

- [4] Hengelhaupt, F.: Pressverbindungstechnik und Rekonstruktion von Plattenbauten. Elektropraktiker, Berlin 50(1996)2, S. 110-111.
- [5] DIN VDE 0100 Teil 705:1992-10 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Landwirtschaftliche und gartenbauliche Anwesen. H. Senkbeil

Systeme nach Art der Erdverbindung

? In den Lehrbüchern und Unterlagen für die Aus- und Weiterbildung werden neben dem weit verbreiteten TN-System auch das TT- und das IT-System mehr oder weniger ausführlich dargestellt. Wie groß ist die Verbreitung des TT- und des IT-Systems? Sind diese Systeme überhaupt noch relevant für die allgemeine Ausbildung in den Elektroberufen? Wurden sie nicht durch die Entwicklung hin zum TN-System in ein Nischendasein verdrängt?

! TN-, TT- und IT-System sind Systeme nach Art der Erdverbindung ([1], Abschnitt 312.2; [2], Nationales Vorwort, Zu 413.1, Tabelle N1). Jedes für sich ist eine Voraussetzung für die Schaffung einer Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag mit Schutzleiter. Eine weitere Voraussetzung ist der Einsatz der Abschalt-einrichtung. Mit anderen Worten: Zur Vervollständigung der Schutzmaßnahme wird eine Abschalteinrichtung benötigt. Die vergleichende Beurteilung der Systeme nach Art der Erdverbindung ist im Rahmen dieser Antwort nicht erschöpfend möglich, weil sie zu viel Platz in Anspruch nehmen würde. Nachstehend werden die Fakten dargelegt, die Ihre Frage beantworten. Alle Systeme nach Art der Erdverbindung haben ihre Daseinsberechtigung und Wichtigkeit, jedoch nicht jedes überall.

TN-System. Das TN-System ist am stärksten verbreitet und hat somit die größte Bedeutung. In den weitaus meisten Anlagen bietet es einen ausreichenden Schutz gegen elektrischen Schlag. Allerdings darf keine Unterbrechung des PEN-Leiters eintreten, denn dadurch würde die Schutzmaßnahme in ihr Gegenteil verkehrt. Falls ein Fehler zwischen einem Außenleiter und einem nicht mit dem PEN-Leiter oder Schutzleiter verbundenen Erder auftreten kann, muss der Betriebserder des Verteilungsnetzes die nachstehende Bedingung („Spannungswaage“) erfüllen ([2], Abschn. 413.1.3.7; [3], Abschnitte 2. und 2.1.):

$$R_B \leq R_E \cdot 50 \text{ V} / (U_0 - 50 \text{ V}) \quad (1)$$

R_B resultierender Erdungswiderstand aller Teilerder des Betriebserders

R_E kleinster Erdübergangswiderstand der nicht mit dem PEN-Leiter oder Schutzleiter verbundenen Erder, zu denen ein Außenleiter eine fehlerhafte Verbindung bekommen kann

U_0 Nennwechselspannung gegen Erde. Damit wird verhindert, dass durch Erdschluss eines Außenleiters die Spannung gegen Erde am PEN-Leiter und am Schutzleiter 50 V überschreitet.

Die bei Körperschluss und bei einpoligem Kurzschluss in der Zeit bis zur Abschaltung am PEN-Leiter, am Schutzleiter und an den Körpern der Betriebsmittel auftretende Spannung gegen Erde ist von folgenden Einflüssen abhängig ([3], Abschn. 4.; [4], Abschn. 4.2.):

- Örtliche Verteilung der Erdungsleitwerte der Einzelerder des Betriebserders,
- Lage der Fehlerstelle,
- Lage der betrachteten Stelle,
- Verhältnis des PEN-Leiterquerschnitts zum Außenleiterquerschnitt.

Diese Fehlerspannung kann in ungünstigen Fällen

- bei Querschnittsgleichheit von PEN-Leiter und Außenleitern bis zu etwa 100 V betragen und
- bei Dreieinhalb-Leiter-Kabeln noch größer sein.

Innerhalb von Gebäuden kann diese Fehlerspannung im Allgemeinen nicht in voller Höhe vom Menschen überbrückt werden (als Berührungsspannung auftreten), weil der dort angewendete Potentialausgleich nebenbei auch eine gewisse Potentialsteuerung bewirkt, d. h. die Potentiale der Fußböden und Wände werden mehr oder weniger an das Potential des Schutzleiters angeglichen. Ein Erder des Gebäudes ist zwar nicht als Bestandteil der Schutzmaßnahme TN-System gefordert, jedoch für die Potentialsteuerung sehr wirksam, insbesondere bei der Ausführung als Fundamenteerder ([5], Abschn. 2.3.1).

Bei Körperschlüssen und einpoligen Kurzschlüssen in Verbraucheranlagen müssen maximale Abschaltzeiten eingehalten werden ([2], Abschnitte 413.1.3.3 bis 413.1.3.5 und 413.1.3.8). Für solche Fehler in Verteilungsnetzen gelten diese Forderungen nicht, so dass die oben beschriebene Fehlerspannung längere Zeit anstehen kann.

TT-System. Das TT-System hat gegenüber dem TN-System den Vorteil, dass keine Fehlerspannung über den PEN-Leiter oder Schutzleiter in die Anlage eingeschleppt werden kann. Es macht aber einen Schutzerder erforderlich ([2], Abschn. 413.1.4; [6]). Zudem ist diese Schutzmaßnahme sehr aufwändig [7][8][9][10][11].

Einige Verteilungsnetzbetreiber, vor allem im Thüringer Raum, stellen vom TN-System auf das TT-System um. Das kann jedoch aus Gründen, die in [11] ausführlich dargelegt sind, nicht gutgeheißen werden.

An ein Verteilungsnetz, das für das TT-System bestimmt ist, darf keine Anlage mit TN-System angeschlossen werden. In ein und demselben Gebäude können nicht das TN-System und das TT-System nebeneinander bestehen, weil die Schutzleiter und PEN-Leiter durch den Hauptpotentialausgleich miteinander verbunden werden müssten ([2], Abschn. 413.1.2.1), wodurch das TT-System zwangsläufig in ein TN-System verwandelt würde.

Andererseits ist es möglich, an ein Verteilungsnetz mit TN-System die mit TT-System ausgeführte Anlage eines ganzen Gebäudes (z. B. eines abseits vom Ort gelegenen Anwesens) anzuschließen. Ferner kann an eine Verbraucheranlage mit TN-System ein Anlageteil mit TT-System angeschlossen werden, der sich nicht im gleichen Gebäude befindet, sondern in einem gesonderten Gebäude (z. B. Gartenhaus, Garage, Werkstattgebäude, Stallgebäude) oder im Freien (z. B. Garten) ([2], Abschn. 413.1.3.9). Der Schutzleiter des TT-Systems darf nicht mit dem PEN-Leiter oder Schutzleiter des TN-Systems verbunden werden. Das TT-System bedarf eines Schutzerders. Als Abschalteneinrichtungen für das TT-System müssen FI-Schutzeinrichtungen und dürfen keine Überstrom-Schutzeinrichtungen verwendet werden, damit die Erfüllung der Gl. (1) für das TN-System („Spannungswaage“) nicht in Frage gestellt wird. Die Anwendung des TT-Systems im Freien wird gefordert, wenn sonst eine Berührungsspannung größer als U_L auftreten könnte ([2], Nationales Vorwort, Zu 413.1.3.9). Das wäre z. B. beim TN-System dadurch möglich, dass Fehlerspannungen zu den Betriebsmitteln im Freien verschleppt werden, weil im Allgemeinen außerhalb der Gebäude die Potentialsteuerung fehlt.

IT-System. In Deutschland wird das IT-System nicht für öffentliche Verteilungsnetze angewendet. Es hat für Anlagen Bedeutung, von denen eine hohe Versorgungszuverlässigkeit verlangt wird und bei denen deswegen ein einfacher Körperschluss nicht zur Abschaltung führen soll, z. B.

- in der Industrie, wo Produktionsunterbrechungen hohe Verluste verursachen,
- für Sicherheitsstromversorgungen in

Gebäuden mit Menschenansammlungen,

- für Operationsleuchten und andere wichtige Verbrauchsmittel in medizinisch genutzten Räumen.

Große Anlagen mit IT-System, wie sie in der Industrie vorkommen, können über einen eigenen Umspanner an das Mittelspannungsnetz angeschlossen sein. Die kleineren Anlagen werden jedoch über einen Transformator an eine Niederspannungsanlage angeschlossen, die mit TN- oder TT-System ausgeführt ist.

Eine Isolationsüberwachungseinrichtung muss den ersten Isolationsfehler anzeigen ([2], Abschn. 413.1.5.4). Mit einem besonderen Gerät, von der Fa. Bender GmbH & Co. KG in 35305 Grünberg (Hessen) hergestellt, kann der Fehlerort erkannt werden [12]. Es ist zweckmäßig, den ersten Fehler so schnell wie möglich zu beseitigen. Das Auftreten eines zweiten Fehlers muss die Abschaltung bewirken ([2], Abschnitte 413.1.5.5 bis 413.1.5.8).

Drehstromanlagen mit Neutralleiter und der Nennspannung 230/400 V werden im Allgemeinen nicht als IT-System ausgeführt, weil bei Erdschluss eines Außenleiters die anderen beiden Außenleiter eine Spannung gegen Erde von 400 V annehmen würden, wofür die Isolation der Betriebsmittel mit der Nennspannung 230 V nicht bemessen ist. Mit dem IT-System werden vor allem Drehstromanlagen ohne Neutralleiter mit den Nennspannungen 3 x 500 V und 3 x 230 V errichtet.

Literatur

- [1] DIN VDE 0100-300/VDE 0100 Teil 300:1996-01 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Teil 3: Bestimmungen allgemeiner Merkmale.
- [2] DIN VDE 0100-410/VDE 0100 Teil 410:1997-01 – ; Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag.
- [3] Hering, E.: Betriebserdung von Niederspannungsnetzen. Elektropaktiker, Berlin 48 (1994)4, S. 330-335.
- [4] Hering, E.: Nachteile von Dreieinhalb-Leiter-Kabeln. Elektropaktiker, Berlin 52(1998)6, S. 547-549.
- [5] Hering, E.: Fundamente der. Berlin: Verlag Technik 1996. ISBN 3-341-01142-0.
- [6] Hering, E.: Schutz der für die Schutzmaßnahme TT-System. Elektropaktiker, Berlin 54 (2000)3, S. 207-212.
- [7] Hering, E.: Trennen von Anlagen im TN- und TT-System. Elektropaktiker, Berlin 55(2001) 8, S. 618.
- [8] Hering, E.: Trennen von Drehstromanlagen im TT-System. Elektropaktiker, Berlin 55(2001) 10, S. 800.
- [9] Hering, E.: Sicherheitsstromversorgung mit Notstromaggregat. Elektropaktiker, Berlin 55 (2001)11, S. 886.
- [10] Hering, E.: Zuverlässigkeit der Sicherheitsstromversorgung im TT-System. Elektropaktiker, Berlin 55(2001)12, S. 974.
- [11] Hering, E.: Umstellung vom TN-System zum TT-System. Elektropaktiker, Berlin 56(2002) 2, S. 96-97.
- [12] Hofheinz, W.: Schutztechnik mit Isolationsüberwachung. 7. Auflage. Berlin/Offenbach: VDE-Verlag 2000. E. Hering

Absicherung von Lichtstromkreisen

? Immer wieder sieht man, dass Lichtstromkreise mit LS-Schaltern Typ B 16 A abgesichert werden, obwohl alle uns bekannten Schalterhersteller eine Bemessungsspannung von 250 V und einen Bemessungsstrom von 10 A vorgeben.

Die Schalter sind unseres Erachtens nach Typgeprüfte Schaltgeräte und unterliegen somit der VDE 0660 Teil 500. Hier wird unter anderem gesagt, dass der Hersteller nach § 5 Abs. 5.1 die Bemessungsbetriebsspannung und den Bemessungsstrom auf den Bauteilen dauerhaft kenntlich zu machen hat.

Danach sind Lichtstromkreise, die mit Wechselspannung betrieben werden, und Schaltgeräte dieser Bauart, die im Stromkreis eingesetzt werden, unter Berücksichtigung aller anderen Faktoren, wie Leiterquerschnitt, Spannungsfall, Umgebungstemperatur/-bedingungen und Häufung mit max. 10 A abzusichern. Oder existiert hier noch eine weitere Vorschrift, die die Absicherung von Lichtstromkreisen mit LS-Schaltern B 16 A trotz des Bemessungsstromes von 10 A erlaubt? Unseres Erachtens ist ein Stromkreis, der so aufgebaut und mit 16 A abgesichert ist, übersichert. Es besteht die Gefahr der zu hohen Erwärmung bis hin zur Brandgefahr.

! Die raumbezogene Installation, bei der der jeweilige oder einer von mehreren Steckdosenstromkreisen mit der (oft einzigen) Leuchte in diesem Raum zusammengefasst werden, wird nach wie vor aus verschiedenen Gründen praktiziert. Häufig ist dies bei vorhandenen Installationen ohnehin der einzige Weg, um aufwendige Arbeiten zu sparen. Damit wird man zwangsläufig zunächst vor die Frage gestellt, entweder einen 16-A-Schalter zu benutzen oder den Kreis nur mit 10 A abzusichern. In diesem Fall ist es jedoch hilfreich, auf VDE 0100-510 „Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel“ zu verweisen. Unter Abschnitt 512.1.2 „Strom“ heißt es:

„Bei der Auswahl der Betriebsmittel ist der Betriebsstrom (bei Wechselstrom der Effektivwert) zu berücksichtigen, den sie bei Normalbetrieb führen.“

Die Betriebsmittel müssen ebenfalls den Strom führen können, der unter anomalen Betriebsbedingungen während der durch die Ansprechennlinien der Schutzorgane bestimmten Dauer fließen kann. (Dies wird durch die gerätespezifischen Vorschriften gewährleistet.)

Wenn die Schalter zum Schalten ortsfester Leuchten dienen, kann davon ausgegangen werden, dass diese durch ihre Bauart bedingt den Strom von 10 A keinesfalls überschreiten (überwiegend liegt der Wert deutlich darunter). Dies ist bei der Planung der

Mehr als **400 Antworten auf Ihre Praxisfragen** jederzeit abrufbar unter

www.elektropaktiker.de

Weitere Angebote:

EIB-Service, Fachartikel-Sammlung, Buch-Shop, Inhaltsverzeichnisse, Termine, Software-Service, Gewinnspiel, Jobbörse. Ein Internet-Service für ep-Abonnenten.