

Koordinierung des Leitungsschutzes bei Überlast und Kurzschluss

TAB 2000, DIN VDE 0100 Teil 430

FRAGESTELLUNG

Nach VDE0100 T430 Abschn 7.1 kann der Schutz der Leitung/Kabel bei Überlast und Kurzschluss durch eine gemeinsame Überstromschutzeinrichtung erfolgen. Neben den Bedingungen (Auswahl nach Abs. 5.2, Ausschaltvermögen entspr. dem max. Kurzschlussstrom an der Einbaustelle) wird in der Anmerkung zum Abs. 7.1 noch auf einen Nachweis der Eignung für den vorgesehenen Einsatz nach Abschn. 6.2.3.3 verwiesen. In der Anmerkung zum Abschnitt 6.3.2.2 findet sich die Aussage, dass LS-Schalter mit der Strombegrenzungsklasse 3 die Bedingung $I^2 \cdot t \leq (k \cdot S)^2$ erfüllen. Dementsprechend könnte ich eine Leitung – z. B. NYM-J 5x1,5 – mit einem LS-Schalter, Fabrikat Siemens, Typ 5SY7 316-6 (B16A, $I_{cn} = 15 \text{ kA}$ nach EN60898, Strombegrenzungsklasse 3) absichern. Der I''_{k3max} am Einbauort beträgt 14 kA. Der Schutz bei Überlast und Kurzschluss sollte somit erfüllt sein (koordiniert). Nun lässt sich jedoch aus der Herstellerkennlinie erkennen, dass bei einem Kurzschlussstrom von ca. 14 kA die Durchlassenergie etwa 60 000 A²s beträgt, also weit oberhalb der 29 800 A²s für eine Leitung mit 1,5 mm² Querschnitt. Sicher geht der Kurzschlussstrom nach einer Leitungslänge von 2,5 m unter die 6-kA-Grenze und die Durchlassenergie beträgt dabei dann etwa 29 000 A²s. Bei einem Wechselstromkreis sind die Zahlenwerte bei dieser Leitungslänge natürlich etwas günstiger.

Aus welchem Grund sagt die VDE 0100 T430 so pauschal aus, dass LS-Schalter der Strombegrenzungsklasse 3 die Bedingung für den Kurzschlusschutz erfüllen, wenn man doch aus der Herstellerkennlinie der Durchlassenergie etwas anderes abliest?

R. B., Bayern

ANTWORT

Strombegrenzung im Kurzschlussfall

Der in Ihrer Anfrage konstruierte Fall ist nicht gerade typisch und kann so wohl

nur in industriellen Anwendungen vorkommen. Im Wohnungsbau wird der maximale Kurzschluss durch die Technischen Anschlussbedingungen (TAB) der Versorgungsnetzbetreiber vorgegeben. In der TAB 2000 heißt es im Abschnitt 8, Absatz (2), dass in Stromkreisverteilern Leitungsschutzschalter der Strombegrenzungsklasse 3 mit einem Bemessungsschaltvermögen von 6 kA vorzusehen sind. Man geht also davon aus, dass keine Kurzschlussströme vorkommen können, die größer sind als dieser Wert, und tatsächlich hat man durch zahlreiche Messungen nachgewiesen, dass in diesen Bereichen keine höheren Werte zu erwarten sind.

Nicht zuletzt aus diesem Grund heißt es in einer Anmerkung der DIN VDE 0100 Teil 430 im Abschnitt 6.3.2.2, wo es um die Berücksichtigung von hohen Kurzschlussströmen geht: »Anmerkung: Wenn LS-Schalter für den Schutz bei Überstrom eingesetzt werden, wird die Bedingung erfüllt, wenn diese der Strombegrenzungsklasse 3 entsprechen. Bei Verwendung von nichtstrombegrenzenden LS-Schaltern in Stromkreisen mit einem Leiterquerschnitt von mindestens 1,5 mm² Cu in PVC-Isolierung ist diese Bedingung z. B. erfüllt, wenn eine Leitungsschutzsicherung bis 63 A Nennstrom vorgeschaltet ist.«

Mit LS-Schaltern der Strombegrenzungsklasse 3 und einem Bemessungsschaltvermögen von 6 kA erreicht man derzeit nach Herstellerangaben in der Regel einen Energiewert ($I^2 \cdot t$ -Wert), der im Fall eines Kurzschlusses bis zur tatsächlichen Trennung vom Netz noch an die angeschlossene Leitung weitergegeben wird. Er liegt unterhalb der Verträglichkeit der Leitung, wenn diese einen Mindestquerschnitt von 1,5 mm² (Cu) aufweist.

Dies gilt natürlich nur, wenn der LS-Schalter auch tatsächlich den Kurzschlussstrom in dieser Weise begrenzt. Sollte hierüber Unklarheit bestehen oder bietet der Hersteller einen LS-Schalter an, dessen $I^2 \cdot t$ -Wert beim Schalten des Kurzschlusses höher liegt, als das, was die Leitung verträgt, so herrscht nach DIN VDE 0100-430, Abschnitt 6.3.2.2 dennoch keine Gefahr, wenn eine

Schmelzsicherung mit einem Nennstrom von $\leq 63 \text{ A}$ vorgeschaltet wird.

Heutzutage könnte man hier zusätzlich den von der TAB 2000 geforderten selektiven Hauptleitungsschalter (SH-Schalter) nennen, der ebenfalls eine hohe Energiebegrenzung im Kurzschlussfall gewährleistet.

Schlussfolgerungen für Gebäudeinstallationen

Demzufolge herrscht im Wohnungsbau in jedem Fall auch ohne komplizierte Kurzschlussstromberechnung Sicherheit, wenn die Schalter über ein genügend hohes Bemessungsschaltvermögen verfügen und entsprechend den Anforderungen für den Schutz vor Überlast (beschrieben in DIN VDE 0100 Teil 430, Abschnitt 5.2) ausgewählt wurden.

Die Frage ist nun, was muss in Gebäuden geschehen, in denen Situationen zu erwarten sind, wie Sie es in Ihrer Anfrage beschreiben? Nach DIN VDE Teil 430, Abschnitt 7.1 könnte man zunächst auf den Gedanken kommen, dass die Norm tatsächlich nur die Bedingungen im zuvor beschriebenen Wohnungsbau vor Augen hat. Dort heißt es wörtlich: »Entspricht das Ausschaltvermögen einer entsprechend Abschnitt 5.2 ausgewählten Schutzeinrichtung für den Schutz bei Überlast mindestens dem Strom bei vollkommener Kurzschluß an der Einbaustelle, so stellt sie gleichzeitig den Schutz bei Kurzschluß des nachgeschalteten Kabels oder der nachgeschalteten Leitung sicher.«

Allerdings waren sich die Normensetzer, die diese Norm 1991 herausgegeben haben, darüber im Klaren, dass es auch Fälle geben kann, wo die vereinfachten Bedingungen, wie sie im Wohnungsbau vorausgesetzt werden können, sich auf andere Bereiche nicht unbedingt übertragen lassen. Dabei war man davon ausgegangen, dass beispielsweise in industriell oder gewerblich genutzten Gebäuden sowieso eine dezidierte Planung und Berechnung der elektrischen Anlage durchzuführen ist. Als Hinweis darauf wurde folgende Anmerkung hinter dem zuvor zitierten Abschnitt aufge-

nommen. »Anmerkung: Bestimmte Typen von Leitungsschutz- oder Leistungsschaltern, besonders solche ohne Kurzschlussstrombegrenzung, haben ein begrenztes Kurzschluss-Ausschaltvermögen. Der Nachweis der Eignung für den vorgesehenen Einsatz erfolgt nach Abschnitt 6.3.2.2.«

Auswahl eines LS-Schalters im Sonderfall

Der Nachweis der Eignung eines eingesetzten LS-Schalters wird demnach in Abschnitt 6.3.2.2 dieser Norm beschrieben. Und eben dort findet man die oben zitierte Anmerkung. Also auch hier kann man sagen: Wenn die Strombegrenzung des LS-Schalters nicht ausreicht, so muss Sicherheit durch andere Maßnahmen erreicht werden. Z.B. dadurch, dass irgendwo eine vorgeschaltete Schmelzsicherung mit einem Nennstrom von $\leq 63\text{ A}$ oder ein selektiver Hauptschalter den $I^2 \cdot t$ -Wert im Kurzschlussfall ausreichend begrenzt.

Damit der Planer oder Errichter entscheiden kann, ob die Strombegrenzung des LS-Schalters ausreicht, wurde im Abschnitt 6.3.2.2 im eigentlichen Normtext (also nicht in einer informativen Anmerkung) festgelegt, dass der Energiewert $I^2 \cdot t$, der im Kurzschlussfall bis

zur vollständigen Trennung durch die vorgeschaltete Schutzeinrichtung (Sicherung, LS-Schalter, SH-Schalter usw.) noch übertragen wird, kleiner sein muss als der Energiewert $(k \cdot S)^2$, den die Leitung gerade noch aushält. Es gilt:

$$I^2 \cdot t \leq (k \cdot S)^2 \text{ mit}$$

I – Strom

t – Zeit

k – Materialfaktor

S – Leiterquerschnitt

Berechnungsbeispiel

Einen bestimmten Stromwert kann man bei den hohen Kurzschlusswerten, von denen hier die Rede ist, leider nicht angeben, weil sich der Strom im Anfangsstadium des Kurzschlusses ständig verändert. Erst nach ca. $0,1\text{ s}$ bleibt der Kurzschlussstrom konstant. Allerdings sollte dieser hohe Kurzschlussstrom nach dieser Zeit längst abgeschaltet worden sein. Aus diesem Grund spricht man bei diesen hohen Kurzschlussströmen nur noch von der Energie (angegeben mit dem $I^2 \cdot t$ -Wert), die die jeweilige Überstrom-Schutzeinrichtung während des Abschaltens noch in die nachgeschaltete Anlage durchlässt. Dieser Energiewert wird als Maximum in den Herstellernormen angegeben. Der tatsächliche Wert liegt jedoch meist deutlich darun-

ter. Er wird vom Hersteller der Überstrom-Schutzeinrichtung in den technischen Beschreibungen angegeben.

Der Energiewert, den der Hersteller für sein Produkt zusagt, darf also nicht höher liegen als der Energiewert, den die Leitung noch verträgt. Das »k« in der Formel $(k \cdot S)^2$ ist dabei ein Materialfaktor, der in den Normen angegeben wird. Für übliche Leitungen wie NYM beträgt er z.B. 115. Das »S« ist der Leitungsquerschnitt in mm^2 . Die Einheit von k ist dabei so zugeschnitten, dass ein Energiewert mit der Einheit A^2s herauskommt. Eine NYM-Leitung mit einem Querschnitt von $1,5\text{ mm}^2$ hält also folgende Energie aus:

$$(k \cdot S)^2 = (115 \cdot 1,5)^2 = 29\,756\text{ A}^2\text{s}.$$

Fazit

Der Hersteller des LS-Schalters, der eingesetzt werden soll, muss in diesem Fall garantieren, dass bei der Höhe des zu erwartenden Kurzschlussstroms durch diesen LS-Schalter im Kurzschlussfall keine Energie ($I^2 \cdot t$) weitergeleitet wird, die höher liegt als $29\,756\text{ A}^2\text{s}$. Sollte das nicht der Fall sein, muss durch eine vorgeschaltete Sicherung (oder einen anderen, vorgeschalteten Schutzschalter) die Kurzschlussenergie begrenzt werden.

H. Schmolke