

Anwenden von Kurzschlussbemessungsgrößen (1)

K.-H. Kny, Magdeburg

Dieser Beitrag bietet eine zusammenfassende Darstellung, wie die von den Herstellern angegebenen Bemessungswerte zur Kurzschlussfestigkeit zum Nachweis des Kurzschlussschutzes im Niederspannungsbereich angewendet werden. Nach der Erläuterung der notwendigen Kurzschlussstromgrößen wird der Vergleich mit den Kurzschlussbemessungswerten einschließlich des Nachweises bzw. der Aussagen zur mechanischen und thermischen Kurzschlussfestigkeit behandelt.

1 Der Kurzschluss im Elektroenergieversorgungsnetz

Die Definition für den Kurzschluss war in DIN VDE 0102 im Laufe der Zeit immer mal etwas anders formuliert. In der aktuellen Ausgabe [1] steht: „zufällige oder beabsichtigte leitfähige Verbindung zwischen zwei oder mehr leitfähigen Punkten, durch die die elektrischen Potentialdifferenzen zwischen diesen leitfähigen Punkten zu Null oder nahezu zu Null erzwungen werden“.

Mit den Kenntnissen des Verhaltens des Grundstromkreises bei Kurzschluss könnte es auch heißen: Der Netzkurzschluss ist immer eine gewollte oder ungewollte widerstandslose (niederohmige) Verbindung hinter der Spannungs- oder Stromquelle (Speisestelle im Netz) bzw. vor dem Verbraucher oder einer Last; sei es durch eine Minderung der Isolierung oder durch Schalthandlungen.

Autor

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Kny ist Dozent an der Hochschule Magdeburg-Stendal (FH).

Der Kurzschlussstrom ist die Folge eines Kurzschlusses. Wenn er als unbeeinflusster Kurzschlussstrom I_{cp} bezeichnet wird, ist es der „Strom, der fließen würde, wenn der Kurzschluss durch eine ideale Verbindung vernachlässigbarer Impedanz ohne jegliche Änderung an der Einspeisung ersetzt würde“ [3]. Anders ausgedrückt: ein satter Kurzschluss bei starrer Einspeisung ohne Begrenzung des Stromes durch einen zusätzlichen Widerstand, wie z. B. einen Lichtbogenwiderstand.

Im Wechsel- oder Drehstromnetz ist der Kurzschluss eine kurzschließende Verbindung zwischen den Außenleitern oder zwischen einem Außenleiter und dem Neutraleiter/Erdleiter oder in der Kombination: Leiter-Leiter-Erde. Wenn vom Kurzschlussstrom oder vom Anfangskurzschlusswechselstrom in diesem Beitrag die Rede ist, dann ist immer der sogenannte unbeeinflusste (verfügbare) Kurzschlussstrom I_{cp} – wie auch in den Herstellerunterlagen als prospektiver (möglicher) Kurzschlussstrom bezeichnet – gemeint. Es ist der höchste effektive Kurzschlussstrom I_k'' ohne Minderung durch eine Impedanz an der Fehlerstelle.

2 Charakteristische Kurzschluss-Ströme

Gespeist wird der Kurzschluss-Strom von den übergeordneten Generatoren im Elektroenergieversorgungsnetz und zunehmend durch dezentrale Stromerzeuger wie Wind- und Wasserkraftanlagen, Photovoltaikanlagen oder Blockheizkraftwerke. Magnetische Energiespeicher (Asynchronmotoren) tragen zur Erhöhung des Kurzschlussstromes bei.

2.1 Anfangskurzschlusswechselstrom

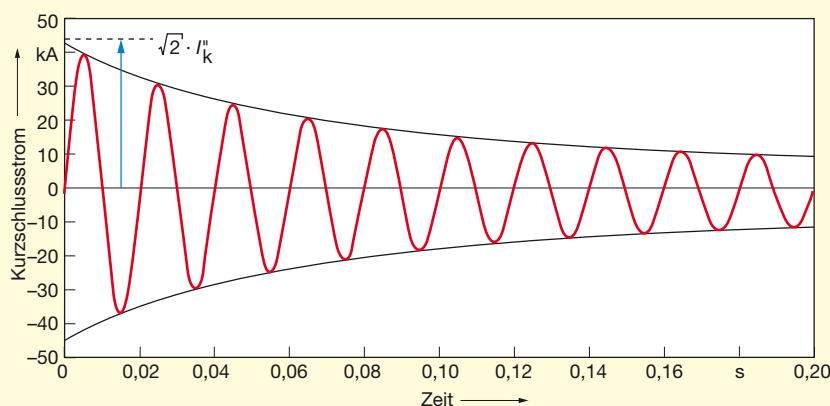
Der Anfangskurzschlusswechselstrom ist der Effektivwert des Stromes, der bei Kurzschlusseintritt definiert ist. Dieser Strom beinhaltet auch die zusätzlichen subtransienten und transienten Wechselstromanteile, die durch magnetische Verdrängungseffekte in elektrischen Maschinen während des Kurzschlusseintritts vorübergehend hervorgerufen werden (Bild 1).

Die Einteilung in generatornaher und generatorferner Kurzschluss ist hierauf begründet; beim generatornahen Kurzschluss ist der Übergangsvorgang wirksam und es muss mit der subtransienten Impedanz Z'' gerechnet werden. Dagegen ist bei fehlenden Generatoren und Asynchronmotoren in der Nähe des Kurzschlusses bzw. ausschließlicher Netzeinspeisung die stationäre Kurzschlussimpedanz Z_k ausreichend.

Die Berechnung des symmetrischen, dreipoligen Anfangskurzschlusswechselstromes erfolgt nach Formel (1), dem das Ohmsche Gesetz zugrunde liegt. Hierbei wird die Strangspannung des Netzes $U_n / \sqrt{3}$ durch die Kurzschlussimpedanz Z_k dividiert.

$$I_{k3}'' = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k} \quad (1)$$

Als Kurzschlussimpedanz ist die gesamte Impedanz von der Ersatzspannungsquelle bis zur Kurzschlussstelle einzusetzen.



1 Kurzschlussstromverlauf mit allen Wechselstromanteilen

Anmerkung

Es stehen zunehmend Computerprogramme für die Planung und Projektierung einschließlich der erforderlichen Berechnungen von Elektroenergieanlagen zur Verfügung. Zur fachkundigen und sicheren Nutzung solcher Programme sind solide theoretische und praxisnahe Kenntnisse erforderlich. Neben der richtigen Eingabe der notwendigen Daten gilt dies insbesondere für die Wertung und Anwendung der ausgewiesenen Ergebnisse.

Die Berechnung der Kurzschlussströme nach DIN VDE 0102 [1] für Niederspannungsanlagen wird zum besseren Verständnis formelmäßig dargestellt. Sie ist nicht Anliegen dieses Beitrags, aber in [2] und [3] ausführlich vom Autor beschrieben.

Der Spannungsfaktor c berücksichtigt weitere mögliche Einflüsse auf die Höhe des Kurzschlussstromes. Er unterscheidet sich nach **Tafel 1** für die Berechnung des minimalen und des maximalen Kurzschlussstromes sowie hinsichtlich der Spannungshöhe in der Unterteilung Hoch- und Niederspannung.

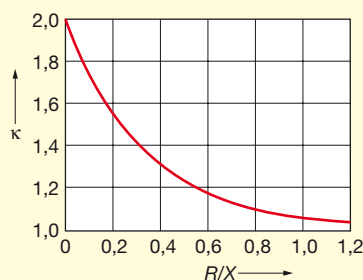
Der **minimale Kurzschlussstrom** wird zur Beurteilung der Auslösesicherheit von Kurzschlussanzeigeeinrichtungen sowie des Nachweises des Schutzes gegen elektrischen Schlag und

der **maximale Kurzschlussstrom** zur Überprüfung der mechanischen und thermischen Kurzschlussfestigkeit der Anlagen sowie von Kabeln und Leitungen benötigt.

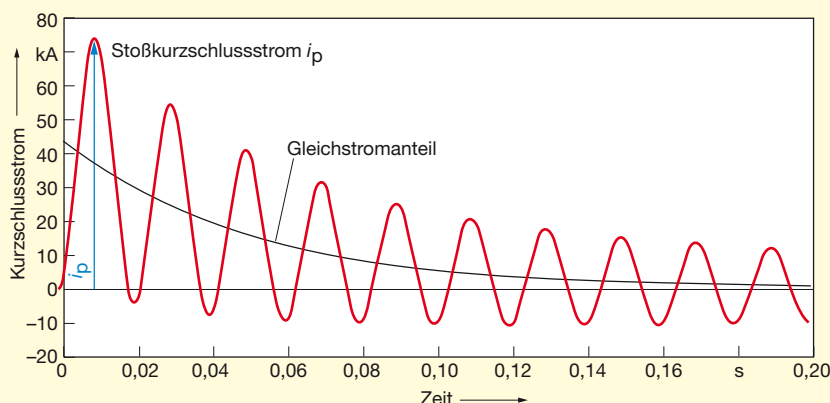
Beim Anschluss von Asynchronmotoren tragen diese durch einen eigenen Anteil zur Erhöhung des Kurzschlussstromes bei. Der Motoranteil wird berechnet, indem in die Formel (1) statt der Kurzschlussimpedanz Z_k die Motorimpedanz Z_M eingesetzt wird.

Tafel 1 Stoßfaktor κ nach DIN VDE 0102 [1], (vereinfacht)

	$c_{\min}$	$c_{\max}$
Niederspannung	0,95	1,05
Hochspannung	1,0	1,1



3 Faktor κ zur Berechnung des Stoßkurzschlussstromes [1, Bild 15]



2 Kurzschlussstromverlauf einschließlich des Gleichstromanteils

Wenn sowohl Netz- als auch Motoranteile den Kurzschlussstrom bilden, kann der Motoranteil nach DIN VDE 0102 vernachlässigt werden, wenn er kleiner ist als 5 % des Netzkurzschlussstromes.

Bilden die Kurzschlussanteile von Generatoren, von Motoren und vom Netz den gesamten Kurzschlussstrom an der Fehlerstelle, ist unter Umständen die komplexe Rechnung zur Addition der Anteile anzuwenden. Insbesondere dann, wenn die Stromanteile in der gleichen Größenordnung liegen und unterschiedliche Phasenverschiebungswinkel haben.

2.2 Stoßkurzschluss-Strom

Der Stoßkurzschluss-Strom ist der erste Scheitelwert des Anfangskurzschlusswechselstromes, der durch einen exponentiell abfallenden Gleichstrom angehoben und damit zum Spitzenwert des zeitlichen Kurzschlussstromes wird (Bild 2). Als maximal möglicher Momentanwert ist er der Spitzenkurzschlussstrom des unbeeinflussten Kurzschlussstromes.

Die Höhe des zusätzlichen Gleichstromgliedes, der zur Anhebung des Kurzschlussstromes führt, ist abhängig vom Impedanzverhältnis R/X der Kurzschlussimpedanz und vom zufälligen, zeitlichen Augenblickswert der Netzspannung bei Kurzchlusseintritt.

Bekanntlich eilt bei ohmsch-induktiver Belastung der sinusförmige Strom der Spannung zeitlich nach. Tritt der „Belastungsfall“ Kurzschluss im Nulldurchgang der Netzspannung auf, müsste der Strom ohne Verzögerung ansteigen. Die Natur ist aber so eingerichtet, dass der Strom nicht „springen“ kann, genauso wie eine Masse ohne Zeitverzug den Ort nicht wechseln kann.

Für die praktische Ermittlung des Kurzschlussstromes wird der ungünstigste Zeitpunkt des Kurzchlusseintritts, dem des Spannungsnulldurchgangs, angenommen. Hinsichtlich der Anwendung des Nachweises

MHH. Sonne und Mehr.



Mehr Erfolg:

mit MHH Solartechnik.



Erfolg sollte Ihnen nicht Banane sein. Denn wenn es um die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie geht, sind Sie mit uns gut beraten. Das beginnt bei der Auswahl der richtigen Module und Wechselrichter und geht über das flexible Montagesystem bis hin zum Wissen, wie man welche Komponenten kombiniert, damit Ihre Kundschaft die besten Ergebnisse erzielt. Mehr über uns erfahren Sie auf: www.mhh-solartechnik.de



MHH Solartechnik GmbH
Tübingen · München · Nürnberg · Duisburg
www.mhh-solartechnik.de

der mechanischen Kurzschlussfestigkeit liegt man damit auf der sicheren Seite.

Die Anhebung des Stromes kann theoretisch fast das Zweifache betragen und wird durch den so genannten Stoßfaktor κ ausgedrückt. Er ist vom R/X -Verhältnis der Kurzschlussstrombahn bis zur Fehlerstelle abhängig und wird mit

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{R}{X}} \quad (2)$$

berechnet oder aus Bild ③ ermittelt.

Bei Parallelschaltungen im Strahlennetz sowie im Ring- und Maschennetz ist insbesondere die Methode c) nach DIN VDE 0102 [1] anzuwenden.

Der Stoßkurzschlussstrom i_p wird mit dem Scheitelwert des Anfangskurzschlusswechselstromes und dem Stoßfaktor κ berechnet:

$$i_p = \sqrt{2} \cdot I_k'' \cdot \kappa \quad (3)$$

Wenn das R/X -Verhältnis sehr klein ist, d. h. die Kurzschlussimpedanz fast nur induktiv geprägt ist (generatornaher Kurzschluss), ist der Stoßfaktor groß ($\kappa \approx 1,8$) und der Stoßkurzschlussstrom tritt kurz vor 10 ms auf. Ist die Kurzschlussimpedanz ohmsch geprägt, z. B.

bei einem Kurzschluss am Ende einer langen Leitung im Niederspannungsbereich, ist der Gleichstromanteil verschwindend klein ($\kappa \rightarrow 1,02$) und der Spitzenwert ist etwa dem Scheitelwert des Kurzschlussstromes, der kurz nach 5 ms auftritt.

Es ist auch üblich, das Produkt $\sqrt{2} \cdot \kappa$ als Maß der relativen Anhebung des effektiven Kurzschlussstromes I_k'' , d. h. das Verhältnis von Spitzen- zum Effektivwert, auszudrücken. Zum Beispiel ist es gang und gäbe, die Stoßstromfestigkeit von Stromwandlern mit $2,5 \cdot I_k''$ anzugeben. Darin bedeutet der Faktor 2,5 das Produkt $\sqrt{2} \cdot 1,8$.

2.3 Thermisch gleichwertiger Kurzschluss-Strom

Der zeitliche Verlauf des Kurzschlussstromes, der sich aus dem subtransienten und transienten Anteil, dem stationären Kurzschlussstrom und durch den überlagerten Gleichstrom zusammensetzt, hat wie jeder Strom eine Wärmewirkung. Durch die Verschiebung des Stromverlaufes durch das Gleichstromglied erhöht sich die Wärmewirkung der Wechselstromanteile bzw. des Anfangskurzschlusswechselstromes. Diese Wirkung wird durch den Faktor n in Formel (4) berücksich-

tigt. Die zusätzliche Wärmeentwicklung durch den Gleichstromanteil wird mit dem Faktor m eingerechnet.

Der thermisch gleichwertige Kurzschlussstrom berücksichtigt als Effektivwert die erhöhte Wärmewirkung durch die Verschiebung des gesamten Stromverlaufes (nach ober- oder unterhalb) von der Abszisse (Bilder ④ und ⑤).

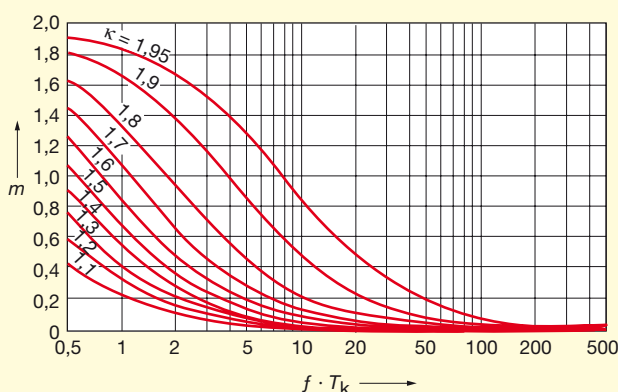
$$I_{th} = I_k'' \cdot \sqrt{m+n} \quad (4)$$

2.4 Ausschaltwechselstrom

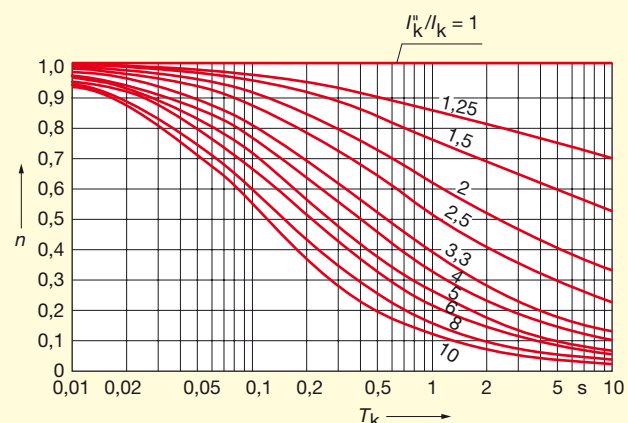
Die Unterbrechung des Kurzschlussstromes durch Schaltgeräte braucht Zeit. Es ist wenig Zeit, aber in dieser kurzen Zeit klingen die Amplitudenwerte des Kurzschlussstromes bei einem generatornahen Kurzschluss schnell nach einem exponentiellen Verlauf ab (Bild ⑥).

Der Anfangskurzschlusswechselstrom I_k'' , der für den Kurzslusseintrittszeitpunkt definiert ist, muss deshalb bei generatornahen Kurzschlüssen nicht von Leistungsschaltern beherrscht werden, und eine geringere Dimensionierung ist möglich.

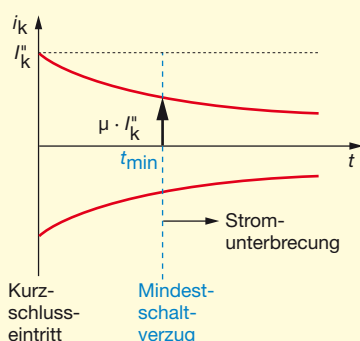
Das Abklingen des Kurzschlussstromes wird bei der Berechnung des Ausschaltwechsel-



④ Faktor m zur Berücksichtigung des Gleichstromanteils [1, Bild 21]

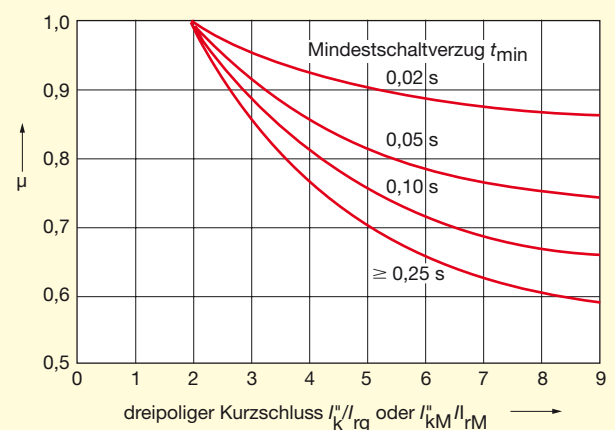


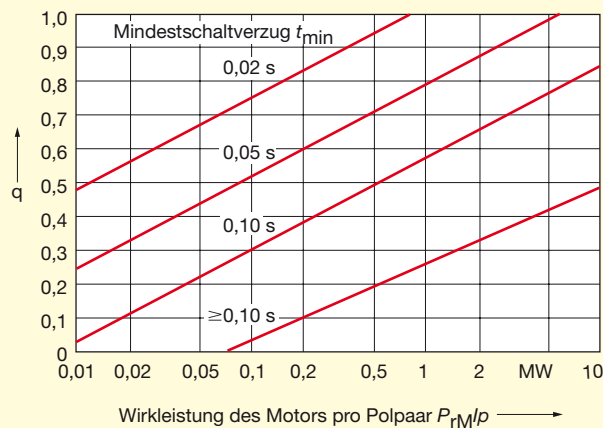
⑤ Faktor n zur Berücksichtigung der transienten (vorübergehenden) Wechselstromanteile [1, Bild 22]



⑥ Verzögertes Ausschalten des Kurzschlussstromes (Hüllkurve) durch Leistungsschalter

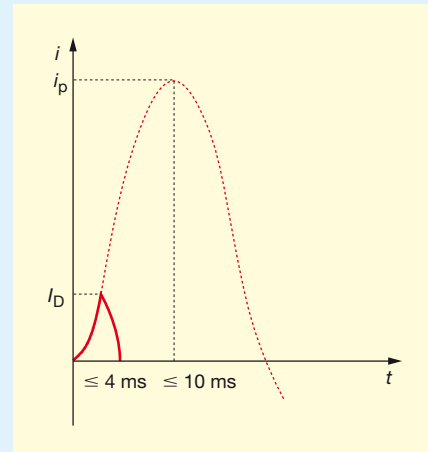
⑦ Faktor zur Berechnung des Ausschaltwechselstromes I_b [1, Bild 16]





8 Faktor q zur Berechnung des Ausschaltwechselstromes von Asynchronmotoren [3, Bild 17]

9 Unterbrechung des Kurzschlussstromes von strombegrenzenden Leistungsschaltern und Schmelzsicherungen



stromes I_b (5) durch den Faktor μ (Bild 7) einbezogen.

Je größer der Mindestschaltverzögerung $t_{\min}$ des Leistungsschalters ist, je weiter kann der Kurzschlussstrom abklingen; umso kleiner wird der Strom, der unterbrochen werden muss.

$$I_b = \mu \cdot I_k'' \quad (5)$$

Bei generatorfernen Kurzschlüssen ist nur ein zeitlich konstanter Kurzschlusswechselstrom vorhanden, sodass der Ausschaltwechselstrom I_b gleich dem Anfangskurzschlusswechselstrom I_k'' bzw. dem Kurzschlussstrom I_k ist. Das ist der Fall, wenn der Anfangskurzschlusswechselstrom nicht größer wird als das Zweifache des Bemessungsstromes (Nennstrom) von in der Nähe der Kurzschlussstelle speisenden Generatoren oder Motoren.

Wird ein Kurzschlussstrom durch das Magnetfeld eines Asynchronmotors geliefert, ist ein zusätzlicher Faktor q (Bild 8) in die Berechnung einzubeziehen. Er berücksichtigt das schnellere Abklingen des Kurzschlussstromes bedingt durch die Zeitkonstante des Motors.

$$I_b = \mu \cdot q \cdot I_k'' \quad (6)$$

Der Faktor q ist abhängig vom Quotienten aus dem Motorbemessungsstrom I_M und der Polpaarzahl p des Motors sowie des Mindestschaltverzögerung $t_{\min}$.

3 Bemessungskurzschlusswerte: Begriffe und Übersicht

Bemessungswerte. Ein Bemessungswert ist eine vom Hersteller angegebene Größe, die für bestimmte Betriebsbedingungen gilt.

Bemessungsstromwerte gelten für die vorgegebene Bemessungsspannung und -frequenz. Bemessungswerte für den Kurzschlussschutz sind Festigkeitswerte von Betriebsmitteln, Schaltgeräten und Schaltgerätekombinationen unter bestimmten Prüfbedingungen, die

Tafel 2 Kurzschlussbemessungsgrößen und dazugehörige Formelzeichen

Schaltanlage, Schaltgerät mit Abkürzung	Formelzeichen
Schaltgerätekombination (Schaltschrank, Installationsverteiler) MCC	
Bemessungstoßstromfestigkeit	I_{pk}
Bemessungskurzzeitstrom eines Leistungsschalters	I_{cw}
bedingter Bemessungskurzschlussstrom einer Schaltgerätekombination	I_{cc}
Leistungsschalter MCCB	
Bemessungskurzzeitstrom	I_{cw}
Bemessungskurzschlusseinschaltvermögen	I_{cm}
Bemessungsgrenzkurzschlussausschaltvermögen	I_{cu}
Bemessungsbetriebskurzschlussausschaltvermögen	I_{cs}
Durchlassstrom eines Leistungsschalters	I_D
Ausschalt- I^2T -Wert (Joule-Integral) eines Leistungsschalters	$I^2 T_{\max}$
Leitungsschutzschalter MCB	
Haupt-Leitungsschutzschalter HPMCB	
Bemessungsschaltvermögen	I_{cn}
Ausschalt- I^2T -Wert (Joule-Integral) eines Leitungsschutzschalters	$I^2 T_{\max}$
Schmelzsicherungen	
Durchlassstrom einer Sicherung	I_D
Bemessungsausschaltvermögen	I_{br}
Ausschalt- I^2T -Wert (Joule-Integral) eines Leistungsschalters	$I^2 T_{\max}$
Schütz/Starter	
bedingter Bemessungskurzschlussstrom eines Schützes oder Starters	I_q
Steuer- und Schutzschaltgerät CBS	
Bemessungskurzschlusschaltvermögen eines Steuer- und Schutzgerätes	I_{cs}

beim Auftreten der entsprechenden Kurzschlussströme nicht überschritten werden dürfen.

Bemessungstoßstromfestigkeit I_{pk} . Angabe des Stromwertes, der nicht vom Spitzenkurzschlussstrom überschritten werden soll, damit die mechanische Kurzschlussfestigkeit gewährleistet ist.

Bemessungskurzzeitstrom I_{cw} . Angabe des Stromwertes, der vom effektiven Kurzschlussstrom in der angegebenen Gesamtausschaltzeit nicht überschritten werden darf, damit die thermische Kurzschlussfestigkeit sichergestellt ist. Üblich ist eine Bemessungs-Kurzzeit von 1 s. Abweichungen von dieser Regel sind angegeben.

Bedingter Bemessungskurzschlussstrom I_{cc} .

Angabe des Kurzschlussstromwertes (bezogen auf den Effektivwert), der beherrscht wird, wenn die vorgeschriebene Kurzschlussschutzeinrichtung eingesetzt ist.

Bemessungskurzschlusseinschaltvermögen I_{cm} . Angabe des Stromwertes (bezogen auf den Spitzenkurzschlussstrom), der beim Einschalten eines Schaltgerätes höchstens auftreten darf, damit die mechanische Kurzschlussfestigkeit gewährleistet ist.

Bemessungskurzschlussausschaltvermögen I_{cu} . Angabe des Stromwertes (bezogen auf den Effektivwert), der beim Ausschalten eines Schaltgerätes sicher beherrscht wird.

Für Leistungsschalter werden in Abschnitt 4.1 des zweiten Beitragsteils weitere Begriffe definiert.

Durchlassstrom I_D . Schmelzsicherungen und dafür ausgelegte Leistungsschalter wirken bei hohen Kurzschlussströmen strombegrenzend, d. h. die Unterbrechung des Stromflusses erfolgt nach ein paar Millisekunden, also vor dem ersten Scheitel- bzw. Spitzenwert (Bild 9). Dadurch wird die mechanische Beanspruchung der elektrischen Anlage erheblich verringert, da die Kraftwirkung quadratisch mit der Größe des Stromes kleiner wird.

Ausschalt- I^2T -Wert (Joule-Integral). Die Wärmewirkung des elektrischen Stromes kann über dessen Höhe indirekt erfasst werden, wie es beispielsweise bei der Bestimmung der Strombelastbarkeit oder im Strom-Zeit-Diagramm einer Schmelzsicherung üblich ist. Die zur Beurteilung der Wärmewirkung erzeugte Wärmeenergie W ist aber vom Quadrat der effektiven Stromhöhe I , der Einwirkdauer T und dem durchflossenen ohmschen Widerstand R abhängig. Dafür gilt das physikalische Grundgesetz:

$$W = I^2 \cdot T \cdot R \quad (7)$$

Wärmestromwirkungen bei Betriebsmitteln oder Kabeln und Leitungen können mit der Erfassung der Stromhöhe und Flussdauer besser erfasst werden. Dies gilt insbesondere bei hohen Kurzschlussströmen und den damit verbundenen kurzen Ausschaltzeiten kleiner 0,1 s.

Die Hersteller stellen diese Energiewerte als sogenannte Ausschalt- bzw. Durchlass- I^2T -Werte zur Verfügung. Auch die Bezeichnung „Ausschalt-Joule-Integral“ ist üblich.

Tafel 2 stellt eine Zusammenfassung der wesentlichen Begriffe mit Formelzeichen dar, die in den Normen und von den Herstellern für den Nachweis der Kurzschlussfestigkeit verwendet werden.

Literatur

- [1] DIN VDE 0102:2002-07 Berechnung von Kurzschlussströmen in Drehstromnetzen.
- [2] Kny, K.-H.: Kurzschluss-Schutz in Gebäuden. 1. Auflage. Berlin: Verlag Technik 1999.
- [3] Kny, K.-H.: Berechnen des Kurzschlussstroms nach neuer VDE 0102. Elektropaktiker, Berlin 56 (2002) 12, S. 1002–1005. ■

Rauchwarnmelder für den Wohnbereich

H. Herbst, Sulzburg

In neun von zehn Fällen ist Rauch das erste erkennbare Anzeichen eines beginnenden Brandes. Brandrauch enthält eine Vielzahl von toxischen Brandgasen wie Kohlenmonoxid CO, Kohlendioxid CO₂ sowie Cyanwasserstoff (Blausäure) HCN und ist dadurch die häufigste Ursache für den Tod von Menschen bei Bränden. Rauchwarnmelder können bei einem Brandausbruch gefährdete Personen rechtzeitig warnen, sodass diese sich aus dem Gefahrenbereich begeben können.

1 Heimrauchmelder in Deutschland – ein Rückblick

Mitte der siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts mussten aufgrund eines Erlasses der amerikanischen Regierung die Unterkünfte der US-Army sowie die Wohnungen der Armeeeingehörigen mit so genannten Heimrauchmeldern ausgerüstet werden. Parallel hierzu liefen in den USA Kampagnen, die für die Ausrüstung von Wohnhäusern und Wohnungen warben. Grund war, dass zum damaligen Zeitpunkt in den USA jährlich ca. 12 000 Menschen bei Bränden starben. Die deutsche

Industrie nahm dies zum Anlass, auch in Deutschland einen Markt für Brandmelder zu schaffen.

Bislang waren viele importierten Heimrauchmelder aus den USA sowohl für die Ausrüstung der Unterkünfte der US-Army als auch für den deutschen Markt bestimmt. Zwar wurden auch in Deutschland Geräte entwickelt und produziert, nur konnte damals der private Markt in Deutschland trotz Fernsehwerbung nicht aktiviert werden. Viele tausend der damaligen Heimrauchmelder schlummerten für Jahre in den Lagern des Handels und der Hersteller.

Autor

Dipl.-Ing. Heinrich Herbst ist Leiter des Geschäftsbereichs Marktentwicklung bei Hekatron und Vorsitzender und Mitarbeiter diverser nationaler und Europäischer Arbeitskreise, die Bestandteile von Brandmeldesystemen normieren, Sulzburg.

2 Normung – Der Weg zum Rauchwarnmelder

Anfang der neunziger Jahre wurde ein gemeinsames Normungsprojekt von ISO (International Organization for Standardization) und

Tafel 1 Regelungen für den Einbau von Rauchwarnmeldern in den Ländern

Inzwischen haben sieben Bundesländer den verpflichtenden Einbau von Rauchwarnmeldern in Wohnhäusern und Wohnungen in ihre Landesbauordnungen aufgenommen. Die genannten Räume müssen mindestens einen Rauchwarnmelder haben. Die Rauchwarnmelder müssen so eingebaut und betrieben werden, dass Brandrauch frühzeitig erkannt und gemeldet wird.

Quelle: Bauordnungen der Länder

Bundesland	auszustatten sind:	Geltungsbereich
Hamburg	Schlafräume und Kinderzimmer sowie Flure, über die Rettungswege von Aufenthaltsräumen führen	Neu-, Um- und Bestandsbauten (bestehende Wohnungen sind bis 31. Dezember 2010 auszustatten)
Hessen	Schlafräume und Kinderzimmer sowie Flure, über die Rettungswege von Aufenthaltsräumen führen	Neu-, Um- und Bestandsbauten (bestehende Wohnungen sind bis 31. Dezember 2014 auszustatten)
Mecklenburg-Vorpommern	Schlafräume und Kinderzimmer sowie Flure, über die Rettungswege von Aufenthaltsräumen führen	Neu-, Um- und Bestandsbauten; (bestehende Wohnungen sind bis 31. Dezember 2009 auszustatten)
Rheinland-Pfalz	Schlafräume und Kinderzimmer sowie Flure, über die Rettungswege von Aufenthaltsräumen führen	Neu-, Um- und Bestandsbauten; (bestehende Wohnungen sind bis Juli 2012 auszustatten)
Saarland	Schlafräume und Kinderzimmer sowie Flure, über die Rettungswege von Aufenthaltsräumen führen	Neu- und Umbauten
Schleswig-Holstein	Schlafräume und Kinderzimmer sowie Flure, über die Rettungswege von Aufenthaltsräumen führen	Neu-, Um- und Bestandsbauten; (vorhandene Wohnungen sind bis 31. Dezember 2009 auszustatten)
Thüringen	Schlafräume und Kinderzimmer sowie Flure, über die Rettungswege von Aufenthaltsräumen führen	Neu- und Umbauten

Fortsetzung



**Schaltgeräte als Kurzschutzeinrichtung
Nachweis der Kurzschlussfestigkeit**