

Leitungsschutzschalter

Anwendungshinweise und technische Informationen



Strom sicher nutzen.

Haftung

Sämtliche Informationen in diesem Dokument der Doepke Schaltgeräte GmbH sind urheberrechtlich geschützt. Das Kopieren sowie die Verarbeitung, Veränderung und/oder entgeltliche Weitergabe dieser Informationen sind nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung der Doepke Schaltgeräte GmbH zulässig. Diese Informationen dienen allein der Kundeninformation und enthalten keinerlei verbindliche Gewährleistungen oder Zusicherungen. Sie unterliegen dem Vorbehalt der jederzeitigen Änderung, sowohl in technischer als auch in kommerzieller Hinsicht. Verbindliche Aussagen können nur auf konkrete Anfragen hin abgegeben werden.

Die Nutzung dieses Dokuments erfolgt in Ihrer alleinigen Verantwortung. Die Haftung der Doepke Schaltgeräte GmbH für jegliche Schäden, die sich aus der Nutzung dieses Dokumentes ergeben, insbesondere Betriebsunterbrechung, entgangenem Gewinn, Verlust von Informationen und Daten oder Mangelfolgeschäden, ist ausgeschlossen, soweit nicht z. B. nach dem Produkthaftungsgesetz oder in Fällen des Vorsatzes, der groben Fahrlässigkeit oder wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten zwingend gehaftet wird.

Der Schadensersatz wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch begrenzt auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt.

Copyright © Doepke Schaltgeräte GmbH

Technische Information

Mai 2026

1. Über Doepke – Strom sicher nutzen	Seite 6
2. Einleitung	Seite 8
3. Aufbau von Leitungsschutzschaltern	Seite 11
4. Ansicht und Beschriftung	Seite 13
5. Begriffe für Leitungsschutzschalter	Seite 14
6. Auswahl von Betriebsmitteln	Seite 20
7. Grundlagen	Seite 24
7.1. Normen und Richtlinien für Leitungsschutzschalter	Seite 26
7.2. Aktuelle Charakteristiken	Seite 27
7.3. Veraltete Charakteristiken	Seite 29
7.4. Abschaltzeiten	Seite 30
7.5. Erklärung Kennlinie – Zeit/Strom	Seite 31
7.6. Auslösezeiten	Seite 33
7.7. Einfluss von Oberschwingungen	Seite 35
8. Dimensionierung und Planung	Seite 36
8.1. Schutz bei Überlastströmen nach DIN VDE 0100-430	Seite 37
8.2. Verlustleistung	Seite 38
8.3. Schaltvermögen	Seite 40
8.4. Energiebegrenzungsklasse	Seite 40
8.5. Gleichspannung/Sonderfrequenz	Seite 42
8.6. Querschnittsermittlung	Seite 44
8.7. Beispiel Planung 1	Seite 52
8.8. Beispiel Planung 2	Seite 54
8.9. Beispiel Planung 3	Seite 56
8.10. Backup Schutz/Selektivität	Seite 58
8.11. Erhöhte Umgebungstemperatur/Derating	Seite 69
8.12. Freiauslösung	Seite 73
8.13. Bimetall-Auslöser (verzögerter Auslöser)	Seite 73
8.14. Elektromagnetischer Auslöser	Seite 76
8.15. Etiketten-Beschriftungssoftware	Seite 77

9. Schaltgeräte für die ganze Welt ————— Seite 78

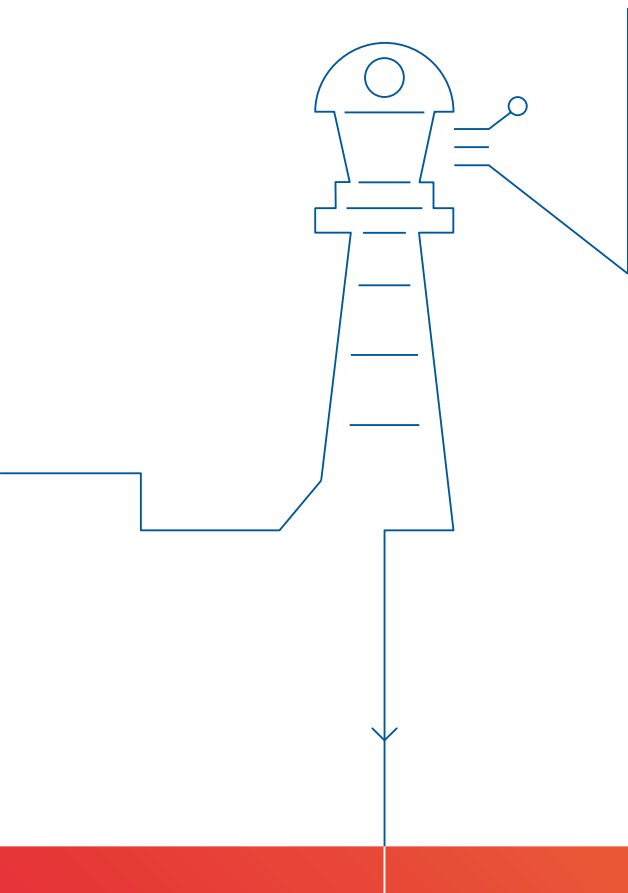
9.1. Richtiges Abisolieren/richtiger Anschluss ————— Seite 88

9.2. Besonderheit roter Leitungsschutzschalter ————— Seite 88

9.3. Zubehör ————— Seite 90

10. Anhang ————— Seite 95

10.1. Abkürzungsverzeichnis ————— Seite 95



1. Über Doepke – Strom sicher nutzen

Die Doepke Schaltgeräte GmbH steht seit fast 70 Jahren für höchste Sicherheit im Umgang mit Elektrizität.

Unsere Mission ist der Schutz vor Strom

Wir entwickeln und produzieren Fehlerstromschutzschalter, Leitungsschutzschalter, Differenzstromschutztechnik und Sonderlösungen. Als gefragte Experten helfen wir dabei, Sicherheitsstandards zu definieren. Mit unserem umfangreichen Produktportfolio bieten wir für jede Anforderung die passende Lösung.

Wir sind Pioniere

Doepke wurde 1956 von Franz Doepke und August-Wilhelm Engels in der ostfriesischen Stadt Norden gegründet. Mit der Entwicklung und Produktion von Fehlerstromschutzschaltern sowie mit dem Aufbau einer eigenen Vertriebsstruktur leisteten der Kaufmann und der Techniker Pionierarbeit in der Elektroinstallationsbranche. In der fast 70-jährigen Firmengeschichte ist Doepke mehrfach umgezogen, hat ein Zweigwerk in Thüringen und drei ausländische Unternehmenstöchter gegründet. (Dem) Norden sind wir dabei immer treu geblieben.

Wir sind Experten

Der technische Fortschritt stellt die Anwendung von Strom vor immer neue Herausforderungen. Vorzeitig zu wissen, welche Anforderungen an Schutzmaßnahmen notwendig sind, ist unverzichtbar für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. Doepke steht heute für Schutztechnik, die auch modernsten Anforderungen entspricht und den technologischen Wandel mitgestaltet. So ermöglichen wir einen sicheren Umgang mit heutigen und zukünftigen Technologien.

Wir wachsen

Doepke hat sich 2018 als Marke neu aufgestellt und seitdem eine rasante Entwicklung erlebt. Eine Erweiterung des Produktportfolios, zusätzliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, weitere Grundstücke, neue Gebäude, moderne Produktionsanlagen und Maschinen rüsten das Unternehmen für zukünftige Marktanforderungen.

Wir produzieren nachhaltige Qualität

Strom ist unverzichtbar – wenn er so fließt, wie er soll. Wenn nicht, schalten unsere Produkte ihn ab und schützen Leben und Anlagen. Höchste Qualitätsstandards sichern wir dabei durch eine ressourcenschonende Herstellung, umfangreiche Beratung, unkomplizierte Servicelösungen und Einzelstückprüfungen ab. Deshalb werden unsere Produkte für ihre Qualität, Langlebigkeit und Zuverlässigkeit geschätzt.



Strom ist unsere Essenz. Und der Schutz
vor Strom unsere Mission.

Johann Meints, Leitung Marketing

2. Einleitung

Dieses Handbuch richtet sich an Elektroinstallateure, Elektroplaner und alle, die sich mit dem Thema Leitungsschutzschalter beschäftigen.

Leitungsschutzschalter (LS) schützen Leitungen und Kabel vor Überlast und Kurzschluss. Sie werden häufig auch Miniature Circuit Breaker (MCB), LS-Schalter und Sicherungsautomaten genannt. Leitungsschutzschalter werden standardmäßig in Endstromkreisen von elektrischen Wohn-, Zweck- und Industrieanlagen verbaut. Leitungsschutzschalter gehören neben Fehlerstromschutzschaltern zum Standardprodukt in fast jedem Schaltschrank bzw. jeder Unterverteilung nach neuestem Standard.

Eigenschaften von Leitungsschutzschaltern

Eine wesentliche Eigenschaft von Leitungsschutzschaltern ist die Laienbedienbarkeit. Im Vergleich zu den in der Vergangenheit weit verbreiteten Schmelzsicherungen kann ein Leitungsschutzschalter nach einer Auslösung im Überlast- oder Kurzschlussfall einfach wieder eingeschaltet werden, ohne dass das komplette Schaltgerät oder einzelne Sicherungselemente getauscht werden müssen. In der Praxis bedeutet dies eine deutlich sicherere Anwendung und langfristig eine große Kosten- und Zeitersparnis.

Leitungsschutzschalter aus dem Hause Doepke haben eine reduzierte Einbauhöhe von 82,5 mm und sind damit einer der niedrigsten Leitungsschutzschalter auf dem Markt. Der dadurch gewonnene Verdrahtungsraum von bis zu 7,5 mm ermöglicht einen erhöhten Montagekomfort für den Installateur.

Leitungsschutzschalter verfügen über feste Auslösekennlinien, die sich über die gesamte Lebenszeit des Schaltgeräts nicht verändern. Der Anbau von Hilfskontakten, Arbeitsstromauslösern und/oder anderen Zusatzeinrichtungen ermöglicht einen erweiterten Anwendungsbereich.

Doepke hat ein breites LS-Produktportfolio mit verschiedenen Charakteristiken und Bemessungsströmen und so die Möglichkeit, individuell auf die Anforderungen von Kundenwünschen und -anlagen einzugehen.

Auch kleinste Serien mit Sonderkennlinien und Sonderkombinationen lassen sich passgenau nach Kundenwunsch realisieren. So ist die Umsetzung beispielsweise eines 3-poligen Leitungsschutzschalters mit drei verschiedenen Charakteristiken und/oder Stromstärken möglich:

Beispiele

- Strompfad 1: B16 A oder B10 A
- Strompfad 2: C16 A oder C13 A
- Strompfad 3: D16 A oder D20 A

Weitere Varianten von Leitungsschutzschaltern mit anderen Bemessungsströmen oder Auslösecharakteristiken können angefragt werden.

Gefordert wird der Einsatz von Leitungsschutzschaltern unter anderem in der Normenreihe DIN VDE 0100 (Errichten von Niederspannungsanlagen).

Leitungsschutzschalter sind in einer Vielzahl von Varianten und Kombinationen erhältlich:

- ein- oder mehrpolig
- mit oder ohne Neutralleiteranschluss
- für Bemessungsströme von bis zu 63 A

Leitungsschutzschalter bieten eine große Vielzahl an spezifischen Eigenschaften.

Eigenschaften im Überblick

- Bedienbarkeit durch Laien
- selbstständiges Abschalten bei Überlast und/oder Kurzschluss
- nach einer Auslösung kann der Leitungsschutzschalter ohne Wartung oder Austausch von Sicherungselementen wieder eingeschaltet werden
- für Wartungsarbeiten ist manuelles Ein- und Ausschalten möglich
- hohes Schaltvermögen (6000 A – 10000 A) trotz sehr kompakter Bauweise
- gleichbleibende Auslösekennlinien über den gesamten Lebenszyklus
- Kompatibilität mit Zusatzeinrichtungen wie bspw. Arbeitsstromauslösern und Hilfsschaltern
- Luft- und Kriechstrecken von mind. 4 mm ermöglichen Trenneigenschaften und die Verwendung zum Freischalten

- der modulare Aufbau und der Einsatz von mehrpoligen Geräten ermöglichten eine mehrphasige Schaltung
- der Einsatz von Wiedereinschaltsperrern ermöglicht das Sperren im ausgeschalteten Zustand und gewährleistet das Einhalten der zweiten von den fünf bekannten Sicherheitsregeln
- beschriftetes Betätigungselement zeigt aktuellen Schaltzustand an und erleichtert die Identifizierung fehlerhafter Stromkreise.
- Freiauslösung stellt eine sichere Auslösung auch bei blockiertem Betätigungselement sicher
- exakte Abstimmung zwischen LS-Schalter und angeschlossenen Geräten oder Leitungen durch genormte Auslösekennlinien

Unser Qualitätsanspruch sind passgenaue Speziallösungen, die auf individuelle Kundenbedürfnisse abgestimmt werden.

3. Aufbau von Leitungsschutzschaltern

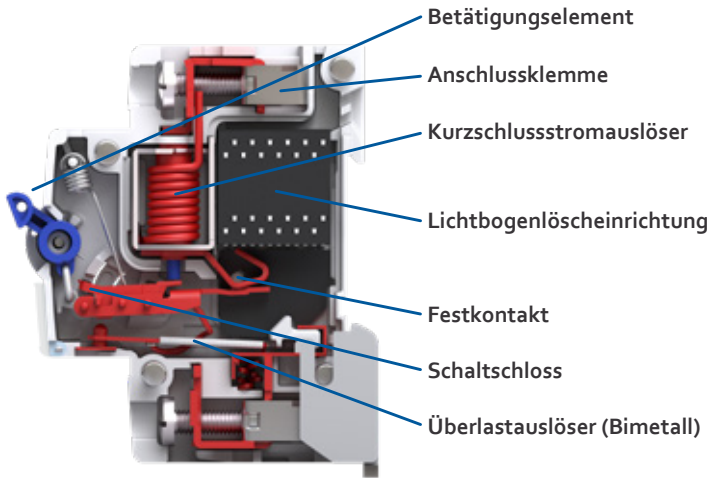


Abb. 1: Typischer Aufbau eines Leitungsschutzschalters

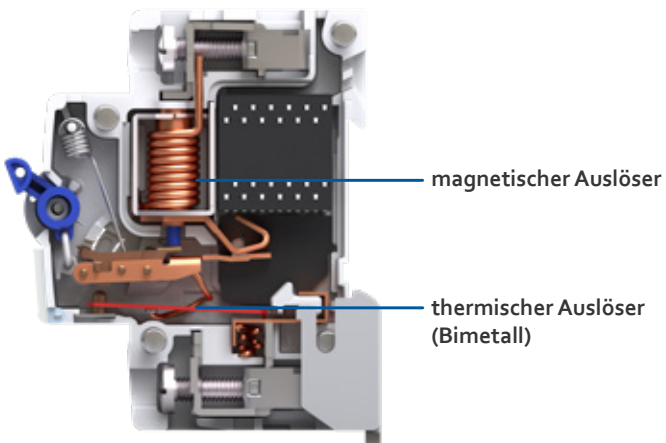


Abb. 2: Überlast- und Kurzschlussauslöser

Anschlussklemmen

Die Klemmen dienen zum lösbaren Anschluss der Leiter von der Einspeise- sowie der Lastseite. Dabei wird zwischen Schraubklemmen und schraublosen Klemmen mit Federklemmtechnik unterschieden. Bei Schraubklemmen ist das vom Hersteller vorgegebene maximale Drehmoment der Klemmschraube zu beachten. Schraublose Klemmen dürfen ebenso wie Schraubklemmen nur Leiter aufnehmen, die den Herstellervorgaben entsprechen.

Schalt Schloss mit Betätigungselement

Das Schalt Schloss hat die Aufgabe das Kontaktsystem zu unterbrechen. Das Schließen des Kontaktes erfolgt manuell über das Betätigungselement. Die Öffnung kann auf drei Arten erfolgen: 1. manuell über das Betätigungselement, 2. über den Kurzschlussstromauslöser oder 3. über den Überstromauslöser. Die Abschaltung im Fehlerfall (Überlast oder Kurzschluss) erfolgt auch bei einem in EIN-Stellung blockierten Betätigungselement über die integrierte Freiauslösung.

Kurzschlussstromauslöser

Der Kurzschlussstromauslöser besteht aus einem Magnetsystem, durch das im Kurzschlussfall nach Überschreiten einer definierten Stromgrenze in Abhängigkeit zur Auslösecharakteristik die praktisch unverzögerte Abschaltung des Leitungsschutzschalters durchgeführt wird. Im Fehlerfall fließt der Kurzschlussstrom über die Auslösespule des Kurzschlussstromauslösers. Bei Überschreiten der Auslöseschwelle wird der Schlaganker gegen das Schalt Schloss geschlagen, was zur Abschaltung des betroffenen Stromkreises führt.

Überlastauslöser

Der Überlastauslöser besteht aus einem auf den Bemessungsstrom des Leitungsschutzschalters abgeglichenem Bimetall. Bei Strömen oberhalb des festgelegten Auslösestroms wird die Entklinkung des Schalt Schlosses eingeleitet, dabei bewegt sich das Bimetall abhängig vom Strom entweder schnell oder langsam in Richtung des Schalt Schlosses. Die Entklinkung bewirkt ein Öffnen des Kontaktsystems und führt damit zu einer Unterbrechung des Stromflusses.

Kontaktsystem

Das Kontaktsystem ist für das Öffnen und Schließen des Strompfades zuständig. Aufgrund einer Kontaktöffnungsstrecke von mindestens 4 mm haben alle Leitungsschutzschalter eine Trennfunktion und sind zum Trennen geeignet.

Lichtbogenlöscheinrichtung

Lichtbögen, die beim Schalten des Leitungsschutzschalters entstehen, werden durch den konstruktiven Aufbau des Leitungsschutzschalters vom Kontaktsystem in Richtung Lichtbogenlöscheinrichtung geführt.

Durch den Kurzschlussstrom wird das Schaltschloss vom Magnetauslöser ausgelöst. Zwischen den sich öffnenden Kontakten entsteht ein Lichtbogen. Dieser Lichtbogen verhardt kurzzeitig an der Kontaktstelle und wird aufgeheizt. Anschließend bewegt sich der Lichtbogen aufgrund des Magnetfeldes von der Kontaktstelle weg und wandert auf Metallaufläufen in Richtung Funkenlöschkammer. Hierbei wird er aufgeweitet. Beim Einlauf in die Funkenlöschkammer teilt sich der Lichtbogen. Zu diesem Zeitpunkt wird die Lichtbogenspannung größer als die treibende Netzspannung und der fließende Kurzschlussstrom folgt nicht mehr dem prospektiven Verlauf, sondern wird effektiv begrenzt.

4. Ansicht und Beschriftung

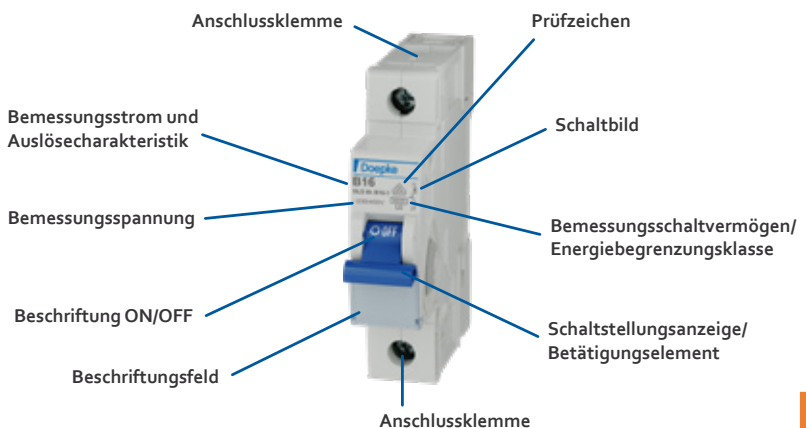


Abb. 3: Ansicht und Beschriftung

5. Begriffe für Leitungsschutzschalter

Überstrom

ist ein Strom, der den Bemessungsstrom eines Betriebsmittels überschreitet.

Überlaststrom

ist ein Überstrom, der in einem aus elektrischer Sicht unbeschädigten Stromkreis (fehlerfrei) auftritt. Kommt es über längere Zeit zu einem Überlaststrom können Schäden entstehen.

Kurzschlussstrom

ist ein Überstrom, der in Folge eines Fehlers ohne nennenswerte Impedanz zwischen verschiedenen Potenzialen im bestimmungsgemäßen Betrieb auftritt. Ein Kurzschlussstrom kann durch einen Fehler oder durch eine falsche Verbindung von verschiedenen Potenzialen verursacht werden.

Bemessungsisolationsspannung

ist ein vom Hersteller angegebener Wert auf den sich die Luft- und Kriechstrecken und die Isolationsprüfspannungen beziehen. Wenn nicht anders angegeben, ist die Bemessungsisolationsspannung der Wert der größten Bemessungsspannung des LS-Schalters.

Polzahl

gibt an, wie viele Strompfade das jeweilige Schutzorgan besitzt, Polzahlen zwischen einem und vier Polen sind möglich. Zwei- und vierpolige Geräte sind auch mit einem ungeschützten Pol (Neutralleiter, rechts angebaut) erhältlich.

Zeit-Strom-Kennlinienbereich

Leitungsschutzschalter müssen einen angemessenen Schutz der Stromkreise sicherstellen, ohne vorzeitig auszulösen. Thermischer Überlastauslöser: Für die Charakteristiken B, C und D sind die thermischen Prüfströme mit $1,13 \times I_n$ und $1,45 \times I_n$ definiert. Für die Charakteristiken K und Z sind $1,05 \times I_n$ und $1,3 \times I_n$ festgelegt.

Magnetischer Kurzschlussauslöser

Hierfür ist festgelegt, bei welchem Vielfachen des Bemessungsstromes die elektromagnetische Auslösung des Leitungsschutzschalters frühestens ansprechen darf und spätestens auslösen muss. Unter

dem ersten Wert darf die Kurzschlussauslösung nicht ansprechen und bis zum zweiten Wert muss diese spätestens auslösen. Folgende Faktoren finden für die jeweiligen Charakteristiken Anwendung:

- $B = 3-5 \times I_n$
- $C = 5-10 \times I_n$
- $D = 10-20 \times I_n$
- $Z = 2-3 \times I_n$
- $K = 8-14 \times I_n$

Bemessungsspannung (U_n)

wird im Bereich der Schaltgeräte definiert als „der Effektivwert der größten Außenleiterspannung, der der höchsten Netzspannung entspricht, für die ein Betriebsmittel bemessen ist.“ Das heißt, das Betriebsmittel darf maximal in Netzen betrieben werden, deren Netzspannung nicht über dem Wert der Bemessungsspannung des Schaltgerätes liegt. Auch die Betriebs- und Leistungsmerkmale der Schaltgeräte beziehen sich auf die Bemessungsspannung.

Bemessungsstrom (I_n)

ist der elektrische Strom, der von einem Schaltgerätehersteller für genau festgelegte Betriebsbedingungen einem elektrischen Betriebsmittel zugeordnet wird.

Bei Leitungsschutzschaltern der B/C/D-Charakteristik ist in der Geräternorm eine Bezugskalibriertemperatur (30 °C) für den thermischen Auslöser angegeben. Der K und Z-Charakteristik ist in der einschlägigen Norm eine Bezugskalibriertemperatur von 20°C zugewiesen. Für von der Bezugskalibriertemperatur abweichende Umgebungstemperaturen werden vom Hersteller Faktoren oder Derating Kurven zur Verfügung gestellt.

Bemessungsschaltvermögen (I_{cn})

ist der Grenzwert des Stroms bei Kurzschluss, den ein Schaltgerät bei Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz ohne Beschädigung oder Zerstörung sicher abschalten kann. Die Angabe erfolgt als Effektivwert. Leitungsschutzschalter müssen entsprechend den technischen Anschlussbedingungen (TAB) der Netzbetreiber und der VDE-Anwenderregel (VDE-AR-N 4100) mindestens für folgende Bemessungsschaltvermögen ausgelegt sein:

- 25 kA bei Einbau im Hauptstromversorgungssystem (vor der Messeinrichtung)
- 10 kA für Verteilerstromkreise im anlagenseitigen Anschlussraum eines Zählerplatzes
- 6 kA für Endstromkreise (Mindestanforderung der Energieversorgungsunternehmen in Deutschland ist 6 kA)

Bemessungsfrequenz

ist die vom Schaltgerätehersteller für festgelegte Betriebsbedingungen zugeordnete Frequenz.

Leitungsschutzschalter nach DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11) sind sowohl für 50 Hz als auch 60 Hz ausgelegt (wenn auf dem Produkt keine Frequenz angegeben ist). Gibt der Hersteller eine Frequenz an, so ist der Leitungsschutzschalter nur für diese Frequenz ausgelegt und geeignet. Der Einsatz bei anderen Frequenzen ist nur nach ausdrücklicher Freigabe vom Hersteller in dessen Dokumentation möglich.

Stromwärmeverluste

entstehen in Stromschienen, Kabeln, Freileitungen sowie in allen Gerätestrombahnen. Die elektrische Verlustleistung wird hierbei vollständig in Wärmeenergie umgesetzt. Die Stromwärmeverluste sind abhängig von dem Strom, dem Stromverdrängungsfaktor sowie dem temperaturabhängigen elektrischen Widerstand (Gleichstromwiderstand) des Leitermaterials.

Trennfunktion

ist eine Funktion zur Abschaltung der Spannungsversorgung und Trennung von jeglicher elektrischen Energiequelle. Für die Sicherheit der Trennung fordert die Gerätenorm für Leitungsschutzschalter eine Trennstrecke zwischen den geöffneten Kontakten eines Schaltgeräts. Die minimale Trennstrecke für Leitungsschutzschalter beträgt nach DIN EN 60898-1 4 mm.

Auslösecharakteristik (Strom-Zeit-Verhalten)

beschreibt das Verhalten des Leitungsschutzschalters bei Überstrom. Beim LS-Schalter ist sie direkt vor der Angabe des Bemessungsstroms sichtbar aufgedruckt. Die Kennlinien beschreiben hierbei immer das Auslöseverhalten abhängig von Strom und Zeit. Die Auswahl der Auslösecharakteristik bei Leitungsschutzschaltern erfolgt unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren:

- Kurzschluss-Schutz
- Fehlerschutz
- Einschaltströme von Verbrauchsmitteln.

Die Auslösecharakteristiken sind in den Gerätenormen DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11) festgelegt. Darüber hinaus können kundenspezifische Kennlinien realisiert werden.

Energiebegrenzungsklasse

Leitungsschutzschalter der Charakteristiken B und C nach DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11) werden in Energiebegrenzungsklassen eingeteilt. In den Technischen Anschlussbedingungen (TAB) der Netzbetreiber und in der VDE Anwennderregel VDE-AR-N 4100 wird gefordert, dass LS-Schalter im Stromkreisverteiler den Anforderungen der Energiebegrenzungsklasse 3 entsprechen müssen. Diese Klassifikation darf nicht für die D – Charakteristik und für Leitungsschutzschalter über 63 A Bemessungsstrom angewendet werden.

Die Begrenzung der Durchlassenergie (I^2t) ist für die Beständigkeit der Isolation der Leiter im Kurzschlussfall und die Koordination mit vor- oder nachgeschalteten Schutzschaltgeräten für die Selektivitätsbetrachtung wichtig.

Die Gerätenorm fordert, dass die Energiebegrenzungsklasse 3 in einem Quadrat verbunden mit der Angabe des Bemessungsschaltvermögens vor der Installation sichtbar auf dem LS-Schalter angebracht sein muss. Bei unseren Leitungsschutzschaltern ist die Angabe auch im eingebauten Zustand lesbar.

Überspannungskategorie

Bei Leitungsschutzschaltern handelt es sich um Geräte, die dafür bestimmt sind, in elektrischen Installationen verbaut zu werden. Für diese Fälle fordert die DIN EN 60664-1 eine Eingruppierung der Leitungsschutzschalter in die Überspannungskategorie III. Die Gerätenorm für Leitungsschutzschalter greift diese Forderung auf und definiert hierfür die Prüfanforderung für den Nachweis der Isolationsfestigkeit. Die DIN EN 60898-1 fordert eine Bemessungsstoßspannungsfestigkeit von mind. 4 kV.

Über- spannungs- kategorie	Merksatz	Bemessungs- Stoßspannung	Typische Geräte
I	Geräte mit einem externen Trafo bzw. Steckernetzteil.	1500 Volt	- Computer - programmierbare Haushaltsgeräte - usw.
II	Geräte die zum Beispiel mit einem Schutzkontaktstecker/ Kaltgerätestecker angeschlossen werden.	2500 Volt	- Haushaltsgeräte - haushaltsähnliche Geräte - usw.
III	Geräte die direkt angeschlossen werden.	4000 Volt	- Installationsverteiler - Leitungsschalter - Leitungsschutzschalter - Sammelschienen - usw.
IV	Geräte die sehr nahe am Einspeisepunkt der Elektroinstallation betrieben werden.	6000 Volt	- Elektrizitätszähler - primäre Überstromschutzgeräte - Rundsteuer- einrichtungen - usw.

Tab. 1: Überspannungskategorien I - IV

Verschmutzungsgrad

ist ein Parameter zur Bemessung der Luft- und Kriechstrecken elektrischer Betriebsmittel. In der Norm DIN EN 60664-1 (VDE 0110) werden vier Verschmutzungsgrade unterschieden. Leitungsschutzschalter sind zur Verwendung in einer Umgebung mit Verschmutzungsgrad 2 vorgesehen.

Verschmutzungsgrad	Bedeutung
Verschmutzungsgrad 1	Es tritt keine oder nur trockene, nicht leitfähige Verschmutzung auf. Die Verschmutzung hat keinen Einfluss.
Verschmutzungsgrad 2	Es tritt nur nicht leitfähige Verschmutzung auf. Gelegentlich muss jedoch mit vorübergehender Leitfähigkeit durch Betauung gerechnet werden. Diese Betauung kann während der Ein-Aus Lastzyklen des Betriebsmittels entstehen.
Verschmutzungsgrad 3	Es tritt leitfähige Verschmutzung auf oder trockene, nicht leitfähige Verschmutzung, die leitfähig wird, da Betauung zu erwarten ist.
Verschmutzungsgrad 4	Es tritt eine dauernde Leitfähigkeit auf, hervorgerufen durch leitfähigen Staub, Regen oder Nässe.

Tab. 2:

Verschmutzungsgrade 1 - 4

6. Auswahl von Betriebsmitteln

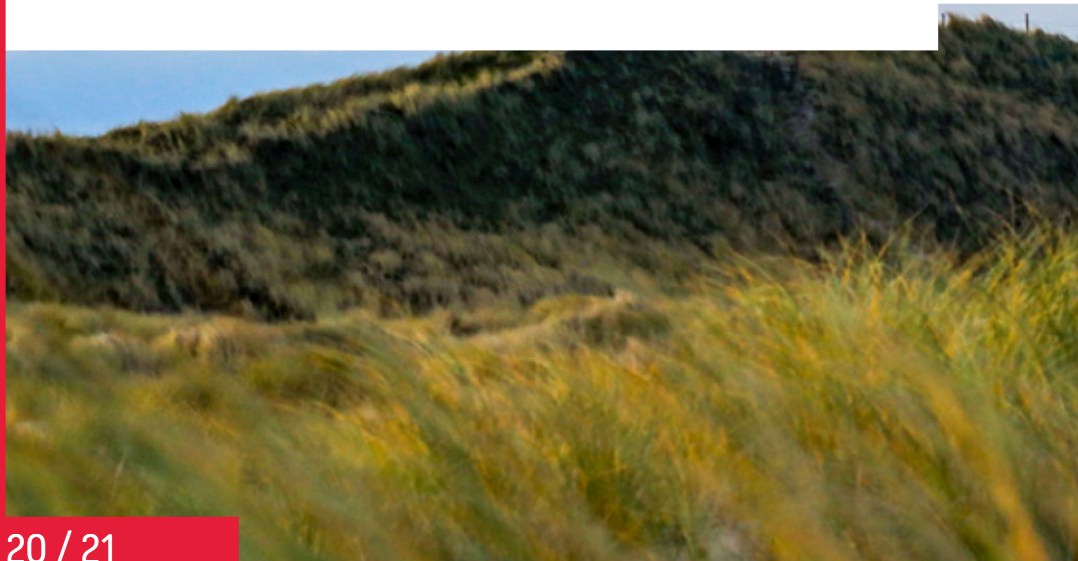
Elektrische Betriebsmittel, die Aufgaben zum Schützen, Schalten, Steuern oder Überwachen übernehmen, müssen bezüglich der zu erwartenden Betriebsbedingungen ausgewählt und installiert werden. Für die genaue und richtige Auswahl der Betriebsmittel sind außerdem alle äußeren Einflüsse zu berücksichtigen.

Die Anforderungen für die Errichtung von Niederspannungsanlagen kommen in Deutschland grundsätzlich aus der Normenreihe der DIN VDE 0100 „Errichten von Niederspannungsanlagen“. Diese basiert auf der internationalen Normenreihe „IEC 60364“ in Verbindung mit den gemeinsamen europäischen Änderungen „HD 60364“ und zusätzlichen nationalen Anforderungen.

Europäische Richtlinie

Elektrische Betriebsmittel mit einer Bemessungsspannung zwischen 50 V und 1000 V AC (75 V und 1500 V DC) müssen im Europäischen Wirtschaftsraum den Sicherheitskriterien der europäischen Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU (LVD) entsprechen. Das Ziel dieser Richtlinien ist es, ein hohes Schutzniveau von elektrischen Betriebsmitteln bei freiem Warenverkehr innerhalb der Europäischen Union zu gewährleisten. Die Richtlinie wurde in Deutschland in nationales Recht umgesetzt und ist im Produktsicherheitsgesetz verankert.

Die Übereinstimmung mit den jeweils gültigen Richtlinien und Verordnungen bestätigt der Hersteller über die Konformitätserklärung. Auf den Produkten wird die CE – Kennzeichnung angebracht.



Normen

Produkte, die für eine Installation nach der Normenreihe VDE 0100 ausgewählt und installiert werden, müssen die einschlägigen Gerätenormen erfüllen. Im Falle der „Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke – Leitungsschutzschalter für Wechselstrom (AC) ist dies die DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11). Die Übereinstimmung mit der Norm wird in der Konformitätserklärung dokumentiert.

Die Konformität mit der Gerätenorm kann durch ein eigenes Labor oder durch eine unabhängige Zertifizierungsstelle wie dem VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut geprüft werden. Das Prüfzeichen (z. B. VDE-Zeichen) bestätigt dann, dass die Anforderungen der Gerätenorm erfüllt werden.



Wir ermöglichen die sorgenfreie
Nutzung von Elektrizität.

ENTSCHEIDENDE VORTEILE UNSERER LEITUNGSSCHUTZSCHALTER

1

FUNKTIONALE FORM

- bedienungsfreundliche Ergonomie
- verständliche Produktbezeichnung
- deutlich erkennbare Ein-Aus-Kennzeichnung



2

KOMPAKTE BAUWEISE

- einer der kleinsten Leitungsschutzschalter am Markt
- maximaler Raumgewinn für komfortable Verdrahtung

H- und I-Reihe
Höhe nur 82,5 mm



3

VEREINFACHTE SAMMELSCHIENENENTNAHME

- innovative Befestigungsschieber für leichte Entnahme aus einem Sammelschienenverbund auch bei Einspeisung von oben



4

EINHEITLICHES DESIGN



5

UMFASSENDE ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN

Drei separate Produktreihen für verschiedene Anwendungen in der Industrie- und Hausinstallation in AC und DC Versionen. Mit einer großen Auswahl an Auslösecharakteristiken und 22 verschiedenen Bemessungsströmen zwischen 0,3 und 63 A. International zertifiziert: VDE, CCC

h-Reihe: für Hausinstallationen
6 kA nach DIN EN 60898-1
6 A-32 A, in B und C Charakteristik
einpolig und dreipolig

hsl-Reihe: schraubenlose Klemme
6 kA nach DIN EN 60898-1
16 kA, in B Charakteristik
einpolig

i-Reihe: für Industrieinstallationen
10 kA nach DIN EN 60898-1 und DIN EN 60947-2
0,3 A-63 A, in B, C, D, K, Z Charakteristik
einpolig, 1+N, zweipolig, dreipolig, 3+N, vierpolig

hdc-Reihe: für Gleichstromanwendungen
6 kA nach IEC 60898-3
0,5 A-63 A, in B und C Charakteristik, einpolig 125 V
Und zweipolig 250 V DC bei fortlaufender Verbindung

6

KOMPLETTES PRODUKTPROGRAMM

- vollständiges Programm an Anbaugeräten und Zubehör
- Hilfsschalter sowohl für den Links- als auch für den Rechtsanbau erhältlich
- einheitliches Zubehör für alle Produktreihen



Hilfsschalter

Arbeitsstrom-auslöser

Ein- und Ausschalt-sperre

7

PROFESSIONELLES BESCHRIFTUNGSSYSTEM

- verständliche Produktbezeichnung mit vorbedrucktem Beschriftungsbogen
- vorgestanzt blanko Beschriftungsbogen verfügbar



7. Grundlagen

Gegenstand dieses Kapitels sind die Grundlagen zum normgerechten und praktikablen Einsatz von Leitungsschutzschaltern.

Es soll als Unterstützung bei der Planung und Umsetzung von Projekten dienen.



Wir machen Strom sicher in der Anwendung
und sorgen so für Spannung bei Innovation
und Fortschritt.

Gerold Rooffs, Leitung Entwicklung und Konstruktion

7.1. — Normen und Richtlinien für Leitungsschutzschalter

Normen	Inhalt/Thema
DIN VDE 0100-410	Errichten von Niederspannungsanlagen
DIN EN 60898-1 VDE 0641-11	Produktnorm für Leitungsschutzschalter in der Hausinstallation und ähnlicher Zwecke (Einordnung der Auslösecharakteristiken B, C, D)
DIN EN 60947-2 VDE 0660-101	Produktnorm für Leistungsschalter (Einordnung der Auslösecharakteristiken Z, K)
DGUV V2 VDE 0660-514	Themen zum Berührungsschutz: Wie Finger- und Handrücksicherheit
DIN VDE 0100-430	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-43: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Überstrom
DIN 43880	Geregelt werden in dieser Norm die Hüll- und zugehörige Einbaumaße, z. B. die Breite der LS, das heißt die Teilungseinheit
DIN EN 60068-2-59 DIN EN 60068-2-78 DIN EN 60068-2-30	In diesen Normen werden die Umweltprüfungen, Prüfungsabläufe, Prüfbedingungen beschrieben
DIN EN IEC 60664	Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen (unter anderem Definition von Verschmutzungsgrad)
DIN EN 60204-1 VDE 0113-1	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen
DIN VDE 0100-560	Einrichtungen für Sicherheitszwecke (Kennzeichnung von Endstromkreisen für Sicherheitsanwendungen)
DIN 18015	Hinweise für die Errichtung von elektrischen Anlagen in Wohngebäuden (zum Beispiel Aufteilung von Stromkreisen in Wohngebäuden)
RoHS Richtlinie 2011/65/EU RoHS Richtlinie 2015/863/EU	Richtlinie des europäischen Parlaments und Rates zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten, sowie die Einhaltung der zulässigen Höchstkonzentration in homogenen Werkstoffen

REACH - Verordnung (EG) 1907/2006	Die REACH ist die Europäische Chemikalienverordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe
Richtlinie 2014/35/EU (Niederspannungsrichtlinie)	Die Niederspannungsrichtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 dient der Harmonisierung von Rechtsvorschriften über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen. Die Niederspannungsrichtlinie ist daher eines der wichtigsten Regelungsinstrumente für die Sicherheit elektrischer Geräte

Tab. 3: Normen und Richtlinien

7.2. — Aktuelle Charakteristiken

Charakteristik	Verwendung
B	Für Stromkreise mit Verbrauchern ohne hohe Einschaltspitzen, das heißt ohmsche Verbraucher wie zum Beispiel Heizgeräte.
C	Für Stromkreise mit vorwiegend induktiven Verbrauchern, die Stromspitzen erzeugen können, wie zum Beispiel TV-Geräte oder Steckdosenstromkreise bei denen die später angeschlossenen Verbraucher wechselnd sind.
D	Für Stromkreise mit Maschinen, Transformatoren oder Kondensatoren, in denen im Einschaltmoment extreme Stromspitzen entstehen können.
K	Für Stromkreise in denen Verbraucher mit der Anforderung an eine sensiblere Überstromauslösung verbaut sind, dies findet Anwendung in Drehstromkreisen (Motoren- und Transformatorlastkreisen)
Z	Für Stromkreise mit elektronischen Lasten (Halbleiterelemente) und Stromkreise mit hohen Impedanzen.

Tab. 4: Tabelle: Aktuelle Charakteristiken

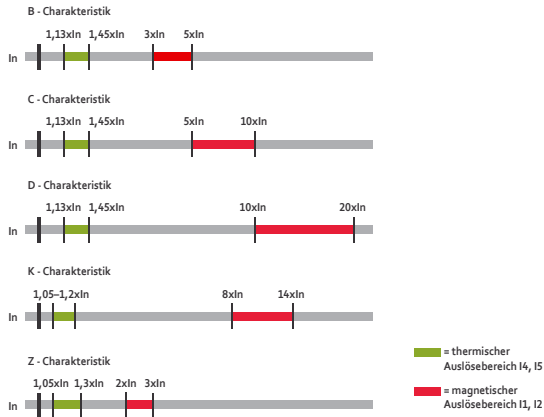


Abb. 4: Darstellung der aktuellen Charakteristiken

ln(A)	Überlast						Kurzschluss									
	B, C, D		K		Z		B		C		D		K		Z	
	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I4	I5	I4	I5	I4	I5	I4	I5	I4	I5
0,3	0,339	0,435	0,315	0,360	0,39	0,39	-	1,5	1,5	3	6	4,2	4,2	0,6	0,9	
0,5	0,565	0,725	0,525	0,600	0,65	0,65	-	2,5	2,5	5	10	7	7	1	1,5	
0,75	0,848	1,088	0,788	0,900	0,975	0,975	-	3,75	3,75	7,5	15	10,5	10,5	1,5	2,25	
1	1,13	1,45	1,05	1,20	1,3	1,3	3	5	5	10	10	20	14	14	2	3
1,6	1,81	2,32	1,68	1,92	2,08	2,08	-	8	8	16	16	32	22,4	22,4	3,2	4,8
2	2,26	2,90	2,10	2,40	2,6	2,6	6	10	10	20	20	40	28	28	4	6
2,5	2,83	3,63	2,63	3,00	3,25	3,25	-	12,5	12,5	25	25	50	35	35	5	7,5
3	3,39	4,35	3,15	3,60	3,9	3,9	9	15	15	30	30	60	42	42	6	9
3,5	3,96	5,08	3,68	4,20	4,55	4,55	-	17,5	17,5	35	35	70	49	49	7	10,5
4	4,52	5,80	4,20	4,80	5,2	5,2	12	20	20	40	40	80	56	56	8	12
5	5,65	7,25	5,25	6,00	6,5	6,5	15	25	25	50	50	100	70	70	10	15
6	6,78	8,70	6,30	7,20	7,8	7,8	18	30	30	60	60	120	84	84	12	18
8	9,04	11,6	8,4	9,6	10,4	10,4	24	40	40	80	80	160	112	112	16	24
10	11,3	14,5	10,5	12	13	13	30	50	100	100	100	200	140	140	20	30
13	14,69	18,85	13,65	15,6	16,9	16,9	39	65	65	130	130	260	182	182	26	39
16	18,1	23,2	16,8	19,2	20,8	20,8	48	80	80	160	160	320	224	224	32	48
20	22,6	29,0	21,0	24,0	26	26	60	100	100	200	200	400	280	280	40	60
25	28,3	36,3	26,3	30,0	32,5	32,5	75	125	125	250	250	500	350	350	50	75
32	36,2	46,4	33,6	38,4	41,6	41,6	96	160	160	320	320	640	448	448	64	96
40	45,2	58,0	42,0	48,0	-	-	120	200	200	400	400	800	560	560	-	-
50	56,5	72,5	52,5	60,0	-	-	150	250	250	500	500	1000	700	700	-	-
63	71,2	91,4	66,2	75,6	-	-	189	315	315	600	600	1260	882	882	-	-

Tab. 5: Überlast- und Kurzschlussströme

7.3. ————— Veraltete Charakteristiken

Charakteristik	Verwendung
A	Halbleiterschutz; bei hoher Netzimpedanz ähnlich Z Charakteristik.
R	Charakteristik vergleichbar mit der Z Charakteristik.
H	Alte Charakteristik für den „Haushalt“, als Ersatztyp kann die B Charakteristik verwendet werden.
G	Charakteristik für den „Geräteschutz“, als Ersatztyp kann die C Charakteristik eingesetzt werden.
L	Charakteristik für den „Leitungsschutz“, als Ersatztyp kann die B Charakteristik genutzt werden.
U	Charakteristik ähnlich wie die ebenso veraltete Charakteristik G.
V	Charakteristik, als Ersatztyp kann die C Charakteristik verwendet werden.

Tab. 6: Veraltete Charakteristiken



7.4. — Abschaltzeiten (AC)

Für die automatische Abschaltung im Fehlerfall (Fehlerschutz) müssen folgende Abschaltzeiten nach IEC 60364-4-41 (VDE 0100-410) eingehalten werden:

— TN-System ($120\text{ V} < U_0 \leq 230\text{ V}$)

- In Steckdosen-Stromkreisen $\leq 63\text{ A}$ beträgt die Abschaltzeit $< 0,4$ Sekunden.
- In Festanschluss-Stromkreisen $\leq 32\text{ A}$ beträgt die Abschaltzeit $< 0,4$ Sekunden.
- In Festanschluss-Stromkreisen $> 32\text{ A}$ und Verteilerstromkreisen beträgt die maximale Abschaltzeit 5 Sekunden.

— TT-System ($120\text{ V} < U_0 \leq 230\text{ V}$)

- In Steckdosen-Stromkreisen $\leq 63\text{ A}$ beträgt die Abschaltzeit $< 0,2$ Sekunden.
- In Festanschluss-Stromkreisen $\leq 32\text{ A}$ beträgt die Abschaltzeit $< 0,2$ Sekunden.
- In Festanschluss-Stromkreisen $> 32\text{ A}$ und Verteilerstromkreisen beträgt die maximale Abschaltzeit 1 Sekunde.

Um möglichen Problemen durch einen niedrigen Erdwiderstand vorzubeugen und um einen sicheren Schutz im Kurzschlussfall zu gewährleisten, ist der Einsatz einer Fehlerstromschutzeinrichtung notwendig.

— IT-System ($120\text{ V} < U_0 \leq 230\text{ V}$)

- Im IT-System ist die automatische Abschaltung und das Einhalten der Abschaltzeiten bei Auftreten eines ersten Fehlers nicht zwingend erforderlich. Wenn die Körper durch Schutzleiter miteinander verbunden und gemeinsam über dieselbe Erdungsanlage geerdet sind, gelten die Bedingungen vom TN-System und die folgenden Abschaltzeiten müssen eingehalten werden:
- In Festanschluss-Stromkreisen $\leq 32\text{ A}$ beträgt die Abschaltzeit $< 0,4$ Sekunden.
- In Festanschluss-Stromkreisen $> 32\text{ A}$ und Verteilerstromkreisen beträgt die maximale Abschaltzeit 5 Sekunden.

Hinweis — U_0 ist die Nennwechselspannung bei der Betrachtung des Außenleiters gegen Erde.

7.5. — Erklärung Kennlinie – Zeit/Strom

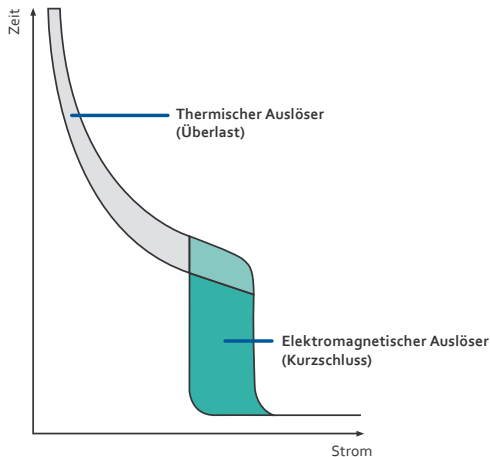


Abb. 5: Zeit/Strom Auslösebereiche eines LS

Leitungsschutzschalter besitzen zwei voneinander unabhängige Auslöser.

— thermischer Auslöser (verzögerter Auslöser)

in Form eines Thermobimetalls.

— magnetischer Auslöser (unverzögerter Auslöser)

in Form eines Elektromagneten.

Die Auslösung im verzögerten Überlastbereich erfolgt über ein Bimetall, das sich durch den Strom, der durch den Leitungsschutzschalter fließt, ausbiegt. Der Zeitbereich bis zur Auslösung ist abhängig vom tatsächlich fließenden Überstrom. Bleibt dieser Strom unter dem Bemessungsstrom des LS, so erfolgt keine Auslösung. Wird der Wert des Auslösestromes überstiegen, so erfolgt eine verzögerte Auslösung.

Der durch den LS fließende Betriebsstrom erzeugt in der Spule (Elektromagnet) ein andauerndes Magnetfeld. Die Einstellung der Auslösung wird mit einem Eisenkern, der durch eine Feder zurückgehalten wird, realisiert. Im Kurzschlussfall ist die Auslösung über das Bimetall zu träge. Daher wird im Kurzschlussfall die elektromagnetische Auslösung wirksam. Im Kurzschlussfall entsteht, bedingt durch den hohen Stromfluss durch den LS, ein großes Magnetfeld in der Spule. Dadurch überwindet der Eisenkern die gegen wirkende Federkraft und wird mit

hoher Geschwindigkeit in die Spule gezogen. Diese Bewegung bewirkt das Auslösen des Schaltschlusses. Die Schlagenergie wird genutzt, um den beweglichen Kontakt beim Öffnen zu beschleunigen. Durch die schnelle Auslösung spricht man bei der elektromagnetischen Auslösung auch von der unverzögerten Auslösevariante.

Auslösbereiche der Kennlinie

Für die Darstellung der Auslösekennlinien wird generell eine doppelt logarithmische Einteilung verwendet. Auf der Abszisse wird hierbei das Vielfache des Bemessungsstromes aufgetragen. Die Ordinate zeigt die Auslösezeit in Sekunden/Minuten. Alle Hersteller von LS verwenden diese Darstellungsform. Dadurch sind die Auslösezeiten herstellerübergreifend direkt vergleichbar.

Die thermische und magnetische Auslösung für Leitungsschutzschalter ist in der EN 60898-1 definiert. Der Hersteller von Leitungsschutzschaltern ist gehalten, die vorgegebenen Eckwerte einzuhalten.

Auslösekurve

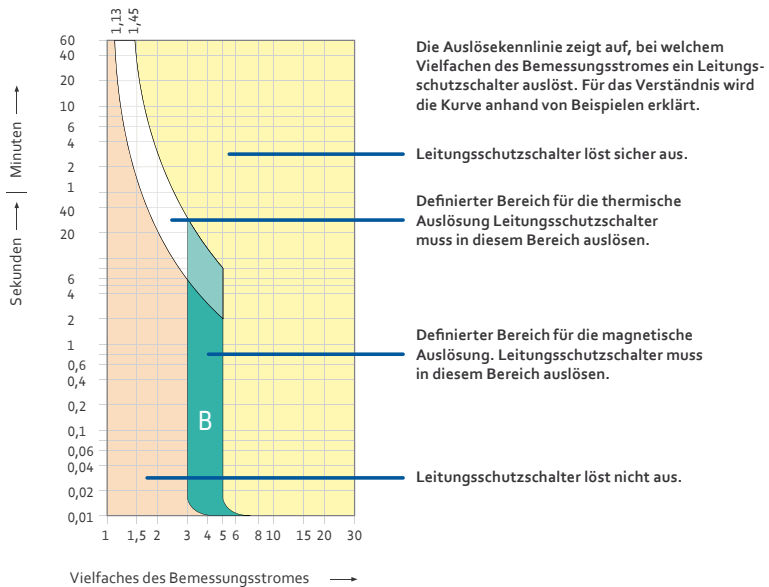


Abb. 6: Auslösekurve B-Charakteristik

7.6. — Auslösezeiten

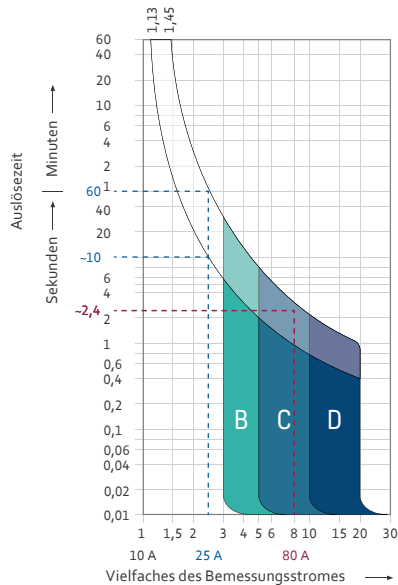


Abb. 7: Auslösekurven B, C, D-Charakteristik

Beispiel: Thermischer Überlastauslöser

Durch einen Leitungsschutzschalter der Charakteristik B ($I_n = 10\text{ A}$) fließt ein Strom von 25 A ($2,5 \times I_n$). Ist die Dauer des Stromflusses auf wenige Sekunden begrenzt ($t < 10\text{ Sekunden}$), löst der LS aufgrund der Trägheit des Bimetall-Auslösers nicht aus.

Fließt der Strom von 25 A über einen längeren Zeitraum ($t > 10\text{ Sekunden}$), löst der LS innerhalb von 10 bis 60 Sekunden aus.

Beispiel: Elektromagnetischer Kurzschlussauslöser

Bei einem Leitungsschutzschalter der Charakteristik B ($I_n = 10\text{ A}$) gibt es am Stromkreis einen Einschaltstrom von $8 \times I_n$ (80 A). Der LS löst innerhalb von 100 Millisekunden aus, da der Einschaltstrom über dem definierten magnetischen Auslösewert (50 A) liegt.

Bei einem Leitungsschutzschalter der Charakteristik C erfolgt hingegen die thermische Auslösung nach max. 2,4 Sekunden. Die Elektromagnetische Auslösung kann aber auch ansprechen und eine Auslösung innerhalb von 100 ms bewirken. Wir befinden uns bei 8 x Bemessungsstrom bereits im magnetischen (unverzögerten) Auslösbereich.

Praxisbeispiel

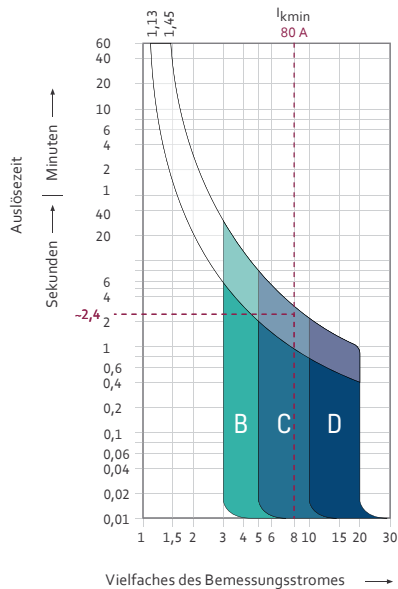


Abb. 8: Auslösekurve mit Praxisbeispiel

Bei einem Stromkreis mit einer sehr langen Zuleitung wird ein kleiner Kurzschlussstrom I_k in Höhe von 80 A erwartet.

Damit der Leitungsschutzschalter innerhalb von 0,4 Sekunden auslösen kann (unverzögerte Auslösung), muss die Auslösecharakteristik B verwendet werden. Bei dem LS B10 A erfolgt eine sichere unverzögerte Auslösung spätestens bei 50 A Kurzschlussstrom. Bei der Charakteristik C könnte die Auslösezeit bis circa 2,4 Sekunden betragen, falls der magnetische Auslöser noch nicht anspricht.

Soll dennoch ein Typ C eingesetzt werden, so gibt es **folgende Möglichkeiten**:

- Verbraucher auf mehrere Stromkreise aufteilen, um den Nennstrom zu verkleinern.
- Den Leiterquerschnitt vergrößern, um eine kleinere Netzimpedanz zu erhalten. Dadurch steigt der mögliche Kurzschlussstrom I_k und es wird eine unverzögerte Auslösung mit einem LS der Charakteristik C erreicht.

7.7. — Einfluss von Oberschwingungen

Oberschwingungen oder auch Harmonische sind Frequenzanteile, die um ein ganzzahliges Vielfaches höher sind als die Grundschwingung. Sie können entstehen, wenn die elektrische Spannung aufgrund unterschiedlicher Einflussfaktoren verzerrt auftritt. Das europäische Netz hat eine Grundfrequenz von 50 Hz, die hierbei auftretenden Harmonischen sind unter anderem die 2. Harmonische (100 Hz), 3. Harmonische (150 Hz), 5. Harmonische (250 Hz) usw.

Oberschwingungen können Fehlauslösungen im Bereich der Leitungsschutzschalter bewirken, da der in der Anlage aufkommende Betriebsstrom aufgrund der Oberschwingungen größer ist, als sich aufgrund einfacher Berechnungen und Messungen vor der Inbetriebnahme feststellen lässt.

Durch einfache Messungen sind die erhöhten Ströme meist nicht feststellbar, da die meisten Messinstrumente keine Echt-Effektivwerte (true root mean square (TRMS)) messen. Insbesondere nicht bei Strömen mit hohem Crest- bzw. Scheitelfaktor, also einem großen Verhältnis von Scheitelwert zu Effektivwert. Hier werden die Ströme von konventionellen Messgeräten häufig verfälscht und bis zu 40% zu niedrig dargestellt.

Daher ist für die Messung der realen Betriebsströme zwingend ein TRMS-Messgerät zu verwenden, um so eine ordnungsgemäße Auslegung der Anlage zu gewährleisten.

Durch die auftretenden Oberschwingungen und die daraus resultierenden veränderten Betriebsströme kann es dazu kommen, dass sich die Ströme der Außenleiter nicht wie gewohnt aufheben, sondern

als erhöhter Betriebsstrom auf dem Neutralleiter auftreten. Dies kann dazu führen, dass die Belastung des Neutralleiters über der Belastung der Außenleiter liegt.

In diesem Fall muss der Querschnitt des Neutralleiters auf den auftretenden Neutralleiterstrom angepasst werden oder der Neutralleiter über ein Überstromschutzorgan zum Beispiel über einen 4-poligen Leitungsschutzschalter geschützt werden.

Einphasige Lasten sind zum Beispiel:

- Schaltnetzteile
- elektronische Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen
- kleine unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen (USV-Anlagen)

Dreiphasige Lasten sind zum Beispiel:

- drehzahlverstellbare Motoren (Frequenzumrichter)
- große USV-Anlagen
- PV-Wechselrichter

8. Dimensionierung und Planung

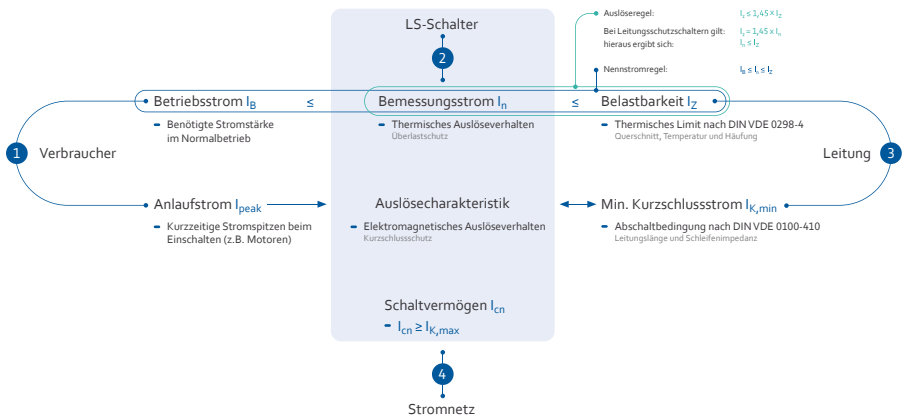


Abb. 9: Ablaufschema - Dimensionierung und Planung

Sind bei der Planung keine besonderen Bedingungen zu beachten, ist es für die Auslegung des Leitungsschutzschalters ausreichend, die Betriebsströme sowie die Anlaufströme zu betrachten. Der Betriebsstrom der Anlage muss unter dem Bemessungsstrom des Leitungsschutzschalters liegen, des Weiteren ist darauf zu achten,

dass auch der Anlaufstrom/Einschaltstrom unter dem Bereich der elektromagnetischen Auslösung liegt. Mithilfe des Bemessungsstroms des ausgewählten Schutzorgans kann dann der Leiterquerschnitt dimensioniert werden.

Bedingungen, die eine speziellere Planung notwendig machen:

- niedrige Impedanzen
- hohe Impedanzen
- Sonderfrequenzen
- Sonderspannungen
- Oberschwingungen
- Besonderheiten bei den Umgebungstemperaturen
- besondere Anforderungen an die Anlagenverfügbarkeit
- Derating durch aneinander gereihete Schaltgeräte
- Stromart (AC oder DC-Anwendung)

8.1. — Schutz bei Überlastströmen nach DIN VDE 0100-430

Der Schutz vor Überlast aufgrund hoher Erwärmung ist gegeben, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

Nennstromregel: $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Auslöseregel: $I_2 \leq 1,45 * I_Z$

Bei den Leitungsschutzschaltern ist: $I_2 = 1,45 * I_n$

Hieraus ergibt sich eine vereinfachte Kontrolle: $I_n \leq I_Z$

Wichtig ist, dass der Betriebsstrom (I_B) kleiner als der Bemessungsstrom (I_n) des Leitungsschutzschalters sein muss und dieser muss gleichermaßen niedriger sein als die maximale Strombelastbarkeit der Leitung (I_Z).

- I_B Betriebsstrom des Stromkreises
- I_n Bemessungsstrom der Schutzeinrichtung
- I_Z Zulässige Dauerstrombelastbarkeit der Leitung
- I_2 Großer Prüfstrom, Strom der die wirksame Abschaltung in der für die Schutzeinrichtung festgelegten Zeit sicherstellt

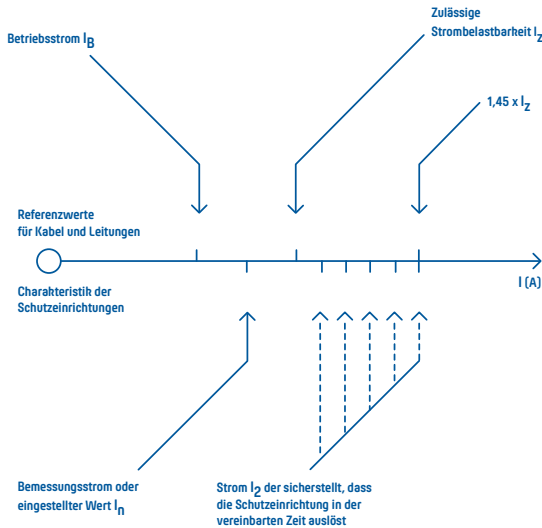


Abb. 10: Schutz bei Überlastströmen

8.2. — Verlustleistung

Unsere Leitungsschutzschalter werden meist in Energieverteilern, Schalt- und Steuerungsanlagen, Zählerschränken usw. eingebaut. Bei der Erstellung dieser „Verteiler“ sind sicherheitstechnische Anforderungen an elektrische Betriebsmittel und Schutzziele für Personen und Anlagen zu berücksichtigen. Weiterhin ist die Einhaltung der gesetzlichen Grundlagen, hier insbesondere das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) und das EMV-Richtlinie und die damit verbundene Konformitätserklärung einschließlich der CE-Kennzeichnung zu beachten.

Um bei dieser Beurteilung einen einheitlichen Maßstab anlegen zu können, wurde die Normenreihe DIN EN 61439 als Grundlage für die Konformitätsbewertung geschaffen. Im Abschnitt 10.10 dieser Norm (Erwärmung) werden drei mögliche Verfahren für das Bestimmen der Verlustleistung aufgezählt:

- a) Prüfung (Abschnitt 10.10.2);
- b) Vergleich mit einer Referenzkonstruktion (10.10.3);
- c) Begutachtung (Berechnung) (10.10.4).

Die Begutachtung (c) ist die gängigste Methode und findet am häufigsten Verwendung. Daten der Verlustleistungen und der

Innenwiderstände für Leitungsschutzschalter von Doepke können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Anmerkung — Die Verlustleistungsangaben der Leitungsschutzschalter sind wichtige Werte, die für die optimale Auslegung eines Schaltschranks benötigt werden. Durch die Summe der Verlustleistungen aller Schaltgeräte lassen sich die Größe der Energieverteilung und/oder eine benötigte Kühlung ermitteln.

Erhöhte Temperaturen in der Energieverteilung können schwerwiegende Folgen haben:

- Sie können zu thermischen Fehlauflösungen führen.
- Die Leiterisierungen können vorzeitig altern und/oder beschädigt werden.
- Es kann zu Isolationsfehlern kommen.

Innenwiderstände in mΩ und Verlustleistungen in Watt pro Pol (bei In)

Bemes- sungs- strom In (A)	B-Charakteristik		C-Charakteristik		D-Charakteristik		K-Charakteristik		Z-Charakteristik	
	Innen- wider- stand mΩ	Verlust- leistung Watt	Innen- wider- stand mΩ	Verlust- leistung Watt	Innen- wider- stand mΩ	Verlust- leistung Watt	Innen- wider- stand mΩ	Verlust- leistung Watt	Innen- wider- stand mΩ	Verlust- leistung Watt
0,3	-	-	16600	1,5	16600	1,5	16860,0	1,5	31500	2,8
0,5	-	-	6850	1,7	6850	1,7	6850,0	1,7	10250	2,6
0,8	-	-	3050	2,0	3050	2,0	3050,0	2,0	5150	3,3
1	1950	2,0	1750	1,8	1750	1,8	1750,0	1,8	1690	2,7
1,6	720	1,8	590	1,5	590	1,5	590,0	1,5	940	2,4
2	510	2,0	420	1,7	420	1,7	420,0	1,7	690	2,8
2,5	325	2,0	295	1,8	295	1,8	295,0	1,8	430	2,7
3	211	1,9	200	1,8	173	1,8	200,0	1,8	345	3,1
3,5	159	1,9	125	1,5	125	1,5	125,0	1,5	225	2,8
4	131	2,1	109	1,7	105	1,7	109,0	1,7	225	3,6
5	85	2,1	61,6	1,5	61,6	1,5	65,4	1,6	105	2,6
6	52,9	1,9	49,1	1,8	45,9	1,7	49,1	1,8	82,3	3,0
8	26	1,7	24	1,5	20,7	1,3	44,0	2,8	37,1	2,4
10	13,4	1,3	13,4	1,3	13,4	1,3	31,5	3,1	27,8	2,8
13	11,3	1,9	8,04	1,4	8,1	1,4	8,8	1,5	15,1	2,6
16	8,04	2,1	8,04	2,1	8,1	2,1	7,5	1,9	11,3	2,9
20	7,1	2,8	7,45	3,0	6,4	2,5	6,3	2,5	7,4	3,0
25	5	3,1	5	3,1	4,1	2,5	4,7	2,9	508	3,7
32	3,6	3,7	3,6	3,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,6	3,7
40	2,2	3,5	2,2	3,5	2,2	3,5	2,2	3,5	-	-
50	1,95	4,9	1,9	4,8	1,8	4,6	2,0	4,9	-	-
63	1,77	7,0	1,77	7,0	1,7	6,8	1,8	7,0	-	-

Tab. 7: Innenwiderstände und Verlustleistungen DLS 6

8.3. — Schaltvermögen

Leitungsschutzschalter nach EN 60898-1 haben ein Bemessungsschaltvermögen zwischen 3 kA und 10 kA. Leitungsschutzschalter mit Bemessungsschaltvermögen 3 kA und 4,5 kA sind in Deutschland von den Energieversorgungsunternehmen (EVU) nicht zugelassen. Die EVUs fordern mindestens 6 kA Bemessungsschaltvermögen.

Für die Anwendung muss das Schaltvermögen berücksichtigt werden, so dass ein Leitungsschutzschalter den maximal zu erwartenden Kurzschlussstrom ohne Schaden ausschalten kann, hierfür muss der Kurzschlussstrom am Installationsort bekannt sein.

Sollte der zu erwartende Kurzschlussstrom größer sein als das maximale Schaltvermögen des Leitungsschutzschalters, muss der Kurzschlussstrom durch einen Backup-Schutz am Installationsort begrenzt werden.

Möglichkeiten für die Ausführung eines Backup-Schutzes sind unter anderem Schmelzsicherungen oder selektive Leitungsschutzschalter.

Sind am Installationsort hohe Kurzschlussströme vorhanden, muss anhand der zum Schaltgerät zugehörigen Koordinationstabellen das Schaltvermögen bestimmt werden.

Siehe auch Kapitel Backup-Schutz.

Typ	Anwendung	Schaltvermögen
DLS 6i	Industrie	6/10 kA
DLS 6h	Handwerk/Haushalt	6 kA
DLS 6hsl	schraubenlos	6 kA
DLS 6hdc	DC-Anwendungen	6 kA

Tab. 8: Schaltvermögen der DLS 6 Baureihen

8.4. — Energiebegrenzungsklasse

In der Gerätenorm für Leitungsschutzschalter sind zwei Energiebegrenzungsklassen definiert. Die Standardklasse der Energiebegrenzung ist die Energiebegrenzungsklasse 3 nach EN 60898-1. Diese Klasse 3 wird von den EVUs als einzige Klasse zugelassen. Klasse 1 spielt keine Rolle. Die LS der Energiebegrenzungsklasse 3 haben im Kurzschlussfall eine

sehr hohe Kurzschlussstrombegrenzung. Die Energiebegrenzungsklasse 1 bedeutet hingegen keine Begrenzung des Kurzschlussstroms (nur für sogenannte „Nullpunktlöcher ohne Strombegrenzung“).

Praktischer Verlauf der Energiebegrenzung

1. Bei geschlossenen Kontakten tritt keine Lichtbogenspannung auf.
2. Bei der Öffnung der Kontakte entwickelt sich zwischen den Kontakten ein Lichtbogen, der eine Lichtbogenspannung zur Folge hat. Auf dem Weg zur Lichtbogenlöscheinrichtung (Löschkammer) erhöht sich die Lichtbogenspannung und erreicht den höchsten Wert beim Einlauf in die Funkenlöschkammer. Erreicht die Lichtbogenspannung einen Wert über der treibenden Netzspannung (A) sinkt der Kurzschlussstrom (B) bis zum Wert von 0 ab. Am Ende ist der Lichtbogen gelöscht und der Strom ist unterbrochen.

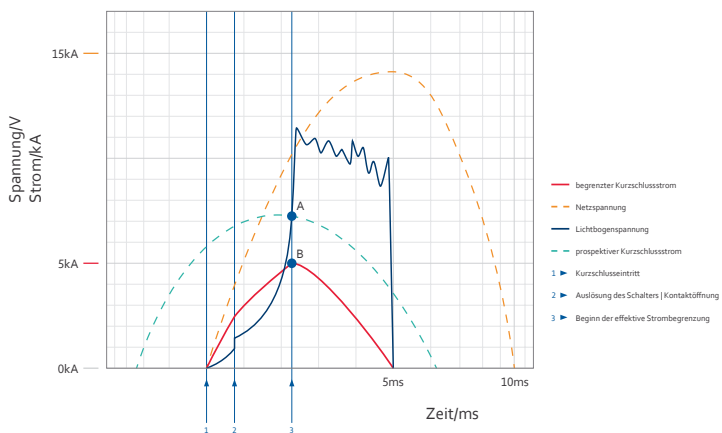


Abb. 11: Schematische Darstellung des strombegrenzenden Abschalters | Strom- und Spannungsverlauf

Durch diese physikalischen Vorgänge ergeben sich folgende Vorteile:

- Sehr hohe Kurzschlussstrombegrenzung von z. B. 10 kA prospektiven Kurzschlussstrom auf 5 kA Durchlassstrom.
- Reduzierung der Abschaltzeit auf circa 5 Millisekunden.

8.5. — Gleichspannung/Sonderfrequenz

Bei unseren Leitungsschutzschaltern handelt es sich um Schaltgeräte für Wechselstrom (AC). Diese Schaltgeräte sind auch für Gleichstromanwendung bis zu einer Spannung von 60 VDC (1-polig) und 125 VDC (2-polig) einsetzbar.

Für Spannungen bis 250 VDC wird die Ausführung DLS 6hdc für Gleichspannungsnetze empfohlen. Das Bemessungsschaltvermögen beträgt bei dieser Gerätereihe 6 kA für Verteiler- und Endstromkreise.

Die Leitungsschutzschalter für die Wechselstromanwendungen in den Baureihen „Handwerk“ und „Industrieanwendung“ können auch bei höheren Frequenzen als 50 Hz eingesetzt werden. Hierbei muss beachtet werden, dass der elektromagnetische Auslöser von der Frequenz beeinflusst wird. In der nachfolgenden Tabelle sind die Korrekturfaktoren aufgelistet. Der magnetische Halte-Auslösewert der jeweiligen Charakteristik kann mit dem zu multiplizieren Faktor für die Frequenz bzw. DC neu ermittelt werden.

Magnetischer Auslöser	Frequenz	I ₄	I ₅
	[Hz]		
Charakteristik B	50/60	$3 \times I_n$	$5 \times I_n$
	DC	$4,5 \times I_n$	$7,5 \times I_n$
	100	$3,3 \times I_n$	$5,5 \times I_n$
	200	$3,6 \times I_n$	$6 \times I_n$
	400	$4,2 \times I_n$	$7 \times I_n$
Charakteristik C	16,67 - 50	$5 \times I_n$	$10 \times I_n$
	DC	$7,5 \times I_n$	$15 \times I_n$
	100	$5,5 \times I_n$	$11 \times I_n$
	200	$6 \times I_n$	$12 \times I_n$
	400	$7 \times I_n$	$14 \times I_n$
Charakteristik D	16,67 - 50	$10 \times I_n$	$20 \times I_n$
	DC	$15 \times I_n$	$30 \times I_n$
	100	$11 \times I_n$	$22 \times I_n$
	200	$12 \times I_n$	$24 \times I_n$
	400	$14 \times I_n$	$28 \times I_n$

Tab. 9: Auslösefaktoren bei Gleichspannung und Sonderfrequenz

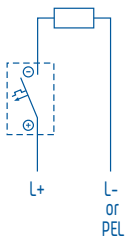
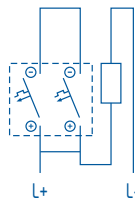
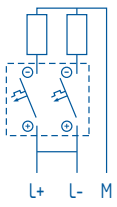
I₄ magnetischer Haltestrom: Der Elektromagnetische Auslöser darf bis zu diesem Wert nicht auslösen.

I₅ magnetischer Auslösestrom: Der elektromagnetische Auslöser muss praktisch unverzögert innerhalb von 0,1 s auslösen. (z. B. im Kurzschlussfall)

Minimal/Maximalwerte der Betriebsspannung:

- AC: 12V bis 230 V/400 V, Serie DLS 6i und DLS 6h
- DC: 12 V bis 60 V/ 125 V, 125 V bei einer Reihenschaltung von zwei Polen, DLS 6i und DLS 6h
- DC: 12 V bis 125/250 VDC, 250 V bei einer Reihenschaltung von zwei Polen, Serie DLS 6hdc

Vorzugswerte für die Nennspannung und die entsprechenden Versorgungssysteme für Leitungsschutzschalter in der Gleichspannungsanwendung.

Leitungsschutzschalter	Einpolig mit DLS 6h	Einpolig mit DLS 6hdc	Zweipolig mit DLS 6h	Zweipolig mit DLS 6hdc
Bemessungsspannung	60 VDC	125 VDC	125 VDC	250 VDC
Maximalspannung zwischen den Außenleitern	60 VDC	125 VDC	125 VDC	250 VDC
Maximalspannung zwischen dem Außenleiter und M	60 VDC	125 VDC	125 VDC	250 VDC
Installationsbeispiele für DC-Leitungsschutzschalter				

Tab. 10: Verschaltung bei Gleichspannung

8.6. Querschnittsermittlung

Die Querschnittsberechnung bei Leitungen und Kabeln erfolgt in fünf Schritten, maßgebend dafür sind mehrere Faktoren.

Im Anschluss an die fünf Schritte der Querschnittsermittlung, erfolgt die Auswahl des am größten berechneten Leiterquerschnitts.

5. Schritte der Querschnittsermittlung

nach der mecha- nischen Festigkeit	nach dem Spannungsfall	nach dem Fehlerschutz	nach der Strom- belast- barkeit	nach dem Überlast- und Kurzschluss- Schutz
DIN VDE 0100-520	DIN 18015-1 DIN VDE0100-520 DIN VDE 0100 Bl. 5 DIN VDE 0100 520 Bl. 2 TAB	DIN VDE 0100 Bl. 5 DIN VDE 0100-410	DIN VDE 0100-520 Bl. 2 DIN VDE 0298-4 DIN VDE 0276-603 DIN VDE 0276-1000	DIN VDE 0100 Beiblatt 5 DIN VDE 0100-430

Tab. 11: Übersicht der Normen zu Schritten der Querschnittsermittlung

1. Querschnittsermittlung anhand der mechanischen Festigkeit (0100-520)

Tabelle mechanische Festigkeit (DIN VDE 0100-520)

Anwendung	Leitermaterial	Mindestquerschnitt
Kabel, Mantelleitungen und Aderleitungen fest verlegt	Cu	1,5 mm ²
Blanke Leitermaterialien für Leistungsstromkreise	Cu	10 mm ²
Kabel, Mantelleitungen und Aderleitungen fest verlegt für Melde und Steuerstromkreise	Cu	0,5 mm ² *
Bewegliche Verbindung mit isolierten Leitern allgemein	Cu	0,75 mm ²

Bewegliche Verbindung für Schutz sowie Funktionskleinspannung	Cu	0,75 mm ²
* In Melde- und Steuerstromkreisen von elektronischen Betriebsmitteln ist ein geringerer Mindestquerschnitt von 0,1 mm ² zulässig		

Tab. 12: Auszug aus Tabelle 52J der DIN VDE 0100-520
Norm für Industriemaschinen: VDE 0113-1

2. Querschnittsermittlung nach dem Spannungsfall

Für Leitungen und Kabel von der Messeinrichtung zum Verbraucher gibt die DIN 18015-1 einen zulässigen Spannungsfall von 3% an. Die DIN VDE 0100-520 gibt hingegen 4% für den gesamten Spannungsfall zwischen der Übergabestelle des Versorgungsnetzbetreibers (eventuell Hausanschlusskasten) bis zum Verbraucher (Endstromkreise) fest. Durch folgende Formeln kann unter Berücksichtigung des gewählten maximalen Spannungsfalls der Leiterquerschnitt ermittelt werden:

Querschnitt nach Spannungsfall

Berechnung über den Strom		Berechnung über die Leistung	
Wechselstrom/Dreiphasenwechselstrom			
Wechselstrom	Drehstrom	Wechselstrom	Drehstrom
$A = \frac{2 * l * I * \cos\phi}{\Delta u * \kappa}$	$A = \frac{2 * l * P}{\Delta u * \kappa * U}$	$A = \frac{2 * l * P}{\Delta u * \kappa * U}$	$A = \frac{l * \sqrt{3} * I * \cos\phi}{\Delta u * \kappa}$

l = Leitungslänge in m **P** = Bemessungsleistung in W

I = Bemessungsstrom in A

U = Bemessungsspannung in V

κ = el. Leitfähigkeit des

Δu = Spannungsfall in V

Leitermaterials

Tab. 13: Formeln zur Berechnung des Leiterquerschnitts aufgrund des Spannungsfalls

Querschnittsermittlung nach der gewählten Schutzmaßnahme

Für den Fehlerschutz durch die automatische Abschaltung mittels Überstromschutzeinrichtungen in TN-Netzen müssen folgende Abschaltzeiten eingehalten werden:

- 0,4 s für Steckdosenstromkreise bis 63 A und für fest angeschlossene, ortsveränderliche Betriebsmittel, die in der Hand geführt werden.
- 5 s für fest angeschlossene, ortsfeste Betriebsmittel größer 32 A und Steckdosenstromkreise über 63 A

Zur Einhaltung dieser Abschaltzeiten, dürfen die Schleifenimpedanzen in Abhängigkeit zur gewählten Schutzmaßnahme bestimmte Maximalwerte nicht überschreiten. Bei einer verbauten Fehlerstrom-Schutzeinrichtung kann die Querschnittsermittlung nach der gewählten Schutzmaßnahme entfallen, da die Abschaltzeiten meistens eingehalten werden können.

Bedingung

$$Z_S \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a}$$

U_0 = Außenleiterspannung gegen Erde

I_a = Abschaltstrom der Überstromschutzeinrichtung

Abschaltfaktoren (DIN VDE 0100-600, Tabelle NA.1)

Überstrom-Schutzeinrichtung	Zulässige Abschaltzeit tA	
	≤ 0,4 s	≤ 5 s
Schmelzsicherungen Charakteristik gL	≤ 50 A = 8 x In	≤ 40 A = 5 x In
Schmelzsicherungen Charakteristik gG	≤ 50 A = 10 x In	≤ 40 A = 6 x In
Leitungsschutzschalter B-Charakteristik	5 x In	5 x In
Leitungsschutzschalter C-Charakteristik	10 x In	10 x In

Tab. 14: Abschaltfaktoren in Anlehnung an DIN VDE 0100-600 Tabelle NA. 1

Die bei der Schleifenimpedanz zum Tragen kommenden Leitungs-impedanzen kommen nur zum teilweise der Verbraucherseite, auch die Impedanzen des Netzes müssen bei der Querschnittsermittlung berücksichtigt werden. Die Werte des Netzes können vor Ort gemessen werden oder beim zuständigen Versorgungsnetzbetreiber angefragt werden.

Berechnungsbeispiel

Eine Schutzkontaktsteckdose soll in **42 m** Entfernung installiert und durch einen **B16 A** Leitungsschutzschalter geschützt werden. Für die Netzimpedanz wurde ein Wert von **0,9 Ω** ermittelt. Welcher Querschnitt ist passend für die Einhaltung der Abschaltbedingungen?

$$I_A = 5 * I_N = 5 * 16 \text{ A} = 80 \text{ A}$$

$$Z_{\text{Schleife}} \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_A} \leq \frac{2}{3} \times \frac{230 \text{ V}}{80 \text{ A}} = 1,92 \Omega$$

$$R_{\text{Leitung}} = Z_{\text{Schleife}} - Z_{\text{Netz}} = 1,92 \Omega - 0,9 \Omega = 1,02 \Omega$$

$$A = \frac{2 * l}{\rho * R_{\text{Leitung}}} = \frac{2 * 42 \text{ m}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2} * 1,02 \Omega} = 1,47 \text{ mm}^2 \Rightarrow \mathbf{1,5 \text{ mm}^2}$$

Hinweis — Mit dieser Rechnung ausschließlich die Abschaltzeit eingehalten wird. Der zulässige Spannungsfall wird mit dem berechneten Querschnitt nicht eingehalten.



4. Querschnittsermittlung entsprechend der Strombelastbarkeit

Die Strombelastbarkeit von Leitungen und Kabeln ist abhängig von folgenden Faktoren:

- Art des Leitermaterials
- Art des Isoliermaterials
- Verlegeart
- Umgebungstemperatur
- Häufung

Die Tabelle nach der DIN VDE 0298-4 bezieht sich auf eine Umgebungstemperatur von 30 °C. Für die Leiterisolierungen sind folgende maximale Betriebstemperaturen angegeben:

- 60 °C (Gummi-Isolierung)
- 70 °C (PVC-Isolierung)
- 90 °C (vernetzter Polyethylen)

Verlegeart	Beschreibung der Verlege Bedingungen
A1	Verlegung in wärme gedämmten Wänden - Aderleitungen im Rohr
A2	Verlegung in wärme gedämmten Wänden - mehradrige Leitungen und Kabel im Rohr - mehradrige Leitungen und Kabel in der Wand
B1	Verlegung in Rohren oder Kanälen - Aderleitungen im Rohr oder im Kanal an der Wand - Aderleitungen, ein- oder mehradrige Leitungen und Kabel im Rohr in der Wand oder unter Putz
B2	Verlegung in Rohren oder Kanälen - mehradrige Leitungen und Kabel im Rohr oder im Kanal auf der Wand oder auf dem Fußboden
C	Direkte Verlegung - ein- oder mehradrige Leitungen und Kabel auf der Wand oder auf dem Fußboden - mehradrige Leitungen und Kabel in der Wand oder unter Putz - Stegleitungen im Putz - ein- oder mehradriges Kabel oder ummantelt Installationsleitung mehrlagig auf einer perforierten Kabelrinne verlegt

E	Verlegung frei in der Luft - mehrdrige Leitungen und Kabel mit dem Wandabstand $a \geq 0,3 d$ (Durchmesser der Leitung) und dem Abstand $a \geq 2 d$ zu anderen Leitungen oder Kabel
----------	--

(„Rohr“ steht für Elektroinstallationsrohr
und „Kanal“ für Elektroinstallationskanal)

Tab. 15: Beschreibung der Verlegearten

Auswahl nach der Strombelastbarkeit												
PVC-isolierte Kabel, Mantelleitungen, Stegleitungen und Aderleitungen für feste Verlegung												
Bauart												
Verlegeart	A1		A2		B1		B2		C		E	
Anzahl der belasteten Adern	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Querschnitt (Cu) in mm²	Belastbarkeit in Ampere (A)											
1,5	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18,5
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	30	25
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	40	34
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	51	43
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	70	60
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	94	80
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	148	126
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	180	153
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	232	238
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	282	238
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	328	276
150	240	216	219	196	-	-	-	-	344	299	379	319
185	273	245	248	223	-	-	-	-	392	341	434	364
240	320	286	291	261	-	-	-	-	461	403	514	430
300	367	328	334	298	-	-	-	-	530	464	593	497

Tab. 16: Strombelastbarkeit von Leitungen und Kabeln (Auszug aus DIN VDE 0298-4, Tabelle 3)

Die Werte der Strombelastbarkeit (siehe Tabelle) sind Werte, die bei optimalen Bedingungen erreicht werden können. Bei schlechteren Einflüssen beispielsweise einer erhöhten Umgebungstemperatur müssen entsprechende Reduktionsfaktoren eingerechnet werden.

5. Querschnittsermittlung nach dem Kurzschlusschutz

In entsprechenden Tabellen kann Mithilfe der vorhandenen Netzimpedanz, dem Bemessungsstrom des Schutzorgans und der Art des Schutzorgans der Querschnitt und die dazu passende maximale Leitungslänge abgelesen werden. Diese Tabellen beziehen auf die DIN VDE 0100-410 und die DIN VDE 0100-430.

Es gibt Tabellen für:

- Schmelzsicherungen für Stromkreise mit 0,4 s Abschaltzeit
- Schmelzsicherung für Stromkreise mit 5 s
- Leitungsschutzschalter Typ B
- Leitungsschutzschalter Typ C

Beispiel

Netzzinnenwiderstand: 300 Milliohm

Querschnitt: 4 mm²

Bemessungsstrom: 16 A

Ausschaltzeit: 0,4 s

Aus den bekannten Werten ergibt sich eine maximale Leitungslänge von bis zu 156 m (grün dargestellt).

Nach diesem Schema kann für jede beliebige Kombination der passende Querschnitt und die maximale Leitungslänge ermittelt werden.

Querschnitt	Bemessungs- strom	erforderlicher Kurzschlussstrom	Ausschlusszeit	Netzninnenwiderstand bis zur Schmelzsicherung in Milliohm									
				10	50	100	200	300	400	500	600	700	
S mm ²	In A	I _{kerf} A	t _{as}	I _{max} in m									
1,5	6	47	0,4	159	157	156	153	150	147	144	141	137	
1,5	10	82	0,4	89	88	86	83	80	77	74	71	68	
1,5	16	109	0,4	66	64	63	60	57	54	51	48	45	
1,5	20	148	0,4	46	45	44	41	38	35	32	29	26	
2,5	10	82	0,4	148	146	144	139	134	129	123	118	113	
2,5	16	109	0,4	110	109	106	101	96	91	86	80	75	
2,5	20	148	0,4	80	78	76	71	66	61	55	50	45	
2,5	25	180	0,4	65	63	60	56	50	45	40	35	29	
4	16	109	0,4	180	176	172	164	156	148	139	131	122	
4	20	148	0,4	131	128	124	116	108	99	91	82	73	
4	25	180	0,4	107	104	100	92	83	75	66	58	49	
4	35	270	0,4	70	66	62	54	46	37	29	20	10	
4	40	315	0,4	59	56	52	44	35	27	18	9	-	
6	20	148	0,4	198	193	187	175	162	149	137	124	110	
6	25	180	0,4	162	157	151	139	126	113	100	87	74	
6	35	270	0,4	106	102	96	83	70	57	44	30	16	
6	40	315	0,4	90	86	80	67	54	41	28	14	-	
10	25	315	0,4	274	266	256	235	213	192	170	147	124	
10	35	270	0,4	181	173	163	142	120	98	57	51	27	
10	40	315	0,4	155	147	136	115	93	70	47	23	-	
10	50	470	0,4	102	94	83	62	39	16	-	-	-	
10	63	550	0,4	86	78	68	46	23	-	-	-	-	
10	80	850	0,4	53	45	35	13	-	-	-	-	-	
16	35	270	0,4	289	276	260	226	191	155	119	82	44	
16	40	315	0,4	247	234	217	183	148	112	75	37	-	
16	50	470	0,4	164	151	134	99	63	26	-	-	-	
16	63	550	0,4	139	126	109	74	38	-	-	-	-	
16	80	850	0,4	88	74	57	22	-	-	-	-	-	
16	100	1020	0,4	72	59	42	5	-	-	-	-	-	
16	125	1500	0,4	46	33	16	-	-	-	-	-	-	

Tab. 17: Zulässige Grenzlängen für Schmelzsicherungen (DIN VDE 0636-1)

8.7. — Beispiel Planung 1

Für eine Kontrolle der eigenen Planung und Auslegung der Anlage hilft die grafische Überprüfung aller bekannten Ströme. Anhand der nachstehenden Grafiken sind die Zusammenhänge eines Leitungsschutzschalter 16 A mit der Charakteristik B in Kombination mit einer Kupferleitung und einem Querschnitt von 1,5 mm² sowie zwei belasteten Adern zu erkennen.

Die Kennlinie der zulässigen Belastbarkeit der Leitung bezieht sich auf eine Leitung mit PVC-Isolierung bei einer Umgebungstemperatur von 30 °C und bei Verlegebedingungen der Verlegeart C.

I_B Betriebsstrom

I_n Nennstrom

I_z Zulässige Strombelastbarkeit Strombelastbarkeit der Leitung

Leitungsschutzschalter $I_n = 16 \text{ A}$

B-Charakteristik

6 kA Schaltvermögen

Energiebegrenzungs-kategorie 3

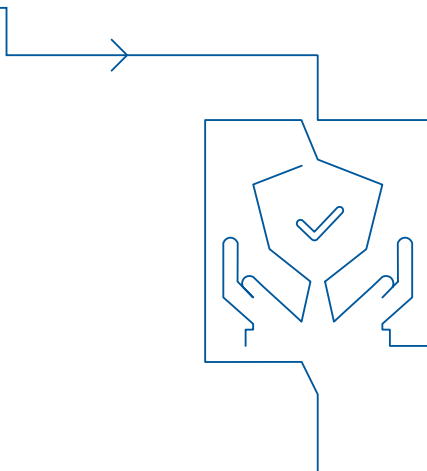
50 Hz

230/400 V

30 °C Umgebungstemperatur

Verlegeart: C

Leiterquerschnitt: 1,5 mm²



B16 + Leiter 1,5 mm² (2 belastete Leiter)
PVC-Leiterisolierung
Umgebungstemperatur 30°C

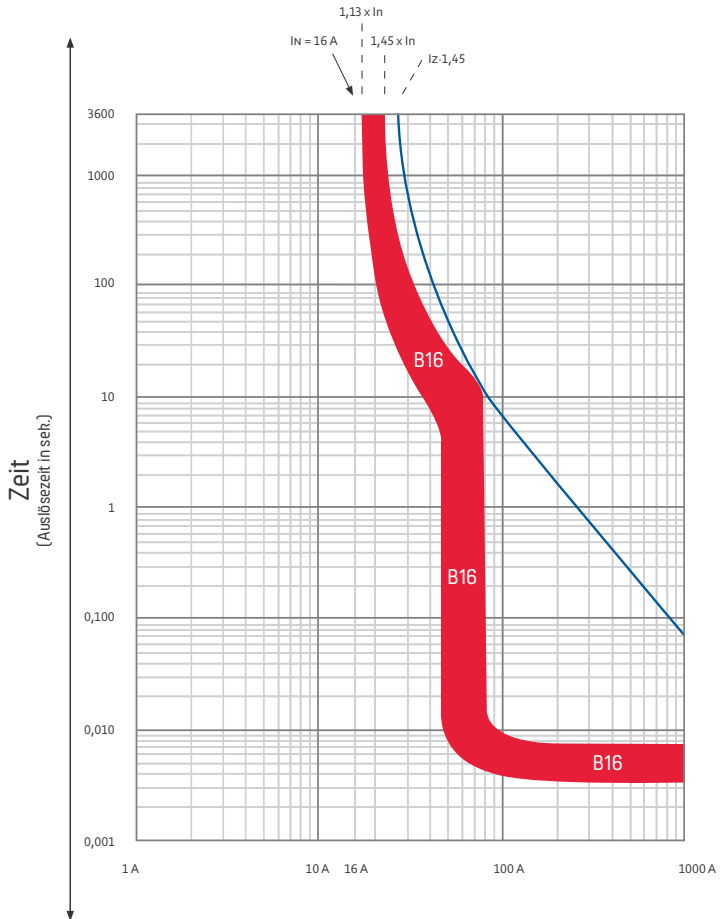


Abb. 12: Kennlinie Beispiel Planung 1

8.8. — Beispiel Planung 2

Anhand der nachstehenden Grafiken sind die Zusammenhänge eines Leitungsschutzschalter 16 A mit der Charakteristik B in Kombination mit einer Kupferleitung mit einem Querschnitt von $2,5 \text{ mm}^2$ und zwei belasteten Adern zu erkennen.

Die Kennlinie der zulässigen Belastbarkeit der Leitung bezieht sich auf eine Leitung mit PVC-Isolierung bei einer Umgebungstemperatur von $30 \text{ }^\circ\text{C}$ und bei Verlegebedingungen der Verlegeart C.

I_B Betriebsstrom

I_n Nennstrom

I_z Zulässige Strombelastbarkeit Strombelastbarkeit der Leitung

Leitungsschutzschalter $I_n = 16 \text{ A}$

B-Charakteristik

6 kA Schaltvermögen

Energiebegrenzungsklasse 3

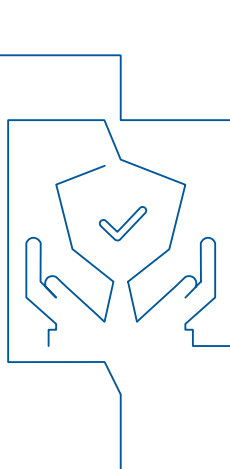
50 Hz

230/400 V

$30 \text{ }^\circ\text{C}$ Umgebungstemperatur

Verlegeart: C

Leiterquerschnitt: $2,5 \text{ mm}^2$



B16 + Leiter 2,5 mm² (2 belastete Leiter)
PVC-Leiterisolierung
Umgebungstemperatur 30°C

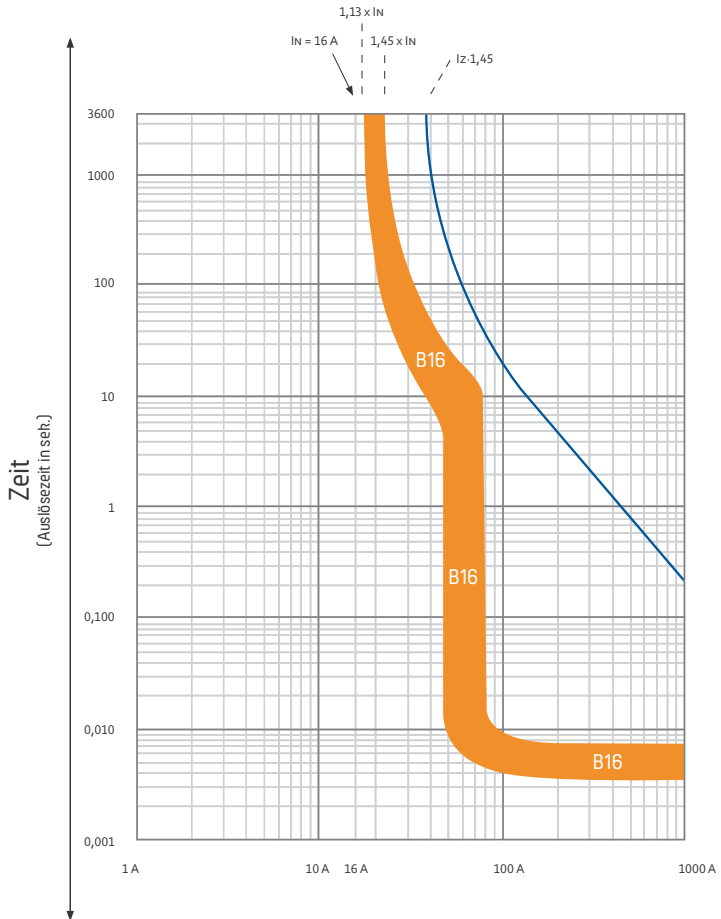


Abb. 13: Kennlinie Beispiel Planung 2

8.9. — Beispiel Planung 3

Anhand der nachstehenden Grafiken sind die Zusammenhänge eines Leitungsschutzschalter 16 A mit der Charakteristik B in Kombination mit einer Kupferleitung mit einem Querschnitt von $2,5 \text{ mm}^2$ und drei belasteten Adern zu erkennen.

Die Kennlinie der zulässigen Belastbarkeit der Leitung bezieht sich auf eine Leitung mit PVC-Isolierung bei einer Umgebungstemperatur von $30 \text{ }^\circ\text{C}$ und bei Verlegebedingungen der Verlegeart C.

I_B Betriebsstrom

I_n Nennstrom

I_z Zulässige Strombelastbarkeit Strombelastbarkeit der Leitung

Leitungsschutzschalter $I_n = 16 \text{ A}$

B-Charakteristik

6 kA Schaltvermögen

Energiebegrenzungsklasse 3

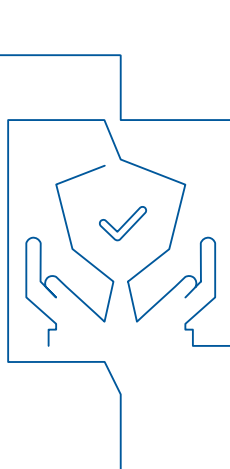
50 Hz

230/400 V

$30 \text{ }^\circ\text{C}$ Umgebungstemperatur

Verlegeart: C

Leiterquerschnitt: $2,5 \text{ mm}^2$



B16 + Leiter 2,5 mm² (3 belastete Leiter)
 PVC-Leiterisolierung
 Umgebungstemperatur 30°C

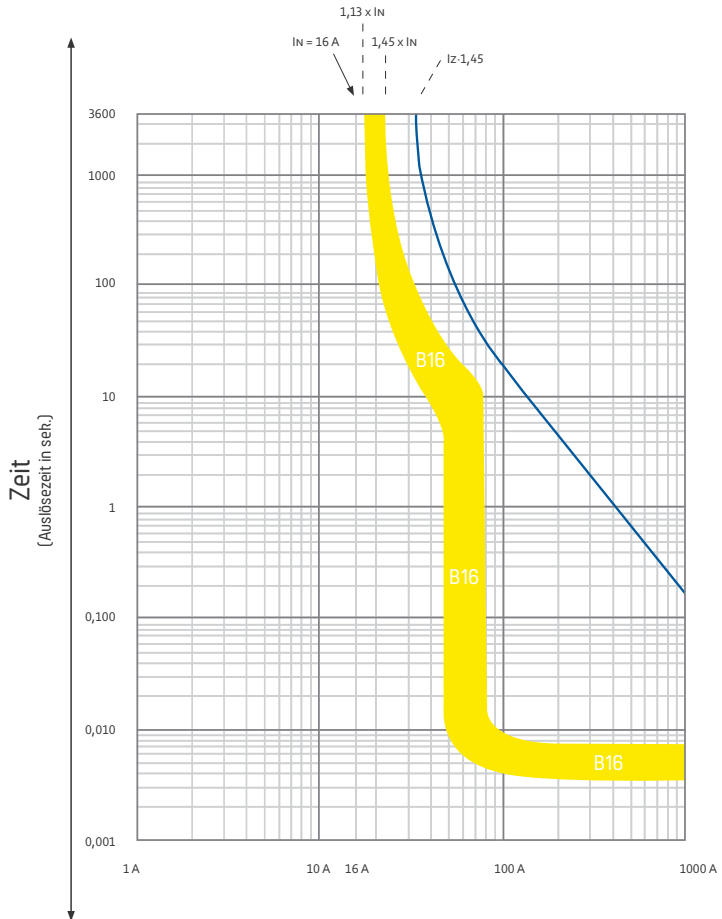


Abb. 14: Kennlinie Beispiel Planung 3

8.10. — Backup Schutz/Selektivität

Backup-Schutz

Leitungsschutzschalter haben nur eine begrenzte Kurzschlussabschaltleistung. Überschreitet der unbeeinflusste Kurzschlussstrom den Wert, den der LS-Schalter selber abschalten oder schadenfrei überstehen kann, ist als Schutz für den Leitungsschutzschalter eine Schmelzsicherung als Vorsicherung nötig. Das vorgeschaltete Schutzorgan schützt somit den nachgeordneten Leitungsschutzschalter vor zu hohen Kurzschlussströmen und wird als Backup-Schutz bezeichnet.

Backup-Schutz kann mit Schmelzsicherungen, Hauptleitungsschutzschaltern und Leistungsschaltern in Verbindung mit einem nachgeschalteten LS-Schalter erreicht werden. Maßgebend für die Grenze des Backup-Schutzes ist das Schaltvermögen der betrachteten Kombination. Entsprechende Angaben (Tabellen oder Kennlinien) werden von den Herstellern gemacht.

Selektivität

Die Selektivität zwischen Schutzeinrichtungen ist eine wichtige Eigenschaft, die bei der Auslegung von Elektroinstallationen berücksichtigt werden muss. Ziel der Selektivität ist es, Fehlerfolgen zu minimieren. Nur der fehlerhafte Stromkreis soll abgeschaltet werden, während die übrigen in Betrieb bleiben. Überstromselektivität von zwei Überstromschutzeinrichtungen in Reihe besteht, wenn die Schutzeinrichtung auf der Lastseite den Schutz übernimmt, ohne dass die Schutzeinrichtung auf der Einspeiseseite anspricht.

In einer Verteileranlage können zwei Arten von Überstromfehlern angetroffen werden:

- Überlast,
- Kurzschluss.

Im Allgemeinen werden Überströme zwischen dem 1,1- und 10-fachen Wert des Betriebsstroms als Überlast bezeichnet. Dabei handelt es sich um Kurzschlüsse, die in möglichst kurzer Zeit abgeschaltet werden müssen.

Für die Ermittlung der Selektivität werden sowohl die Strom-Zeit-Kennlinien als auch die I^2t -Kennlinien betrachtet. Solange die Kennlinie der nachgeschalteten Überstromschutzeinrichtung unter der, der vorgeschalteten liegt, besteht Selektivität. Wenn diese Bedingung über den gesamten Kennlinienbereich erfüllt wird (kein Schnittpunkt der Kennlinien), wird von voller Selektivität gesprochen.

Ansonsten besteht Teilselktivität bis zum Schnittpunkt. Liegt der Schnittpunkt oberhalb des maximal möglichen Kurzschlussstroms in der Anlage, ist für diese Anlage die Selektivität gewährleistet.

Strom-Selektivität

Die Ansprechwerte von nachgeschalteten Schutzorganen werden durchgängig gestaffelt. Abhängig von bestimmten Bedingungen ist volle Selektivität oder Teilselktivität gegeben. Für die volle Selektivität muss das Ausschaltverhalten kleiner und grösser 0.1 Sekunden separat betrachtet werden. Bei hohen Kurzschlussströmen ist die Durchlassenergie (I^2t) maßgebend für die Selektivitätsbetrachtung, wobei bei kleineren Kurzschlussströmen die Auslösekennlinien verglichen werden können.

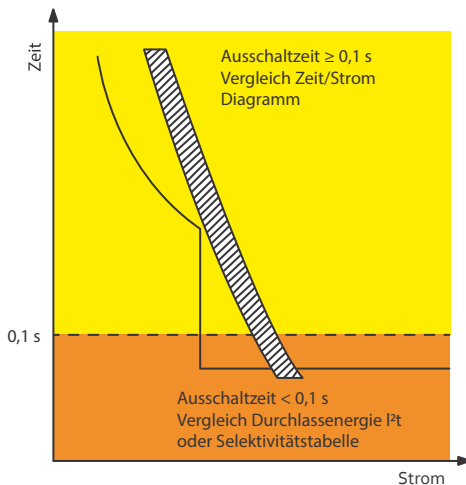


Abb. 15:

Strom-Selektivität

Ausschaltzeit ≥ 0.1 Sekunde

Die Selektivitätsbetrachtung erfolgt anhand des Kennlinienvergleichs im Strom/Zeit Diagramm. Dabei ist zu beachten, dass sich die Kennlinien nicht überschneiden und ein genügend großer Abstand dazwischen liegt (für die Toleranz).

Ausschaltzeit < 0.1 Sekunde

Bei großen Kurzschlussströmen ist die Durchlass-, Ansprech- oder Schmelzenergie maßgebend. Die Werte werden durch aufwändige Prüfungen ermittelt und zur Vereinfachung stehen dem Planer diverse Koordinationstabellen zur Verfügung.

Selektivität Sicherung zu Sicherung

Selektivität von Sicherungen der Charakteristik gG zueinander ist relativ einfach zu erreichen. Es muss nur darauf geachtet werden, dass die Abstufung der Bemessungsströme im Verhältnis 1:1,6 (zwei Bemessungsstromstufen) erfolgt.

Beispiel

Vorsicherung: gG 63 A

Sicherung nachgeschaltet: gG 35 A

Diese Kombination verhält sich selektiv.

Begrenzung der Durchlassenergie $[I^2t]$ und Selektivität beim Einsatz von Leitungsschutzschaltern in Reihe mit Schmelzsicherungen

Kennlinie 1 zeigt die Durchlassenergie einer vollen, unbeeinflussten Halbwellen bei Kurzschluss. Diese sehr hohe Durchlassenergie führt dazu, dass die Leiterquerschnitte 1,5 mm² (Kennlinie 3) und 2,5 mm² (Kennlinie 4) bei Kurzschluss zerstört werden. Die Kennlinie 2 (unser Leitungsschutzschalter B16) zeigt bei Leitungsschutzschaltern mit 6 kA Kurzschlussausschaltleistung einen Durchlasswert von 21.500 A²s. Zulässig ist ein Durchlasswert von 35.000 A²s.

Bei der Leitungsschutzschalter-Reihe mit 10 kA Kurzschlussabschaltleistung erreichen wir einen Durchlasswert von ca. 35.000 A²s. Die Gerätenorm lässt hier jedoch einen Wert von 70.000 A²s zu. Durch die hohe Begrenzung der Durchlassenergie werden Leiterquerschnitte von 1,5 mm² und 2,5 mm² effektiv geschützt. Die Kennlinien für Schmelzsicherungen 25 A und 35 A (häufig als Zählervorsicherung verwendet), zeigen an den Schnittpunkten, bis zu welchem Kurzschlussstrom sich die MCBs und die Sicherungen selektiv verhalten. Die Schmelzsicherung mit Nennstrom 63 A wird meist von den EVUs im Hausanschlusskasten eingesetzt. Die höchst zulässige Backup Sicherung hat den Nennstrom 125 A. Auch diese Kennlinie ist eingezeichnet.

Anmerkung: Bei den Kennlinien wurde die untere Sicherheitskennlinie eingezeichnet. Die tatsächliche Selektivität liegt höher. Die Streuung nach oben beträgt ca. 10%.

1. volle Halbwelle (10 ms)
 2. Durchlasskennlinie B16
 3. zulässige Leiterbelastung 1,5 mm²
 4. zulässige Leiterbelastung 2,5 mm²
- * Sicherungen Charakteristik gL/gG

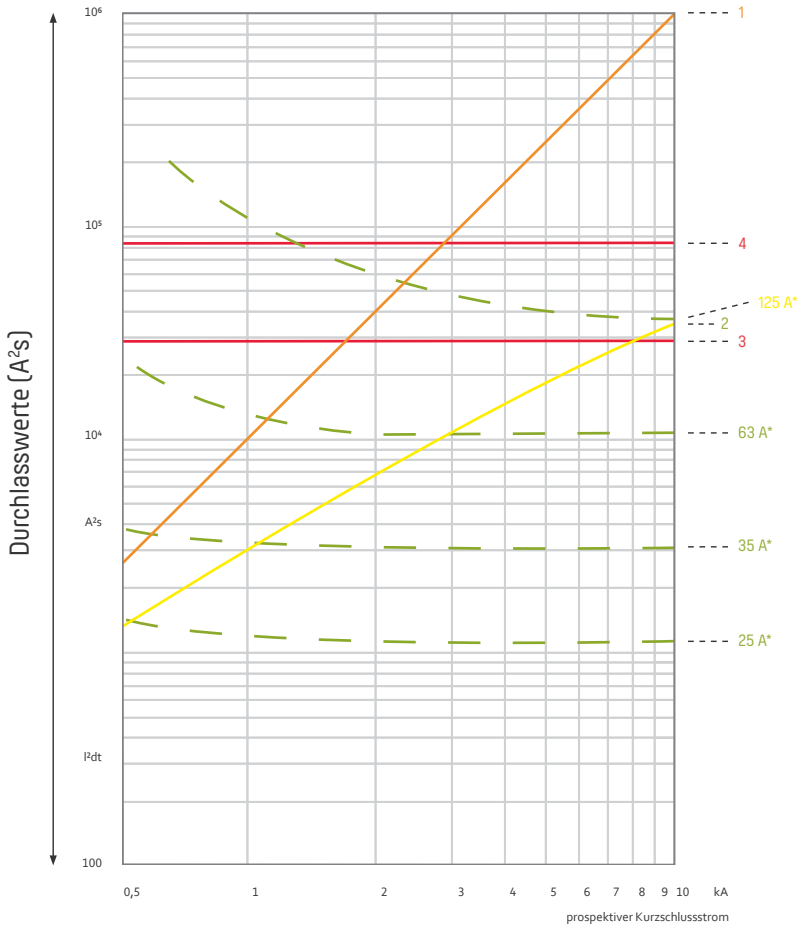


Abb. 16: Durchlassenergie

Selektivität zu Sicherungen (vor-/nachgeschaltet)

Für die Selektivitätsbetrachtungen von LS-Schaltern zu vorgeschalteten Sicherungen sind die von uns Verfügung gestellten Tabellen zu berücksichtigen.

Leitungsschutzschalter 10 kA der Ausführung DLS 6i: Kurzschlussselektivität zu Sicherungen in kA

		Bemessungsstrom In (A)														
Auslöse- Charakteristik	B	6	10	13	16	20	25	32	40	50	63					
	C	6/8	10	13	16	20	25	32	40	50	63	63	63	63	63	
In (A)		0,85	0,8	0,8	0,75	0,7	0,6								1.)	
NH-Schmelzsicherung Charakteristik gI/gG nach DIN VDE 0636	D	0,7	0,6	0,6	0,65	0,6	0,55									
	25	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,2	1,1	0,8							
	35	1,3	1,3	1,25	1,2	1,2	1,0	0,9	0,7							
	50	2,4	2,35	2,3	2,3	2,2	1,9	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9		
	63	3,5	3,3	3,2	3,2	3,0	2,6	2,5	2,1	2,0	1,8	1,7	1,5	1,3	1,6	1,4
	80	5,0	4,8	4,7	4,6	4,3	3,6	3,4	2,8	2,5	2,5	2,1	2,4	2,0	2,3	2,9
	100	7,6	7,3	7,1	7,0	6,5	5,1	4,0	3,9	3,4	3,5	2,9	2,5	2,4	3,1	2,6
125	10	10	10	10	10	8,7	8,8	6,9	6,8	5,4	4,9	4,5	3,8	4,1	3,5	

1.) Oberhalb der Stufenlinie ist Überlast-Selektivität nicht mehr gegeben.

Tab. 18: Selektivität DLS 6i zu gI/gG

Leitungsschutzschalter 6 kA der Ausführungen DLS 6h und DLS 6hsl:
Kurzschlussselektivität zu Sicherungen in kA

		Bemessungsstrom In (A)										
Auslöse- Charakteristik	B	3,3	10	13	16	20	25	32				
	C	2,4	10	13	16	20	25	32	32	32	32	32
In (A)		0,85	0,8	0,8	0,75	0,7	0,6					1.)
NH-Schmelzsicherung Charakteristik gI/gG nach DIN VDE 0636	D	0,7	0,7	0,7	0,65	0,6	0,55					
	25	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	
	35	1,3	1,3	1,25	1,2	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	
	50	2,4	2,35	2,3	2,3	2,2	1,9	1,6	1,5	1,5	1,4	
	63	3,5	3,3	3,2	3,2	3,0	2,6	2,5	2,1	2,4	2,0	
80	5,0	4,8	4,7	4,6	4,3	3,6	3,4	2,8	3,3	2,8		
100						6,0	5,0	5,1	4,0	5,0	3,9	

1.) Oberhalb der Stufenlinie ist Überlast-Selektivität nicht mehr gegeben.

Tab. 19: Selektivität DLS 6 h/DLS 6 hsl zu gI/gG

Selektivität zu anderen LS-Schaltern

Bei zwei in Reihe geschalteten LS-Schaltern besteht Selektivität im Allgemeinen bis zur Untergrenze des Sofortauslösbereichs des vorgeschalteten LS-Schalters. Diese Grenze liegt deutlich unterhalb der in den Anlagen möglichen Kurzschlussströme. Eine Selektivitätsauslegung mithilfe von LS-Schaltern ist daher nicht zu empfehlen.

		Kurzschlussselektivität LS und LS in A								
		Nennstrom in (A)								
Auslöse- charakterist in (A)	B	6	10	13	16	20	25	32	40	
	C	6	10	13	16	20	25	32	40	
	D	6	10	13	16	20	25	32	40	40
Leitungsschutzschalter D-Charakteristik in (A) Einspeiseschalter	20	250 250 250	250 250 250	250 250 250						
	25	300 300 300	300 300 300	300 300 300	300 300 300					
	32	400 400 400	400 400 400	400 400 400	400 400 400	400 400 400				
	40	500 500 500	500 500 500	500 500 500	500 500 500	500 500 500	500 500 500			
	50	630 630 630	630 630 630	630 630 630	630 630 630	630 630 630	630 630 630	630 630 630		
	63	800 800 800	800 800 800	800 800 800	800 800 800	800 800 800	800 800 800	800 800 800	800 800 800	800 800 800

Tab. 20: Selektivität LS zu LS



**Nachgeordneter
Leitungsschutzschalter**

Vorgeordneter Einspeiseschalter MCB

10 kA	Nenn- strom	Vorgeordneter Einspeiseschalter MCB				
		NZMN-2 100 (DFL 8 100 A)	NZMN-2 125 (DFL 8 125 A)	NZMN-2 160 (DFL 8 160 A)	NZMN-2 200 (DFL 8 200 A)	NZMN-2 250 (DFL 8 250 A)
B-Charak- teristik	6	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	10	10
	16	10	10	10	10	10
	20	10	10	10	10	10
	25	10	10	10	10	10
	32	8	8	8	8	10
	40	7	7	7	7	10
	50	6	6	6	6	10
	63	6	6	6	6	10
C-Charak- teristik	6	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	10	10
	16	10	10	10	10	10
	20	10	10	10	10	10
	25	10	10	10	10	10
	32	8	8	8	8	10
	40	7	7	7	7	10
	50	6	6	6	6	10
	63	6	6	6	6	10
D-Charak- teristik	6	T	T	T	T	T
	10	10	10	10	10	10
	16	10	10	10	10	10
	20	10	10	10	10	10
	25	10	9	9	9	10
	32	8	8	8	8	9
	40	7	7	7	7	8
	50	6	6	6	6	7
	63	6	6	6	6	7

10 = Selektivität bis zu Kurzschlussstrom von 10 kA nach IEC 60947
Ue = 400-415V AC

Tab. 21:

Selektivität LS zu Leistungsschalter NZMN-2

Beispiele für Selektivität

Totale Selektivität

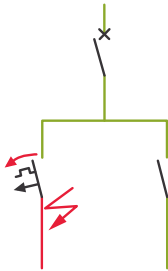


Abb. 17 Darstellung Überlastselektivität

Darstellung einer Überlastselektivität von zwei in Reihe geschalteten Überstromschutzeinrichtungen, es löst immer nur das Schutzorgan aus, das dem Fehlerfall zur Lastseite am nächsten liegt.

Teilelektivität

bezeichnet man die Überstromselektivität von zwei Überstromschutzeinrichtungen, die in Reihe geschaltet sind. In diesem Fall übernimmt bis zu einem gewissen Überstromwert die Schutzeinrichtung auf der Lastseite den Schutz, ohne ein Wirksamwerden des vorgeschalteten Schutzorgans.

Bei kleinen Kurzschlussströmen löst ebenfalls nur das Schutzorgan aus, das dem Fehlerort am nächsten liegt. Erst, wenn der Kurzschlussstrom über der Selektivitätsgrenze liegt, löst außerdem das vorgeschaltete Schutzorgan parallel aus. Übersteigen die Kurzschlussströme das Schaltvermögen des Schutzgeräts, ist so sichergestellt, dass das vorgeordnete Schutzorgan den Backup-Schutz übernimmt.

Liegt der Kurzschluss am Verbraucher, ist bedingt durch niedrige Kurzschlussströme eine Selektivität gegeben.

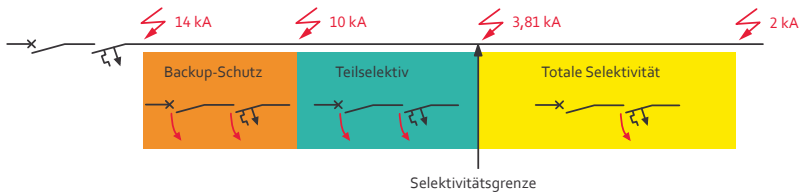


Abb. 18: Darstellung Teilselektivität

Beispiel für Backup Schutz

Darstellung des Backup-Schutzes, wenn die Höhe eines Kurzschlussstromes das Schaltvermögen des Schutzgeräts übersteigt. Für eine sichere Abschaltung übernimmt das vorgeschaltete Schutzelement die Begrenzung des Kurzschlussstroms. Bei einem Fehler in Form eines Kurzschlusses lösen in der Regel beide Schutzelemente aus.

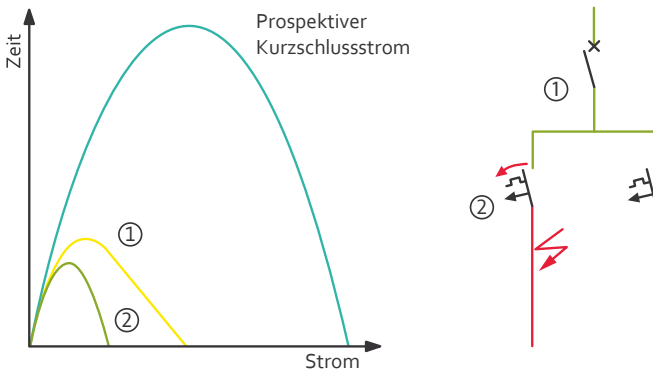


Abb. 19: Darstellung Backup Schutz

Tipp

Häufig ist der Backup-Schutz schon vorhanden, beispielsweise durch die Vorsicherung der Unterverteilung oder einer Gruppenvorsicherung für den RCD, dennoch sollte dieses im Einzelfall geprüft werden.

Durchlasskennlinien B-Charakteristik

- | | | |
|--------|--------|--------|
| 1. B63 | 8. B13 | 15. B2 |
| 2. B50 | 9. B10 | 16. B1 |
| 3. B40 | 10. B8 | |
| 4. B32 | 11. B6 | |
| 5. B25 | 12. B5 | |
| 6. B20 | 13. B4 | |
| 7. B16 | 14. B3 | |

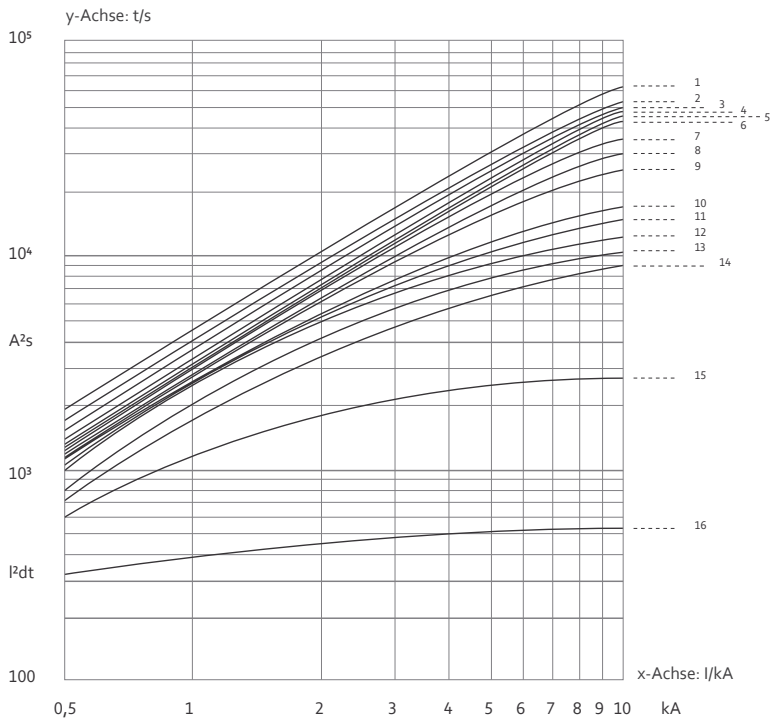


Abb. 20: Durchlasskennlinien B-Charakteristik

Durchlasskennlinien C-Charakteristik

- | | | |
|--------|--------|--------|
| 1. C63 | 8. C13 | 15. C2 |
| 2. C50 | 9. C10 | 16. C1 |
| 3. C40 | 10. C8 | |
| 4. C32 | 11. C6 | |
| 5. C25 | 12. C5 | |
| 6. C20 | 13. C4 | |
| 7. C16 | 14. C3 | |

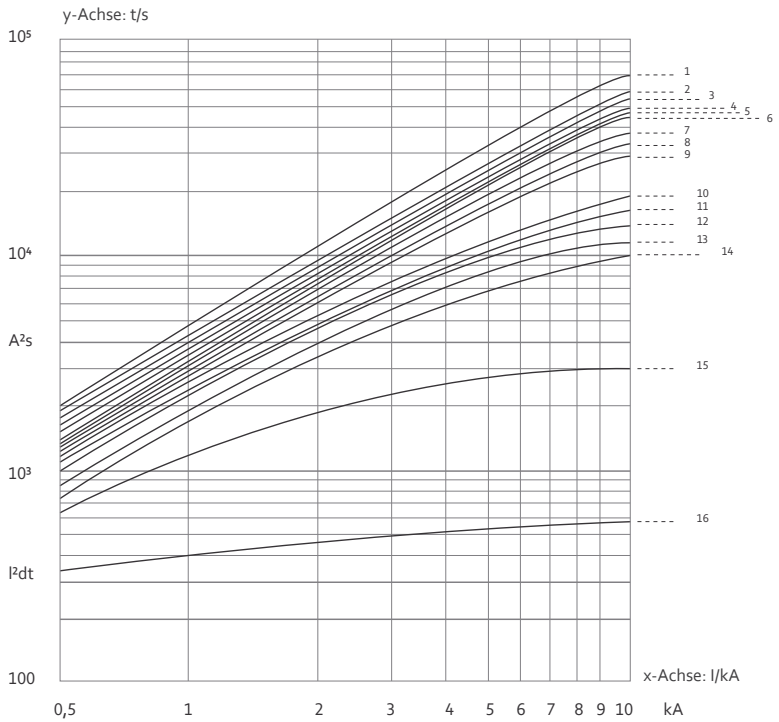


Abb. 21: Durchlasskennlinien C-Charakteristik

8.11. — Erhöhte Umgebungstemperatur/Derating

Belastbarkeit von Leitungsschutzschaltern in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur Auslösecharakteristik B, C und D

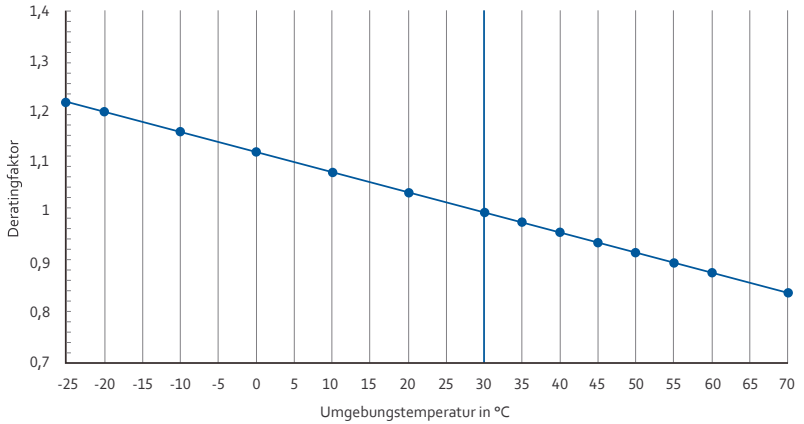


Abb. 22: Derating B, C, D Charakteristik

Belastbarkeit von Leitungsschutzschaltern in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur Auslösecharakteristik K und Z

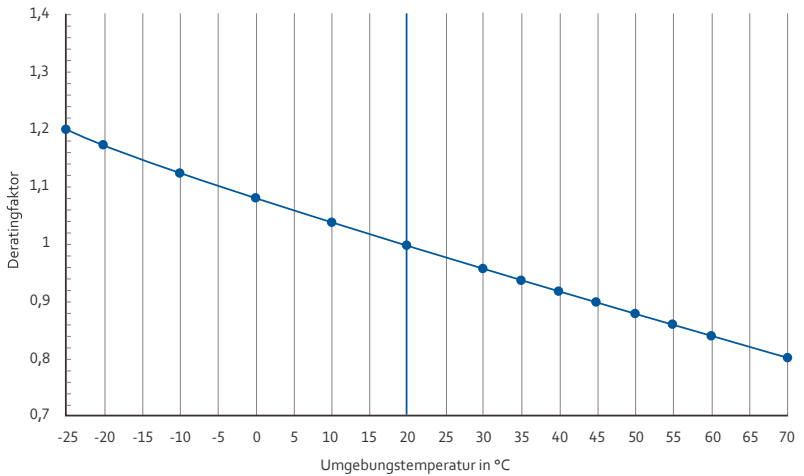


Abb. 23: Derating K, Z Charakteristik

Auf die Belastbarkeit (horrigierte Werte) für die Charakteristiken B, C und D.

	Umgebungstemperatur T [°C]													
	-25	-20	-10	0	10	20	30	35	40	45	50	55	60	70
I_n [A]														
0,3	0,37	0,36	0,35	0,35	0,32	0,31	0,3	0,29	0,29	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25
0,5	0,61	0,60	0,58	0,58	0,54	0,52	0,5	0,49	0,48	0,48	0,46	0,45	0,44	0,42
0,8	0,98	0,96	0,93	0,93	0,86	0,83	0,8	0,78	0,77	0,77	0,74	0,72	0,70	0,67
1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8
1,6	2,0	1,9	1,9	1,9	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3
2,0	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
2,5	3,1	3,0	2,9	2,9	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1
3,0	3,7	3,6	3,5	3,5	3,2	3,1	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5
3,5	4,3	4,2	4,1	4,1	3,8	3,6	3,5	3,4	3,4	3,4	3,2	3,2	3,1	2,9
4	4,9	4,8	4,6	4,6	4,3	4,2	4	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4
5	6,1	6,0	5,8	5,8	5,4	5,2	5	4,9	4,8	4,8	4,6	4,5	4,4	4,2
6	7,3	7,2	7,0	7,0	6,5	6,2	6	5,9	5,8	5,8	5,5	5,4	5,3	5,0
8	9,8	9,6	9,3	9,3	8,6	8,3	8	7,8	7,7	7,7	7,4	7,2	7,0	6,7
10	12	12	12	12	11	10	10	9,8	9,6	9,6	9,2	9,0	8,8	8,4
13	16	16	15	15	14	14	13	13	12	12	12	12	11	11
16	20	19	19	19	17	17	16	16	15	15	15	14	14	13
20	24	24	23	23	22	21	20	20	19	19	18	18	18	17
25	31	30	29	29	27	26	25	25	24	24	23	23	22	21
32	39	38	37	37	35	33	32	31	31	31	29	29	28	27
40	49	48	46	46	43	42	40	39	38	38	37	36	35	34
50	61	60	58	58	54	52	50	49	48	48	46	45	44	42
63	77	76	73	73	68	66	63	62	60,5	60	58	57	55,4	53

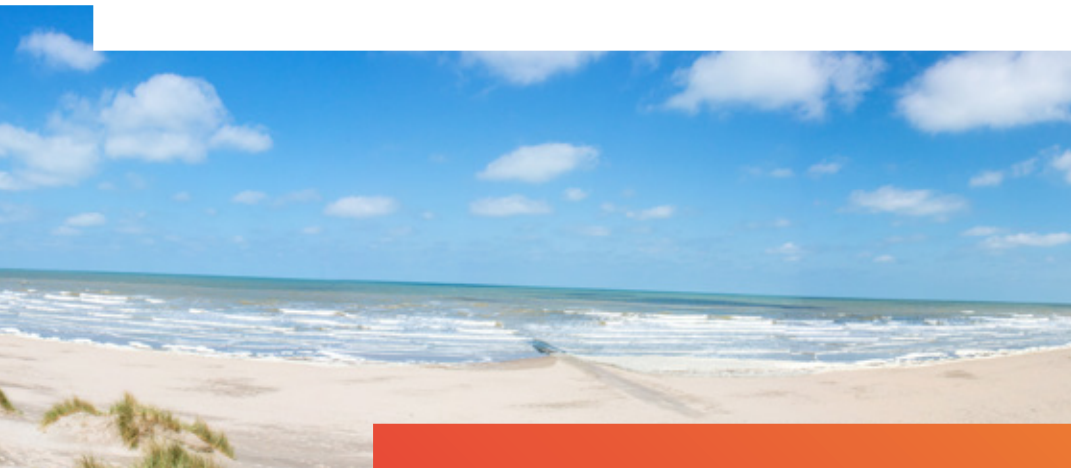
Tab. 22: B, C, D Charakteristik korrigierte Werte



Auf die Belastbarkeit (korigierte Werte) für die Charakteristiken K, Z.

	Umgebungstemperatur T [°C]														
	-25	-20	-10	0	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70
I_n [A]															
0,30	0,36	0,35	0,34	0,32	0,31	0,300	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24
0,50	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52	0,50	0,49	0,47	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,40
0,80	0,96	0,93	0,90	0,86	0,83	0,80	0,78	0,77	0,75	0,74	0,72	0,70	0,69	0,67	0,64
1,00	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
1,60	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
2,00	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6
2,50	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0
3,00	3,6	3,5	3,4	3,2	3,1	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5	2,4
3,50	4,2	4,1	3,9	3,8	3,6	3,5	3,4	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8
4	4,8	4,6	4,5	4,3	4,2	4	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,4	3,2
5	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	4,0
6	7,2	7,0	6,7	6,5	6,2	6	5,9	5,8	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2	5,0	4,8
8	9,6	9,3	9,0	8,6	8,3	8	7,8	7,7	7,5	7,4	7,2	7,0	6,9	6,7	6,4
10	12	12	11	11	10	10	9,8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,8	8,6	8,4	8,0
13	16	15	15	14	14	13	13	12	12	12	12	11	11	11	10
16	19	19	18	17	17	16	16	15	15	15	14	14	14	13	13
20	24	23	22	22	21	20	20	19	19	18	18	18	17	17	16
25	30	29	28	27	26	25	25	24	24	23	23	22	22	21	20
32	38	37	36	35	33	32	31	31	30	29	29	28	28	27	26
40	48	46	45	43	42	40	39	38	38	37	36	35	34	34	32
50	60	58	56	54	52	50	49	48	47	46	45	44	43	42	40
63	76	73	71	68	66	63	62	60	59	58	57	55	54	53	50

Tab. 23: K, Z Charakteristik korrigierte Werte



Derating bei aneinandergereihten Leitungsschutzschaltern

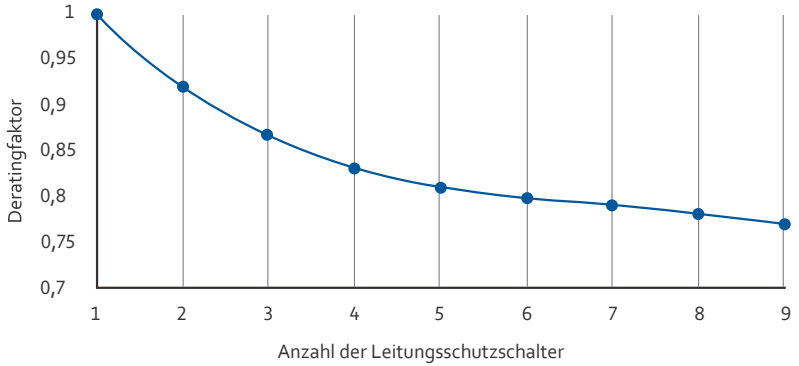


Abb. 24: Derating aneinander gereichte LS

Belastbarkeit bei aneinandergereihten Leitungsschutzschaltern

Die untenstehende Tabelle gibt den Korrekturfaktor (K) bei gegenseitiger thermischer Beeinflussung von nebeneinander montierten Leitungsschutzschaltern bei Bemessstrom an.

Anzahl von Leitungsschutzschaltern (1)	Korrekturfaktor (K)
1	1,0
2	0,92
3	0,87
4	0,84
5	0,81
6	0,80
7	0,79
8	0,78
9	0,77

(1) gilt für 1-, 2-, 3-, 4-, 1+N, 3+N-polige Geräte

Tab. 24: Derating aneinander gereichte LS

8.12. — Freiauslösung

Leitungsschutzschalter können durch den Anwender nicht blockiert werden! Die Leitungsschutzschalter sind konstruktiv mit einer Mechanik zur Freiauslösung versehen. Unter Freiauslösung bezeichnet man einen Mechanismus, genauer eine Schutzfunktion, die das von außen unbeeinflussbare bzw. unblockierbare Auslösen eines Leitungsschutzschalters gewährleistet. Die Freiauslösung ermöglicht ein Auslösen, auch wenn der Schalterantrieb von Hand in der Einschaltstellung festgehalten wird.

In diesen Fall ist der Ablauf folgendermaßen:

Beim Einschalten wird der Stromkreis geschlossen, liegt der Fehler weiterhin vor, wird dieser erneut erkannt und der Leitungsschutzschalter löst aus, auch wenn der Schalter noch in der Ein-Stellung fest gehalten wird.

Auch wenn das Bimetall sich nach dem letzten Fehler noch nicht genügend abgekühlt hat, sodass es noch im Auslösebereich liegt, löst der Schutzschalter ebenfalls sofort aus, unabhängig ob der Fehler noch vorliegt oder nicht.

8.13. — Bimetall-Auslöser (verzögerter Auslöser)

Thermobimetalle bestehen aus zwei oder mehreren Schichten von Metallen (Komponenten), die voneinander abweichende Temperaturendeckungskoeffizienten besitzen und durch Pressschweißung untrennbar miteinander verbunden sind. Wird ein Thermobimetall erwärmt, so ist die Metallkomponente mit der größeren Wärmeausdehnung (aktive Komponente) bestrebt, sich mehr auszudehnen als die andere Komponente (passive Komponente). Die Differenz der verschiedenen Ausdehnungen verursacht eine Krümmung des Thermobimetalls.



Abb. 1



Abb. 2

Abb. 25: Darstellung Bimetall

In **Abb. 1** sind zwei Metalle mit unterschiedlicher Wärmeausdehnung dargestellt.

Abb. 2 zeigt die beiden obigen Metalle, die untrennbar miteinander verbunden sind bei Wärmeeinwirkung. Durch die unterschiedliche Wärmeausdehnung wird die Materialkombination rund verformt.

Bimetalle können auf unterschiedliche Weise erwärmt werden:

- Konvektionsstrahlung
- direkten Stromdurchfluss
- indirekte Beheizung (Heizleiter).

Durch Paarung entsprechender Komponenten erhält man Bimetalle mit verschiedener spezifisch thermischer Ausbiegung (unterschiedliche Ausbiegung bei gleicher Temperatur).

In elektrischen Schaltgeräten (Leitungsschutzschaltern) werden die Bimetalle meist durch den direkten Stromdurchfluss erwärmt. Dies gilt für LS mit einem Bemessungsstrom von ca. 10 – 63 A. Die kleineren Bemessungsströme werden überwiegend indirekt, durch aufgebrachte Heizleiter erwärmt. In Leitungsschutzschaltern werden diese Thermobimetalle fast immer in „Streifenform“ verwendet. Die Bimetalle werden dabei einseitig befestigt. Das freie Ende wird direkt zum Auslösen der Entklinkungsmechanik verwendet.

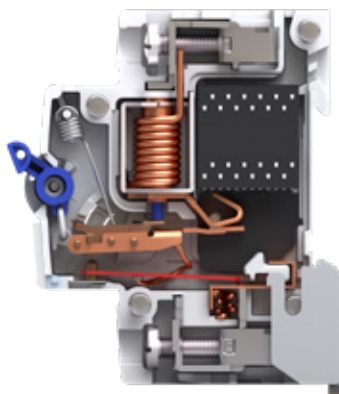


Abb. 26: Position Bimetall im LS

Charakteristik	Thermische Auslösung	Verwendung
B, C, D	1,13...1,45 * Bemessungsstrom	Leitungsschutz: B) Stromkreise mit Verbrauchern ohne hohe Einschaltspitzen, das heißt ohmsche Verbraucher wie zum Beispiel Heizgeräte C) Stromkreise mit vorwiegend induktiven Verbrauchern, die Stromspitzen erzeugen können, wie beispielsweise TV-Geräte oder Steckdosenstromkreise, bei denen die später angeschlossenen Verbraucher wechselnd sind. D) Stromkreise mit Transformatoren oder Kondensatoren, in denen im Einschaltmoment extreme Stromspitzen entstehen können.
K	1,05...1,2 * Bemessungsstrom	Für Stromkreise in denen Verbraucher mit der Anforderung an eine sensiblere Überlastauslösung verbaut sind, dieses findet Anwendung in Drehstromkreisen (Motoren- und Transformatorlastkreisen)
Z	1,05...1,3 * Bemessungsstrom	Für Stromkreise mit elektronischen Lasten (Halbleiterelemente) oder bei hohen Impedanzen.

Tab. 25: Thermische Auslösung

8.14. — Elektromagnetischer Auslöser

Der elektromagnetische Auslöser im Leitungsschutzschalter realisiert die praktisch unverzögerte Auslösung im Kurzschlussfall. Der Strom, der durch den Leitungsschutzschalter getragen wird, fließt durch eine Spule innerhalb des Schutzorgans. Steigt der Strom eines Kurzschlusses stark an, erhöht sich daraufhin auch unverzögert das Magnetfeld, woraufhin ein Schlaganker gegen das Schaltwerk schlägt und somit die Kontakte des Leitungsschutzschalters trennt.

Charakteristik	Kurzschlussauslösung	Verwendung
B	3...5 * Bemessungsstrom	Leitungsschutz: Stromkreise mit Verbrauchern ohne hohe Einschaltspitzen, das heißt ohmsche Verbraucher wie zum Beispiel Heizgeräte.
C	5...10 * Bemessungsstrom	Leitungsschutz: Stromkreise mit vorwiegend induktiven Verbrauchern, die Stromspitzen erzeugen können, wie beispielsweise TV-Geräte oder Steckdosenstromkreise bei denen die später angeschlossenen Verbraucher wechselnd sind.
D	10...20 * Bemessungsstrom	Leitungsschutz: Stromkreise mit Transformatoren oder Kondensatoren, in denen im Einschaltmoment extreme Stromspitzen entstehen können.
K	8...14 * Bemessungsstrom	Für Stromkreise in denen Verbrauchern mit hohen Einschaltströmen verbaut sind, dies findet Anwendung in Drehstromkreisen (Motoren- und Transformatorlastkreisen)
Z	2...3 * Bemessungsstrom	Für Stromkreise mit elektronischen Lasten (Halbleiterelemente) oder bei hohen Impedanzen.

Tab. 26:

Magnetische Auslösung

8.15. ——— Etiketten-Beschriftungssoftware

Einfach bedienbare Programme, gut verständliche Dokumente und weitere Hilfsmittel erleichtern die Nutzung unserer Produkte. Mit der Etikettensoftware lassen sich Leitungs- und Fehlerstromschutzschalter einheitlich und gut lesbar beschriften. Sie eignet sich für Microsoft-Windows-Betriebssysteme, ist leicht zu bedienen und bietet die Möglichkeit der freien Gestaltung auf einem Standard-DIN-A4-Blatt. Die Etikettensoftware kann auf www.doepke.de heruntergeladen werden.

Für DLS und DFS

- 1-4 Teilungseinheiten möglich
- Icons (Symbole) oder Beschriftungen können eingesetzt werden
- direkter Druck aus der Vorschauenebene von Etiketten und Verteilerlisten

Möglichkeiten in der Verteilerliste:

- die PE und N klemmen nummerieren
- Firmen und Adressdaten hinterlegen
- Einfügen von Kommentaren

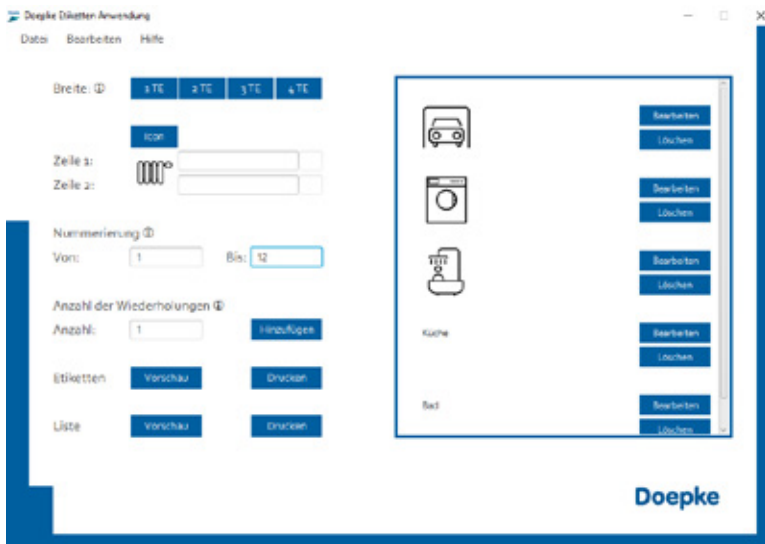


Abb. 27: Darstellung Beschriftungssoftware

9. Schaltgeräte für die ganze Welt

Schaltgeräte werden in allen Teilen der Welt eingesetzt – auch die von Doepke Schaltgeräte. Weltweit existieren unterschiedliche Richtlinien, Normen und Verordnungen, die Anwendung finden.

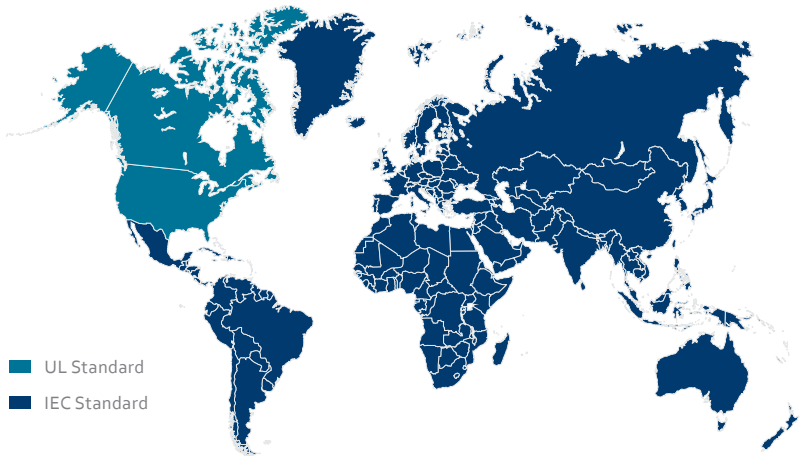


Abb. 28: Normengebiete

Produktreihen

DLS 6h

Die Ausführung DLS 6h für das Handwerk und den Wohnungsbau eignet sich mit ihrem Bemessungsschaltvermögen von 6 kA für Verteiler- und Endstromkreise.

DLS 6hsl

Die schraublose Ausführung DLS 6hsl für industrielle/gewerbliche Anforderungen eignet sich mit ihrem Bemessungsschaltvermögen von 6 kA für Verteiler- und Endstromkreise. Sie lässt sich durch obere, schraublose Steckklemmen besonders einfach verarbeiten.

DLS 6hdc

Die Ausführung DLS 6hdc eignet sich mit ihrem Bemessungsschaltvermögen von 6 kA für die Anwendung in Gleichspannungsnetzen bis 250 V DC.

DLS 6i

Die Ausführung DLS 6i eignet sich durch ihr hohes Bemessungsschaltvermögen von 10 kA besonders für industrielle Anforderungen und den Maschinenbau.

Variantenvergleich

	DLS 6h	DLS 6hsl	DLS 6hdc	DLS 6i
Schaltvermögen	6 kA	6 kA	6 kA	10 kA
aus dem Verbund lösbar	nur unten	nur unten	nur unten	oben + unten
Eurovario von RCD zu LS	nur unten	nur unten	nur unten	nur unten
Berührungsschutz	ja	ja	ja	ja
Auslösecharakteristik	B, C	B, C	B, C	B, C, D, K, Z

Tab. 27:

Variantenvergleich



Charakteristiken und Stromstärken

Amperagen/Stromstärken	DLS 6h				DLS 6hsl		DLS 6hdc		DLS 6i					
	6–32 A				6–20 A		B 1–63 A C 0,5–63 A	2	B 1–63 A C/D/K 0,3–63 A Z 0,3–32 A (nur 1- und 3-polig)	2	3	4	1+N	3+N
Polzahl	1	2	3	4	1	3	1	2	1	2	3	4	1+N	3+N
B-Charakteristik	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
C-Charakteristik	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
D-Charakteristik									■	■	■	■	■	■
K-Charakteristik									■	■	■	■	■	■
Z-Charakteristik									■	■	■			

Tab. 28: Übersicht Charakteristiken und Stromstärken

Auslösekennlinien der verschiedenen Charakteristiken

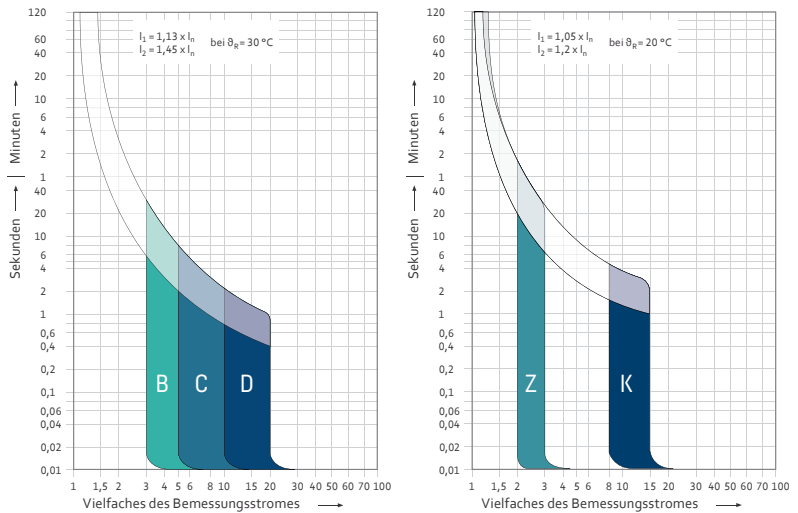


Abb. 29: Auslösekennlinien

Leitungsschutzschalter Produktreihen DLS 6 h, DLS 6 hsl und DLS 6 i – Technische Daten

	B	C	D	K	Z	
Anwendung	Leitungsschutz	Leitungsschutz Geräteschutz	Leitungsschutz für hohe Einschalt- ströme (Transfor- matoren, Motoren)	Leitungsschutz mit sensibler Überlastauslösung	Leitungsschutz bei hohen Impedanzen (Halleiterelemente)	
Polzahl						
Produktreihe DLS 6 h		1 und 3	-	-	-	
Produktreihe DLS 6 hsl		1 und 3	-	-	-	
Produktreihe DLS 6 i			1-4; 1+N; 3+N		1-3	
Vorschriften, Bemessungsschaltvermögen		IEC 60898-1, DIN EN 60898-1, VDE 0641-11		IEC 60947-2, DIN EN 60947-2, VDE 0660-101		
Produktreihe DLS 6 h	6 kA	6 kA	-	-	-	
Produktreihe DLS 6 hsl	6 kA	-	-	-	-	
Produktreihe DLS 6 i	6 kA/10 kA	6 kA/10 kA	6 kA/10 kA	10 kA	10 kA	
Strombegrenzungsklasse bis 63 A	3	3				
Bemessungsspannung AC		1-polig: 230 V/400 V; 1-polig+N: 230; 2-/3-/3-polig+N/4 polig: 400 V				
Bemessungsspannung DC L/R = 4 ms		1-polig: 60 V 2-polig 125 V bei Reihenschaltung beider Pole				
Bemessungsstrombereich In						
Produktreihe DLS 6 h	6-32 A	6-32 A	-	-	-	
Produktreihe DLS 6 hsl		6-20 A	-	-	-	
Produktreihe DLS 6 i	1-63 A	0,3-63 A	0,3-40 A	0,3-63 A	0,3-32 A	
Nennströme	thermisch halten I1 (A) > 1 h	1,13 x In	1,13 x In	1,05 x In	1,05 x In	
	thermisch auslösen I2 (A) < 1 h	1,45 x In	1,45 x In	1,2 x In	1,3 x In	
	elektromagnetisch halten I4 (A) > 0,1 s	3 x In	5 x In	10 x In	8 x In	2 x In
	elektromagnetisch auslösen I5 (A) < 0,1 s	5 x In	10 x In	20 x In	14 x In	3 x In
Bezugstemperatur des thermischen Auslösers	Einfluss der Umgebungstemperatur auf die thermische Auslösung: Verringerung der Stromwerte bei höherer Umgebungstemperatur und Erhöhung bei niedrigeren Temperaturen um ca. 5% je 10° Temperaturdifferenz					
Frequenzbereich des elektromagnetischen Auslösers	50/60 Hz Bei höheren Frequenzen erhöhen sich die elektromagnetischen Auslösewerte um ca. Faktor 1,1 bei 100 Hz; 1,2 bei 200 Hz; 1,3 bei 300 Hz; 1,4 bei 400 Hz; 1,5 bei DC					
Umgebungstemperatur	-25°C bis +70°C					
Lagertemperatur	-40°C bis +70°C					
Gerätetiefe nach DIN 43880	68 mm					
Lebensdauer mechanisch	20.000 Schaltspiele (20.000 Ein- und 20.000 Abschaltungen)					
Berührungsschutz	Finger- und Handrücksicher nach DIN EN 50274/VDE 0660-51, DGUV Vorschrift 3					
Isolationsgruppe nach DIN DVE 0100	C bei 250 V AC B bei 400 V AC					
Schutzart nach EN 60529/IEC 60529	IP 20					
Einbaulage	beliebig					
Montage	auf Tragschiene nach DIN EN 60715 35 mm					
Plombierbarkeit	Der Kipphebel ist in der Ein- und Ausschaltstellung plombierbar, d. h. gegen manuelles Schalten abzuschirmen					
Klimafestigkeit	Feuchte Wärme konstant nach DIN IEC 60068-2-78; Feuchte Wärme zyklisch nach DIN IEC 60068-2-30					
Rüttelfestigkeit	> 15 g DIN EN 60068-2-59					
Schockfestigkeit	25 g 11 ms					

Tab. 30: Technische Daten (DLS 6h; DLS 6 hsl; DLS 6 i)

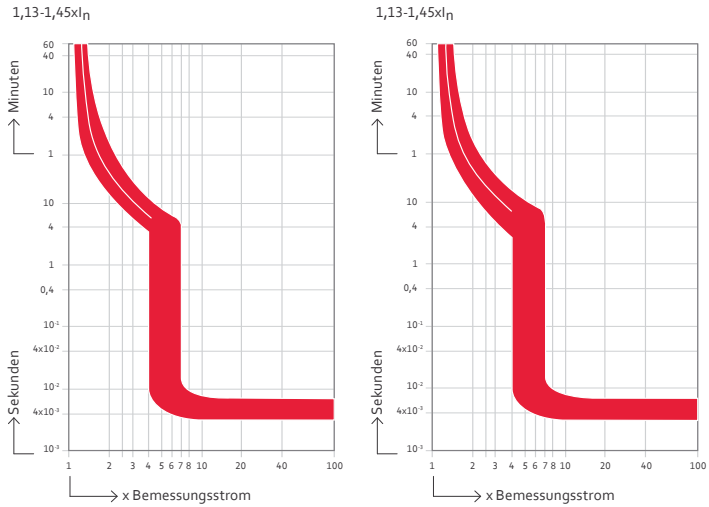
Leitungsschutzschalter Produktreihen DLS 6 hdc – Technische Daten

Auslösecharakteristik	B	C
Anwendung	Leitungsschutz	Leitungsschutz Geräteschutz
Polzahl		1 und 2
Bemessungsschaltvermögen		IEC 60898-3, DIN VDE 0641-13 (VDE 0641-13)
Bemessungsschaltvermögen DC DC L/R = 4 ms	6 kA	6 kA
max. Vorsicherung		Schmelzsicherung nach DIN VDE 0636 100 A Betriebsklasse gL/gG
Bemessungsspannung DCL/R = 15 ms		1-polig 125 V 2-polig 250 V bei Reihenschaltung beider Pole
Bemessungsstrombereich In		
Produktreihe „hdc“		0,3 - 63 A
Prüfströme	thermisch halten I1 (A) > 1 h	1,13 x In
	thermisch auslösen I2 (A) < 1 h	1,45 x In
	elektromagnetisch halten I4 (A) > 0,1 s	4 x In
	elektromagnetisch auslösen I5 (A) < 0,1 s	7 x In
Bezugstemperatur des thermischen Auslösers		30°C + 5°C Einfluss der Umgebungstemperatur auf die thermische Auslösung: Verringerung der Stromwerte bei höherer Umgebungstemperatur und Erhöhung bei niedrigeren Temperaturen um ca. 5% je 10° Temperaturdifferenz
Umgebungstemperatur		-25°C bis +70°C
Lagertemperatur		-40°C bis +70°C
Gerätetiefe nach DIN 43880		68 mm
Lebensdauer mechanisch		20.000 Schaltspiele (20.000 Ein- und 20.000 Abschaltungen)
Berührungsschutz		Finger- und Handrücksensicher nach DIN EN 50274/VDE 0660-51, DGUV Vorschrift 3
Schutzart nach EN 60529/IEC 60529		IP 20
Einbaulage		beliebig
Montage		auf Tragschiene nach DIN EN 60715 35 mm
Plombierbarkeit		Der Kipphebel ist in der Ein- und Ausschaltstellung plombierbar, d. h. gegen manuelles Schalten abzusichern
Klimafestigkeit		Feuchte Wärme konstant nach DIN IEC 60068-2-78; Feuchte Wärme zyklisch nach DIN IEC 60068-2-30
Rüttelfestigkeit		> 15 g DIN EN 60068-2-59
Schockfestigkeit		25g 11 ms

Tab. 31: Technische Daten (DLS 6hdc)

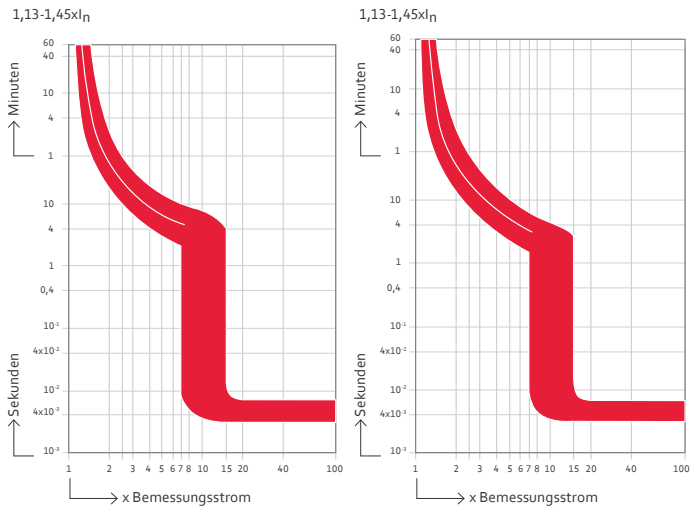
Leitungsschutzschalter Produktreihe DC

Auslösekennlinien nach IEC 60898-3.
DIN EN 60898-3 und VDE 0641-12.



Auslösecharakteristik B I_N = 1-6 A

Auslösecharakteristik B I_N = 10-63 A



Auslösecharakteristik C I_N = 0,5-6 A

Auslösecharakteristik C I_N = 10-63 A

Anschließbare Leiterquerschnitte (DLS 6h DLS 6 hdc un DLS 6 i)

Art des Leiters *)	Zugbügelklemme unten		Zugbügelklemme oben	
	max.	min.	max.	min.
eindrätig	35 mm ²	0,5 mm ²	25 mm ²	0,5 mm ²
mehrdrätig	35 mm ²	1,5 mm ²	25 mm ²	1,5 mm ²
feindrätig	25 mm ²	1 mm ²	16 mm ²	1 mm ²
feindrätig mit Aderendhülse	16 mm ²	0,5 mm ²	16 mm ²	0,5 mm ²
Sammelschiene/Kabelschuh	max. 3 mm Dicke		max. 3 mm Dicke	
Kombination (Leiter und Sammelschiene oder Gabelschuh)	bis 35 mm ² und bis 2 mm Dicke		bis 35 mm ² und bis 2 mm Dicke	
Anzugsdrehmoment	max. 2,5 Nm			
*) Abisolierlänge 12-14 mm				

Tab. 31: Leiterquerschnitte DLS 6 h/hdc/i

Anschließbare Leiterquerschnitte (DLS 6hsl)

Art des Leiters *)	Zugbügelklemme unten		Federkraftklemme oben	
	max.	min.	max.	min.
eindrätig	35 mm ²	0,5 mm ²	4 mm ²	1 mm ²
mehrdrätig	35 mm ²	1,5 mm ²	4 mm ²	1,5 mm ²
feindrätig	25 mm ²	1 mm ²		-
Sammelschiene/Kabelschuh	max. 3 mm Dicke			-
Kombination (Leiter und Sammelschiene oder Gabelschuh)	bis 35 mm ² und bis 2 mm Dicke			-
Anzugsdrehmoment	max. 2,5 Nm			-
*) Abisolierlänge 12-14 mm				

Tab. 32: Leiterquerschnitte DLS 6 hsl

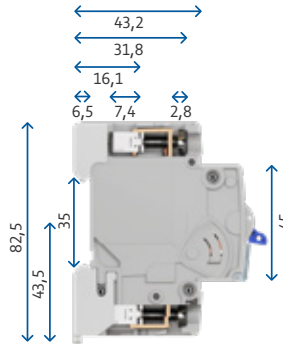
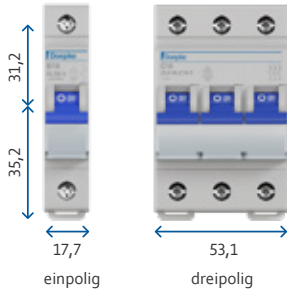
Hinweis

Je Zugbügelklemme dürfen maximal 2 Leiter desselben Typs und Querschnitts angeschlossen werden.

LEITUNGSSCHUTZSCHALTER PRODUKTREIHEN h, hsl, i

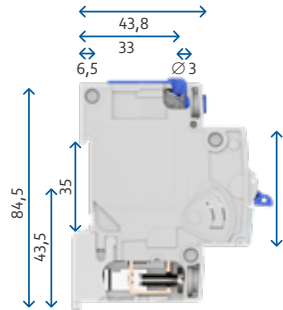
Leitungsschutzschalter Produktreihe DLS 6h

mit Schraubklemmen
 UNTEN aus dem Sammelschienenverbund lösbar



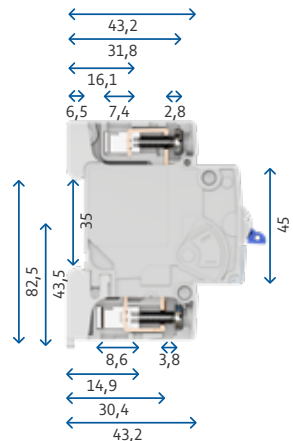
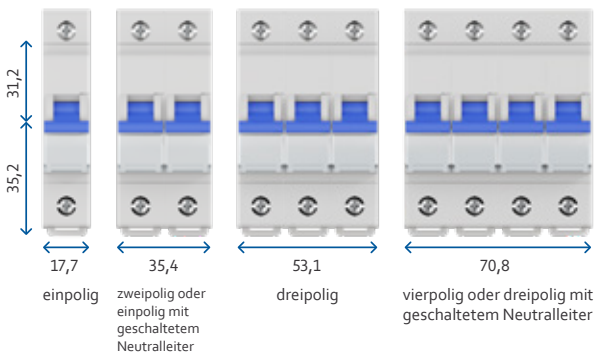
Leitungsschutzschalter Produktreihe DLS 6hsl

mit schraublosen Klemmen
 UNTEN aus dem Sammelschienenverbund lösbar



Leitungsschutzschalter Produktreihe DLS 6i

mit Schraubklemmen
 UNTEN aus dem Sammelschienenverbund lösbar



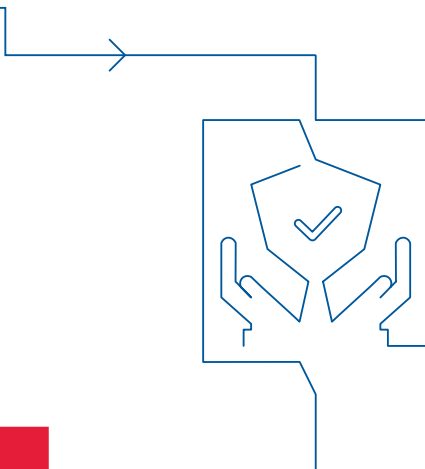
Abisolierlänge: 10-12 mm

Aufgrund der Materialstruktur kann Kupfer an beschädigten Stellen abbrechen oder sich stark erwärmen.

Der dann zur Verfügung stehende Querschnitt lässt keinen ungehinderten Stromfluss mehr zu. Eine starke Erwärmung und auch ein Kabelbrand können die Folge sein, sie können innerhalb weniger Stunden aber auch erst nach Jahren auftreten. Um dem entgegenzuwirken sollten Leiter fachgerecht abisoliert werden, dabei wird beim Abisolieren ein Teil der Isolierhülle des elektrischen Leiters auf einer bestimmten, zum Anschluss erforderlichen Länge entfernt. Die nachfolgenden Darstellungen zeigen die am häufigsten auftretenden Fehlerbilder und lassen sich sowohl auf massive als auch auf flexible Leiter beziehen.



i. O. Abisolierergebnis



Eine starke Verformung der Aderisolation, bei der die Isolationsstärke um mehr als 20% verringert wird, ist nicht zulässig. Im schlimmsten Fall kann es dazu führen, dass es bei Berührung der verjüngten Stelle zu einem Durchschlag kommt oder sich Kriechströme einstellen und Fehler auslösen.



Isolation unsauber geschnitten



Isolationsreste auf den Einzeladern



Isolation beschädigt



Isolierung nicht einwandfrei geschnitten, ist ausgefranst



Isolierung wurde mit Werkzeug stark beschädigt

9.2. ———— Besonderheit roter Leitungsschutzschalter

Doepkes Antwort auf die Norm DIN VDE 0100-560 (Einrichtungen für Sicherheitszwecke), die eine eindeutige Kennzeichnung der Schaltgeräte von entsprechenden sicherheitsrelevanten Stromkreisen fordert, ist die DLS 6 Baureihe als Sondervariante mit rotem Gehäuse.

In der Praxis färben Installateure häufig Schutzschalter mit einem roten Permanentmarker ein. Es ist nicht auszuschließen, dass ein derartiges Kolorieren die Eigenschaften des Kunststoffes verändert und dadurch die Sicherheit im Fehlerfall beeinträchtigt wird. Ein händisches Einfärben entfällt durch den Einsatz von Schaltern der DLS 6 Baureihe mit rotem Gehäuse.

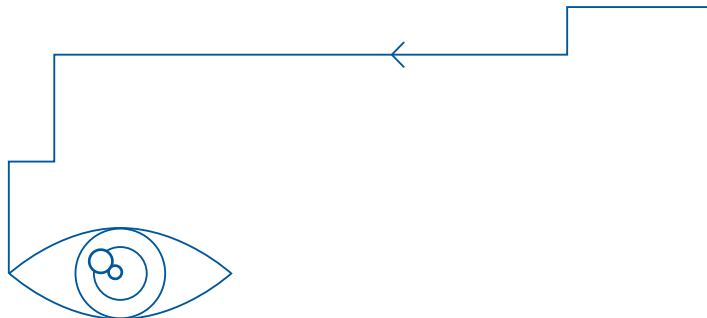
Diese Norm findet unter anderem Anwendung in folgenden Bereichen:

- Sicherheitsbeleuchtungsanlagen
- Brandmeldeanlagen
- Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA-Anlagen)

Folgende Produkte gibt es zur Zeit in dieser besonderen Variante:

- DLS 6i B10-1 RT 6 kA (Art.-Nr: 09860100)
- DLS 6i B16-1 RT 6 kA (Art.-Nr: 09860101)
- DLS 6i C16-1 RT 6 kA (Art.-Nr: 09860102)
- DLS 6i B10-3 RT 6 kA (Art.-Nr: 09860130)
- DLS 6i B16-3 RT 6 kA (Art.-Nr: 09860131)
- DLS 6i C16-3 RT 6 kA (Art.-Nr: 09860132)

Die Leitungsschutzschalter der roten Baureihe besitzen selbstverständlich die gleiche Qualität und die typischen Eigenschaften der DLS 6 Baureihe. Der Installateur muss sich demnach an keine neuen Produkte gewöhnen und kann die gewohnten Arbeitsabläufe fortsetzen.



Unsere Lösung:
DLS 6i RT



Immer sicher mit dem Leitungsschutz vom Experten



Sofort im Blick

Unsere „roten“ Leitungsschutzschalter:

Nach der DIN VDE 0100-560 (Einrichtungen für Sicherheitszwecke) müssen Schalt- und Steuergeräte eindeutig gekennzeichnet sein.

Dieses findet Anwendung in Endstromkreisen für z. B.

- Sicherheitsbeleuchtung
- Brandmeldeanlagen
- Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA-Anlagen)
- verfügbar in 1-poliger und 3-poliger Ausführung.

8.3. ——— Zubehör

Arbeitsstromauslöser

Arbeitsstromauslöser ermöglichen die Fernauslösung von Schutzschaltern. Arbeitsstromauslöser zur Fernauslösung von Leitungsschutzschaltern der Baureihen DLS 6. Der Arbeitsstromauslöser beeinflusst den Leitungsschutzschalter nicht in seiner Schutzfunktion.

**DASA 12 (09917992)**

Bemessungsspannung: 12 V UC

DASA 24 (09917993)

Bemessungsspannung: 24 V UC

DASA 48 (09917994)

Bemessungsspannung: 48 V UC 74 V UC

DASA 230 (09917995)

Bemessungsspannung: 110 V UC 230 V UC

Beispielbild

Störmeldehilfsschalter

Hilfsschalterfunktion für DLS 6, verschiedene Kontaktausführungen verfügbar, geringe Baugröße (0,5 TE), erfüllt die Bestimmungen IEC 60947-5-1, EN 60947-5-1 und VDE 0660-200

DHi-S11 (09917991)

Kontaktbelegung: 2 Wechsler
 Bemessungsstrom AC: max. 4,8 A
 Bemessungsleistung: min. 0,1 VA

DHi-S10 (09917990)

Kontaktbelegung: 1 Wechsler
 Bemessungsstrom AC: max. 4,8 A
 Bemessungsleistung: min. 0,1 VA



Beispielbild

Hilfsschalter

Hilfsschalter melden den Status der Hauptgeräte an denen sie montiert sind. Die Hilfsschalter DHi 3 bis DHi 8 eignen sich für die Leitungsschutzschalter der Baureihen DLS 6 h, hsl und i. Sie schalten parallel zum Leitungsschutzschalter bei Abschaltung von Hand, durch Überlast oder Kurzschluss.



Beispielbild

DHi 8 (09917989)

Kontaktbelegung: 2 Wechsler
Bemessungsspannung (AC): 230 V
Bemessungsstrom (AC): max. 4,8 A
Bemessungsleistung: min. 0,1 VA

DHi 7 (09917988)

Kontaktbelegung: 1 Wechsler
Bemessungsspannung (AC): 230 V
Bemessungsstrom (AC): max. 4,8 A
Bemessungsleistung: min. 0,1 VA

DHi 6 (09917987)

Kontaktbelegung: 1 Öffner/2 Schließer
Bemessungsspannung (AC): 230 V
Bemessungsstrom (AC): max. 10 A
Bemessungsleistung: min. 0,1 VA

Hilfsschalter DHi 5 (09917986)

Kontaktbelegung: 2 Öffner/1 Schließer
Bemessungsspannung (AC): 230 V
Bemessungsstrom (AC): max. 10 A
Bemessungsleistung: min. 0,1 VA

Hilfsschalter DHi 4 (09917985)

Kontaktbelegung: 1 Öffner/1 Schließer
Bemessungsspannung (AC): 230 V
Bemessungsstrom (AC): max. 10 A
Bemessungsleistung: min. 0,1 VA

Hilfsschalter DHi 3 (09917984)

Kontaktbelegung: 1 Schließer
Bemessungsspannung (AC): 230 V
Bemessungsstrom (AC): max. 10 A
Bemessungsleistung: min. 0,1 VA

Wiedereinschaltsperrn DEASS (09917983)

Die Wiedereinschaltsperrre DEASS verhindert das Ein- oder Ausschalten von Leitungsschutzschaltern der Baureihe DLS 6. Sie schützt während Wartungsarbeiten und unterbindet das versehentliche Abschalten sensibler Stromkreise, z. B. in der EDV. Die Schutzfunktion des Leitungsschutzschalters wird nicht beeinträchtigt.



Beispielbild

Klemmenabdeckungen KA-DLS/RH (09913997)

Klemmenabdeckungen für Verteilereinbaugeräte bieten zusätzliche Sicherheit vor Stromschlag durch Berühren. Die Klemmenabdeckungen KA-DLS/RH eignen sich sowohl für die ein- als auch mehrpoligen Ausführungen der Leitungsschutzschalter DLS 6 und für die Hauptschalter RH.



Beispielbild

Verschiedene Sammelschienen

Diese Komponenten für die Verdrahtung von Schutzschaltern in industriell, gewerblich und privat genutzten Elektroverteilern verringern den Installationsaufwand erheblich. Die fertig abgelängten Sammelschienen des Eurovario-Systems eignen sich für die versorgungsseitige Verbindung von Fehlerstromschutzschaltern, Leitungsschutzschaltern und FI-/LS-Kombinationen auf der Unterseite der Geräte. Die Schienen sind in Gabelbauform ausgeführt und in einer großen Variantenvielfalt in ein- bis vierpoliger Ausführung (z. T. mit Platz für Hilfsschalter) erhältlich. Der Berührschutz EV-S BS deckt nicht verwendete Anschlüsse ab.



Beispielbild

Reihenverbindungsschiene

Die Verbindungsschienen eignen sich für die versorgungsseitige dreipolige Verbindung zwischen Verteilerreihen. Sie sind für Tragschienenabstände von 125 mm und 150 mm erhältlich.



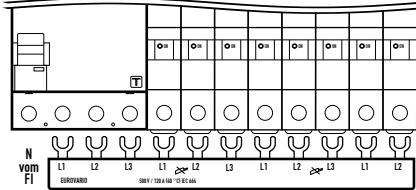
Beispielbild

TECHNISCHE INFORMATION

Übersicht Sammelschienen

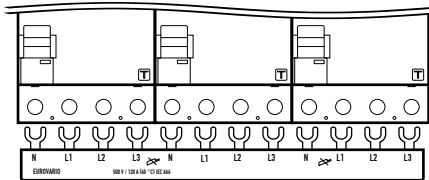
DFS 4, vierpolig, N links mit 8 × DLS 6

09920190 EV-S G 3.11.120 Gabel, dreipolig, 11 TE



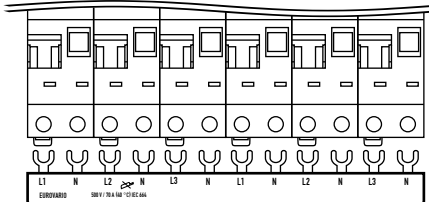
3 × DFS 4, vierpolig, N links

09920125 EV-S G 4.12.120 L Gabel, vierpolig, 12 TE



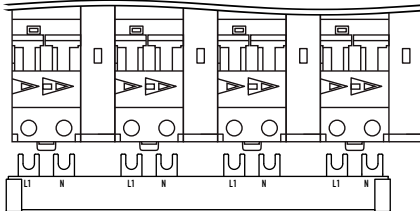
6 × DRCBO 3, 1+N, Typ A

09920182 EV-S G 3.1+1.N.12.120 Gabel, vierpolig, 12 TE



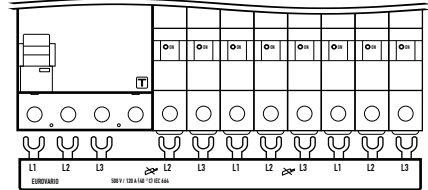
4 × DAFDD 1, zweipolig, Typ A

09920130 B G12TE-1/N/S-10 Gabel, zweipolig, 12 TE



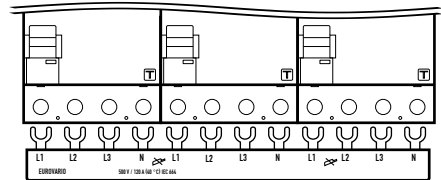
DFS 4, vierpolig, N rechts mit 8 × DLS 6

09920185 EV-S G 3/N.8.120 Gabel, dreipolig, 12 TE



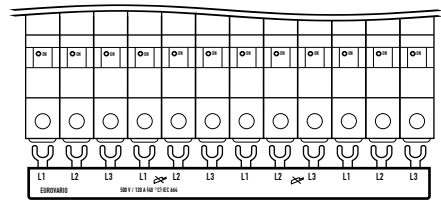
3 × DFS 4, vierpolig, N rechts

09920123 EV-S G 4.12.120 Gabel, vierpolig, 12 TE



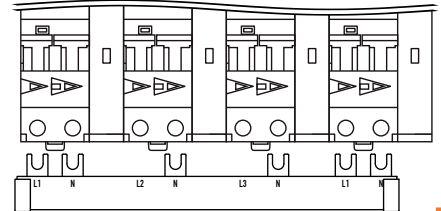
12 × DLS 6

09920119 EV-S G 3.12.120 Gabel, dreipolig, 12 TE



4 × DAFDD 1, zweipolig, Typ A

09920132 B G12TE-3/N/S-10 Gabel, vierpolig, 12 TE



DLS 6 H B 16 - 3

- Polzahl
- 1
 - 2
 - 1+N
 - 3
 - 3+N
 - 4

Bindestrich

Bemessungsstrom in Ampere

- | | |
|---------|---------|
| - 0,3 A | - 6,0 A |
| - 0,5 A | - 8,0 A |
| - 0,8 A | - 10 A |
| - 1,0 A | - 13 A |
| - 1,6 A | - 16 A |
| - 2,0 A | - 20 A |
| - 2,5 A | - 25 A |
| - 3,0 A | - 32 A |
| - 3,5 A | - 40 A |
| - 4,0 A | - 50 A |
| - 5,0 A | - 63 A |

Charakteristik
(B, C, D, K, Z)

Leerzeichen

- „H“ (Haushalt) 6 kA
- „HSL“ (Schraublos) 6 kA
- „HDC“ (DC-Variante) 6 kA
- „I“ (Industrie) 10 kA

Typ „6“ IEC-Schalter

Leerzeichen

„DLS“ Doepke
Leitungsschutzschalter

10. Anhang

10.1. — Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
A	Einheitszeichen für Ampere
Abb.	Abbildung
AC	Wechselspannung
CE	Europäische Konformität
cosφ	Leistungsfaktor
Cu	Kupfer
DC	Gleichspannung
Δu	Spannungsfall in Volt
DGUV	Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
DIN	Deutsches Institut für Normung
DLS	Doepke Leitungsschutzschalter
h	Handwerk
hdc	Handwerk für Gleichspannungs-Stromkreise
hsl	Handwerk schraublos
i	Industrie
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Norm
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
HES	Haupterdungsschiene
Hz	Hertz: Einheit der Frequenz
I	Stromstärke in Ampere
I1	Prüfstrom für thermisch halten in Ampere
I2	Prüfstrom für thermisch auslösen in Ampere
I²t	Durchlassenergie
I4	Prüfstrom in Ampere für elektromagnetisch halten
I5	Prüfstrom in Ampere für elektromagnetisch auslösen
I_A	Auslösestrom
I_B	Betriebsstrom
I_{cn}	Bemessungsschaltvermögen
IEC	Die Internationale Elektrotechnische Kommission

Abkürzung	Bedeutung
I_k	Kurzschlussstrom
I_{kmax}	maximaler Kurzschlussstrom
I_{kmin}	minimaler Kurzschlussstrom
I_n	Bemessungsstrom der Schutzeinrichtung
I_z	Zulässige Dauerstrombelastbarkeit der Leitung
K	Korrekturfaktor
kA	Kiloampere
κ	Kappa
kV	Kilovolt
l	Länge der Leitung in Meter
LS	Leitungsschutzschalter
LVD	Niederspannungsrichtlinie
mA	Milliampere
MCB	Miniature Circuit Breaker
ms.	Millisekunde
P	Leistung in Watt
PE	Schutzleiter (protective earth)
peak	Spitzenwert
R_{Leitung}	Widerstand der Leitung in Ohm
RWA	Rauch-/Wärmeabzugsanlagen
Sek.	Sekunden
t	Zeit
TE	Teilungseinheit (Breite: 18 mm)
U	Spannung in Volt
U₀	Außenleiterspannung gegen Erde
UC	universelle Steuerspannung
U_n	Bemessungsspannung
V	Volt
VA	Scheinleistung in Voltampere
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
√3	Wurzel 3
Z_{Netz}	Netzimpedanz
Z_{(S(Schleife))}	Schleifenimpedanz

PREMIUM | **MARKEN**
Partner



Doepke

Doepke Schaltgeräte GmbH
Stellmacherstraße 11
26506 Norden

@ ————— info@doepke.de
T ————— +49 (0) 49 31 18 06-0
F ————— +49 (0) 49 31 18 06-101

www ——— doepke.de