

Abschaltung von Kurzschlussströmen
bis 100 kA durch Leitungsschutzschalter





Überzeugend: Der S800-Nutzen.

Nicht einfach B-C-D: Das S800-Portfolio.

Das umfangreiche S800-Portfolio bietet für hohe Bemessungsschaltvermögen und viele Auslösecharakteristiken den passenden Hochleistungsautomaten. Die Geräte der Baureihe S800S mit Wechselstrom- und Gleichstromtypen im Nennstrombereich zwischen 10 und 125A decken Kurzschlussanforderungen bis 50kA ab. Für Anwendungen bis 36kA – natürlich ebenfalls von 10 bis 125A – bietet der S800N die ideale Lösung.

Kompakte Leistung: Die Selektivitäts- und Back-up Eigenschaften.

Das hohe Bemessungsschaltvermögen von 50kA erlaubt es, elektrische Anlagen unkompliziert und sicher auszuliegen und zu betreiben. Überzeugende Selektivitätseigenschaften zu vorgeschalteten Leistungsschaltern wie dem ABB Tmax und das sehr gute Back-up Verhalten zu nachgeschalteten Leitungsschutzschaltern wie dem ABB-System pro M compact und smissline machen das Planen besonders einfach. Die kompakten Abmessungen sorgen zudem für einen platzsparenden Aufbau der Energieverteilung.

Lässt nicht locker: Der Wechselklemmenadapter.

Die Standardausstattung mit Wechselklemmenadapter¹ garantiert ein hohes Mass an Flexibilität und Komfort. Bei der Bestellung kann zwischen Käfigklemmen- und Ringkabelschuh-Anschluss gewählt werden. Durch das im Klemmenkörper integrierte «mitfahrende Klemmenshutter» wird ein falsches Unterklemmen der Anschlüsse zuverlässig verhindert; dies garantiert ein schnelles und sicheres Anschliessen der Leiter.

Auf Nummer sicher: Die Anzeige des Betriebszustandes.

Die Stellung der Trip-Positions-Anzeige¹ macht den Ausschaltgrund auf einen Blick ersichtlich. Sie zeigt unmissverständlich, ob der S800-Hochleistungsautomat auf Grund eines Fehlers ausgeschaltet oder der Betriebszustand manuell verändert wurde. Die Schaltstellungsanzeige als zusätzliche Betriebszustandserkennung zeigt den Schaltzustand der Kontaktpaare zuverlässig an.

Einfach flexibel: Durch Kunden abbaubares Zubehör.

Eine breite Palette an Zubehör ermöglicht es, den Hochleistungsautomaten individuell auszubauen.

- Der Hilfskontakt in 9 Millimeter Baubreite ist mit zwei potentialfreie Wechselkontakten und einer Testfunktion ausgerüstet.
- Der kombinierte Hilfs-/Signalkontakt bietet – ebenfalls in 9 Millimeter Baubreite – zwei potentialfreie Wechselkontakte (einen Hilfskontakt und einen Signalkontakt), Testfunktionen für den Hilfs- und Signalkontakt sowie eine Reset-Funktion für den Signalkontakt.
- Der an der Seite montierbare, zwei- bis vierpolige FI-Block wird mit Auslöseströmen von 30mA bis zu 1A angeboten. Selbstverständlich kann zwischen AC- und A-Typen gewählt werden. Typisch ABB: Es sind auch selektive und kurzzeitverzögerte Geräte verfügbar.²
- Unterspannungs- und Arbeitsstromauslöser sind selbstverständlich in einer Vielzahl von Betriebsspannungen erhältlich.
- Trennbarer Neutralleiter bis 63A, Drehantrieb mit ergonomischen Drehgriff, Sammelschienenkamm und Abschiessvorrichtung runden das umfangreiche Produktportfolio ab.

Setzt Masstäbe: Die ABB-Qualität.

Die Produktzertifizierung gemäss IEC 60947-2 und EN/IEC 60898-1 erfolgt durch die electrosuisse, ein Mitglied der europäischen LOVAG. Darüber hinaus werden die S800-Hochleistungsautomaten den wichtigsten internationalen Normen (IEC 60947-2; EN 60898-1) und Approbationen (CCC; GOST-R; LR; GL; DNV; RINA) entsprechen.

¹ Gilt nur für S800S

Hartmut Zander*

Abschaltung von Kurzschlussströmen bis 100 kA durch Leitungsschutzschalter

* Dipl. Ing. Hartmut Zander ist technischer Berater bei der ABB Schweiz AG, CMC Low Voltage Products in Schaffhausen. Den Herren Dr. Ing. Tudor Baiatu und Urs Meissner ebenfalls ABB Schweiz AG, CMC Low Voltage Products wird für die fachliche Unterstützung bei der Abfassung dieses Aufsatzes gedankt.

¹ Wenn in diesem Aufsatz der Begriff "Kurzschlusschaltvermögen" oder "Schaltvermögen" verwendet wird, so ist damit stets das "Grenzkurzschlussausschaltvermögen I_{cu}" nach IEC 60947-2 gemeint.

Leitungsschutzschalter mit einem Schaltvermögen von bis zu 50 kA, das sind sogenannte Hochleistungsautomaten, werden heute in Energieverteilungssystemen in der vorletzten Verteilungsebene für den Überstromschutz nachgeschalteter Anlagen und Stromkreise gerne verwendet. Die den Anforderungen der Betreiber solcher Systeme entsprechende „durchgehend schmelzsicherungslose Niederspannungsinstallation“ wird durch den Einsatz dieser Schaltgeräte erst möglich. Besondere Anforderungen an das Schaltvermögen dieser Hochleistungsautomaten bestehen jedoch dort, wo auf engstem Raum Energie verteilt wird.

Das in diesen Anlagen geforderte Kurzschlusschaltvermögen¹ für Schutzeinrichtungen übersteigt dann möglicherweise das Schaltvermögen der Hochleistungsautomaten. Gerade jedoch in diesen besonderen Anlagen ist der Einsatz dieser Schutzeinrichtungen aufgrund des geringen Platzbedarfes dringend gewünscht. Es wird eine technische Lösung vorgestellt, mit der deren Kurzschlusschaltvermögen auf bis zu 100 kA angehoben werden kann.

Geräte-Typ	Kurzbezeichnung	Bemessungsstrom	Kurzschlusschaltvermögen ¹	Anwendungen
Leitungsschutzschalter	MCB	bis 63 A	bis 15 kA	Überstromschutz in Endstromkreisen
Hochleistungsautomat	HPMCB	bis 125 A	bis 50 kA	Überstromschutz in der vorletzten Verteilungsebene; Gruppenschutz; Motorschutz; Transformatorschutz
Kompaktleistungsschalter	MCCB	bis 1600 A	bis 200 kA	Überstromschutz in Hauptverteilern, Niederspannungseinspeisungen; Überstromschutz für Leistungstransformatoren; Motorschutz
Offener Leistungsschalter	ACB	bis 6300 A	bis 150 kA	Überstromschutz von Motorstromkreisen
Motorschalt-schalter	MS/MO	bis 100 A	bis 100 kA	Überstromschutz von Motorstromkreisen
Kurzbezeichnungen: MCB Miniature Circuit Breaker HPMCB High Performance Miniature Circuit Breaker MCCB Moulded Case Circuit Breaker ACB Air Circuit Breaker MS/MO Motorschutz / Motorschutz „magnetic only“ ¹) bei Bemessungsspannung 230/400 V				

Tabelle 1 Mechanische Selbstschalter der ABB Schweiz AG und ihr Schaltvermögen in Niederspannungsanlagen

unter Beachtung der zu erwartenden Kurzschlussströme massgeblich ist [1]. Tabelle 1 enthält eine Auflistung von heute üblichen Schaltgeräten in Niederspannungsinstallationen und nennt deren mögliches Kurzschlusschaltvermögen.

In Endstromkreisen werden für den Überstromschutz meistens Leitungsschutzschalter eingesetzt. Bezogen auf den jeweiligen Anwendungsfall und die Schutzfunktion muss die geeignete Auslösecharakteristik, die das zeit-/stromabhängige Abschaltverhalten dieser Schutzeinrichtungen beschreibt, ausgewählt werden. In der vorgeordneten „vorletzten“ Verteilungsebene kommen sogenannte „Hochleistungsautomaten“ zum Einsatz. Auf höheren Verteilungsebenen werden aufgrund der geforderten Bemessungsströme (>125 A) und der zu erwartenden maximalen Kurzschlussströme Leistungsschalter in geschlossener oder offener Bauform eingesetzt.

Hochleistungsautomaten für den Überstromschutz

Kabel- und Leitungssysteme sind gemäss den Bestimmungen der Errichtungsnormen für elektrische Anlagen gegen die Auswirkung von Überlast- und Kurzschlussströmen zu schützen. Deren Betreiber erwarten zugleich ein hohes Mass an Sicherheit und einen hohen Grad der Verfügbarkeit ihrer elektrischen Anlagen. Diese Anforderungen führen zur Planung und Errichtung von Niederspannungssystemen, die über in mehrere Ebenen gestufte Verteilungssysteme versorgt werden. Bei Überlast oder im Störfall eines Kurzschlusses sollen die einzelnen Energieverteilungsebenen selektiv zu den jeweils darüber angeordneten abgeschaltet werden.

Selektive Energieverteilungssysteme lassen sich heute mit den vielfältig angebotenen mechanischen Schaltgeräten realisieren, wobei in Bezug auf die Auswahl der Schaltgeräte im wesentlichen deren Koordination

Hochleistungsautomaten

Hierbei handelt es sich um Leitungsschutzschalter der üblichen Bauform mit thermischem Bimetallauslöser für den Überlastschutz und elektrodynamischem Magnetauslöser für den Kurzschlussschutz. Aufgrund besonderer konstruktiver Eigenschaften, beispielsweise durch ein doppeltes Hauptkontaktsystem, begrenzen diese Leitungsschutzschalter die im Kurzschlussfall durchgelassene Energie sehr stark und sind deshalb in der Lage, prospektive (unbeeinflusste) Kurzschlussströme bis zu 50 kA sicher und in extrem kurzer Zeit abzuschalten. Diese Leitungsschutzschalter werden von der ABB Schweiz AG, CMC Low Voltage Products für Bemessungsströme bis zu 125 A hergestellt. Sie sind in ein- oder mehrpoliger Ausführung in den üblichen Auslösecharakteristiken mit nützlichem Zubehör erhältlich (**Bild 1**).



Bild 1 Hochleistungsautomat S800S der ABB Schweiz AG

Durch entsprechende Auswahl und Abstufung der Schutzgeräte in Bezug auf ihre elektrischen Kenngrößen ist der Aufbau von Verteilungssystemen ohne Schmelzsicherungen möglich. Dem Wunsch der Betreiber nach kurzen Unterbrechungszeiten im Störfall und nach Fernbedienbarkeit der Schutzgeräte kann damit im gesamten System entsprochen werden.

Die Hochleistungsautomaten haben sich innerhalb dieser Verteilungssysteme bestens bewährt. Sie bieten kompletten Überlast- und Kurzschlussschutz, ausgezeichnete Selektivität zu nachgeschalteten Leitungsschutzschaltern und vorgeschalteten Leistungsschaltern bei geringen Abmessungen und einem überzeugenden Preis-Leistungs-Verhältnis.

Kein Wunder also, dass diese kleinen „Alleskönner“ vermehrt nachgefragt werden und immer häufiger zum Einsatz kommen. Dabei will man insbesondere dort nicht auf diese Schutzgeräte verzichten, wo Platz nur beschränkt zur Verfügung steht, wo Energieverteilungs- und Schutzaufgaben in räumlich geringer Ausdehnung realisiert werden müssen. In diesen Anlagen können die Kurzschlussströme besonders gross sein, da die Kabel- und Leitungsimpedanzen aufgrund kurzer Längen häufig sehr klein sind. Das bedeutet, die Kurzschlussströme sind höher als in „üblichen“ Verteilungssystemen und erreichen durchaus Werte, die das Kurzschlusschaltvermögen der Hochleistungsautomaten von 50 kA (bei 230/400 V) übersteigen und im Allgemeinen den Einsatz von Leistungsschaltern erfordern.

Doch gerade in diesen Anlagen kann und will man eben nicht auf die Vorteile der Hochleistungsautomaten verzichten. Auch wenn im Rahmen der Anlagenberechnungen festgestellt wird, dass deren Kurzschlusschaltvermögen überschritten wird, so muss das nicht den Einsatz dieser optimalen Schaltgeräte ausschliessen. Den Hochleistungsautomaten lassen sich nämlich kurzschlussstrombegrenzende Geräte vorschalten, die das Kurzschlusschaltvermögen der Hochleistungsautomaten auf bis zu 100 kA verdoppeln. Diese Kurzschlussstrombegrenzer – auch „Short Circuit Limiter (SCL)“ genannt – wirken zusammen mit einem Hochleistungsautomaten wie ein Schaltgerät, dass bei Bemessungsströmen von bis zu 125 A in den Schaltleistungsbereich eines Leistungsschalters vordringt.

Arbeitsprinzip des SCL

Das speziell auf den Hochleistungsautomaten und auf Motorschutzschalter abgestimmte, dem Kurzschlussstrombegrenzer (SCL) zugrunde liegende Arbeitsprinzip ist denkbar einfach. In diesem Gerät wird zusätzlich zum eigentlichen Schaltgerät, beispielsweise dem Hochleistungsautomaten, im Beanspruchungsfall (Kurzschlussabschaltung) ein Schaltlichtbogen aufgebaut. Die strombegrenzende Lichtbogenspannung addiert sich zur Lichtbogenspannung des Hochleistungsautomaten, so dass die den Kurzschlussstrom treibende Netzspannung zusammen mit der an der Netzinduktivität induzierten Spannung nicht ausreicht, um den Stromfluss aufrecht zu erhalten. Der Stromfluss geht zurück und wird schliesslich nach Löschung der Schaltlichtbögen im Hochleistungsautomaten sowie im Kurzschlussstrombegrenzer ganz unterbrochen. Der Kurzschlussstrom ist abgeschaltet.

Bemessungsspannung AC (50/60 Hz)	Bemessungsstrom	Grenzkurzschlussausschaltvermögen nach IEC 60947-2	
		ohne Kurzschlussstrombegrenzer (S800S)	mit Kurzschlussstrombegrenzer (SCL+S800S)
240/415 V	10...125 A	50 kA	100 kA
254/440 V	10...125 A	30 kA	100 kA
289/500 V	10...80 A	15 kA	65 kA ¹⁾
289/500 V	100...125 A	10 kA	65 kA ¹⁾
400/690 V	10...80 A	6 kA	50 kA
400/690 V	100...125 A	4.5 kA	50 kA

1) Messtechnischer Nachweis des Grenzkurzschlusschaltvermögens für diesen Spannungsbereich steht noch aus

Tabelle 2 Bemessungsspannungen und Schaltvermögen von Hochleistungsautomaten S800S der ABB Schweiz AG

Das Kurzschlusschaltvermögen der Kombination von Hochleistungsautomaten und Kurzschlussstrombegrenzer ist insofern natürlich stark abhängig von der Höhe der Netzspannung, die den Kurzschlussstrom treibt. **Tabelle 2** enthält Aussagen über das Schaltvermögen von Hochleistungsautomaten mit und ohne vorgeschaltetem Kurzschlussstrombegrenzer bei verschiedenen Netzspannungen (Niederspannungen).

Praktisch gesehen ist der Kurzschlussstrombegrenzer ein Hochleistungsautomat mit einem üblichen Kontakt- und Magnetauslösesystem. Das Magnetauslösesystem arbeitet entsprechend der Auslösecharakteristik K. Ein thermisches Auslösesystem (Bimetall) besitzt dieser Kurzschlussstrombegrenzer jedoch nicht. Dadurch, dass dieses Gerät im Kurzschlussfall zusammen mit oder zumindest kurz nach dem Hochleistungsautomaten anspricht und seine Schaltkontakte öffnet, wird der strombegrenzende Schaltlichtbogen in seiner Länge quasi verdoppelt. Die strombegrenzende Eigenschaft des Schaltlichtbogens wird somit gegenüber dem alleinigen Einsatz des Hochleistungsautomaten erheblich verstärkt. In Kauf genommen werden muss allerdings, dass der Kurzschlussstrombegrenzer nach dem Ansprechen ausschaltet und wie der Hochleistungsautomat selbst nach der Kurzschlussabschaltung wieder eingeschaltet werden muss.

Kurzschlussstrombegrenzer (Short Circuit Limiter - SCL)

Der Kurzschlussstrombegrenzer ist ein strombegrenzendes Schaltgerät, in dem die Kurzschlussstrombegrenzung durch den Schaltlichtbogen bewirkt wird. Bei bestimmten Werten des Kurzschlussstromes (abhängig vom Bemessungsstrom des Schaltgerätes) öffnet ein Magnetauslösesystem die Schaltkontakte. Über den entstehenden Schaltlichtbogen fällt die Lichtbogenspannung ab. Diese ist der Netzspannung entgegengerichtet. Sie begrenzt und reduziert den Kurzschlussstrom. Der Kurzschlussstrombegrenzer unterstützt somit ein nachgeschaltetes Schaltgerät – einen Hochleistungsautomaten oder einen Motorschutzschalter - bei der Abschaltung des Kurzschlussstromes.

Bild 2 verdeutlicht den zeitlichen Ablauf einer Kurzschlussabschaltung mit der Kombination Kurzschlussstrombegrenzer (SCL) und Hochleistungsautomat (S800). Der Kurzschlussstrombegrenzer ist in Energierichtung vor den Hochleistungsautomaten geschaltet:

- Zum Zeitpunkt ① sind die Kontakte sowohl des Kurzschlussstrombegrenzers als auch des Hochleistungsautomaten geschlossen. Es besteht ungestörter Betrieb. Der Betriebsstrom i_b fliesst über beide Schaltgeräte.
- Zum Zeitpunkt ② tritt nun ein Störfall ein. Ein Kurzschlussstrom fliesst – hier der Einfachheit halber vom Wert „null“ beginnend angenommen – aufgrund eines Isolationsfehlers sowohl durch den Kurzschlussstrombegrenzer als auch durch den Hochleistungsautomaten. Es besteht eine gewisse Verschiebung der Phasenlage zur treibenden Netzspannung, die im grünen Bereich des Zeitdiagramms dargestellt ist.
- Der ansteigende Kurzschlussstrom erreicht zum Zeitpunkt ③ den Wert des Ansprechstromes für den Magnetauslöser im Hochleistungsautomaten S800 (blaue Linie im rosa gefärbten Diagramm). Das Schaltwerk wird entklinkt, die Kontaktöffnung beginnt.
- Unmittelbar darauf zum Zeitpunkt ④ reisst der Schlaganker des Hochleistungsautomaten, der auf den sich gerade öffnenden beweglichen Schaltkontakt trifft, diesen weit auf. Es entsteht ein Schaltlichtbogen, der nun mit hoher Geschwindigkeit in die Lichtbogenlöschkammer einläuft. Die Lichtbogenspannung im Hochleistungsautomaten steigt stark an (dunkelblaue Linie im mittleren Spannungs-/Zeit-Diagramm).

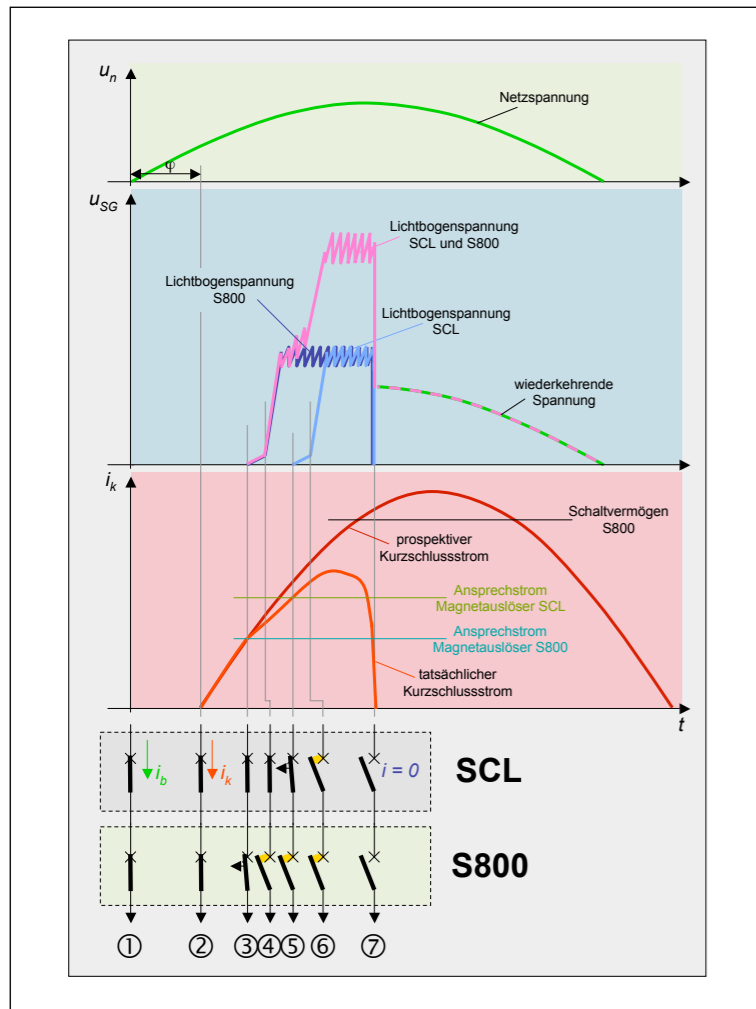


Bild 2 Prinzipieller zeitlicher Verlauf von Strömen und Spannungen bei einer Kurzschlussabschaltung der Kombination Kurzschlussstrombegrenzer und Hochleistungsautomat

- Der weiterhin zwar nun etwas langsamer ansteigende Kurzschlussstrom (zeitlicher Verlauf dargestellt durch die hellrote Linie im unteren Strom-/Zeit-Diagramm) erreicht nun den Wert des Ansprechstromes für das Magnetauslösesystem im Kurzschlussstrombegrenzer (grüne Linie) zum Zeitpunkt ⑤. Dessen Schaltwerk wird entklinkt, die Kontaktöffnung beginnt.
- Der Schlaganker im Magnetauslösesystem des Kurzschlussstrombegrenzers reisst den beweglichen Schaltkontakt auf. Es entsteht nun, zum Zeitpunkt ⑥, auch im Kurzschlussstrombegrenzer ein Schaltlichtbogen. Zusätzlich zu der im Hochleistungsautomaten bereits aufgebauten Lichtbogen-Spannung wird nun auch im Kurzschlussstrombegrenzer eine solche Spannung aufgebaut (hellblaue Linie im mittleren Spannungs/Zeit-Diagramm). Beide Lichtbogen-Spannungen addieren sich im System zu einer Spannung, die der treibenden Netzspannung entgegengerichtet ist. Der Augenblickswert der gemeinsamen Lichtbogen-Spannung liegt erheblich über dem Augenblickswert der Netzspannung. Die für das Bestehenbleiben der Schaltlichtbögen notwendigen Spannungen können nicht aus dem Netz zur Verfügung gestellt werden. Der Kurzschlussstrom wird sowohl in seiner Höhe als auch in seiner Anstiegsgeschwindigkeit stark begrenzt und in Richtung des Wertes „null“ gezwungen.
- Somit müssen alle in Reihe geschalteten Lichtbögen, die inzwischen in die Lichtbogenlöschkammern eingelaufen sind, erlöschen. Der Kurzschlussstrom ist zum Zeitpunkt ⑦ abgeschaltet und zwar in einer Zeitspanne, die nur einem Bruchteil der Zeit einer Stromhalbwellen (10 ms) entspricht. Die damit verbundene Energiebegrenzung wird deutlich, wenn die Fläche unter der Kurve des prospektiven Kurzschlussstromes (dunkelrote Linie im Strom-/Zeit-Diagramm des Bildes 2) mit der Fläche unter der Kurve des tatsächlichen zeitlichen Verlaufes des Kurzschlussstromes bis zu seiner Abschaltung (hellrote Linie im Strom-/Zeit-Diagramm) verglichen wird. Die Flächen unter diesen Kurven entsprechen den mit dem Stromfluss verbundenen Energiewerten, ausgedrückt in I²t.

Installationshinweise für den SCL

Der Kurzschlussstrombegrenzer SCL wird immer zusammen mit einem weiteren Schaltgerät, einem Hochleistungsautomaten S800S oder einem Motorschutzschalter MS/MO eingesetzt. Die Zuordnung eines Kurzschlussstrombegrenzers zu einem weiteren Schaltgerät wird als „Einzelschutz“ bezeichnet. **Bild 3** zeigt ein solches Installationsbeispiel. Bei dieser Anordnung sind der Kurzschlussstrombegrenzer und das zugehörige Schaltgerät in ihren Bemessungsströmen aufeinander abzustimmen (siehe Tabelle 3).

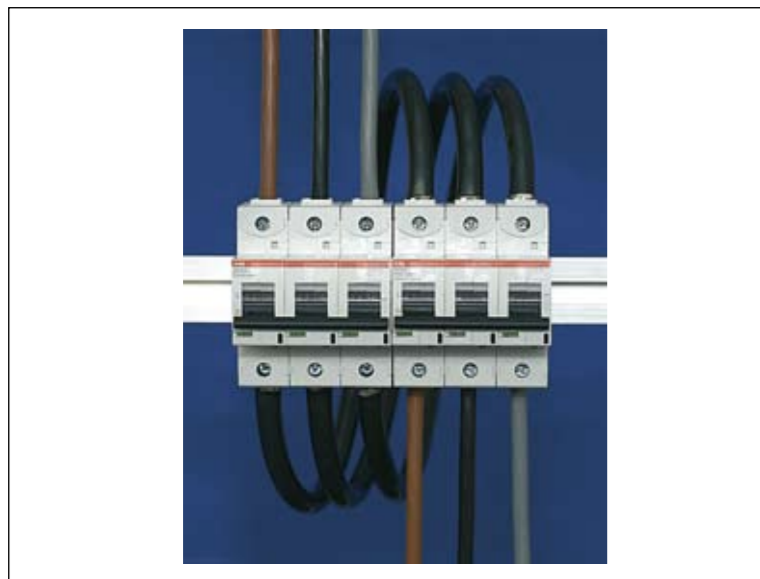


Bild 3 Anwendungsbeispiel für den Einzelschutz Hochleistungsautomat S800S und Kurzschlussstrombegrenzer S800S-SCL nebeneinander angeordnet

Kurzschlussstrombegrenzer S803-SCL	Hochleistungsautomat S803S alle Auslösecharakteristiken	Motorschutzschalter MS/MO 325
Bemessungsströme		
32 A	10...32 A	≤ 25 A
63 A	40...63 A	keine Koordination möglich
125 A	80...125 A	keine Koordination möglich

Tabelle 3 Bemessungsstrom-Koordination der Kurzschlussstrombegrenzer SCL mit nachgeschalteten Schaltgeräten

Ebenso ist es möglich, einer Gruppe von Schaltgeräten, entweder mehreren Hochleistungsautomaten oder mehreren Motorschutzschaltern, einen Kurzschlussstrombegrenzer vorzuschalten. Diese Anordnung wird als „Gruppenschutz“ bezeichnet und vorrangig für den Motorschutz angewandt. **Bild 4** zeigt diese Installationsmöglichkeit. Auch bei dieser Anordnung muss der Bemessungsstrom des Kurzschlussstrombegrenzers auf den kleinsten und auf den grössten Bemessungsstrom des zugehörigen Schaltgerätes gemäss den Angaben der **Tabelle 3** abgestimmt sein. Bei Kurzschlussströmen oberhalb der Ansprechschwelle des Kurzschlussstrombegrenzers von einigen 1000 A je nach Gerätedaten wird dieser in jedem Fall zusammen mit dem eigentlichen Schutzgerät (Motorschutzschalter) abschalten und die gesamte nachgeschaltete Gruppe unterbrechen. Es besteht somit oberhalb der Selektivitätsgrenze zwischen Schutzgerät und Kurzschlussstrombegrenzer keine Selektivität. Die Verfügbarkeit einzelner Abgänge oder Stromkreise ist damit eingeschränkt. Ein kostengünstiger Schutzaufbau wird mit diesem Nachteil erkauft. Insofern sollte der „Gruppenschutz“ nur angewendet werden wenn die Verfügbarkeit einzelner Stromkreise der geschützten Gruppe von untergeordneter Bedeutung ist. Ebenso muss bei der Anwendung des „Gruppenschutzes“ beachtet werden, dass bei gleichzeitigem Einschalten mehrerer Antriebe der vorgeschaltete Kurzschlussstrombegrenzer aufgrund der addierten hohen Anlaufströme thermisch überlastet werden kann. Um dies zu vermeiden, wird der kaskadierte - d.h. zeitlich versetzte - Anlauf einzelner Antriebe empfohlen.

Die Bemessungsstromkoordination für den Kurzschlussstrombegrenzer und das nachgeschaltete Schutzgerät muss in jedem Fall beachtet werden. Wie beschrieben beruht das durch die Kombination beider

Geräte erreichte hohe Schaltvermögen auf der den Kurzschlussstrom gemeinsam begrenzenden Wirkung zweier hintereinander gezündeter Schaltlichtbögen. Liegen jedoch die Bemessungsströme der beiden Schaltgeräte zu weit auseinander, so ist der Abstand der Ansprechschwelle beider Magnetauslösesysteme so gross, dass die Schaltkontakte in einem zeitlichen Abstand öffnen, der für eine gemeinsame Kurzschlussstrombegrenzung zu gross ist. In diesem Fall würde vereinfacht ausgedrückt, jeder Schaltkontakt für sich allein arbeiten. Das würde dann auch bedeuten, dass jeder der Schaltkontakte mit der Abschaltung des auftretenden Kurzschlussstromes möglicherweise überfordert wäre. Es käme zur Zerstörung beider hintereinander geschalteter Schaltgeräte, also sowohl zur Zerstörung des Kurzschlussstrombegrenzers als auch des Hochleistungsautomaten oder Motorschutzschalters.

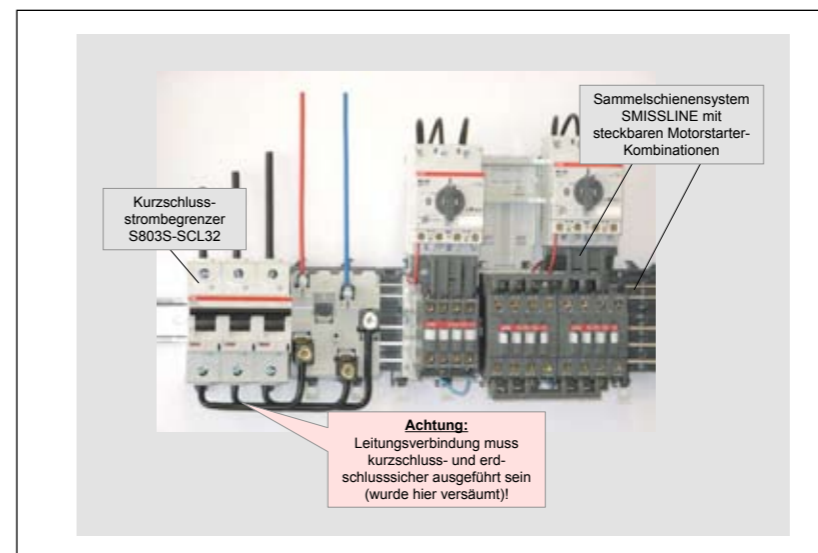


Bild 4 Gruppenschutz (Motorschutz) mit Kurzschlussstrombegrenzer

Beispielsweise ist die Kombination eines Hochleistungsautomaten S800S-C13 mit einem Kurzschlussstrombegrenzer S803S-SCL63 aus dem beschriebenen Grund heraus nicht erlaubt, ja diese Kombination wäre unter dem Gesichtspunkt des Kurzschlussstroms sogar gefährlich. Auch die Kombination eines Motorschutzschalters MS325-4 mit einem Kurzschlussstrombegrenzer S803S-SCL125 wäre unter diesem Gesichtspunkt nicht eine Schutzverbesserung sondern genau das Gegenteil (siehe Tabelle 3).

Die Koordination eines Kurzschlussstrombegrenzers SCL mit anderen Überstrom-Schutzeinrichtungen, z.B. mit einem normalen Leitungsschutzschalter (Schaltvermögen bis 10 kA), ist unter dem Gesichtspunkt einer Erhöhung des Kurzschlussstromschaltvermögens nicht ohne weiteres möglich. Diese Kombination wäre wie die Koordination von Leitungsschutzschalter und Hochleistungsautomat zu behandeln. Hierfür gelten die Aussagen in [1].

Bemessungsstrom SCL	Leitungsverbindung ¹⁾ SCL/S800 oder MS325	
	Querschnitt bei Cu	Mindestlänge
32 A	6 mm ²	80 mm
63 A	16 mm ²	80 mm
125 A	50 mm ²	250 mm

1) Die Leitungsverbindung soll kurzschluss- und erdschlussicher ausgeführt werden (siehe EN 60439-1)

Tabelle 4 Ausführung der Leitungsverbindung zwischen Kurzschlussstrombegrenzer und Schutzgerät

Die Leitungsverbindung zwischen Kurzschlussstrombegrenzer und nachgeschaltetem Schutzgerät muss bestimmten Anforderungen genügen:

- Der Querschnitt der Leitungsverbindung bei Verlegung als Einzellader und Verwendung des Leitermaterials, Kupfer soll Werte der **Tabelle 4** nicht unterschreiten.
- Die Länge der Verbindungsleitung soll die in **Tabelle 4** angegebenen Werte ebenfalls nicht unterschreiten.
- Die Leitungsverbindung muss kurzschluss- und erdschlussicher ausgeführt werden.

Die beiden erstgenannten Punkte dienen dem thermischen Schutz der Kombination von Kurzschlussstrombegrenzer und Hochleistungsautomat (oder Motorschutzschalter).

Eine direkte Zusammenschaltung der Geräte, beispielsweise über kurze Kupferlaschen, würde aufgrund der Innenwiderstände der Geräte und der damit im Betrieb entstehenden Verlustleistung eine gegenseitige thermische Beeinflussung und erhöhte Erwärmung zur Folge haben. Die thermische Auslösung der nachgeschalteten Schutzeinrichtung könnte sich dadurch so verändern, dass diese nicht mehr dem für die Auslösung festgelegten Zeit-/Strom-Bereich entspräche und es deshalb zu verfrühten Auslösungen käme. Die in den Geräten entstehende Verlustwärme muss deshalb über Anschlussleitungen mit einem definierten Wärmespeicher- und -ableitvermögen aus den Geräten abgeführt werden. In der praktischen Ausführung lassen sich die genannten Leiterquerschnitte und -längen meist ohne Probleme realisieren.

Der dritte der genannten Punkte betrifft den Kurzschlusschutz der Leitungsverbindung zwischen dem Kurzschlussstrombegrenzer und dem Schutzgerät, beispielsweise dem Hochleistungsautomaten. Ein Kurzschluss im Stromkreis nach der Kombination aus Kurzschlussstrombegrenzer SCL und Hochleistungsautomat S800 wird bis zum Schaltvermögen der Kombination durch diese sicher abgeschaltet. Tritt allerdings - wie in **Bild 5** gezeigt - ein Kurzschluss zwischen dem Kurzschlussstrombegrenzer und dem Hochleistungsautomaten auf, so ist der Kurzschlussstrombegrenzer allein für die Kurzschlussstromabschaltung zuständig, es sei denn, eine weitere vorgeschaltete Schutzeinrichtung, z.B. ein Leistungsschalter ist vorhanden und für diesen Fall ausgelegt. Das wäre dann die sogenannte Backup-Schutz-Funktion. Im Allgemeinen

wird das nicht der Fall sein. Der Kurzschlussstrombegrenzer ist für diese Kurzschlussabschaltung dann allein zuständig. Allerdings besitzt dieses Gerät für sich nur das Kurzschlusschaltvermögen eines Hochleistungsautomaten und es wird insofern mit der Kurzschlussabschaltung überfordert sein.

Deshalb sollte durch den Aufbau der Anlage sichergestellt werden, dass das Auftreten eines Kurzschlusses in der Leitungsverbindung zwischen Kurzschlussstrombegrenzer und Hochleistungsautomat mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen ist. Die kurzschluss- und erdschlussichere Ausführung dieser Leitungsverbindung ist hier das geeignete Mittel. Diese lässt sich gewährleisten durch:

- Eine Anordnung aus Einzeleleitern, die isoliert oder blank ausgeführt sind, bei denen jedoch ein gegenseitiges Berühren und die Berührung mit geerdeten Teilen verhindert ist, z.B. durch den Einsatz von Abstandhaltern.
- Eine Anordnung aus einadrigen Kabeln, Mantelleitungen oder Gummischlauchleitungen, bei der aufgrund der doppelten Isolierung jedes Leiters der Eintritt eines Kurzschlusses unwahrscheinlich ist.
- Eine Anordnung bestehend aus Aderleitungen, die für eine Bemessungsspannung von 1,8/3 kV isoliert sind (verstärkte Isolierung).

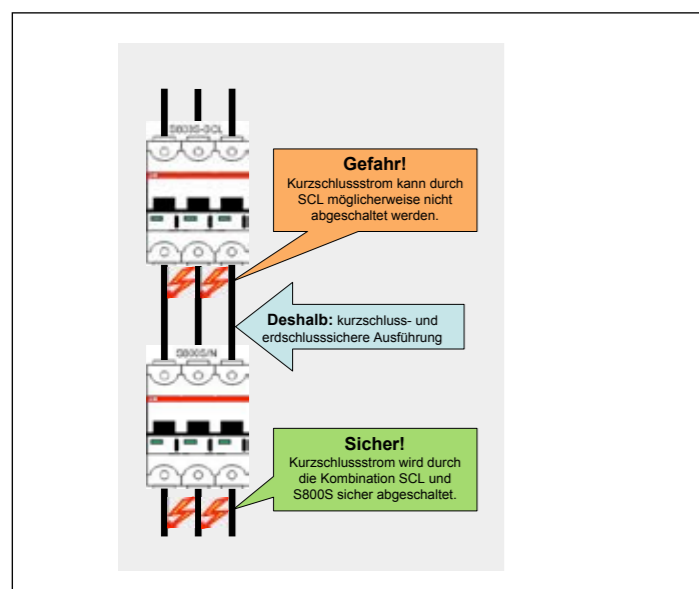


Bild 5 Kurzschluss in der Leitungsverbindung zwischen Kurzschlussstrombegrenzer und Hochleistungsautomat

Der im **Bild 4** gezeigte Aufbau entspricht insofern nicht diesen Vorgaben. Die Leitungsverbindung zwischen dem Kurzschlussstrombegrenzer (links) und den nachgeschalteten Motorschutzeinrichtungen ist nur als einfache Aderleitung ausgeführt, deren Adern sich auch noch gegenseitig berühren.

Koordination mit nachgeschalteten und vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen

Die Koordination der Kombination bestehend aus Kurzschlussstrombegrenzer und Schutzgerät (z.B. Hochleistungsautomat oder Motorschutzschalter) bezieht sich zum einen auf die Selektivität zu vor- und nachgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen (Leistungsschalter, Leitungsschutzschalter, Motorschutzschalter) und zum anderen auf den Backup-Schutz für nachgeschaltete Überstrom-Schutzeinrichtungen, das sind im allgemeinen Leitungsschutzschalter oder Motorschutzschalter. Auf die Grundlagen der Selektivitäts- und der Backup-Schutzkoordination wird in [1] eingegangen. Insofern sollen diese Grundlagen hier nicht wiederholt werden.

Betrachtet werden hier in Bezug auf die Schutzkoordination zwei Anwendungen, in denen auch Kurzschlussstrombegrenzer eingesetzt werden:

- Ein Energieverteilssystem; hier ist der Kurzschlussstrombegrenzer kombiniert mit einem Hochleistungsautomaten.
- Ein Versorgungsstromkreis für einen Motorantrieb; hier ist der Kurzschlussstrombegrenzer kombiniert mit einem Motorschutzschalter und/oder einer Motorstarter-Kombination.

Selektivität

besteht zwischen hintereinander geschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen, z.B. Leitungsschutzschaltern (MCBs) dann, wenn im Fall einer betriebsbedingten Überlastung oder im Störfall des Kurzschlusses nur diejenige Überstrom-Schutzeinrichtung abschaltet, die dem überlasteten oder fehlerhaften Stromkreis direkt vorgeschaltet ist.

Backup-Schutz

von hintereinander geschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen, z.B. Leitungsschutzschaltern besteht, wenn bei Überschreiten des Schaltvermögens des der Fehlerstelle direkt vorgeschalteten Leitungsschutzschalters der übergeordnete Leitungsschutzschalter, z.B. ein Hochleistungsautomat abschaltet und sowohl den Schutz des überforderten Leitungsschutzschalters als auch den des fehlerbehafteten Stromkreises übernimmt. Es können in diesem Fall beide Überstrom-Schutzeinrichtungen abschalten. Beide sind nach der Abschaltung jedoch weiterhin funktionstüchtig.

Koordination in Energieverteilssystemen

Es soll zunächst ein System betrachtet werden, das der Art nach in **Bild 6A** dargestellt ist. Aus einem Leistungsschalter wird die Kombination aus Kurzschlussstrombegrenzer (SCL) und Hochleistungsautomat (S800) versorgt. Diese Kombination - ggf. auch als Gruppenschutz - schützt die Zuleitung zu einem Stromkreisverteiler bei Überlast und Kurzschluss. Die im Stromkreisverteiler enthaltenen Leitungsschutzschalter werden in Bezug auf ihre Kenndaten und ihre Auslösecharakteristik entsprechend den Anforderungen des jeweils zu schützenden Endstromkreises ausgewählt.

Die Kaskade im **Bild 6A** bestehend aus Kurzschlussstrombegrenzer, Hochleistungsautomat und Leitungsschutzschalter muss nun in ihren Betriebsmitteldaten so koordiniert werden, dass selektiver Überlastschutz, selektiver Kurzschlusschutz und schliesslich Backup-Schutz besteht.

Die Koordination des Überlastschutzes wird hier nicht weiter betrachtet. Durch entsprechende Stufung der Bemessungsströme hintereinander geschalteter Überstrom-Schutzeinrichtungen (im Allgemeinen reicht eine Stufung um zwei Bemessungswerte nach oben gegen die Energierichtung aus) wird selektiver Überlastschutz im Regelfall problemlos erreicht.

Tritt an Stelle © in **Bild 6A** ein Kurzschluss auf, so soll dieser durch die vorgeschaltete Überstrom-Schutzeinrichtung, also durch den Leitungsschutzschalter des Endstromkreises abgeschaltet werden, sofern dessen Schaltvermögen nicht überschritten wird. Massgeblich für die Selektivitätsbetrachtung ist die diesbezügliche Koordination zwischen dem Leitungsschutzschalter und dem vorgeschalteten Hochleistungsautomaten.

Hierfür sind in den Produktkatalogen für Leitungsschutzschalter der ABB Schweiz AG Koordinationstabellen enthalten, aus denen die Selektivitätsgrenzströme für die gewünschte Schutzgerätekombination zu entnehmen sind. **Tabelle 5** zeigt das Beispiel einer solchen Koordinationstabelle.

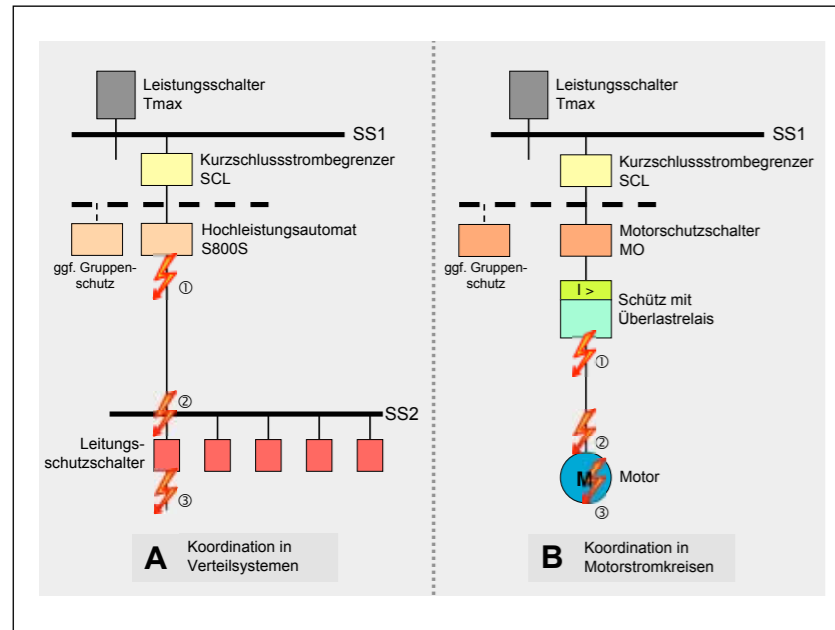


Bild 6 Erläuterung der Koordination von Kurzschlussstrombegrenzer und Überstrom-Schutzeinrichtungen

Ist allerdings der Kurzschlussstrom am Fehlerort ③ in **Bild 6A** grösser als das Schaltvermögen des vorgeordneten Leitungsschutzschalters, so muss der Schutz durch die auf der nächsthöheren Verteilungsebene vorgeschaltete Überstrom-Schutzeinrichtung übernommen werden. Das wäre in diesem Fall der Hochleistungsautomat. Bei Kurzschlussströmen oberhalb der Selektivitätsgrenze zwischen Leitungsschutzschalter und vorgeschaltetem Hochleistungsautomaten wird der letztgenannte sowohl den Schutz des nachgeschalteten Leitungsschutzschalters als auch des Endstromkreises übernehmen. Er tut dies normalerweise bis zu seinem Schaltvermögen von z.B. 50 kA. Wir sprechen in diesem Fall von Backup-Schutz.

Sollte wider Erwarten der Kurzschlussstrom am Fehlerort ③ Werte annehmen, die das Schaltvermögen des vorgeschalteten Hochleistungsautomaten übersteigen, so wird bestimmungsgemäss der vorgeschaltete Kurzschlussstrombegrenzer in Aktion treten und wie bereits beschrieben, den Hochleistungsautomaten bei seiner Schutz Aufgabe unterstützen. Eine besondere Koordination in Bezug auf den Backup-Schutz ist insofern nicht gefordert. Es

reicht die Backup-Schutz-Koordination zwischen dem Leitungsschutzschalter (MCB) und dem vorgeschalteten Hochleistungsautomaten (z.B. S800) die in Tabellenform im Herstellerkatalog enthalten ist. **Tabelle 6** zeigt beispielhaft eine solche Koordinationstabelle.

Typ Last-seite	Typ Netzseite		S800S								
	Auslösecharakteristik		D								
	Schaltvermögen in kA		50 kA								
		Bemessungsstrom in A	25	32	40	50	63	80	100	125	
S400M S400E S450M S450E	B, C	6 / 10	6	0.5	0.9	1.1	1.8	2.5	6.0	6.0 ¹⁾	6.0 ¹⁾
			8	0.4	0.5	0.8	1.0	1.3	2.5	3.5	6.0
			10	0.4	0.5	0.8	1.0	1.3	2.5	3.5	6.0
			13	0.4	0.5	0.8	1.0	1.3	2.3	3.0	5.1
			16		0.5	0.8	1.0	1.3	2.3	3.0	5.1
			20			0.7	1.0	1.2	2.1	2.7	4.3
			25			0.7	1.0	1.2	2.1	2.7	4.3
			32				0.9	1.0	1.7	2.2	3.4
			40				1.0	1.7	2.2	3.4	
			50					1.4	1.7	2.1	
						1.6	2.1				
			1) bei 10 kA-LS-Schalter bis 10 kA								
			Selektivität bis kA								

Tabelle 5 Beispiel für die Selektivitätskoordination zwischen Leitungsschutzschaltern und Hochleistungsautomaten bei 230/400 V

Typ Last-seite	Typ Netzseite		Kombination S800S-SCL mit S800S							
	Auslösecharakteristik		B, C, D, K							
	Schaltvermögen in kA		100 kA							
		Bemessungsstrom in A	SCL32		SCL63			SCL125		
			25	32	40	50	63	80	100	125
S400M S400E S450M S450E	B, C, D, K	bis 16	100	100	100	100	100	100	100	100
		20		100	100	100	100	100	100	100
		25			100	100	100	100	100	100
		32				100	100	100	100	100
		40					100	100	100	100
		50						100	100	100
		63						100	100	
			Backup-Schutz bis kA							

Tabelle 6 Beispiel für die Backup-Schutz-Koordination zwischen Leitungsschutzschaltern und der Kombination Kurzschlussstrombegrenzer / Hochleistungsautomat bei 230/400 V

Tritt der Kurzschluss am Fehlerort ② der Darstellung in **Bild 6A** auf, so ist der Hochleistungsautomat S800 für die Fehlerabschaltung zuständig, gegebenenfalls unterstützt durch den vorgeschalteten Kurzschlussstrombegrenzer. Diese Unterstützung wird erst erfolgen, wenn die „Selektivitätsgrenze“ zwischen Hochleistungsautomat und Kurzschlussstrombegrenzer erreicht ist.

Das Energiebegrenzungsdiagramm in **Bild 7** verdeutlicht diesen Vorgang. Dargestellt sind die Energiebegrenzungskurven für den Kurzschlussstrombegrenzer (S800S-SCL125 – roter Verlauf) und für den Hochleistungsautomaten (S800S-D80 – blauer Verlauf) jeweils über den Werten für den Kurzschlussstrom. Bei Eintritt eines Kurzschlusses wird wie bereits beschrieben durch den ansteigenden Kurzschlussstrom die Schwelle für das Ansprechen des Magnetauslösers im Hochleistungsautomaten erreicht. Der Hochleistungsautomat öffnet die Schaltkontakte und begrenzt damit die Energie an der Fehlerstelle, die je nach Kurzschlussstrom mehr oder weniger gross ist (blaue Linie). Erreicht jedoch die vom Hochleistungsautomaten noch durchgelassene Energie (i^2t) den für das Ansprechen des Magnetauslösesystems im Kurzschlussstrombegrenzer notwendigen Wert (grüne waagerechte Linie), so wird dieser nun ebenfalls die Kontakte öffnen und die Fehlerenergie zusätzlich begrenzen. Dieser Punkt kann auch als Selektivitätsgrenze zwischen Hochleistungsautomat und Kurzschlussstrombegrenzer bezeichnet werden (braune Linie). Oberhalb der Selektivitätsgrenze wirkt nun die Kombination aus Hochleistungsautomat und Kurzschlussstrombegrenzer so stark energiebegrenzend, dass der i^2t -Verlauf der im Bild 7 dargestellten rosafarbenen Linie entspricht. Die konkret gemessene Kombination S800S-SCL125 (Kurzschlussstrombegrenzer) und S800S-D80 (Hochleistungsautomat) lässt bei ihrem Grenzsaltvermögen von 100 kA noch eine Energie von etwa 100.000 A²s durch. Dieser Wert entspricht etwa der Durchlassenergie eines Hochleistungsautomaten mit einem Bemessungsstrom von 125 A allerdings bei seinem Grenzsaltvermögen von 50 kA (bei 230/400 V). Die Güte der Energiebegrenzung durch die genannte Kombination wird durch diese Zahlenwerte sehr deutlich.

Im Rahmen der Koordination aller hintereinander geschalteter Schutzeinrichtungen spielt die Frage, ob nur der Hochleistungsautomat auslöst oder ob zusätzlich auch der Kurzschlussstrombegrenzer abschaltet, zumindest beim sogenannten „Einzelschutz“ keine grosse Rolle. Der Überstromschutz ist auf jeden Fall sichergestellt, die Verfügbarkeit der Anlage verändert sich nicht, auch wenn der Kurzschlussstrombegrenzer auslöst. Wird allerdings der Kurzschlussstrombegrenzer als Gruppenschutzgerät eingesetzt, so ist die Frage der Selektivität zwischen Kurzschlussstrombegrenzer und Hochleistungsautomat schon von Interesse. Praktisch liegt jedoch die Selektivitätsgrenze zwischen beiden Schaltgeräten weit unterhalb des Schaltvermögens der Kombination, so dass diese Frage nicht ernsthaft in die Projektierung einbezogen werden wird. Das gewünschte und geforderte hohe Schaltvermögen der Kombination steht bei diesen Überlegungen im Vordergrund, wie bereits ausgeführt allerdings mit dem Nachteil, dass bei Gruppenschutzanwendungen die Verfügbarkeit einzelner Anlagenteile möglicherweise geringer ist, als beim Einzelschutz.

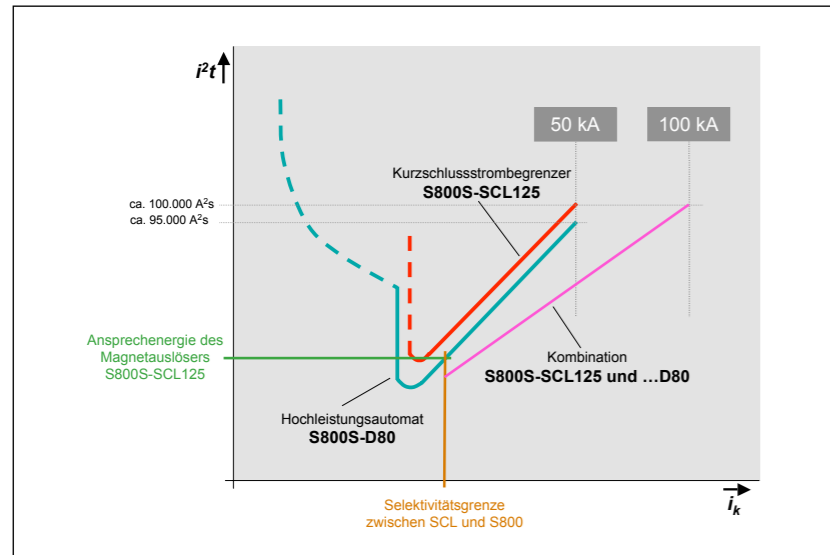


Bild 7 Erläuterung der Energieselektivität bei hintereinander geschalteten mechanischen Schaltgeräten

Ein Kurzschluss am Fehlerort ① in **Bild 6A** unterscheidet sich vom Kurzschluss am Fehlerort ② nur durch die Höhe des Kurzschlussstromes. Ein Kurzschlussstrom (prospektiver Wert) von bis zu 100 kA je nach Netzennennspannung (siehe Tabelle 2) wird bei Einsatz des Kurzschlussstrombegrenzers beherrscht. Eine Selektivität zur vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung – hier ein Leistungsschalter – wird erwartet. Dieser Leistungsschalter sollte einen Bemessungsstrom von deutlich mehr als 125 A besitzen und Kurzschlussströme von mehr als 100 kA abschalten können. Ein solcher Leistungsschalter würde bei einem Kurzschlussstrom von 100 kA und einer Bemessungsspannung von 400 V eine Energie von bis zu 750.000 A²s durchlassen. Im Vergleich dazu liegt die Durchlassenergie einer Kombination von Kurzschlussstrombegrenzer und Hochleistungsautomat bei einem Schaltvermögen ebenfalls von 100 kA wie oben gesagt bei unter 100.000 A²s. Aufgrund der starken Energiebegrenzung durch die Kombination wird die Ansprechschwelle für das Auslösen des vorgeschalteten Leistungsschalters nicht erreicht werden. Es ist also davon auszugehen, dass bis zum Grenzsaltvermögen der Kombination Selektivität zum vorgeschalteten Leistungsschalter besteht.

Der Backup-Schutz für die Kombination aus Kurzschlussstrombegrenzer und Hochleistungsautomat durch den vorgeschalteten Leistungsschalter muss nur betrachtet werden, wenn am Einbauort der Kombination Kurzschlussströme von mehr als 100 kA (bei 400 V) erwartet werden. Dieser Fall darf jedoch als äusserst unwahrscheinlich angenommen werden. Im Extremfall müssen die Schutzeinrichtungen in Bezug auf den Backup-Schutz sorgfältig ausgewählt und nach Herstellerangaben koordiniert werden.

Koordination in Motorstromkreisen

Der Einsatz von Kurzschlussstrombegrenzern in Motorstromkreisen ist weit verbreitet und gehört zu den am häufigsten umgesetzten Applikationen. Die Gründe hierfür liegen auf der Hand:

- Der für den Überstromschutz des Motorstromkreises eingesetzte Motorschutzschalter besitzt ein Schaltvermögen, das häufig in energiestarken Netzen nicht ausreichend ist, so dass die Kurzschlussstrombegrenzung für die sichere Überstromunterbrechung des Motorschutzschalters zwingend notwendig ist.
- Durch Einsatz eines Kurzschlussstrombegrenzers lässt sich innerhalb der Motorstarter-Kombination häufig ein Schütz-Typ kleinerer Bauart verwenden, da die Gefahr des Verschweissens der Hauptkontakte bei Kurzschluss geringer ist, als ohne den vorgeschalteten Kurzschlussstrombegrenzer.

In Motorstromkreisen gemäss **Bild 6B** müssen die Bemessungsdaten des Motors (Bemessungsleistung, Bemessungsstrom) mit den Daten des Motorschutzschalters ggf. in Kombination mit einem Kurzschlussstrombegrenzer und mit den Daten der Kombination bestehend aus Überlastrelais und Schütz koordiniert werden. Die Hersteller dieser Schaltgeräte liefern Koordinationstabellen, in denen passend zur jeweiligen Motorleistung die geeigneten Schaltgerätekombinationen gelistet sind. Werden diese Angaben bei der Planung und Ausführung von Antriebsstromkreisen eingehalten, so besteht koordinierter Überlast- und Kurzschlussschutz. Die **Tabellen 7 und 8** zeigen auszugsweise eine solche Koordination.

Tritt der Kurzschluss an der Fehlerstelle ① in **Bild 6B** auf, so wird bei richtiger Koordination der dem Schütz und Überlastrelais vorgeschalteten Schutzgeräte vermieden, dass die Schützkontakte durch den Kurzschlussstrom beschädigt werden und gar verschweissen. Im gezeigten Beispiel begrenzen Kurzschlussstrombegrenzer SCL und Motorschutzschalter MO (Motorschutzschalter nur mit Magnetauslösesystem, d.h. ohne thermische Auslösung) hohe Kurzschlussströme derart, dass für bestimmte Schütze und Überlastrelais Schutz besteht.

Das geeignete Schütz und Überlastrelais ist in der entsprechenden Koordinationstabelle aufgeführt. In Bezug auf das Ansprechen und die Strombegrenzung der Kombination Motorschutzschalter und Kurzschlussstrombegrenzer gelten die weiter oben gemachten Aussagen zur Fehlerstelle ① in Bild 6A.

Direkt startender Motor mit normalem Anlauf 400 V, 100 kA, 50/60 Hz, Ac-3, Typ 1, nach EN/IEC 60947-4-1										
Motor		Motorschutzschalter			Kurzschlussstrombegrenzer	Schütz	Überlastrelais			
Bemessungsleistung kw	Bemessungsstrom A	Typ	Bemessungsstrom A	Magnetischer Ansprechstrom A	Typ	Typ	Typ	Stromeinstellbereich A	Auslöseklasse	max. erlaubter Einstellstrom A
5.0 5.5	10.5 11.5	MO325-12.5	12.5	187.5	S803-SCL32	A12	E16DU18.9	5.7 - 18.9	10	12.0
6.5 7.5	13.8 15.5	MO325-16.0	16.0	240.0		A16				16.0
8.0 9.0	16.7 18.3	MO325-20.0	20.0	300.0		A26				18.5
11.0	22.0	MO325-25.0	25.0	375.0						25.0
5.0 5.5	10.5 11.5	MO325-12.5	12.5	187.5	S803-SCL32	A12	UMC22-FBP	0.10 - 63	10	12.0
6.5 7.5	13.8 15.5	MO325-16.0	16.0	240.0		A16				16.0
8.0 9.0	16.7 18.3	MO325-20.0	20.0	300.0		A26				20.0
11.0	22.0	MO325-25.0	25.0	375.0						25.0

Tabelle 7 Auszug aus einer Koordinationstabelle für Motorstarter-Kombinationen (ABB-Produkte)

Ähnliches gilt für die Betrachtung der Fehlerstellen ② und ③ in **Bild 6B**. Wird durch den Kurzschlussstrom die Selektivitätsgrenze zwischen Motorschutzschalter und vorgeschaltetem Kurzschlussstrombegrenzer überschritten, so arbeitet die Kombination beider Geräte mit einer extrem hohen Energiebegrenzung und bietet optimalen Schutz der Schütz-/Überlastrelais-Kombination. Wird allerdings die Selektivitätsgrenze zwischen Motorschutzschalter und Kurzschlussstrombegrenzer beispielsweise bei einem Fehler an der Fehlerstelle ③ im Motor selbst (Windungsschluss zum Gehäuse) nicht erreicht, nun so übernimmt der Motorschutzschalter allein die Schutz Aufgabe. Ist er gemäss den Vorgaben der Koordinationstabelle richtig ausgewählt, so wird er diese auch sicher erfüllen.

Fazit

Die Leistungsfähigkeit von Hochleistungsautomaten in Bezug auf den Kurzschlussschutz von Anlageteilen in Energieverteilungssystemen und in besonders leistungsstarken Endstromkreisen mit einem Schaltvermögen von bis zu 50 kA bei Bemessungsströmen bis zu 125 A ist an sich bereits sehr beachtlich. Der Kurzschlussschutz nachgeschalteter Betriebsmittel gestaltet sich aufgrund der extrem starken Energiebegrenzung dieser Schaltgeräte als äusserst wirksam.

Diese Leistungsfähigkeit kann nun noch gesteigert werden, wenn Hochleistungsautomaten zusammen mit Kurzschlussstrombegrenzern eingesetzt werden. Das Schaltvermögen einer solchen Kombination reicht dann hinauf bis zu 100 kA bei Bemessungsströmen bis zu 125 A.

Die Durchlassenergie wird gegenüber der eines Hochleistungsautomaten noch einmal enorm reduziert, so dass bei einem Kurzschlussstrom von 100 kA praktisch die gleiche Energie in die Anlage durchgelassen wird wie beim Einsatz nur des Hochleistungsautomaten - allerdings bei 50 kA. Diese unerhörte Leistungsfähigkeit einer solchen Kombination ist besonders in solchen Systemen nutzbringend, wo Energie aus starken Netzen, also Netzen mit hoher Kurzschlussleistung, über kurze Distanzen verteilt und angewendet wird.

Direkt startender Motor mit normalem Anlauf
400 V, 100 kA, 50/60 Hz, AC-3, Typ 2, nach EN/IEC 60947-4-1

Motor		Motorschutzschalter			Kurzschlussstrombegrenzer	Schütz	Überlastrelais			
Bemessungsleistung	Bemessungsstrom	Typ	Bemessungsstrom	Magnetischer Ansprechstrom	Typ	Typ	Typ	Stromeinstellbereich	Auslöseklasse	max. erlaubter Einstellstrom
kw	A		A	A				A		A
5.0 5.5	10.5 11.5	MO325-12.5	12.5	187.5	S803S-SCL32	A26	E16DU18.9	5.7 - 18.9	10	12.5
6.5 7.5	13.8 15.5	MO325-16.0	16.0	240.0						16.0
8.0 9.0	16.7 18.3	MO325-20.0	20.0	300.0						18.5
11.0	22.0	MO325-25.0	25.0	375.0						25.0
5.0 5.5	10.5 11.5	MO325-12.5	12.5	187.5	S803S-SCL32	A26	UMC22-FBP	0.10 - 63	10	12.5
6.5 7.5	13.8 15.5	MO325-16.0	16.0	240.0						16.0
8.0 9.0	16.7 18.3	MO325-20.0	20.0	300.0						18.5
11.0	22.0	MO325-25.0	25.0	375.0						25.0

Tabelle 8 Auszug aus einer Koordinationstabelle für Motorstarter-Kombinationen (ABB-Produkte)

Solche Systeme können sein:

- Verteilsysteme in Windkraftanlagen
- Verteilanlagen auf Schiffen
- Verteilanlagen auf Erdölbohrinseln
- Verteilsysteme in der Schwerindustrie mit Nennspannungen bis 690 V
- Endstromkreise, die aus übergeordneten Verteilungsebenen versorgt werden, z.B. für leistungsstarke Elektroantriebe

Die Vorteile, die für einen Einsatz der Kombination aus Kurzschlussstrombegrenzer und Hochleistungsautomaten sprechen, liegen auf der Hand:

- Hohe Leistungsfähigkeit bei der Abschaltung von Fehlern (Kurzschlussströmen)
- Optimaler Schutz der nachgeschalteten Anlage durch extrem hohes Energiebegrenzungsvermögen
- Dabei kleine Bauform
- Ausgezeichnetes Preis-Leistungs-Verhältnis
- Ein kostengünstiger Betrieb, da diese Kombination wartungsfrei arbeitet

Betreiber elektrischer Anlagen mit extrem hohen Anforderungen profitieren vom ausgezeichneten Know-how eines langjährig erfahrenen Schutzgeräte-Herstellers. Der Einsatz von ABB-Hochleistungsautomaten zusammen mit ABB-Kurzschlussstrombegrenzern gewährleistet absolute Sicherheit, hohe Verfügbarkeit und breite Flexibilität beim Betrieb elektrischer Niederspannungsanlagen.

Literaturhinweise

- [1] Zander, H.: Einsatz von Hochleistungsautomaten in Niederspannungs-Energieverteilern.
ABB Schweiz AG, CMC Low Voltage Products Druckschrift-Nr.: 2CCC413001G0101

Vielseitig: Die Anwendungsbereiche.



Öffentliche Gebäude.

Flughäfen, Krankenhäuser, Bürogebäude: Wo viele Menschen ein- und ausgehen, kommt der Versorgungssicherheit besondere Bedeutung zu. Zum Beispiel im International Financial Center «101» in Taipeh, dem höchsten Bürogebäude der Welt, wo rund 10 000 Menschen arbeiten. Oder im Hartsfield-Jackson Atlanta International Airport (USA), wo jährlich über 80 Millionen Passagiere abgefertigt werden. Hochleistungsautomaten wie der S800 sorgen dafür, dass bei Kurzschlüssen Personen- und Sachschäden verhindert werden.



Kraftwerke.

Ohne Strom läuft gar nichts. Mit insgesamt über 3 400 000 Megawatt Leistung sorgen Kraftwerke rund um den Erdball dafür, dass die Welt in Bewegung bleibt. Hochleistungsautomaten wie der S800 schützen ihre Infrastruktur – und damit jene Menschen und Maschinen, die an der Stromproduktion beteiligt sind.



Chemische und Petrochemische Industrie.

Die chemische und petrochemische Industrie leistet einen entscheidenden Beitrag zum modernen Alltag. Ob Gesundheit (Medikamente, Diagnostika), Nahrung (Düngemittel, Pflanzenbehandlungsmittel, Zusatzstoffe), Bekleidung (Farbstoffe, Fasern) oder Mobilität (Treibstoff) – ihre Produkte sorgen für Lebensqualität und Arbeitsplätze. Über 2 Millionen allein in der Europäischen Union. Hochleistungsautomaten wie der S800 sichern die Produktion.



Transportwesen.

Immer höhere Leistung bei Bahn, Schiff und Maschinen bedeutet auch immer höhere Kurzschlussströme. Dies bedingt einen zuverlässigen, leistungsstarken Personen- und Sachschutz. Hochleistungsautomaten wie der S800 bieten diesen Schutz. Zum Beispiel auf der «Queen Mary II», dem grössten Passagierschiff der Welt, wo 2500 Kilometer elektrische Kabel verlegt wurden – für 80 000 Beleuchtungskörper, 3000 Telefone, 8800 Lautsprecher, 5000 Feuerdetektoren und 8350 automatische Feuerlöscher.



IT- und Telekommunikationsindustrie.

Kommunikation verbindet Menschen, schafft Arbeitsplätze und macht den Alltag spannender. Kommunikation ist Leben. IT- und Telekommunikationsspezialisten in der ganzen Welt suchen unermüdlich nach Wegen, den Datenaustausch noch einfacher zu machen. Zwischen Millionen von Handys beispielsweise: Im Jahr 2004 telefonierte weltweit rund 1,5 Milliarden Menschen mobil. Hochleistungsautomaten wie der S800 schützen die Infrastruktur der IT- und Telekommunikationsindustrie, damit Informationen ungehindert fließen können. Jederzeit. Überall.

ABB Schweiz AG Normelec

Badenerstrasse 790
CH-8048 Zürich
Telefon +41 (0) 58 586 00 00
Telefax +41 (0) 58 586 06 01

www.abb.ch

ABB STOTZ-KONTAKT GmbH

Eppelheimer Strasse 82
D-69123 Heidelberg
Telefon +49 (0) 6221 701 - 0
Telefax +49 (0) 6221 701 - 1325
E-mail: desst.info@de.abb.com

www.abb.de/stotz-kontakt

ABB AG Komponenten

Clemens-Holzmeister-Strasse 4
A-1810 Wien
Telefon +43 (0) 1 601 09 - 0
Telefax +43 (0) 1 601 09 - 8600
E-mail: abb.kovs@at.abb.com

www.abb.com

**ABB Schweiz AG**

CMC Low Voltage Products
Fulachstrasse 150
CH-8201 Schaffhausen
Telefon +41 (0)58 586 41 11
Telefax +41 (0)58 586 42 22
E-mail: cmc@ch.abb.com

www.abb.ch