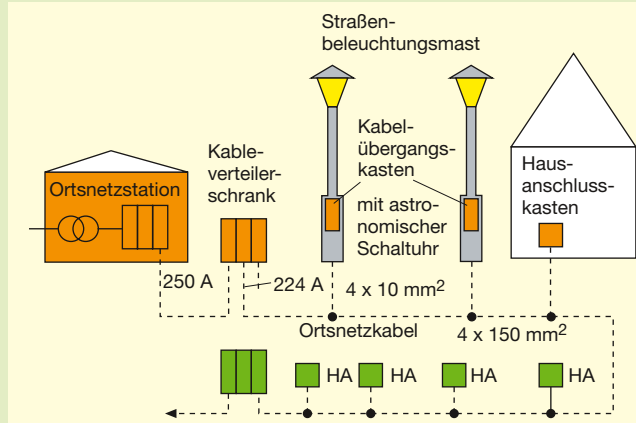
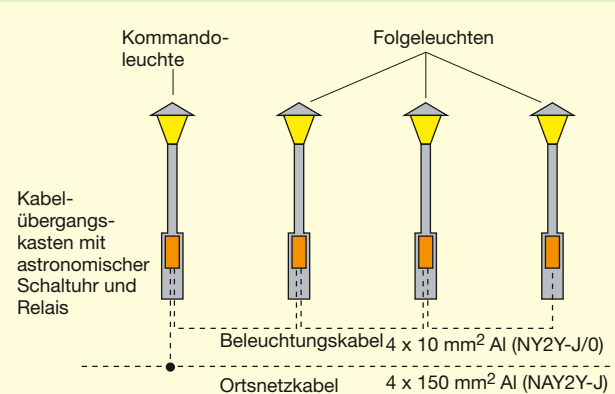




① Verkabelungsvariante für eine Straßenbeleuchtungsanlage mit Einzelverkabelung



② Verkabelungsvariante für eine Straßenbeleuchtungsanlage mit verschleifter Schaltung

Strassenbeleuchtungsanlagen anschließen

? Ich bin in einem Energieversorgungsunternehmen tätig, durch das auch Straßenbeleuchtungsanlagen für Gemeinden errichtet werden. Das Errichten der Straßenbeleuchtungsanlage erfolgt in einem TN-Netz nach DIN VDE 0100-410 [1]. Durch die hier gewählte Variante ergeben sich nun einige Fragen hinsichtlich der technischen Regeln sowie zum Vorgehen bei der Errichtung von Starkstromanlagen bis 1000 V. Im konkreten Fall sollen 6 Straßenbeleuchtungsmasten mit je 80 W pro Leuchte auf ein 150 mm² Al-Kabel gemufft werden, wobei bereits 6 bis 8 Hausanschlüsse vorhanden sind. In der Trafostation beträgt die Belastung des 150 mm² Al-Kabels 127 kW (Länge etwa 200 m). Wie lassen sich in diesem Fall Kurzschluss- und Überlastschutz für das 10 mm² Al-Kabel im vorgelagerten Netz einhalten, wenn die Länge des 10 mm² Al-Kabels zwischen 5 und 7 m pro Leuchte liegt? Welche Abschaltbedingungen müssen eingehalten werden? Wie hoch kann in diesem Fall die zulässige Strombelastbarkeit nach VDE 0298 Teil 4 [2] im Kabelverteiler bzw. in der Trafostation gewählt werden, da noch mehr Hausanschlüsse auf das 150 mm² Al-Kabel gemufft werden sollen?

NORMENAUSZÜGE

Auszüge aus DIN-VDE-Normen sind für die angemeldete limitierte Auflage wiedergegeben mit Genehmigung 042.002 des DIN und des VDE. Für weitere Wiedergaben oder Auflagen ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich.

Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE Verlag GmbH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin und der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin erhältlich sind.

! Aufgrund der beigelegten Zeichnungen kann davon ausgegangen werden, dass zwei Varianten angestrebt sind. Bei der ersten Variante (Bild ①) wird jeder Straßenbeleuchtungsmast über ein Erdkabel 4 · 10 mm² Al an das Netzversorgungskabel angeschlossen (vermutlich über eine Muffe), das einen Querschnitt von 150 mm² Al aufweist. Bei der in Bild ② dargestellten zweiten Variante sollen jeweils sechs Straßenbeleuchtungsmasten über ein Erdkabel 4 · 10 mm² Al an das Netzversorgungskabel mit einem Querschnitt von 150 mm² Al angeschlossen und dann von Mast zu Mast weitergeschleift werden. Das Erdkabel mit 4 · 10 mm² Al wird am ersten Leuchtenmast in dem Kabelübergangskasten angeschlossen und dann zu den fünf weiteren Leuchten weitergeschleift.

Betrachtet werden soll aber vermutlich nur die Variante mit der Folgeschaltung. Hierbei setze ich voraus, dass die übrigen Konfigurationen (z. B. die Sicherungen mit 224 A) beibehalten werden. Unklar ist aber, welches Kabel für den Abgang zur Straßenbeleuchtung verwendet werden soll, da in der Zeichnung 4 · 10 mm², Al, NY2Y-J/O angegeben ist. Ausgehend davon, dass ein Schutzleiter sowie ein Neutralleiter benötigt werden, da ein PEN-Leiter bei Aluminium-Kabeln erst ab einem Querschnitt von 16 mm² zulässig ist, wären beide Typen NY2Y-J oder NY2Y-O nicht geeignet. Nach Abschnitt 8.2.1 von DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) [3] ist es unzulässig, einen PEN-Leiter bei Al unter 16 mm² zu verwenden. Auch in der am 01.06.2007 erscheinenden DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) [4] gibt es im Abschnitt 543.4.1 eine analoge Festlegung. Außerdem ist laut Tabelle 52J in der DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520) [5] für Beleuchtungsstromkreise bei Al ein Mindestquerschnitt von 16 mm² gefordert. Für die weitere Betrachtung werde ich diesen Widerspruch außer Acht lassen, da er für die Bemessung erstmal nicht von Bedeutung ist.

Überlastschutz. Fakt ist, dass der Schutz bei Überlast nach DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430) [6] entfallen kann, da die angeschlossenen Straßenbeleuchtungen ja keine Überlast erzeugen können. Ausgehend von 6 · 80 W

(= 480 W) ergibt sich im Drehstromkreis in etwa ein Strom von 0,7 A, wodurch es bei dem Kabel 10 mm² Al nicht (nie) zu einer Überlastung kommen kann. Auf den Schutz bei Überlast darf nach den Abschnitten 5.5a) und auch 5.5c) von [6] verzichtet werden. Beide Ausnahmen würden auf diesen Anwendungsfall zutreffen. Beim Fall a) ist zwar gefordert, dass keine Abzweige vorhanden sein dürfen, doch die jeweilige Verbindung zu einer Leuchte, mit sicher nochmals reduziertem Querschnitt, aber sicher auch mit zusätzlicher Schutzeinrichtung im Kabelübergangskasten, kann als „betriebsmittelinterne“ Verbindung betrachtet werden.

Strombelastbarkeit. Laut der Angaben in der Anfrage beträgt die angeschlossene Leistung von Hausanschlüssen und Beleuchtung zusammen rund 127 kW, was in etwa einem Strom von 185 A entspricht. Die hier vorgeschaltete Schutzeinrichtung bei Überlast beträgt 224 A. Unter Beachtung der Tabelle 4, Spalte 3 in DIN VDE 0298-4 (VDE 0298-4) [2] ergäbe sich bei Aluminium aber nur eine zulässige Belastbarkeit von 158 A. Bei direkter Verlegung in Erde dürfte die Belastbarkeit zwar bei 117 % (185 A) liegen, was für den vorgesehenen Zweck aber noch zu gering wäre. Legt man DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603) [7] zugrunde (die sich zwar auf NYY-Kabel bezieht, die jedoch in etwa mit dem in der Frage genannten Typ übereinstimmen) dann ergibt sich als so genannte „EVU-Last“ ein maximal zulässiger Strom von 275 A nach Tabelle 14, Spalte 8 von [7]. Der Unterschied zu [2] ergibt sich aus dem in diesen Tabellen zur Anwendung kommenden Belastungsgrad, der nach [7] „nur“ bei 0,7 (daher EVU-Last) liegt. Bei entsprechender Umrechnung würden sich aber ungefähr die gleichen Belastbarkeitswerte ergeben. Da es sich im vorliegenden Fall um Kabel eines Netzbetreibers handelt, könnten die höheren Werte von [7] zur Anwendung kommen. Durch die vorgeschaltete Sicherung von 224 A wäre ein Kabel mit einer Strombelastbarkeit von etwa 247 A notwendig – ausgehend davon, dass die Sicherung einen Prüfstrom von 1,6 A aufweist, was normalerweise zutreffend ist. Somit wäre der Schutz bei Über-

last durch die Sicherung 224 A gegeben. Dies gilt auch unter Vorgabe der vorgeschalteten Sicherung von 250 A in der Ortsnetzstation, die nur den Schutz des Kabels bis zum Kabelverteilerschrank übernehmen muss, dessen Querschnitt nicht bekannt ist.

Kurzschluss-Schutz. Das größere Problem dürfte der Schutz bei Kurzschluss darstellen. Um hier entsprechende Aussagen treffen zu können, wären Angaben, wie Vorimpedanz und genauere Längenangaben notwendig. Würde man den erforderlichen Mindestabschaltstrom zugrunde legen, also den Strom, bei dem eine Sicherung von 224 A in maximal 5 s abschaltet, dann beträgt der erforderliche Abschaltstrom (herstellerspezifischer Wert, da die Sicherung 224 A nicht in DIN EN 60296-1 (VDE 0636-10) [8] genormt ist) etwa 1250 A. Durch Einsetzen dieses Stromwerts in nachfolgende Bedingung würde sich bei Al ein notwendiger Querschnitt von 36 mm² ergeben.

$$s = \sqrt{t} \cdot \frac{I_a}{k} = \sqrt{5} \cdot \frac{1250}{76} = 36$$

s Querschnitt;

t Abschaltzeit;

I_a erforderlicher Abschaltstrom bei 5 s;

k Materialbeiwert.

Es sollen aber nur 10 mm² verlegt werden, was demnach nicht als ausreichender Quer-

schnitt bezüglich des Schutzes bei Kurzschluss betrachtet werden kann. Wohlgemerkt wurde von mir hierbei nicht berücksichtigt, ob dieser Abschaltstrom aufgrund der Impedanzen in der Anlage (Trafo, Verbindungskabel 150 mm² und 10 mm²) überhaupt fließen kann. Überschlüssig ermittelt dürfte bei einem Körperschluss/Kurzschluss zum Neutralleiter und den damit verbundenen 230 V nur eine Impedanz von 184 mΩ auftreten, um den Abschaltstrom von 1250 A zum fließen kommen zu lassen. Um aber einen Querschnitt von 10 mm² bei Kurzschluss zu schützen, müsste ein wesentlich größerer Abschaltstrom zum fließen kommen, damit die Sicherung schneller abschaltet – maximal in einer Zeit bei der der Leiter nicht unzulässig hoch erwärmt wird (höchstens 160 °C). Allerdings dürfte dieses „Verhältnis“ zwischen größerem Strom und kürzerer Abschaltzeit mit einer Sicherung von 224 A nicht zu erreichen sein. Bei Betrachtung von herstellereigenen Sicherungen dürfte die Sicherung maximal 100 A betragen, um einen Leiterquerschnitt von 10 mm² Al überhaupt noch bei Kurzschluss zu schützen.

Da die Abschaltbedingung für den Kurzschluss und den Körperschluss bei dem Querschnitt von 10 mm² Al durch die vorgeschaltete Sicherung 224 A nicht erfüllt werden kann, müssen die Ausnahmen nach Abschnitt 6.4.3 von [6] für den Schutz bei Kurzschluss angewendet

werden, da die Bedingungen auch nicht mit dem nach [5] mindestens notwendigen Querschnitt von 16 mm² Al erfüllt werden können. Für den Schutz bei indirektem Berühren müssen Betriebsmittel ausgewählt werden, die der Schutzklasse II oder einem Schutz mit gleichwertiger Isolierung (nach [1] „Schutz durch doppelte oder verstärkte Isolierung“) entsprechen und im gesamten Bereich des reduzierten Querschnittes zur Anwendung kommen. Die Kabel gelten als gleichwertig mit denen der Schutzklasse II. Der Kabelübergangskasten muss der Schutzklasse II entsprechen (Nachtrag: Bei dieser Betrachtung wurden die Anforderungen für die Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II, wie sie in der seit 01.06.2007 gültigen DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) enthalten sind, noch nicht berücksichtigt, da die Beantwortung vor dem 01.06.2007 erfolgte. Laut der neuen Anforderungen muss der Schutz durch automatische Abschaltung auch bei Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II wirksam sein, ausgenommen bei ständiger Überwachung).

Außerdem müssten auch die Leuchten und die Verbindung zu den Leuchten entsprechend ausgeführt werden, es sei denn, es sind Sicherungen im Kabelübergangskasten vorhanden, die den Schutz (Kurzschluss und Körperschluss) dieses Abgangs mit nochmals

reduziertem Querschnitt zu den Leuchten gewährleisten. Im Abschnitt 6.4.3 von [6] ist bezüglich des Verzichts auf den Schutz bei Kurzschluss Folgendes festgelegt:

Auf den Schutz bei Kurzschluss darf verzichtet werden, wenn beide Bedingungen gleichzeitig erfüllt sind:

- a) die Kabel sind so ausgeführt, dass die Gefahr eines Kurzschlusses auf ein Mindestmaß beschränkt wird (zusätzliche Anforderungen sind noch zu beachten) und
- b) die Leitung oder das Kabel befindet sich nicht in der Nähe brennbarer Baustoffe; d. h. die Kabel müssen erd- und kurzschlussicher nach Abschnitt 521.13, insbesondere nach Abschnitt 521.13 c) von [5] verlegt werden.

Die Ermittlung der Querschnitte im Kabelverteilerschrank bzw. in der Trafostation kann nach [2] vorgenommen werden. Wegen der fehlenden Angaben zu Verlegeart, Umgebungstemperatur, Häufung usw. kann aber keine detaillierte Angabe gemacht werden. Insbesondere für den Kabelverteiler müssen die in solcher Umgebung immer auftretenden höheren Umgebungstemperaturen berücksichtigt werden. Gegebenenfalls kann die Ermittlung der Querschnitte hierfür auch nach DIN VDE 0660-507 (VDE 0660-507) [9] vorgenommen werden.

Die Frage nach dem Anschluss weiterer Hausanschlüsse muss mehr oder weniger mit Nein beantwortet werden, da die „Reserven“ (247 A zu 275 A) hier nur sehr gering sind. Eventuell könnte noch ein Hausanschluss an das Versorgungskabel mit 150 mm² Al ange-schlossen werden. Bei mehreren Hausanschlüssen wäre auch wieder eine größere Schutzeinrichtung notwendig, was auch ein Überdenken der Dimensionierung notwendig machen würde.

Literatur

- [1] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag.
- [2] DIN VDE 0298-4 (VDE 0298-4):2003-08 Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen – Teil 4: Empfohlene Werte für die Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden und von flexiblen Leitungen.
- [3] DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):1991-11 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter.
- [4] DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen, Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter.

- [5] DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520):2003-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5: Auswahl und Errichtung von elektrischen Betriebsmitteln – Kapitel 52: Kabel- und Leitungsanlagen.
- [6] DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430):1991-11 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Schutzmaßnahmen; Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom.
- [7] DIN VDE 0276-603 (VDE 0276-603):2005-01 Starkstromkabel – Teil 603: Energieverteilungskabel mit Nennspannungen U0/U 0,6/1 kV.
- [8] DIN EN 60296-1 (VDE 0636-10):2005-11 Niederspannungssicherungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
- [9] DIN VDE 0660-507 (VDE 0660-507):1997-11 Niederspannungs-Schaltgeräte-kombinationen; Verfahren zur Ermittlung der Erwärmung von partiell typgeprüften Niederspannung-Schaltgeräte-kombinationen (PTSK) durch Extrapolation.

W. Hörmann

Erder für ein bestehendes Wohnhaus

Die elektrische Anlage in einem bestehenden Einfamilienhaus ohne Fundamenterder ist als TN-System ausgeführt und an ein Verteilungsnetz mit TN-C-System angeschlossen. Für Altbauten ist kein Fundamenterder vorgeschrieben. Ich erwäge jedoch, zur Erhöhung der Sicherheit einen Stab-erder auszuführen.

Ist das korrekt und zweckmäßig?

Wie in der Anfrage schon richtig angeführt wurde, ist für Altbauten kein Fundamenterder vorgeschrieben. Die Nachrüstung eines Erders ist nicht gefordert [1]. Bei Anwendung des TN-Systems braucht die Verbraucheranlage nicht mit einem Erder ausgestattet zu sein ([2], Abschn. 411.4.1) Es wird lediglich empfohlen, Schutzleiter (TN-S-System) oder PEN-Leiter (TN-C-System) in allen Gebäuden oder Anwesen zu erden ([2], Abschn. 411.4.2). Ein Fundamenterder würde eine gewisse Potentialsteuerung der Fußböden und Wände im und am Baukörper bewirken und damit die Sicherheit erhöhen. Ein Ringerder hätte ebenfalls diese Wirkung, wenn auch in geringerem Maße. Ein einzelner Stab-erder wäre in dieser Hinsicht nur geringfügig wirksam und ist darum nicht zweckmäßig.

Ein Erder für das Haus ist erforderlich, wenn es mit einer blitzschutzbedürftigen Antenne ausgestattet wird [3]. Die Anforderungen an den dann benötigten Erder sind aus [4] ersichtlich.

Literatur

- [1] Hering, E.: Erder für einen Altbau. Elektropraktiker, Berlin 58 (2004) 11, S. 873.
- [2] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag.
- [3] Hering, E.: Einbeziehung eines Antennenstrahlers in den Blitzschutz. Elektropraktiker, Berlin 55 (2001) 2, S. 97–98.
- [4] DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1):2005-10 Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste; Teil 11: Sicherheitsanforderungen.

E. Hering

Sichere Installationen mit Ständerwänden

In zunehmendem Maße müssen wir elektrische Anlagen in Gebäuden mit Ständerwänden errichten. Wir befürchten nun, dass durch nachträgliches Anbringen von Wandschränken, Bücherregalen oder anderen Einrichtungsgegenständen die Leitungen beschädigt werden und Metallteile ein fremdes Potential annehmen, was bei Berührung gefährliche elektrische Durchströmungen zur Folge haben kann.

Wäre es nicht zweckmäßig, die metallenen Ständer in den Schutzpotentialausgleich ein-zubeziehen?

In der Tat sind schon Fälle eingetreten, in denen metallene Stützen von Ständerwänden aufgrund beschädigter Leitungen ein fremdes Potential angenommen haben, das dann über metallene Befestigungsteile in den angrenzenden Raum übertragen wurde. Vor allem in feuchten und nassen Räumen sind gefährliche elektrische Durchströmungen nicht auszuschließen, wenn Bedingungen vorliegen, wie sie im Bild 1 dargestellt sind. Derartige Beschädigungen müssen nicht erst in der Nutzungsphase auftreten. Ein metallener Ständer kann schon dadurch ein Fremdpotential (z. B. ein Außenleiterpotential) annehmen, dass beim Befestigen der Wandverkleidung die Leitungsummantelung sowie die Aderisolierung beschädigt werden.

Einbeziehung metallischer Ständerwände.

Die zuvor genannte mögliche Gefährdung hat bisher nicht dazu geführt, eine Forderung nach Einbeziehung der metallenen Stützen in den Ständerwänden in den Schutzpotentialausgleich (bisher Potentialausgleich) in Normen festzulegen. Gemäß Abschnitt 411.3.1.2 der neuen DIN VDE 0100-410 sind „... fremde leitfähige Teile der Gebäudekonstruktion, sofern im üblichen Gebrauchszustand berührbar ...“ mit der Haupterdungsschiene zum Schutzpotentialausgleich zu verbinden [1]. Die Forderung nach Einbeziehung einer Metallkonstruktion in den Schutzpotentialausgleich ist also an zwei Bedingungen gekoppelt. Die Metallkonstruktion muss erstens zu den fremden leitfähigen Teilen gehören und zweitens berührt werden können.

Nach der Definition im Abschnitt 826-12-11 in DIN VDE 0100-200 ist ein fremdes leitfähiges Teil ein Teil, das nicht zur elektrischen Anlage gehört, das jedoch ein elektrisches Potential, im Allgemeinen das einer örtlichen Erde, einführen kann [2]. Bei den im Normalfall zur Gebäudeerrichtung verwendeten tragenden Stahl- und Stahlbetonkonstruktionen handelt es sich um fremde leitfähige Teile, da sie über das Fundament Erdpotential einführen. Sie müssen nur dann in den Schutzpotentialausgleich einbezogen werden, wenn sie berührt werden können, also wenn eine isolierende Verkleidung fehlt. Im Gegensatz dazu sind die