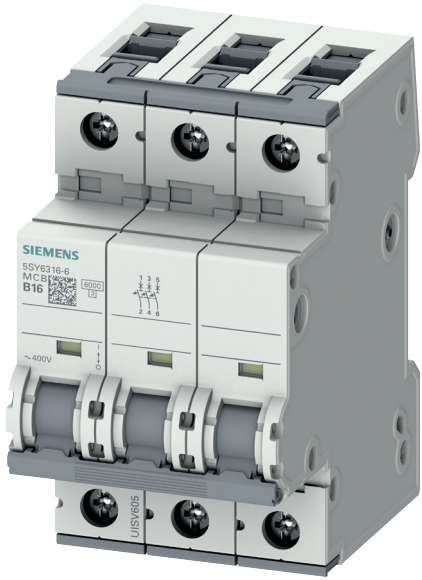


Ausgabe 11/2025

SENTRON

Leitungsschutzschalter

Technik-Fibel

www.siemens.de/leitungsschutzschalter

SIEMENS

Ob Schützen, Schalten, Messen oder Überwachen – die Niederspannungs-Schutzschalttechnik von Siemens bietet Ihnen für alle Anwendungen in der elektrischen Installationstechnik ein breites Spektrum an Geräten. Damit haben Sie den gesamten Stromkreis im Griff – in der Industrie, im Zweckbau und im Wohnbau.

Besonderes Augenmerk muss auf die Auswahl und den Einbau der entsprechenden Schutzorgane – hier Leitungsschutzschalter – gelegt werden.

Diese Fibel soll Ihnen als Entscheidungshilfe zur Auswahl der benötigten Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) dienen, um so zu einer optimal angepassten und sicheren elektrischen Anlage zu gelangen.

Neben allgemeinen Informationen über Leitungsschutzschalter finden Sie hier wichtige Installations- und Anwendungshinweise. So können Sie sicher sein, immer das passende Gerät für Ihren Einsatz ausgewählt zu haben.

Ihr Team der
Niederspannungs-Schutzschalttechnik von Siemens

Inhalt

1. Produktüberblick **6**

2. Einleitung **10**

3. Grundlagen **12**

3.1 Kurzschlussströme: mögliche Folgen und Abhilfemaßnahmen **12**

3.2 Aufbau und Funktionsprinzip eines LS-Schalters **15**

3.3 Technische Daten – Auswahl eines geeigneten LS-Schalters **20**

3.4 Vergleich der Produktnormen IEC / EN 60898 und IEC / EN 60947-2 **26**

3.4.1 Bedienbarkeit durch Laien / durch Fachkräfte 26

3.4.2 Definition des Kurzschlussschaltvermögens 27

3.4.3 Definition der Auslösecharakteristiken 28

3.5 Kennlinien von LS-Schaltern **29**

3.5.1 I-t-Auslösekennlinien 29

3.5.2 Durchlasskennlinien 34

4. Anwendungsgebiete – Einsatzmöglichkeiten für LS-Schalter **39**

4.1 Besondere Anwendungsfälle **42**

4.1.1 UL-Technik 42

4.1.2 Extreme Umgebungstemperaturen 43

4.1.3 Bahnanwendungen 43

4.1.4 Schiffsbau 43

4.1.5 Kraftwerke 43

4.1.6 Selektive Hauptleitungsschutzschalter (SHU) 44

4.1.7 Leitungsschutzschalter in Gleichstromanwendungen 48

4.1.8 Energiemessung und Differenzstromüberwachung auf Endstromkreisebene 51

4.2 Systemkomponenten **53**

4.2.1 Brandschutzschalter (AFDD) 54

4.2.2 FI/LS-Schalter (RCBO) 57

4.2.3 FI-Block (RC-Unit) 58

4.2.4 Hilfsstromschalter (AS) 58

4.2.5 Fehlersignalschalter (FC) 59

4.2.6 Arbeitsstromauslöser (ST) 61

4.2.7 Unterspannungsauslöser (UR) 62

4.2.8 Fernantrieb (RCA Remote Control Auxiliary) 62

4.2.9 Sammelschienensystem mit Stiftanschlüssen 64

5. Geräteschutzschalter 65
5.1 Einsatzgebiet von Geräteschutzschaltern 65
5.2 Bauformen von Geräteschutzschaltern 67
5.2.1 Thermomagnetische Geräteschutzschalter 67
5.2.2 Elektronische Geräteschutzschalter 70
5.3 Vergleich der Geräteschutzschaltertypen 72
6. Dimensionierung – Auswahl und Überprüfung des LS-Schalters auf die elektrotechnischen Anforderungen am Einbauort 73
6.1 Ermittlung der Kenngrößen eines Leitungsschutzschalters 76
6.1.1 Ermittlung des Bemessungsstroms eines Leitungsschutzschalters 77
6.1.2 Auswahl der Auslösecharakteristik eines Leitungsschutzschalters 78
6.1.3 Auswahl des Schaltvermögens eines Leitungsschutzschalters 79
6.2 Der Dimensionierungsvorgang 80
6.2.1 Schutz gegen Überlast 80
6.2.2 Schutz gegen Kurzschluss 81
6.2.3 Schutz gegen elektrischen Schlag 84
6.2.4 Spannungsfallkoordination 88
6.2.5 Selektivität 89
6.2.6 Backup Schutz 95
7. Regelwerke 98
7.1 Technische Anschlussbestimmungen (TAB) 98
7.2 Errichtungsbestimmungen 99
7.3 Gerätenormen für LS-Schalter 102
7.4 Glossar 104

1. Produktüberblick

Leitungsschutzschalter 5SL
Für Basisanwendungen



Für alle Anwendungen bis zu 63 A
in den Auslösecharakteristiken B, C und D
mit Schaltvermögen 6 / 10 kA
nach IEC / EN 60898-1 (VDE 0641-11)

Leitungsschutzschalter 5SY
Für erweiterte Anwendungen



Für alle Anwendungen bis zu 63 A mit Schaltvermögen je nach Ausführung bis 15 kA nach IEC / EN 60898-1 (VDE 0641-11)
für Allstrom-Anwendungen nach IEC / EN 60898-2 (VDE 0641-12)
sowie für Anwendungen bis zu 63 A mit Schaltvermögen bis zu 25 kA nach IEC / EN 60947-2 (VDE 0660-101)

Leitungsschutzschalter 5SP4 / 5SP5
Für Hochstromanwendungen



Für Anwendungen von 80 bis 125 A mit Schaltvermögen 10 kA nach IEC / EN 60898-1 (VDE 0641 Teil 11)

Leitungsschutzschalter mit Steckklemme 5SJ6 ...-.KS
Für die komfortable Installation mit Steckklemme



Für Steckdosen- und Beleuchtungsstromkreise in Gebäudeinstallationen bis 20 A mit Schaltvermögen 6 kA nach IEC / EN 60898-1 (VDE 0641-11)

Die manuell bedienbare Steckklemme, in die die Leiter von vorne eingesteckt werden, spart erheblich Montagezeit.

Leitungsschutzschalter 1P+N in 1 TE, 5SL60
Mit geringem Platzbedarf



Für Anwendungen bis 40 A
in den Auslösecharakteristiken B, C
mit Schaltvermögen bis zu 6 kA
in denen ein schaltbarer Neutralleiter gefordert ist.

Platzsparende Kompaktform in einer Teilungseinheit (1 TE =18 mm) – erhältlich als N-links und N-rechts.

Leitungsschutzschalter 2P in 1 TE, 5SL58
Kompakter 2-poliger Leitungsschutzschalter für DC-Anwendungen



Leitungsschutzschalter mit zwei geschützten Polen in nur einer Teilungseinheit Baubreite zum Einsatz in Gleichspannungsnetzen.

Leitungsschutzschalter nach UL 489 und IEC 60941-2, 5SJ4 .....HG.. Für den weltweiten Einsatz



Leitungsschutzschalter einsetzbar als „Branch circuit protector" nach UL 489 in den Charakteristiken B, C und D von 0,3 bis 63 A, ebenso einsetzbar als Leistungsschalter nach IEC / EN 60947-2 (VDE 0660-101)

Hauptleitungsschutzschalter SHU, 5SP3 die optimale Lösung am Zählerplatz oder als Gruppenschalter zur Verbesserung der Selektivität



Spannungsunabhängiger selektiver Hauptleitungsschutzschalter (SHU) nach DIN VDE 0641-21 einsetzbar im Vorzählerbereich oder im Anlagenschutz zur Verbesserung des selektiven Geräteverhaltens mit nachgeschalteten Leitungsschutzschaltern.

Elektromechanischer Geräteschutzschalter 5SY17



Eingesetzt im Maschinenbau, in der Prozessindustrie und Kraftwerkstechnik zum Schutz von Magnetventilen, Servomotoren, Meldeleuchten bis zu SPS-Eingängen. Überall dort, wo es gilt, Verbraucher präzise vor Überlast und Kurzschluss zu schützen.

Elektronischer Geräteschutzschalter 5SK9



Elektronische Geräteschutzschalter kommen in Verbindung mit 24-V-DC-Schaltnetzteilen zum Einsatz. Eine Stromanalyse in Kombination mit einer schnellen Auslösung im Fehlerfall vermeidet die Gefahr einer Überlastung des Schaltnetzteils. So bleibt die Ausgangsspannung am Schaltnetzteil bestehen und alle anderen Stromkreise können weiterarbeiten.

2. Einleitung

Leitungsschutzschalter (LS-Schalter, englisch MCB Miniature Circuit Breakers) schützen Kabel und Leitungen vor den Folgen auftretender Überlastströme und Kurzschlüsse. Dadurch werden Gebäude, Anlagen und insbesondere auch Personen zuverlässig vor Schäden bewahrt.

Kernaspekte für den Einsatz von Siemens LS-Schaltern im Überblick:
für den Anlagenbetrieb:

- sichere Bedienbarkeit insbesondere auch für Laien
- wartungsfrei
- hohe Zuverlässigkeit
- hohe Schaltspielzahlen
- 1-poliges oder mehrpoliges (allpoliges) Schützen und Schalten inkl. N-Leiter
- optional für ausgewählte Typen: Schalten per Fernbetätigung

im Fehlerfall:

- Selbsttätige Abschaltung bei Überlast und Kurzschluss
- sichere Abschaltung unabhängig von der Griffstellung (Freiauslösung)
- stark strombegrenzende Kurzschluss(-schnell)abschaltung, bedeutet:
  - beste Selektivitäts- und/oder Backupschutz-Voraussetzungen
  - größtmögliche Schadensbegrenzung (Kurzschluss kann seine volle Energie nicht entfalten)

Wirtschaftlich und kostengünstig – in der Anschaffung wie auch im späteren Betrieb:

- geringe Verlustleistung
- wiedereinschaltbar nach erfolgter Auslösung durch Überstrom
- einfache und kostengünstige Installation und Verbaubarkeit:
- modularer Geräteaufbau
- Kompaktgerät
- normierte DIN-Einbaumasse (Reiheneinbaugerät)
- gute Kombinierbarkeit mit anderen Schutzeinrichtungen
- passt in jeden handelsüblichen Installations-(Klein)Verteiler
- optional kombinierbar mit Systemkomponenten

für den Planer einer elektrischen Anlage:

- vereinfachte Geräte- und Kabeldimensionierung im Vergleich mit anderen NS-Schutzgeräten
- Planungssicherheit

3. Grundlagen

3.1 Kurzschlussströme: mögliche Folgen und Abhilfemaßnahmen

Gemäß den Anforderungen aus internationalen Normen und Errichtungsbestimmungen müssen elektrische Betriebsmittel, insbesondere Kabel und Leitungen, durch Realisierung geeigneter (Schutz-)Maßnahmen wirksam gegen Überlastung und Kurzschluss geschützt werden.

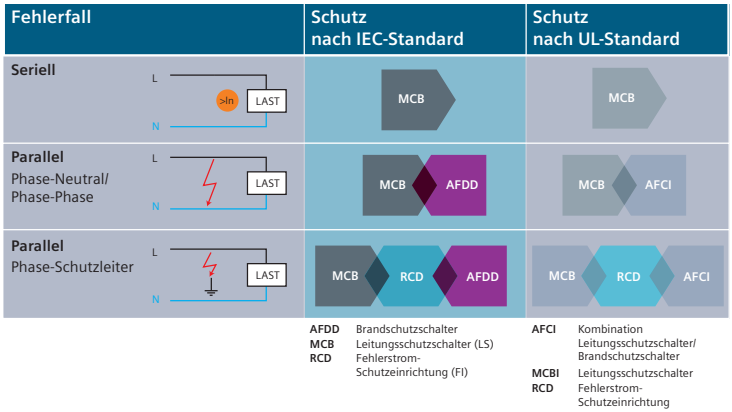
Vorzugsweise erfolgt dies durch Einsatz geeigneter Schalt-/Schutzgeräte, welche defekte Stromkreise oder Anlagenabschnitte im Fehlerfall durch automatische Abschaltung gezielt vom Netz trennen.

Im Vordergrund steht hierbei die Vermeidung bzw. Eindämmung der mit elektrischen Überbelastungen einhergehenden negativen Begleiterscheinungen.

Werden diese Systemfehler in einer elektrischen Anlage nicht rechtzeitig erkannt oder zu spät abgeschaltet, können sie die Lebendauer der eingesetzten Betriebsmittel nachhaltig schmälern oder aber – bei Auftreten eines Kurzschlusses – zum Ausfall einer Produktionseinrichtung führen.

Kurzschlüsse in elektrischen Systemen können schlagartig entstehen z. B. durch Fehlbedienung bei Schalthandlungen, Montage-/Inbetriebsetzungsfehler oder auch durch höhere Gewalt (Blitzeinschlag, Erdbeben, Flutkatastrophen etc.) Diese Kurzschlüsse führen eine extrem hohe Energie mit sich, die explosionsartig freigesetzt wird. Ihr Zerstörungspotential ist, dort wo sie auftreten, enorm.

Weitaus häufiger, aber nicht weniger gefährlich, ist die schleichende Entstehung von Kabelüberlastungen oder Kurzschlüssen z. B. durch Alterungserscheinungen an der Kabelisolation, an Steckverbindungen oder Kabelbrüche.



Diese potentiellen Gefahren bestehen insbesondere im Wohn- und Zweckbaubereich, wo keine regelmäßige Überwachung und Überprüfung der installierten elektrischen Anlage und der verwendeten elektrischen Betriebsmitten (Haushaltsgeräte) vorgeschrieben ist (e-check).

LS-Schalter erfüllen hier primär den Zweck einer ununterbrochenen Überwachung und Sicherung der elektrischen Anlage insbesondere für die dort installierten Kabel und Leitungen.

Zudem leisten LS-Schalter einen wichtigen Beitrag für den Schutz von Personen vor den möglichen Gefahren eines elektrischen Schlages beim Umgang mit elektrischen Anlagenkomponenten oder bei der Benutzung elektrischer (Haushalts-)Geräte.

Besonders effizient können LS-Schalter diese Aufgabe in kombinierter Anwendung mit FI-Schutzschaltern wahrnehmen, bei Einsatz sogenannter Kombinations-Geräte FI/LS oder in Kombination mit einem Brandschutzschalter (englisch: AFDD – Arc Fault Detection Device).

LS-Schalter von Siemens erfüllen darüber hinaus auch die erhöhten Anforderungen in industriellen Stromversorgungsanlagen wie z. B. Produktionsstätten aus der Automobilbranche, der Halbleiterindustrie oder in Rechenzentren.

Diese sind im Vergleich mit dem Bereich Wohn- und Zweckbau meist deutlich umfangreicher und komplexer in ihrem Aufbau (Netztopologie) und auch im späteren Anlagenbetrieb. Zugang zu den Stromversorgungsanlagen bzw. Schalthandlungen werden hier überwiegend von Elektrofachkräften durchgeführt.

Neben den bekannten Schutzfunktionen haben Versorgungs- und Anlagensicherheit in diesen Anlagen oberste Priorität. Hier gilt es, Strom- und Produktionsausfälle durch selektiv aufeinander abgestimmte Gerätekombinationen gezielt zu vermeiden, um mögliche wirtschaftliche Schäden zu verhindern.

3.2 Aufbau und Funktionsprinzip eines LS-Schalters

LS-Schalter sind eine elektrisch-mechanische Kombination aus einer Überlastschutz- und Kurzschlussschutzeinrichtung.

Der Überlastschutz besteht aus einer thermischen Auslöseeinheit (verzögerte Auslösung), der Kurzschlussschutz wird durch eine magnetische Auslöseeinheit sichergestellt (unverzögerte Auslösung).

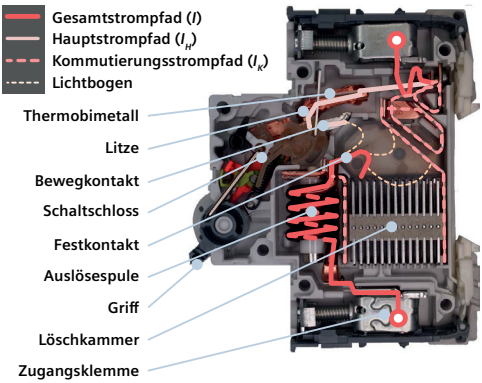
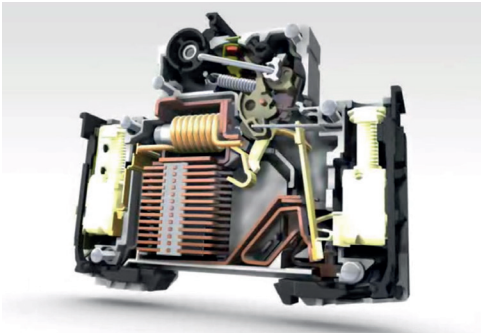
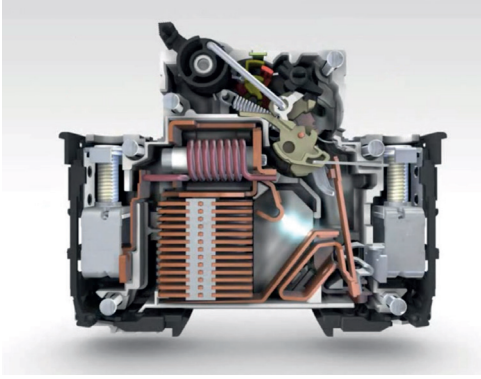


Abbildung 1: Aufbau eines Leitungsschutzschalters

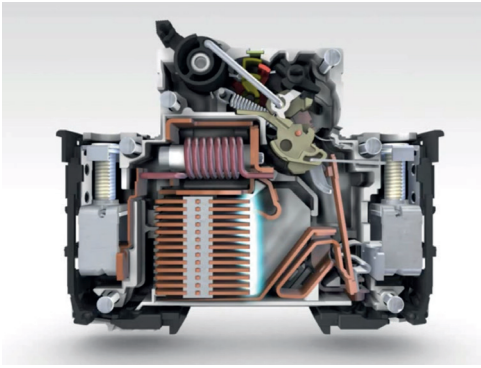
Oben befindet sich die Betätigungseinrichtung (Griff) mit dem Schaltschloss. Zentral angeordnet ist die Auslösespule für die Kurzschlussabschaltung, daneben ist das Kontaktsystem (Festkontakt und Bewegkontakt) platziert. In der darunterliegenden Löschkammer wird der bei einem Kurzschluss entstehende Lichtbogen gelöscht. Darüber befindet sich das Thermobimetall, welches die Auslösung bei Überströmen bewirkt.



Der Weg des Stromes führt von der Anschlussklemme über die Auslösespule (Magnetauslöser) zum Kontaktsystem und weiter über das Thermobimetall zur 2. Anschlussklemme.



Im Falle einer manuellen Betätigung bzw. einer Auslösung bedingt durch Überlast oder Kurzschluss werden die Schaltkontakte geöffnet. Der bei hohen Strömen entstehende Lichtbogen bewegt sich über das Leitblech und das Horn in die Löschkammer, hierbei kommutiert der Lichtbogen vom Hauptstrompfad mit Thermobimetall zum Kommutierungsstrompfad. Dort erfolgt eine Aufteilung in kleine einzelne Lichtbögen und es entsteht eine hohe Lichtbogenspannung, welche der Netzspannung entgegenwirkt und zu einer erheblichen Strom- und Energiebegrenzung beiträgt.



Nach Löschung des Lichtbogens ist der Stromfluss unterbrochen und der (fehlerbehaftete) Stromkreis abgeschaltet. Dieser Vorgang dauert nur wenige Millisekunden.

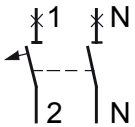
Leitungsschutzschalter besitzen darüber hinaus eine sog. Freiauslösung. Die Freiauslösung stellt sicher, dass auch bei in EIN gehaltenem Griff (z. B. durch Plombierung oder Schaltvorgang) die Schaltkontakte bei Auslösung (Überlast, Kurzschluss, Koppelstelle für Systemkomponente) unabhängig von der Griffstellung in AUS gehen.

Über LS-Schalter können 1-polige oder auch mehrpolige Stromkreise und Verbraucher geschaltet bzw. geschützt werden.

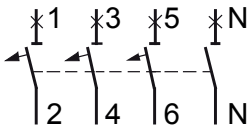
Die IEC / EN 60898-1 (VDE 0641-11) unterscheidet hierbei zwischen 1-, 1+N-, 2-, 3-, 3+N- und 4-poligen Schaltgeräten.

Siemens LS-Schalter besitzen in den Ausführungen 1-, 2-, 3- und 4-polig in allen Polen eigenständige Überstrom- und Kurzschlusserfassungen.

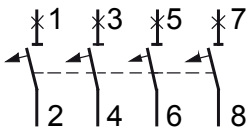
In den Ausführungen 1+N und 3+N wird der Neutralleiter nur geschaltet (ohne eigenständige Überstrom- und Kurzschlusserfassungen).



Schaltsymbol Ausführung 1+N, Neutralleiter wird (mit) geschaltet



Schaltsymbol Ausführung 3+N, Neutralleiter wird (mit) geschaltet

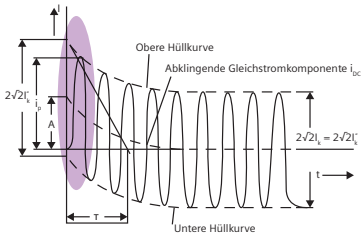


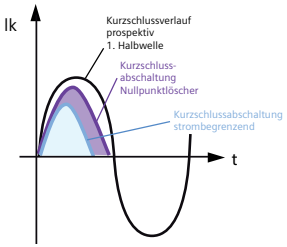
Schaltsymbol Ausführung 4-polig, eigenständige Überstrom-/Kurzschlusserfassung in allen Polen

Bei mehrpoligen LS-Schaltern sind die Einzelpole mechanisch miteinander gekoppelt. Somit ist auch dann eine allpolige Abschaltung gewährleistet, wenn eine akute Überlastung in nur einem Phasenleiter vorliegen sollte bzw. der Auslöseimpuls über eine angeschlossene Systemkomponente eingesteuert wird.

Das Funktions- und Wirkungsprinzip früherer LS-Schalter-Generationen war der sog. Nullpunktlöscher. Charakteristisch dafür ist, dass bei Kurzschlüssen der Strom im Nulldurchgang der 1. Halbwelle unterbrochen wird. Das erreichbare Schaltvermögen dieser Geräte ist durch die Baugröße begrenzt.

Das Funktions- und Wirkungsprinzip moderner LS-Schalter-Generationen ist der sog. Strombegrenzer. Charakteristisch dafür ist, dass bei Kurzschlüssen der Strom vor Erreichen des Nulldurchganges der 1. Halbwelle unterbrochen und gleichzeitig die Amplitude des Stromspitzenwertes begrenzt wird.



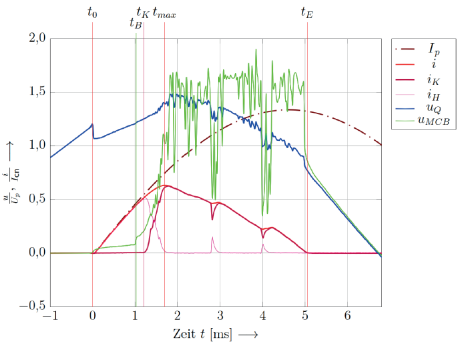


Darstellung prospektiver Kurzschlussstromverlauf generatorfern gemäß IEC 60909 (DIN VDE 0102)

Darstellung Kurzschlussstromverlauf/ -abschaltung 1. Halbwelle

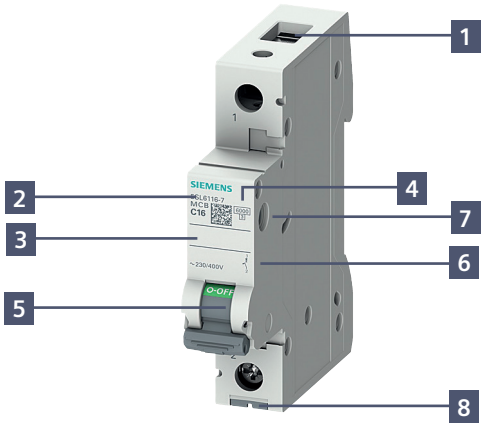
Oszillogramm-Darstellung: beispielhafter Verlauf strombegrenzende Kurzschlussabschaltung durch LS-Schalter

Durch diese Energiebegrenzung sind bei gleicher Baugröße höhere Schaltvermögenswerte erreichbar. Das nachfolgende Oszillogramm zeigt dabei die Kurzschlussabschaltung eines LS-Schalters. Nach dem Strombeginn bei t_0 erfolgt kurz darauf durch die Auslösevorrichtung die Kontaktöffnung bei t_B. Die Kommutierung des Lichtbogens startet bei t_K, sodass ab hier der Lichtbogen nicht mehr über den Hauptstrompfad (mit Thermobimetall), sondern über den Kommutierungsstrompfad. Ab hier erfolgt ein schnelles Einlaufen des Lichtbogens in die Löschkammer. Sobald die Bogenspannung größer ist als die Netzspannung (beim Zeitpunkt t_max), ist der Scheitelwert des Stromes erreicht. Dieser ist abhängig vom prospektiven Kurzschlussstrom auch in den anwendungstechnischen Daten (z. B. Simaris) gegeben. Daraufhin wird der Kurzschlussstrom innerhalb weniger Millisekunden begrenzt und somit der Stromfluss unterbrochen (t_E).



3.3 Technische Daten – Auswahl eines geeigneten LS-Schalters

Aus den technischen Daten des LS-Schalters lässt sich ableiten, ob und welche Schaltertypen für den avisierten Anwendungsfall zum Schützen und Schalten des Stromkreises grundsätzlich in Frage kommen.



1. Klemmblock für Anschlussklemme (Kabel / Sammelschiene)
Je nach LS-Schalterausführung können hier Kabel/Leitungen in verschiedenen Ausführungen (Ein-/Mehradrig, mit/ohne Aderendhülse in Kombination mit Stromsammelschienen) angeschlossen werden.

2. Typenlabel des LS-Schalters
beinhaltet:

Hersteller Markenname	Siemens
Bestell-Nr des LS-Schalters	5SL6116-7
Angabe Auslösecharakteristik/Bemessungsstrom	C16
Einsetzbarkeit elektrisches Versorgungsnetz:	230/400 V AC

3. Zeichengenehmigung VDE
Produkt wurde von einem unabhängigen Prüfinstitut geprüft und die Zeichengenehmigung erteilt. Dies bietet zusätzliche Sicherheit für den Verbraucher.

4. Schaltvermögen des Gerätes in Ampere / Energiebegrenzungsklasse
gemäß IEC / EN 60898-1 (VDE 0641-11) 6000
3

Der dargestellte LS-Schalter besitzt ein Schaltvermögen von I_{cn} 6 kA und erfüllt die Anforderungen der Energiebegrenzungsklasse 3.

5. Bedienelement (Griff) für manuelle Betätigung des LS-Schalters
mit integrierter Schaltstellungsanzeige (I-ON / 0-OFF):

- rote Kennzeichnung für Schaltstellung EIN bzw. ON
- grüne Kennzeichnung für Schaltstellung AUS bzw. OFF

Die Stellung der Hauptkontakte kann von der Griffstellung abweichen.
Die Hauptkontakte können bspw. in AUS-Stellung sein, wenngleich das Bedienelement (Griff) sich in EIN-Stellung befindet. Dies ist der Fall, wenn es zu einer Freiauslösung kommt. Sind die Hauptkontakte in EIN-Stellung, wird jedoch am Bedienelement (Griff) nicht die AUS-Stellung angezeigt. Einige LS-Schalter, wie beispielsweise 5SY, besitzen eine zusätzliche mechanische Anzeige für die tatsächliche Stellung der Hauptkontakte.

6. Schaltsymbol
Kennzeichen zur einfachen Erkennung der richtigen Art der Anschlüsse.
Hier dargestellt: LS-Schalteranschlüsse 1-polige Ausführung
Der N-Leiteranschluss als solches ist durch das Symbol „N" gekennzeichnet.

Bei mehrpoligen Geräten kennzeichnet eine querliegende gestrichelte Linie über den Schaltkontakt-Symbolen die mechanische Kopplung der Schaltpole.

Verwendete Schaltsymbolik gemäß DIN EN 60617-7

7. Koppelstelle für Systemkomponenten
Koppelstelle für den Anbau weiterer Systemkomponenten an den LS-Schalter, welche eine indirekte Auslösung des LS-Schalters durch Weitergabe des Auslösebefehls an LS-Kontaktsystem gewährleistet bzw. die Auslöseinformation an die Systemkomponente(n) überträgt.

8. Schieberhandbetätigung für Schnellbefestigungssystem
Bequeme Handbetätigung des Leitungsschutzschalters zum werkzeuglosen Lösen von der Hutschiene.

LS-Schalter für AC werden üblicherweise nach IEC / EN 60898-1 typgeprüft und zugelassen. Trägt der LS-Schalter zusätzliche Aufschriften nach anderen Produktnormen, z. B. nach IEC / EN 60947-2, wird im Rahmen der Typprüfung nach IEC / EN 60898-1 (VDE 0641-11) auch die andere Produktnorm abgeprüft. Details hierüber gehen aus der Gerätebedruckung hervor.



Abbildung 2: Bedruckungsbeispiel LS-Schalter, zugelassen nach IEC / EN 60898-1, zusätzliche Aufschrift I_{cu} nach IEC / EN 60947-2

mögliche Einsatzgebiete:

a) Wohn- und Zweckbau, laienbedienbar, max. Schaltvermögen 10 kA
b) industrielle Anlage, ausschließliche Zugänglichkeit durch Elektrofachkräfte, max. Ausschaltvermögen 20 kA

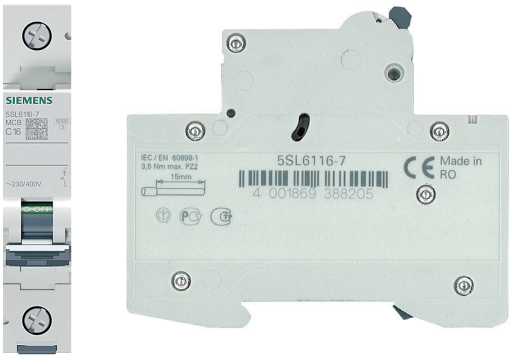


Abbildung 3: Bedruckungsbeispiel LS-Schalter, zugelassen nach IEC / EN 60898-1

mögliche Einsatzgebiete:

a) Wohn- und Zweckbau, laienbedienbar, max. Schaltvermögen 6 kA
b) industrielle Anlage, Zugänglichkeit/Nutzung durch Elektrofachkräfte oder laienbedienbar, max. Ausschaltvermögen 6 kA

Mögliche Entscheidungs- bzw. Auswahlkriterien aus Kundensicht gespiegelt an den zugehörigen Gerätennormen.

Produktnorm	Anwendungsfall / Einsatzgebiet
IEC / EN 60898-1 (VDE 0641-11)	Einsatzgebiet: Wohn-, Zweckbau und Industrie unter der Berücksichtigung, dass diese Schalt-Schutzgeräte auch durch Personen bedient werden, die keine besonderen Fachkenntnisse auf dem Gebiet der Stromversorgung besitzen. Die Norm spricht hierbei von Laienbedienbarkeit.
IEC / EN 60898-2 (VDE 0641-12)	
IEC / EN 60947- 2 (VDE 0660-101)	Einsatzgebiet: industrielle Anlagen mit zumeist höheren Anforderungen an das Bemessungsgrenzkurzschlussausschaltvermögen des LS-Schalters. Laienbedienbarkeit bzw. -zugänglichkeit muss ausgeschlossen sein (nur Elektrofachkraft).
UL489	Einsatzgebiet zum Schutz von Hauptstromkreisen als branch circuit protection device
UL 1077	Einsatzgebiet zum Schutz von Steuerstromkreisen als supplementary protection device
DIN VDE 0641-21	Gerätenorm für die Anwendung als Hauptleitungsschutzschalter (SH-Schalter) in Deutschland
DIN EN IEC 60934	Geräteschutzschalter

Tabelle 1: Für spezielle Einsatzgebiete (z. B. Bahnanwendung, Schiffbau) oder länderspezifische Anforderungen (z. B. CCC-Kennzeichnung in China) müssen LS-Schalter weitere Approbationen erfüllen.

Eine aktuelle Übersicht, über die derzeit gültigen Approbationen aus dem Bereich LS-Schalter findet sich unter:
www.siemens.com/lowvoltage/technical-support

Nationale Zusatzanforderungen an die LS-Technik (länderspezifische Errichtergewohnheiten)

Für die Installation von LS-Schaltern sind neben internationalen Normen und Errichtungsbestimmungen u. U. zusätzliche nationale Vorgaben zu beachten.

In Mittel- und Nordeuropa z. B. erfolgt die Einspeisung von unten, in Südeuropa vorzugsweise von oben.

In Regionen, in denen LS-Schalter mit schaltenden Neutralleitern benötigt werden, kann es konkrete Forderungen nach der Positionierung des Neutralleiteranschlusses (linksseitig oder rechtsseitig) geben.

Darüber hinaus kann es regionale Vorgaben bzgl. Platzierung von Gerätekombinationen innerhalb einer Verteilung sowie Vorgabe für die Beschaffenheit einer Zuleitung zu einem LS-Schalter geben (Ausführung Kabel/Leitung oder Sammelschiene oder Litze).

Siemens LS-Schalter können universell weltweit im Rahmen der Bestimmungen verwendet werden, da die regionalen Installationsgewohnheiten erfüllt werden.

3.4 Vergleich der Produktnormen IEC / EN 60898 und IEC / EN 60947-2

Die zwei wesentlichen Normen, nach denen Leitungsschutzschalter in Europa zugelassen werden können, sind die IEC / EN 60898 und IEC / EN 60947-2.
Die Themen beider Normen sind wie folgt:

- IEC / EN 60898: Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke
  - IEC / EN 60898-1: Leitungsschutzschalter für Wechselstrom
  - IEC / EN 60898-2: Leitungsschutzschalter für Wechsel- und Gleichstrom
  - IEC / EN 60898-3: Leitungsschutzschalter für Gleichstrom
- IEC / EN 60947-2: Leistungsschalter

Ein Leitungsschutzschalter kann auch beide Normen gleichzeitig erfüllen.

Leistungsschalter Baureihe	zugelassen nach	
	IEC / EN 60898	IEC / EN 60947-2
5SL, 5SP4, 5SY5	✓	
5SY4 (Charakteristik A) 5SP5, 5SY8, 5SJ4..HG..		✓
5SY4 (Charakteristik B, C, D), 5SY6, 5SY7	✓	✓

Tabelle 2: Vergleich der Leitungsschutzschalter Baureihen hinsichtlich ihrer Zulassungen nach IEC / EN 60898 und IEC / EN 60947-2. Weitere Normen, nach denen die jeweiligen Geräte ggf. zugelassen sind, sind in dieser Gegenüberstellung nicht berücksichtigt.

3.4.1 Bedienbarkeit durch Laien / durch Fachkräfte

Geräte, die nach der IEC / EN 60898 zugelassen sind, dürfen sowohl von Laien als auch von Elektrofachkräften oder unterwiesenen Personen bedient werden und sind somit in einem breiten Spektrum an Applikationen einsetzbar, von Wohnbau bis Industrie und Maschinenbau. Die Laienbedienbarkeit der Geräte nach IEC / EN 60898 ist allerdings nur bei montierter Feldabdeckung im Verteiler gegeben.

Hingegen dürfen Geräte, die nur nach der IEC / EN 60947-2 zugelassen sind, nur von Elektrofachkräften oder unterwiesenen Personen bedient werden. Der Zugang zum Verteiler darf für Laien nicht möglich sein.

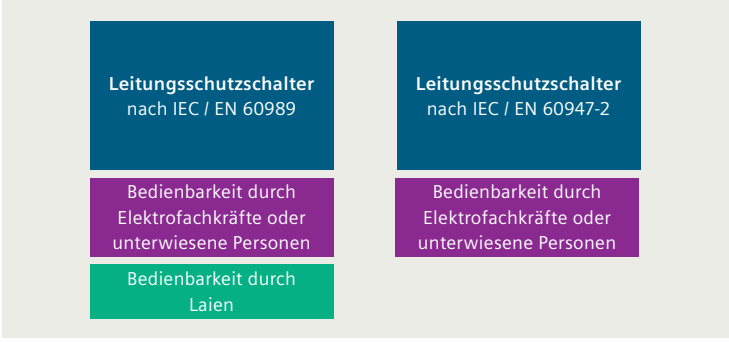


Abbildung 4: Gegenüberstellung der Normen IEC / EN 60898-1 und IEC / EN 60947-2 hinsichtlich Bedienbarkeit der Geräte

3.4.2 Definition des Kurzschlussschaltvermögens

Ein wesentlicher Unterschied beider Normen ist deren jeweilige Definition des Kurzschlussschaltvermögens:

- Definition nach IEC / EN 60898-1: I_{cn} „Bemessungsschaltvermögen“ („rated short circuit capacity“)
- Definition nach IEC / EN 60947-1: I_{cu} „Bemessungsgrenzkurzschlussausschaltvermögen“ („rated ultimate short-circuit breaking capacity“)

Der Prüfablauf der Typprüfungen für I_{cn} nach IEC / EN 60898-1 stellt höhere Anforderungen als für I_{cu} nach IEC / EN 60947-2. Das bedeutet, dass ein- und dasselbe Gerät unterschiedliche Werte für I_{cn} und für I_{cu} erreichen kann, wenn es nach beiden Normen geprüft wird. Im Regelfall erreichen Geräte, die nach beiden Normen geprüft werden, höhere Kurzschlusswerte bei den I_{cu} Prüfungen als bei den I_{cn} Prüfungen.
Als Beispiel erreicht der nach beiden Normen geprüfte 5SY4132-7 die folgenden Kurzschlusswerte:

- I_{cn} nach IEC / EN 60898-1: 10 kA
- I_{cu} nach IEC / EN 60947-2: 20 kA

3.4.3 Definition der Auslösecharakteristiken

Ein weiterer Unterschied zwischen beiden Normen ist deren Definition von Auslösecharakteristiken.

3.4.3.1 Auslösecharakteristiken nach IEC / EN 60898

IEC / EN 60898 definiert detailliert die Auslösecharakteristiken B, C und D und deren Auslösekennlinien durch Vorgabe von Kombinationen aus Stromwerten und zugehörigen Zeiten, bei denen eine Auslösung stattfinden muss oder keine Auslösung stattfinden darf.

Tabelle 3 zeigt die aus den Vorgaben aus IEC / EN 60898 resultierenden thermischen und magnetischen Auslösebereiche der Leitungsschutzschalter der Charakteristiken B, C und D.

Nur Leitungsschutzschalter der dort definierten Charakteristiken B, C und D können nach IEC / EN 60898-1 zugelassen werden.

Auslösecharakteristik definiert in IEC /EN 60898-1	Thermischer Auslösebereich	Magnetischer Auslösebereich
B	1,13 ... 1,45 x I_n	3 ... 5 x I_n
C		5 ... 10 x I_n
D		10 ... 20 x I_n

Auslösecharakteristik definiert in IEC /EN 60898-2 und -3		B	C	D
AC	I_4 (t < 0,1 s)	3 x I_n	5 x I_n	10 x I_n
	I_5 (t < 0,1 s)	5 x I_n	10 x I_n	20 x I_n
DC	I_4 (t < 0,1 s)	4 x I_n	7 x I_n	–
	I_5 (t < 0,1 s)	7 x I_n	15 x I_n	–

Tabelle 3: In IEC / EN 60898-1, -2 und -3 definierte Auslösecharakteristiken für Leitungsschutzschalter

3.4.3.2 Auslösecharakteristiken nach IEC / EN 60947-2

IEC / EN 60947-2 hingegen definiert keine fest vorgegebenen Auslösecharakteristiken. Die IEC / EN 60947-2 ermöglicht somit die Entwicklung einer exakt auf einen bestimmten Anwendungsfall abgestimmten Auslösekennlinie für einen

Leitungsschutzschalter. So hat Siemens die Auslösecharakteristik A für Leitungsschutzschalter entwickelt, die speziell auf die Anforderungen zum Halbleiterschutz und Schutz von Messkreisen mit Wandlern sowie von Steuerstromkreisen mit hohen Impedanzen abgestimmt ist.

Auslösecharakteristik geprüft und zugelassen nach IEC /EN 60947-2	Thermischer Auslösebereich	Magnetischer Auslösebereich
A	1,13 ... 1,45 x I_n	2 ... 3 x I_n

Tabelle 4: Auslösebereiche der applikationsspezifischen, nach IEC / EN 60947-2 geprüften und zugelassenen Auslösecharakteristik A

3.5 Kennlinien von LS-Schaltern

Gerätekennlinien beschreiben das Betriebs- und Auslöseverhalten von LS-Schaltern bei auftretender Überlast bzw. bei Kurzschluss. Sie stellen ein wesentliches Element für die Geräteprojektierung bzw. Dimensionierung dar.

Im Folgenden werden die verschiedenen Kennlinientypen und ihre Aussagekraft eingehend beschrieben.

Beispiele für deren Anwendung finden Sie im Kapitel 6 „Gerätedimensionierung".

3.5.1 I-t-Auslösekennlinien

Das zu erwartende Auslöseverhalten, insbesondere die zu erwartende Abschaltzeit des favorisierten LS-Schalters, lässt sich anhand seiner I-t-Auslösekennlinie ermitteln.

Analog zu den beiden vorhandenen Auslösesystemen (Überlastauslöser = Thermobimetall, Kurzschlussauslöser = Kurzschlussspule) setzt sich der Verlauf der I-t-Auslösekennlinie aus zwei Kennlinienabschnitten zusammen:

- Überlastbereich (thermisch/verzögert)
- Kurzschlussauslösebereich (magnetisch/unverzögert)

Der Überlastbereich der Kennlinie beschreibt das Auslöseverhalten des Thermobimetalls, der Kurzschlussauslösebereich der Kennlinie beschreibt das Auslöseverhalten der Kurzschlussspule.

Abhängig von den eingesetzten Betriebsmitteln und dem Betriebsverhalten der angeschlossenen Verbraucher muss der Kurzschlussauslöser des LS-Schalters unterschiedlich schnell reagieren, um einen effizienten und sicheren Kurzschlussschutz darstellen zu können.

Man spricht hierbei von Auslösecharakteristiken.

Alle LS-Schalter, die nach IEC / EN 60898-1 (VDE 0641-11) zugelassen sind, müssen bei der Geräteprüfung den Normvorgaben bei bestimmten, vorgegebenen Prüfströmen entsprechen.

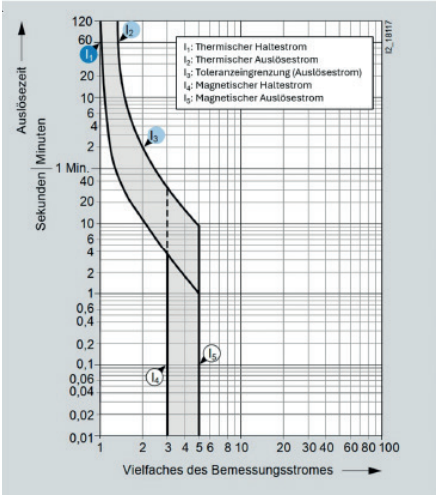


Abbildung 5: Prinzipdarstellung einer I-t-Auslösekennlinie inkl. Prüfströme am Beispiel Auslösecharakteristik B, Bezugskalibriertemperatur +30 °C

Normvorgaben für die Prüfströme entsprechend IEC / EN 60898-1:

Thermischer Überlastauslöser:

I_1: 1,13 x I_n Thermischer Haltestrom (definierter Nichtauslösestrom I_{nt}) vorgegebene Grenzen für Nichtauslösezeiten: t <= 1 h (für $I_n \leq 63$ A) t ≤ 2 h (für $I_n > 63$ A) innerhalb dieser Zeitvorgaben darf es zu keiner Auslösung durch den LS-Schalter kommen

I_2: 1,45 x I_n Thermischer Auslösestrom (definierter Auslösestrom I_t) vorgegebene Grenzen für die Auslösung: t <= 1 h (für $I_n \leq 63$ A) t ≤ 2 h (für $I_n > 63$ A) innerhalb dieser Zeitvorgaben muss es zu einer Auslösung durch den LS-Schalter kommen

I_3: 2,55 x I_n Toleranzeingrenzung (definierter Auslösestrom I_t) vorgegebenes Zeitfenster für die Auslösung: 1s < t < 60 s (für $I_n \leq 32$ A) 1 s < t < 120 s (für $I_n > 32$ A) innerhalb dieser Zeitvorgaben muss es zu einer Auslösung durch den LS-Schalter kommen

Magnetische Sofortauslösung:

I_4: Magnetischer Haltestrom
Strom, bei dem innerhalb 0,1 s keine Auslösung erfolgen darf

I_5: Magnetischer Auslösestrom
Strom, bei dem der Leitungsschutzschalter innerhalb 0,1 s auslösen muss

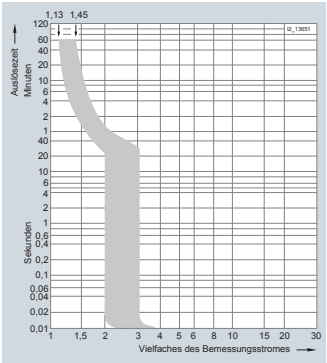
Normbereiche der Sofortauslösung bei AC gemäß IEC / EN 60898-1, Tabelle 5:

Auslösecharakteristik	Magnetischer Haltestrom (I_4)	Magnetischer Auslösestrom (I_5)
B-Charakteristik	3 x I_n	5 x I_n
C-Charakteristik	5 x I_n	10 x I_n
D-Charakteristik	10 x I_n	20 x I_n

Die von Siemens entwickelte, nach IEC / EN 60947-2 zugelassene Auslösecharakteristik A hat die selbe Konfiguration beim thermischen Überlastauslöser wie die Geräte nach IEC / EN 60898-1($I_1 = 1{,}13 \times I_n$, $I_2 = 1{,}45 \times I_n$) und einen Sofortauslösebereich wie folgt:

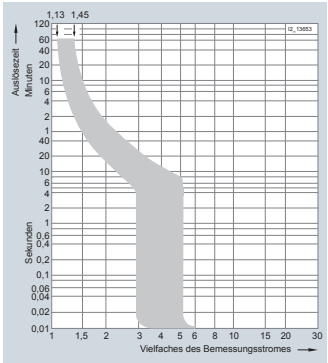
Auslösecharakteristik	Magnetischer Haltestrom (I_4)	Magnetischer Auslösestrom (I_5)
A-Charakteristik	$2 \times I_n$	$3 \times I_n$

AC Auslösekennlinien und Charakteristiken für Siemens LS-Schalter im Überblick



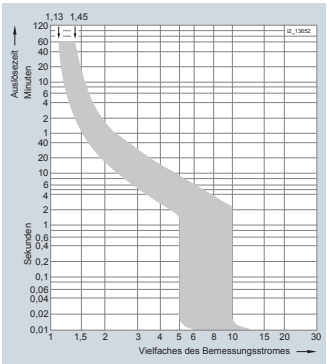
Auslösecharakteristik A

Für Halbleiterschutz und Schutz von Messkreisen mit Wandlern



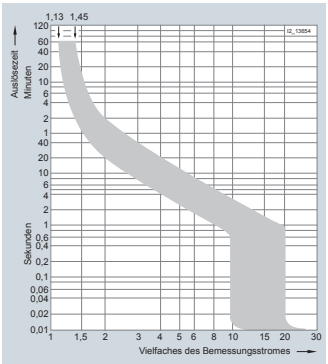
Auslösecharakteristik B

Für universellen Einsatz in Steckdosen- und Beleuchtungsstromkreisen



Auslösecharakteristik C

Besonders vorteilhaft in Lampen- und Motorenstromkreisen mit höheren Anlaufströmen



Auslösecharakteristik D

Für Stromkreise mit stark impulserzeugenden Betriebsmitteln wie Transformatoren oder Magnetventile

3.5.2 Durchlasskennlinien

Mit Hilfe von Durchlasskennlinien lässt sich im Zuge der Gerätedimensionierung die Einhaltung der Errichtervorschriften überprüfen.

Durchlasskennlinien beschreiben das Verhalten des LS-Schalters bei Kurzschluss und zeigen die Strom- und Energiebegrenzung auf.

3.5.2.1 Durchlassstrom-Kennlinie LS-Schalter (I_c)

Aus der Durchlassstrom-Kennlinie I_c kann für jeden Schalter-Nennstrom der Wert des durchgelassenen Strom-Spitzenwert I_c bei einem gegebenen prospektiven Kurzschlussstrom I_p unter definierten Randbedingungen abgelesen werden.

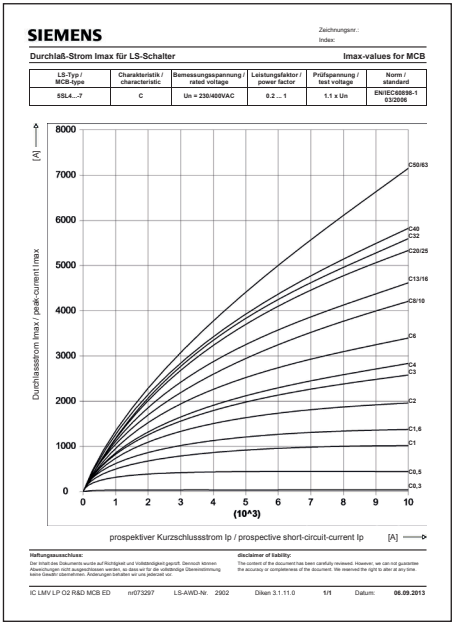


Abbildung 6: Durchlassstrom-Kennlinie I_c dargestellt als Kennlinienschaar gültig für LS-Schalter der Reihe 5SL4, C-Charakteristik

Anwendung der I_c-Kurven

Bewertung des Schutzes kurzschlusspassiver Bauteile:

In den technischen Daten von kurzschlusspassiven Bauteilen wie z. B. Fehlerstromschutzschalter oder Lasttrennschalter werden die maximal zulässigen Durchlassstromwerte der Vorsicherung angegeben. Als Elektroplaner muss man darauf achten, dass die verwendete Vorsicherung diesen Durchlassstromwert nicht übersteigt, da es sonst zur Zerstörung der kurzschlusspassiven Bauteile kommen kann.

Der zulässige Durchlassstrom eines kurzschlusspassiven Bauteils repräsentiert dessen Widerstandsfähigkeit gegen die mechanischen Beanspruchungen, die als Folge eines Kurzschlusses auftreten.

Datenblatt **5SV3344-6**



FI-Schutzschalter, 4-polig, Typ A, In: 40 A, 30 mA, Un AC: 400 V

Ausführung	
Produkt-Markenname	SENTRON
Produkt-Bezeichnung	Fehlerstromschutzschalter
Ausführung des Produkts	unverzögert
Produkttyp-Bezeichnung	5SV3
Allgemeine technische Daten	
Polzahl	4
Baugröße für Installationseinbaugeräte gemäß DIN 43880	1
mechanische Lebensdauer (Schaltspiele) typisch	10 000
Kurzschlussstrom der Vorsicherung maximal zulässig	80 A
Kurzschlussstromfestigkeit	10 kA
Schaltfunktion kurzzeitverzögert	Nein
Überspannungskategorie	III
Isolationsspannung (Ui) Bemessungswert	2 000 V
Auslösefehlerstrom Bemessungswert	30 mA
Durchlassstrom zulässig	5 200 A
I2t-Wert zulässig	58 000 A^2-s

Abbildung 7: Beispiel für die Angabe des zulässigen Durchlassstroms bei einem Fehlerstromschutzschalter 5SV3. Das zugeordnete Überstromschutzorgan darf beim prospektiven Kurzschlussstrom im Stromkreis maximal einen Durchlassstrom von 5200 A aufweisen.

3.5.2.2 Durchlassenergie-Kennlinie LS-Schalter (I^2t)

Die Durchlass-I^2t Kennlinie beschreibt das Durchlassintegral (Durchlassenergie) des LS-Schalters bis zur Abschaltung bei einem gegebenen prospektiven Kurzschlussstrom I_p.

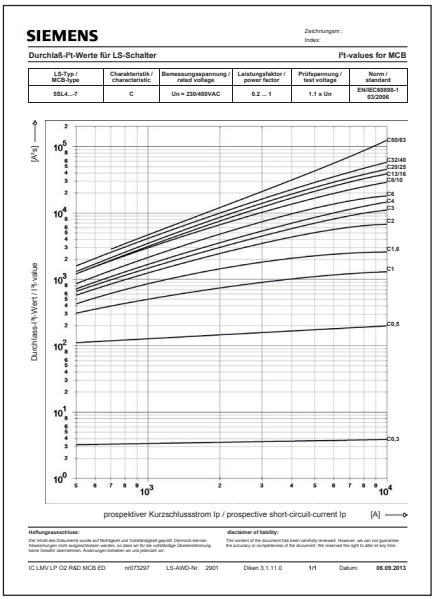


Abbildung 8: Durchlassenergie-Kennlinie I^2t dargestellt als Kennlinienschaar gültig für LS-Schalter der Reihe 5SL4, C-Charakteristik

Anwendung der I^2t - Kurven:

Beurteilen der Kurzschlussselektivität mit vorgeschalteter Schmelzsicherung:
Um im Kurzschlussfall Selektivität zwischen einem Leitungsschutzschalter zu einer vorgeschalteten Schmelzsicherung zu erreichen, muss die Durchlassenergie des Leitungsschutzschalters beim jeweiligen prospektiven Kurzschlussstrom geringer sein als die Schmelzenergie (Schmelz-I^2t Wert) der Sicherung. Das bedeutet, der Leitungsschutzschalter muss im Abschaltvorgang die Energie des Kurzschlusses so stark begrenzen, dass der Schmelzvorgang der vorgeschalteten Sicherung nicht einsetzt.

Komfortabler als der Vergleich der Durchlass-I^2t Kurven von Leitungsschutzschaltern mit den Schmelz-I^2t Kurven von vorgeschalteten Sicherungen ist die Anwendung von Selektivitätstabellen, aus denen einfach abgelesen werden kann, bis zu welchem Kurzschlussstrom die jeweiligen Kombinationen zueinander selektiv sind. Die einfachste Möglichkeit zur Selektivitätsbewertung bieten jedoch Planungstools wie Simaris design.

Bewertung des Schutzes kurzschlusspassiver Bauteile:
Neben dem maximal zulässigen Kurzschlussstrom ist in den technischen Daten kurzschlusspassiver Bauteile wie Fehlerstromschutzschalter oder Lasttrennschalter die Angabe der maximal zulässigen Durchlassenergie (Durchlass-I^2t Wert) des Überstromschutzorgans zu finden.

Die zulässige Durchlassenergie bezieht sich auf die Widerstandsfähigkeit des kurzschlusspassiven Bauteils gegen Erwärmung als Folge eines Kurzschlussstroms. Um die thermische Überlastung infolge eines Kurzschlusses zu vermeiden, ist es notwendig, dass entsprechend der Durchlass-I^2t Kennlinie des vorgeordneten Schutzorgans die Belastbarkeit des kurzschlusspassiven Bauteils nicht überschritten wird.

Ausführung	
Produkt-Markenname	SENTRON
Produkt-Bezeichnung	Fehlerstromschutzschalter
Ausführung des Produkts	unverzögert
Produkttyp-Bezeichnung	5SV3
Allgemeine technische Daten	
Polzahl	4
Baugröße für Installationseinbaugeräte gemäß DIN 43880	1
mechanische Lebensdauer (Schaltspiele) typisch	10 000
Kurzschlussstrom der Vorsicherung maximal zulässig	80 A
Kurzschlussstromfestigkeit	10 kA
Schaltfunktion kurzzeitverzögert	Nein
Überspannungskategorie	III
Isolationsspannung (Ui) Bemessungswert	2 000 V
Auslösefehlerstrom Bemessungswert	30 mA
Durchlassstrom zulässig	5 200 A
I2t-Wert zulässig	58 000 A^2-s

Abbildung 9: Beispiel für die Angabe der zulässigen Durchlassenergie (I^2t) bei einem Fehlerstromschutzschalter 5SV3. Das zugeordnete Überstromschutzorgan darf beim prospektiven Kurzschlussstrom im Stromkreis maximal eine Durchlassenergie von 58.000 A^2s aufweisen.

Kurzschlusskoordination mit Leitungen:
Um sicherzustellen, dass die Isolierung der Leiter infolge eines Kurzschlusses nicht die erlaubte Grenztemperatur überschreitet, muss sichergestellt sein, dass die Durchlassenergie des Überstromschutzorgans nicht die maximal zulässige Energie überschreitet, mit der die Leitung beaufschlagt werden kann, ohne Schaden zu nehmen.

Diese Forderung wird entsprechend DIN VDE 0100-430 durch folgende Formel ausgedrückt:

$k^2S^2 \geq I^2t_{Durchlass}$

Hierbei ist:
k: Materialbeiwert des Übertragungsmittels (115 für PVC-isolierte Cu-Leiter)

S: Leiterquerschnitt in mm^2
$I^2t_{Durchlass}$: Durchlassenergie des Überstromschutzorgans

Anhand der Durchlassenergiekennlinie wird grafisch überprüft, ob der thermische Kurzschlussschutz beim maximalen Kurzschlussstrom am Einbauort des Schutzorgans sichergestellt ist. Ausführlichere Infos hierzu und ein Berechnungsbeispiel sind im Kapitel 6.2.2 „Schutz gegen Kurzschluss“ zu finden.

4. Anwendungsgebiete – Einsatzmöglichkeiten für LS-Schalter

Kaum ein anders Schalt-Schutzgerät ist so vielseitig einsetzbar wie ein LS-Schalter. Anbei einige Beispiele aus der Praxis, die dies verdeutlichen.

... zur Absicherung der Endstromkreise in einem Wohnhaus mit LS-Schaltern, LS/FI und AFDD für erweiterten Brandschutz



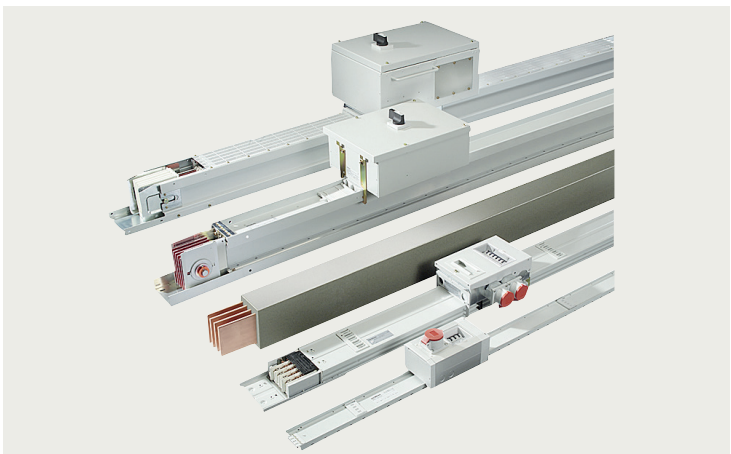
... Stromkreisabsicherung im Stockwerks- oder Etagenverteiler eines Hochhauses oder Bürokomplexe



... zur Absicherung der Steuerstromkreise eines MotorControlCenters (MCC)



... innerhalb eines Stromschienenabgangskastens einer Produktionsstätte als integrierter Anlagen- und Personenschutz für Abgangskabel und Verbraucher



... Absicherung des Ladekabels innerhalb ecar-Ladestation

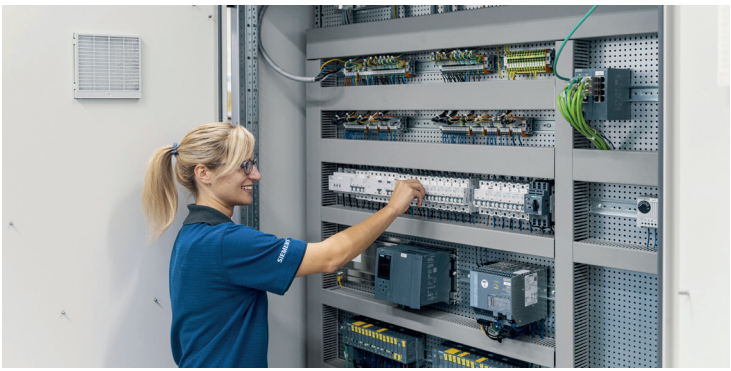
... Schutz der Hilfsstromkreise innerhalb einer Windkraftanlage

... Schutz von PV-Anlagenkomponenten

... Stromkreisabsicherung im Verteilerkasten auf der Baustelle

... ausgestattet mit Fernantrieb und Hilfsstromschalter als integrativer Bestandteil des Schutzsystems in einer zentralen Leitwarte oder für die Gebäudeautomation mit knx eib Komponenten

... Absicherung der Steuereinheiten eines Automatisierungssystems



4.1 Besondere Anwendungsfälle

4.1.1 UL-Technik

In Nordamerika, aber auch einigen anderen Ländern, finden UL-Standards Verwendung. Dies ist insbesondere für europäische Exporteure von elektrischen Schaltanlagen und Ausrüstungen für Maschinen von Bedeutung, da nur bei Erfüllung der entsprechenden UL-Standards eine Abnahme und Auslieferung möglich ist.

Leitungsschutzschalter nach UL 489 können als Allroundlösung für Schutzaufgaben in Abzweigen in Verteilern, Schaltschränken und Steuerungen nach UL 508A als „Branch circuit protective device" eingesetzt werden. Das spezielle Sammelschienensystem nach UL 489 ermöglicht eine einfache und schnelle Installation im Verbund.

Damit sind vielfältige Schutzaufgaben sowohl im Wohn- und Zweckbau als auch in der Industrie im Rahmen der Versorgungsnetze 120/240 V, 240 V und 480Y/277 V abgedeckt. Die Auslösecharakteristiken B, C und D nach IEC / EN 60898-1 (DIN VDE 0641-11) wurden weitestgehend beibehalten, die thermische Auslösung wurde an die UL 489 / IEC 60947-2 angepasst.

Die Anschlussklemmen entsprechen der Klasse „Field wiring". Das bedeutet, dass Geräte nicht nur in fabrikfertigen Verteilungen und Schaltschränken eingebaut werden dürfen, sondern auch vor Ort in der Anlage bei Kunden.

Als Zubehör sind Sammelschienen in 1-, 2- und 3-phasiger Ausführung in drei Längen mit 6, 12 oder 18 Pins für alle Gerätereihen einsetzbar. Die Einspeisung erfolgt über Anschlussklemmen; verfügbar in zwei Varianten für direkte Einspeisung an der Sammelschiene oder Einspeisung direkt am Leitungsschutzschalter.

Berührungsschutzabdeckungen ermöglichen die Abdeckung nicht benötigter Pins. Als weiteres Zubehör stehen weitere Systemkomponenten zur Verfügung.

LS-Schalter nach UL 1077 dienen dem Zusatzschutz (Supplementary Protection) in Steuerstromkreisen (Control Circuits) oder beim direkten Abgriff nach dem Abzweigschutz (Branch Circuit Protective Device) in Netzen bis 480Y/277 V. Sie dürfen nicht als Branch Circuit Protective Devices eingesetzt werden.

4.1.2 Extreme Umgebungstemperaturen

Der Einsatzbereich der Siemens-LS-Schalter liegt zwischen –25 und +55 °C. Besondere Ausführungen können im Temperaturbereich von –40 °C bis +70 °C eingesetzt werden.

4.1.3 Bahnanwendungen

Spezielle LS-Schalter können in ortsfesten Bahnanlagen und Zügen zum Schutz von Anlagenteilen vor Überlast und Kurzschluss eingesetzt werden. Die Geräte haben ein Einsatztemperaturspektrum von –40°C bis +70°C und sind für Netze bis 230/400 V AC bzw. 220/440 V DC einsetzbar. Zusätzlich werden die Anforderungen an das Brandverhalten nach DIN EN 45545-2 und an die im Bahnbetrieb erhöhten Anforderungen an das Schwing- und Schockverhalten nach IEC / EN 61373 (VDE 0115-106) Kategorie 1, Klasse B erfüllt.

4.1.4 Schiffsbau

Auch der Einsatz in Schiffen bringt erweiterte Anforderungen mit sich. Andere Spannungen und Frequenzen sowie spezielle Anforderungn an das Schwing- und Schockverhalten spielen eine Rolle. Ausgewählte LS-Schalter von Siemens wurden für diesen Einsatz geprüft und freigegeben und verfügen über Zertifikate von Schiffs-Klassifikationsgesellschaften wie beispielsweise Lloyd´s Register.

4.1.5 Kraftwerke

Der Betrieb in Kraftwerken kann durch Schockwellen bedingt durch Erdbeben gestört werden. Daher ist diese Anwendung besonders sicherheitsrelevant. Auch für dieses Anwendungsgebiet erfüllt ein ausgewähltes Portfolio die Anforderung und kann in Kraftwerken eingesetzt werden.

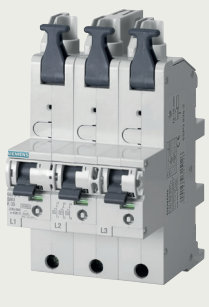
4.1.6 Selektive Hauptleitungsschutzschalter (SHU)

Selektive Hauptleitungsschutzschalter haben eine besondere Funktionsweise, durch die Selektivität sowohl mit vorgeordneten als auch mit nachgeordneten Überstromschutzorganen erreicht wird.

Im Falle eines Kurzschlusses sorgt ein Magnetsystem mit Schlaganker bzw. Schlagspule für eine schnelle Öffnung des Hauptkontaktes (Abbildung 10). Dabei bleibt das Schaltschloss jedoch verriegelt, gleichzeitig wird der Trennerkontakt geschlossen und damit der Nebenstrompfad aktiviert.

Der Kurzschlussstrom wird nun durch den Selektivwiderstand im Nebenstrompfad energetisch begrenzt, wodurch eine erhebliche Verbesserung der Selektivität zu vorgeordneten Sicherungen erreicht wird.

Wenn das nachgeordnete Schutzorgan den Kurzschlussstrom abgeschaltet hat, zieht ein Federsystem die Hauptkontakte wieder zu, und der Trennerkontakt öffnet sich wieder und deaktiviert den Nebenstrompfad. Der SHU ist nun wieder betriebsbereit.



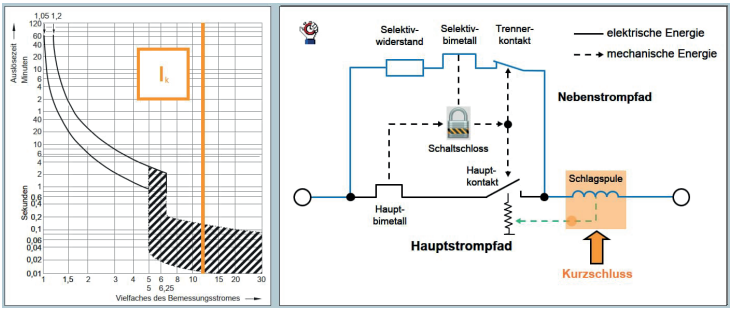


Abbildung 10: Reguläre Auslösung eines SHU über die Schlagspule im Fall eines Kurzschlusses. Das Schaltschloss bleibt verriegelt, der Trennerkontakt wird geschlossen und aktiviert damit den Nebenstrompfad.

Falls jedoch der nachgeordnete MCB den Kurzschlussstrom nicht abschaltet (bzw. der Kurzschlussstrom das Schaltvermögen des nachgeordneten MCB übersteigt) und der Kurzschluss bestehen bleibt, spricht zeitverzögert das Selektiv-Thermobimetall an und entklinkt das Schaltschloss (Abbildung 11). Der SHU geht nun endgültig in Aus-Stellung. Der SHU fungiert hierbei als Backup-Schutz für den nachgeordneten MCB.

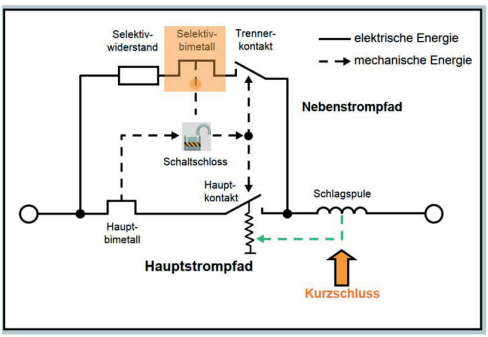


Abbildung 11: Verzögerte Auslösung eines SHU über das Selektiv-Thermobimetall im Falle eines Kurzschlusses, der nicht durch ein nachgeordnetes Schutzorgan abgeschaltet wurde

Der Mechanismus der Überlastauslösung eines SHU hingegen ist gleich mit dem von anderen Leitungsschutzschaltern: Im Fall einer Überlast erfolgt die thermische Auslösung wie in Abbildung 12 dargestellt durch das Haupt-Thermobimetall, so dass das Schaltschloss entriegelt und der Hauptkontakt geöffnet wird. Der SHU geht in Aus-Stellung.

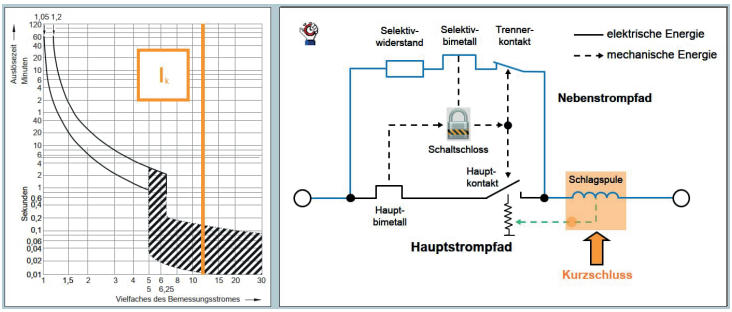


Abbildung 12: Thermische Auslösung eines SHU über das Haupt-Thermobimetall im Falle einer Überlast. Das Schaltschloss wird entriegelt und öffnet den Hauptkontakt.

Funktionalität und Wirkungsweise des SH-Schalters sind also an die besonderen Einsatzbedingungen in der Kaskadenschaltung zwischen NH-Schmelzsicherungen vorgeordnet und Leitungsschutzschalter nachgeordnet angepasst.
In diesen definierten Gerätekombinationen kann der SH-Schalter seine besonderen Fähigkeiten unter Beweis stellen:

- höhere Strombegrenzung (Anlagenschutz)
- volle Selektivität gegenüber nachgeordneten LS-Schalter bis I_{cn} 6 kA / 10 kA
- gleichzeitig: Backup-Schutz für nachgeordnete LS-Schalter
- einfaches Wiedereinschalten
- Laienbedienbarkeit
- Trenneigenschaft (Freischalten des Verteilers z. B. bei Wartungsarbeiten)

Entsprechend VDE-AR-N 4100 ist im netzseitigen Anschlussraum des Zählerplatzes vor jedem Zähler ein selektiver Hauptleitungsschutzschalter nach DIN VDE 0641-21 (VDE 0641-21) vorzusehen. Dieser muss laienbedienbar sowie sperr- und plombierbar sein und folgende Funktionen erfüllen:

- Trennvorrichtung für die Inbetriebsetzung der Kundenanlage;
- Freischalteinrichtung für die Mess- und Steuereinrichtungen;
- zentrale Überstrom-Schutzeinrichtung für die Messeinrichtungen und für die Kundenanlage.

Selektive Hauptleitungsschutzschalter werden zudem als Gruppenschalter zur Verbesserung der Selektivität im Wohn-/Zweckbau oder in industriellen Anlagen eingesetzt.

Bestimmung:	DIN VDE 0641-21
Bezeichnung nach Norm:	SH-Schalter (Selektiver Hauptleitungs-schutzschalter)
Unterkategorie:	SHU (SH-Schalter ohne Steuerstromkreis)
Bemessungsstrom I_n:	16 A bis 100 A
Auslösecharakteristik:	E
Bemessungsschaltvermögen I_{cn}:	25 kA
Bemessungsspannung U_n:	230/400 V, 50/60 V
Bemessungsisolationsspannung U_i:	690 V

Die Charakteristik E dieses Gerätes stellt sich wie folgt dar:

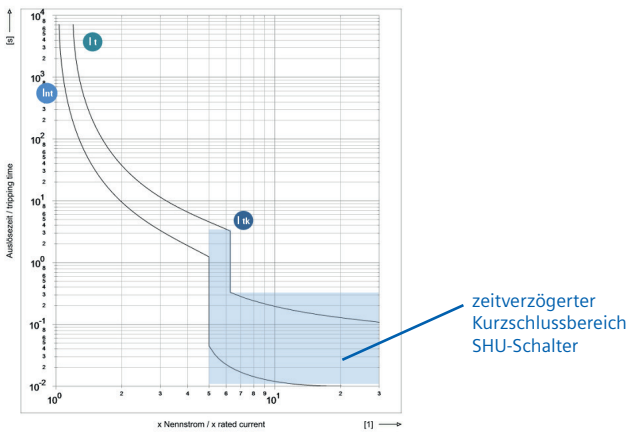


Abbildung 13: Darstellung I-t-Auslösekennlinie 5SP3

Normwerte der Auslösecharakteristik E gemäß VDE 0641 Teil 21

I_{nt} (festgelegter Nicht-Auslösestrom) 1,05 x I_n
Grenzen der Auslösezeit bzw. Nichtauslösezeit t >= 2 h

I_t (festgelegter Auslösestrom) 1,2 x I_n
Grenzen der Auslösezeit bzw. Nichtauslösezeit t < 2 h

I_{tv} (verzögerter Auslösestrom) 5 x I_n
Grenzen der Auslösezeit bzw. Nichtauslösezeit 0,05 s < t < 15 s

I_{tk} (kurzzeitverzögerter Auslösestrom) 6,25 x I_n
Grenzen der Auslösezeit bzw. Nichtauslösezeit 0,01 s <= t <= 0,3 s

4.1.7 Leitungsschutzschalter in Gleichstromanwendungen

Die in Tabelle 5 aufgelisteten Leitungsschutzschalter können auch in Gleichstromnetzen eingesetzt werden. Die maximale Betriebsspannung pro Phasenpol darf dabei die Werte aus Tabelle 5 nicht überschreiten.

Leitungsschutzschalter Reihe	Max. DC Betriebsspannung pro Phasenpol	Polaritätsabhängigkeit
5SJ4...HG..	60 V DC	unabhängig
5SL3, 5SL6, 5SL4	62,5 V DC	unabhängig
5SY6, 5SY4, 5SY7, 5SY8, 5SP4, 5SL30, 5SL60	72 V DC	unabhängig
5SL58	110 V DC	unabhängig
5SY5, 5SP5	250 V DC	abhängig

Tabelle 5: Max. DC Betriebsspannung pro Phasenpol für die verschiedenen Leitungsschutzschalter Reihen. Die Angaben gelten nicht für länderspezifische Produktreihen, die an der 9. und 10. Stelle der Bestellnummer kodiert sind.

Bei einer Reihenschaltung von zwei und mehr Polen kann entsprechend der Schaltung ein Vielfaches davon erreicht werden, z. B. bei 5SY4 bei Reihenschaltung von zwei Polen max. DC 144 V. Jedoch muss abhängig von der Gesamtschaltung immer beachtet werden, dass die maximale Betriebsspannung von DC 72 V pro Phasenpol nicht überschritten wird.
Die Polarität der DC Spannung muss bis zu einer Spannung von 60 V / 62,5 V / 72 V / 110 V pro Phasenpol bei den zugehörigen Geräten in der entsprechenden Zeile in Tabelle 5 nicht berücksichtigt werden.

Für Spannungen mit mehr als DC 110 V pro Phasenpol werden die Leitungsschutzschalter der Ausführung 5SY5 verwendet, die sowohl für AC- als auch für DC-Anwendungen eingesetzt werden können, oder die reinen DC Leitungsschutzschalter der Ausführung und 5SP5.

Die maximale Spannung bei 5SY5 und 5SP5 beträgt DC 250 V pro Phasenpol. Durch die Reihenschaltung der einzelnen Pole können z. B. die 4-poligen Geräte bis zu maximal DC 1000 V eingesetzt werden.

Die Leitungsschutzschalter 5SY5 und 5SP5 sind im Löschkammerbereich mit zusätzlichen Permanentmagneten zur Unterstützung der Zwangslöschung des Lichtbogens ausgerüstet. Aus diesem Grund ist die Polarität der Schalter gekennzeichnet. Beim Anschluss der Leiter muss daher bei 5SY5 und 5SP5 unbedingt auf die Stromflussrichtung geachtet werden. Durch geeignete Maßnahmen im Anlagenaufbau muss auch gewährleistet werden, dass keine Polaritätsumkehr im DC-Betrieb auftreten kann (z. B. Batteriespeicher).

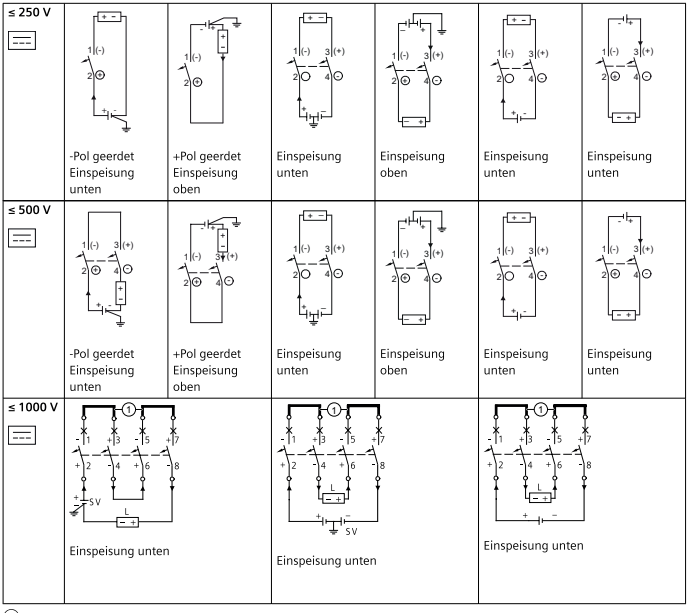


Abbildung 14: Auswahl an Schaltbildern für unterschiedliche Spannungslevel und Erdungsformen beim Einsatz von 5SY5 und 5SP5 (Auszug, nur Einspeisung von unten dargestellt)

Abbildung 14 zeigt auszugsweise eine Auswahl an Schaltbildern für den Einsatz von 5SY5 und 5SP5 bei unterschiedlichen Spannungsleveln und Erdungsformen. Eine umfassendere Auswahl an Schaltungsvarianten und Details zu möglichen Fehlerarten in Gleichstromnetzen finden sich im Siemens Projektierungshandbuch Leitungsschutzschalter im Kapitel „Gleichstrom-Anwendungen".
Beim Einsatz bei Gleichspannung müssen Korrekturfaktoren auf die für AC geltenden magnetischen Auslösebereiche der Leitungsschutzschalter angewendet werden. Die Korrekturfaktoren sind im Siemens Projektierungshandbuch Leitungsschutzschalter im Kapitel „Korrekturfaktoren für den Bemessungsstrom bei unterschiedlichen Frequenzen" zu finden.

4.1.8 Energiemessung und Differenzstromüberwachung auf Endstromkreisebene

Wenn Energiemessung oder Differenzstromüberwachung feingranular auf Endstromkreisebene realisiert werden soll, ist dies häufig mit hohem Verdrahtungsaufwand und Platzbedarf für die entsprechenden Überwachungsgeräte bzw. Sensoren verbunden.

Eine Lösung für dieses Problem bieten die von Siemens entwickelten kommunikativen Leitungsschutzschalter mit integrierter Energiemessung und Differenzstromüberwachungsfunktion entsprechend DIN EN IEC 62020-1.

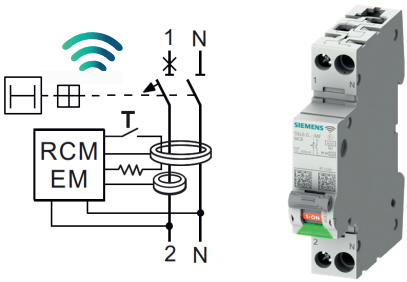


Abbildung 15: Kommunikativer Leitungsschutzschalter 5SL60..MF mit integrierter Energiemess- und Differenzstromüberwachungsfunktion

Die Mess- und Überwachungsdaten der kommunikativen Leitungsschutzschalter (MCB com) werden dabei drahtlos per Funk innerhalb des Schaltschranks an das Gateway Powercenter 1100 übertragen und stehen dort via Modbus TCP übergeordneten Systemen zur Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Da die Mess- und Überwachungsfunktionen in die kommunikativen Leitungsschutzschalter integriert sind, entfällt der Verdrahtungsaufwand für die ansonsten herkömmlich benötigten zusätzlichen Sensoren vollständig. Die MCB com werden wie gewöhnliche Leitungsschutzschalter verschient / verdrahtet.

Der zusätzliche Platzbedarf beschränkt sich auf lediglich 1 Teilungseinheit für das Gateway Powercenter 1100, was im Vergleich zu einem herkömmlichen Aufbau mit diskreten Messeinheiten und Differenzstromwandlern einen enormen Platzvorteil bedeutet.

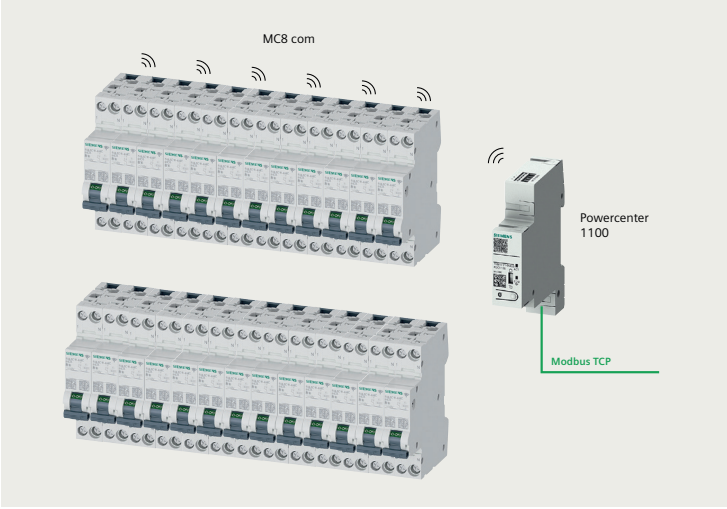


Abbildung 16: Setup für Energiemessung und Differenzstromüberwachung für 24 Endstromkreise mit kommunikativen Leitungsschutzschaltern 5SL60..MF. Die Mess- und Überwachungsdaten werden drahtlos an das Gateway Powercenter 1100 übertragen.

4.2 Systemkomponenten

Je nach Ausführung des LS-Schalters sind folgende Zusatzkomponenten nachträglich frei anbaubar bzw. mit dem LS-Schalter kombinierbar:

- Brandschutzschalter (AFDD)
- FI-Block (RC-Unit)
- Hilfsstromschalter (AS)
- Fehlersignalschalter (FC)
- Arbeitsstromauslöser (ST)
- Unterspannungsauslöser (UR)
- Fernantrieb (RCA)
- Sammelschienensystem mit Stiftanschlüssen

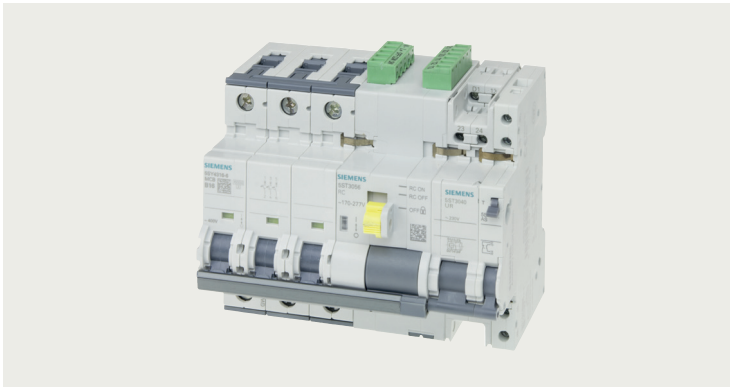


Abbildung 17: Leitungsschutzschalter lassen sich einfach mit anderen Komponenten aus dem Systembaukasten zu einer kompakten Einheit zusammenstellen.

4.2.1 Brandschutzschalter (AFDD)

4.2.1.1 Brandschutzschalterblock 5SM6

Zur Erfassung von Fehlerlichtbögen, wie sie bei unsicheren Kontaktstellen oder als Folge von Isolationsfehlern zwischen aktiven Leitern untereinander oder gegen den Schutzleiter entstehen können, steht für den Anbau an den LS-Schalter der Brandschutzschalterblock 5SM6 zur Verfügung.

Der Brandschutzschalterblock 5SM6 (englisch bezeichnet als Arc Fault Detection unit) kann vom Anwender vor Ort mit einem LS- oder FI/LS-Schalter kombiniert werden und bietet damit einen wirksamen Beitrag zum Schutz vor elektrisch gezündeten Bränden.

Ausführliche Informationen zu diesem Schutzschaltgerät bietet die Technik-Fibel „Brandschutzschalter“.

Es stehen zwei Bauausführungen zur Wahl:

a) Brandschutzschalterblock 5SM601.-2
vorgesehen für den Anbau an einen LS-Schalter 5SL60 oder 5SV1 (1+N, Teilungseinheit=1) mit Bemessungsströmen je nach Typ bis max. 16 A oder 40 A.

Platzsparende Gesamtbaubreite der Gerätekombination: 2 TE



Abbildung 18: Brandschutzschalter 5SM6014-2 ohne Anbaugerät, sowie mit angebautem LS-Schalter 5SL60 und FI/LS-Schalter 5SV1

b) Brandschutzschalterblock 5SM602.-2
vorgesehen für den Anbau an einen LS-Schalter der Serie 5SY oder 5SL4 (1+N, Teilungseinheit=2) oder einen FI/LS-Schalters der Serie 5SU1 (1+N, Teilungseinheit=2) jeweils mit einem Bemessungsstrom je nach Typ bis max. 16 A oder 40 A.

Komplettschutz für Überlast / Kurzschluss / Schutz gegen elektrischen Schlag (Personenschutz) und Schutz vor Fehlerlichtbögen.



Abbildung 19: Brandschutzschalter 5SM6024-2 mit und ohne angebautem FI/LS-Schalter 5SU1

4.2.1.2 Brandschutzschalter / Leitungsschutzschalter-Kombination 5SV6 (AFDD-MCB)

Die größte Platzersparnis ist mit der Brandschutzschalter / Leitungsschutzschalterkombination 5SV6 in nur 1 Teilungseinheit Baubreite zu erreichen. Die 5SV6 AFDD-MCB Geräte bieten somit eine sehr kompakte Lösung für kombinierten Schutz gegen Überlast, Kurzschluss und Fehlerlichtbögen.

Aufgrund der gleichen Baubreite wie der LS-Schalter kann der Brandschutzschalter 5SV6 mit integriertem Leitungsschutzschalter nicht nur einfach in Neubauten installiert, sondern genauso problemlos in Bestandsgebäuden nachgerüstet werden. Somit hat man eine erweiterte Schutzfunktion ohne zusätzlichen Platzbedarf.

Insbesondere die Ausführung mit herausgeführtem Kabel für den N-Leiteranschluss bietet einen erheblichen Vorteil bei der Nachrüstung. Diese Ausführung des AFDD-MCB kann genau wie ein 1-poliger Leitungsschutzschalter über eine Standard-Stiftsammelschiene eingespeist werden. Der Neutralleiteranschluss erfolgt über das herausgeführte Kabel über die Neutralleiterklemme im Verteilerschrank. Somit ist der Austausch gegen einen 1-poligen Leitungsschutzschalter problemlos möglich.

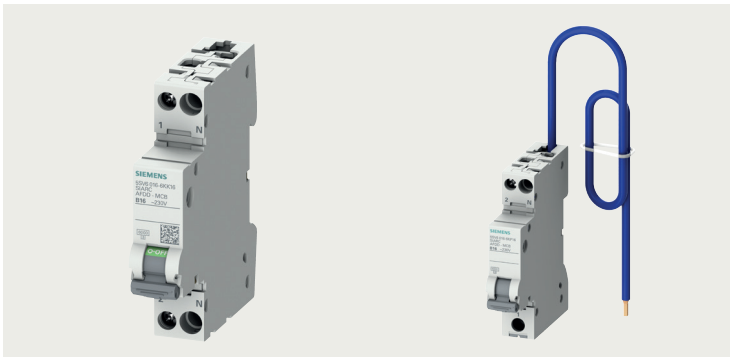


Abbildung 20: AFDD-MCB 5SV6 für Verschienung mit Kompaktsammelschiene 3ST3

Abbildung 21: AFDD-MCB 5SV6 mit herausgeführtem Neutralleiteranschlusskabel, für Verschienung mit Standard-Stiftsammelschienen

4.2.2 FI/LS-Schalter (RCBO)

FI/LS-Schalter sind kombinierte Geräte aus FI-Schutzschalter und LS-Schalter in kompakter, platzsparender Bauweise für Überlast-/Kurzschluss- und Personenschutz (Schutz gegen elektrischen Schlag).

Die Ausführung FI/LS-Schalter mit RCD-Funktion des Typs A, $I_{\Delta n}$ 30 mA dient darüber hinaus zugleich der Erfüllung des geforderten zusätzlichen Schutzes gemäß IEC 60364-4-41 bzw. DIN VDE 0100-410.



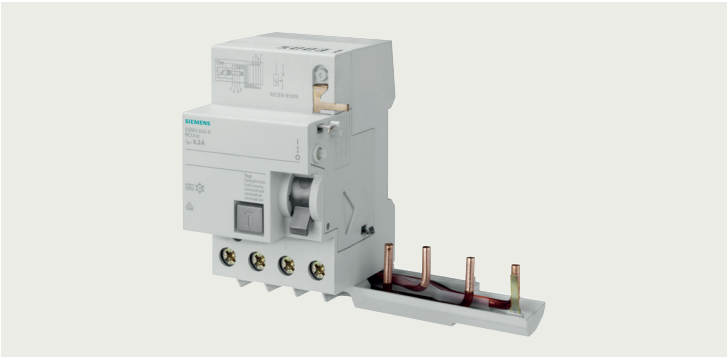
Abbildung 22: FI/LS-Gerätekombination (RCBO), 5SU1 in 2TE und 5SV1 in 1 TE Baubreite

Beim Einsatz von FI/LS erfolgt der RCD Schutz auf Endstromkreisebene, wodurch höchstmögliche Verfügbarkeit erzielt wird.

Weitere Informationen zu FI/LS-Schaltern bietet die Siemens Technik-Fibel „Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen".

4.2.3 FI-Block (RC-Unit)

FI-Blöcke (RC-units) sind zum Anbau an Leitungsschutzschalter nach IEC / DIN EN 61009-1 (VDE 0664-20):2023-08, Anhang G geeignet. Diese FI-Blöcke können vom Kunden mit einem dafür vorgesehenen Leitungsschutzschalter zusammengebaut werden und bilden danach die gleiche Funktionalität wie die fabrikfertigen FI/LS-Schalter (RCBOs).



Weitere Informationen zu FI-Blöcken bietet die Technik-Fibel „Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen“.

4.2.4 Hilfsstromschalter (AS)

Der Hilfsstromschalter (AS) meldet immer die Kontaktstellung des LS-Schalters, egal ob der LS-Schalter per Hand betätigt oder durch einen Fehler (Überlast/Kurzschluss) ausgelöst wurde.

Eine zusätzliche Ausführung zum Schalten von kleinen Strömen und kleinen Spannungen z. B. zur Ansteuerung von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) ist verfügbar.

Die Variante „Hilfsstromschalter mit Prüftaste“ ermöglicht das Testen des Steuerstromkreises, ohne dass der LS-Schalter geschaltet werden muss.



Abbildung 23: LS-Schalter mit Hilfsstromschalter (AS) rechts dargestellt

4.2.5 Fehlersignalschalter (FC)

Der Fehlersignalschalter (FC) meldet die automatische Abschaltung des LS-Schalters im Fehlerfall (Überlast/Kurzschluss/Mitnehmerauslösung). Ist der Fehlersignalschalter eingeschaltet, ändert sich die Kontaktstellung nicht, wenn der LS-Schalter von Hand betätigt wird. Der Fehlersignalschalter in der Variante mit Prüf- und Resettaste ermöglicht das Testen des Steuerstromkreises, ohne dass der LS-Schalter ausgelöst werden muss. Zusätzlich zeigt die im Betätigungsgriff integrierte rote Resettaste die automatische Abschaltung des LS-Schalters an. Die Meldung kann durch die Resettaste per Hand quittiert werden.

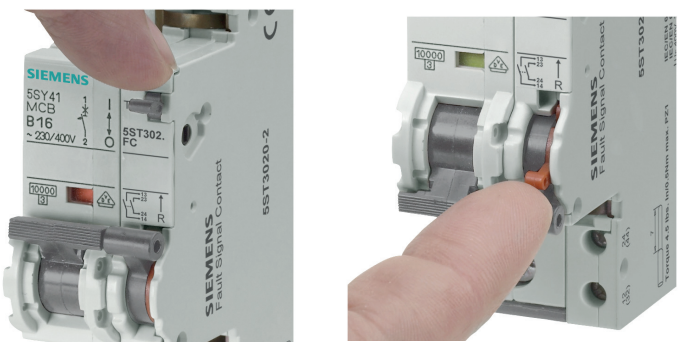


Abbildung 24: Fehlersignalschalter mit Prüf- und Resettaste

Mit einer Kombination von Hilfsstrom- und Fehlersignalschalter können damit an der Gerätekombination direkt oder in der Ferne drei Zustände des LS-Schalters angezeigt werden:

- EIN
- AUS
- AUS, ausgelöst

Die Hilfs-/Fehlersignalschalter vereinen die Funktion beider Schalter in einer Baubreite von nur einer halben Teilungseinheit.



Abbildung 25: Hilfs-/ Fehlersignalschalter (AS+FC)

Eine Besonderheit stellt hier der kommunikationsfähige Hilfs-/Fehlersignalschalter 5ST3062-0MC dar. Dieses Gerät überträgt die Schaltzustände und Ausgelöstmeldungen des angebauten Geräts drahtlos über Funk innerhalb des Schaltschranks an das Modbus TCP Gateway Powercenter 1100.

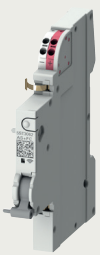


Abbildung 26: Hilfs-/ Fehlersignalschalter (AS+FC) 5ST3062-0MC mit drahtloser Kommunikationsfähigkeit

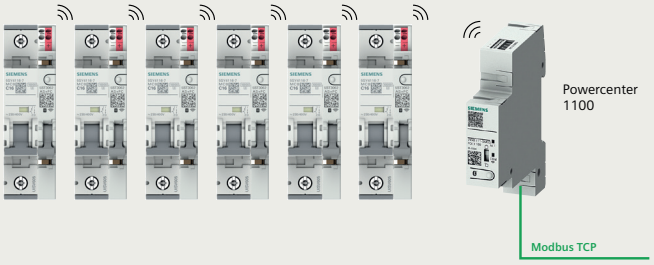


Abbildung 27: Drahtlose Kommunikation der Schaltzustands- und Ausgelöstmeldungen zum Gateway Powercenter 1100

Insbesondere bei einer großen Anzahl an Schaltgeräten, deren Schaltzustands- und Ausgelöstmeldungen überwacht werden müssen, bietet der kommunikationsfähige Hilfs-/Fehlersignalschalter große Vorteile gegenüber der konventionellen Variante:

- Erhebliche Reduzierung des Verdrahtungsaufwands
- Es werden keine Steuerungseingänge zum Erfassen der Meldungen benötigt

4.2.6 Arbeitsstromauslöser (ST)

Arbeitsstromauslöser werden zum Fernauslösen eines LS-Schalters eingesetzt. Dies kann zweckmäßig sein, wenn die Anlage nicht unmittelbar zugänglich ist. Die (Wieder-) Einschaltung des LS-Schalters erfolgt vor Ort am Gerät selbst oder über Fernantrieb.



Abbildung 28: Arbeitsstromauslöser 5ST3

4.2.7 Unterspannungsauslöser (UR)

Unterspannungsauslöser werden z. B. in NOT-AUS-Schleifen eingebunden und sichern so die Auslösung des angebauten Schutzschaltgeräts in Notfällen. Not-Aus ist eine Handlung, die vorgesehen ist, um im Notfall die elektrische Energieversorgung zu allen oder zu Teilen der Installation abzuschalten, wenn die Gefahr eines elektrischen Schlages oder eine andere Gefahr, die durch elektrische Energie verursacht ist, auftritt.

Zusätzlich löst ein Unterspannungsauslöser auch bei unterbrochener oder zu geringer Spannung aus bzw. verhindert das vollständige Einschalten des Schutzschaltgerätes. Ebenso werden Unterspannungsauslöser eingesetzt, um ein automatisches Anlaufen einer Maschine nach Rückkehr der Spannung zu verhindern.

Unterspannungsauslöser sind auch mit integriertem Hilfsschalter verfügbar, um z. B. eine NOT-AUS Schleife spannungsfrei zu schalten.

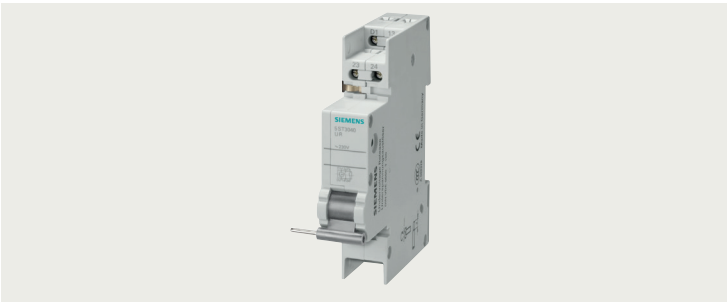


Abbildung 29: Arbeitsstromauslöser 5ST3

4.2.8 Fernantrieb (RCA Remote Control Auxiliary)

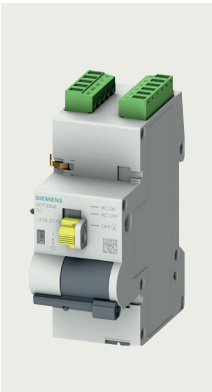
Favorisierte Einsatzfälle für Fernantriebe sind räumlich ausgedehnte oder nicht ständig besetzte Betriebsstätten, wie z. B. Windkraftanlagen, Kläranlagen oder Funkstationen sowie automatisierte Anlagen für das Energie- und Betriebsmanagement. Der Einsatz des Fernantriebs erlaubt dem Anwender einen direkten und unmittelbaren Zugriff auf die Anlage auch an entlegenen oder schwer zugänglichen Orten. Insbesondere die schnelle Wiedereinschaltung nach einem Fehlerfall bietet erhebliche Zeit- und Kosteneinsparung.

Die Bedienung des Fernantriebs erfolgt durch einen mechanischen Funktionswahlschalter. In der Stellung „Off" ist der Fernantrieb abgeschaltet und kann ebenfalls mit einem Schloss gesichert werden. „RC Off" verhindert die Fernschaltung und erlaubt lediglich die Handbetätigung des angebauten Leitungsschutzschalters. Somit kann z. B. bei Serviceeinsätzen ein unerlaubtes Schalten aus der Ferne ausgeschlossen werden. In der Stellung „RC On" ist sowohl „Fern Ein"- und „Fern Aus"- Schalten als auch die Bedienung vor Ort möglich. Im Falle einer Fehlerauslösung nehmen die verbundenen Griffe des Leitungsschutzschalters und des Fernantriebs die Stellung „Aus" ein.

Die Gerätekombination mit den Typen automatische Wiedereinschaltung (ARD Automatic Reclosing Device) versucht nach einer Fehlerabschaltung durch das angebaute Schutzschaltgerät, bis zu dreimal wieder einzuschalten. Liegt der Fehler dann weiterhin vor, bleibt die Kombination danach ausgeschaltet.

An den Fernantrieb können rechtsseitig weitere Zusatzkomponenten 5ST3..., wie z. B. AS, FC, ST, UR, nach dem Anbaukonzept angebaut werden.
Die Fernantriebe mit ARD und Power haben frontseitig auf dem Gerät eine LED-Anzeige zur Darstellung des Schaltzustandes und zur Diagnose.

Fernantrieb für Schaltanlagen und Regelungseinrichtungen



- Nach der Auslösung wieder einschaltbar und per Fernschaltung zurücksetzbar
- Mit Handbetätigung vor Ort
- kombinierbar mit LS, FI/LS, FI und Zusatzkomponenten
- Variante mit automatischer Wiedereinschaltung (ARD) verfügbar
- Variante mit Isolationswiderstandsmessung vor Wiedereinschalten verfügbar
- Variante mit drahtloser Kommunikationsfähigkeit verfügbar

4.2.9 Sammelschienensystem mit Stiftanschlüssen

Es gibt im Wesentlichen zwei unterschiedliche Systeme, mit denen LS-Schalter untereinander und auch mit anderen Komponenten verbunden werden.

Das 5ST37- oder 5ST39-System, welches auf beliebige Längen konfektioniert und perfekt auf eine vorgegebene Gerätekombination angepasst werden kann. Zusätzlich steht das hochvariable System 5ST3 6.. zur Verfügung. Das Charakteristikum sind hier vorgefertigte Sammelschienenabschnitte mit festen Längen, die sich durch Überlappung untereinander frei kombinieren lassen. Zeitaufwendige Nebenarbeiten wie Schneiden, Ablängen, Entgraten und Säubern der Schnittflächen, Aufsetzen von Endkappen entfallen. Freigelassene Stifte der Sammelschienen können mit einem Berührungsschutz abgedeckt werden und sind so berührungssicher.

Für den Einsatz in Anlagen in Nordamerika nach UL 508A stehen selbstverständlich auch UL zugelassene Sammelschienen für die Verwendung von LS-Schaltern nach UL 1077 oder UL 489 zur Verfügung.



Abbildung 30: Sammelschiene 5ST3

Für die Verschienung von Kompaktgeräten wie dem 5SL60 LS 1+N in 1 Teilungseinheit stehen entsprechende Kompaktsammelschienen in verschiedenen Ausführungen zur Verfügung.

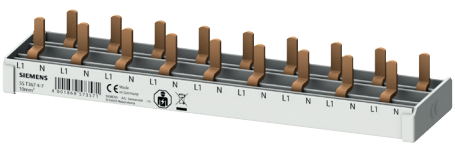


Abbildung 31: 5ST36 Kompaktsammelschiene für die Verschienung von 1+N Geräten in 1 Teilungseinheit Baubreite

5. Geräteschutzschalter

5.1 Einsatzgebiet von Geräteschutzschaltern

Geräteschutzschalter sind für den Einsatz in Gleichspannungs-Steuerstromkreisen auf der Lastseite von Schaltnetzteilen konzipiert. Sie sind vorgesehen für den Überlast- und Kurzschlussschutz der Steuerstromkreise einschließlich ihrer Komponenten (z. B. Motoren, Sensoren, Anzeigen, interne Verdrahtung).

Getaktete Schaltnetzteile haben sich zur Versorgung der 24-V-Ebene automatisierter Anlagen längst flächendeckend durchgesetzt und das ungeregelte Trafonetzteil abgelöst. Im modernen Maschinen- und Anlagenbau werden viele Verbraucher gemeinsam durch ein Schaltnetzteil versorgt. Der Versorgungsstromkreis wird dabei auf einzelne Abzweige aufgeteilt und parallel abgesichert.

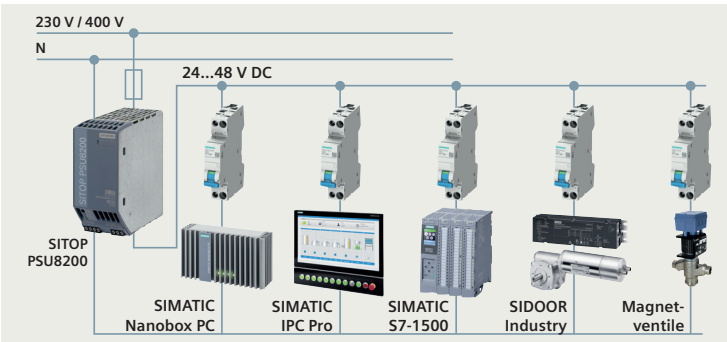


Abbildung 32: Anwendungsbeispiel Schaltnetzteil mit mehreren parallelen Verbraucherabzweigen

Schaltnetzteile sind mit ihren Bauteilen auf einen bestimmten Nennwert der Ausgangsleistung dimensioniert. Um sich gegen Schädigung durch Überlastung zu schützen, begrenzen Schaltnetzteile zum Selbstschutz ihren Ausgangsstrom elektronisch. Der Einsatzpunkt der Strombegrenzung liegt hierbei in der Regel beim 1,1- bis zum 1,5-fachen des Nennwertes.

Der Mechanismus dieser Strombegrenzung hat zur Folge, dass bei einem Kurzschluss auf der Verbraucherseite des Schaltnetzteils die Spannung zusammenbricht und somit nicht nur der vom Kurzschluss betroffene Verbraucherabzweig gestört wird, sondern alle auf der Verbraucherseite des Schaltnetzteils liegenden Abzweige von einem Spannungseinbruch betroffen werden.

In der Produktnorm IEC / EN 61131-2 sind die Betriebsmittelanforderungen an speicherprogrammierbaren Steuerungen definiert. In Zusammenhang mit der Stromversorgung sind hier zwei wesentliche Anforderungen notiert:

- Eine Steuerung in einem nicht batteriebetriebenen System muss einen Spannungseinbruch von bis zu 10 Millisekunden unbeeinflusst überstehen.
- Der Betriebsspannungsbereich muss zwischen 19,2 V und 30 V DC liegen.

Damit es nicht zu Fehlfunktionen kommt, müssen diese Parameter eingehalten werden und die Stromversorgung für die SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung) so abgesichert sein, dass beim Auftreten eines Kurzschlusses die Fehlerstelle schnell genug abgetrennt wird, so dass es zu keinen für den Betrieb der Steuerungen kritischen Spannungseinbrüchen kommt. Nur so ist sichergestellt, dass der Betrieb der zum fehlerhaften Abzweig parallel liegenden intakten Verbraucherabzweige ungestört weitergehen kann. Geräteschutzschalter sind für diesen Anwendungsfall optimiert.

Die Auslösecharakteristik von Geräteschutzschaltern ist speziell auf die möglichen Strom- und Spannungsverhältnisse in 24-V-Steuerstromkreisen ausgelegt. Nicht nur im Kurzschlussfall, sondern auch im Überlastfall schalten sie den betroffenen Stromkreis präzise und schnell ab, um Geräte und Betriebsmittel zu schützen und gleichzeitig mögliche Spannungseinbrüche der Stromversorgung zu vermeiden bzw. zu minimieren. Dadurch lassen sich auch lange, dünne Leitungen zuverlässig absichern, bei denen der Kurzschlussstrom durch den hohen ohmschen Widerstand begrenzt ist.

Anders als bei Leitungsschutzschaltern gibt die Produktnorm für Geräteschutzschalter keine festen Werte für die Auslösekennlinien vor. So gibt es für Geräteschutzschalter verschiedene Kennlinien, um deren Auslöseverhalten zu beschreiben. Dadurch lassen sich die unterschiedlichen Anforderungen der Anwendungsfälle abdecken. Grundsätzlich gilt aber auch hier, dass die Überlastauslösung (thermische Auslösung) träger reagiert als die Kurzschlussauslösung (magnetische Auslösung).

5.2 Bauformen von Geräteschutzschaltern

Je nach Anwendungsgebiet variieren die Anforderungen an den Geräteschutz. Durch den Einsatz verschiedener Technologien ergeben sich unterschiedliche Bauformen mit ihren charakteristischen Abschaltverhalten und bieten so für jedes Anwendungsgebiet einen optimalen Schutz.

5.2.1 Thermomagnetische Geräteschutzschalter

Thermomagnetische Geräteschutzschalter sind eine elektrisch-mechanische Kombination aus einer Überlastschutz- und Kurzschlussschutzeinrichtung. Thermomagnetische Geräteschutzschalter sind in der Produktnorm IEC / EN 60934 beschrieben und dienen in erster Linie dem Schutz von Geräten und Betriebsmitteln.



Abbildung 33: Thermomagnetischer Geräteschutzschalter 5SY17 (1-polig + Hilfsschalter)

Wie auch bei Leitungsschutzschaltern wird der Überlastschutz durch eine thermische Auslöseeinheit realisiert. In Abhängigkeit der Höhe des Überstroms und der Zeit schaltet der Geräteschutzschalter innerhalb der festgelegten Grenzwerte ab. Die Abschaltung eines Überstroms erfolgt also zeitverzögert.

Der Kurzschlussschutz wird durch eine magnetische Auslöseeinheit sichergestellt. Hierbei erzeugt der Kurzschlussstrom ein magnetisches Feld, welches über eine Spule mit Schlaganker den Auslösemechanismus betätigt. Die Reaktion auf Kurzschlussströme erfolgt innerhalb weniger Millisekunden.

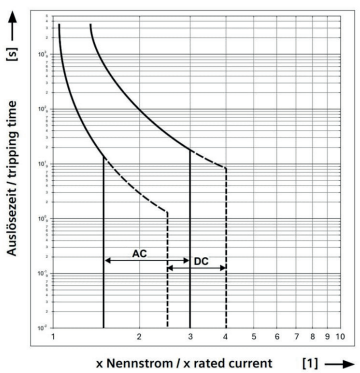
Im Falle einer manuellen Betätigung bzw. einer Auslösung bedingt durch Überlast oder Kurzschluss werden die Schaltkontakte geöffnet und der Stromkreis unterbrochen.

Die Kombination des elektrisch-mechanischen Überlast- und Kurzschlussschutzes ermöglicht ein Auslöseverhalten, welches unnötig frühes Abschalten bei betriebsbedingten kurzzeitigen Stromanstiegen (z. B. Anlaufströme von Motoren) unterbindet. Dennoch schützen diese Geräteschutzschalter vor andauernden Überlastströmen und Kurzschlüssen.

Thermomagnetische SENTRON Geräteschutzschalter 5SY17 zeichnen sich zusätzlich durch eine galvanische Trennung, einen großen Spannungsbereich und hohes Schaltvermögen für zuverlässigen Kurzschlussschutz aus. Gerade eine galvanische Trennung als sichere Form des Freischaltens im Wartungsfall, ist in manchen Branchen z. B. in der Prozessindustrie erforderlich.

Typische Anwendungsgebiete thermomagnetischer Geräteschutzschalter sind daher in den Bereichen Maschinen- und Anlagenbau, Prozesstechnik, Infrastruktur und auch Bahntechnik.

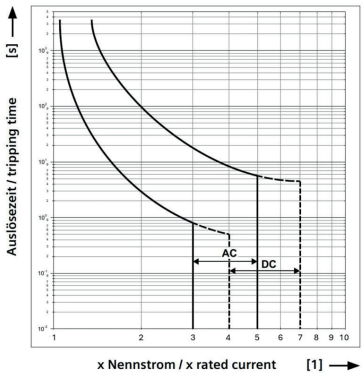
Kennlinie F1



Kennlinie F1:
Thermische Auslösung:
1,05 ... 1,35 x I_n

Magnetische Auslösung bei DC:
2,5 ... 4 x I_n

Kennlinie F2



Kennlinie F1:
Thermische Auslösung:
1,05 ... 1,35 x I_n

Magnetische Auslösung bei DC:
4 x I_n ... 7 x I_n

5.2.1.1 Unterschiede zwischen Leitungsschutzschaltern und thermomagnetischen Geräteschutzschaltern

Leitungsschutzschalter wurden konzipiert, um Leitungen und Kabel gegen zu hohe Erwärmung ihrer Isolierung durch betriebsmäßige Überlastung und Kurzschlüsse zu schützen. Die typischen Kennlinien der Leitungsschutzschalter basieren auf den Temperaturbelastungskurven der PVC-Isolierung der Kabel und Leitungen.

Anders als bei Leitungsschutzschaltern, deren Nennstrom entsprechend Stromtragfähigkeit der Leitungen gewählt wird, sollte der gewählte Nennstrom bei Geräteschutzschaltern in der Nähe des Verbrauchernennstroms liegen.

Leitungsschutzschalter sind – wie auch thermomagnetische Geräteschutzschalter – eine elektrisch-mechanische Kombination aus einer Überlastschutz- und Kurzschlussschutzeinrichtung. Die Kurzschlussauslösung bei Leitungsschutzschaltern ist jedoch so ausgelegt, dass ein hoher Auslösestrom benötigt wird. Für eine schnelle Kurzschlussauslösung kann, je nach Charakteristik, ein Strom zwischen dem 2- bis 20-fachen des Nennstroms erforderlich sein.

Aufgrund der strombegrenzenden Eigenschaft der Schaltnetzteile oder aufgrund hoher Leitungsimpedanzen im Steuerstromkreis kann der Auslösestrom eines Leitungsschutzschalters unter Umständen nicht erreicht werden. Als Folge bricht die Systemspannung ein und parallele Verbraucher fallen aus.

Thermomagnetische Geräteschutzschalter sind feiner als Leitungsschutzschalter auf mögliche Überlast- und Kurzschlussströme im Steuerstromkreis abgestimmt. Sowohl im Überlast- als auch im Kurzschlussfall schalten sie den betroffenen Stromkreis schnell ab, um Geräte und Betriebsmittel zu schützen und gleichzeitig mögliche Spannungseinbrüche der Stromversorgung zu vermeiden bzw. zu minimieren.

5.2.2 Elektronische Geräteschutzschalter

Elektronische Geräteschutzschalter basieren im Wesentlichen auf Halbleiterelektronik mit integrierter Software zur Analyse und Abstimmung des Auslöseverhaltens. Genau wie thermomagnetische Geräteschutzschalter erfassen auch elektronische Geräteschutzschalter Überlast und Kurzschlüsse. Jedoch reagiert die Elektronik dynamisch, d. h., dass anhand der gemessenen, elektrischen Größen zwischen verschiedenen Betriebs- und Fehlerszenarien differenziert werden und auch im Überlastfall eine schnelle Abschaltung erfolgen kann.

Diese schnelle Abschaltung im Überlastfall kann besonders für sensible Verbraucher wichtig sein. Gleichzeitig wird damit erreicht, dass ein Spannungseinbruch der Stromversorgung auf einen minimalen Zeitraum begrenzt wird. Somit wird eine Überlastung der Stromversorgung verhindert und parallele Betriebsmittel bleiben unbeeinflusst. Insbesondere speicherprogrammierbare Steuerungen müssen vor Spannungseinbrüchen der Stromversorgung geschützt werden, um einen sicheren Betrieb der Produktion zu gewährleisten.

Durch die eingesetzte Halbleiterelektronik in elektronischen Geräteschutzschaltern sind bei dieser Bauart jedoch keine hohen Schaltvermögen und keine galvanische Trennung möglich.

Elektronische Geräteschutzschalter werden in Kombination mit 24 V DC Stromversorgungen eingesetzt und häufig für den Schutz von z. B. Relais, speicherprogrammierbaren Steuerungen, Sensoren und Aktoren eingesetzt.

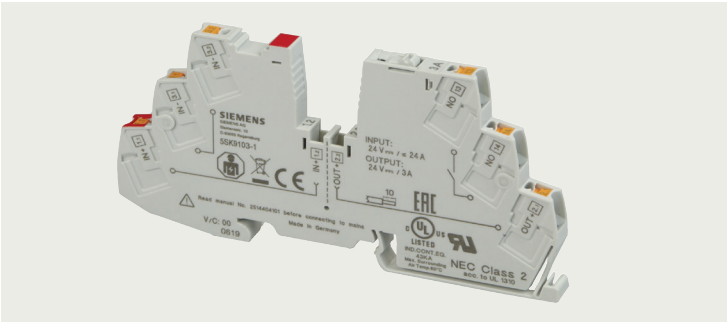
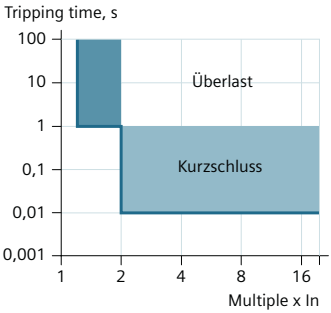


Abbildung 34: Elektronischer Geräteschutzschalter 5SK9 (1-polig + Hilfsschalter)

Elektronische Geräteschutzschalter haben neben der schnellen Kurzschlussabschaltung auch eine zügigere Überlastabschaltung. Überlastströme in Höhe des 1,2-fachen Nennstroms werden bei diesen Ausführungen bereits nach 1 Sekunde abgeschaltet. So wird eine Überlastung des Schaltnetzteils vermieden, die Ausgangsspannung bleibt konstant und parallele Stromkreise werden nicht beeinflusst.



Überlast Abschaltung	1,2 x In nach 1 s
Kurzschluss Abschaltung	2 x In unter 10 ms

5.3 Vergleich der Geräteschutzschaltertypen

	5SY17 Thermomagnetischer Geräteschutzschalter		5SK9 Elektronischer Geräteschutzschalter
Galvanische Trennung	Galvanische Trennung im ausgeschalteten Zustand		Keine galvanische Trennung
Integrierter Hilfsschalter	Ja		Ja
Kennlinie	Kennlinie F1	Kennlinie F2	Kennlinie 5SK9
Thermische Auslösung	1,05 ... 1,35 x I_n	1,05 ... 1,35 x I_n	1,2 x I_n
Kurzschlussauslösung bei DC	2,5 ... 4 x I_n	4 ... 7 x I_n	2 x I_n
Anwendung	Für Lasten mit sehr geringem Anlaufstrom / Halbleiterschutz und Schutz von Messkreisen mit Wandler, sensible Elektronikgeräte (Industrie PC, Messgeräte, Steuerungen etc.) • Wegen des niedrigen magnetischen Auslösestroms sind längere Leitungswege als bei Kennlinie F2 möglich	Für Lasten mit Anlaufstrom / Motoren, Antriebe, Heizelemente, Lüfter, Magnetventile, etc. • Trägere Reaktionen auf Fehlersituationen als Kennlinie F1	Für sensible Lasten wie Steuerungen • Sehr schnelle Reaktion auf • Überlast- und Kurzschlusssituationen • Wegen des sehr niedrigen Kurzschlussauslösestroms sind die längsten Leitungswege möglich

6. Dimensionierung – Auswahl und Überprüfung des LS-Schalters auf die elektrotechnischen Anforderungen am Einbauort

Unter Dimensionierung versteht man die Auslegung aller Betriebsmittel und Komponenten, die innerhalb des elektrischen Netzes zum Einsatz kommen sollen. Hierzu zählt u. a. auch die eingesetzten LS-Schalter sowie die zugehörigen Energieleitungen (Kabelverbindung oder Stromschienenverbindung).

Der Dimensionierungsvorgang setzt ein, sobald Planung und Konzeptionierung der elektrischen Stromversorgungsanlage abgeschlossen ist.

Ziel der Dimensionierung ist es, für jeden einzelnen Stromkreis des elektrischen Netzes eine technisch zulässige Kombination aus Schalt-/Schutzgerät und Verbindungsstrecke zu erhalten.

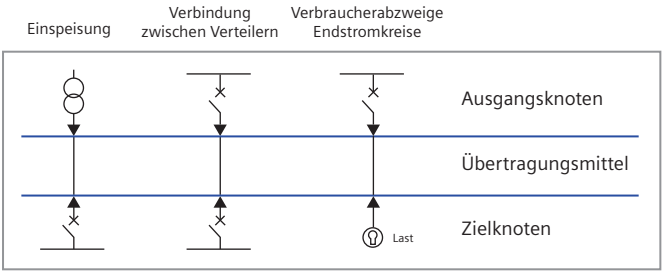


Abbildung 35: Darstellung verschiedener Stromkreisarten innerhalb eines elektrischen Netzes

Die Stromkreis-Dimensionierung orientiert sich an folgenden Grundregeln und den zugehörigen normativen Regelwerken für das jeweilige Schutzziel:

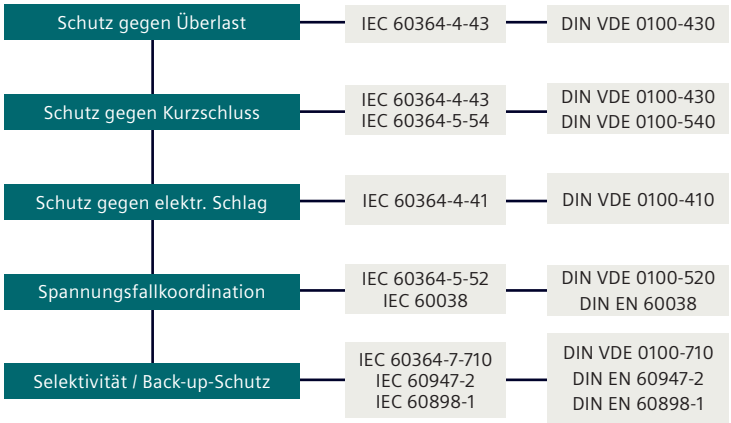


Abbildung 36: Übersicht Grundregeln der Stromkreis-Dimensionierung

Der Dimensionierungsvorgang innerhalb eines elektrischen Netzes kann beliebig komplex und aufwendig sein, da Anpassung an einer Komponente häufig auch Auswirkungen auf das Dimensionierungsergebnis weiterer Netzkomponenten in anderen Stromkreisen nach sich zieht .

Um mögliche stromkreisübergreifenden Auswirkungen bei der Dimensionierung sicher beherrschen und überblicken zu können, bedient sich ein Elektroplaner in der Regel eines professionellen Netzberechnungs- / Engineering-Werkzeuges wie z. B.

SIMARIS design:	Netzberechnung und Berechnung von Kurzschlussstrom
SIMARIS curves:	Anzeige von Geräte-Kennlinien (I-t, Ic, I^2t)
SIMARIS project:	Planung von Niederspannung-Schaltanlagen und Elektroverteiler

Weiterführende Hinweise zu den Simaris-Planungstools aus dem Hause Siemens unter http://www.siemens.de/simaris sowie http://www.siemens.de/tip

Durch die Anwendung dieser Softwaretools aus dem Hause Siemens erfahren Planer, Ingenieurbüros und Installateure eine spürbare Arbeitsentlastung, Sicherheit bei der Auslegung der Netzberechnung und der Auslegung der Komponenten. Der Prüfaufwand und das Risiko einer Fehlplanung werden erheblich reduziert.

Derartige Tools leisten damit einen wertvollen Beitrag für die Bewerkstelligung der zu erledigenden Arbeiten – die Verantwortung für die Richtigkeit und die Verwendbarkeit des Ergebnisses im Kundensinne verbleibt weiterhin in den Händen des Fachexperten.

Daher ist es durchaus sinnvoll, den in den Tools hinterlegten (automatisierten) Dimensionierungsvorgang prinzipiell zu verstehen und nachvollziehen zu können. Damit können etwaige Projektierungsprobleme schneller und zielgerichteter behoben oder bei Bedarf manuell beeinflusst werden.

Überschlägig kann auch ohne Tool die zu erwartende Größenordnung einzelner Betriebsmittel bestimmt werden.

Ist der Netzplanungsvorgang abgeschlossen, kann anhand der Netzstruktur und den Verbraucherangaben eine Energiebilanzierung des Netzes erfolgen und die maximalen Betriebsströme je Stromkreis ermittelt werden.

Über die technischen Daten des gewählten Übertragungsmittels (Leiterquerschnitte, Anordnung und Anzahl der Systeme etc.) können gemäß IEC 60909-0 / DIN EN 60909-0 (VDE 0102) die zu erwartenden Kurzschlussstromverhältnisse (min/max.) für die vorgesehenen Einbauorte der Schalt-/Schutzgeräte (LS-Schalter) berechnet werden.

Existieren alternative Versorgungswege oder Einspeisemöglichkeiten, sind u. U. mehrere Netzberechnungsvarianten erforderlich.

Sind die Kurzschlussstromverhältnisse für alle Einbauorte bekannt, können im Rahmen der Stromkreisdimensionierung die erforderlichen Schalt-/Schutzgeräte ausgewählt und in Kombination mit dem gewählten Übertragungsmittel auf ihre technische Zulässigkeit hin überprüft werden (vgl. hier Abbildung 36).

6.1 Ermittlung der Kenngrößen eines Leitungsschutzschalters

Bei der Dimensionierung müssen folgende Kenngrößen eines Leitungsschutzschalters ermittelt werden:

- Nennstrom
- Auslösecharakteristik
- Schaltvermögen

Abbildung 37 zeigt eine Übersicht, welche Faktoren auf die Ermittlung der Kenngrößen eines Leitungsschutzschalters Einfluss haben.

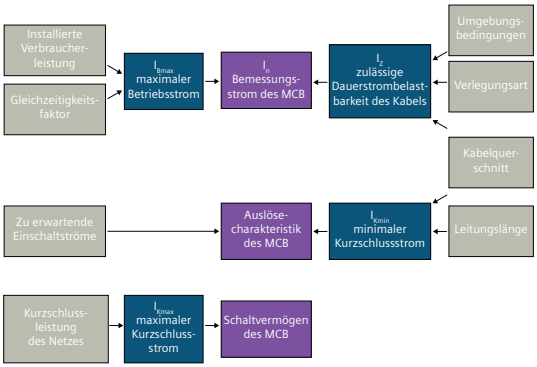


Abbildung 37: Ermittlung der Kenngrößen eines Leitungsschutzschalters anhand relevanter Gegebenheiten des Stromkreises

6.1.1 Ermittlung des Bemessungsstroms eines Leitungsschutzschalters

Bei der Ermittlung des Nennstroms eines MCBs kommen die Dimensionierungsregeln bzgl. Überlastschutz zum Einsatz, im Wesentlichen nach folgender Beziehung:

$$I_{Bmax} \leq I_n \leq I_z$$

I_{Bmax}: maximaler Betriebsstrom für den Stromkreis
I_z: zulässige Dauerstrombelastbarkeit des Kabels / der Leitung
I_n: Nennstrom (Bemessungsstrom) des Leitungsschutzschalters

→ Der Nennstrom eines Leitungsschutzschalters muss mindestens so groß sein wie der maximale Betriebsstrom im Stromkreis und darf höchstens so groß sein wie die zulässige Dauerstrombelastbarkeit der Leitung.

Eine detailliertere Beschreibung ist in Kapitel 6.2.1 „Schutz gegen Überlast" zu finden.

6.1.1.1 Korrekturfaktoren für den Bemessungsstrom

Unter bestimmten Bedingungen müssen für den Bemessungsstrom eines Leitungsschutzschalters Korrekturfaktoren angewendet werden:

- Häufung: Sind mehrere LS-Schalter nebeneinander installiert und wird mehr als ein Stromkreis belastet, wirkt sich das durch eine erhöhte Umgebungstemperatur auf die Kennlinie aus. In diesem Fall ist ein zusätzlicher Korrekturfaktor, bezogen auf den Bemessungsstrom des LS-Schalters, zu berücksichtigen.
- Frequenz: Die Auslösekennlinie eines Leitungsschutzschalters gilt für eine Frequenz von 50 Hz bis 60 Hz. Bei anderen Frequenzen bzw. bei Gleichstromeinsatz sind Korrekturfaktoren auf den Bemessungsstrom anzuwenden. Hierbei sind für die thermische und die magnetische Auslösung separate Korrekturfaktoren anzuwenden.
- Umgebungstemperatur: Die Auslösekennlinien von Leitungsschutzschaltern sind für Umgebungstemperaturen von 30 °C kalibriert. Bei Umgebungstemperaturen, die von 30 °C abweichen, müssen Korrekturfaktoren für den Dauerbelastungsstrom des Leitungsschutzschalters angewandt werden.

Details zu den Korrekturfaktoren sind im Siemens Projektierungshandbuch Leitungsschutzschalter zu finden unter www.siemens.com/lowvoltage/technical-support

6.1.2 Auswahl der Auslösecharakteristik eines Leitungsschutzschalters

Auf die Auswahl der Auslösecharakteristik eines Leitungsschutzschalters haben im Wesentlichen 2 Faktoren einen Einfluss:

- **Der minimale Kurzschlussstrom I_{kmin} im Stromkreis**
  Es muss sichergestellt sein, dass beim kleinstmöglichen Kurzschlussstrom I_{kmin} im Stromkreis die Auslösung innerhalb der geforderten Abschaltzeit zur Realisierung des Schutzes vor elektrischem Schlag (Fehlerschutz) stattfinden kann (siehe hierzu auch Kapitel 6.2.3).
- **Zu erwartende Einschaltströme im Stromkreis**
  Die Auslösecharakteristik des Leitungsschutzschalters muss so gewählt werden, dass zu erwartende Anlaufströme und Einschaltspitzen im Stromkreis nicht zu einer Abschaltung führen. Die Anlaufströme / Einschaltspitzen dürfen also den magnetischen Haltestrom (I4, siehe Abbildung 5) nicht überschreiten, um sicherzustellen, dass es zu keiner Fehlauslösung kommt. Im Hinblick auf Anlaufströme / Einschaltspitzen sind die Auslösecharakteristiken wie folgt auszuwählen:
  - Auslösecharakteristik A: Stromkreise mit sehr geringen Einschaltströmen und hohen Impedanzen, elektronische Lasten, Messkreise mit Wandler, Halbleiterschutz
  - Auslösecharakteristik B: Stromkreise mit wenig Einschaltströmen, ohmsche Lasten, universeller Einsatz in Steckdosen- und Beleuchtungsstromkreisen
  - Auslösecharakteristik C: Stromkreise mit Betriebsmitteln mit höheren Einschaltströmen, z. B. Motoren und andere induktive Lasten, oder Lampen
  - Auslösecharakteristik D: Stromkreise mit stark impulserzeugenden Betriebsmitteln wie Transformatoren, Magnetventile oder Kondensatoren

6.1.3 Auswahl des Schaltvermögens eines Leitungsschutzschalters

Das Schaltvermögen I_{cn} oder I_{cu} eines Leitungsschutzschalters muss so gewählt werden, dass der maximale Kurzschlussstrom I_{kmax} am Einbauort sicher beherrscht werden kann.

Tritt am Einbauort des Leitungsschutzschalters eine Kurzschlussstrombelastung auf, die höher ist als dessen Schaltvermögen, so muss der Backup-Schutz durch ein vorgeordnetes strombegrenzendes Schutzgerät sichergestellt werden. Für mehr Details zum Thema Backup-Schutz siehe Kapitel 6.2.6.

Des Weiteren sind normative Vorgaben bei der Auswahl des Schaltvermögens eines Leitungsschutzschalters zu beachten. Beispielsweise fordert die DIN VDE 0100-430 für Deutschland, dass Leitungsschutzschalter mindestens ein Ein- und Ausschaltvermögen von 6 kA haben müssen und, falls zutreffend, die Energiebegrenzungsklasse 3 nach DIN EN 60898-1 („falls zutreffend" bedeutet hier im Sinne der Norm, dass die DIN EN 60898-1 die Energiebegrenzungsklasse 3 nur für Leitungsschutzschalter der Auslösecharakteristiken B und C bis einschließlich 63 A definiert).

6.1.3.1 Korrekturfaktoren für das Schaltvermögen

In Abhängigkeit von der Einsatzhöhe über NN (Normalhöhennull / über Meeresspiegel) sind Korrekturfaktoren auf das Bemessungsschaltvermögen I_{cn} und das Bemessungsgrenzkurzschlussausschaltvermögen I_{cu} anzuwenden. Die Datenblattangaben zum Schaltvermögen gelten für Einsatzhöhen bis 2000 m über NN. Bei höheren Einsatzhöhen sind aufgrund der Luftdruckverhältnisse Reduktionsfaktoren anzuwenden.

Die Korrekturfaktoren für die Einsatzhöhe über NN sind im Siemens Projektierungshandbuch Leitungsschutzschalter zu finden.

6.2 Der Dimensionierungsvorgang

6.2.1 Schutz gegen Überlast

Je Stromkreis werden die maximalen Betriebsströme I_{Bmax} des zugehörigen Übertragungsmittels (Kabel/Leitung oder Stromschienensystem) ermittelt.

In der Regel gilt:

$$I_{bmax} = \sum \text{installierte Verbraucherleistung} * \text{Gleichzeitigkeitsfaktor}$$

I_{bmax} wird der max. zulässige Strombelastbarkeitswert I_z des Übertragungsmittels gegenübergestellt.

Entsprechend DIN VDE 0100-430 / IEC 60364-4-43 muss eine Überlastschutzeinrichtung folgende Bedingungen erfüllen:

1) Nennstromregel: Der Nennstrom I_n der Überlastschutzeinrichtung muss zwischen dem maximalen Betriebsstrom I_{Bmax} und der maximal zulässigen Dauerstrombelastbarkeit I_z des Kabels / der Leitung liegen.

$$I_{Bmax} \leq I_n \leq I_z$$

2) Auslöseregel: Der Strom I_2, der eine wirksame Abschaltung in der für die Schutzeinrichtung festgelegten Zeit sicherstellt, darf maximal das 1,45 fache der zulässigen Dauerstrombelastbarkeit I_z der Leitung betragen.

$$I_2 \leq 1{,}45\ I_z$$

Bei Leitungsschutzschaltern der Charakteristiken A, B, C und D gilt: $I_2 = 1{,}45 \times I_n$, deshalb kann für diese Geräte die Auslöseregel vereinfacht werden zu:

$$I_n \leq I_z$$

I_{Bmax}: Maximaler Betriebsstrom für den Stromkreis

I_z: zulässige Dauerstrombelastbarkeit des Kabels / der Leitung

I_n: Nennstrom (Bemessungsstrom) der Schutzeinrichtung

I_2: Strom, der eine wirksame Abschaltung in der für die Schutzeinrichtung festgelegten Zeit sicherstellt (thermischer Auslösestrom)

6.2.2 Schutz gegen Kurzschluss

Der thermische Kurzschlussschutz einer Leitung ist dann gewährleistet, wenn die Durchlassenergie des Überstromschutzorgans kleiner ist als die maximal zulässige Energie I^2t_{zul}, die die Leitung führen kann, bevor es zu Schäden kommt. Die maximal zulässige Energie I^2t_{zul}, die eine Leitung führen kann, errechnet sich entsprechend DIN VDE 0100-430 / IEC 60364-4-43 für Abschaltzeiten bis 5 Sekunden mit folgender Formel:

$$I^2t_{zul} = k^2S^2$$

Bezogen auf die Durchlassenergie $I^2t_{Durchlass}$ des Überstromschutzorgans ergibt sich somit folgende Forderung:

$$I^2t_{Durchlass} \leq k^2S^2$$

Hierbei ist:

k: Materialbeiwert des Leitermaterials, entsprechend Tabelle 43A aus DIN VDE 0100-430 (115 für PVC-isolierte Cu-Leiter; 76 für PVC-isolierte Al-Leiter)

S: Leiterquerschnitt in mm^2

I^2t Durchlass: Durchlassenergie des Überstromschutzorgans in A^2s

Für I^2t Durchlass sind bei Abschaltzeiten < 0,1 s die Werte aus der vom Hersteller bereitgestellten Durchlassenergiekennlinie abzulesen.

Bei Abschaltzeiten zwischen 0,1 s und 5 s ist I^2t anhand des prospektiven Kurzschlussstroms und der zugehörigen Abschaltzeit aus der I-t Kennlinie des Leitungsschutzschalters zu berechnen.

Die folgende Tabelle gibt die maximal zulässige Energie für verschiedene Querschnitte von PVC-isolierten Kupferleitern entsprechend der Formel k^2S^2 aus DIN VDE 0100-430 an.

PVC-isolierter Kupferleiter Querschnitt [mm²]	Maximal zulässige Energie k^2S^2 [A^2s]
0,75 mm²	7.400 A^2s
1,0 mm²	13.200 A^2s
1,5 mm²	29.700 A^2s
2,5 mm²	82.600 A^2s
4,0 mm²	211.600 A^2s
6,0 mm²	476.100 A^2s

Tabelle 6: Maximal zulässige Energie für PVC-isolierte Kupferleiter verschiedener Querschnitte

Ein Rechenbeispiel für die Kurzschlusskoordination mit Leitungen:
k^2S^2 für eine 1,5 mm² Kupferleitung mit PVC-Isolierung beträgt 29.700 A^2s. Das Schutzorgan darf beim prospektiven Kurzschlussstrom im Stromkreis also maximal eine Durchlassenergie von 29.700 A^2s (ca. 30 kA^2s) aufweisen. Wird beispielsweise ein 5SL4 C16 als Überstromschutzorgan gewählt, kann aus der Durchlassenergiekennlinie (Abbildung 16) entnommen werden, dass eine Durchlassenergie von 30 kA^2s bei einem prospektiven Kurzschlussstrom von ca. 7 kA auftritt.

Der Kurzschlussschutz für die 1,5 mm² Leitung ist mit einem 5SL4 C16 Leitungsschutzschalter also bis zu einem prospektiven Kurzschlussstrom von ca. 7 kA sichergestellt. Beträgt der prospektive Kurzschlussstrom im betreffenden Stromkreis mehr als 7 kA, so muss ein größerer Leitungsquerschnitt gewählt werden, um zu verhindern, dass die erlaubte Grenztemperatur beim Auftreten eines Kurzschlusses überschritten wird.

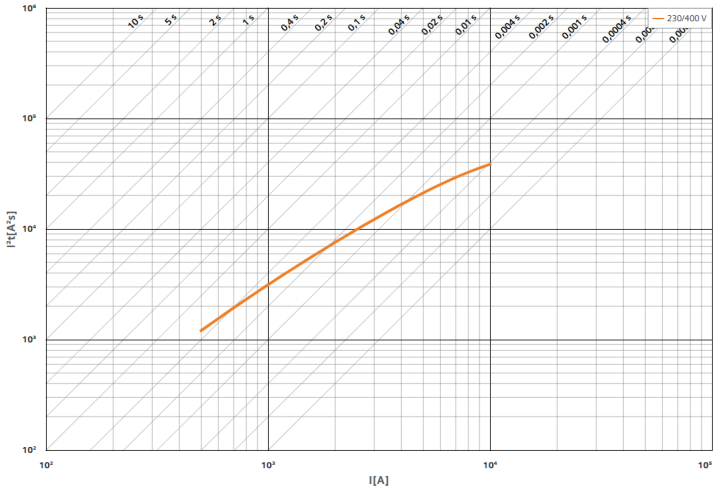


Abbildung 38: Durchlassenergiekennlinie für 5SL4 C16 (Quelle: Simaris curves)

Das softwarebasierte Planungstool Simaris design bietet die Option einer automatischen Dimensionierung, wodurch die Bestimmung des korrekten Leitungsquerschnitts für die Kurzschlusskoordination erheblich vereinfacht wird.

6.2.3 Schutz gegen elektrischen Schlag

Für spezielle Stromkreisarten oder Anwendungsbereiche muss im Rahmen des Personenschutzes in Wechselspannungssystemen ein zusätzlicher Schutz durch RCDs mit I∆N <= 30 mA vorgesehen werden.

Dies betrifft beispielsweise (Forderungen aus DIN VDE 0100-410 / IEC 60364-4-41):

- Steckdosenstromkreise ≤ 32 A, die für die Benutzung von Laien und zur allgemeinen Verwendung bestimmt sind
- Endstromkreise für im Außenbereich verwendete ortsveränderliche Betriebsmittel ≤ 32 A
- In Wohnungen Endstromkreise, die Leuchten enthalten

Um diese Schutzmaßnahmen erfüllen zu können, müssen LS-Schalter mit geeigneten FI-Schutzschaltern oder FI-Blöcken kombiniert werden oder es kommen FI/LS-Schalter mit IDN = 30 mA zum Einsatz.

Für weiterführende Hinweise zu FI-Schutzschaltern und deren Einsatzgebiete wird auf die Technik-Fibel für Fehlerstromschutzeinrichtungen verwiesen.

6.2.4 Spannungsfallkoordination

Gemäß DIN 18015-1 und DIN VDE 0100-520 gibt es verschiedene Empfehlungen für die Einhaltung eines maximal zulässigen Spannungsfalles, jedoch keine verpflichtenden Vorgaben oder Festlegungen.

Für die Praxis wird daher empfohlen, dass der Spannungsfall zwischen Hauseinführung und Verbrauchsmittel nicht größer als 4 % der Nennspannung des Netzes sein sollte.

Darüber hinaus können betriebsmittelspezifische oder kundenseitige Vorgaben für die Einhaltung des Spannungsfalles vorliegen, die bei der Betriebsmitteldimensionierung mit überprüft werden müssen.

Unabhängig davon sollte der Gesamtspannungsfall von der Einspeisung bis hin zum Verbrauchsmittel gemäß IEC 60038 / DIN VDE 0175 die Toleranzen von +/- 10 % für Netz-Normspannungen <=1 kV nicht überschreiten.

6.2.5 Selektivität

Sowie alle Schalt-/Schutzgeräte des elektrischen Netzes gemäß den Dimensionierungsregeln 1 bis 4 bestimmt wurden, sollte deren selektives Verhalten zueinander entsprechend analysiert und aufeinander abgestimmt werden.

Man spricht hierbei von Netzschutzkoordination.

Definition Selektivität

Selektivität bedeutet, dass im Fehlerfall nur das Schutzorgan abschaltet, welches dem Fehlerort am nächsten liegt. Damit kann der Energiefluss in anderen, parallelen Stromkreisen aufrechterhalten werden (=Versorgungssicherheit).

Von **Vollselektivität** spricht man in diesem Zusammenhang, wenn das selektive Verhalten aller in Reihe geschalteten Schutzorgane bis hin zum berechneten maximalen Kurzschlussstrom I_{kmax} am Einbauort immer gegeben ist.

Teilselektivität liegt vor, wenn das selektive Geräteverhalten nur bis zu einem bestimmten maximalen Stromwert gegeben ist.

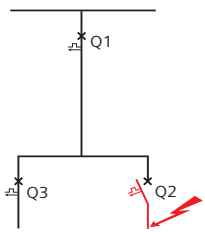


Abbildung 39: Darstellung selektives Geräteverhalten

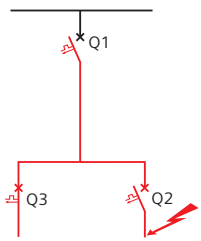


Abbildung 40: Darstellung nicht selektives Geräteverhalten

Für bestimmte Anlagenarten ist ein vollselektives Geräteverhalten vorgeschrieben und per Nachweis für die Anlageabnahme durch die Begutachtungsstelle (TÜV, DEKRA etc.) zu dokumentieren.

Dies gilt insbesondere für Sicherheitsstromversorgungsanlagen

- für medizinisch genutzte Bereiche gemäß IEC 60364-7-710 bzw. DIN VDE 0100- 710 (2012-10)
- für Einrichtungen für Sicherheitszwecke gemäß IEC 60364-5-56 bzw. DIN VDE 0100-560 (2022-10)

Für andere Stromversorgungsanlagen kann Vollselektivität inkl. Nachweis eine zusätzliche Kundenforderung sein, die im Rahmen der Gerätedimensionierung mit zu erbringen ist.

Bewertung der Selektivität von Gerätekombinationen

Um das selektive Verhalten einer Kombination aus zwei in Reihe geschalteten Überstromschutzorganen zu bewerten, müssen die beiden Ausschaltzeitbereiche ≥ 0,1s (zeitverzögerter Überstromauslösebereich) und <0,1s (dynamischer Kurzschlussschnellauslösebereich) getrennt betrachtet werden.

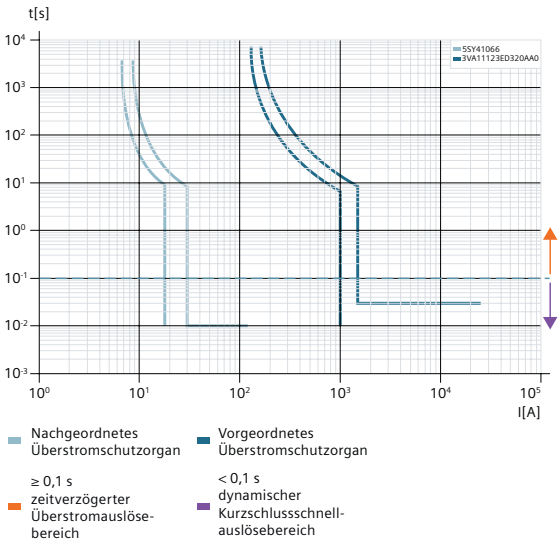


Abbildung 41: Strom- Zeit- Auslösekennlinien zweier in Reihe geschalteter Überstromschutzorgane. Im Ausschaltzeitbereich ≥ 0,1s kann die Selektivitätsbewertung durch Vergleich der Kennlinien erfolgen, im Ausschaltzeitbereich < 0,1s erfolgt die Bewertung anhand von Selektivitätstabellen.

Ausschaltzeitbereich ≥ 0,1s

Im zeitverzögerten Überstromauslösebereich ist die Bewertung des selektiven Geräteverhaltens anhand der I-t-Auslösekennlinien der eingesetzten Schalt-/ Schutzgeräte einschließlich der Toleranzbereiche durchführbar. Selektives Verhalten in diesem Zeitbereich ist gegeben, wenn die I-t-Auslösekennlinie des nachgeordneten Überstromschutzorgans vollständig unter der des Vorgeordneten liegt.

Ausschaltzeitbereich < 0,1s

Im sogenannten dynamischen Kurzschlussschnellauslösebereich (Zeitbereich <100msek) spielen die Verhältnisse der Abschalt- und Durchlassenergien der vor- und nachgeordneten Überstromschutzorgane eine Rolle.
In diesem Ausschaltzeitbereich lässt sich das exakte Strom-Zeitverhalten eines Schalt-/ Schutzgerätes durch entsprechende Laboruntersuchungen bzw. Geräteprüfungen ermitteln. Anhand der Ergebnisse dieser Geräteprüfungen werden Selektivitätstabellen erstellt, aus denen das selektive Verhalten der jeweiligen Gerätekombinationen für diesen Zeitbereich abgelesen werden kann.

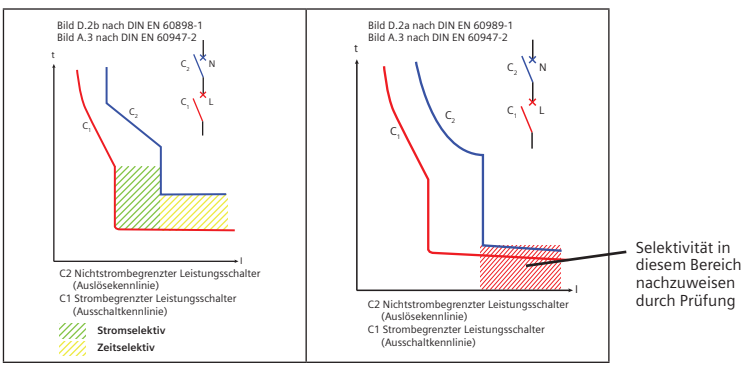


Abbildung 42 zeigt einen Auszug der Selektivitätstabelle des Leitungsschutzschalters 5SY4 mit vorgeordnetem Kompaktleistungsschalter 3VA1. Es sind zwei Gerätekombinationen beispielhaft markiert:

Grüne Markierung (5SY4 B6 mit vorgeordnetem 3VA1 Baugröße 160 A, Nennstrom 125 A):
Diese Gerätekombination verhält sich bei prospektiven Kurzschlussströmen bis zu 10 kA selektiv. Das bedeutet, dass bei prospektiven Kurzschlussströmen bis zu 10 kA nur der nachgeordnete Leitungsschutzschalter 5SY4 abschaltet, während der vorgeordnete 3VA1 geschlossen bleibt.

Rote Markierung (5SY4 B16 mit vorgeordnetem 3VA1 Baugröße 250 A, Nennstrom 160 A):
Bei dieser Gerätekombination ist als Selektivitätswert in der Tabelle „T" für „totale Selektivität" eingetragen, das bedeutet, dass sich die Kombination bis zum I_{cu} des nachgeordneten Schutzgeräts – in diesem Fall 20 kA – selektiv verhält.

Siemens AG Back-up-Schutz [kA] für 230 / 400 V AC gemäß IEC 60947-2				Produkt	3VA1													
				Anwendung	Anlagenschutz													
				Baugröße	160A													
				Auslöser	TM210 / TM220 / TM240													
				Icu[kA]	25									36				
Produkt	Anwendung	Charakteristik	Icu[kA]	In[A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100 / 125 / 160	16	20	25	32	40
5SY4	Anlagenschutz	B	20	16			25	25	25	25	25	25	25			36	36	36
				25					25	25	25	25	25					36
			35	1 / 1,6 / 2 / 3 / 4 / 6	25	25	25	25	25	25	25	25	25	36	36	36	36	36
			15	40							25	25	25					
				50								25	25					
				63									25					
		B / C	10	8 / 10	25	25	25	25	25	25	25	25	25	36	36	36	36	36
			20	13		25	25	25	25	25	25	25	25		36	36	36	36
				20				25	25	25	25	25	25				36	36
				32						25	25	25	25					
			15	45								25	25					
				60									25					
		C	20	15 / 16			25	25	25	25	25	25	25			36	36	36
				25 / 30					25	25	25	25	25					36
			35	0,3 / 0,5 / 1 / 1,6 / 2 / 2,5 / 3 / 3,5 / 4 / 5 / 6	25	25	25	25	25	25	25	25	25	36	36	36	36	36

Abbildung 42: Beispiel für eine Selektivitätstabelle: Leitungsschutzschalter 5SY4 mit vorgeordnetem Kompaktleistungsschalter 3VA1

Selektivitätsbewertung mit Simaris design

Simaris design bietet die komfortable Möglichkeit, die Selektivitätsbewertung sowohl für den zeitverzögerten Überstromauslösebereich als auch für den dynamischen Kurzschlussschnellauslösebereich automatisiert durchführen zu lassen. In einer entsprechenden Grafik (siehe Abbildung 43) werden die I-t-Auslösekurven der vor- und nachgeordneten Überstromschutzorgane, die Selektivitätsgrenze und die Kurzschlusswerte des betrachteten Stromkreises ausgegeben.

Die Selektivitätsbewertung in Simaris design bietet somit eine hervorragende Alternative zum manuellen Kennlinienvergleich und zur Anwendung von Selektivitätstabellen.

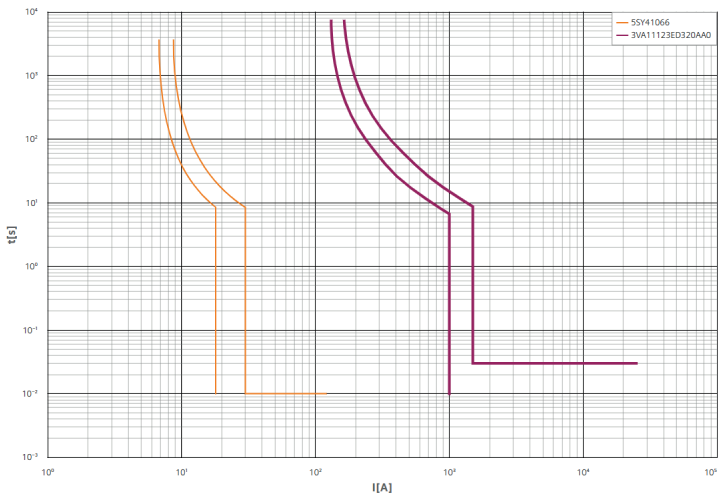


Abbildung 43: Selektivitätsbetrachtung in Simaris design: Leitungsschutzschalter 5SY4 B6 (blaue Kennlinie) mit vorgeordnetem 3VA1 Baugröße 160 A, Nennstrom 125 A (rote Kennlinie). Die Selektivitätsgrenze ist durch die pinke vertikale Linie bei 10 kA markiert. Ebenso eingezeichnet sind die sich aus den Dimensionierungsvorgaben in Simaris design ergebenden maximalen und minimalen Kurzschlussströme am Einbauort des Leitungsschutzschalters.

6.2.6 Backup Schutz

Unter Backup Schutz, auch bezeichnet als kombinierter Kurzschlussschutz, versteht man die Koordination von zwei in Reihe geschalteten Überstromschutzeinrichtungen unter Kurzschlussbedingungen, wodurch eine höhere kombinierte Kurzschlussstromfestigkeit erreicht wird als bei nur einer Überstromschutzeinrichtung.

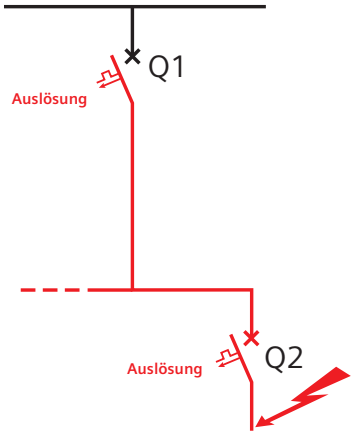


Abbildung 44: Kombinierter Kurzschlussschutz durch Koordination zweier in Reihe geschalteter Überstromschutzeinrichtungen

Entsprechend DIN VDE 0100-430 / IEC 60364-4-43 darf das Bemessungsausschaltvermögen einer Kurzschlussschutzeinrichtung nicht geringer sein als der zu erwartende maximale prospektive Kurzschlussstrom am Einbauort. DIN VDE 0100-430 / IEC 60364-4-43 lässt allerdings ein geringeres Bemessungsausschaltvermögen zu, wenn der kombinierte Kurzschlussschutz angewendet wird. Hierbei muss eine andere, vorgeordnete Kurzschlussschutzeinrichtung Q1 das geforderte Kurzschlussausschaltvermögen aufweisen. In diesem Fall müssen die Charakteristiken der Einrichtungen Q1 und Q2 so aufeinander abgestimmt sein, dass die Gesamtdurchlassenergie beider Einrichtungen niedrig genug ist, so dass der Kurzschluss von der nachgeordneten Einrichtung Q2 ohne Schaden überstanden wird.

Der Wirkmechanismus des koordinierten Kurzschlussschutzes basiert darauf, dass bei einem Kurzschluss beide der hintereinander geschalteten Schutzorgane Q1 und Q2 auslösen und somit die dabei freiwerdende Energie des Kurzschlusses von beiden Schutzorganen gemeinsam bewältigt wird. Das vorgeordnete, leistungsfähigere Schutzorgan Q1 übernimmt hierbei einen so großen Anteil der Energie, dass das nachgeordnete Schutzorgan Q2 nicht an dessen Grenzbelastung gerät und innerhalb der Fähigkeitsgrenzen betrieben wird.

Die Eignung von Gerätekombinationen für den kombinierten Kurzschlussschutz muss in Laborprüfungen vom Hersteller nachgewiesen werden. Die geprüften Kombinationen mit ihren jeweiligen kombinierten Schaltvermögen werden in Backup-Schutz Tabellen zur Verfügung gestellt.

Backup-Tabellen werden für Leitungsschutzschalter üblicherweise mit vorgeordneten Sicherungen verschiedener Bauformen, Kompaktleistungsschaltern oder auch anderen Leitungsschutzschaltern erstellt.

Abbildung 45 zeigt den Auszug einer Backup-Schutztabelle des Leitungsschutzschalters 5SY4 mit vorgeordnetem Kompaktleistungsschalter 3VA1. Als Beispiel markiert ist die Kombination aus einem 5SY4 B16 mit vorgeordnetem 3VA1 in Baugröße 250 A (I_{cu}=70 kA). Der 5SY4 B16 kann bei Kombination mit diesem vorgeordneten 3VA1 entsprechend Tabelle an Einbauorten mit prospektiven Kurzschlussströmen bis zu 65 kA eingesetzt werden.

Dimensionierung – Auswahl und Überprüfung des LS-Schalters auf die elektrotechnischen Anforderungen am Einbauort

Siemens AG Back-up-Schutz [kA] für 230 / 400 V AC gemäß IEC 60947-2				Produkt	3VA1											
				Anwendung	Anlagenschutz											
				Baugröße	160A									250A		
				Auslöser	TM210 / TM220 / TM240									TM240		
				Icu[kA]	70									36	55	70
Produkt	Anwendung	Charakteristik		Icn[kA]	In[A]	16	20	25	32	40	50	63	80	100 / 125 / 160	160 / 200 / 250		
5SY4	Anlagenschutz	B	20	10	16			65	65	65	65	65	65	65	36	55	65
					25					65	65	65	65	65	36	50	50
			35		1 / 1,6 / 2 / 3 / 4 / 6	65	65	65	65	65	65	65	65	65	36	55	65
		B / C	15	20	40							45	45	45	35	35	35
					50								45	45	30	30	30
					63									30	30	30	30
				10	8 / 10	65	65	65	65	65	65	65	65	65	36	55	65
					13		65	65	65	65	65	65	65	65	36	55	65
					20				65	65	65	65	65	65	36	50	50
					32						65	65	65	65	36	50	50
		C	15		45								45	45	30	30	30
					60									30	30	30	30
			20		15 / 16			65	65	65	65	65	65	65	36	55	65
					25 / 30					65	65	65	65	65	36	50	50
			35		0,3 / 0,5 / 1 / 1,6 / 2 / 2,5 / 3 / 3,5 / 4 / 5 / 6	65	65	65	65	65	65	65	65	65	36	55	65

Abbildung 45: Beispiel für eine Backup-Schutztabelle: Leitungsschutzschalter 5SY4 mit vorgeschaltetem Kompaktleistungsschalter 3VA1.

Selektivitäts- und Backup Tabellen können einfach online über den Simaris Selectivity & Back-up Manager für die gewünschten Gerätekombinationen erstellt werden: https://simaris-toolbox.siemens.cloud/#/selviewtool/projects

Durch Einsatz innovativer Schaltertechnologien können Selektivität und Backupschutz für bestimmte Geräte gezielt miteinander kombiniert werden (Beispiel: definierte Gerätekombinationen mit Selektiven Hauptleitungsschutzschaltern, Kapitel 6.2.5).

7. Regelwerke

Zusammenstellung relevanter Normen und Bestimmungen in Verbindung mit dem Einsatz von LS-Schaltern. Daneben können weitere anlagenspezifische Normen und Bestimmungen zur Anwendung kommen, die im Rahmen dieser Fibel nicht explizit aufgeführt sind.

7.1 Technische Anschlussbestimmungen (TAB)

In den Technischen Anschlussbedingungen TAB 2007 für den Anschluss an das Niederspannungsnetz gibt der Verband der Netzbetreiber – VDN – e. V. beim VDEW wichtige Vorgaben zum Anschluss, Inbetriebsetzung und Betrieb elektrischer Anlagen.

Diesen Technischen Anschlussbedingungen liegt die „Verordnung über Allgemeine Bedingungen für den Netzanschluss und dessen Nutzung für die Elektrizitätsversorgung in Niederspannung" (Niederspannungsanschlussverordnung – NAV) vom 1. November 2006 zugrunde. Sie gelten für den Anschluss und den Betrieb von Anlagen, die gemäß § 1 Abs. 1 dieser Verordnung an das Niederspannungsnetz des Netzbetreibers angeschlossen sind oder angeschlossen werden.

Die Technischen Anschlussbedingungen sind für Anlagen anzuwenden, die neu an das Verteilungsnetz angeschlossen werden bzw. bei einer Erweiterung oder Veränderung einer Kundenanlage. Für den bestehenden Teil der Kundenanlage gibt es seitens der TAB keine Anpassungspflicht, sofern die sichere und störungsfreie Stromversorgung gewährleistet ist.

Die TAB legen insbesondere die Handlungspflichten des Netzbetreibers, des Errichters, Planers sowie des Anschlussnehmers und Anschlussnutzers von Kundenanlagen im Sinne von § 13 NAV (Elektrische Anlage) fest.

Sie gelten zusammen mit §19 EnWG „Technische Vorschriften" und sind somit Bestandteil von Netzanschlussverträgen und Anschlussnutzungsverhältnissen gemäß NAV.

7.2 Errichtungsbestimmungen

- IEC 60364-1:2005-11 (Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions)
- IEC 60364-6:2016-04 (Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification)
- IEC 60364-4-41:2017-03 (Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock)
- IEC 60364-4-43:2023-07 (Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent)
- IEC 60364-5-52:2024-11 (Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems)
- IEC 60364-5-53:2019-02 (Low-voltage electrical installations – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Devices for protection, safety, isolation, switching, control and monitoring)
- IEC 60364-5-54:2021-04 (Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors)
- IEC 60364-7-710:2021-05 (Low-voltage electrical installations – Part 7-710: Requirements for special installations or locations – Medical locations)
- IEC 60909-0:2016-01 (Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents)
- IEC 60865-1:2011-10 (Short-circuit currents – Calculation of effects – Part 1: Definitions and calculation methods)
- IEC 60038:2021-12 (IEC standard voltages)
- DIN EN 60038 (VDE 0175-1):2012-04 (CENELEC-Normspannungen)
- DIN EN 60909-0 (VDE 0102):2016-12 (Kurzschlussströme in Drehstromnetzen – Teil 0: Berechnung der Ströme)
- DIN EN 60865-1 (VDE 0103):2012-09 (Kurzschlussströme – Berechnung der Wirkung – Teil 1: Begriffe und Berechnungsverfahren)
- DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100):2009-06 (Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Bestimmungen allgemeiner Merkmale, Begriffe)

- DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2018-10 (Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag)
- DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430):2010-10 (Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-43: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Überstrom)
- DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520):2023-06 (Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen)
- DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530):2018-06 (Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 530: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Schalt- und Steuergeräte)
- DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2024-06 (Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter)
- DIN VDE 0100-600 (VDE 0100-600):2017-06 (Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 6: Prüfungen)
- DIN VDE 0100-710 (VDE 0100-710):2012-10 (Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-710: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Medizinisch genutzte Bereiche)

Titel	IEC	DIN EN	DIN VDE
Errichten von Niederspannungsanlagen	60364-1...6		0100 – 100...710
Kurzschlussströme in Drehstromnetzen – Berechnung der Ströme	60909	60909	0102
Kurzschlussströme – Berechnung der Wirkung Begriffe und Berechnungsverfahren	60865	60865	0103
Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 4–43: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Überstrom	60364-43		0100-430
Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 4–41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag	60364-41		0100-410
Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 530: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel - Schalt- und Steuergeräte	60364-5-53		0100-530
Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 5–54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter	60364-54		0100-540
Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 5–52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen	60364-52		0100-520
Normspannungen für elektrische Netze	60038	60038	VDE 0175-1
Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 7–710: Anforderungen fuer Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Medizinisch genutzte Bereiche	60364-7-710		0100-710

7.3 Gerätenormen für LS-Schalter

- IEC 60898-1:2015-03 (Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation)
- IEC 60898-2:2016-08 (Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 2: Circuit-breakers for AC and DC operation)
- IEC 60898-3:2019-04 (Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 3: Circuit-breakers for DC operation)
- IEC 60947-2:2024-09 (Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuitbreakers)
- DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11):2020-11 (Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke – Teil 1: Leitungsschutzschalter für Wechselstrom (AC)
- DIN EN 60898-2 (VDE 0641-12):2022-06 (Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke – Teil 2: Leitungsschutzschalter für Wechsel- und Gleichstrom (AC und DC))
- DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101):2020-11 (Niederspannungsschaltgeräte – Teil 2: Leistungsschalter)
- DIN VDE 0641-21 (VDE 0641-21):2018-09 (Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke – Teil 21: Selektive Haupt-Leitungsschutzschalter)
- UL 489 (Standard for Safety – Molded-Case Circuit Breakers, Molded-Case Switches and Circuit-Breaker Enclosures, Thirteenth Edition, Dated October 24, 2016)
- UL1077 (Standard for Safety – Supplementary Protectors for Use in Electrical Equipment, Seventh Edition, Dated June 25, 2015)

Titel	IEC	DIN EN	DIN VDE	UL
Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke Teil 1: Leitungsschutzschalter für Wechselstrom AC	60898-1	60898-1	0641 – 11	
Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke Teil 2: Leitungsschutzschalter für Wechselstrom AC und DC	60898-2	60898-2	0641 – 12	
Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke Teil 21: selektive Hauptleitungsschutzschalter			0641-21	
Niederspannungsschaltgeräte – Leistungsschalter	60947-2	60947-2	0660 – 101	
Molded-case circuit breakers, molded-case switches and enclosures				UL 489
Supplementary protectors for use in electrical equipement				UL 1077

Tabelle 7: Kurzübersicht Gerätenormen

7.4 Glossar

Allstrom
Kurzbegriff für AC-/DC-Anwendung.

Back-up-Schutz
Zusammenwirken von zwei aufeinander abgestimmten, in Reihe geschalteten Überstromschutzeinrichtungen an Stellen, wo ein Gerät (z. B. Leitungsschutzschalter) im Schadensfall den prospektiven Kurzschlussstrom allein nicht zu schalten vermag. Tritt ein entsprechend hoher Kurzschlussstrom auf, entlastet die vorgeordnete Überstrom-Schutzeinrichtung die nächstliegende nachgeordnete und verhindert so deren übermäßige Beanspruchung. Beide Schutzeinrichtungen müssen ein entsprechendes Schaltvermögen besitzen.

E-Check
Fachbegriff für regelmässige Wartungs- und Instandssetzungsarbeiten an einem elektrischen Netz und oder elektrischen Betriebsmittel, welche durch eine Fachfirma durchgeführt.

E-Car
Begriff für Elektromobilität mit Fahrzeugen mit Elektroantrieb.

Kurzschluss
Verbindung mit vernachlässigbar kleiner Impedanz zwischen betriebsmäßig gegeneinander unter Spannung stehender Leiter. Der Strom ist dabei ein Vielfaches des Betriebsstroms; dadurch kann eine thermische (Bemessungskurzzeitstrom) bzw. mechanische (Bemessungsstoßstrom) Überbeanspruchung der elektrischen Betriebsmittel und Anlagenteile entstehen.

Kurzschlussstrom prospektiv
Ein prospektiver Kurzschlussstrom ist der theoretisch zu erwartende maximale Kurzschlussstrom (Effektivwert), der fließen würde, wenn keine Schutzeinrichtung im Stromkreis vorhanden wäre.

Stromkreis (elektrischer)
Ein Stromkreis wird durch alle elektrischen Betriebsmittel einer Anlage gebildet, die durch dieselbe(n) Überstrom-Schutzeinrichtung(en) geschützt wird (werden).

Steuerstromkreis
Er ist Teil eines Hilfsstromkreises und umfasst alle Teile eines Stromkreises, die nicht zum Hauptstromkreis gehören. Steuerstromkreise sind Stromkreise für:

- Signalbildung und Signaleingabe
- Signalverarbeitung einschließlich Umformung, Speicherung, Verriegelung und Verstärkung
- Signalausgabe und zur Steuerung von Stellgliedern und Signalgebern

Teilungseinheit (TE)
Eine Teilungseinheit (TE) entsprechend DIN 43880 beträgt 18 mm (17,5 + 0,5 mm). Die Breite von Reiheneinbaugeräten ist mit n x TE festgelegt, wobei n=0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5... sein kann. Die in Verteilern für Reiheneinbaugeräte zur Verfügung stehende Einbaubreite ist auf die Teilungseinheiten abgestimmt.

Überlast
Betriebsbedingungen in einem elektrisch ungestörten, fehlerfreien Stromkreis, die einen Überstrom hervorrufen. Überlast kann Schaden verursachen, wenn sie längere Zeit anhält und nicht abgeschaltet wird.

Überstrom
Begriff für alle Arten von ungewollter Überlastung eines Stromkreises.
Hierbei kann es sich um eine Überlastung oder um einen Kurzschluss handeln.

Überstrom-Schutzeinrichtung
Betriebsmittel (z. B. Leistungsschalter, Sicherung, Leitungsschutzschalter), das bei Überschreiten von festgelegten Stromwerten anspricht und den zu schützenden Stromkreis durch Unterbrechung des Stroms schützt.

Verbraucher / Verbrauchsmittel
Geräte oder Einrichtungen, die elektrische Energie in eine andere, nicht elektronische Energieform umwandeln. In der Wechselstromtechnik werden Verbraucher in drei Kategorien unterteilt:

- Ohmsche Verbraucher, die im Netz keine Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung verursachen, z. B. Heizungen, Glühlampen.
- Induktive Verbraucher, die im Netz ein Nacheilen des Stroms gegenüber der Spannung verursachen, z. B. Motor, Spulen, Elektromagnete.
- Kapazitive Verbraucher, die im Netz ein Voreilen des Stroms gegenüber der Spannung verursachen, z. B. Kondensatoren.

Siemens AG

Smart Infrastructure
Electrical Products
Siemensstraße 10
93055 Regensburg
Deutschland

Artikel-Nr. SIEP-T10462-00
Fibel
© Siemens 2025

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können.
Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsabschluss ausdrücklich vereinbart werden.

www.siemens.de/lowvoltage/sentron