

Zulässige Anzahl von LS-Schaltern hinter Fehlerstrom-Schutzschaltern

Überstromschutz von Betriebsmitteln

Bei der Planung einer elektrischen Anlage dürfen Gleichzeitigkeitsfaktoren berücksichtigt werden. Einem Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCB) können somit mehrere einzeln geschützte Endstromkreise nachgeschaltet werden, auch wenn bei einer Aufsummierung der Werte aller nachgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen der Wert des Bemessungsstromes überschritten wird.



Quelle: Hensel

Häufig taucht in der Praxis die Frage auf, wie viele LS-Automaten hinter einem zwei- oder vierpoligen FI-Schutzschalter angeordnet werden dürfen. Die vorgefertigten Phasenschiene erlauben ja z. B. bis zu acht Stück nach einem vierpoligen FI-Schutzschalter.

Kurzschlusschutz und Schutz gegen thermische Überlastung

Ein Fehlerstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (nach DIN EN 61008-1 als RCCB bezeichnet) muss bezüglich Kurzschluss und thermischer Überlastung geschützt werden. Dazu sind die Anforderungen einschlägiger Errichtungsbestimmungen (aus der Reihe DIN VDE 0100) sowie die Hinweise des Herstellers in Form von Aufschriften und weiteren Produktinforma-

tionen (Bedienungsanleitung, Katalog, usw.) zu beachten.

Ein zentraler Parameter des Fehlerstrom-Schutzschalters ist sein Bemessungsstrom I_n . Dieser kann ununterbrochen geführt werden. Wird er hingegen dauerhaft überschritten, kann eine gefährliche Überhitzung auftreten. Der Fehlerstrom-Schutzschalter ist mit dem Wert seines Bemessungsstroms I_n beschriftet.

Eine wichtige Angabe des Herstellers ist der Wert der Kurzschluss-Schutzeinrichtung (SCPD). I. d. R. sind Fehlerstrom-Schutzschalter mit diesem Wert beschriftet. Der Wert für eine solche Vorsicherung dient nur zum Schutz des Fehlerstrom-Schutzschalters bei Kurzschluss und nicht zum Schutz bei thermischer Überlastung.

Zudem ist aber noch eine weitere Angabe des Herstellers zu beachten. Es ist der Wert für eine Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) gegen thermische Überlastung. Fehlerstrom-Schutzschalter sind i. d. R. nicht mit diesem Wert beschriftet. Stattdessen müssen dazu Angaben (Wert und Art der Überstrom-Schutzeinrichtung) im Herstellerkatalog oder in der Bedienungsanleitung vorhanden sein. Der Wert dieser Sicherung entspricht bei Fehlerstrom-Schutzschaltern mit kleinen bis mittleren Bemessungsströmen oft auch dem Wert seines Bemessungsstromes I_n und ist meist niedriger als der Wert der vorzusehenden Kurzschluss-Vorsicherung (s. a. Beiblatt zu DIN EN 61008-1, Beiblatt 1, Abschnitte 8.3 und 8.4).

Gleichzeitigkeits-, Nutzungs- und Bemessungsbelastungsfaktor

Nach VDE 0100-100, »Errichten von Niederspannungsanlagen«, Abschnitt 311, dürfen für eine wirtschaftliche und zuverlässige Planung der elektrischen Anlage Gleichzeitigkeitsfaktoren berücksichtigt werden. Hierbei geht man davon aus, dass nicht alle angeschlossenen Betriebsmittel gleichzeitig mit maximaler Leistung betrieben werden. Gleichzeitigkeitsfaktoren hängen wesentlich von der Betriebsweise (Nutzungsbedingun-

gen) einer elektrischen Anlage ab. Weitere Informationen zu den Begriffen »Gleichzeitigkeitsfaktor«, »Nutzungsfaktor« und »Bemessungsbelastungsfaktor« finden sich u. a. in VDE 0100-100, Abschnitte 133.2.4 und 311, DIN VDE 0100-510, Abschnitt 512.1.4, sowie DIN VDE 0660-600-1, Abschnitt 5.4 und Anhang E.

Prinzipiell spricht somit nichts dagegen, aufgrund von ermittelten Faktoren dem Fehlerstrom-Schutzschalter mehrere Stromkreise nachzuschalten und jeden Stromkreis mit einer geeigneten Überstrom-Schutzeinrichtung – z. B. einem Leitungsschutzschalter (MCB) – zu schützen. Wenn jedoch aufgrund von möglichen bzw. unvorhersehbaren Nutzungsänderungen nicht ausgeschlossen werden kann, dass der Bemessungsstrom I_n des Fehlerstrom-Schutzschalters unzulässig überschritten wird, dann muss der Fehlerstrom-Schutzschalter mit der vom Hersteller angegebenen Vorsicherung gegen thermische Überlastung zusätzlich geschützt werden. Diese Vorsicherung übernimmt i. d. R. auch gleichzeitig die Funktion der geforderten Kurzschluss-Vorsicherung.

Bei der Planung ist zu beachten, dass der thermische Auslösestrom von Leitungsschutzschaltern im ungünstigsten Fall maximal das 1,45-fache seines Bemessungsstromes betragen kann und dieser Strom maximal 1 h fließen darf bis eine Abschaltung erfolgt (siehe auch DIN VDE 0100-430, Abschnitt 433.1). Eine Schmelzsicherung der Betriebsklasse gG kann im ungünstigsten Fall sogar das 1,6-fache ihres Bemessungsstromes für maximal 1 h führen, bevor sie anspricht.

Erläuterung am Beispiel

Einem zweipoligen Fehlerstrom-Schutzschalter mit einem Bemessungsstrom I_n von 40 A sind zwei Endstromkreise nachgeschaltet, die jeweils mit einem Leitungsschutzschalter B16 geschützt sind. Bei Leitungsschutzschaltern mit B-Charakteristik beträgt der thermische Auslösestrom I_2 maximal das 1,45-fache seines Bemessungsstromes. Da-

raus folgt, dass für maximal 1 h ein Gesamtstrom von $2 \cdot 16 \text{ A} \cdot 1,45 = 46,4 \text{ A}$ fließen kann. Nun ist die Herstellerangabe bezüglich einer geeigneten Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) zu beachten. Gibt der Hersteller hierzu beispielsweise bei Verwendung einer Schmelzsicherung der Betriebsklasse gG einen Wert von 40 A an, so besteht in diesem Fall keine Gefahr der thermischen Überlastung des Fehlerstrom-Schutzschalters. Bei dieser Schmelzsicherung beträgt der maximale thermische Auslösestrom I_2 das 1,6-fache des Bemessungsstromes. Hier ist also vom Hersteller berücksichtigt, dass die Schmelzsicherung im ungünstigsten Fall für maximal 1 h einen Wert von $40 \text{ A} \cdot 1,6 = 64 \text{ A}$ führen kann. Somit darf für die maximale Dauer von 1 h ein Strom von 64 A durch den Fehlerstrom-Schutzschalter fließen. Eine weitere vorgeschaltete Überstrom-Schutzeinrichtung ist nicht erforderlich. In diesem Fall übernehmen die beiden nachgeschalteten Leitungsschutzschalter B16 auch den thermischen Schutz für den Fehlerstrom-Schutzschalter.

Wenn im obigen Fall jedoch fünf Stromkreise nachgeschaltet sind, die jeweils mit einem Leitungsschutzschalter B16 geschützt sind, könnte es problematisch werden. Es wäre denkbar, dass alle Stromkreise gleichzeitig einen Strom von 16 A (hier ohne Überlastung) führen. Der Gesamtstrom betrüge dann 80 A. Zur Realisierung des Schutzes gegen thermische Überlastung des Fehlerstrom-Schutzschalters gibt es nun die nachfolgenden Möglichkeiten.

Wenn ausgeschlossen werden kann, dass alle fünf nachgeschalteten Stromkreise gleichzeitig einen Strom von 16 A führen und zulässige Gleichzeitigkeitsfaktoren berücksichtigt werden, so kann wiederum eine thermische Überlastung des Fehlerstrom-Schutzschalters ausgeschlossen werden. Eine vorgeschaltete Überstrom-Schutzeinrichtung wäre nicht erforderlich.

Anders verhält es sich allerdings, wenn bei einer solchen Dimensionierung in Verbindung mit unerwarteten Nutzungsänderungen ein thermischer Schutz des Fehlerstrom-Schutzschalters gegeben ist bzw. wenn Gleichzeitigkeitsfaktoren nicht berücksichtigt werden können. Hier muss dann eine zusätzliche vom Hersteller empfohlene Überstrom-Schutzeinrichtung vorgeschaltet werden (z.B. eine NH-Sicherung). Alternativ wäre auch die Verwendung eines Fehlerstrom-Schutzschalters mit einem größeren Bemessungsstrom bei gleicher Baugröße möglich.

Beispielsweise unkritisch wären im obigen Fall hingegen vier nachgeschaltete Stromkreise, die jeweils mit einem Leitungsschutzschalter B10 geschützt sind. Im ungünstigsten Fall mit Überlast würde bis zur Abschaltung für 1 h ein Strom von $4 \cdot 10 \text{ A} \cdot 1,45 = 58 \text{ A}$ fließen. Moderne elektrische Betriebsmittel (z.B. LED-Leuchten) weisen hohe Wirkungsgrade und somit niedrigere Lastströme auf, so dass heute nicht jeder Endstromkreis immer mit einem Leitungsschutzschalter B16 geschützt werden muss.

Elektrische Anlagen in Wohngebäuden

Die aktuelle Ausgabe DIN 18015-1:2020-05 findet Anwendung bei der Planung von elektrischen Anlagen in Wohngebäuden, z.B. Ein- und Mehrfamilienhäusern, jedoch nicht zwangsläufig im gewerblichen und industriellen Bereich. Im Abschnitt 5.2 (Hausinstallationen) ist u.a. die Koordination (Auftei-

lung und Zuordnung) von Endstromkreisen aufgeführt. Der Abschnitt 5.2.3 erläutert, dass die Stromkreise den erforderlichen Schutzeinrichtungen (Leitungsschutzschalter, Fehlerstrom-Schutzschalter) so zugeordnet werden, dass aufgrund der Verfügbarkeit und des Komforts nur ein Teil der elektrischen Anlage im Fehlerfall abgeschaltet wird. Im Abschnitt 5.2.5 (Wohnungsanlagen) ist nun festgelegt worden, dass aus Gründen der Verfügbarkeit und Überlastung jedem Außenleiterpol eines Fehlerstrom-Schutzschalters (unabhängig von seinem Bemessungsstrom) maximal zwei Endstromkreise zugeordnet werden. Für einen zweipoligen Fehlerstrom-Schutzschalter sind das somit zwei Endstromkreise und für einen vierpoligen Fehlerstrom-Schutzschalter sind das insgesamt sechs Endstromkreise. Üblicherweise weist eine Reihe in einem Installationsverteiler zwölf Teilungseinheiten auf. Verwendet


HAUSTECHNIK

AEG

WARMWASSER VON

A-Z

S WIE – SUPER SORTIMENTS SHOW

Mit der Entwicklung des ersten Durchlauferhitzers hat die AEG 1909 den Grundstein für ihr Sortiment gelegt. Heute bietet die AEG Haustechnik Warmwasser-Lösungen von A-Z. Profitieren auch Sie von über 100 Jahren Erfahrung und lernen Sie das Warmwasser-ABC der AEG kennen. Besuchen Sie uns im Internet.







Mehr Infos unter www.aeg-haustechnik.de/ww

www.aeg-haustechnik.de

AEG Haustechnik ist eine eingetragene Marke unter der Lizenz von AB Electrolux (publ)

Normen zum Beitrag

DIN EN 61008-1
DIN VDE 0100-100
DIN VDE 0660-600-1
DIN VDE 0100-430
DIN 18015-1
DIN VDE 0701-0702

man nun einen vierpoligen Fehlerstrom-Schutzschalter mit sechs Leitungsschutzschaltern, dann bleiben zwei Teilungseinheiten unbesetzt. Allerdings wird im Abschnitt 5.2.5 auch aufgeführt, dass Reserveplätze für zukünftige Änderungen vorzusehen sind. Es werden hier 20% empfohlen – bezogen auf zwölf Teilungseinheiten einer Reihe sind das 2,4 Teilungseinheiten. Empfehlungen in Normen sind aus Sicht des Autors als grundsätzliche Schwachstellen anzusehen, die zu Verwirrung oder Verunsicherung des Normenanwenders führen.

Die Limitierung von nur zwei zugeordneten Endstromkreisen pro Außenleiterpol eines Fehlerstrom-Schutzschalters wird in zahlreichen Internet-Foren und auch auf den Seiten einiger Hersteller mit erstaunlichen Argumenten begründet. So wird gerne eine Aufsummierung von Ableitströmen aufgrund mehrerer Endstromkreise genannt, die zu einer erhöhten Vorbelastung sowie Auslösung eines Fehlerstrom-Schutzschalters und somit zu einer Reduzierung der Anlagenverfügbarkeit führen können. Elektronische Betriebsmittel können (und dürfen) im fehlerfreien Betrieb Ableitströme im Schutzleiter generieren. Nach DIN VDE 0701-0702 (Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte) ist in Tabelle 2 für elektrische Geräte allgemein ein Grenzwert von 3,5 mA genannt.

Es stellt sich nun die Frage des Unterschiedes, wenn unter Berücksichtigung des Schutzes gegen thermische Überlastung beispielsweise einem zweipoligen Fehlerstrom-Schutzschalter vier Endstromkreise zugeordnet sind, wobei an jedem Endstromkreis nur ein elektronisches Betriebsmittel angeschlossen ist, welches einen Ableitstrom von 3,5 mA generiert. Wie verhält es sich anderenfalls, wenn nur ein Endstromkreis zugeordnet ist, an welchem vier elektronische Betriebsmittel angeschlossen sind, die jeweils einen Ableitstrom von 3,5 mA generieren? Tatsächlich gibt es hier keinen Unterschied bezüglich der Summe des Ableitstromes von 14 mA. Auch wenn nur ein Endstromkreis zugeordnet wird, besteht die Möglichkeit eines erhöhten Gesamtableitstromes und so-

mit einer erhöhten Vorbelastung, wenn mehrere elektronische Betriebsmittel an nur einem Endstromkreis angeschlossen sind. Allerdings müssen diese Betriebsmittel mit Schutzleiteranschluss ausgeführt sein. Im normalen Haushalt ist die Anzahl solcher Geräte sehr überschaubar.

Bei Verwendung eines vierpoligen Fehlerstrom-Schutzschalters kann sich die Situation bezüglich der Summe der Ableitströme sogar »entspannen«. Nehmen wir an, es sind acht Endstromkreise zugeordnet – verteilt auf die drei Außenleiter. An jedem Endstromkreis ist jeweils ein elektronisches Betriebsmittel angeschlossen, welches einen Ableitstrom von 3,5 mA generiert. Nun gibt es Rechnungen, in denen fälschlicherweise die Ableitströme einfach aufaddiert wurden und in Summe stehen dann 28 mA. Ein Fehlerstrom-Schutzschalter mit einem Bemessungsfehlerstrom $I_{\Delta n}$ von 30 mA würde bei einem Fehlerstrom von 28 mA höchstwahrscheinlich auslösen. Fehlerstrom-Schutzschalter können übrigens kapazitive Ableitströme und ohmsche Fehlerströme nicht separieren. Sie werden gemeinsam vom Summenstromwandler erfasst und bewertet. Im Drehstromsystem müssen die Ströme jedoch vektoriell addiert werden. Als Gesamtableitstrom und somit auch als zu bewertender Summenstrom des Fehlerstrom-Schutzschalters bleiben im obigen Fall tatsächlich nur 3,5 mA übrig. Von einer Reduzierung der Anlagenverfügbarkeit aufgrund hoher Ableitströme kann keine Rede sein.

Zuordnung von Endstromkreisen

Die zuvor genannten Betrachtungen sind zwar beispielhaft und eher theoretisch. Sie sollen aber veranschaulichen, dass eine pauschale Limitierung zugeordneter Endstromkreise nicht immer sinnvoll ist. Wie bereits weiter oben erwähnt, findet die DIN 18015-1 nur Anwendung bei der Planung von elektrischen Anlagen in Wohngebäuden. Dennoch muss auch im gewerblichen oder industriellen Bereich nach DIN VDE 0100-100 Abschnitt 314.1 eine Aufteilung bzw. Zuordnung von Stromkreisen so erfolgen, dass sich die Folgen eines Fehlers nur gering auf die gesamte elektrische Anlage auswirken. Beispielsweise sollte ein Fehler nicht zum Ausfall der gesamten Beleuchtung führen.

Fazit

Bei der Planung einer elektrischen Anlage dürfen Gleichzeitigkeitsfaktoren berücksichtigt werden. Einem Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCB) können somit mehrere ein-

zeln geschützte Endstromkreise nachgeschaltet werden, auch wenn bei einer Aufsummierung der Werte aller nachgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen der Wert des Bemessungsstromes I_n des Fehlerstrom-Schutzschalters überschritten wird. Hierbei muss natürlich immer sichergestellt sein, dass eine thermische Überlastung eines Fehlerstrom-Schutzschalters ausgeschlossen ist. Der tatsächlich fließende Gesamtstrom darf den Wert seines Bemessungsstromes I_n nicht dauerhaft überschreiten. Kann diese Bedingung z. B. aufgrund von Nutzungsänderungen nicht sichergestellt werden, muss zusätzlich zur vorgeschalteten Kurzschluss-Schutzeinrichtung (SCPD) eine vom Hersteller empfohlene Vorsicherung gegen thermische Überlastung (OCPD) vorgesehen werden. Eine Alternative stellt die Wahl eines Fehlerstrom-Schutzschalters mit einem größeren Bemessungsstrom bei gleicher Baugröße dar.

Die in der DIN 18015-1 für Wohnungen aufgeführte Limitierung von maximal zwei Endstromkreisen pro Außenleiterpol eines Fehlerstrom-Schutzschalters ist weder logisch noch praxisgerecht. Unter Beachtung der weiter oben genannten technischen Aspekte gibt es keinen sicherheitstechnischen Grund, weshalb eine Reihe eines Installationsverteilers nicht mit einem vierpoligen Fehlerstrom-Schutzschalter und acht zugeordneten Leitungsschutzschaltern in bekannter Weise vollständig bestückt werden sollte. Die Limitierung auf sechs Endstromkreise bringt eher keinen nennenswerten Vorteil in Bezug auf Anlagenverfügbarkeit, Komfort oder thermische Überlastung.

Dennoch haben Komfort und Anlagenverfügbarkeit in der heutigen Zeit einen hohen Stellenwert und müssen bei der Anlagenplanung in sinnvoller Weise berücksichtigt werden. Es ist zu beachten, dass die DIN 18015-1 evtl. ein Vertragsbestandteil sein kann. Die genannte Limitierung gilt jedoch nicht für Gewerbe oder Industrie. ●

FÜR SCHNELLESER

Allgemeine Betrachtung des Kurzschlusses und der thermischen Überlastung von Fehlerstrom-Schutzschaltern

Zuordnung von Endstromkreisen und die damit verbundene Anzahl von Überstrom-Schutzeinrichtungen



Autor:
Dipl.-Ing. (FH) Günter Grünebast
Autor der Rubrik Praxisprobleme,
Norden