

**AUF EINEN BLICK**  
Gerade bei modernen Messmethoden und dem Verzicht auf die Isolationsmessung kommt es auf eine erhöhte Fachkenntnis des Prüfers an. Elektrotechnisch unterwiesene Personen geraten hier schnell an ihre Grenzen. Der Beitrag liefert praktische Hinweise für Prüfer elektrischer Geräte.

# Prüfergebnisse reell bewerten

## Geräteprüfungen in der Praxis

Die Prüfung elektrischer Geräte ist im Vergleich zu sonstigen elektrischen Arbeiten – abgesehen vom Arbeiten unter Spannung – ein Verfahren, das erhöhte Konzentration erfordert. Denn hier entsteht nicht eine elektrische Anlage oder ein Schaltschrank, hier wird definitiv die Sicherheit der entsprechenden Betriebsmittel bestätigt. Das erfordert eine Übernahme von Verantwortung und vollständige Kenntnis der Abläufe und Beurteilung der anfallenden Messwerte.

Als Folge der europäischen Harmonisierung greifen vorschriftsmäßig die europäischen Richtlinien, die in den einzelnen Ländern in entsprechende Gesetzgebung umzuwandeln sind. In Deutschland betrifft das insbesondere die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und die berufsgenossenschaftlichen Vorschriften. Die Vorgaben für das Prüfen und Feststellen der erforderlichen Prüffristen findet man als fachliche Umsetzung des eigentlichen Prüfvorgangs in den DIN-VDE-Bestimmungen. Für die Geräteprüfung beschreibt die VDE 0701-1 die Prüfung von instandgesetzten Geräten. Sie verfügt über weitere Teile, die sich mit speziellen Geräten auseinandersetzen. Diese werden sich bei Neuauflagen der VDE 0701-1 reduzieren, da diese Forderungen in die Anhänge integriert werden sollen.

### Die klassische Vorgehensweise

Neben dieser Prüfanforderung mit erhöhter Priorität gibt es noch die VDE 0702 für die Wiederholungsprüfung. Eine Norm, die von einem nicht erfolgten elektrischen Eingriff seit der letzten Prüfung ausgeht und somit als »weicher« zu betrachten ist. Als pra-

xistaugliche Vorgehensweise ist eine grundsätzliche Verwendung der VDE 0701-1 anzusehen, da diese Norm die VDE 0702 mit abdeckt. Es sollte jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass Vorschriften für Wiederholungsprüfungen von einer sehr detaillierten Besichtigung des Prüflings ausgehen, was bei der alleinigen Anwendung der VDE 0701-1 berücksichtigt werden sollte.

Im Folgenden betrachten wir nun die einzelnen Abläufe der Prüfung.

### Besichtigung des Prüflings

Die Besichtigung führt man zweckmäßigerweise in Energieflussrichtung durch. Der Prüfer sollte schon am Gerätestecker folgende Details beachten:

- Ist der Stecker mit seinen Stiften ausreichend fixiert?
- Wie ist der Zustand der Kabeleinführung am Stecker, einschließlich Zugentlastung und Knickschutz?
- Lässt sich im Leitungsverlauf eine Beschädigung oder eine starke Versprödung mit Rissbildung erkennen?

Die gleichen Punkte hat man bei der Leitunsführung innerhalb des Geräts zu beachten.

Am Gerät muss sich die Schutzklasse erkennen lassen. Das Gehäuse muss über sämtliche Befestigungspunkte verfügen

und schadfrei sein. Durch entsprechendes Fühlen kann der Prüfer die erforderliche Leichtgängigkeit von funktionellen oder sicherheitsrelevanten Bauteilen feststellen.

### Niederohmigkeit des Schutzleiters

Die Niederohmigkeit des Schutzleiters steht hinsichtlich der Grenzwerte immer wieder in der Diskussion. Jeder dargestellte Wert ist ausschließlich damit zu vergleichen, welche Länge und Querschnitt die Leitung aufweist, welches Leitungsmaterial verwendet wurde sowie wie hoch die Anzahl der Klemmstellen im Leistungsverlauf ist. Ein abschließendes Indiz ist sicherlich noch die Umgebungstemperatur, die man bei dieser Messung vernachlässigen kann. Der Einfluss und damit die Bedeutung der Temperatur hat bei Elektromaschinen in Hinblick auf die Wicklungswiderstände schon einen höheren Stellenwert.

Beim Messen ermittelt man einen Schutzleiterwiderstandswert, der bis 5m Anschlussleitung maximal 0,3Ω betragen darf. Dieser Wert lässt sich um jeweils 0,1Ω pro weitere 7,5m Anschlussleitung erhöhen – bis zu einem Maximalwert von 1Ω. Dabei sollte der Prüfer unbedingt die Vergleichserfahrung aus den Messungen von vielen Schutzklasse-I-Geräten berücksichtigen und den erforderlichen Wert aufgrund dieser angeeigneten Erfahrung abschätzen (Bild 1 und 2).

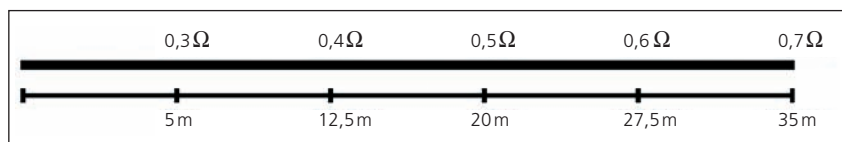


Bild 1: Maximaler Schutzleiterwiderstand elektrischer Geräte nach VDE 0701

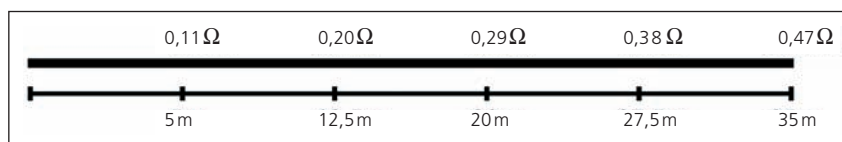


Bild 2: Zu erwartender Schutzleiterwiderstand bei einer 1,5-mm²-Anschlussleitung

### Messung des Isolationswiderstands

Der Isolationswiderstand sorgt hinsichtlich der existierenden Minimalwerte von 1MΩ (SKI) und 2MΩ (SKII) immer wieder für Unsicherheiten. Jeder Prüfer, der wenigstens 1000 verschiedenartige Geräte geprüft hat, wird feststellen, dass in der Regel ein in Ordnung

VDE 0701	Praxis
SK I $\geq 1 \text{ M}\Omega$	$> 300 \text{ M}\Omega$
SK II $\geq 2 \text{ M}\Omega$	$> 300 \text{ M}\Omega$
SK III $\geq 0,25 \text{ M}\Omega$	$> 300 \text{ M}\Omega$

**Bild 3: Mindest-Isolationswiderstände nach VDE 0701 und Praxiswerte mit dem Messgerät GMC Secutest**

befindlicher Prüfling den Endausschlag des Prüfgerätes – z.B. beim Messgerät GMC Secutest – mit  $> 310 \text{ M}\Omega$  erreicht. Wie groß der Isolationswiderstand wirklich ist, lässt sich nur erahnen. Wenn ein Prüfer z.B. mit dem Prüfgerät Metrawatt 204 von GMC Schaltanlagen nach VDE 0113 prüft und hierfür den Isolationswiderstand eines Geräts misst, erhält er in der Regel Werte entsprechend des Endausschlags von über  $1 \text{ G}\Omega$ . Somit sollte man bei den Erwartungswerten für den Isolationswiderstand immer vom Endausschlag ausgehen (**Bild 3**).

#### Messung des Ersatzableitstroms

Die Ersatzableitstrommessung ist ein Verfahren, das den asymmetrischen Gehäuseaufbau, basierend auf Schutzklasse I, berücksichtigt. So befindet sich z.B. bei einem Heizwiderstand während des Betriebs auf der einen Seite der Außenleiter, auf der anderen Seite der Neutraleiter. Nun werden die betriebsbedingten Ableitströme aufgrund der kapazitiven Kopplung im Außenleiterbereich eine stärkere Ausprägung aufweisen als in der Nähe des Neutraleiters. Wenn der Gerätestecker nun so eingesteckt ist, dass ein asymmetrisches Gehäuse im Bereich des geringeren Abstands zu den aktiven Teilen den Neutraleiter aufweist, ermittelt der Prüfer geringere Werte, als es eigentlich reell notwendig wäre. Somit müsste die Messung in beiden Steckerstellungen durchgeführt werden.

An diesem Schwachpunkt setzt nun die Ersatzableitstrommessung an. Sie verbindet beide Stifte des Steckers und schaltet eine Wechselspannung auf die Stifte und verbindet die andere Seite der Wechselspannung mit dem Schutz-

leiter. Nun ist es egal, welches Gehäuseteil den aktiven Teilen nahekommt. Alle Ableitströme werden erfasst und weisen im Vergleich zum betriebsbedingten Ableitstrom – bei symmetrischem Gehäuseaufbau – den doppelten Wert auf (**Bilder 4 und 5**).

#### Einhaltung von im Gerät erzeugten Spannungen

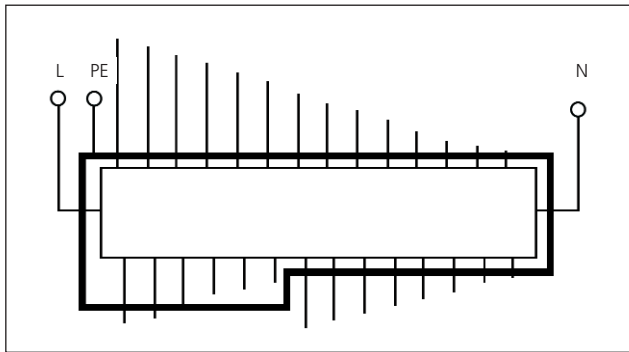
Manche Geräte stellen Spannungen für den Anschluss weiterer Geräte zur Verfügung, teils als

direkte Netzspannung, teils als Kleinspannung. Die Einhaltung der Spannungsgrenzen entsprechend den Herstellervorgaben und Kennzeichnungen muss der Prüfer kontrollieren. Schwierig wird die Situation allerdings, wenn der Spannungsabgriff erst bei Belastung aktiv wird. Ohne ein Normal für die entsprechende Spezifikation lässt sich eine derartige Überprüfung praktisch nicht durchführen.

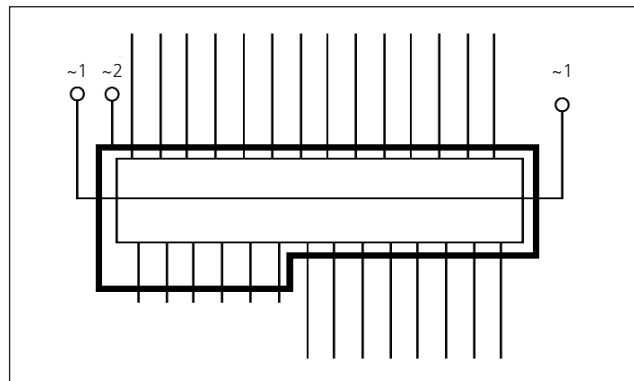
#### Kontrolle der Funktion

Die Funktionskontrolle nach bestandener Sicherheitsüberprüfung ist für jene Geräte, die nach dem Einschalten zwangsläufig mit ihrer definierten Leistung arbeitet recht einfach. Dies trifft z.B. auf Leuchten oder Lötkolben zu. Schwieriger wird die Beurteilung, ob die Herstellerdaten vom Prüfling erreicht werden, wenn der Prüfling im Leerlauf nur reduzierte Leistungen aufnimmt – z.B. eine Bohrmaschine. Hier müsste für ein korrektes Ergebnis der Leistungsumsetzung ein Normbohrer eingespannt sein, der mit Normbohrdruck in ein Normbohrmaterial bohrt. Die Kenntnis der entsprechenden Leerlaufleistungen, kombiniert mit dem geschulten Gehör des verantwortlichen Prüfers, müssen hier genügen.

Bei Geräten mit linearem Versatz vom Motor zur äußeren Antriebseinheit – also wieder z.B. eine Bohrmaschine – kann der Prüfer von einer Leerlaufleistung von 20 ... 30% ausgehen. Sollte das elektrische Gerät eine Umlenkung aufweisen, wie z.B. bei Stichsägen oder Winkelschleifern, wäre der Ansatz einer Leerlaufleistung von 30 ... 40% die richtige Größenordnung. Bei manchen elektropneumatischen Bohrhämmern kommt man sogar bis auf eine Leerlaufleistung von 80%.



**Bild 4: Betriebsbedingter Ableitstrom bei einem asymmetrischen Gehäuse (Striche markieren Höhe der Teilströme)**



**Bild 5: Ersatzableitstrom bei einem asymmetrischen Gehäuse**

### Erreichbarkeit aktiver Teile beim Prüfen

Die klassische Vorgehensweise des Prüfers ist jedoch nur dann vom Erfolg gekrönt, wenn der Prüfer die aktiven Teile im nicht aktiven Zustand des Gerätes erreichen kann. Wenn sich ein Gerät durch ein Relais oder Schütz einschaltet (insbesondere allpolig), so ist die Erreichbarkeit der aktiven Teile hinter dem Schaltkontakt nicht gewährleistet. Eine Messung ist somit wertlos.

### Schutz der Elektronik

Weiterhin ist vom Prüfer der Schutz eingebauter Elektronik zu berücksichtigen. Die in Elektrowerkzeugen häufig robust ausgelegte Leistungselektronik verkräftet in der Regel Isolationswiderstandsmessungen. Bei der Messung von z.B. Funktionsgeneratoren oder netzbetriebenen Messgeräten sieht das anders aus. Sollte ein derartiger Prüfling vorliegen, so ist ein anderer Prüf-ablauf erforderlich.

Hieran lässt sich leicht erkennen, dass dem Prüfer elektrischer Betriebsmittel (Geräte) eine ganze Menge Fachwissen abgefordert wird. Eine elektrotechnisch unterwiesene Person (EUP) ist mit ihrem Maß an Mindestqualifikation für die Überprüfung elektrischer Geräte hiermit häufig überfordert. Das gilt auch dann, wenn sie unter Führung und Aufsicht einer Elektrofachkraft arbeitet. Man geht bei einer EUP ausschließlich von automatischen Prüf-ablaufgeräten aus, was in der Praxis kaum zu gewährleisten ist.

### Aktiver Prüf-ablauf

Hier nun noch ein paar Hinweise für Prüfer, die befürchten zum Messen nicht in das Gerät hineinzukommen oder die verbaute Elektronik zu zerstören. Man kann davon ausgehen, dass die Gerätehersteller natürlich über beste Kenntnisse ihres eigenen Produkts verfügen.

Daher sind entsprechende Sicherheits- und Bedienungsanleitungen unbedingt zu lesen und zu beachten. Hier nun ein geeigneter Prüf-ablauf, den wir untenstehend näher betrachten wollen:

- Besichtigung
- Niederohmigkeit Schutzleiter
- Schutzleiter- und Berührungsstrom
- Einhaltung von im Gerät erzeugten Spannungen
- Funktionskontrolle.

### Nähere Erläuterungen

Dieser Prüf-ablauf hängt mit kleinen Werten, die interpretiert werden müssen. Der Schutzleiter- und Berührungsstrom werden während des Betriebs des Prüflings ermittelt. Der Schutzleiter- und Fehlerstrom bei Schutzklasse I ist auch ein betriebsbedingter Strom, der gewisse Grenzen nicht überschreiten darf. Laut Norm liegt er bei maximal 3,5mA. Wenn Sie nun ein Gerät prüfen und die entsprechende Anzeige signalisiert 0,167mA, dann gehen unerfahrene Prüfer häufig von einem in Ordnung befindlichen Gerät aus.

Diese gemessenen 0,167mA können allerdings auch von einem Isolationsfehler zwischen aktiven Teilen und dem am Schutzleiter angeschlossenen Gehäuse herrühren. Bei der klassischen Vorgehensweise, d.h. dem Durchführen der Isolationswiderstandsmessung, gab es da kein Problem. Dort lautete die Prüfregel: entweder Messwert beträgt Endausschlag (bei GMC größer 310M $\Omega$ ) oder eine Nachprüfung ist auszuführen. Wenn der Prüfling die Voraussetzungen erfüllt, sollte der Prüfer auf jeden Fall eine Isolationswiderstandsmessung durchführen.

Nun noch ein paar Worte zum **Berührungsstrom**, dem Fehlerstrom von Schutzklasse II. Man misst ihn bei Schutzklasse-II-Geräten mit äußerlich berührbaren Teilen mit einem im Prüfgerät integrierten Referenzwiderstand

von 2k $\Omega$  (Nachbildung einer berührenden Person). Der Wert darf 0,5mA nicht überschreiten. Es handelt sich hier um einen viel kleineren Wert als bei Schutzklasse I. Die typisch ermittelten Werte liegen sogar 100- bis 1000-mal darunter. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass bei Schutzklasse I ggf. auch der Berührungsstrom gemessen werden muss. Und zwar immer dann, wenn es leitfähige äußere berührbare Teile ohne Schutzleiteranschluss gibt.

Hierzu ist der Prüfling zu inspizieren. Es empfiehlt sich vor dem Verwenden des automatischen Prüf-ablaufs eine Dauermessung des PE zu aktivieren, um zu sehen, welche Teile an den Schutzleiter angeschlossen sind. Bei Geräten mit Metallgehäusen und äußerlich erkennbaren Befestigungsschrauben jenes Gehäuse kommt es vor, dass ein Teil der Schrauben Schutzleiterpotential und der andere keines aufweist (aufgrund der Befestigung nach der Lackierung). Hier hilft nur akribisches Kennzeichnen aller Schrauben, um später zu wissen, wo der Berührungsstrom zu messen ist.

Josef Pott, Geschäftsführer und Dozent, Fachbereichszentrum Energietechnik, Leer

### MEHR INFOS:

#### Fachbuch zum Thema

Lang, W.: Fristgemäßes Prüfen und Warten von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln, ISBN 978-3-8101-0242-3, [www.de-online.info/shop/fachbuecher](http://www.de-online.info/shop/fachbuecher)

#### Link zum Thema

Fachbereichszentrum Energietechnik: [www.fbz-e.de](http://www.fbz-e.de)