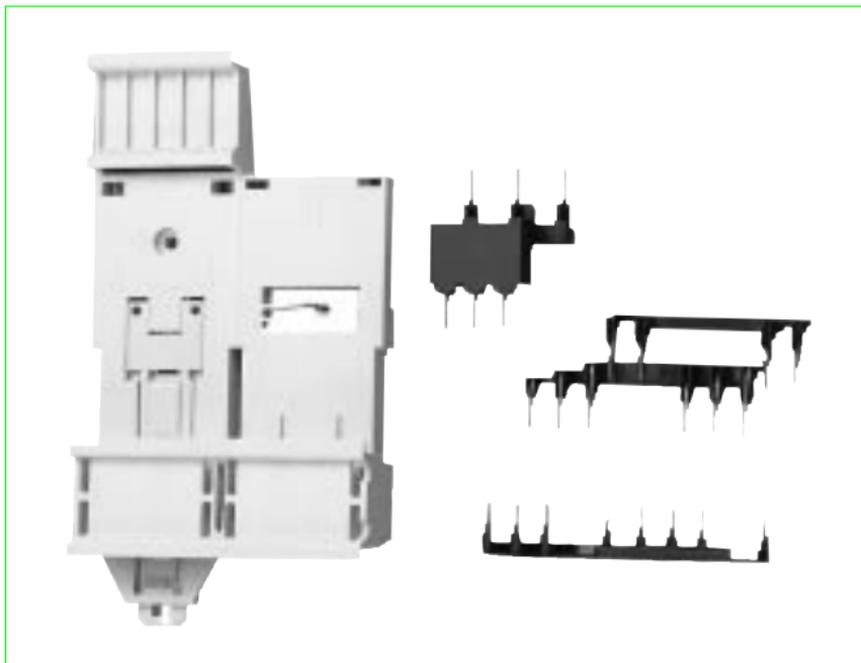
Um den **PKZM0** oder den **PKZM4** als Hauptschalter einzusetzen, können die Gehäuse mit einer **Vorhängeschlossperre** verwendet werden. Mit dieser Vorhängeschlossperre in Form einer Platte wird der komplette Drehgriff weggeschlossen. Damit ist größtmöglicher Schutz gegen Manipulation erreicht.



Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Motorschutzschalter werden häufig zum Aufbau von Motorstarterkombinationen verwendet. Zur Erleichterung der Montage und zur Reduzierung der Montagezeit stehen verschiedene **Montage- und Verdrahtungshilfe-Sets** zur Verfügung. Mit diesen Sets

lassen sich Direkt- Wende- und Stern-Dreieck-Starter, bestehend aus Motorschutzschalter **PKZM0** und Leistungsschützen DILM in einem Drittel der Zeit zu herkömmlicher Verdrahtung aufbauen.



Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Motorschutzschalter PKZ2

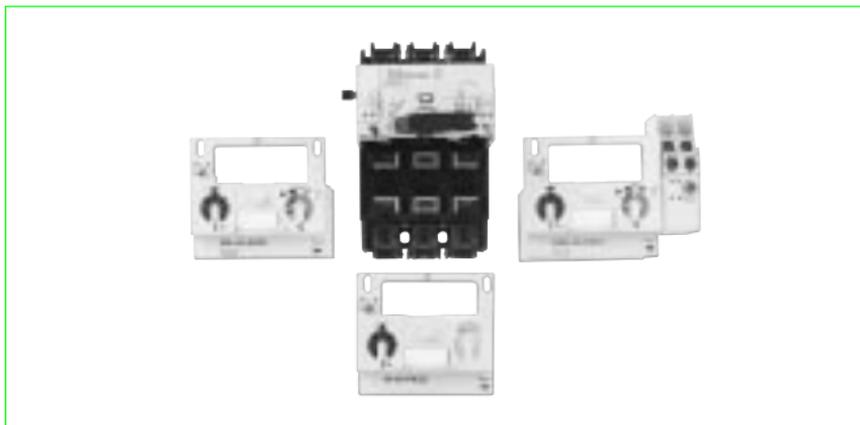
Motorschutzschalter-Grundgerät im

Bereich von 0,4 A bis 40 A. Der Schutzschalter hat einen Drehknopf als Handhabe zum EIN- und AUS-Schalten und zur eindeutigen Schaltstellungsanzeige. Der Kurzschlussauslöser des PKZ2 ist je nach verwendetem Auslöseblock einstellbar auf das 8,5 bis 14fache oder das 5 bis 8,5fache von I_n , der Bimetallauslöser wird auf den jeweiligen Motorstrom eingestellt.



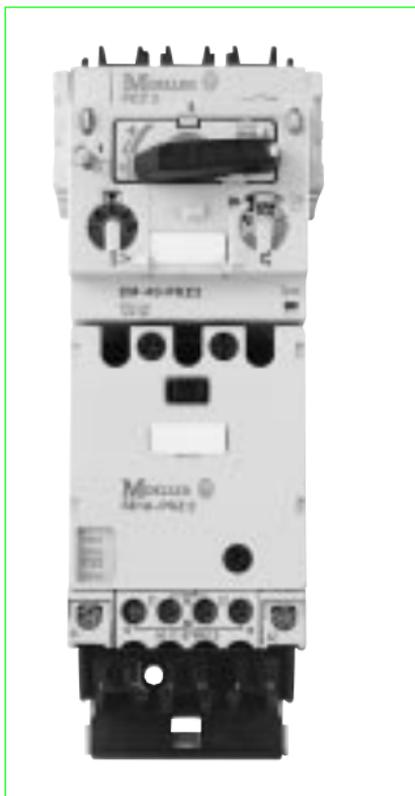
Der PKZ2 hat auswechselbare **Auslöseblöcke**. Damit erlaubt er einen flexiblen Einsatz. Die Auslöseblöcke sind in verschiedenen Ausführungen erhältlich. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen Blöcken für den

Motorschutz (magnetischer Auslöser einstellbar $8,5 - 14 \times I_n$) und für den Anlagenschutz (magnetischer Auslöser einstellbar $5 - 8,5 \times I_n$).



Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Auch beim System PKZ2 gibt es (**Hochleistungs-)-Schaltantriebe** welche konturen- gleich an den **PKZ2** angebaut werden. Zusammen mit dem Motorschutzschalter bilden sie leistungsfähige Motorstarterkombinationen für Zuordnungsart „1“ und „2“. Die Schaltantriebe sind mit Gleichstrom- oder Wechselstrombetätigung erhältlich. Der Hochleistungs-Schaltantrieb ist im Gegensatz zum Schaltantrieb mit zusätzlichen strombegrenzenden Kontakten ausgestattet. Ein **Sockel für Einzelaufstellung** ermöglicht den Betrieb des Schaltantriebes unabhängig vom Motorschutzschalter. Die gleichstrombetätigten Schaltantriebe haben eine integrierte **Schutzbeschaltung**. Für die wechselstrombetätigten Schaltantriebe stehen externe Schutzbeschaltungen zur Verfügung. Die Schutzbeschaltungen dämpfen die beim Abschalten der Spule möglicherweise auftretenden Spannungsspitzen. Die mechanische Verriegelung bietet die Möglichkeit zwei, in Einzelaufstellung verwendete, Schaltantriebe gegeneinander zu verriegeln und einen Wendestarter aufzubauen.



Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Hilfsschalterbausteine für den Seitenanbau stehen in verschiedenen Kombinationen von Schließer und Öffner zur Verfügung. Sie sind für Verriegelungen, Signalisierungs- oder Meldeaufgaben geeignet.



Zur differenzierten Meldung von Kurzschluss und allgemeiner Auslösung gibt es auch hier einen **Ausgelöstmelder**. Dieses Gerät ist mit zwei getrennt voneinander arbeitenden Hilfsschaltern versehen und wird zusammen mit einem Kurzschlussindikator ausgeliefert. Der Indikator wird separat am PKZ2 montiert. Er zeigt die Auslösung vor Ort an und dient als Wiedereinschaltsperrung. Ein Hilfsschalter des AGM meldet die allgemeine Auslösung, der andere meldet eine Kurzschlussauslösung.



Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Auch das System PKZ2 bietet zwei verschiedene **Spannungsauslöser**. Der **Arbeitsstromauslöser** wird in Verriegelungsschaltungen oder Fern-Aus-Schaltungen eingesetzt, er schaltet den Schutzschalter ab, sobald er an Spannung gelegt wird. Der **Unterspannungsauslöser** hingegen schaltet den Motorschutzschalter ab, sobald man die Spannung dafür wegnimmt. Sie werden hauptsächlich für Sicherheitsschaltungen eingesetzt. Wird die Spannung für die Anlage unterbrochen, so verhindert der Unterspannungsauslöser ein unerwünschtes Wiederanlaufen nach Rückkehr der Spannung. Im Gegensatz zum System PKZMO und PKZM4 bietet das System PKZ2 verschiedene Varianten. Das Angebot umfasst einen einfachen Unterspannungsauslöser, einen Unterspannungsauslöser mit Hilfsschaltern und einen mit integrierten voreilenden Hilfsschaltern.

Zur Erhöhung des Schaltvermögens der nicht eigenfesten PKZ2 auf 100 kA gibt es den **Strombegrenzerbaustein CL-PKZ2**. Der CL-PKZ2 wird, genau wie der Schaltantrieb konturengleich an den PKZ2 angebaut.

Zum betriebsmäßigen Ein- und Ausschalten aus der Ferne verfügt das System PKZ2 über zwei Fernantriebe. Beim **Fernantrieb** für Standardanwendungen RE-PKZ2 sind Line und Control zwei getrennte Eingänge mit gleichem Potentialbezug. Der RS-PKZ2 hat zusätzlich eine galvanische Trennung zwischen diesen beiden Eingängen. Beide Fernantriebe lassen sich im Hand- und Automatikbetrieb fahren.



Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Der **Türkuppelungsgriff** ermöglicht die Betätigung der Motorschutzschalter außerhalb des Schaltschranks. Mit IP65 ist eine hohe Schutzart gewährleistet. Den Griff gibt es in den Varianten schwarz und rot/gelb, jeweils abschließbar in Stellung „0“ mit Türverriegelung und in schwarz, nicht abschließbar, für reine Außenbetätigung.



Isolierstoffgehäuse für den **Aufbau** und den **Einbau** ermöglichen den gekapselten Einsatz des **PKZ2**. Beide Ausführungen sind in IP40 bzw. 41 mit Aussparung im Kapfenmaß, oder in IP54 mit Vorbereitung für den Türkuppelungsgriff erhältlich.

Um den **PKZ2** auch bei geöffneter Schaltschranktür als Hauptschalter abschließen zu können, bietet das System eine **Vorhängeschlossperre**. Sie lässt sich auf der Front des Schutzschalters anbringen und mit drei Bügelschlössern abschließen.



Das Schaltschloss

Das Schaltschloss eines Motorschutz- oder Leistungsschalters hält den Schalter nach der Einschaltung in der Position „EIN“. Das Schaltschloss besteht in der Regel aus einem Schlossträger, einem Klinkhebel, einer Gelenkkette und dem Schlossgehäuse.

Verklinken

Beim Einschalten des Motorschutzschalters wird durch die Drehbewegung die Gelenkkette vorgespannt und mit dem Klinkhebel verlinkt. Gleichzeitig werden die beweglichen Kontakte

auf die Festkontakte gedrückt. Durch die Vorspannung der Gelenkkette wird ausreichend Kontaktdruck aufgebaut um die Kontaktpaare für den betriebsmäßigen Einsatz geschlossen zu halten.

Freigeben

Das Freigeben des Schaltschlusses kann über zwei Arten erfolgen. Zum einen wird durch manuelles Betätigen des Hebels der Kippunkt der Gelenkkette überfahren und der Schutzschalter somit ausgeschaltet. Zum anderen

Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

wird bei einer Auslösung das Schaltschloss durch den jeweiligen Auslöser entklinkt (→ Kapitel „Der thermische Auslöser“ auf Seite 22 und „Der magnetische Auslöser“ auf Seite 23).

Wie in der IEC/EN 60 947-1 gefordert, besitzt das Schaltschloss der PKZ die Eigenschaft der

Freiauslösung. Wird der Knebel der PKZ festgehalten, wird der Bewegungsablauf zum Öffnen der Kontakte bei einer Auslösung nicht beeinflusst. Die in der IEC/EN 60 204 für den Einsatz als Hauptschalter geforderte Zwangsläufigkeit ist bei dieser Konstruktion ebenfalls voll gegeben.

Der thermische Auslöser

Als Auslöseelement für stromabhängig verzögerte thermische Überlastauslöser wird das sogenannte Bimetall eingesetzt. Dieses Bimetall besteht aus mindestens zwei verschiedenen Metallen mit einem unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten. Der Wärme- oder auch Längenausdehnungskoeffizient α gibt die Ausdehnung an, welche ein Körper bei einer Temperaturerhöhung von 1 K erfährt.

Im Falle eines blockierten Läufers z. B. zieht der Motor einen höheren Strom. Diese erhöhte Stromaufnahme führt zu einer stärkeren Erwärmung der stromführenden Bauelemente des Motorschutzschalters. Das Metall mit dem größeren Wärmeausdehnungskoeffizienten erfährt eine stärkere Ausdehnung als das andere. Dadurch beginnt das Bimetall sich auszubiegen.

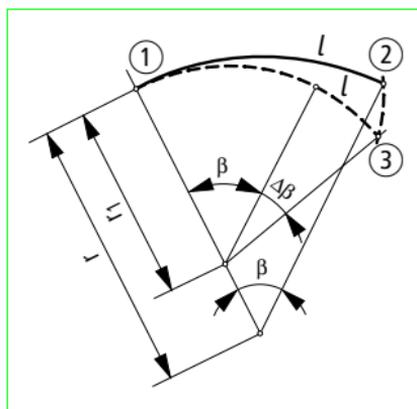


Abbildung 2: Ausbiegung Bimetall

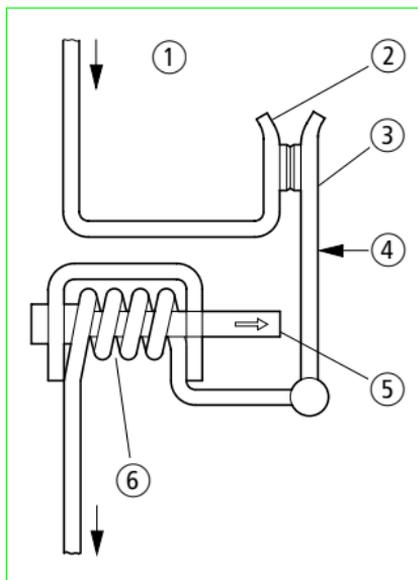
- ① Ausgangslage
- ② Lage vor der Erwärmung
- ③ Lage nach der Erwärmung

Durch diese Ausbiegung wird intern das Schaltschloss freigegeben, wodurch der Motorschutzschalter ausgelöst wird. Die Hauptkontakte des Schutzschalters werden geöffnet und die Motorzuleitung damit unterbrochen. Nun kann der Fehler am Motor ohne Gefahr behoben werden. Nach dem Wiedereinschalten des Motorschutzschalters läuft der Motor wieder an.

Bausteine und Funktionen der Motorschutzschalter

Der magnetische Auslöser

Die Kurzschlussabschaltung übernimmt beim Motorschutzschalter der magnetische Überlastauslöser. Dieser Auslöser besteht aus einem Elektromagneten und einer Stromspule. Die Stromspule wird nicht durch eine separate Spannungsquelle erregt, sondern vom Hauptstrom direkt durchflossen..



Im Falle eines Kurzschlusses wird die Stromspule vom hohen Überstrom durchflossen. Durch das entstehende Magnetfeld wird der Schlaganker in die Spule gezogen und trifft auf das bewegliche Schaltstück. Durch diesen Impuls und die Dynamik des Kurzschlussstromes werden die Kontakte schlagartig geöffnet und der Kurzschluss sicher abgeschaltet. Gleichzeitig wird das Schaltschloss entklinkt. Damit bleibt der Schutzschalter nach der Kurzschlussabschaltung in der Position „AUS“.

Abbildung 3: Magnetischer Überstromauslöser

- ① Stromspule
- ② festes Schaltstück
- ③ bewegliches Schaltstück
- ④ Kontaktdruck vom Schaltschloss
- ⑤ Schlaganker
- ⑥ elektromagnetischer Auslöser

Notizen

Typische Anwendungen

Der PKZ, ein Weltmarktgerät

Die Motorschutzschalter PKZ laufen in Nordamerika unter dem Begriff Industrieschaltgeräte (Industrial Control Equipment nach UL 508 und CSA-C22.2 No. 14) und werden hauptsächlich in Motorstarterverteilungen (**Motor Control Center, MCC**) eingesetzt.

Die Leistungsangaben dazu findet man auf dem Leistungsschild und sie sind in Horsepower (HP) angegeben. Werden sie zusammen mit Hilfsschaltern verwendet, haben sie auch Angaben über ihre Gebrauchsart als Steuergeräte (Pilot duties).

Diese Motorschutzschalter haben einen festen oder einen einstellbaren Kurzschlussauslöser und einstellbare Bimetallauslöser für den Überlastschutz.

Die nach UL 508 zugelassenen Motorstarter müssen zusätzlich mit einer separat angeordneten Sicherung gegen Kurzschluss geschützt werden. Diese Sicherung kann auch als Gruppenschutz eingesetzt (group protection) werden.

Die UL 508 hat darüber hinaus noch eine Zusatzbestimmung nach der Motorschutzschalter bzw. -starter als Combination motor Controller type E geprüft werden. Bei Geräten dieser Art kann bis zum angegebenen Schaltvermögen das vorgeschaltete Kurzschlusschutzorgan entfallen.

Im System PKZ2 sind die Motorstarter PKZ2/ZM-.../S-SP nach dieser Vorschrift geprüft und können dementsprechend eingesetzt werden.

Typische Anwendungen

Tabelle 2: Schaltleistungen von Hilfsschaltern in Wechselstrom-Steuerkreisen

Hilfsschalter in Wechselstrom-Steuerkreisen	Kennzahl ¹⁾	konv. therm. Strom A	Maximale Schaltleistung 120 V AC	
			Ein	Aus
			A	A
Art der Schaltleistung				
Heavy	A 150	10	60	6
Pilot	A 300	10	60	6
Duty ²⁾	A 600	10	60	6
Standard	B 150	5	30	3
Pilot	B 300	5	30	3
Duty ³⁾	B 600	5	30	3

1) Die Werte **150**, **300** und **600** geben die maximale Spannung an, für die ein Hilfsschalter verwendbar ist.

2) „**Heavy Pilot Duty**“ = Hohe Schaltleistung

3) „**Standard Pilot Duty**“ = Normale Schaltleistung

Typische Anwendungen

Maximale Schaltleistung								
240 V AC		480 V AC		600 V AC		≤ 600 V AC		
Ein	Aus	Ein	Aus	Ein	Aus	Ein	Aus	
A	A	A	A	A	A	VA	VA	
–	–	–	–	–	–	7200	720	
30	3	–	–	–	–	7200	720	
30	3	15	1,5	12	1,2	7200	720	
–	–	–	–	–	–	3600	360	
15	1,5	–	–	–	–	3600	360	
15	1,5	7,5	0,75	6	0,6	3600	360	

Typische Anwendungen

Tabelle 3: Schaltleistungen von Hilfsschaltern in Gleichstromkreisen

Hilfsschalter in Gleichstromkreisen	Kennzahl	konv. therm. Strom A	Maximale Schaltleistung	
			125 V DC Ein/Aus A	250 V DC Ein/Aus A
Art der Schaltleistung				
Heavy	N 150	10	2,2	–
Pilot	N 300	10	2,2	1,1
Duty ¹⁾	N 600	10	2,2	1,1
Standard	P 150	1,1	–	–
Pilot	P 300	5	1,1	0,55
Duty ²⁾	P 600	5	1,1	0,55
–	Q 150	2,5	0,55	–
	Q 300	2,5	0,55	0,27
	Q 600	2,5	0,55	0,27
–	R 150	1	0,22	–
	R 300	1	0,22	0,11

1) „Heavy Pilot Duty“ = Hohe Schaltleistung

2) „Standard Pilot Duty“ = Normale Schaltleistung

Typische Anwendungen

Maximale Schaltleistung	
310 ≤ 600 V DC Ein/Aus A	< 600 V DC Ein/Aus VA
–	275
–	275
0,4	275
138	–
–	138
0,2	138
–	69
–	69
0,1	69
–	28
–	28

Typische Anwendungen

Thermistorschutz – die Ergänzung für schwierige Fälle

Der Schutz von Motoren gegen Überlastung lässt sich in zwei verschiedene Verfahren unterteilen. Das wohl verbreitetste Verfahren ist das der indirekten Temperaturüberwachung über den Motorstrom mittels vom Strom durch- oder umflossener Bimetalle (→ Kapitel „Der thermische Auslöser“ auf Seite 22). Weniger verbreitet, jedoch unverzögert und direkt erfolgt die Messung der Temperatur durch Thermistoren in der Motorwicklung. Dafür muss der Motor aber bereits mit PTC-Fühlern (Kaltleitern) ausgestattet sein.

Beide Verfahren lassen sich getrennt voneinander einsetzen, oder aber zum umfassenden Motorschutz miteinander kombinieren.

Vorteile der direkten Temperaturüberwachung

Kleinere Motoren bis ca. 15 kW sind häufig ständerkritische Motoren. Anders als bei den läuferkritischen Motoren erreicht hierbei die Ständerwicklung die kritische Grenztemperatur früher als der Läufer. In solchen Fällen bietet sich die direkte Temperaturüberwachung an. Damit wird die Überlastung früher erkannt und der Motor geschützt.

Weitere Vorteile des Thermistorschutzes liegen, auch bei schwierigen, teilweise stromunabhängigen Temperaturverhältnissen im und um den Motor, z. B. im Schutz bei Überlast im Dauerbetrieb, einer hohen Schalthäufigkeit, bei Schweranlauf, bei behinderter Kühlung, bei zu hoher Umgebungstemperatur (z. B. durch Wärmestrahlung) und bei einem hohen Aufstellungsort mit reduziertem Luftdruck.

Die direkte Temperaturüberwachung arbeitet frequenzunabhängig. Aus dieser Tatsache heraus eignet sich diese Methode auch zum Schutz von Motoren, deren Frequenz von 50 bzw. 60 Hz abweicht.

Motorstarter, mehr als nur Motorschutz

Der PKZ wird auch als handbetätigter Motorstarter bezeichnet. In der Vorschrift IEC/EN 60 947-1 (Allgemeine Festlegungen) wird der Starter als „Kombination aller zum Ingang- und Stillsetzen eines Motors erforderlichen Geräte in Verbindung mit geeignetem Überlastschutz“ beschrieben. Im Gegensatz zum PKZ als Motorstarter, bietet eine Kombination aus einem Schütz und einem Überlastschutz das Ein- und Ausschalten aus der Ferne, höhere Schalthäufigkeit und höhere Lebensdauer.

Betrachtet man den klassischen Motorstarter, so besteht er aus einer Schmelzsicherung, Schütz und Motorschutzrelais. Ein Hauptschalter ist meistens mehreren Startern vorgeschaltet und übernimmt die Trennfunktion.

Diese schmelzsicherungsbehafteten Kombinationen haben jedoch den Nachteil, dass im Falle eines Kurzschlusses die Sicherung in jedem Fall ausgetauscht werden muss. Hinzu kommt, dass in verschiedenen Ländern verschiedene Sicherungssysteme üblich sind (in England z. B. BS), somit ist oft der Austausch der Sicherungen bei Export erforderlich.

Schmelzsicherungslose Motorstarter

Bei den schmelzsicherungslosen Starterkombinationen wird, wie der Name schon sagt, auf den Einsatz einer Sicherung verzichtet. Der Kurzschlusschutz wird in diesem Fall von einem Motorschutzschalter oder einem Leistungsschalter übernommen. Auf einen zusätzlichen Trenner bzw. Hauptschalter kann dabei verzichtet werden. Bei richtiger Auswahl über-

nimmt der Motorschutz- oder Leistungsschalter neben dem Schutz des Motors auch gleichzeitig den Schutz von Kabeln und Leitungen.

Die einzelnen Geräte des schmelzsicherungslosen Motorstarters von Moeller sind Weltmarktgeräte. Damit können sie weltweit eingesetzt werden, ohne Austausch.

Zuordnungsarten

Motorstarter werden, wie erwähnt zum Schalten von Motoren eingesetzt. Bei kleineren Motoren kann es zu häufigen Ein/Aus-Schaltungen kommen. Ein Motorschutzschalter muss dafür immer von Hand betätigt werden und stößt mit seiner Schalthäufigkeit von 40 Schaltungen pro Stunde schnell an die Grenze seiner Leistungsfähigkeit. Aus diesem Grund werden die Schutzgeräte bei Motorstartern mit Schützen kombiniert. Die Schütze übernehmen dann das betriebsmäßige

Schalten. Mit einer Schalthäufigkeit von bis zu 4000 Schaltungen pro Stunde und einer Lebensdauer von 1 bis 1,5 Mio. Schaltspielen ist der Einsatz über einen längeren Zeitraum garantiert.

Werden diese beiden Geräte kombiniert, so muss abgeprüft werden, wie sich das Schütz im Kurzschlussfall verhält. Für diesen Fall definiert die IEC/EN 60 947-4-1 zwei Zuordnungsarten und die zugehörigen Prüfungen.

Motorstarter, mehr als nur Motorschutz

Tabelle 4: Zuordnungsarten

„1“	„2“
Der angegebene Kurzschlussstrom I_q wird sicher abgeschaltet.	Der angegebene Kurzschlussstrom I_q wird sicher abgeschaltet.
Personen und Anlagen werden nicht gefährdet.	Personen und Anlagen werden nicht gefährdet.
Für den weiteren Betrieb nach einer Kurzschlussabschaltung ist der Starter zu überprüfen. Das Leistungsschutz und/oder das Motorschutzrelais sind (ist) gegebenenfalls auszutauschen.	Der Starter kann nach Überprüfung ohne Teileerneuerung wieder in Betrieb genommen werden. Es sind Kontaktverschweißungen, die leicht aufbrechbar sind, zulässig.

Gemeinsam ist beiden Zuordnungsarten, dass bei einem Kurzschluss Personen und Anlagen in jedem Fall geschützt werden müssen. Der Unterschied liegt im Verhalten bzw. Zustand der Starter nach einer Kurzschlussabschaltung. Verwendet man einen Motorstarter der Zuordnungsart „1“, so muss er nach einer Kurzschlussabschaltung ausgetauscht werden. Berücksichtigt man, dass ebenso nach der Ursache des Kurzschlusses geforscht werden muss, ist mit einer langen Unterbrechungszeit zu rechnen. Trotzdem bieten die Starter der Zuordnungsart „1“ für die meisten Anwendungsgebiete die wirtschaftlichste Lösung.

Berücksichtigt man nämlich die Häufigkeit eines dreipoligen Kurzschlusses, so kommt es in der Praxis nur selten zum Austausch der Motorstarter.

Bei Startern der Zuordnungsart „2“ braucht nach einer Kurzschlussabschaltung kein Austausch der Geräte vorgenommen werden. In der Regel sind die Starter dann direkt wieder einschaltbereit.

Der Einsatz eines solchen Starters wird vor allen Dingen in Prozessen mit hoher Anlagenverfügbarkeit eingesetzt.

Motorstarter, mehr als nur Motorschutz

Vernetzbare Motorstarter

Moderne Maschinen und Anlagen werden in zunehmendem Maße automatisiert. Damit verfügen sie über eine ständig wachsende Zahl von Geräten mit Ein-/Ausgangs-Funktionen. Sensoren und Aktoren liefern zusätzliche und detaillierte Informationen über eingehende Befehle, Ausgangssignale und Schaltzustände.

Bei der Anschlusstechnik mit konventioneller Verdrahtung wird jeder einzelne Kontakt eines Gerätes konventionell, d. h. parallel, auf die Anschaltbaugruppen vor Ort an jeder Maschine oder zum Schaltschrank hin verdrahtet.

Die Folge ist eine größere Anzahl von Schraubklemmen, Ein-/Ausgangskarten und Leitungssträngen. Damit steigen die Kosten für Planung, Projektierung und Verdrahtung.

Die Vernetzung der einzelnen Geräte über ein Bussystem hilft diese Kosten zu senken. Dabei wird die Verdrahtung enorm reduziert, durch vorverdrahtete Baugruppen der Projektierungsaufwand verringert und die Inbetriebnahme durch eine geringere Anzahl an Schraubklemmen und die bequeme Adressierung über die Bussoftware vereinfacht.

KLAS

Für diesen Anwendungsfall bietet Moeller das System KLAS (**K**ommunikatives **L**astabgangssystem). Dieses System beinhaltet komplett verdrahtete Motorstarter auf Basis des PKZM0 am Bussystem AS-Interface.

Das AS-Interface ist ein Vernetzungssystem für den untersten Feldbereich der Automatisierungsebene. Das Aktuator-Sensor-Interface arbeitet ähnlich einer „elektronischen Verdrahtungshilfe“. Dabei werden Sensoren und Aktoren über eine ungeschirmte Zweidraht-

leitung, vorzugsweise eine Zweidraht-Profil-Flachbandleitung, miteinander verbunden. Das AS-Interface-Bussystem ist für binäre Sensoren (Öffner-, Schließer- und Hilfskontakte) und Aktoren (Relais, Schütze, Lampen) in der untersten Feldebene konzipiert.

Das Lastabgangssystem KLAS besteht zum einen aus einer offenen Lösung für den Schaltschrank. Sowohl Direkt-, als auch Wendestarter bis zu einer Leistung von 7,5 kW stehen zur Verfügung. Zur Auswahl stehen die Steuerungsspannungen 230 V 50 Hz und 24 V DC. Die offene Lösung kann sowohl direkt auf Sammelschienensysteme mit 60 mm Mittenabstand adaptiert oder auf der Hutschiene montiert werden. Damit durch die Buslogik nicht zusätzlicher Schaltschrankraum benötigt wird ist sie in einem speziellen Gehäuse zwischen den Schaltgeräten und der Hutschienenaufnahme integriert. Die Baubreite der Geräte wird eingehalten. Die Motorstarter sind ab Werk komplett mit der Buslogik verdrahtet. Der Nutzen ist also kurz zusammengefasst: Ein Motorstarter, der nur noch gesteckt und nicht mehr verdrahtet werden muss.

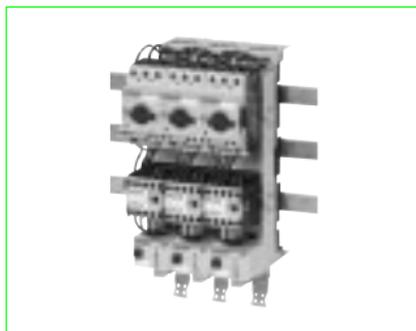


Abbildung 4: KLAS als offenes System

Motorstarter, mehr als nur Motorschutz

Im Vor-Ort-Einsatz, zum Beispiel an maschinellen Einrichtungen mit kleinen, räumlich verteilten Antrieben kommt das gekapselte Motorstartersystem KLAS zur Anwendung. Diese Lösung beinhaltet die in hochwertigem Design ausgeführten Gehäuse CI-K3 und CI-K4, in denen auf AS-Interface vernetzte Motorstarter eingebaut sind. Auch in dieser Ausführung gibt es Direkt- und Wendestarter bis 5,5 kW. Die Ansteuerung der Schütze erfolgt über ein 24 V DC AS-Interface-Kabel. Durch die Ausführung in IP65 sind die Starter-Module auch in rauen Umgebungsbedingungen einsetzbar. Wie die offene Variante sind auch diese Starter komplett verdrahtet und brauchen nur noch montiert zu werden. Die Gehäuse sind serienmäßig mit sogenannten Energiesteckern ausgestattet. Diese Stecker ermöglichen ein Durchschleifen der Energiezufuhr von einem Modul zum Anderen. Damit ist es möglich an einzelnen Anlagenanteilen z. B. Wartungsarbeiten durchzuführen, ohne die anderen Antriebe abschalten zu müssen.

Zur Betätigung des Motorschutzschalters stehen zwei Varianten zur Verfügung. Die Eine besteht aus einem transparenten Klappdeckel, die Andere ist mit einem Türkupplungsgriff versehen. Damit kann der PKZ bequem von außen ein- oder ausgeschaltet werden. In beiden Fällen kann der Motorschutzschalter bei Wartungsarbeiten abgeschlossen werden. Die Ausführung im CI-K3 bietet zusätzlich noch eine Variante mit dem Griff des PKZ-Gehäuses. Die gekapselte Lösung bietet noch mehr. Je ein freier Ein- und Ausgang ermöglichen die Anbindung externer Geräte, wie z. B. Signalsäulen oder Positionsschalter. So wird auch hier der Verdrahtungsaufwand verringert, da komplette Antriebsbaugruppen über nur eine Datenleitung gesteuert und abgefragt werden können.



Abbildung 5: KLAS als gekapseltes System

Quellennachweis

Dipl.-Ing. Wolfgang Esser: Schaltgeräte für
den Schutz elektrischer Motoren,

Moeller GmbH, TB0200-0021D, 07/99

Moeller-Schaltungsbuch „Automatisieren und
Energie verteilen“

Moeller GmbH, FB0200-004D, 12/99

Technische Information,

Moeller GmbH, TI '91

Sonderdruck VER10 + 20-499, 1. Teil. 04/71

Moeller GmbH

Notizen

Stichwortverzeichnis

A

Adressierung	33
Aktoren	33
Arbeitsstromauslöser	14, 20
AS-Interface	33
Aufbauehäuse	15
Ausdehnung	22
Ausgelöstmelder	19
Auslöseblock	17
Auslöseklasse (CLASS)	9
Auslöser Arbeitsstrom	14
Auslöser Spannung	14
Auslöser Unterspannung	14
Auslösezeit TP	9

B

Baustein Hilfsschalter	13, 19
Baustein Strombegrenzer	14
Bedingter Bemessungskurzschlussstrom I_q	8
Bemessungsbetriebskurzschlussausschaltvermögen I_{CS}	8
Bemessungsdauerstrom I_U	8
Bemessungsgrenzkurzschlussausschaltvermögen I_{CU}	8
Bemessungskurzschlussausschaltvermögen I_{CN}	8
Bemessungskurzschluss einschaltvermögen I_{CM}	8
binärer Sensor	33
Bussystem	33

D

direkte Temperaturüberwachung	30
-------------------------------------	----

E

eigenfest	9
Einbauehäuse	15
Einzelaufstellung	12, 18
Elektromagnet	23

F

Fernantrieb	20
Freiauslösung	9, 22
freier Ein- und Ausgang	34
Freigeben des Schaltschlusses	21

Stichwortverzeichnis

G

gekapseltes Motorstartersystem	34
Gelenkkette	21

H

handbetätigter Motorstarter	31
Hauptschalter	22, 31
Hilfsschalter voreilend	13
Hilfsschalterbaustein	13, 19
Hochleistungsschaltantrieb	12, 18

I

IEC/EN 60 204-1	8
IEC/EN 60 947	8
indirekte Temperaturüberwachung	30
Isolierstoffgehäuse	21

K

Klinkhebel	21
Kombination schmelzsicherungsbehafet	31
Kurzschlussabschaltung	23
Kurzschlussindikator	19
Kurzschlusschutzschalter	12

L

Leistungsschalter	21
-------------------------	----

M

Magnetfeld	23
magnetischer Überlastauslöser	23
Montage- und Verdrahtungshilfe-Set	16
Motorschutzrelais	31
Motorschutzschalter	11, 17
Motorstarter handbetätigt	31
Motorstarter schmelzsicherungslos	31
Motorstarter vernetzbar	33

O

offenes Motorstartersystem	33
----------------------------------	----

Stichwortverzeichnis

P	
Phasenausfallempfindlichkeit	9
Plombierung	14
PTC-Fühler (Kaltleiter)	30
S	
Sammelschienensystem	33
Schaltantrieb	12, 18
Schalzhäufigkeit	31
Schalt Schloss	21
Schlaganker	23
Schlossgehäuse	21
Schlossträger	21
Schmelzsicherung	31
schmelzsicherungsbehaftete Kombination	31
schmelzsicherungsloser Motorstarter	31
Schütz	31
Schutzbeschaltung	12, 18
Schutzschalter für Starterkombinationen	12
Sensor	33
Spannungsauslöser	14, 20
Strombegrenzerbaustein	14
Stromspule	23
T	
Temperaturkompensiert	9
Temperaturüberwachung direkt	30
Temperaturüberwachung indirekt	30
thermischer Überlastauslöser	22
Thermistor	30
Transformatorschutzschalter	11
Trenner	31
Türkupplungsgriff	15, 21
U	
Überlastauslöser magnetisch	23
Überlastauslöser thermisch	22
Unterspannungsauslöser	14, 20

Stichwortverzeichnis

V

vernetzbarer Motorstarter	33
Vernetzungssystem	33
voreilender Hilfsschalter	13
Vorhängeschlossperre	15, 21

W

Wärmeausdehnungskoeffizient	22
Wendestarter	33

Z

Zuordnungsart	31
Zuordnungsart „1“	9, 32
Zuordnungsart „2“	9, 32
Zwangsläufigkeit	22
Zweidrahtleitung	33

**Moeller GmbH
Industrieautomation
Hein-Moeller-Str. 7-11
D-53115 Bonn**

**Tel.: +49 (0) 228 602-0
Fax: +49 (0) 228 602-22 75**

**E-Mail: info@moeller.net
Internet: www.moeller.net**

© 2001 by Moeller GmbH
Änderungen vorbehalten
TB1210+1280-0033D MDS/MM/Ki 02/01
Printed in the Federal Republic of Germany (04/01)
Article No.: 231075

MOELLER 

Think future. Switch to green.
