

Von elektrischen Netzen

Teil 1

Ronald Fischer*

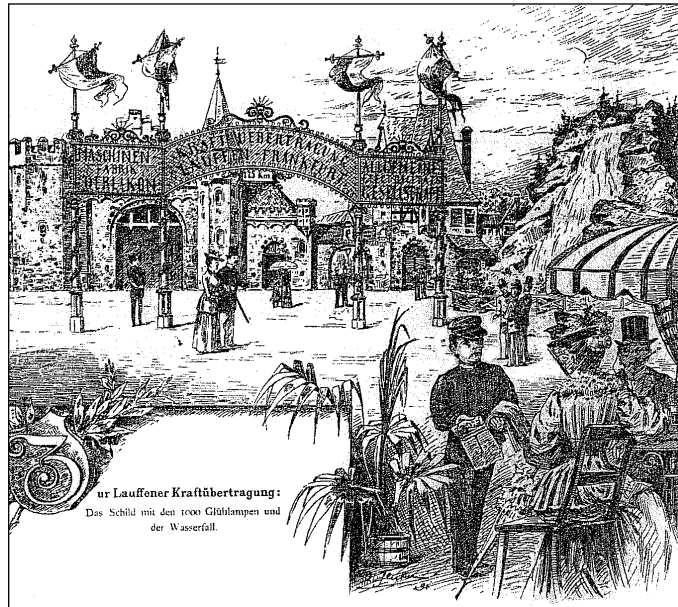
Der Installateur hat bei seinen Arbeiten auch mit elektrischem Strom zutun. Dabei kann es sogar passieren, dass ein Fehler im Stromnetz den Rohrleitungen im Haus den Garaus macht. Gehen Sie mit unserem Autor auf Fehlersuche.

So weit die Finanzmittel reichten, wurden in den Häusern eines kleinen Dorfes in Sachsen-Anhalt Bäder renoviert und die eine oder andere Ölheizung eingebaut. Für Aufregung sorgten eines Sommers plötzlich korrodierende Trinkwasser-, Warmwasser- oder Heizungsrohre. Einerlei, ob sie aus Kupfer, verzinktem Stahl oder Edelstahl, alt oder neu waren, wurden sie in kurzer Zeit undicht. Den ausgewechselten Rohren ging es auch nicht besser.

Ursache und Wirkung

Da in einem landwirtschaftlichen Betriebsraum auch die

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



Premiere auf der Internationalen Elektrizitätsausstellung im Jahre 1891: Das Drehstromsystem

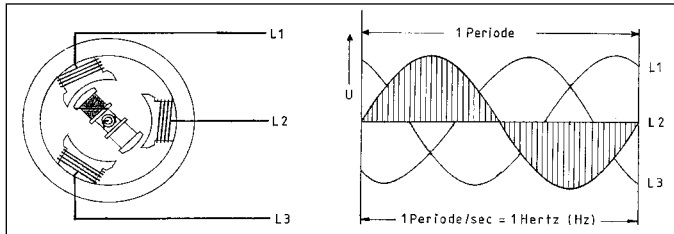
(Bild: Deutsches Museum)

Kontaktschellen des neu installierten Potenzialausgleichs verschmort und alle von Korrosion betroffenen Gebäude an derselben Trafostation angeschlossen waren, lag der Verdacht nahe, dass Elektrizität mit im Spiel sein könnte. Untersuchungen von Seiten des Elektrizitätsversorgungsunternehmens und des Deutschen Kupferinstituts ergaben, dass durch einen Blitzschlag in die Trafostation der PEN-Leiter durchgebrannt war. In den darauf folgenden Wochen hatten die Schäden eingesetzt. Die einzelnen Beobachtungen scheinen nicht logisch zusammenzupassen. Wenn man je-

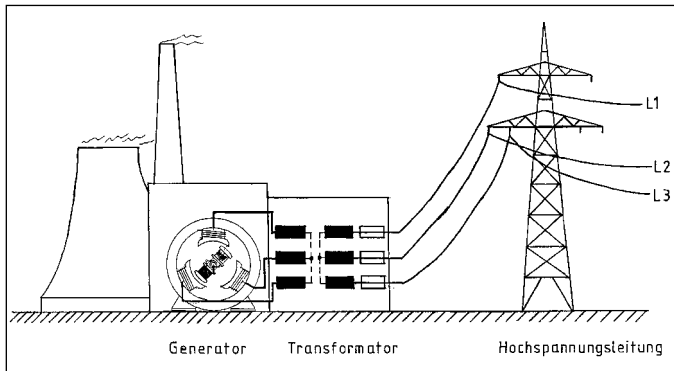
doch den Aufbau des Elektrizitätsversorgungsnetzes näher betrachtet, ergibt sich ein klares Bild des Zusammenhangs von Ursache und Wirkung.

Drehstrom im Netz

Die weltweite Verbreitung des Drehstromsystems ist einer Laune der Geschichte zu verdanken. Anlässlich der Internationalen Elektrizitätsausstellung in Frankfurt im Jahre 1891, wurde Strom von der schwäbischen Kleinstadt Lauffen am Neckar ins 175 km entfernte Frankfurt geschickt. Die aus Wasserkraft gewonnene Elektrizität trieb auf der Ausstellung einen künstlichen



Beim Drehstrom sind drei Wechselspannungen ineinander verschlungen.



Jede Phase wird in der Überlandleitung in einer oder zwei Leitungen geführt

Wasserfall an. Zum ersten Mal war es möglich, Elektrizität mit geringen Verlusten über große Entfernungen zu transportieren. Die Stromübertragung arbeitete als Drehstromsystem, das von da an zum Aufbau der Versorgungsnetze verwendet wurde. Die drei Spulen des Generators werden in der so genannten Dreieckschaltung jeweils Anfang mit Ende verbunden. Die drei Verbindungspunkte werden als Anschlüsse nach außen geführt und bilden die Außenleiter L1, L2, L3. Der

wellenförmige Verlauf der Spannung in Form einer Sinuskurve, ergibt sich aus der Drehung einer Spule in einem Magnetfeld. In Europa hat der Drehstrom eine Frequenz von 50 Hertz, also 50 solcher Schwingungen (Perioden) werden pro Sekunde durch die Leitungen geschickt.

Stern oder Dreieck?

Die Außenleiter werden zur Transformatorstation geführt. Hier wird die Spannung auf bis zu 400 000 V „hochgejubelt“, um die Verluste durch

Erwärmung beim Transport in der Überlandleitung klein zu halten. Vom Höchst- und Hochspannungsnetz (110–400 kV) wird der Strom für das Mittelspannungsnetz (6–30 kV) zur regionalen Verteilung heruntertransformiert. Die Übergabestation spannt ihn noch einmal auf Niederspannung 400-V-Drehstrom und 230-V-Einphasenwechselstrom herab. Die zweite Möglichkeit der Drehstromschaltungen besteht in der Sternschaltung. Dabei werden die Wicklungsenden miteinander verbunden und die drei Wicklungsanfänge als Außenleiter nach außen geführt. So sind gewöhnlich die Niederspannungswicklungen der Transformatoren verschaltet. Dieser Sternpunkt wird geerdet (Betriebserder) und bildet den Mittelleiter oder Rückleiter. Die Stern/Dreieckschaltung ist auch bei größeren Drehstrommotoren von Werkzeugmaschinen, wie Tafelscheren und Abkantpressen, anzutreffen. In Dreieckschaltung ist der Motor leistungsfähiger. Zum Anlaufen wird er im Stern geschaltet, um den Anlaufstrom zu reduzieren, während der Betrieb in Dreieckschaltung läuft.

Spannung für den Hausgebrauch

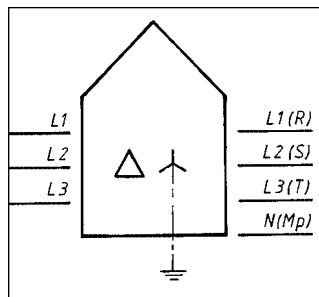
Dreiphasenwechselspannung besteht zwischen den Außen-

leitern. Zwischen nur einem Außenleiter und dem Neutralleiter kann nur ein Strom mit einer einzigen Wechselspannungsphase fließen. Dies ist der normale Haushaltswechselstrom mit der bekannten Spannung von 230 V. Drehstrom ist leistungsfähiger als Einphasenwechselstrom. In Industrie und Gewerbe dient er zum Antrieb großer Elektromotoren. Zur Verbreitung dieses Systems hat auch die Tatsache beigetragen, dass gar nicht alle drei Leiter nötig sind, um elektrische Betriebsmittel anschließen zu können. Die meisten elektrischen Geräte im Haushalt begnügen sich mit nur einer Phase und brauchen daher nur eine teure Kupferleitung. Auch auf die Rückleitung, um den Stromkreislauf zu schließen, konnte man verzichten. Es genügte, den anderen Pol des Gerätes in die Erde zu stecken oder mit einer in den Boden führenden metallischen Leitung, wie der Wasserleitung, zu verbinden, da auch die Spannungsquelle geerdet war.

Gelbgrüner Schutzengel

Die Erdung der Transformatorstation hat aber einen schwerwiegenden Nachteil. Der Mensch ist nämlich auch geerdet und damit immer „einpolig“ angeschlossen. Beim Berühren eines Leiters

oder unter Spannung stehenden Teils bekommt man „einen gepfeffert“. Der Strom nimmt in diesem Fall den menschlichen Körper als Rückleiter. Diese Eigenart des Drehstromsystems hat schon zu vielen elektrischen Unfällen geführt und zahlreiche Schutzmaßnahmen notwendig gemacht. Dazu gehört die Isolierung als netzunabhängige Schutzmaßnahme. Eine netzabhängige Schutzmaßnahme ist der Schutzleiter. Der PEN-Leiter kann sich je nach Netzaufbau in die Leiter N und PE aufteilen. Neutral- und Schutzleiter dürfen keine Sicherung haben. Ein PE-Leiter wird in einem Kabel grün-gelb gekennzeichnet, ein PEN-Leiter leider auch. Das ist historisch bedingt und heute von Nachteil. Der N-Leiter ist blau gekennzeichnet. Achtung: Ist kein N-Leiter vorhanden, kommt trotzdem eine



In der Übergabestation wird die Hochspannung wieder auf 400/230 V herunterspannt



Der Sternpunkt auf der Niederspannungsseite der Trafostation wird geerdet und als Mittelleiter (4. Leitung) weitergeschickt

blaue Ader vor. Jetzt handelt es sich aber um einen Außenleiter. Aufgepasst auch in Altbauten: Früher war der Schutzleiter rot. Und damals wurde er als Nullleiter bezeichnet. Er ist mit Heiz- und Wasserleitungen, Fundamente-erdern und Blitzableitern verbunden. Der Neutralleiter kann beträchtliche Betriebsströme führen und somit einen Spannungsabfall aufweisen, was der Schutzleiter nicht darf. Dadurch kann ein geringer Spannungsunterschied zwischen beiden Leitern ge-

messen werden. Zwischen jedem der drei Außenleiter und dem Neutralleiter wie auch dem PE-Leiter besteht eine Spannung von 230 V. Dieselbe Spannung herrscht auch zwischen jedem Außenleiter und der Erde, mit der der Schutzleiter ja verbunden ist.

Sollte durch einen Fehler in der Isolierung das Metallgehäuse eines Elektrogerätes unter Spannung gesetzt werden, leitet der Schutzleiter sie an die Erde ab. Es fließt ein Kurzschlussstrom, der die Sicherung zum Abschalten der Spannung bringt.

Bevor wir nun der Ursache für die eingangs erwähnten Rohrbrüche auf die Schliche kommen, sind unter anderem noch Kenntnisse über die verschiedenen Netzformen nötig. Darüber, und über des Rätsels Lösung, lesen Sie im zweiten Teil dieses Beitrages.

..... **LESERKONTAKT**

Nicht immer ist der Stift schuld

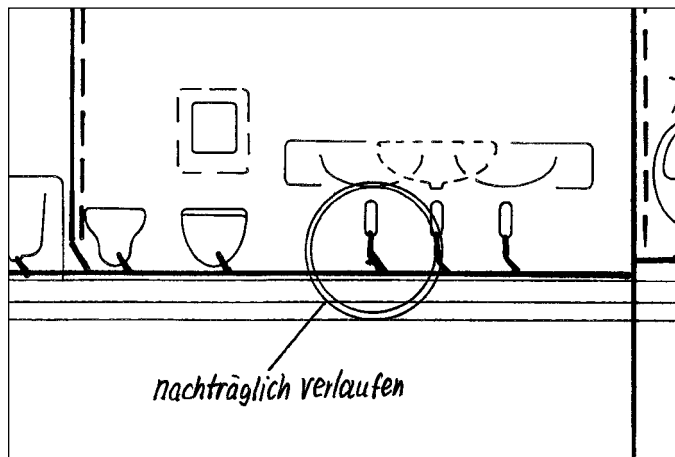
In der Mai-Ausgabe berichteten wir unter dem Titel „Saubere Strich Glückssache?“ über ein Problem unseres Lesers Marcus Meermann aus Dortmund. Er hatte feststellen müssen, dass die Striche auf seinen Zeichnungen, die er mit Stiften der Marke Stabilo, Typ Point-88 anfertigte, nach kurzer Zeit verliefen. Stabilo selbst teilte dazu mit, die Point-88-Stifte seien für Zeichenarbeiten auf transparentem Papier nicht geeignet. Joachim Bäck aus 37296 Datterode sieht für das Stiftdebakel noch eine andere mögliche Ursache. Er schreibt uns:

Das Problem kenne ich aus meiner Praxis als Technischer Zeichner: Berührt die Hand die Transparentpapierober-

fläche, wird Hautfett abgegeben. Je mehr Hautfett auf dem Papier landet, desto weniger gut lässt sich das Papier bezeichnen. Vorschlag: Unter die Hand eine Unterlage le-

gen und die Transparentpapieroberfläche möglichst nicht berühren.

Interessant: Man kann also an der Qualität eines Striches erkennen, ob jemand beim zeichnen ins Schwitzen gekommen ist.



Wenn auf Transparentpapier Filzstiftstriche verlaufen, dann ist daran nicht unbedingt das Zeichenwerkzeug schuld