

Prüfung elektrischer Geräte nach DIN VDE 0701-0702 (6)

GRUNDLAGEN Wie in »de« 3.2017 schon angekündigt, folgt in diesem Beitrag die Messung des Schutzleiterstroms. Dafür stehen dem Prüfer verschiedene Messverfahren zur Verfügung.

Dieses Kapitel enthält allgemeine Beschreibungen zu Ableitströmen, die auch für Messungen des Berührungsstroms im darauffolgenden Kapitel zutreffen. Ableitströme entstehen einerseits durch endliche Isolationswiderstände und andererseits durch Kapazitäten, wie Leitungen und auch die Geräte selbst sie aufweisen.

Messung des Schutzleiterstroms

Das Messen des Schutzleiterstroms setzt ein Gerät mit einem Schutzleiter für die Schutzmaßnahme oder einen Schutzleiter für den funktionalen Aspekt, wie die Entstörung, voraus. Bei der Entstörung und somit ohne Zuordnung zur Schutzmaßnahme könnte laut Norm, auf die Messung verzichtet werden. Jedoch besteht die Möglichkeit, dass bei einer beidseitig steckbaren Anschlussleitung diese unter Umständen anderweitig verwendet wird. Das sollte man bei einer möglichen Differenzierung berücksichtigen und man kann diesem Umstand durch die getrennte Kennzeichnung von Gerät und beidseitig steckbarer Anschlussleitung durch eine eigens vergebene Nummer, Barcode oder RFID sowie getrennten Prüfungen begegnen.

In diesem Zusammenhang sei noch auf die steckbaren Anschlussleitungen von EDV eingegangen, da hier das Wechseln einer EDV unter Beibehaltung der ursprünglichen Anschlussleitung nicht zu empfehlen ist. Sicher ist die Entfernung der ursprünglichen Anschlussleitung, oftmals in Verbindung mit einem schreibtscheigenen Leitungsverlegesystem, aufwendig; gewährleistet aber eine Anschlussleitung, die seitens des Herstellers auch unter dem Aspekt des Querschnittes zugeordnet wurde.

In der Norm werden die Ableitströme als Schutzleiterstrom und Berührungsstrom mit folgenden Grenzwerten für allgemeine Geräte aufgeführt:

- Grenzwert für den Schutzleiterstrom mit 3,5 mA

- Grenzwert für den Berührungsstrom mit 0,5 mA (Berührungsstrom wird in Kapitel 8 behandelt).

Sofern es sich um ein Gerät mit Heizelementen über 3,5 kW handelt, deren Heizelemente während der Prüfung eingeschaltet sind, darf der Schutzleiterstrom 1 mA pro kW bis zu einem Höchstwert von 10 mA betragen. Die Messung des Schutzleiterstroms entsprechend Norm kann – bei Verlängerungsleitungen, abnehmbaren Geräteanschlussleitungen und mobilen Mehrfachsteckdosen ohne elektrische Bauteile zwischen den aktiven Leitern und Schutzleiter – entfallen. Jedoch ermöglicht die Einbeziehung der Messung eine einheitliche Vorgehensweise und generiert zusätzliche Werte, die in der Beurteilung zur Sicherheit einfließen. Im Gerät enthaltene und auf Schutzleiter verschaltete Bauteile zur Entstörung verursachen zusätzliche Ableitströme, die eine Beurteilung der Messwerte erschweren.

Die Ableitstrommessungen werden in aktive und passive Messungen unterteilt. Bei den aktiven Messungen (Direkte Messung oder Differenzstrommessverfahren) wird dem zu prüfenden Gerät die Netzspannung aufgeschaltet. Bei der passiven Messung (Ersatz-Ableitstrommessverfahren) wird dem zu prüfenden Gerät, entsprechend den Messschaltungen der Isolationswiderstandsmessungen, eine vom Prüfgerät generierte Wechselspannung aufgeschaltet. Sowohl bei den aktiven als auch den passiven Messungen wird mit Hilfe der aufgeschalteten Wechselspannung die Höhe der wechsellängigen Ableitströme ermittelt. Sowohl bei den passiven und ergänzend in Betrieb gehenden Geräten bei den aktiven Ableitstrommessungen ist zu berücksichtigen, dass die Schalter der Geräte eingeschaltet sind und bei mehreren Schaltstufen diese durchgeschaltet werden, damit sichergestellt ist, dass bei mehreren Leistungsstufen alle aktiven Teile einmal mit der Messspannung (passiv) bzw. mit der Netzspannung (aktiv) beaufschlagt wurden.



Bild 25: Messaufbau für eine Ständerbohrmaschine – das Messobjekt wurde auf dem Boden festgeschraubt



Bild 26: Messung des Schutzleiterstroms als aktive Messung mit dem Messverfahren Direktmessung bei einer Kaffeemaschine



Bild 27: Messung des Schutzleiterstroms als aktive Messung mit dem Messverfahren »Differenzstrom« bei einer Ständerbohrmaschine – hier mit einem zu erwartenden Messwert von 0,023 mA



Bild 28: Messung des Schutzleiterstroms als aktive Messung mit dem Messverfahren Direktmessung bei einer Ständerbohrmaschine

Messverfahren

Für die Messungen der Ableitströme stehen somit mehrere Messverfahren zur Verfügung:

- a) die direkte Messung
- b) das Differenzstrommessverfahren und
- c) das Ersatz-Ableitstrommessverfahren (in Ausgabe »de« 8.2017).

a) Direkte Messung

Bei der direkten Messung erfasst das Prüfgerät die über den Schutzleiter fließenden Ströme, indem es eine Strommessung in dem Schutzleiter vornimmt. Hierbei ist erforderlich, dass das zu prüfende Gerät gegenüber Erde isoliert aufgestellt ist. Ansonsten würde der Anteil des Ableitstroms, der seinen Weg direkt über eine bestehende Erdverbindung findet, nicht erfasst werden. Die Betrachtung einer Säulenständerbohrmaschine, die auf dem Betonfußboden einer Werkstatt festgeschraubt ist, kann den Parallelweg verdeutlichen (**Bild 25**).

Die relevanten Ableitströme zwischen Teilen unterschiedlichen Potentials entstehen hierbei zwischen dem Außenleiter und dem Schutzleiter sowie den an Schutzleiter angeschlossenen Teilen. Die Anteile des Ableitstroms, die auf das Gehäuse übertragen werden, finden ihren Weg über den Schutzleiter nur anteilig, da bei einem versorgenden TN- oder TT-Netzsystem ein Parallelpfad über die Erdverbindung besteht. Der über die Erdverbindung fließende Ableitstrom wird nicht erfasst. **Bild 26** zeigt die Schutzleiterstrommessung an einer Kaffeemaschine mit dem Messverfahren der direkten Messung. Die Messung wurde im Betriebszustand (Kaffee kochen) durchgeführt, damit die aktiven Teile mit Netzspannung aufgeschaltet sind und sich der maximale Schutzleiterstrom, hier mit einem zu erwartenden Messwert von 0,012 mA, ausbilden kann. Die notwendige Vermeidung des zu prüfenden Gerätes mit Erdkontakt wurde durch Anwendung einer Isolierunterlage berücksichtigt.

b) Differenzstrommessverfahren

Beim Differenzstrommessverfahren erfasst das Prüfgerät die in das zu prüfende Gerät hinein- und herausfließenden Ströme, indem es eine Differenzstrommessung entsprechend dem RCD-Prinzip vornimmt. Hierbei kann das zu prüfende Gerät eine Erdverbindung aufweisen, da der Anteil des Schutzleiterstroms – sofern der Begriff Schutzleiterstrom hierfür verwendet wird – da es sich ja richtigerweise um einen Erdableitstrom handelt, miterfasst wird. Die Zuordnungen der Ableitströme sind in diesem Fachbeitrag auf den Schutzleiter- und Berüh-

rungsstrom reduziert, so dass der Anteil des Ableitstroms, der über Erde fließt, dem Schutzleiterstrom zugeordnet wird.

Dies empfiehlt sich auch aufgrund der entsprechenden Messsequenzen der Prüfgeräte. Für eine gewünschte Differenzierung zu den über Schutzleiter und Erdverbindung fließenden Ableitströmen, kann durch die Anwendung der Direktmessung und des Differenzstrommessverfahrens eine Aussage gemacht werden. Das Messergebnis der Direktmessung wird vom Messwert der Differenzstrommessung subtrahiert. Der entstehende Wert stellt dann den Anteil, der über Erdverbindung fließenden Ableitströme dar.

Am Beispiel einer Ständerbohrmaschine (**Bild 25**) ohne Isolierung der an Schutzleiter angeschlossenen Teile gegen Erdpotential zeigt **Bild 27** die Anwendung des Differenzstrommessverfahrens und **Bild 28** die Anwendung der Direktmessung mit erkennbar kleinerem Ergebnis. Beide Messungen wurden im Betriebszustand (Bohrkopf dreht) durchgeführt, damit die aktiven Teile mit Netzspannung aufgeschaltet sind. Allerdings kann bei der Direktmessung nicht vom maximalen Schutzleiterstrom ausgegangen werden, da der Parallelpfad »Erdverbindung« nicht berücksichtigt wird. Dieses bestätigt der kleinere Messwert von 0,018 mA gegenüber der Differenzstrommessung.

Mit der Subtraktion des Ergebnisses der Direktmessung von dem Ergebnis der Differenzstrommessung ergibt sich somit ein Erdableitstrom von 0,005 mA. Bei der Ständerbohrmaschine handelt es sich im Übrigen um ein Drehstromgerät. Zusätzlich wurde deswegen ein aktiver Drehstromadapter »AT16-DI« von Gossen Metrawatt verwendet, der über einen Messartschalter verfügt. Mit diesem kann zwischen Differenzstrommessverfahren (b) und Direktmessung (a) gewählt werden (Bilder 27 und 28 links unten im Bild).

Hinweis: Die Messergebnisse der aktiven Messung des Schutzleiterstroms bei Drehstromgeräten ergeben die geometrische Summe der Ableitströme, die bei symmetrischer Verschaltung nahe dem Messwert »0« liegen können. Demgegenüber weist das im kommenden Beitrag (»de« 8.2017) beschriebene passive Ersatz-Ableitstrommessverfahren (c) mit der addierten Summe der Ableitströme höhere Werte auf.

(Fortsetzung folgt)



AUTOR

E. Josef Pott

Geschäftsführer FBZ-E, Fachbereichszentrum Energietechnik GmbH, Leer