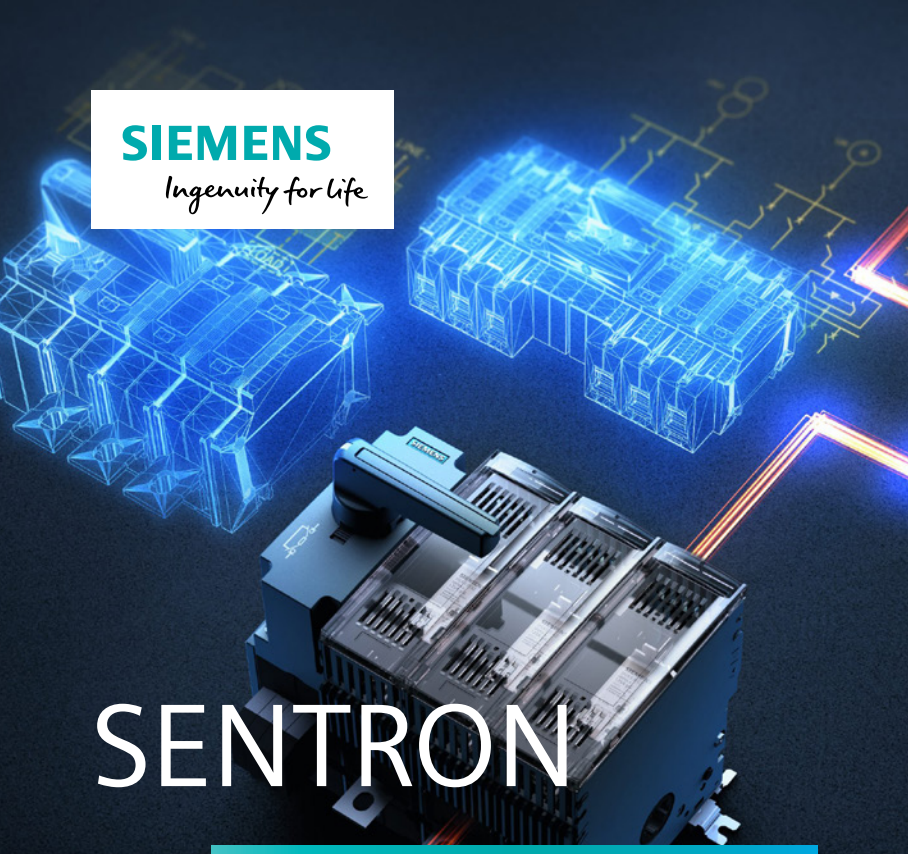
SIEMENS

Ingenuity for life



SENTRON

Lasttrennschalter Technik-Fibel

Schützen, Schalten, Trennen und Umschalten mit Lasttrennschaltern und Sicherungen

www.siemens.de/schaltgeraete

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 4

Abkürzungsverzeichnis 5

Abbildungsverzeichnis 6

Tabellenverzeichnis 7

1. Einleitung elektrischer Schutz 8

2. Technische Grundlagen 9

2.1. Zertifizierung und Zulassung 10

2.2. Gebrauchskategorien 12

2.3. Selektivität 14

2.4. Grundlagen der Sicherung 18
- 2.4.1. Bauformen 18
- 2.4.2. Funktion, technische Daten und Kennlinien 19

2.5. Grundgerätetypen und Anwendungsbeispiele 26
- 2.5.1. Lasttrennschalter 26
- 2.5.2. Lasttrennschalter mit Sicherung 28
- 2.5.3. Sicherungslasttrennschalter 30
- 2.5.4. Netz- oder Lastumschalter 32

2.6. Grundlagen der Umschaltung 34
- 2.6.1. Arten von Umschaltern 34
- 2.6.2. Selektionskriterien für die Umschaltung 37

3. Allgemeiner Technologievergleich: Sicherung versus Leistungsschalter 40

4. Das Siemens Produktportfolio für Lasttrennschalter, Sicherungen und Umschalter 42

4.1. Lasttrennschalter 43

4.1.1. Lasttrennschalter 3LD 43
4.1.2. Lasttrennschalter 3KD 44
4.2. Sicherungssysteme 45
4.2.1. NH-Sicherungen 45
4.2.2. SITOR-Sicherungen 46
4.2.3. Zylinder-Sicherungen 47
4.2.4. DIAZED-/ NEOZED-Sicherungen 48
4.3. Sicherungslasttrennschalter 49
4.3.1. Sicherungslasttrennschalter 3NP 49
4.3.2. Sicherungslasttrennschalter 3NJ4 50
4.4. Lasttrennschalter mit Sicherungen 51
4.4.1. Lasttrennschalter mit Sicherungen 3KF 51
4.4.2. Lasttrennschalter mit Sicherungen 3NJ6 52
4.5. Last- und Netzumschalter 53
4.5.1. Lastumschalter 3LD 53
4.5.2. Netzumschalter 3KC 54
4.5.2.1. Handbetätigte Netzumschalter 3KC0 (MTSE) 55
4.5.2.2. Netzumschalter mit Motorantrieb 55
4.5.2.2.1. Fernbetätigte Netzumschalter 3KC3 und 3KC4 (RTSE) 55
4.5.2.2.2. Automatische Netzumschalter 3KC6 und 3KC8 (ATSE) 56
4.5.2.3. Netzumschaltsteuergeräte 56
4.5.2.3.1. ATC3100 57
4.5.2.3.2. ATC6300 und ATC6500 57

5. Applikationsbeispiel im Siemens Portfolio 58

Schlusswort 60

6. Anhang: Begriffserklärung der kennzeichnenden Merkmale 61
6.1. Bemessungsspannungen 61
6.2. Ströme 62
6.3. Kennzeichnende Merkmale für Last und Überlast 63
6.4. Kennzeichnende Merkmale unter Kurzschlussbedingungen 63

Vorwort

Gemäß den Anforderungen aus internationalen Normen und Errichtungsbestimmungen (z. B. Brandschutz oder Fluchttreppen) müssen elektrische Betriebsmittel wirksam gegen Überlast und Kurzschluss geschützt werden.

Ob Schützen, Schalten, Messen, Überwachen oder Energiemonitoring – die Niederspannungs-Schutzschalttechnik von Siemens bietet Ihnen für alle Anwendungen in der elektrischen Installationstechnik ein breites Portfolio an Geräten und Softwarelösungen. Damit haben Sie den gesamten Stromkreis im Griff sowohl in der Industrie als auch im Zweck- und Wohnbau. Besonderes Augenmerk muss auf die Auswahl und den Einbau der entsprechenden Schutzorgane und Freischaltelemente, in diesem Fall Sicherungen und Lasttrennschalter, gelegt werden.

Diese Technik-Fibel soll Ihnen als Einstieg in die Thematik und Entscheidungshilfe zur Auswahl der benötigten Sicherungs- und Lasttrennschalter-Familien dienen, um so zu einer optimal angepassten und sicheren elektrischen Anlage zu gelangen.

Detaillierte technische Informationen, z. B. zu Installations- und Anwendungshinweisen, finden Sie in der Technik-Fibel „Sicherungssysteme“. So können Sie sicher sein, immer das passende Gerät für Ihren Einsatz ausgewählt zu haben.

Ihr Team der
Niederspannungs-Schutzschalttechnik von Siemens

Abkürzungsverzeichnis

A	Ampere
AC	Alternating Current (Wechselstrom)
ACB	Air Circuit Breaker (offener Leistungsschalter)
ATC	Automatic Transfer Switch Controler
ATSE	Automatic Transfer Switching Equipment (automatischer Netzumschalter)
CCC	China Compulsory Certification
cos	Kosinus
CSA	Canadian Standards Association
DC	Direct Current (Gleichstrom)
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EN	Europäische Norm
G	Generator
I	elektrische Stromstärke
I^2t	Grenzlastintegral
Ic	Durchlassstrom
IEC	International Electrotechnical Commission
IEV	International Electrotechnical Vocabulary (Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch)
kA	Kiloampere
kVA	Kilovoltampere
L/R	Induktivität/Widerstand
LRS	Lloyd's Register of Shipping
MCC	Motor Control Center
MCCB	Moulded Case Circuit Breaker (Kompaktleistungsschalter)
M-Effekt	mesomerer Effekt
MTSE	Manually Operated Transfer Switching Equipment (handbetätigter Netzumschalter)
N	Neutralleiter
NEC	National Electrical Code
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	National Fire Protection Association
NH-Sicherung	Niederspannungs-Hochleistungs-Sicherung
PE	Schutzleiter
RTSE	Remotely Operated Transfer Switching Equipment (fernbetätigter Netzumschalter)
sec	Sekunde
SIOS	Siemens Industry Online Support
t	Zeit
t_A	Ausschaltzeit
t_{LB}	Lichtbogenzeit
t_S	Schmelzzeit
U	elektrische Spannung
UL	Underwriters Laboratories
USV	unterbrechungsfreie Stromversorgung
V	Volt
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:
IEC- und UL-Märkte auf einen Blick **11**

Abbildung 2:
Selektive Anlage vs. nicht selektive Anlage **14**

Abbildung 3:
Kennlinienkombination für Vollselektivität **16**

Abbildung 4:
Kennlinienkombination bei Teilselektivität **17**

Abbildung 5:
Aufbau einer Sicherung (am Beispiel NH-Sicherung) **19**

Abbildung 6:
Kurzschlussstrombegrenzung **20**

Abbildung 7:
Kennlinie gG, gR und gS **23**

Abbildung 8:
Zeit-Strom-Kennlinie **25**

Abbildung 9:
Lasttrennschalter als NOT-AUS-, Reparatur- oder Hauptschalter
von Maschinen und Anlagen **27**

Abbildung 10:
Lasttrennschalter mit Sicherungen als betriebsmäßiger Schalter
von Maschinen und Anlagen **29**

Abbildung 11:
Sicherungslasttrennschalter als gelegentliche Schalter von Maschinen
und Anlagen **31**

Abbildung 12:
Netzumschalter zum Umschalten zwischen Netzen oder Lasten **33**

Abbildung 13:
Arten von Umschaltern **34**

Abbildung 14:
Netzumschaltung mit Lasttrennschaltern und Leistungsschaltern **35**

Abbildung 15:
Beispielhafter Aufbau einer Netzumschaltung unter Berücksichtigung der Kritikalität der Verbraucher **38**

Abbildung 16:
Schematischer Applikationsaufbau **58**

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:
Gebrauchskategorien für Lasttrennschalter und Sicherungstechnik **13**

Tabelle 2:
Bauformen **18**

Tabelle 3:
Betriebsklassen und Anwendungen **22**

Tabelle 4:
Vergleich sicherungsbehaftete Lösung und Leistungsschalter-Lösung **40**

1. Einleitung elektrischer Schutz

Sicherheit ist beim Umgang mit Elektrizität oberstes Gebot. Jede Elektrofachkraft muss gemäß den Anforderungen aus internationalen Normen und Errichtungsbestimmungen elektrische Betriebsmittel, insbesondere Kabel und Leitungen, durch Realisierung geeigneter (Schutz-) Maßnahmen wirksam gegen Überlastung und Kurzschluss schützen. Vorzugsweise erfolgt dies durch Einsatz geeigneter Schalt-/Schutzgeräte, welche defekte Stromkreise oder Anlagenabschnitte im Fehlerfall durch automatische Abschaltung gezielt vom Netz trennen.

Im Vordergrund stehen hierbei die Vermeidung bzw. Eindämmung der mit elektrischen Überbelastungen einhergehenden negativen Begleiterscheinungen. Bei Durchführung zeitgleicher Schalthandlungen oder der Benutzung defekter Verbraucher muss der Personenschutz vor elektrischem Schlag durch direktes oder indirektes Berühren stromführender Bauteile gewährleistet sein. Werden Systemfehler in einer elektrischen Anlage nicht rechtzeitig erkannt oder zu spät abgeschaltet, können sie die Lebensdauer der eingesetzten Betriebsmittel nachhaltig schmälern oder aber, bei Auftreten eines Kurzschlusses, zum Ausfall einer Produktionseinrichtung führen. Kurzschlüsse in elektrischen Systemen können schlagartig entstehen, z. B. durch Fehlbedienung bei Schalthandlungen, Montage-/Inbetriebsetzungsfehler oder auch durch höhere Gewalt (Blitzeinschlag, Erdbeben, Flutkatastrophen etc.). Diese Kurzschlüsse führen eine hohe Energie mit sich, die explosionsartig freigesetzt wird. Ihr Zerstörungspotential ist dort wo sie auftreten enorm.

Weitaus häufiger, aber nicht weniger gefährlich, ist die schleichende Entstehung von Kabelüberlastungen oder Kurzschlüssen, z. B. durch Kabelbrüche oder Alterungserscheinungen an Kabelisolationen und Steckverbindungen. Sicherungen und/oder kontaktbehaftete Schutzorgane wie Leitungsschutzschalter oder Leistungsschalter schützen zuverlässig vor den möglichen Folgen solcher Fehler.

2. Technische Grundlagen

Bei der Wahl des richtigen Schalt- und Schutzgeräts spielen verschiedene Faktoren eine entscheidende Rolle. An erster Stelle steht dabei die Wahl eines Grundgeräts aus den verschiedenen Lasttrennschaltern, Sicherungslasttrennschaltern, Lasttrennschaltern mit Sicherungen sowie Umschaltern.

Im nächsten Schritt sind vor allem die technischen Daten und Spezifikationen relevant. Zum besseren Verständnis werden diese kennzeichnenden Merkmale im Anhang näher erläutert.

Abschließend muss sichergestellt werden, dass die Zulassungsbestimmungen des jeweiligen Einsatzlandes bzw. -gebietes erfüllt werden.

2.1. Zertifizierung und Zulassung

Der Einsatz elektrischer Betriebsmittel für Schaltgerätekombinationen und Maschinensteuerungen ist durch die Gesetzgebung eines Landes geregelt. Die wichtigsten technischen Merkmale von Niederspannungssicherungen und -schaltgeräten sind in den Normen der in Genf ansässigen International Electrotechnical Commission (IEC) vereinheitlicht. Auch über Europa hinaus werden Geräte in Asien, Süd- und Mittelamerika sowie Australien nach dem IEC-Standard eingesetzt. Die Europäischen Normen (EN) sind in der Regel identisch mit denen der IEC. In manchen Fällen können sie Abweichungen enthalten, die dann europaweit gelten.

Die deutschen Normen (DIN, VDE) und andere nationale Normen in Europa sind mit wenigen Ausnahmen Übersetzungen der internationalen Normen. Im nordamerikanischen Raum gelten die Standards UL (USA) bzw. CSA (Kanada) sowie die Richtlinien der National Electrical Manufacturers Association (NEMA), National Fire Protection Association (NFPA) und des National Electrical Code (NEC). Alle Normen und Vorschriften dienen dazu, die Sicherheit elektrischer Einrichtungen zu gewährleisten.

Für die in dieser Technik-Fibel beschriebenen Produkte relevante Normen sind:
- IEC 60296 Sicherungen
- IEC 60947 Niederspannungsschaltgeräte

Die Normen beschreiben die technischen Merkmale und Prüfbedingungen, welche alle für den IEC-Markt verfügbaren Geräte erfüllen müssen. Beide Normen werden nochmals in Unterkategorien aufgeteilt, welche die Anforderungen an die einzelnen Gerätetypen spezifizieren.
Dies sind insbesondere:
- IEC 60947-1 (VDE 0660-100)
  Gültig für alle Arten von Niederspannungsschaltgeräten
- IEC 60947-3 (VDE 0660-107)
  Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten
- IEC 60947-6-1 (VDE 0660-114)
  Mehrfunktionsschaltgeräte – Netzumschalter

Zulassungsstellen zertifizieren die Schaltgeräte auf Basis standardisierter Verfahren. Geräte, die auf dem chinesischen Markt vertrieben werden, müssen von der chinesischen Zulassungsstelle zertifiziert und mit dem CCC-Prüfzeichen gekennzeichnet werden. Für den US-Markt sind vor allem die Normen UL 489 (Leistungsschalter, Trennschalter), UL 98 (Lasttrennschalter, Sicherungslasttrennschalter) und UL 508 (Motorschutzschalter) relevant. Darüber hinaus kann eine Zertifizierung für Spezialanwendungen, wie den Schiffsbau (LRS, DNV GL), erforderlich sein.

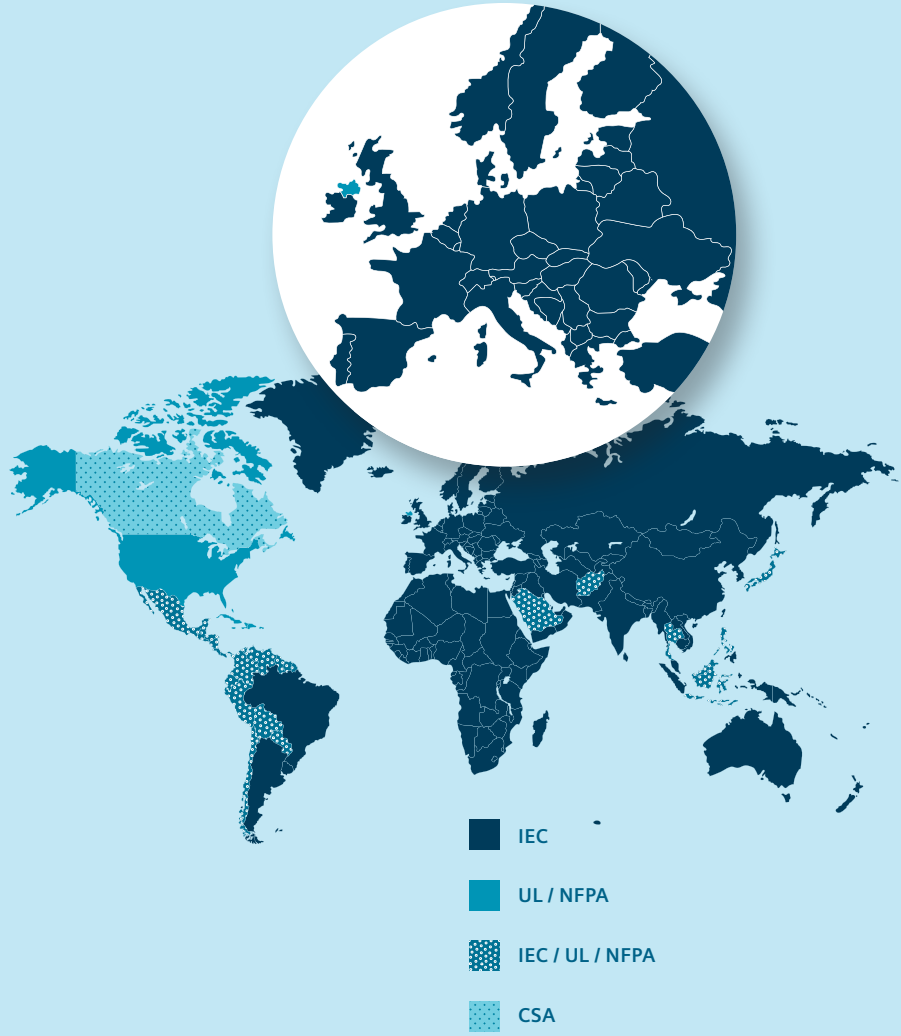


Abbildung 1:
IEC- und UL-Märkte auf einen Blick

2.2. Gebrauchskategorien

!

Gebrauchskategorien sind eine „Kombination festgelegter Anforderungen, die unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen eines Schaltgeräts oder einer Sicherung ausgewählt wurde, um einer wesentlichen Gruppe praktischer Anwendungsfälle zu entsprechen“ (Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – IEV 441-17-19). Gebrauchskategorien untergliedern die unterschiedlichen Schaltaufgaben (Anwendungsfälle), wobei es für jede Kategorie unterschiedliche Prüfbedingungen gibt.

Gebrauchskategorien bieten dem Nutzer Orientierung bei der Auswahl von Niederspannungs-Schaltgeräten, indem sie den Verwendungszweck und die damit verbundene Beanspruchung der verschiedenen Geräte definieren. Dadurch reduziert sich die Komplexität der Geräteauswahl deutlich. Der Nutzer muss in den meisten Fällen lediglich sicherstellen, dass die Leistungsdaten des Geräts in Bezug auf die Last die geforderten Bemessungsdaten erreichen oder übertreffen.

Zu den festgelegten Anforderungen gehören beispielsweise Ein- und Ausschaltvermögen sowie andere Kenngrößen wie die Kurzschlussleistung, die Daten der zugehörigen Stromkreise, die entsprechenden Bedingungen für das Betriebsverhalten und die Funktion. In den technischen Daten der Geräte werden zu den einzelnen Gebrauchskategorien jeweils die Bemessungsbetriebsströme oder die Bemessungsbetriebsleistungen aufgeführt – meist für verschiedene Bemessungsbetriebsspannungen.

Für jede Kategorie sind unterschiedliche Prüfbedingungen vorgesehen. Die Prüfparameter sind in den Vorschriften der IEC-Normen für die einzelnen Gebrauchskategorien festgelegt. Hersteller von Niederspannungs-Schaltgeräten sind verpflichtet, nach diesen Vorschriften zu prüfen.

Die jeweiligen Bezeichnungen der Gebrauchskategorien werden durch die Buchstaben A oder B ergänzt. Die Endung A kennzeichnet Schalter für Anwendungen, die häufiges Schalten erfordern, während die Endung B Geräte kennzeichnet, die nur gelegentlich geschaltet werden.

Die relevanten Gebrauchskategorien für Lasttrennschalter und Sicherungstechnik sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Gebrauchskategorie		Typische Anwendungen
Häufige Betätigung	Gelegentliche Betätigung	
AC-20A DC-20 A	AC-20B DC-20B	Schließen und Öffnen ohne Last
AC-21A DC-21 A	AC-21B DC-21B	Schalten ohmscher Last einschließlich geringer Überlast
AC-22A	AC-22B	Schalten leicht induktiver Last (cos ϕ> 0,65) einschließlich geringer Überlast
AC-23A	AC-23B	Schalten hochinduktiver Last, z. B. Motoren
DC-22A	DC-22B	Schalten leicht induktiver Last (L/R < 2,5 ms) einschließlich geringer Überlast
DC-23A	DC-23B	Schalten hochinduktiver Last, z. B. Reihenschlussmotoren (L/R < 15 ms)

AC = Wechselstrom
DC = Gleichstrom

Tabelle 1: Gebrauchskategorien für Lasttrennschalter und Sicherungstechnik

2.3. Selektivität

Neben den technischen Grunddaten ist die Selektivität eines der wichtigsten Kriterien bei der Planung. Eine Anlage mit mehreren Schutzorganen in Reihe wird als selektiv bezeichnet, wenn im Störungsfall nur die direkt vor der Störungsstelle liegende Schutzeinrichtung auslöst und allein den Fehler abschaltet (Abbildung 2). Vorgelagerte Schutzorgane sollen nur dann auslösen, wenn das zuständige Schutzorgan versagt. So wird sichergestellt, dass Abzweige, die nicht von dem Fehler betroffen sind, weiterhin mit Energie versorgt werden und möglichst viel Funktionalität erhalten bleibt. Selektivität begrenzt also die Auswirkungen eines Fehlers räumlich und zeitlich auf ein kleinstmögliches Maß.

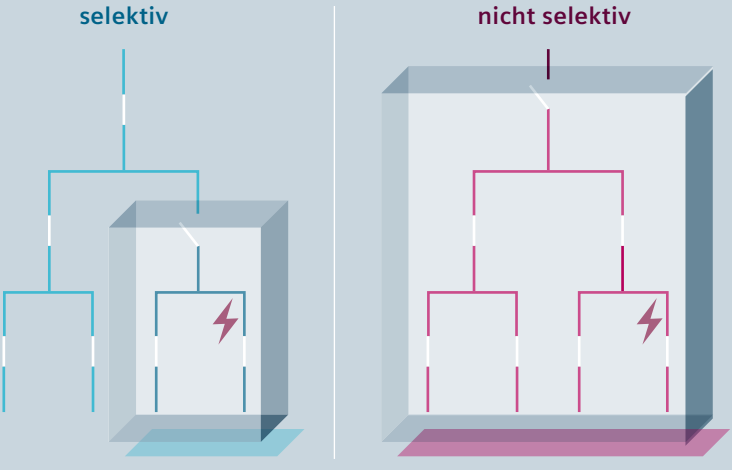


Abbildung 2:
Selektive Anlage vs. nicht selektive Anlage

Kurzschlussstelle

Selektivität wird sichergestellt, indem die Schaltgeräte durch Auswahl, Projektierung und Auslöseeinstellungen so aufeinander abgestimmt sind, dass im Fehlerfall nur das der Fehlerstelle am nächsten gelegene Schaltgerät abschaltet. Man spricht in diesem Fall auch von **Vollselektivität**. Ist dies bei der Kombination bestimmter Schaltgeräte nicht gegeben, besteht **Teilselektivität**. Diese tritt dann auf, wenn bei der gewählten Kombination ein selektives Abschalten des Netzfehlers nicht bis zum maximalen Grenzkurzschlussausschaltvermögen gegeben ist. Solange der Grenzstrom nicht erreicht wird, ist die jeweilige Kombination selektiv. Wird der Grenzstrom überschritten, ist die Selektivität nicht mehr gewährleistet. Diese sogenannte Selektivitätsgrenze muss bei der Planung berücksichtigt werden.

Selektivität mit Sicherungen zu realisieren ist verhältnismäßig unkompliziert, da deren Schmelzzeit-Strom-Kennlinien über den gesamten Strombereich nahezu parallel verlaufen und es keine Überschneidungen gibt. Sicherungen, bei denen sich die Bemessungsstromstufen im Verhältnis 1:1,6 unterscheiden, sind laut Norm grundsätzlich über den gesamten Fehlerstrombereich selektiv zueinander. Bei Siemens Sicherungen kann dieser Wert sogar auf 1:1,25 reduziert werden. Bei anderen Sicherungen kann die Selektivität über die Herstellerunterlagen anhand der Zeit-Strom-Kennlinien ermittelt werden.

Komplexer gestaltet sich das **selektive Verhalten bei Leistungsschaltern**. Dieses wird beeinflusst durch die gewählten Parameter am Überstromauslöser, die geräteabhängigen Auslöse- und Abschaltzeiten, die Durchlassstromwerte sowie die zugrundeliegenden Schaltprinzipien der Schalter.

Werden Sicherungen mit Leistungsschaltern kombiniert, spielt die Kombination der Kennlinien beider Schutzorgane eine wichtige Rolle. In Abbildung 3 wurden die Kennlinien so gewählt, dass die Sicherung immer vor dem Leistungsschalter auslöst – ist die Sicherung dann in der Verteilung dem Leistungsschalter nachgeschaltet, spricht man von Vollselektivität.

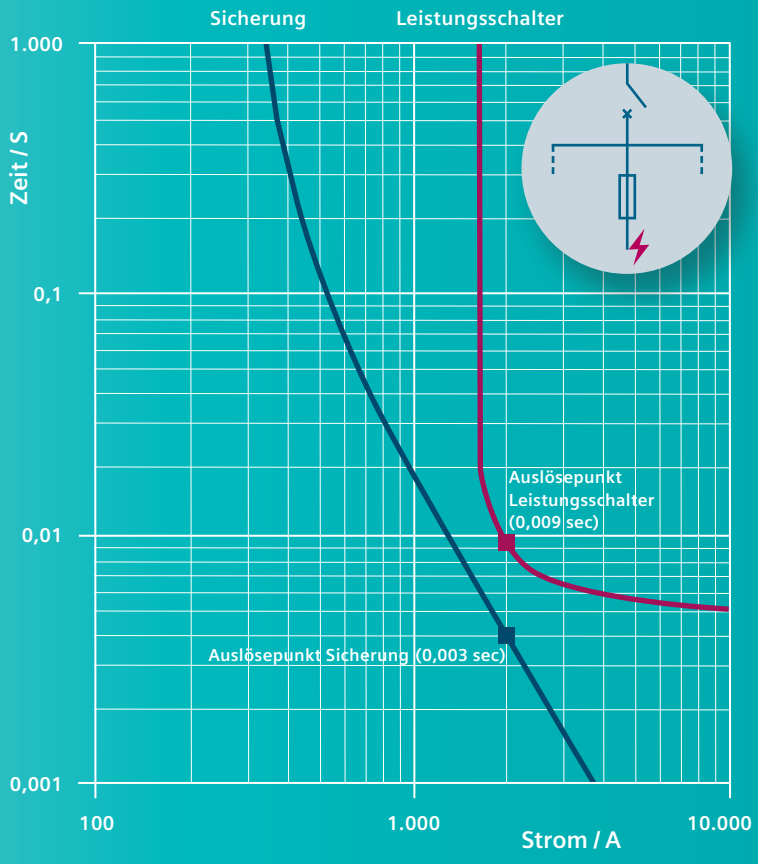


Abbildung 3: Kennlinienkombination für Vollselektivität

In Abbildung 4 wurden die Kennlinien so gewählt, dass bei niedrigeren Strömen erst der Leistungsschalter und dann die Sicherung auslöst, im höheren Strombereich umgekehrt. Man spricht dann von Teilselektivität, was je nach Anwendungsfall aber erwünscht sein kann.

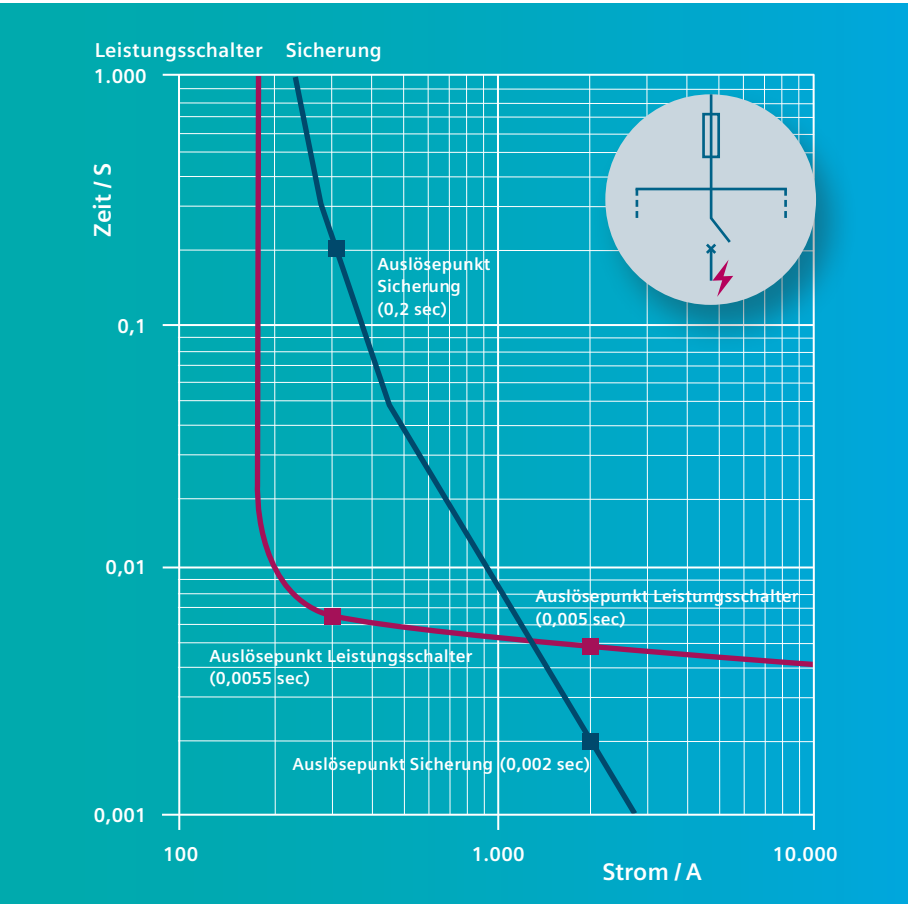


Abbildung 4: Kennlinienkombination bei Teilselektivität

2.4. Grundlagen der Sicherung

Sicherungen schützen Geräte und Anlagen vor Überstrom und Kurzschluss, indem ein abschmelzender Schmelzleiter bei Überschreiten einer bestimmten Stromstärke den Stromfluss unterbricht.

2.4.1. Bauformen

Für den Niederspannungsbereich nach IEC, existieren drei wesentliche Bauformen, welche in der Tabelle kurz gegenübergestellt werden.

NH-Sicherungen für große Ströme

- Sicherungseinsätze mit Messerkontakten
- Vergleichsweise großes Bauvolumen
- Robuste Bauart

Zylindersicherungen für kleine bis mittlere Ströme

- Zylinderförmige Sicherungseinsätze
- Einfach zu wechseln

NEOZED- / DIAZED-Sicherungen für kleine bis mittlere Ströme

- Schraubbare Sicherungseinsätze mit Fußkontakten
- Kompakte Abmessungen

Tabelle 2: Bauformen

2.4.2. Funktion, technische Daten und Kennlinien

Sicherungen bestehen aus zwei Kontakten an einem Isolationskörper, welche mit einem Schmelzleiter verbunden sind. Der Schmelzleiter ist von Luft oder Quarzsand umgeben und besitzt Engstellen, welche wie Sollbruchstellen wirken. Diese Bereiche erwärmen sich bei Stromfluss schneller und sind so dimensioniert, dass sie im Falle von Überstrom schmelzen und damit den Stromkreis unterbrechen.

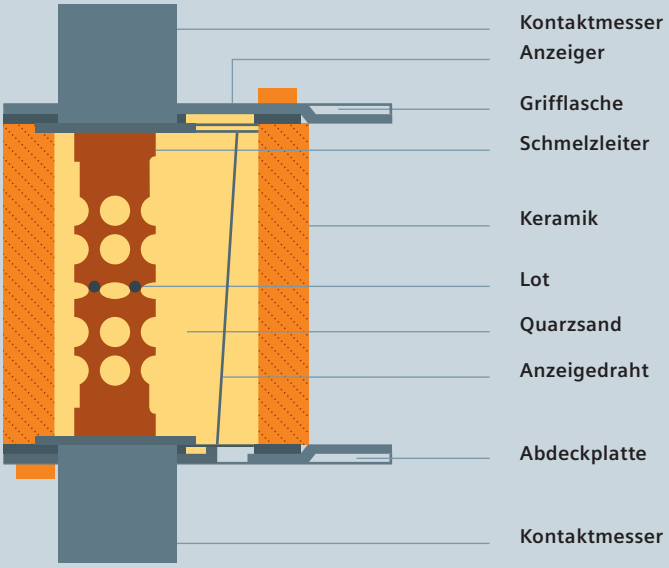
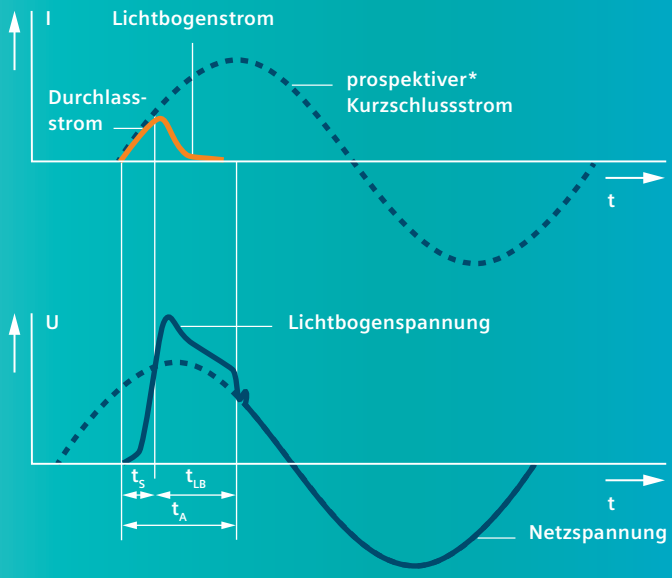


Abbildung 5:
Aufbau einer Sicherung (am Beispiel NH-Sicherung)

Bei **Kurzschlussströmen** (sehr hohe Überströme) verdampfen die Engstellen explosionsartig. Der Quarzsand im Inneren der Sicherung kühlt den entstehenden Lichtbogen, sodass bei korrekter Auslegung der Scheitelwert des unbeeinflussten Kurzschlussstromes nicht erreicht wird.

Schmelzsicherungen besitzen somit eine strombegrenzende Wirkung, welche alle anderen Überstromschutzeinrichtungen übertrifft. Dies vermindert direkte und indirekte Schäden durch Hitzeeinwirkung sowie die Personengefährdung bei Arbeiten unter Spannung.



t_S Schmelzzeit
t_{LB} Lichtbogenzeit
t_A Ausschaltzeit

*prospektiv = Kurschlussstromverlauf ohne Schutzorgan

Abbildung 6: Kurzschlussstrombegrenzung

Sollen **Überlasten** (relativ kleine Überströme) abgeschaltet werden, wird ein Material mit niedrigem Schmelzpunkt, wie Zinn oder Zinnlegierungen, als Reaktionslot an den Engstellen aufgetragen.

Das bei Überlast schmelzende Lot reagiert mit dem Schmelzleitermaterial und löst die Engstellen auf (M-Effekt). Dadurch verschiebt sich die Zeit-Strom-Kennlinie, wodurch eine Abschaltung des Überlaststroms ohne unzulässige Erwärmung möglich wird. Ist die Engstelle durchschmolzen, bildet sich ein Lichtbogen, welcher durch den schmelzenden Quarzsand im Inneren der Sicherung gekühlt wird. Dabei entsteht eine charakteristische „Schmelzraupe“, ein nichtleitender Sinterkörper aus Schmelzleitermetall, Lot und Quarz. Anhand deren Form kann die Stromstärke rekonstruiert werden, welche zum Abschalten führte.

Für den Schutz häufig verwendeter Betriebsmittel wurden angepasste Sicherungen mit entsprechenden Charakteristiken entwickelt. International wurden Charakteristiken für Leitungen, Motorstromkreise und Halbleiterbauelemente genormt. In Deutschland gibt es zusätzlich Normen für Transformatorenschutz und den Bergbauanlagenschutz. Die Sicherungseinsätze sind mit Kurzzeichen für die jeweiligen Anwendungen bzw. Charakteristiken gekennzeichnet (Tabelle 3).

Der erste, kleine Buchstabe bezeichnet den Ausschaltbereich der Sicherung:

- **„g“** steht für Ganzbereichssicherung und bedeutet, dass die Sicherung alle Überströme vom kleinsten Schmelzstrom bis zu ihrem Bemessungsausschaltvermögen unterbrechen kann. Ganzbereichssicherungen können als alleinige Schutzelemente eingesetzt werden.
- **„a“** steht für Teilbereichssicherung und bedeutet, dass diese Sicherung nur große Ströme ab einem Vielfachen ihres Nennstromes ausschalten kann. Teilbereichssicherungen sind nur für den Kurzschlussschutz geeignet und werden daher mit anderen Einrichtungen für den Überlastschutz kombiniert. Häufig werden sie auch als Backup-Schutz für andere Schaltgeräte mit geringerem Ausschaltvermögen eingesetzt, z. B. Schütze oder Leistungsschalter.

Der zweite, große Buchstabe bezeichnet die Charakteristik und damit das Anwendungsgebiet (Tabelle 3). Da Sicherungen sehr langlebige Produkte sind, findet der Anwender immer noch Produkte mit Aufschriften, die in den geltenden Normen nicht mehr erläutert sind. Deshalb sind in Tabelle 3 auch einige früher verwendete Bezeichnungen mit aufgeführt.

Betriebsklasse	Anwendungsgebiet (Charakteristik)
IEC- / VDE-Betriebsklassen	
gG	Ganzbereichssicherung für allgemeine Anwendungen, hauptsächlich Kabel- und Leitungsschutz
aM	Teilbereichs-Schaltgeräteschutz für Motorstromkreise
gR	Ganzbereichssicherungen für den Schutz von Halbleiterbauelementen (flinker als gS)
gS	Ganzbereichssicherungen für den Schutz von Halbleiterbauelementen, für erhöhte Leitungsauslastung
aR	Teilbereichssicherung für den Schutz von Halbleiterbauelementen
VDE-Betriebsklassen	
gB	Ganzbereichssicherung für den Bergbauanlagenschutz
gTr	Ganzbereichssicherung für den Transformatorenschutz, Bemessung in Transformator-Scheinleistung (kVA) statt Nennstrom (A)
träg	Ganzbereichssicherung für den Kabel- und Leitungsschutz
flink	Ganzbereichssicherung für den Kabel- und Leitungsschutz
Weitere Betriebsklassen	
gM	Ganzbereichssicherung für den Schutz von Motorstromkreisen mit zwei Bemessungsströmen (in Großbritannien verbreitet)
gN	Nordamerikanische Sicherung für allgemeine Anwendungen, hauptsächlich Kabel- und Leitungsschutz
gD	Nordamerikanische Sicherung mit träger Charakteristik für allgemeine Anwendungen und für den Motorenschutz
gI	Frühere IEC-Betriebsklasse (träge), ersetzt durch gG
gII	Frühere IEC-Betriebsklasse (flink), ersetzt durch gG
gL	Frühere VDE-Betriebsklasse, ersetzt durch gG
gT	Frühere VDE-Betriebsklasse (träge), ersetzt durch gG
gF	Frühere VDE-Betriebsklasse (flink), ersetzt durch gG
gTF	Frühere VDE-Betriebsklasse (träg-flink), ersetzt durch gB

Tabelle 3: Betriebsklassen und Anwendungen

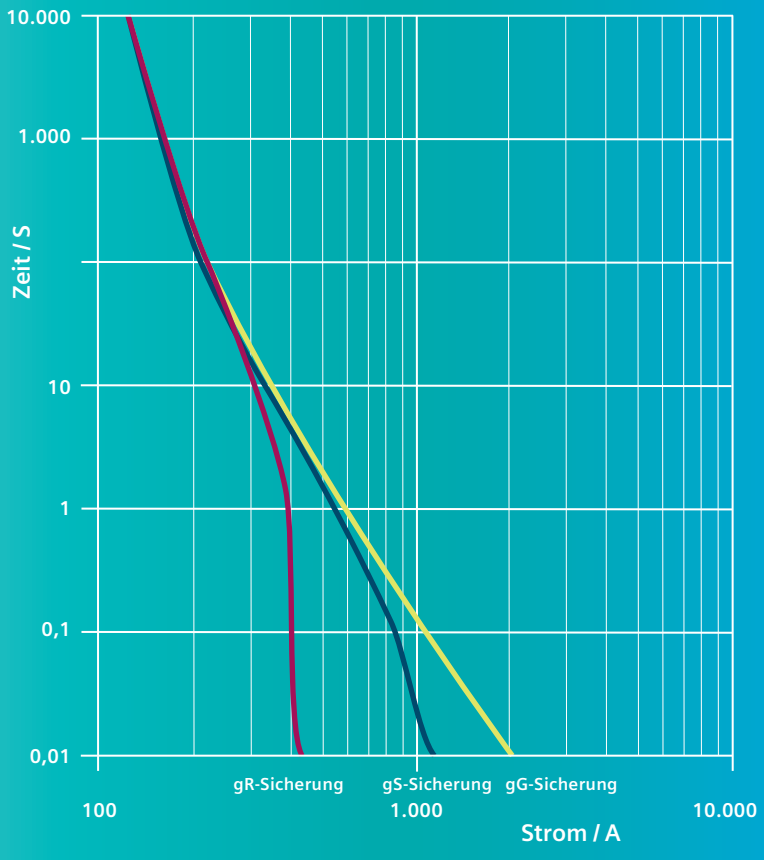


Abbildung 7: Kennlinie gG, gR und gS

Zeit-Strom-Kennlinien bestimmen den Anwendungsbereich einer Sicherung indem sie zeigen, nach welcher Zeitspanne eine Sicherung auslöst.

Im Gegensatz zu anderen Überstromschutzeinrichtungen besitzen Schmelzsicherungen keinen festgelegten Auslösestrom, ab welchem die Schutzwirkung einsetzt. Entscheidend ist die Schmelzzeit des Schmelzleiters, welche wiederum von der Höhe des Überstroms abhängig ist.

Anhand der Zeit-Strom-Kennlinie kann in Abhängigkeit des jeweiligen Überstroms bestimmt werden, wann die Schutzwirkung eintritt und die Sicherung auslöst.

Im nebenstehenden Beispiel würde die Sicherung bei einem Stromfluss von 400 A nach 0,5 sec. auslösen.

Die dabei durchgelassene Energie wird als Durchlassstrom bezeichnet, siehe Abbildung 8. Nachgeschaltete Sicherungs- oder Schaltorgane müssen diesem Durchlassstrom standhalten. Der Durschlassstrom wird in allen technischen Datenblättern sowohl als Maximalwert Ic als auch als durgelassene Energie I^2t-Wert angegeben. Vertiefende Informationen hierzu siehe Technik-Fibel "Sicherungssysteme".

Unterstützende Tools hierfür sind:

- **SIMARIS Curves (SIOS-ID: 35526338)**
- **SIMARIS Design (SIOS-ID: 35527800)**
- **SIMARIS Therm (SIOS-ID: 109482729)**
- **Technik-Fibel "Sicherungssysteme" (SIOS-ID: 109482303)**

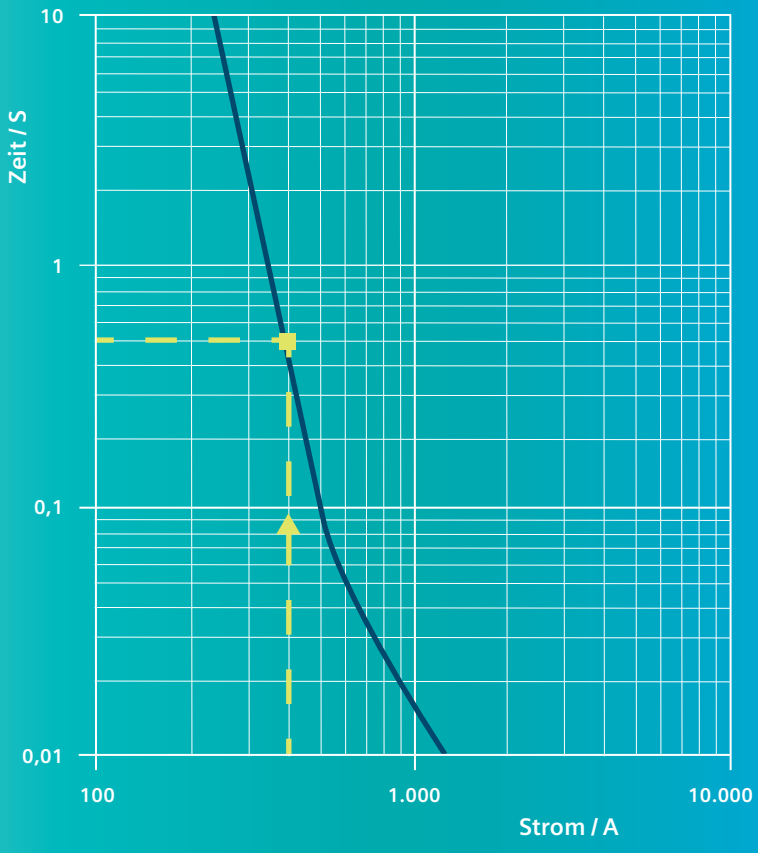


Abbildung 8: Zeit-Strom-Kennlinie

2.5. Grundgerätetypen und Anwendungsbeispiele

In den folgenden Abschnitten werden die verschiedenen Grundgerätetypen und deren Anwendung kurz beschrieben, um dem Anwender eine grundsätzliche Differenzierung der Geräte im Lasttrenn- und Umschaltbereich zu ermöglichen.

2.5.1. Lasttrennschalter

In vielen kleineren Maschinen und Anlagen sowie ortsveränderlichen Geräten, aber auch in größeren Nennstrombereichen werden einfache Haupt- und NOT-AUS-Schalter eingesetzt. Sie sind nur zum allpoligen Ein- und Ausschalten geeignet und besitzen keine Schutzfunktion. Bedingung ist jedoch, dass den Anlagen eine separate Schutzeinrichtung vorgeschaltet sein sollte.

Anwendungsbeispiele

- Schaltung ortsveränderlicher Maschinen (z. B. Holzbearbeitungsmaschinen, Baumaschinen wie Estrich-/Putzmaschinen)
- Netztrennschalter für Wartungszwecke
- Haupt- und NOT-AUS-Schalter an Maschinen und Anlagen aller Art, z. B. Montageautomaten in Produktionslinien, Wartungsschalter zum Freischalten von Motoren
- Hauptschalter für komplette Abzweige in größeren Nennstrombereichen

Ebenso sind diese Schalter häufig als „Reparaturschalter“ zwischen Frequenzumrichtern und Motoren zu finden. Dort gewährleisten sie die Spannungsfreiheit bei Reparatur- und Wartungsarbeiten am jeweiligen Antrieb.

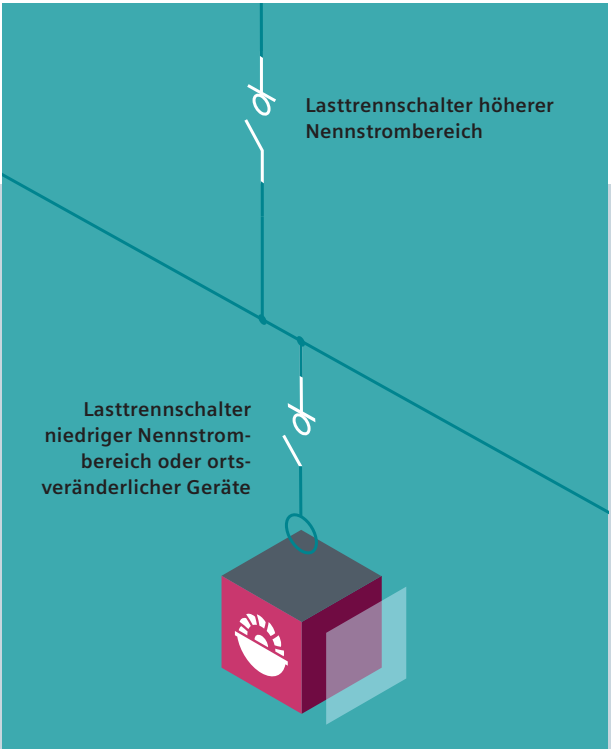


Abbildung 9: Lasttrennschalter als NOT-AUS-, Reparatur- oder Hauptschalter von Maschinen und Anlagen

2.5.2. Lasttrennschalter mit Sicherung

Lasttrennschalter mit Sicherungen erfüllen alle Anforderungen an einen Lasttrennschalter und verfügen zusätzlich über eine Schutzfunktion durch einbaubare Sicherungen. Im Vergleich zu Sicherungslasttrennschaltern besitzen sie ein höheres Schaltvermögen. Sie eignen sich zum betriebsmäßigen Schalten von Verbrauchern. Bei jedem Schalten von elektrischen Strömen entstehen Lichtbögen. Schaltwerke mit Federspeichern, wie sie z. B. bei Lasttrennschaltern und Leistungsschaltern verwendet werden, schalten immer gleichmäßig und sprunghaft, wodurch die beim Schalten frei werdende Energie minimiert wird. Somit ist ein Wechsel der Schmelzsicherungen im spannungsfreien Zustand gefahrlos möglich, da durch die Doppelunterbrechung der Geräte die Sicherungen spannungsfrei sind.

Anwendungsbeispiele

- Schutz und Schaltung von Serienmaschinen, z. B. Energieabgänge in Motor-Control-Centern, Flughäfen und Bahnhöfen
- Energieverteilung
- Haupt- und NOT-AUS-Schalter an Maschinen und Anlagen aller Art
- Einspeisung mit kostengünstiger Sicherung
- Energieabgang mit spannungsfreiem Sicherungstausch

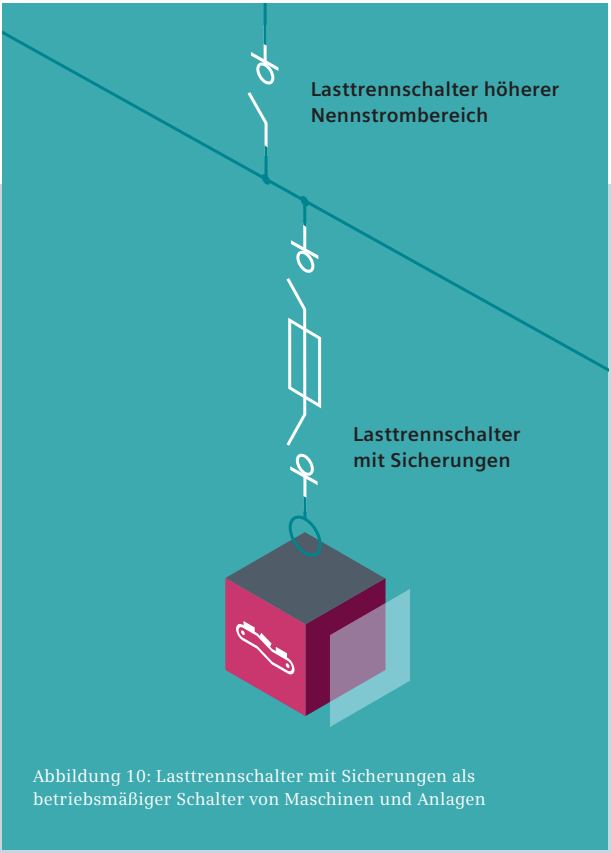


Abbildung 10: Lasttrennschalter mit Sicherungen als betriebsmäßiger Schalter von Maschinen und Anlagen

2.5.3. Sicherungslasttrennschalter

Die einfachste und preiswerteste Möglichkeit, Sicherungshalter und Trenner zu kombinieren, ist der Sicherungslasttrennschalter. Bei diesen Geräten übernimmt die Schmelzsicherung gleichzeitig die Funktion des Schaltstücks. Beim Entfernen des Griffeinsatzes, welcher auch die Sicherungen enthält, schafft man eine sichtbar offene Trennstrecke, die sichere Wartungsarbeiten ermöglicht. Die Schmelzsicherungen können leicht entnommen und getauscht werden.

Anders als bei einem Lasttrennschalter mit Sicherungen ist bei einem Sicherungslasttrennschalter die Geschwindigkeit des Schaltvorgangs vom Bediener abhängig, sodass bei einem langsamen Betätigen des Geräts unter Umständen sehr hohe Energien frei werden können.

Anwendungsbeispiele

- Schutz von Nebenaggregaten und Dauerläufern, die nicht betriebsmäßig geschaltet werden (z. B. Ölpumpen, Lüfter)
- Einspeisung eines Schaltschranks
- Hauptsicherung in Maschinenanschlusskästen
- Kostengünstiger Energieabgang, z. B. in Straßenverteilern
- Unterteil für Sicherungen für den Halbleiterschutz in Frequenzumrichtern

Aus diesen Gründen wird ein Sicherungslasttrennschalter in der Praxis nur von unterwiesenem Fachpersonal bedient und hierbei, je nach lokaler Vorschriftenlage, auch Schutzkleidung getragen.

Sicherungslasttrennschalter verfügen nur über ein begrenztes Schaltvermögen. Daher sind sie besonders für Anwendungen geeignet, bei denen die Schaltfunktion nur gelegentlich benötigt wird.

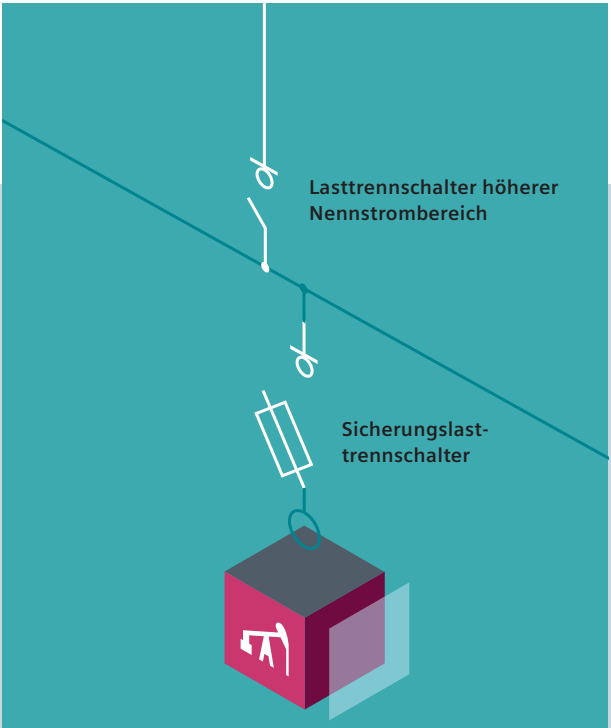


Abbildung 11: Sicherungslasttrennschalter als gelegentliche Schalter von Maschinen und Anlagen

2.5.4. Netz- oder Lastumschalter

Netzumschalter können je nach Gerät sowohl für das Umschalten zwischen verschiedenen Stromquellen als auch für das Schalten zwischen unterschiedlichen Lasten verwendet werden. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Verwendung als Phasenwendeschalter (auch bekannt als Drehrichtungsumschalter). Anwendungen, bei denen es unkritisch ist, wenn die Energieversorgung einige Minuten ausfällt, können wirtschaftlich mit einem manuell betätigten Umschalter (Manually operated transfer switching equipment, MTSE) abgedeckt werden. Für eine schnellere Umschaltung sind Schalter mit Motorantrieb notwendig.

Dabei wird zwischen RTSE (Remotely operated transfer switching equipment – fernbetätigter Umschalter) und ATSE (Automatic transfer switching equipment – automatischer Umschalter) unterschieden. RTSE besitzen einen Motorantrieb, mit welchem sich die Umschaltung per Fernsteuerung realisieren lässt. ATSE besitzen zusätzlich zum Motorantrieb eine eigene Steuerungseinheit, welche die automatische Umschaltung zwischen zwei Netzen ermöglicht.

Anwendungsbeispiele

- Umschaltung zwischen zwei Netzen bei besonders kritischen Lasten (z. B. Notstrom)
- Manuelle Umschaltung auf alternative Stromquellen, z. B. bei der Netzwartung
- Umschaltung einer Einspeisung auf zwei unterschiedliche Lasten
- Phasenwendeschalter (Umkehr der Drehrichtung eines Motors)

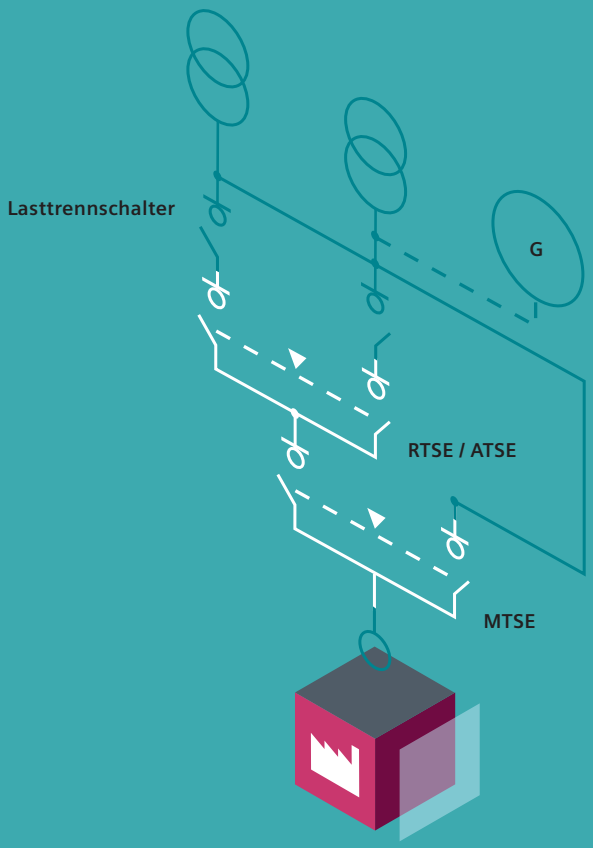


Abbildung 12: Netzumschalter zum Umschalten zwischen Netzen oder Lasten

2.6. Grundlagen der Umschaltung

2.6.1. Arten von Umschaltern

In der Umschalttechnik wird zwischen Last- und Netzumschaltung unterschieden. **Lastumschaltung** bedeutet, dass zwischen zwei Verbrauchern umgeschaltet wird, dabei aber nur eine Versorgungsquelle zur Verfügung steht. Im Gegensatz dazu wird bei der **Netzumschaltung** zwischen zwei unterschiedlichen Versorgungsquellen umgeschaltet, welche meist nur einen Laststrang versorgen.

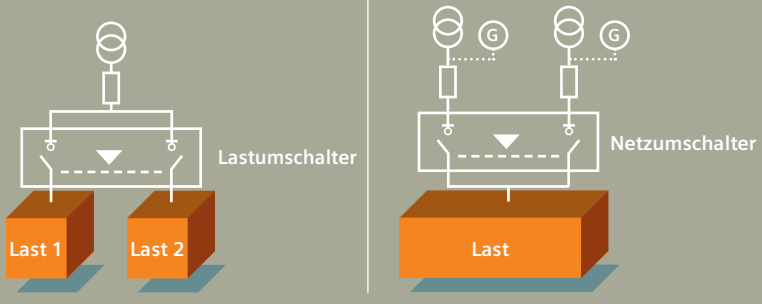


Abbildung 13: Arten von Umschaltern

Die Netzumschaltung kann mittels Lasttrennschaltern oder Leistungsschaltern realisiert werden. Leistungsschalter besitzen dabei bereits eine integrierte Schutzfunktion, während Lasttrennschalter zusätzlich durch Sicherungen geschützt werden müssen.

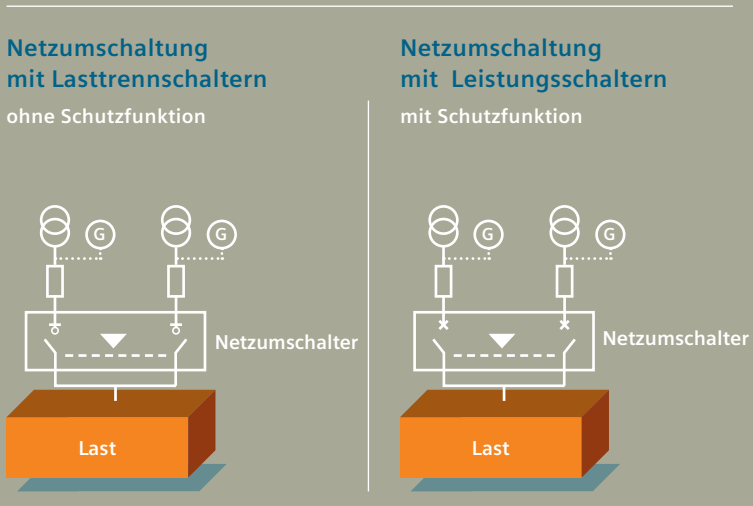


Abbildung 14: Netzumschaltung mit Lasttrennschaltern und Leistungsschaltern

Last- / Netzumschalter werden wiederum unterteilt in: handbetätigte, fernbetätigte, automatische Last- / Netzumschalter sowie Netzumschaltsteuergeräte:

Handbetätigte Netzumschalter (MTSE)
ermöglichen das manuelle Umschalten zwischen zwei Verbrauchern oder Versorgungsquellen. In der Regel werden diese Umschalter per Drehantrieb betätigt und besitzen die Schaltstellungen I-0-II oder seltener I-II.

Fernbetätigte Netzumschalter (RTSE)
besitzen einen Motorantrieb, mit welchem sich die Umschaltung per Fernsteuerung realisieren lässt.Hierzu stehen zahlreiche Möglichkeiten, wie externe Steuerungssysteme, Knebelschalter oder ähnliches zur Verfügung.

Automatische Netzumschalter (ATSE)
besitzen zusätzlich zum Motorantrieb eine eigene Steuerungseinheit, welche die automatische Umschaltung zwischen zwei Netzen ermöglicht. Die Steuerungseinheit verfügt über eine Überwachungsfunktion, die Spannungs- oder Frequenzabfälle erkennt und bei Bedarf von der Haupt- auf die Ersatzversorgung umschaltet.

Netzumschaltsteuergeräte (ATC)
ermöglichen in Verbindung mit motorisierten Leistungsschaltern (ACB, MCCB), fernbetätigten Netzumschaltern (RTSE) oder Schützen eine Netzumschaltung zwischen einer Haupt- und Alternativquelle. Mittels Spannungsabgriffen vor den Schaltgeräten wird die Stabilität der Spannungsversorgung analysiert. Benutzerdefinierte Grenzwerte (Spannung, Frequenz, Phasenfolge) fungieren als Rahmenbedingung für die Analyse der Qualität der Spannungsversorgung. Wird ein Grenzwert für eine bestimmte definierte Zeit unter- bzw. überschritten, leiten die Netzumschaltsteuergeräte eine Umschaltung zu der Alternativquelle ein.

2.6.2. Selektionskriterien für die Umschaltung

Im Rahmen einer wirtschaftlichen Anlagenplanung ist es in der Praxis üblich, die Ersatzversorgung kleiner zu dimensionieren als die Hauptversorgung. Bei einem Netzausfall muss somit die Kritikalität der einzelnen Verbraucher klar definiert sein. Man unterscheidet zwischen:

1 **Kritische Verbraucher:**
sicherheitsrelevante Komponenten bzw. schwere wirtschaftliche Schäden bei Ausfall
→ Ersatzversorgung erforderlich!

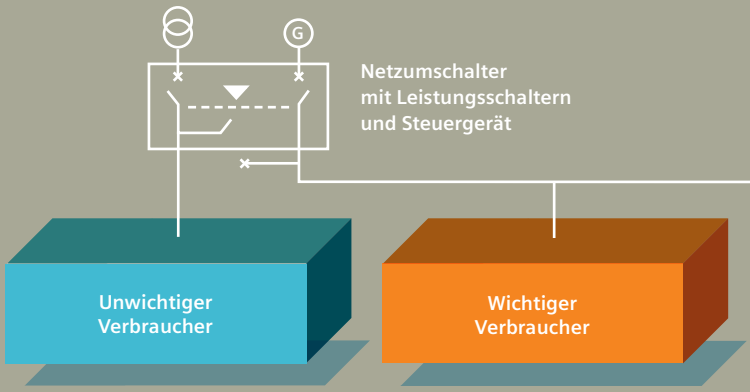
2 **Wichtige Verbraucher:**
Beeinträchtigung von Produktionsprozessen oder mittelschwere wirtschaftliche Schäden bei Ausfall
→ Ersatzversorgung empfohlen.

3 **Unwichtige Verbraucher:**
geringe Beeinträchtigung von Produktionsprozessen, kaum wirtschaftliche Schäden bei Ausfall
→ Lastabwurf möglich.

Kritische Verbraucher sollten über eine automatische Netzumschaltung abgesichert sein, damit Störungen zuverlässig erkannt werden und die Umschaltung schnell ohne menschliches Eingreifen erfolgen kann. Bei wichtigen Verbrauchern kann je nach Anwendungsfall auch eine manuelle oder fernbetätigte Umschaltung eingesetzt werden.

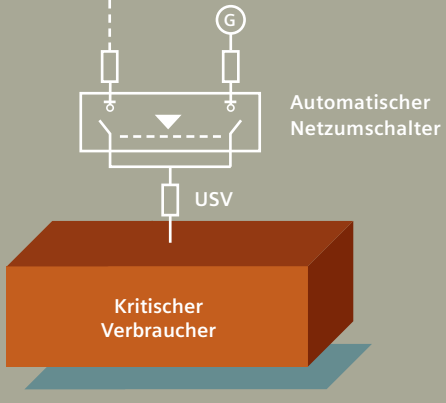
Bei der Wahl der Umschaltung spielt zusätzlich die Empfindlichkeit der Verbraucher eine wichtige Rolle. Diese besagt, wie lange ein Verbraucher bei einer notwendigen Umschaltung abgeschaltet sein darf oder muss. Hochkritische Verbraucher, wie Geräte der IT-Infrastruktur, erfordern meist eine unterbrechungsfreie Stromversorgung und sollten daher über eine automatische Netzumschaltung abgesichert sein, wobei die Schaltzeit des Umschalters mit einem Energiespeicher überbrückt wird.

Selektionskriterien



Im Gegensatz dazu ist es bei bestimmten Komponenten, wie Motoren, sogar erforderlich, eine gewisse Umschaltzeit einzuhalten, damit diese Auslaufen oder zum Stillstand kommen können. Bei derartigen Anwendungsfällen können auch fern- oder handbetätigte Umschalter eingesetzt werden.

Abbildung 15:
Beispielhafter Aufbau einer Netzumschaltung unter Berücksichtigung der Kritikalität der Verbraucher



3. Allgemeiner Technologievergleich: Sicherung versus Leistungsschalter

Bei der Entscheidung zwischen dem Einsatz von Sicherungen oder Leistungsschaltern gilt, dass keine der Techniken der anderen grundsätzlich überlegen ist. Die Wahl der passenden Komponenten muss der Planer abhängig von individuellen Anforderungen treffen. In Tabelle 4 sind grundsätzliche Merkmale und Unterschiede der verschiedenen Varianten als Entscheidungshilfe zusammengefasst.

	Sicherungsbehaftete Lösung
+	• Sehr gutes Strombegrenzungsvermögen • Hohes Schaltvermögen > 100 kA, 690 V • Geringe Kosten • Einfache Auswahl und Installation • Einfache Skalierung zwischen den Sicherungen, dadurch einfachere Projektierung im Bezug auf Selektivität
–	• Längerer Ausfall nach Störung • Nur bis 1250 A verfügbar • Altern der Sicherungen beeinflusst die Auslösekennlinie • Austausch nur durch Fachpersonal • Verriegelung nicht möglich

Tabelle 4: Vergleich sicherungsbehaftete Lösung und Leistungsschalter-Lösung

Leistungsschalter-Lösung

- Schutzfunktion speziell einstellbar auf die Applikation (Auslösezeit / Überlast / Kurzschluss)
- Abschalten aller Pole im Falle einer Störung
- Einfache und schnelle Inbetriebnahme nach Störung
- Kommunikationsfähig / Energiemonitoring

- Hohe Kosten
- Geringeres Schaltvermögen
- Höhere Verlustleistung
- Kontaktabbrand durch Abschalten von Kurzschlüssen
- Selektivität ist nicht so einfach zu erreichen wie mit Sicherungen

4. Das Siemens Produktportfolio für Lasttrennschalter, Sicherungen und Umschalter

Übersicht

4.1. Lasttrennschalter
- Lasttrennschalter 3LD
- Lasttrennschalter 3KD

4.2. Sicherungssysteme
- NH-Sicherungen
- SITOR-Sicherungen
- Zylinder-Sicherungen
- DIAZED-/ NEOZED-Sicherungen

4.3. Sicherungslasttrennschalter
- Sicherungslasttrennschalter 3NP
- Sicherungslasttrennschalter 3NJ4

4.4. Lasttrennschalter mit Sicherungen
- Lasttrennschalter mit Sicherungen 3KF
- Lasttrennschalter mit Sicherungen 3NJ6

4.5. Last- und Netzumschalter
- Lastumschalter 3LD
- Netzumschalter 3KC
  - Handbetätigte Netzumschalter 3KC0 (MTSE)
  - Netzumschalter mit Motorantrieb
    - Fernbetätigte Netzumschalter 3KC3 und 3KC4 (RTSE)
    - Automatische Netzumschalter 3KC6 und 3KC8 (ATSE)
  - Netzumschaltsteuergeräte
    - ATC3100
    - ATC6300 und ATC6500

→ Konfiguratoren für diese Produkte finden Sie in der Industry Mall unter **"Konfiguratorenübersicht"**

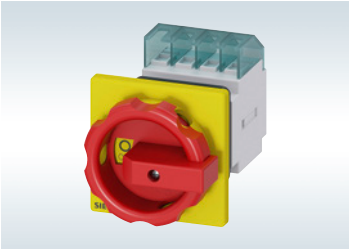
4.1. Lasttrennschalter

Detaillierte Informationen zu den Lasttrennschaltern finden Sie im **Projektierungshandbuch Lasttrennschalter (SIOS-ID: 109769744)**

Lasttrennschalter dienen dem allpoligen Ein- und Ausschalten von Maschinen und Anlagen. Sie besitzen keine Schutzfunktion und sollten daher in Verbindung mit einer vorgeschalteten separaten Schutzeinrichtung verwendet werden.

4.1.1. Lasttrennschalter 3LD

Lasttrennschalter 3LD dienen dem sicheren Ein- und Ausschalten elektrischer Betriebsmittel in Maschinen- und Anlagenbau, Infrastruktur und Gebäuden. Insbesondere in Be- und Verarbeitungsmaschinen, in der chemischen sowie der Genuss- und Nahrungsmittelindustrie finden sie als Haupt-, NOT-AUS- und Reparaturschalter eine breite Anwendung.

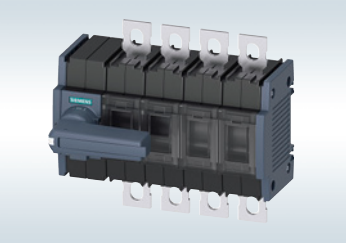


Das Portfolio umfasst kompakte und schmale Schalter unterschiedlicher Baugrößen mit Bemessungsströmen von 16 bis 250 A in 3-, 4- und 6-poliger Ausführung. Sie eignen sich für AC-Anwendungen bis 690 V.

Varianten für Front- und Bodenbefestigung, für den Verteilereinbau oder im Isolierstoffgehäuse ermöglichen eine anwendungsgerechte und flexible Montage. Wahlweise stehen auch Türkupplungen für die Bedienung außerhalb des Schaltschranks zur Verfügung. Die klar erkennbare Schalterstellung garantiert dabei eine einfache und intuitive Bedienbarkeit. Als Sicherheitsmaßnahme können die Schalter mit einem Vorhängeschloss gesichert werden, beispielsweise bei Wartungsarbeiten. Mit Zubehör, wie N-/PE-Klemmen oder Hilfsschaltern, lässt sich die Funktionalität zusätzlich erweitern.

4.1.2. Lasttrennschalter 3KD

Lasttrennschalter 3KD verhindern als Haupt-, NOT-AUS- und Reparaturschalter in industriellen Anlagen, Infrastruktur und Gebäuden Stromunfälle. Sie ermöglichen das sichere Ein- und Ausschalten elektrischer Betriebsmittel unter Last und bieten eine Sicherheitstrennfunktion und -strecke in allen Niederspannungs-Stromkreisen.



! Die Produktpalette umfasst kompakte Schalter verschiedener Baugrößen mit einem Bemessungsstrom von 16 bis 2000 A in 3-, 4- und 6-poliger Ausführung. Sie sind für AC-Anwendungen bis 690 V und DC-Anwendungen bis 1200 V ausgelegt. Die Schalter sind für sehr hohe Kurzschlussströme geeignet, daher können sie nahe der Einspeisung eingesetzt werden.

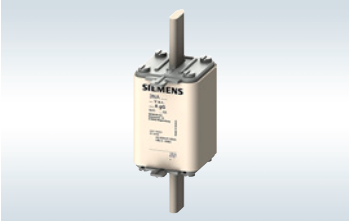
Die Lasttrennschalter lassen sich in verschiedenen Einbaulagen montieren und verfügen über mehrere Anschlussmöglichkeiten. Sie sind als Komplettgerät inklusive Front-Direktantrieb oder als Grundgerät ohne Handgriff ausgeführt. Die Grundgeräte haben einen Front- oder Seitenwandantrieb und können mit Direktantrieben oder Türkupplungs-Drehantrieben für die Betätigung außerhalb der Schaltschranktür versehen werden. Bei Bedarf lassen sich weitere Funktionalitäten nachrüsten, wie zusätzliche Pole oder Hilfsschalter.

4.2. Sicherungssysteme

Das Produktportfolio von Siemens umfasst Sicherungssysteme unterschiedlicher Bauformen, welche im Folgenden kurz vorgestellt werden. Weiterführende Informationen finden Sie in der Technik-Fibel „Sicherungssysteme“. Alle Sicherungen entsprechen den Abschnitten der IEC 60296.

4.2.1. NH-Sicherungen

Niederspannungs-Hochleistungs-Sicherungen (NH-Sicherungen) werden in Installationsanlagen im Zweckbau, in Gewerbe und Industrie sowie in Schaltanlagen von Energieversorgungsunternehmen eingesetzt. Sie können gegenüber Schraubsicherungen deutlich größere Ströme führen und trennen.



!

NH-Sicherungen sind in den Baugrößen 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4 und 4a mit Bemessungsstromstärken bis 1250 A erhältlich.

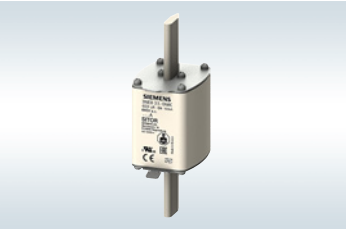
NH-Sicherungseinsätze passen in Schaltgeräte / Unterteile der nächsten Baugröße. So können Sicherungseinsätze der Baugröße 000 in Geräten der Baugröße 00 oder Sicherungseinsätze Baugröße 1 in Geräte der Baugröße 2 usw. eingesetzt werden. Dies gilt für alle Sicherungseinsätze und alle Geräte, in denen Sicherungen verbaut werden können.

NH-Sicherungen besitzen keine vorgeschriebene bauartbedingte Nennstrom-Unverwechselbarkeit oder einen Berührungsschutz. Sie dürfen daher nur von Fachpersonal bedient oder gewartet werden. Gegen zufälliges Berühren kann entsprechendes Zubehör bei Bedarf nachgerüstet werden.

NH-Sicherungseinsätze gibt es in folgenden Betriebsklassen:
- gG: Kabel- und Leitungsschutz
- aM: Kurzschlussschutz von Schaltgeräten in Motorenstromkreisen
- gR bzw. aR: Schutz von Leistungshalbleitern
- gS: Kabel-, Leitungs- und Halbleiterschutz

4.2.2. SITOR-Sicherungen

Halbleiterschutzsicherungen SITOR schützen Leistungshalbleiter vor den Folgen eines Kurzschlusses sowie deren Zuleitungen gegen Überlast. Sie besitzen eine superflinke Abschaltcharakteristik und schützen hochwertige Geräte und Anlagenteile, wie Umrichter mit Sicherungen im Eingang und im DC-Zwischenkreis, USV-Anlagen und Sanftstarter für Motoren. Für Spezialanwendungen, wie Bahngleichrichter oder Elektrolyseanlagen wurden die SITOR-Thyristorsätze entwickelt.



! SITOR-Sicherungen weisen keine einheitlichen Bauformen und Anschlüsse auf und bilden daher kein eigenes Sicherungssystem. Das Siemens Produktportfolio umfasst SITOR-Sicherungen für NH-, NEOZED-, DIAZED- sowie Zylinder-Sicherungssysteme. Bei der Produktauswahl ist zu beachten, dass Sicherungen für den Halbleiterschutz im Vergleich zu herkömmlichen Sicherungen bauartbedingt deutlich heißer werden können. Ggf. können sie daher bei Montage in einem Sicherungsschaltgerät bzw. Sicherungshalter nicht mit vollem Nennstrom betrieben werden. Um Fehlanwendungen zu vermeiden, stellt Siemens in den Projektierungshandbüchern umfangreiche Informationen und Kombinationslisten zur Verfügung. Unterstützend kann hier auch SIMARIS Therm verwendet werden.

4.2.3. Zylinder-Sicherungen

Zylinder-Sicherungen werden in Europa standardmäßig in der Industrie, in Südwesteuropa auch im Wohnbau, verwendet. Sie besitzen zylindrische Kontaktkappen und werden in einen Sicherungshalter eingesetzt.

! Die Sicherungen sind in verschiedenen Baugrößen mit einem Bemessungsstrom von bis zu 100 A erhältlich. Sie benötigen nur eine Teilungseinheit pro Pol und zeichnen sich daher besonders durch ihren geringen Platzbedarf im Schaltschrank aus.

Zylinder-Sicherungen werden wahlweise mit oder ohne Signalmelder geliefert. Bei den Geräten mit Signalmelder lässt sich über eine blinkende Leuchtdiode erkennen, ob der Sicherungseinsatz ausgelöst hat. Zusätzlich kann der Schaltzustand über anbaubare Hilfsstromschalter weitergemeldet und zu Automatisierungszwecken genutzt werden.

4.2.4. DIAZED-/ NEOZED-Sicherungen

Das Sicherungssystem **DIAZED** ist eine Entwicklung von Siemens und zählt zu den ältesten Sicherungssystemen der Welt. Auch heute wird es als robustes System noch in vielen Ländern als Standard in industriellen Anlagen eingesetzt.

! DIAZED-Sicherungseinsätze sind in verschiedenen Baugrößen mit einem Bemessungsstrom von 2 bis 100 A erhältlich.

Das Sicherungssystem **NEOZED** ist die Weiterentwicklung des DIAZED-Systems und findet vor allem in der Verteilertechnik und in industriellen Anlagen Anwendung. Durch die Verwendung von Passeinsätzen wird die Unverwechselbarkeit sichergestellt, d. h. es ist nicht möglich einen ungeeigneten Sicherungseinsatz in den jeweiligen Sockel einzusetzen. Aus diesem Grund ist das System auch von Laien bedienbar und für die Hausinstallation geeignet. Es besitzt eine kompakte Bauweise und lässt sich über Zubehör vielfältig in seiner Funktionalität erweitern.

! NEOZED-Sicherungseinsätze sind in verschiedenen Baugrößen mit einem Bemessungsstrom von 2 bis 100 A erhältlich.

4.3. Sicherungslasttrennschalter

Sicherungslasttrennschalter dienen dem allpoligen Schalten von Maschinen und Anlagen. Im Gegensatz zu reinen Lasttrennschaltern besitzen sie durch die als Schaltstück integrierte Sicherung eine Schutzfunktion.

4.3.1. Sicherungslasttrennschalter 3NP

Sicherungslasttrennschalter **3NP1** werden zum Schützen und Schalten verschiedenster elektrischer Verbraucher in Infrastruktur und Industrie eingesetzt. Sie eignen sich beispielsweise für Niederspannungs-Schaltanlagen für Energieverteilung und Motor Control Center (MCC), den Verteileranlagen- und Maschinenbau. Der allseitige Berührungsschutz sorgt für eine hohe Anlagen- und Personensicherheit.

!

Die kompakten Geräte sind für Sicherungsbaugrößen von NH000 bis NH3 verfügbar. Die integrierte Sicherungsüberwachung erfasst, zeigt und meldet Fehlerzustände.

Das NH-Sicherungssystem ist prinzipiell so ausgelegt, dass in ein Schaltgerät einer bestimmten Baugröße generell auch Sicherungen der nächstkleineren Sicherungsbaugröße montiert werden können. Zum Beispiel können in ein Schaltgerät der Baugröße 3 Sicherungen der Baugrößen NH3 und NH2 montiert werden.

4.3.2. Sicherungslasttrennschalter 3NJ4

Sicherungslasttrennschalter 3NJ4 vereinen die Funktionen Lastschalten und Trennen in einem Gerät. Sie sind in kompakter Leistenbauform ausgeführt und ermöglichen eine hohe Packungsdichte. Die integrierte NH-Sicherung schützt Anlagen vor Überlast und Kurzschluss. Die Schalter eignen sich für gelegentliches manuelles Schalten und Freischalten von Verbraucherabzweigen und Niederspannungsverteilungen in Industrie und Zweckbau.

!

Das Produktportfolio umfasst 1- und 3-polig schaltbare Ausführungen mit einem Bemessungsbetriebsstrom von 160 bis 1250 A. Die Schalter sind für AC-Anwendungen bis 690 V einsetzbar. Es stehen Varianten mit integriertem Stromwandler, mit elektronischer Sicherungsüberwachung oder für die sekundärseitige Absicherung von Transformatoren zur Verfügung.

Bei Verwendung von SITOR-Sicherungen müssen die Deratingwerte in Kombination mit dem 3NJ4 anhand der Verlustleistungen der Sicherungen und Schaltgeräte berechnet werden. Grund sind die höheren Verlustleistungen der SITOR-Sicherungen.

Sicherungslasttrennschalter können vertikal montiert werden und verfügen über vielfältige Anschlussmöglichkeiten.

4.4. Lasttrennschalter mit Sicherungen

Lasttrennschalter mit Sicherungen dienen dem Schützen und Schalten von Verbrauchern. Im Vergleich zu Sicherungslasttrennschaltern besitzen sie ein höheres Schaltvermögen.

4.4.1. Lasttrennschalter mit Sicherungen 3KF

Als Hauptschalter, NOT-AUS- oder Reparaturschalter von Schaltanlagen, Energieverteilern, Energieversorgungs- und Motorabgängen schützen Lasttrennschalter mit Sicherungen 3KF in Niederspannungs-Stromkreisen vor Überlast und Kurzschluss. Die Schalter können auch nahe an der Einspeisung eingesetzt werden.

!

Lasttrennschalter mit Sicherungen 3KF ermöglichen je nach Baugröße das Ein- und Ausschalten eines Bemessungsstroms zwischen 32 und 850 A. Sie bieten eine Sicherheitstrennfunktion und -strecke in allen Niederspannungs-Stromkreisen und eignen sich für NH- und SITOR-Sicherungen in NH-Bauform.

Das NH-Sicherungssystem ist prinzipiell so ausgelegt, dass in ein Schaltgerät einer bestimmten Baugröße generell auch Sicherungen der nächstkleineren Sicherungsbaugröße montiert werden können. Zum Beispiel können in ein Schaltgerät der Baugröße 3 Sicherungen der Baugrößen NH3 und NH2 montiert werden.

Die Lasttrennschalter lassen sich in verschiedenen Einbaulagen montieren und verfügen über mehrere Anschlussmöglichkeiten. Die Grundgeräte haben einen Front- oder Seitenantrieb und können mit Direktantrieben oder Türkupplungs-Drehantrieben für die Betätigung außerhalb der Schaltschranktür versehen werden. Übliche Schaltervarianten aus Grundgerät und Handgriff sind als Komplettgerät verfügbar. Bei Bedarf lassen sich weitere Funktionalitäten, wie Zusatzpole oder Hilfsschalter, nachrüsten.

4.4.2. Lasttrennschalter mit Sicherungen 3NJ6

Lasttrennschalter mit Sicherungen 3NJ6 werden eingesetzt, wenn in Niederspannungsverteilern auf engstem Raum möglichst viele Kabelgänge zur Energieverteilung untergebracht werden müssen. Die kompakte Leistenbauform mit Steckkontakt ermöglicht eine einfache Montage und eine hohe Packungsdichte im Feld. Sie schützen vor Kurzschluss und Überlast und eignen sich für NH-Sicherungseinsätze.

!

Das Portfolio umfasst 2-, 3- und 4-polige Ausführungen mit einem Bemessungsbetriebsstrom von 160 bis 630 A. Die Schalter sind für AC-Anwendungen bis 690 V und DC-Anwendungen bis 440 V einsetzbar.

Bei Verwendung von SITOR-Sicherungen müssen die Deratingwerte in Kombination mit dem 3NJ6 anhand der Verlustleistungen der Sicherungen und Schaltgeräte berechnet werden. Grund sind die höheren Verlustleistungen der SITOR-Sicherungen.

Das NH-Sicherungssystem ist prinzipiell so ausgelegt, dass in ein Schaltgerät einer bestimmten Baugröße generell auch Sicherungen der nächstkleineren Sicherungsbaugröße montiert werden können. Zum Beispiel können in ein Schaltgerät der Baugröße 3 Sicherungen der Baugrößen NH3 und NH2 montiert werden.

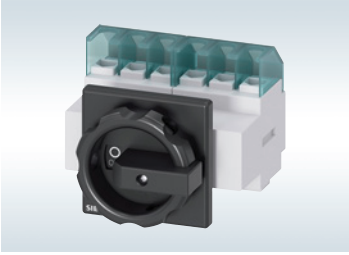
3NJ6 werden durch Einschubtechnik in Schaltschränken verbaut. Die Kontaktierung auf die im Schaltschrank befindlichen Sammelschienen erfolgt bei der Montage von alleine. Die Lasttrennschalter lassen sich durch Zusatzmodule, wie Hilfsschalter, Amperemeter oder Stromwandler, ohne zusätzlichen Platzbedarf erweitern. Das Umrüsten oder der Austausch von Komponenten kann während des Betriebs erfolgen. Die elektronische Sicherungsüberwachung zeigt und erfasst Fehlerzustände.

4.5. Last- und Netzumschalter

Lastumschalter dienen dem Schalten zwischen unterschiedlichen Lasten. Netzumschalter ermöglichen zusätzlich das Umschalten zwischen verschiedenen Stromnetzen.

4.5.1. Lastumschalter 3LD

Lastumschalter 3LD werden zum abwechselnden Schalten zwischen zwei Lasten bei einer eingehenden Einspeisung verwendet. Durch die Schaltstellung (I – 0 – II) kann abwechselnd eine der beiden Lasten eingeschaltet werden. Auf diese Weise kann zwischen zwei Drehstrommotoren und anderen Verbrauchern geschaltet werden.



!

Die Schalter basieren auf dem Lasttrennschalter 3LD2 und sind mit einem Bemessungsbetriebsstrom von 25 bis 250 A erhältlich.

Der Lastumschalter 3LD2 ist normativ ausschließlich für das Umschalten zwischen zwei Lasten zugelassen.

4.5.2. Netzumschalter 3KC

Die Netzumschalter 3KC ermöglichen ein einfaches und sicheres Umschalten zwischen dem Hauptnetz und einem Alternativnetz. Mit drei möglichen Schalterstellungen (I – 0 – II) eignen sie sich sowohl zum Freischalten elektrischer Anlagen als auch für die Umschaltung zwischen zwei Netzen. Alle Varianten des Netzumschalters 3KC sind für die herkömmlichen Netzformen einsetzbar. Abhängig vom Bautyp können sie für jedes Einsatzgebiet verwendet werden, beispielsweise in Rechenzentren, Infrastrukturen sowie in der chemischen und metallverarbeitenden Industrie.

!

Je nach Einsatzgebiet und Anforderungsbereich besteht die Wahl zwischen handbetätigten (Manually operated transfer switching equipment, MTSE), fernbetätigten (Remotely operated transfer switching equipment, RTSE) und automatischen (Automatic transfer switching equipment, ATSE) Netzumschaltern. Die Schalter sind bautypabhängig für einen Bemessungsstrom von 16 bis 3200 A ausgelegt und in 3- und 4-poliger Ausführung erhältlich.

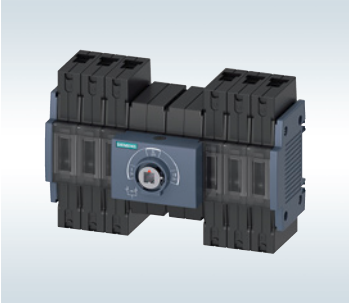
Netzumschalter 3KC zeichnen sich durch hohe Kurzschlusswerte, eine kompakte Bauweise bei Baugrößen bis 160 A und bei den RTSE- und ATSE-Netzumschaltern durch eine kurze Schaltzeit aus. Die Montage erfolgt per Installation auf eine Montageplatte oder Hutschiene. Die Schalter lassen sich in der Schalterstellung I oder II mechanisch oder elektrisch verriegeln. Eine Vorhängeschlosssperre in Stellung 0 ermöglicht sichere Wartungsarbeiten.

Netzumschalter 3KC sind zugelassen nach den Produktnormen IEC 90947-6 und IEC 90947-3.

Detaillierte Informationen finden Sie im **Projektierungshandbuch** Netz- und Lastumschalter (SIOS-ID: 109769745)

4.5.2.1. Handbetätigte Netzumschalter 3KC0 (MTSE)

Der handbetätigte Netzumschalter 3KC0 eignet sich für Applikationen, bei denen bis zum manuellen Eingreifen ein kurzfristiger Netzausfall für die Umschaltung vertretbar ist. Der Umschalter ist in fünf Baugrößen von 16 bis 1600 A mit jeweils einer 3- und 4-poligen Version erhältlich. Der MTSE bietet eine wirtschaftliche Lösung, beispielsweise zum Umschalten zwischen zwei Lasten, und schaltet induktive Lasten.



4.5.2.2. Netzumschalter mit Motorantrieb

4.5.2.2.1. Fernbetätigte Netzumschalter 3KC3 und 3KC4 (RTSE)

Der fernbetätigte Netzumschalter 3KC RTSE ist in einer 4-poligen Variante 3KC3 für den Nennstrombereich von 40 bis 160 A sowie in einer 3- oder 4-poligen Variante 3KC4 für Ströme zwischen 250 und 3200 A erhältlich. Sie gewährleisten eine hohe Ausfallsicherheit der Stromversorgung bei Anlagen, die bereits über ein separates Steuergerät, z. B. aus SIMATIC, verfügen. In Kombination mit einem geeigneten Steuergerät sind RTSE zur automatischen Fernschaltung sowohl für Netz-Generator-Anwendungen als auch für Generator-Generator-Anwendungen einsetzbar.

4.5.2.2.2. Automatische Netzumschalter 3KC6 und 3KC8 (ATSE)

Den automatischen Netzumschalter 3KC ATSE gibt es als 4-polige Variante 3KC6 für den Nennstrombereich von 40 bis 160 A. Für den Bereich zwischen 250 und 3200 A sind 3- und 4-polige Ausführungen 3KC8 erhältlich. Der automatische Netzumschalter ATSE verfügt über einen Motorantrieb und einen integrierten Controller. Er kann somit in bestehende Anlagen integriert werden, bei denen die automatische Fernschaltung notwendig und kein separates Steuergerät vorhanden ist.

Die Umschaltbedingungen können vom Anwender direkt am Gerät in wenigen Schritten eingestellt werden. Alle Bautypen des automatischen Netzumschalters ATSE verfügen über eine integrierte duale Spannungsversorgung und benötigen somit keine externe Spannungsquelle. Die Varianten 3KC6 lassen sich optional über Eingänge fernsteuern. Durch die Möglichkeit, einen Generator durch das integrierte Steuergerät direkt anzusteuern, eignen sich diese Baugrößen auch für Netz-Generator-Anwendungen.

4.5.2.3. Netzumschaltsteuergeräte

Die Netzumschaltsteuergeräte 3KC ATC ermöglichen das automatische oder manuelle Umschalten zwischen zwei Versorgungsnetzen in der Niederspannungs-Energieverteilung. 3KC ATC sind reine Controller für die automatische Umschaltung zwischen zwei Netzen und haben keine Schaltgeräte integriert. Sie steuern bei Netzausfall Schaltgeräte wie z. B. ACB, MCCB an und ermöglichen einen flexiblen Aufbau. Sie werden daher insbesondere dort eingesetzt, wo ein Netzausfall kritisch ist, beispielsweise in Stromnetzen mit USV-Versorgung und in Industrieprozessen. Die Geräte erkennen schnell und vollautomatisch Schwankungen im Hauptversorgungsnetz und schalten bei Bedarf auf ein Ersatznetz um. Sobald das Hauptversorgungsnetz wieder in der vom Nutzer festgelegten Qualität verfügbar ist, schaltet das Steuergerät auf dieses zurück.

4.5.2.3.1. ATC3100

Das Netzumschaltsteuergerät ATC3100 ist eine kostengünstige Möglichkeit zur Umsetzung automatischer Umschaltapplikationen. Es lässt sich ohne Software konfigurieren und kann flexibel ohne Zubehör montiert werden. Der Systemstatus wird mit zehn LEDs angezeigt.

4.5.2.3.2. ATC6300 und ATC6500

Netzumschaltsteuergeräte ATC6300 und ATC6500 bieten eine erweiterte Funktionalität zur Steuerung der Netzumschaltung. Die Geräte wurden für industrielle sowie auch Infrastruktur-bedingte Applikationen, wie z.B. Versorgung von Produktionslinien, jegliche Maschinen, Pumpen, Kühl- und Beleuchtungsanlagen entwickelt.

Über das frontseitige Display kann das Gerät bedient und parametriert werden. Zusätzlich ist eine Parametrierung und Überwachung mit der kostenlos verfügbaren powerconfig Software möglich. Das Steuergerät bietet zahlreiche Messfunktionen und kann baureihenabhängig mit zwei bzw. drei Erweiterungsmodulen sowie durch Kommunikationsschnittstellen erweitert werden.

5. Applikationsbeispiel im Siemens Portfolio

Schematischer Aufbau

Einspeisung
(3WL, 3WA)

Unterverteilung
(3NP, 3NJ, 3VA, 3KD)

Kleinverteilung / Steuerschrank
(3KF, 3NP, 3LD)

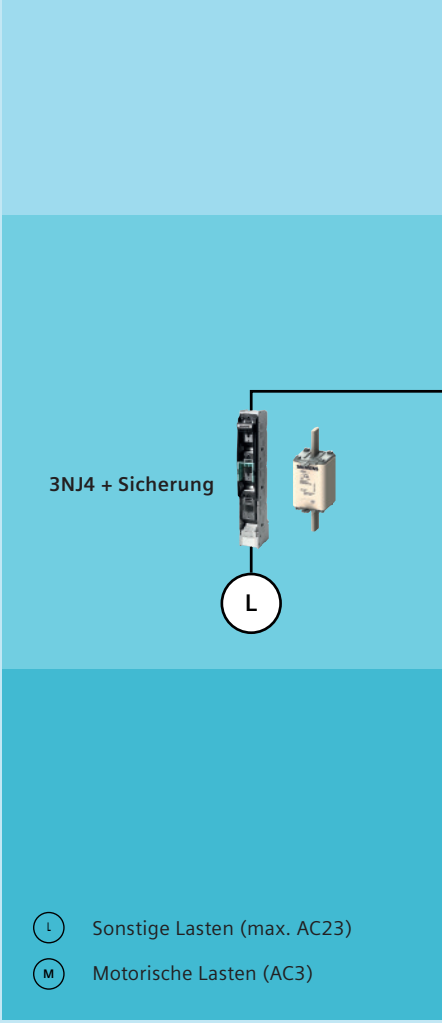
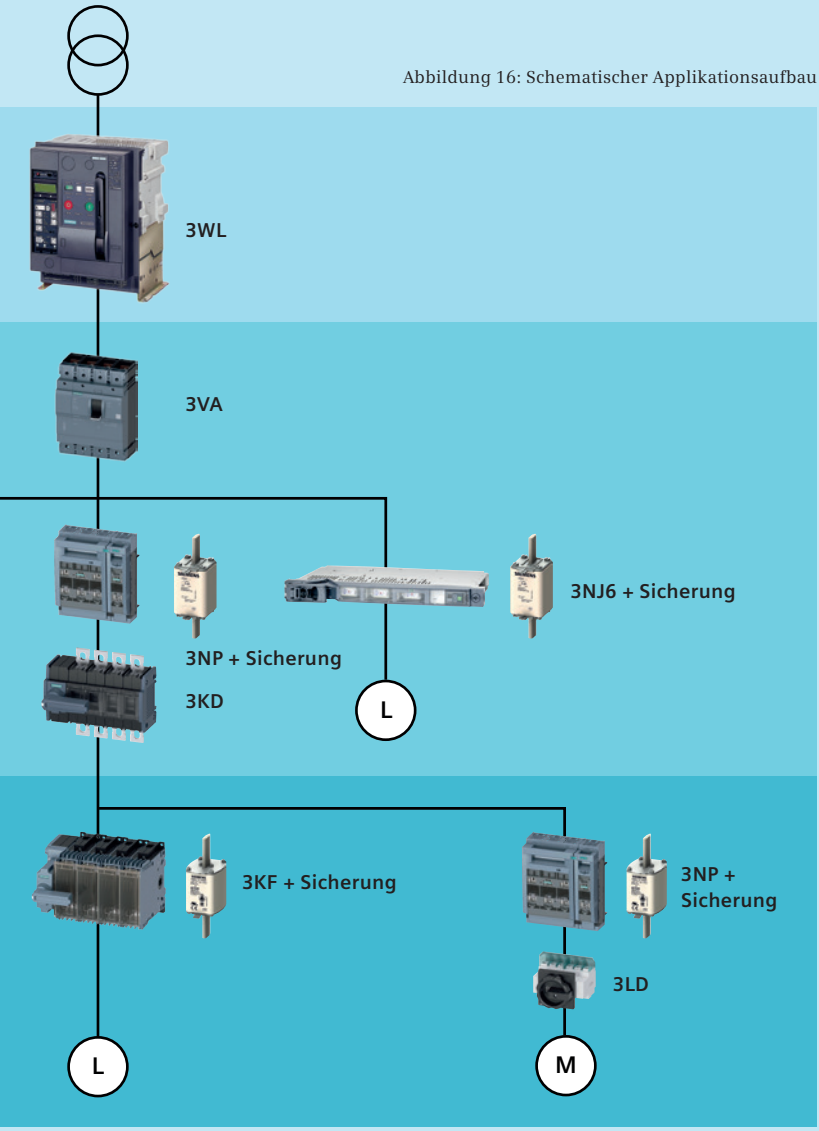


Abbildung 16: Schematischer Applikationsaufbau



Schlusswort

Das sichere Trennen und Umschalten elektrischer Anlagen ist mehr denn je unerlässlich für einen effektiven Schutz von Mensch und Maschine. Die Geräteauswahl wird aufgrund steigender Anforderungen an Sicherheit und Wirtschaftlichkeit sowie wachsender Ansprüche hinsichtlich Funktionalität und Flexibilität für den Anlagenbauer zunehmend herausfordernder. Unsere Experten für Niederspannungstechnik bei Siemens stehen Ihnen bei Fragen und Problemen jederzeit kompetent zur Verfügung.

Erklärungen zu den kennzeichnenden Merkmalen von Lasttrennschaltern, Sicherungslasttrennschaltern und Umschaltern finden Sie im Anhang.

6. Anhang: Begriffserklärung der kennzeichnenden Merkmale

Zur Erfassung der Leistungseigenschaften von Lasttrennschaltern, Sicherungslasttrennschaltern und Umschaltern werden verschiedene technisch kennzeichnende Merkmale durch die Norm IEC 60947-3 festgelegt. Diese Werte werden unter Normbedingungen ermittelt, sodass für den Anwender die technischen Angaben der verschiedenen Hersteller vergleichbar sind. Je nach Applikation des Anwenders sind verschiedene Merkmale auswahlrelevant. Hier wird eine kurze Beschreibung der einzelnen technischen Merkmale geschildert und an Beispielen veranschaulicht.

6.1. Bemessungsspannungen

Die Geräte werden durch folgende Bemessungsspannungen beschrieben.

6.1.1. Bemessungsbetriebsspannung (U_e)

Die Bemessungsbetriebsspannung eines Geräts ist die Spannung, welche beim Bemessungsbetriebsstrom auftritt. Mit der Bemessungsbetriebsspannung werden die verschiedenen Prüfungen der Gebrauchskategorien durchgeführt. Wird ein einpoliges Gerät damit bestimmt, wird im Allgemeinen die Spannung über einem Pol angegeben. Bei mehrpoligen Geräten wird die Bemessungsbetriebsspannung als verkettete Spannung angegeben.

6.1.2. Bemessungsisolationsspannung (U_i)

Die Bemessungsisolationsspannung U_i ist die Spannung eines elektrischen Betriebsmittels, nach der Isolationsprüfungen und Kriechstrecken bemessen sind. Als Kriechstrecke wird dabei die kürzeste Entfernung zwischen zwei leitfähigen Bauteilen entlang der Oberfläche eines Isolators bezeichnet. Mit der Isolationsprüfung wird sichergestellt, dass die vorhandene Kriechstrecke ausreichend groß ist. Die höchste Betriebsspannung eines Stromkreises darf die Bemessungsisolationsspannung nicht überschreiten.

6.1.3. Bemessungsstoßspannungsfestigkeit (U_{imp})

Die Bemessungsstoßspannungsfestigkeit ist der Spitzenwert einer Stoßspannung in definierter Form und Polarität, dem ein Betriebsmittel oder ein Stromkreis unter vorgegebenen Prüfbedingungen ohne Ausfall standhalten muss. Sie ist damit ein Maß für die dielektrische Festigkeit. Unter der dielektrischen Festigkeit versteht man die elektrische Feldstärke, welche in einem Material maximal vorliegen darf, bevor ein Spannungsdurchschlag in Form eines Funkens droht.

6.2. Ströme

6.2.1. Konventioneller thermischer Strom in freier Luft (I_{th})

Der konventionelle thermische Strom in freier Luft I_{th} bezeichnet die maximale Strombelastung, die ein Schaltgerät über einen Zeitraum von acht Stunden führen kann, ohne dass es zu einer thermischen Überlastung kommt. Unter freier Luft versteht man dabei Luft unter normalen Raumbedingungen, d. h. weitestgehend frei von externer Einstrahlung und Zugluft.

6.2.2. Konventioneller thermischer Strom von Geräten im Gehäuse (I_{the})

Der konventionelle thermische Strom von Geräten im Gehäuse I_{the} bezeichnet die maximale Strombelastung, die ein Schaltgerät in einem bestimmten Gehäuse über einen Zeitraum von acht Stunden führen kann, ohne dass es zu einer thermischen Überlastung kommt.

6.2.3. Bemessungsbetriebsstrom (I_e) oder Bemessungsbetriebsleistung

Der Bemessungsbetriebsstrom ist der Strom, den ein Schaltgerät schalten kann. Der Wert wird vom Hersteller angegeben und berücksichtigt die Bemessungsbetriebsspannung, Bemessungsfrequenz, Nennlast, Gebrauchskategorie und Umgebungstemperatur.

6.2.4. Bemessungsdauerstrom (I_u)

Als Bemessungsdauerstrom wird der maximal zulässige Strom bezeichnet, für den ein elektrisches Gerät unter definierten Betriebsbedingungen (z. B. Umgebungstemperatur, Aufstellhöhe ...) zum dauerhaften Betrieb mit konstanter Belastung (Kurzzeichen S1) ausgelegt ist.

6.3. Kennzeichnende Merkmale für Last und Überlast

6.3.1. Überlastfestigkeit beim Schalten von Motoren

Überlastfest sind Geräte oder Anlagen, wenn sie vor Zerstörung durch zeitlich unbegrenzte Überlast geschützt sind.

6.3.2. Bemessungseinschaltvermögen

Das Bemessungseinschaltvermögen bezeichnet den maximalen Strom, den ein Schaltgerät einschalten kann. Der Wert wird in Abhängigkeit von Gebrauchskategorie und der jeweiligen Bemessungsbetriebsspannung angegeben.

6.3.3. Bemessungsausschaltvermögen

Das Bemessungsausschaltvermögen ist der maximale Strom, den ein Schaltgerät ausschalten kann. Der Wert wird in Abhängigkeit von Gebrauchskategorie sowie Bemessungsbetriebsspannung und Bemessungsbetriebsstrom angegeben.

6.4. Kennzeichnende Merkmale unter Kurzschlussbedingungen

6.4.1. Bemessungskurzzeitstromfestigkeit (I_{cw})

Die Bemessungskurzzeitstromfestigkeit ist ein Maß für die thermische Festigkeit eines Schaltgeräts bei einer kurzzeitigen Belastung. Üblicherweise wird der Wert für die Dauer von einer Sekunde angegeben.

6.4.2. Bemessungskurzschlusseinschaltvermögen (I_{cm})

Das Bemessungskurzschlusseinschaltvermögen beschreibt den maximalen Kurzschlussstrom, den ein Schaltgerät ohne Beschädigung einschalten kann. Der Wert bezieht sich auf die Bemessungsbetriebsspannung und -frequenz.

6.4.3. Bemessungskurzschlussausschaltvermögen (I_{cn})

Das Bemessungskurzschlussausschaltvermögen beschreibt, welchen maximalen Kurzschlussstrom ein Schaltgerät bei der Betriebsbemessungsspannung und Bemessungsfrequenz ausschalten kann.

6.4.4. Bedingter Bemessungskurzschlussstrom (I_g)

Der bedingte Bemessungskurzschlussstrom ist der unbeeinflusste Strom, den ein Schaltgerät in Verbindung mit einer Kurzschlussvorsicherung ohne nachfolgende Funktionsbeeinträchtigung trennen kann.

Herausgeber
Siemens AG 2020

Siemens AG
Smart Infrastructure
Electrical Products
Siemensstraße 10
93055 Regensburg
Deutschland

SIEP-T10024-00
Dispostelle 25601-0220-3.0
Gedruckt in Deutschland
© Siemens 2020

Immer für Sie da:
Unser umfassender Support
www.siemens.de/online-support

Änderungen vorbehalten

Die Informationen in diesem Dokument enthalten allgemeine Beschreibungen der technischen Möglichkeiten, welche im Einzelfall nicht immer vorliegen. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind daher im Einzelfall bei Vertragsschluss festzulegen.

www.siemens.de/schaltgeraete