

Von elektrischen Netzen

Teil 2

Ronald Fischer*

Erinnern Sie sich? Im Teil 1 dieses Beitrages berichtete unser Autor von einem Blitzeinschlag in einer Trafostation und von Rohrbrüchen in Wasser- und Heizungsleitungen, die danach auftraten. Noch sind wir auf Ursachensuche. Aber hier erfahren Sie auch des Rätsels Lösung.

Um einen Zusammenhang zwischen der Stromversorgung und Korrosionserscheinungen an Rohrleitungen herzustellen, sind elektrotechnische Grundkenntnisse erforderlich. Einiges wurde im ersten Teil dieses Beitrages schon erklärt. Bevor man der Ursache der Rohrbrüche auf die Spur kommen kann, muss man noch etwas über die elektrischen Verteilungsnetze wissen.

Fünf Netze

Alle Verteilungsnetze für Drehstrom haben die drei Außenleiter gemeinsam. Sie unterscheiden sich aber hinsichtlich der Erdungsverhältnisse der Stromquelle oder



Wer an elektrischen Systemen arbeitet, muss sich gut auskennen

des Niederspannungsverteilungsnetzes und durch die Erdungsverhältnisse der Körper in elektrischen Verbraucheranlagen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Schutzleiter anzuordnen. Daraus ergeben sich im wesentlichen drei verschiedene Netzformen:

- das TN-Netz
- das TT-Netz
- das IT-Netz

Genau genommen sind es insgesamt sogar fünf Netzformen, denn das TN-Netz gibt es in drei Ausführungen. Was die Abkürzungen bedeuten, steht im Teil 410 der DIN 57 100/VDE 0100 [1]. Während die Abkürzungen in der Elektrotechnik üblicherweise aus dem Englischen stammen,

geht es diesmal international bunt gemischt zu. Der erste Buchstabe bezeichnet die Erdungsverhältnisse der Stromquelle oder des Niederspannungsnetzes (z. B. Transformator). „T“ kommt vom französischen „terre“ und heißt Erde, was Betriebserdung bedeutet. „I“ heißt Isolierung der dem Energietransport dienenden Teile gegenüber der Erde. Der zweite Buch-

stabe beschreibt die Erdungsverhältnisse der elektrischen Geräte (Betriebsmittel). „T“ bedeutet direkt geerdet über einen eigenen Erder. „N“ kommt von „neutral“ und meint, dass der Körper des Elektrogerätes mit dem Erder der Stromquelle verbunden ist. Für die drei Ausführungen des TN-Netzes gibt es noch einen dritten Buchstaben: „C“ stammt vom englischen „combined“ und meint, dass Neutral- und Schutzleiter im bereits erwähnten PEN-Leiter kombiniert sind. „S“ kommt vom englischen „separated“

* Dipl.-Ing. Ronald Fischer, freier Fachjournalist, 71229 Leonberg, Tel. (0 71 52) 2 88 44

und bedeutet, dass Neutral- und Schutzleiter als zwei separate (getrennte) Leitungen ausgeführt werden.

Im Schutz der Erde

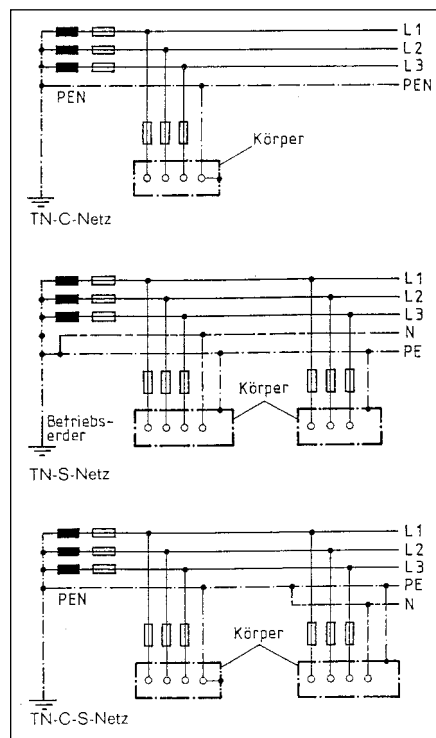
Der PE-Leiter hat seinen Namen vom englischen „protection earth“, was Schutz Erde bedeutet. Tritt er mit dem Neutralleiter kombiniert auf, heißt er PEN-Leiter. Beim TN-S-Netz werden der Neutralleiter N und der Schutzleiter PE vom Sternpunkt der Stromquelle an im gesamten Verlauf des Netzes getrennt geführt. Körper und fremde leitfähige Teile sind mechanische Teile wie Gehäuse, die zwar elektrisch leitfähig, aber nicht zum Transport von Strom vorgesehen sind. Sie werden an den Schutzleiter angeschlossen. Im TN-C-Netz gibt es keinen Neutralleiter. Hier wird der Körper des Verbrauchers mit dem PEN-Leiter-Anschluss verbunden. Das TN-C-S-Netz ist ein Mittelweg zwischen TN-C- und TN-S-Netz. Hier wird ein Teil des Weges von der speisenden Quelle (meist Transformator) zum elektrischen Verbraucher als TN-C geführt und an einer bestimmten Stelle der PEN-Leiter in N und PE aufgeteilt, z. B. TN-C-Erdkabel bis zum Hausanschlusskasten. Und von da an weiter als TN-S. Beim TT-Netz liefert das Elektrizitätswerk zwar den Neutrallei-

ter, aber nicht den Schutzleiter ins Haus. Der wird beim Kunden installiert. Im IT-Netz ist nicht einmal mehr die Spannungsquelle geerdet. Das Gehäuse des Verbrauchers wird an einen separaten Schutzleiter angeschlossen. Auf einen Neutralleiter wird dabei gewöhnlich verzichtet. Beide Netze (500 V und 690 V) dienen ausschließlich zum Betrieb von Drehstrommotoren. Alle TN-Systeme haben als Gemeinsamkeit die metallisch leitende Verbindung zwischen dem Körper des elektrischen Verbrauchers

und dem Sternpunkt der Stromquelle. Beim TT- und IT-System fehlt sie.

Ausgleich schaffen

Der technische Fortschritt hat zu immer mehr elektrisch leitfähigen Systemen in Gebäuden geführt. Zu Gas-, Wasser-, Heizungs- und Starkstromleitungen kommen immer weiter verzweigte Leitungen von Klima-, Blitzschutz-, Fernmelde- und EDV-Anlagen. Diese Leitungsnetze sind teilweise miteinander verbunden. Auch bei fehlerfreien Anlagen besteht im TN-C-Netz die Gefahr,



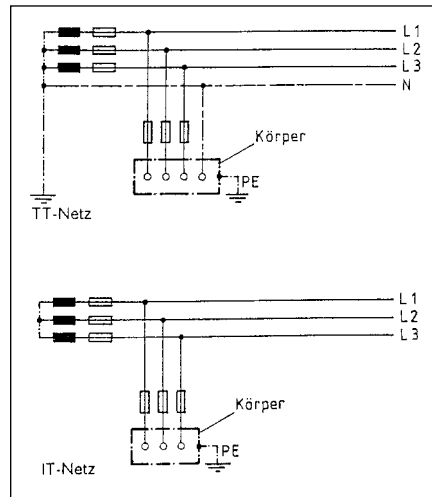
(Bild: BIBB)

Im TN-C-Netz sind Neutralleiter und Schutzleiter im PEN-Leiter zusammengefasst, während sie im TN-S-Netz in Neutralleiter N und Schutzleiter PE aufgetrennt sind.

dass durch die Leitungsnetze Betriebsströme fließen. Potenzial ist ein anderes Wort für Spannung. Wo Spannung herrscht, kann auch ein Strom fließen. So kann es passieren, „einen gewischt“ zu bekommen, wenn man im Badezimmer am Heizkörper lehnt und den Wasserhahn öffnet. Der Potenzialausgleich (PA) soll das verhindern, indem er durch elektrisches Verbinden aller Leitungen Spannungsunterschiede zwischen den verschiedenen Leitungssystemen ausgleicht. Im Wesentlichen bedeutet er eine Erdung aller Rohrleitungen in einem Haus und ist im Normalfall spannungsfrei – wenn keine schadhafte Geräte in Betrieb sind. Die meisten Elektrogeräte in Haushalt und Gewerbe arbeiten mit Einphasenwechselstrom. Aber auch hier lassen sich Umwälzpumpen, Durchlauferhitzer und Vorratswasserheizer erfolgreich mit Drehstrom betreiben.

Auch Strom braucht Abfluss

Um eine zu hohe Belastung eines Außenleiters und damit zu starke Ströme (Durchbrennen) in nur einer Leitung zu vermeiden, werden die drei Außenleiter auf die verschiedenen Steckdosen und festangeschlossenen einphasigen Elektrogeräte verteilt. Bei Drehstrombetrieb müssen



Im TT-Netz sind Spannungsquelle und Elektrogerät unabhängig von einander geerdet.

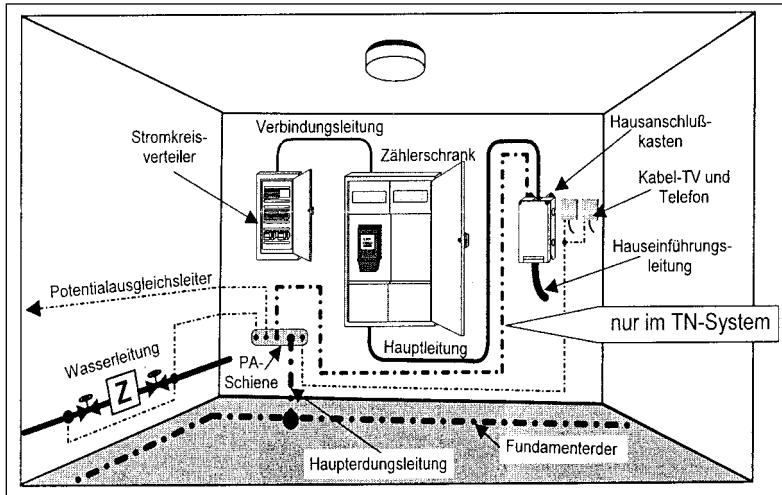
(Bild: BIBB)

natürlich alle drei Außenleiter zum Gerät geführt werden. Einphasige elektrische Verbraucher schicken ihren Rückstrom durch den Neutralleiter, der bei Drehstrom nicht durchflossen wird. Elektrischer Strom wird gern mit fließendem Wasser verglichen, auch wenn der Vergleich hinkt. Den Außenleitern entspricht die Trinkwasserleitung, und der Neutralleiter übernimmt die Aufgabe der Abwasserleitung. Je nachdem, wie viele Verbraucher gerade in Betrieb sind, kann durch den Neutralleiter ein stärkerer Strom fließen als durch einen der Außenleiter. Das passiert nur bei modernen elektronischen Lasten, deren Ströme auch dann nicht sinusförmig sind, wenn die Spannung sinusförmig ist. Wenn der eine Außenleiterstrom gerade hin fließt, fließt der Zweite zurück,

und der Dritte macht Pause. So heben sich die Rückströme gleichmäßig verteilter Einphasenlasten gegenseitig auf. Deshalb gibt es auch N- und PEN-Leiter, die schwächer ausgelegt sind als die Außenleiter. Das haut aber bei nichtlinearen elektronischen Lasten nicht mehr hin, und seither gibt es Ärger mit dem Rückleiter. Durch die früher weit verbreitete Verwendung von Heizungs- und Wasserleitungen als Erder und seit der Einführung des Potenzialausgleichs fließt der Rückstrom auch durch die metallischen Rohrleitungen. Etwas Strom verträgt die Wasserleitung, aber auch hier macht's die Menge.

Des Rätsels Lösung

Als nach dem Blitzschlag ins Trafobaus des eingangs er-



Der Potentialausgleich ist die Erdung aller Rohrleitungen in einem Gebäude

(Bild: H. J. Geist, Elektroinstallation, 1997)

wählten anhaltinischen Dorfs der PEN-Leiter durchbrannte, mussten sich die Rückströme ihren Weg durch das übrige Erdungssystem suchen. Gemäß dem Gesetz des geringsten Widerstands waren das die Wasserrohre. Je nachdem, wo gerade welche Elektrogeräte in Betrieb waren, floss ein mehr oder weniger starker Strom über die Wasserleitung, der zur Korrosion führte. Nun sind aber mehr als hundert Jahre lang Ströme durch Rohre geflossen, ohne dass es zu derartig starker Korrosion gekommen ist, weil die Ströme gering waren. Seitdem haben sich aber die elektrischen Verbraucher geändert. Hinzu gekommen sind so genannte nichtlineare Verbraucher, die die Rückströme erhöhen. Zu ihnen gehören z. B. Leuchtstoffröhren, elektronische

Geräte und Geräte mit elektronischer Regelung. Fachleute empfehlen den Aufbau eines TN-S-Netzes ab Hausanschlusskasten, um zu verhindern, dass Rückströme über das Wasserrohrnetz fließen. Eine Überwachung im Trafostation hätte sofort erkennen lassen, dass nicht alle Rückströme über den hierfür vorgesehenen Leiter zurück zur Trafostation fließen, sondern sich irgendwo im Erdungssystem auf und davon machen. Korrosion ist eine elektrochemische Reaktion. Die Vorgänge wie sie in Batterien und Akkus, beim Galvanisieren und beim anodischen Entgraten ablaufen, funktionieren nur mit Gleichstrom. Das Thema Wechselstromkorrosion wird in der Fachliteratur kaum behandelt, und die wenigen Untersuchungen sind

erst jüngeren Datums. Zwar gibt es Theorien aber noch keine einleuchtende Erklärung und keine statistischen Untersuchungen.

Fest steht allerdings, dass die Anhäufung der Rohrbrüche in den Häusern eines kleinen Dorfes in Sachsen-Anhalt auf den beschriebenen elektrischen Fehler zurückzuführen sind. Ein Schelm ist aber, wer daran denkt, die Konjunktur im SHK-Handwerk mit Hilfe der Kollegen aus dem Elektrofach unter Spannung setzen zu können.

Literaturnachweis

[1] DIN 57 100/VDE 0100-410: Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag