

# 1 Normative Grundlagen

Laut Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und Unfallverhütungsvorschrift (DGUV V3) sind elektrische Geräte nach DIN VDE 0701-0702 zu prüfen. Ausser der Wiederholungsprüfung ist eine Prüfung auch nach Instandsetzungen und Änderungen des Betriebsmittels erforderlich.

Gemäss der seit 2018 in der Schweiz gültigen SNR 462638 sind industrielle und gewerbliche Betriebe verpflichtet, auch ortsveränderliche Betriebsmittel mit Bemessungsspannungen bis 1'000 Volt periodisch zu prüfen.

Die wiederkehrende Geräteprüfung stützt sich auf die Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Art. 24 VUV), das Produktsicherheitsgesetz (PrSG), die Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (Art. 3 NEV) und das Bundesgesetz über die Unfallversicherung (Art. 83 UVG).

Die Prüfperiodizität der einzelnen Gerätegruppen wird grundsätzlich im Instandhaltungskonzept festgehalten. Das Prüfintervall richtet sich nach dem Einsatzgebiet und den Umgebungsbedingungen. Ein sinnvolles Intervall umfasst 1 bis 2 Jahre. Als Prüfer dürfen nur ausgewiesene Elektrofachkräfte (Elektroinstallateure, Betriebselektriker) eingesetzt werden, die vom Arbeitgeber für die diesbezügliche Tätigkeit als "befähigte Person" autorisiert wurden.

Nach der TRBS 1203 gilt als befähigte Person (bP), wer eine elektrotechnische Ausbildung oder ein elektrotechnisches Studium abgeschlossen hat, mindestens ein Jahr Berufserfahrung in dem Bereich hat, für den er befähigt wird, eine zeitnahe berufliche Tätigkeit in diesem Bereich ausgeübt hat, die Kenntnisse der Normen und Regelwerke sowie die Fähigkeit des Prüfens durch Teilnahme an Seminaren oder einem einschlägigen Erfahrungsaustausch erlangt hat und durch seinen Arbeitgeber schriftlich zur befähigten Person bestellt wurde.<sup>1</sup>

## 2 Was wird geprüft?

Die zu prüfenden Geräten umfassen Elektrowerkzeuge (Bohrmaschinen, Stichsäge, Kabelrollen usw.) und transportable Objekte wie z.B. fahrbare Pumpen, mobile Förderbänder, Industriestaubsauger etc.

Der Prüfungsablauf gliedert sich in **Besichtigung, Messung und Erprobung**.

- Sichtprüfung
- Schutzleiterprüfung
- Ableit-/Differenzstrommessung
- Berührungsstrommessung
- Isolationsmessung
- Funktionskontrolle
- PRCD-Prüfung (wenn vorhanden)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> TRBS = Technische Regeln für Betriebssicherheit.

<sup>2</sup> PRCD (Portable Residual Current Device) = ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtung.

Für die Geräteprüfung ist ein geeignetes Prüfgerät erforderlich. In Abb. 1 sind zwei Geräte aus der Palette der verfügbaren Artikel zu erblicken.



GT-900-CH  
Beha-Amprobe






SECUTEST BASE  
GMC-Instruments

**Abb. 1**  
Gerätetester<sup>3</sup>

## 2.1 Schutzklassen

Elektrische Betriebsmittel sind so zu konstruieren, dass bei sachgerechtem Umgang keine Gefahr für Personen besteht. Die Betriebsmittel werden in drei Schutzklassen eingeteilt.

	Schutzklasse I	Geräte mit einem Schutzleiter
	Schutzklasse II	Geräte mit verstärkter Isolation ohne Schutzleiter
	Schutzklasse III	Geräte mit Schutzkleinspannung ohne Schutzleiter

## 2.1 Sichtprüfung

Die Erfahrung zeigt, dass beim fachgerechten Besichtigen die meisten Mängel (über 80 %) bereits erkannt werden, darunter:

- Beschädigte oder ungeeignete Leitungen
- fehlender Knickschutz
- defekte Steckvorrichtungen
- beschädigte Gehäuse

<sup>3</sup> <http://www.geraetetester.ch>

- fehlende oder beschädigte mechanische Schutzvorrichtungen

Insbesondere bei Verlängerungskabeln oder Kabelrollen sind immer wieder Beanstandungen nötig, weil die Ausführungen nicht für erschwerte Umgebungsbedingungen geeignet sind. Auf Baustellen oder in industriellen Betrieben sind Verlängerungskabel mit einem Mantel aus PUR oder EPR für erhöhte mechanische Beanspruchungen und einem Leiterquerschnitt von min.  $1,5 \text{ mm}^2$  erforderlich.

## 2.2 Schutzleiterprüfung

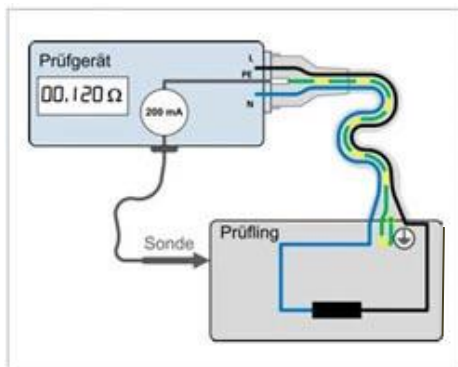
Bei unterbrochenem Schutzleiter sind im Fehlerfall gefährliche Berührungsspannungen möglich. Die Schutzleiterprüfung ist aus diesem Grunde eine der wichtigsten Prüfungen bei ortsveränderlichen Betriebsmitteln. Es muss ein Prüfstrom von min. 200 mA fließen. Einige Geräte ermöglichen die Wahl zwischen 200 mA und 5 A.

Für Leitungen und Kabel bis zu einem Bemessungsstrom von 16 A gilt: Je 5 m Leitungslänge darf der Widerstand nicht grösser als  $0,3 \Omega$  sein. Der maximale Wert einer Anschlussleitung oder eines Verlängerungskabels beträgt  $1 \Omega$ .

Der Kontaktwiderstand geht mit angenommenen  $0,1 \Omega$  in die Berechnung ein.

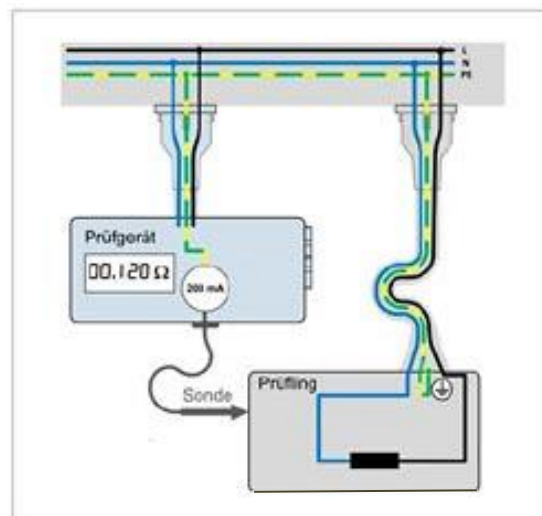
$$R_{PE_{max}} = \text{Messwert} - 0,1 \Omega = 1,0 \Omega$$

Während des Prüfvorganges ist die Leitung abschnittsweise über die gesamte Länge zu bewegen, um so mögliche Leiterunterbrechungen auszuschliessen.



a) Schutzleiterprüfung an einem Gerät der Schutzklasse I

**Abb. 2**  
Schutzleiterprüfung<sup>4</sup>



b) Schutzleiterprüfung eines mit dem Netz verbundenen Gerätes der Schutzklasse I

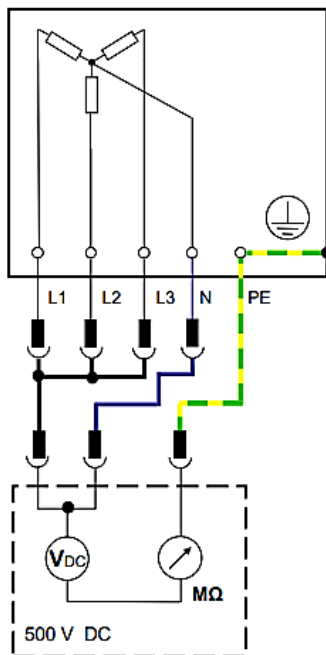
Geräte der Datenverarbeitung können oft nicht vom Netz getrennt werden. In diesem Fall ist die Prüfung gemäss Abb. 2b bei gestecktem Gerät durchzuführen.

## 2.3 Messung des Isolationswiderstandes

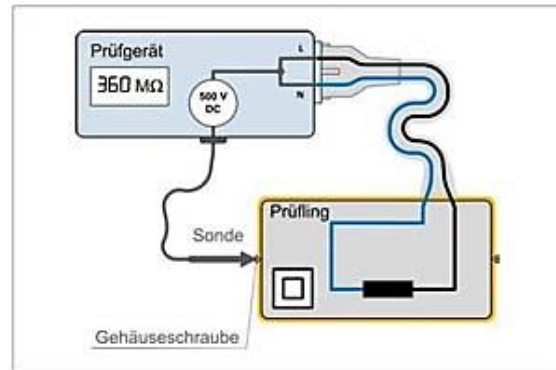
Die Isolationswiderstandsmessung mit einer hohen Gleichspannung zeigt Veränderungen durch leitfähige Ablagerungen an Luft- und Kriechstrecken sehr präzise auf. Bei der Messung ist darauf zu achten, dass vorhandene Geräteschalter betätigt sind.

<sup>4</sup> Die Bilder stammen aus [http://regelwerke.vbg.de/vbg\\_dguvi/di203-070/figures/](http://regelwerke.vbg.de/vbg_dguvi/di203-070/figures/)

Bei Geräten, die mit Schutzkleinspannung betrieben werden, muss der Widerstand min. 0,25 MΩ bei einer Prüfspannung von 250 VDC betragen, bei Geräten der Schutzklasse I min. 1 MΩ bei einer Prüfspannung von 500 VDC.



a) Iso-Messung an einem Heizkörper 3 x 400 V <sup>5</sup>



b) Iso-Messung an einem Gerät der Schutzklasse II

**Abb. 3**

Überprüfung des Isolationswiderstandes

Der Isolationswiderstand von elektrischen Geräten darf die in Tabelle 1 enthaltenen Grenzwerte nicht unterschreiten! Bei Geräten, welche Schaden durch die Prüfspannung erleiden könnten, darf die Messung entfallen.

<b>Tabelle 2 – Grenzwerte Isolationswiderstand</b>	
<b>Arbeitsmittel der SK I</b> zwischen aktiven Teilen und PE sowie den damit verbundenen berührbaren leitfähigen Teilen	≥ 1,00 MΩ
<b>Arbeitsmittel der SK I mit Heizelementen</b>	≥ 0,30 MΩ
<b>Arbeitsmittel der SK I + II</b> zwischen aktiven Teilen und nicht mit PE verbundenen berührbaren leitfähigen Teilen	≥ 2,00 MΩ
<b>Arbeitsmittel der SK I + II mit Ausgangskreis</b> z. B. Transformator mit sicherer Trennung gegen berührbare leitfähige Teile	≥ 2,00 MΩ
<b>Aktive Teile der Schutzmassnahme SELV oder PELV</b> gegen berührbare leitfähige Teile (Meßspannung darf auf 250 VDC reduziert sein)	≥ 0,25 MΩ

<sup>5</sup> Grafik aus Megger: Prüfen von elektrischen Betriebsmitteln.

### 3 Schutzleiter- und Berührungsstrom

Während der Isolationswiderstandsmessung mit einer Prüfgleichspannung können nicht alle Defekte erkannt werden (z. B. Fehler an Entstörfiltern und Filterkomponenten). Folglich ist ein zusätzliches Prüfverfahren mit einer Prüfwechselfspannung erforderlich.

Schutzleiterstrom und Berührungsstrom können mit 3 unterschiedlichen Methoden gemessen werden.

► **Direktes Messverfahren** → Der Ableitstrom wird über ein Amperemeter direkt gemessen.

Die Ableitstrommessungen zeigen typischerweise Ableitströme auf, die durch Wechselstromwiderstände in Verbindung mit ohmschen Isolationsfehlern gegen Erde hervorgerufen werden (z. B. durch Filterkomponenten zur Entstörung, die sich aus Induktivitäten und Kapazitäten zusammensetzen).

Vorteile dieser Methode: Genaue Messungen auch bei sehr kleinen Ableitströmen (daher bevorzugtes Verfahren für Berührungsstrommessung) und einziges Verfahren mit dem auch DC-Ableitströme erfasst werden.

► **Differenzstrommessverfahren** → Wie bei einem FI-Schalter werden über einen Wandler die Ströme zwischen Aussenleiter und dem Neutralleiter verglichen, die Differenz wird angezeigt.

Vorteile dieser Methode: Schutzleiter muss zur Messung nicht unterbrochen werden (daher das bevorzugte Verfahren für die Schutzleiterstrommessung).

► **Ersatz-Ableitstrommessverfahren** → Bei diesem Prüfverfahren wird die Prüfspannung vom Prüfgerät selber erzeugt und gleichzeitig an L und N angelegt (nur geeignet für Geräte, die ohne Netzspannung geprüft werden können).

Vorteile dieser Methode: Prüfling muss nicht in Betrieb genommen und nicht umgepolt werden. Es entsteht keine Belastung durch hohe Schaltströme.

Generell wird unterschieden zwischen:

a) *aktivem Messverfahren* mit Netzspannung (direktes Messverfahren, Differenzstrom-Messverfahren) und

b) *passivem Messverfahren* ohne Netzspannung (Ersatzableitstrom-Messverfahren, in SNR 462638 als "alternative Methode" bezeichnet).

#### 3.1 Messung des Schutzleiterstromes

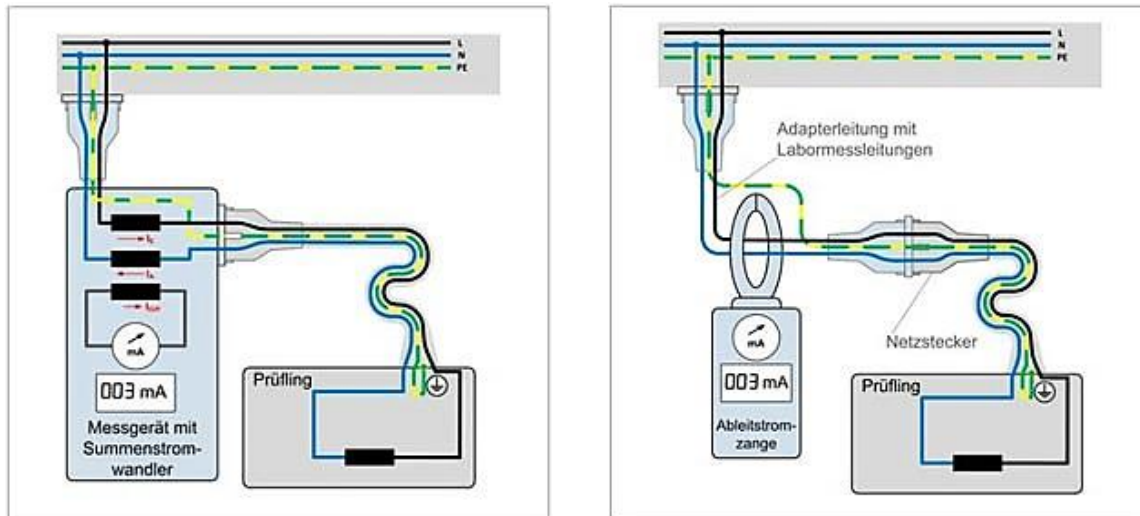
Die Messung des Schutzleiterstromes muss bei sämtlichen Geräten der Schutzklasse I durchgeführt werden. Die Messungen sind in allen möglichen Schalterstellungen durchzuführen. Ein üblicher Schutzleiterstrom besitzt einen Messwert zwischen 0,5 mA und 2,0 mA.

Es gelten folgende Grenzwerte für den Schutzleiterstrom:

- für allgemeine Anwendungen  $\leq 3,5$  mA
- für Heizelemente  $> 3,5$  kW gilt 1 mA/kW bis max. 10 mA; bei Überschreiten des Höchstwertes sind die Herstellervorgaben oder die Produktnorm zu konsultieren.

Ist das Gerät mit einem ungepolteten Netzstecker ausgerüstet, sind die Messungen in beiden Steckpositionen des Netzsteckers durchzuführen. Als Messwert gilt der grössere der beiden

gemessenen Werte. Bei einer Messungen, die nicht mit Netzspannung, sondern mit einer geräteinternen Prüfwechselfspannung durchgeführt wird, ist das Umpolen nicht erforderlich.



a) Schutzleiterstrommessung nach dem Differenzstrommessverfahren

b) Schutzleiterstrommessung mit einer Strommesszange (sog. Leckstrommessung)

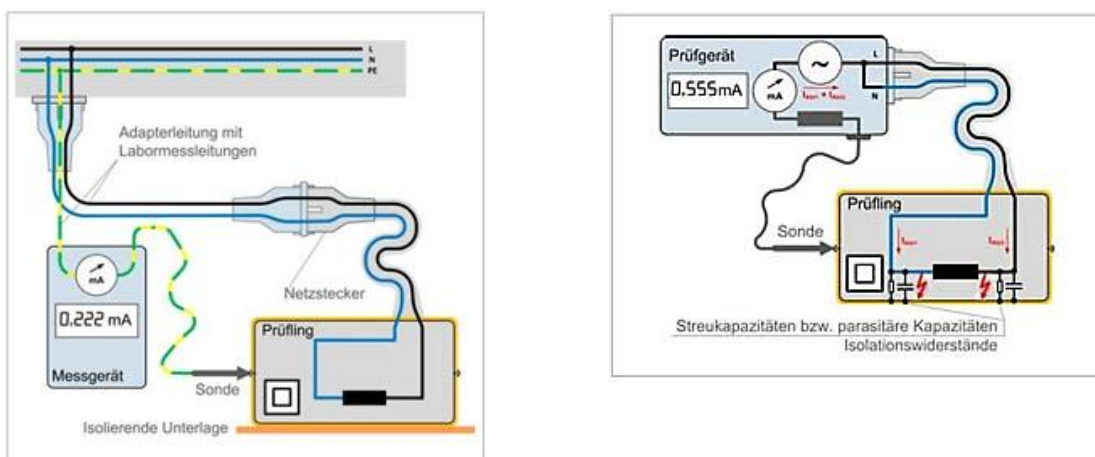
**Abb. 4**

Messung des Schutzleiterstromes

### 3.2 Messung des Berührungstromes

Der Berührungstrom muss bei Geräten der SK I und SK II an allen berührbaren leitenden Komponenten, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind, gemessen werden. Bei rotierenden Teilen (wie bspw. einem Spiralbohrer im sich drehenden Bohrfutter) gelangt eine "Bürstensonde" zum Einsatz.

Die Messung dient dem Nachweis, dass beim Berühren von nicht mit dem Schutzleiter verbundenen leitfähigen Teilen kein unzulässig hoher Strom über eine Person zur Erde fließen kann. Der Grenzwert beträgt  $\leq 0,5 \text{ mA}$ .



a) Berührungstrommessung als direkte Messung an einem Betriebsmittel der SK II

b) Berührungstrommessung nach dem Ersatz-Ableitstrommessverfahren

**Abb. 5**

Messung des Berührungstromes

Beispiel: Bei einer Spannung von 230 VAC gegen Erde entsteht bei einem Isolationswiderstand

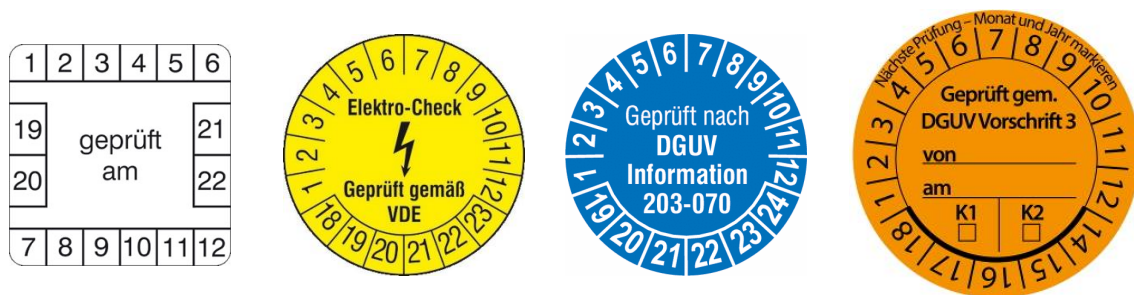
von 1 M $\Omega$  ein Ableitstrom von 0,23 mA. Kommt ein Berührungstrom von 0,5 mA hinzu, so beträgt die Stromsumme 0,73 mA. Der Prüfer muss in diesem Fall wissen, dass der Ableitstrom 0,23 mA beträgt. Ansonsten muss er den Prüfling isoliert von Erde aufstellen, um den richtigen Wert für den Berührungstrom zu erhalten.

## 4 Dokumentation

### 4.1 Prüfprotokoll

Die Geräteprüfung muss mit einem Prüfprotokoll dokumentiert werden. Für einfachste Betriebsmittel wie bspw. Verlängerungskabel oder Kabelrollen ist der Nachweis mittels Prüfplakette in der Regel ausreichend.

Eine Prüfplakette beinhaltet in der Regel ein Jahr oder mehrere Jahre, einen Monatskranz und bei Bedarf einen des Einsatzgebietes entsprechenden Text. In Bereichen, in denen nach gesetzlichen Bestimmungen geprüft werden muss (BGV, UVV, BetrSichV, TRBS, BGR, BGG, ASR usw.) werden Prüfergebnisse mit entsprechenden Plaketten legitimiert.



**Abb. 6**

Beispiele Prüfplaketten<sup>6</sup>

Eine Prüfplakette dokumentiert den Prüfstatus von Maschinen, Anlagen und Geräten. Nach DGUV-Information 203-070 ist der nächste Prüftermin zu kennzeichnen.

Die Dokumentation sollte folgende Punkte enthalten:

- Identifikation des Betriebsmittels (Gerätetyp und Seriennummer)
- Angewandte Norm
- Messwerte und Prüfergebnis
- benutztes Prüfgerät
- Nächster Prüftermin
- Prüfdatum
- Name des Prüfers

Vor Beginn der eigentlichen Prüfung ist festzustellen, für welchen Einsatzbereich das zu prüfende Betriebsmittel geeignet ist. Betriebsmittel für den rauen Betrieb werden mit einem "Hammersymbol" gekennzeichnet.

<sup>6</sup> Die DGUV Vorschrift 3 hat seit 2014 die frühere BGV A3 (Elektrische Anlagen und Betriebsmittel) abgelöst.

## **4.2 Kategorienkennzeichnung**

Den Einsatzbedingungen entsprechend werden elektrische Betriebsmittel in zwei Kategorien eingeteilt.

▶ **Kategorie 1 (K1):**

Werkstatt-, Lager- und Fertigungsbereiche ohne besondere mechanische oder chemische Einwirkungen auf die Betriebsmittel.

▶ **Kategorie 2 (K2):**

Bau- und Montagestellen, Galvanikbetriebe, Giessereien, Zementwerke, Betriebe des Grossanlagenbaus und mechanische Werkstätten mit erhöhten Anforderungen für Betriebsmittel.

## **5 Fachliteratur**

Bödeker, Lochthofen: Prüfung elektrischer Geräte (Hüthig)

Geräteprüfung – Messen nach SNR 462638 (Recom)

Schneider: Prüfung ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel (WEKA Media)

Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Arbeitsmittel (DGUV)