

Prüfen der Isolation mit einer Leckstromzange

H. Tribius, Berlin

Normen, die sich mit dem Prüfen elektrischer Anlagen bzw. ortsveränderlicher elektrischer Geräte auseinandersetzen, fordern eine Aussage über den ordnungsgemäßen Zustand der Isolierungen durch eine Messung. Eine Methode besteht darin, eine Prüfspannung (bei Nennspannungen bis zu 500 V sind das DC 500 V) zwischen die aktiven Teile und den Körper (Skl. I) bzw. die aktiven Teile und die berührbaren leitfähigen Teile (Skl. II) des Prüflings zu legen und den dabei fließenden Strom auszuwerten.

Eine analoge Aussage kann durch eine Messung des Schutzleiter- oder Berührungsstroms erfolgen. Nachfolgend wird besonders auf das Messen mit der Leckstromzange eingegangen.

1 Isolationswiderstandsmessung

Aussagekräftig ist die Messung des Isolationswiderstands nur dann, wenn dabei die Isolierungen aller aktiven Teile des Prüflings erfaßt werden. Bei vielen Erzeugnissen (Waschmaschinen, Kühlschränken, Steuerungsanlagen usw.) ist das aber ohne zusätzliche Maßnahmen (z. B. Öffnen des Geräts) nicht möglich. Gerade die kritischen Teile (Heizungen, Motore, Magnetventile usw.) werden bei diesen Geräten im normalen Betrieb oft erst über Schaltgeräte zugeschaltet. Die in den Normen angegebene Messung des Isolationswiderstands ist bei vielen Prüflingen aussagekräftig und völlig ausreichend. Da das aber nicht immer so ist, sollten dem Prüfer diese Zusammenhänge klar sein, und er sollte alternative Meßmethoden kennen und sinnvoll anwenden können.

Für ortsveränderliche elektrische Geräte zeigt DIN VDE 0702 „Wiederkehrende Prüfung elektrischer Geräte“ bereits aussagekräftige Alternativen zur Messung des Isolationswiderstands auf. Es darf ersatzweise (aus den oben genannten Gründen oder bei elektronischen Geräten)

- die Messung des Schutzleiterstroms bei Geräten der Skl. I
- die Messung des Berührungsstroms bei Geräten der Skl. II und bei nicht an den Schutzleiter angeschlossenen berührbaren Teilen der Geräte der Schutzklasse I (Skl. I)

vorgenommen werden. Beide Messungen können direkt oder nach dem Differenzstromverfahren erfolgen.

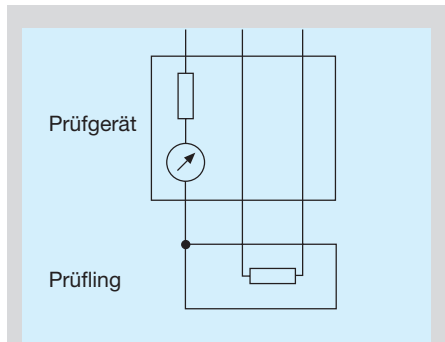
2 Prinzip der direkten Messung des Schutzleiterstroms

Bei der direkten Messung besteht leider durch den Innenwiderstand des Prüfgeräts bei der Messung des Schutzleiterstroms ein erhöhtes Risiko für den Prüfer, da die

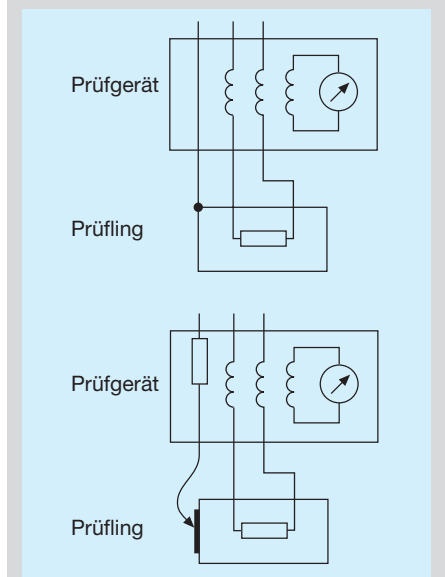
Schutzmaßnahme „Abschaltung im Fehlerfall“ der Anlage durch die Prüfschaltung negativ beeinflusst bzw. unwirksam gemacht wird. Das Meßinstrument wird bei dieser Art der Messung (eventuell sogar mit einem Vorwiderstand) direkt in den Schutzleiter eingeschleift (Bild ①). Damit erhöht sich der Widerstand der Fehlerleiße – das aber bedeutet den völligen Verzicht auf die o. g. Schutzmaßnahme, weil mit Überstromschutzorganen im Fehlerfall keine Abschaltung mehr erfolgt – und schon gar nicht in den nach DIN VDE 0100 Teil 410 geforderten 0,4 s. Diese Zusammenhänge wurden bereits in [1] ausführlich dargestellt.

3 Prinzip der indirekten Messung nach dem Differenzstromverfahren

Bei Prüfgeräten, die das Differenzstromverfahren ermöglichen, erfolgt die Messung von Schutzleiter-/Berührungsstrom über einen (in das Prüfgerät eingebauten) Differenzstromtransformator (Bild ②), der die magnetische Wirkung der Ströme in den aktiven Leitern addiert (das Prinzip entspricht weitgehend dem eines FI-Schutzschalters). Fließt ein Schutzleiter- bzw. Berührungsstrom, dann ist diese Stromsumme nicht Null und kann durch ein Meßwerk ausgewertet werden. Im Gegensatz zur direkten Messung wird die Schutzmaßnahme der Anlage nicht beeinträchtigt. Steht nur ein Prüfgerät ohne die Möglichkeiten der o. g. Strommessungen zur Verfügung, so ist es in Anbetracht der zunehmend zu prüfenden Geräte mit netzspannungsabhängigen Schalteinrichtungen bzw. elektronischen Einbauten sinnvoll, sich ein Gerät mit der Möglichkeit der genannten Strommessungen anzuschaffen. Dies kann ein neues Prüfgerät zum Prüfen ortsveränderlicher Geräte mit der Möglichkeit der Differenzstrommessung oder eine zusätz-



① Direkte Messung des Schutzleiterstroms



② Indirekte Messung des Schutzleiterstroms nach dem Differenzstromverfahren
a) bei Geräten der Skl. I
b) bei Geräten der Skl. II

lich zu dem vorhandenen Gerät einsetzbare Strommeßzange sein. Da es um das Messen sehr kleiner Ströme geht, kommt dafür nur eine sogenannte Leckstromzange infrage. Sie ist eine nützliche Ergänzung des Meßmittelparks und auch sehr gut beim Prüfen ortsfester Anlagen und Geräte sowie von Drehstromverbrauchern einsetzbar. Es gibt inzwischen auf dem Markt sehr leistungsfähige und für ein breites Spektrum von Anwendungen einsetzbare Leckstromzangen.

4 Prinzip der Differenzstromerfassung durch eine Strommeßzange

Bild ③ zeigt das Prinzip der Differenzstromerfassung. Notwendig ist es bei der Messung mit der Zange wiederum, nicht den Schutzleiter- bzw. Berührungsstrom direkt zu messen (also nicht den PE zu umgreifen), sondern das Differenzstromverfahren anzuwenden und alle aktiven Leiter zu umgreifen. Das Messen des im Schutzleiter

fließenden Stroms ist nur dann sinnvoll, wenn der Prüfling während der Prüfung isoliert aufgestellt wird. Nur so ist gewährleistet, daß alle Fehlerströme durch den Schutzleiter fließen und von der Zange erfaßt werden. Voraussetzung für diese Messung bei Geräten der Skl. I ist natürlich, daß zuvor der ordnungsgemäße Zustand des Schutzleiters nachgewiesen wurde. Die Messung von Schutzleiter- und Berührungsstrom (egal ob mit Prüfgerät oder Leckstromzange) hat gegenüber der „traditionellen“ Isolationsmessung folgende Vorteile:

- Es kann die Isolierung aller aktiven Teile des Prüflings erfaßt werden.
- Während der Prüfung sind alle Schalt- und Betriebszustände einstellbar.
- Es wird die interessierende und möglicherweise gefährdende Größe der Ableit- bzw. Fehlerströme selbst ermittelt.
- Es wird nur die Spannung (Netzspannung) verwendet, die auch im normalen Betrieb anliegt (also keine Gefährdung der Elektronik usw.).
- Es werden auch die Ströme durch die eventuell zum PE geschalteten (Störschutz-)Kondensatoren erfaßt.

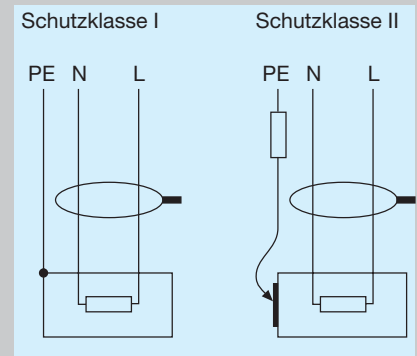
Die Nachteile der Schutzleiter- und Berührungsstrommessung bestehen darin, daß

- der Nachweis des Isoliervermögens im Gegensatz zur Isolationswiderstandsmessung mit Netzspannung erfolgt und somit möglicherweise an einen defekten Prüfling Netzspannung angelegt wird
- die Prüfung bei Geräten mit Schuko-stecker in beiden Steckerstellungen erfolgen muß (um auch Fehler in der Isolation der Teile zu finden, die das Potential des Neutralleiters führen).

Stellt man die Differenzstrommessung mit einem Prüfgerät der mit einer Leckstromzange gegenüber, dann ergeben sich die in **Tafel 1** genannten Gesichtspunkte. Die Tafel legt folgende Schlußfolgerungen für die Messung von Schutzleiter- und Berührungsströmen nahe: Bei der Prüfung von ortsveränderlichen Geräten ist ein dafür geeignetes Prüfgerät (mit allen Meßmöglichkeiten in einem Gehäuse und hohem Bedienkomfort) die beste Lösung.

5 Einsatzbereiche von Leckstromzangen

Die Industrie bietet ausgesprochen leistungsfähige Prüfgeräte zu attraktiven Preisen an. Trotzdem ist die Leckstromzange **Bild 4** eine wesentliche Bereicherung des Meßmittelparks und auch als Ergänzung zu einem einfacheren Prüfgerät (ohne die Möglichkeit der Differenzstrommessung) durchaus nützlich. Ihre breite Einsetzbarkeit und Leistungsfähigkeit zeigt die Leckstromzange bei der Schutzleiter- und Berührungsstrommessung von



3 Differenzstromerfassung bei
a) Geräten der Skl. I; b) Geräten der Skl. II



4 Leckstromzange CHB 3 (Foto. BEHA)

- Anlagen
- fest angeschlossenen Geräten
- Drehstromverbrauchern.

Viele weitere Anwendungsfälle sind nahe-liegend. Sieht man z. B. an den Klemmen von Etagenverteilern bereits bei der Errichtung der Anlage Revisionsschleifen vor, dann kann die Anlage später mit einer Leckstromzange in ausgesprochen effektiver Weise geprüft werden.

Ähnliche Vorrichtungen und Messungen wären als Alternative zur Prüfung der Spannungsfreiheit berührbarer Teile von Geräten der Informationstechnik (z. B. Büroeinrichtungen und Computer) nach DIN VDE 0701 Teil 240 denkbar.

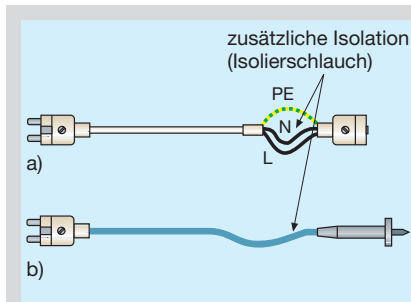
6 Anforderungen an eine Leckstromzange

Hat sich der Prüfer zum Erwerb einer Leckstromzange entschlossen, sollte er beim Kauf auf folgende Eigenschaften Wert legen:

- Umschaltbarkeit zwischen hochempfindlichen Bereichen (ca. 40 mA) und Bereichen mit möglichst großen Strömen. Es können dann auch relativ große Betriebsströme mit der selben Zange gemessen werden.
- Hohe Auflösung (von ca. 10 µA). Das ist wichtig, um Trends – zum Beispiel die Veränderung des Isolationswiderstands der Heizung einer Waschmaschine durch Austrocknung während des Betriebs – erkennen zu können.
- Solider, möglichst robuster Aufbau, gut ablesbares Display, sicher schließender Magnetkreis.

Tafel 1 Gegenüberstellung der Differenzstrommessung mit einem Prüfgerät und einer Leckstromzange

Eigenschaft	Meßmittel			
	Prüfgerät mit der Möglichkeit der Differenzstrommessung		Leckstromzange	
	+	-	+	-
Allgemeine Angaben	mehrere Meßverfahren in einem Gerät; sehr guter Bedienkomfort; einfache Adaptierung; hohe Meßgenauigkeit	Differenzstrom-Messung nur an Geräten mit Stecker möglich (oder Zusatzmeßzange zum Prüfgerät notwendig)	als separates Meßmittel und als Ergänzung zum einfachen Prüfgerät flexibel einsetzbar	sehr gute Kenntnisse der Zusammenhänge nötig; Meßwert-Genauigkeit von der Lage der Zange abhängig
Einsatzgebiete		Einsatz nur bei der Prüfung ortsveränderlicher Geräte sinnvoll	Einsatz bei ortsveränderlichen Geräten, fest angeschlossenen Geräten und bei Anlagen möglich	
Zusatzgeräte	keine Zusatzgeräte, Anschluß des Prüfungs direkt am Prüfgerät			Adapterleitungen sind notwendig, werden aber im Handel noch nicht angeboten
EMV	unempfindlich gegen fremde - Magnet Felder			sehr empfindlich gegen fremde Magnetfelder
Robustheit	mechanisch unempfindlich			mechanisch und gegen Schmutz empfindlich
Meßdatenverarbeitung	Ausdruck und Übertragung von Meßdaten bei einigen Geräten möglich			weder Ausdruck noch Übertragung der Meßdaten möglich
Handhabung	einfach, komfortabel und unkompliziert			erfordert Umsicht und gute Kenntnisse; Schwankungen des Meßwerts sind möglich
Prüfung von Drehstrom-Verbrauchern		nicht möglich	mit speziellen Drehstrom-Adaptoren prüfbar	diese Adapter werden im Handel noch nicht angeboten
Prüfung von fest angeschlossenen Geräten und Anlagen		nicht möglich	oftmals möglich (Messung im Verteiler oder der Anschlußdose)	

**5** Zusätzliche Meßleitungen für Leckstromzangen

ders in der Anlagenprüfung kommen ihre Stärken voll zur Geltung.

Der Umgang mit Meßzangen erfordert jedoch vom Prüfer solide Fachkenntnisse, Umsicht, Sorgfalt und Sauberkeit. Auf die Belange des Arbeitsschutzes – aber das gilt beim Prüfen immer – ist bei Einsatz einer Meßzange dringend zu achten.

Literatur

- [1] Vorsicht beim Prüfen. Elektropraktiker, Berlin 53(1999)10, S. 954.

- Eine Hold-Taste, mit der ein Meßergebnis „eingefroren“ werden kann (besonders bei der Anlagenprüfung in Schaltschränken wichtig).
- Maximumspeicher (er vereinfacht die Messungen wesentlich, weil das Display während des Prüfablaufs nicht permanent beobachtet werden muß).
- Nicht zu kleiner Meßkreisdurchmesser, damit auch Leitungen mit größerem Querschnitt umfaßt werden können.

Beim Einsatz von Leckstromzangen zum Prüfen ortsveränderlicher elektrischer Geräte sind folgende Zusatzgeräte (Bild 5) erforderlich:

- Schuko-Adapterleitung (analog Drehstrom-Adapterleitung)
- geerdete Prüfspitze.

Die geerdete Prüfspitze enthält einen Widerstand von 2 kΩ und ist am PE des Schukosteckers angeschlossen.

Sie sollten möglichst rasch von der Industrie angeboten werden. Ihr Eigenbau ist in

Anbetracht der möglichen Gefährdungen bei fehlerhaftem Aufbau (immerhin muß die Schutzisolierung teilweise entfernt und durch Isolierschlauch ersetzt werden) keine vertretbare Lösung.

7 Fazit

Eine Leckstromzange ist kein Ersatz für ein gut ausgestattetes Prüfgerät zur Prüfung ortsveränderlicher elektrischer Geräte. Solche Prüfgeräte sind die elegantere und sicherere Lösung, zumal es auf dem Markt hervorragende Geräte dieser Art gibt. Sie bieten eine ganze Palette von Meßmöglichkeiten in einem Gerät an.

Als sinnvolle (und relativ preiswerte) Ergänzung zum vorhandenen Meßmittelpark sind Leckstromzangen jedoch ausgesprochen nützlich. Das trifft u. a. für die Prüfung von Drehstromverbrauchern, aber auch für viele weitere Anwendungsfälle zu. Beson-