

# Spannungsmessung an einer Wechselschaltung

## FRAGE

Ein Kunde stellte am Lampenauslass einer ausgeschalteten Wechselschaltung eine Spannung von 70V fest. Er wurde darauf aufmerksam, weil er eine Energiesparlampe an der Leuchte montiert hatte, die daraufhin ab und zu aufglommte. Ich prüfte daher die Installation des Kunden – maß also den Isolationswiderstand des Stromkreises der Lampenleitung sowie der Verbindung zwischen den Wechselschaltern. Der Isolationswiderstand war in Ordnung. Ich habe die Spannungen an der Leuchte mit einem TRMS-Messgerät eines Innenwiderstands von 1MΩ gemessen. Je nach Schalterstellung der Wechselschaltung habe ich damit entweder ca. 50V oder ca. 90V gemessen. Wenn ich an die Leitungsenden greife, spüre ich keinen Stromschlag – auch wenn ich L und N gleichzeitig in die Hand nehme. In Häusern, die erst vor Kurzem fertiggestellt worden sind, treten ähnliche Werte auf.

Ist dies ein Mangel, welchen der Kunde reklamieren kann?

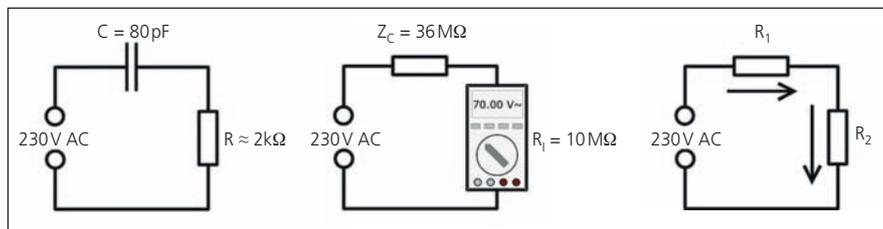
A. S.

## ANTWORT

### Phänomen kapazitive Kopplung

An offenen Leitungen der Niederspannungsinstallation (230V) ist es normal, dass Restspannungen in der Größenordnung von 50 ... 90V anliegen. Es besteht kein Fehler in der Installation. Durch die parallele Leitungsführung und die damit verbundene kapazitive Koppelung der Leiter kommt es zum sogenannten Übersprechen. Deshalb schreiben die Normen bzw. auch BG-Richtlinien vor, dass zur Prüfung der Spannungsfreiheit ein niederohmiges Prüfgerät verwendet werden muss, z. B. ein zweipoliger Spannungsprüfer.

Multimeter haben im Regelfall einen sehr hochohmigen Eingangswiderstand von 5 ... 10MΩ im Bereich Wechselspannungsmessung. Somit werden die eingekoppelten Spannungen tatsächlich angezeigt. Der menschliche Körper weist je nach Feuchte (Schweiß etc.) einen Widerstand von ca. 2kΩ auf. Die



### Darstellung als Ersatzschaltbild:

- links – 10m offene (vom Schalter unterbrochene) NYM-Leitung entsprechen ca. 80 pF, der Körperwiderstand beträgt ca. 2 kΩ
- Mitte – Messung der Phantomspannung bei einem Koppelwiderstand von 36 MΩ
- rechts – Spannungsteiler zur Berechnung der Spannung am Multimeter

»Phantomspannung« bricht dann sofort zusammen, es besteht somit keine Gefahr.

### Unerwünschte Nebeneffekte

Energiesparlampen verfügen häufig über eine Glühlampe im Starter, die durch die Phantomspannung manchmal zündet. Das ist beispielsweise vergleichbar mit den bekannten Spannungsprüfer-Schraubendrehern. Mit diesen kann man ja auch den Außenleiter suchen, ohne dass man einen Stromschlag bekommt. Der Fingerkontakt über dem Ende des Phasenprüfers zum Fußboden genügt, um die Glühlampe zu zünden. Ebenso glimmen manchmal die Glühlampen in den Lichtschaltern und führen so ebenfalls zur Verwirrung.

Bei modernen Energiesparlampen mit elektronischen Zündgeräten wird durch die Elektronik die Spannung »hochgepumpt« (verdoppelt), um die Leuchtstoffröhre zu zünden. Da kann eine solche Phantomspannung schon ausreichen, um die Elektronik anzusprechen. In solchen Fällen kommt es zum Zünden der Lampe, d.h. sie beginnt sporadisch zu flackern.

Bei klassischen Glühlampen sieht man natürlich nicht, dass die Glühwendel geringfügig von einem Strom durchflossen wird. Die neuen LED-Lampen zeigen mitunter diesen Effekt und leuchten schwach.

### Theoretische Betrachtung

Man kann die kapazitive Kopplung auch theoretisch berechnen. Eine NYM-J-Leitung weist eine Leitungskapazität

von 5 ... 10pF/m auf, was bei z. B. 10m paralleler Leitungsführung eine Kapazität von z. B. 80pF entspricht. Dies entspricht wiederum einem Koppelwiderstand von ca. 36 MΩ (kapazitive Impedanz bei 50Hz).

Mit folgenden Formeln lässt sich das Problem nachvollziehen:

- Kapazitive Impedanz

$$Z_c = \frac{1}{j2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{j2 \cdot 3,14 \cdot 50\text{Hz} \cdot 80\text{pF}} = \underline{\underline{36\text{M}\Omega}}$$

- Spannungsteiler

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \text{ und } U_0 = U_1 + U_2 = 230\text{V}$$

Rechnet man den Spannungsteiler aus Impedanz und z. B. dem Eingangswiderstand des Multimeters – hier 10MΩ – aus, kommt man auf eine Spannungsanzeige von ca. 50V am Multimeter. Greift man an die Leitung mit dem Körperwiderstand von 2kΩ ab, so fallen die 230V nahezu komplett am Koppelwiderstand von 36MΩ ab und es fließt nur ein Körperstrom im μA-Bereich.

### Fazit

Dieser Strom ist völlig ungefährlich und nicht spürbar. Gerade bei der Wechselschaltung und der Verwendung eines NYM-J 5x1,5 sind lange Wege mit parallelen spannungsführenden Leitern vorhanden. So wird der Effekt der Phantomspannung verstärkt.

Dietmar Koops