



**BG**

Vereinigung der Metall-  
Berufsgenossenschaften

**BGI 5090**

*Handlungshilfe*

**Wiederholungsprüfung ortsveränderlicher  
elektrischer Betriebsmittel**



Rüdiger H. F. Heuchel  
Horst Schramm

# Wiederholungsprüfung ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel

Verantwortlich für den Inhalt:

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> . . . . .	4	<b>6 Gefahren, Prüfplatz, Prüfzubehör</b> . . . . .	40
<b>1 Anwendungsbereich</b> . . . . .	5	6.1 Gefährdung der Prüfperson . . . . .	40
<b>2 Begriffsbestimmungen</b> . . . . .	6	6.2 Gefahren bei der Ableitstrommessung . . . . .	40
<b>3 Durchführung der Prüfung</b> . . . . .	11	6.3 Gefahren beim Messen der Ausgangsspannung . . . . .	40
3.1 Allgemeines . . . . .	11	6.4 Besonderer Prüfplatz bei Gefahr bringenden Prüfungen . . . . .	41
3.2 Einteilung der Schutzklassen . . . . .	12	6.5 Gefahren durch Prüfzubehör . . . . .	41
3.3 Prüfumfang . . . . .	14	<b>7 Ergänzende Hinweise zu speziellen Betriebsmitteln</b> . . . . .	42
3.4 Besichtigen . . . . .	15	7.1 Prüflinge mit Drehstrom-Steckvorrichtung . . . . .	42
3.5 Messen . . . . .	18	7.2 Besonderheiten schutzisolierter Betriebsmittel mit durchgeführtem Schutzleiter . . . . .	42
3.5.1 Messen des Schutzleiterwiderstandes . . . . .	18	7.3 Steckerstifte von Miniatur-Steckvorrichtungen . . . . .	43
3.5.2 Messen des Isolationswiderstandes . . . . .	19	7.4 Besonderheiten bei Lichtbogen-Schweißeinrichtungen . . . . .	44
3.5.3 Messen des Ableitstromes . . . . .	21	7.5 Prüfungen von ortsveränderlichen Schutzeinrichtungen mit RCD . . . . .	45
3.5.3.1 Messen des Schutzleiterstromes . . . . .	22	<b>8 Betriebsmittelauswahl nach Einsatzbereichen</b> . . . . .	48
3.5.3.2 Messen des Berührungstromes . . . . .	23	<b>9 Auswahl geeigneter Anschlussleitungen</b> . . . . .	50
3.5.3.3 Messen des Ersatzableitstromes . . . . .	25	<b>10 Prüfprotokolle, Muster</b> . . . . .	52
3.5.3.4 Ableitströme mit höherfrequenten Anteilen . . . . .	26	10.1 Muster-Prüfprotokoll „EF 1“ . . . . .	52
3.5.3.5 Anmerkungen zur Messung des Isoliervermögens. . . . .	28	10.2 Muster-Prüfprotokoll „EF 2“ . . . . .	55
3.5.4 Messen der Ausgangsspannung . . . . .	29	10.3 Muster-Prüfprotokoll „EuP“ . . . . .	56
3.6 Erproben . . . . .	29	10.4 Muster-Prüfprotokoll „Lichtbogen-Schweißeinrichtungen“ . . . . .	59
3.7 Dokumentation der Prüfungen. . . . .	29	<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	60
<b>4 Prüffristen</b> . . . . .	32		
<b>5 Anforderungen an Mess- und Prüfgeräte</b> . . . . .	34		
5.1 Merkmale und Auswahlkriterien für Betriebsmittel-Prüfgeräte . . . . .	35		
5.2 Prüfgeräte für elektrotechnisch unterwiesene Personen (EuP). . . . .	37		
5.3 Kalibrierung der Mess- und Prüfgeräte . . . . .	37		
5.4 Beispiele handelsüblicher Betriebsmittel-Prüfgeräte. . . . .	37		

## Vorwort

Gemäß der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), in Verbindung mit den Technischen Regeln für Betriebssicherheit „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“ (TRBS 1201) sowie der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A3), sind der Arbeitgeber, der Unternehmer und der Betreiber verpflichtet, an ihren elektrischen Arbeitsmitteln, Anlagen und Betriebsmitteln regelmäßig Wiederholungsprüfungen vorzunehmen.

Diese Broschüre soll Hilfestellung für die regelmäßige sicherheitstechnische Prüfung der mobilen elektrischen Arbeitsmittel, der so genannten ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmittel, geben.

In den Durchführungsanweisungen zu § 5 der BGV A 3 sind beispielhaft Richtwerte für Prüffristen genannt, die bei normalen Betriebs- und Umgebungsbedingungen gelten.

Der Betreiber hat unter der Beachtung dieser Richtwerte sowie unter Berücksichtigung der betrieblichen Gegebenheiten und Erfahrungen die Prüffristen selbst festzulegen, damit die entspre-

chend den Vorgaben der Norm erforderliche Sicherheit gewährleistet werden kann.

Die Vielzahl der in einem Unternehmen vorhandenen ortsveränderlichen Betriebsmittel sowie deren unterschiedliche Art und Beanspruchung machen es mitunter schwierig, die Prüfungen ordnungsgemäß und normgerecht durchzuführen.

Voraussetzung für das ordnungsgemäße Vorbereiten und Durchführen der Prüfungen ist, dass die damit beauftragten Personen ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen über das Prüfen besitzen und sich ständig informieren sowie weiterbilden, um ihr Wissen dem aktuellen technischen Stand und den aktuellen elektrotechnischen Regeln anzupassen. Nur dann kann eine Befähigung bestehen.

Die Handlungshilfe soll den für die Wiederholungsprüfungen Verantwortlichen und den damit beauftragten befähigten Personen helfen, die Prüfungen unter Beachtung aller einschlägigen Bestimmungen vorzubereiten, durchzuführen und auszuwerten.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Druckschrift gilt für den Prüfumfang, die Prüffarten und Grenzwerte der Wiederholungsprüfungen zur Feststellung der elektrischen Sicherheit, einschließlich des ordnungsgemäßen Zustandes, an mobilen elektrischen Arbeitsmitteln bzw. ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmitteln, die durch eine Steckvorrichtung von der elektrischen Anlage getrennt werden können.

Zu den ortsveränderlichen Geräten, die einer Wiederholungsprüfung unterzogen werden müssen, gehören z. B. Elektro-Werkzeuge, -Motorgeräte, -Wärmegeräte, Baustromverteiler, Leuchten, Leitungsroller, Verlängerungsleitungen, Tischsteckdosen, Geräteanschlussleitungen, Netzgeräte, Ladegeräte, Trenn-/Kleinspannungstransformatoren, Ersatzstromerzeuger, Geräte der Unterhaltungselektronik sowie der Informationstechnik,

einschließlich Fernmeldegeräte und elektrischer Büromaschinen, Laborgeräte, Mess-, Steuer- und Regelgeräte.

Dem Praktiker wird durch Erläuterungen und Hinweise Hilfestellung bei der Organisation, Durchführung und Beurteilung dieser Prüfungen gegeben.

Außerdem werden weitere sicherheitstechnische Prüfungen beschrieben, die im Rahmen einer Wiederholungsprüfung zweckmäßig sind.

Sinngemäß können diese Informationen auch für das Prüfen ortsfester Betriebsmittel angewendet werden.

Die Handlungshilfe gilt eingeschränkt für Prüflinge, bei denen spezielle Normen oder Verordnungen beachtet werden müssen, z. B. medizinische Geräte, Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen usw.

## 2 Begriffsbestimmungen

### Ableitstrom

Strom, der über die fehlerfreien Isolierungen eines Gerätes zur Erde oder zu einem fremden leitfähigen Teil fließt.

### Arbeitsmittel

Arbeitsmittel sind Werkzeuge, Geräte, Maschinen oder Anlagen. Anlagen setzen sich aus mehreren Funktionseinheiten zusammen, die zueinander in Wechselwirkung stehen und deren sicherer Betrieb wesentlich von diesen Wechselwirkungen bestimmt wird.

### Befähigte Person

Eine befähigte Person ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügt.

### Benutzung

Benutzung umfasst alle ein Arbeitsmittel betreffenden Maßnahmen, wie Erproben, Ingangsetzen, Stillsetzen, Gebrauch, Instandsetzung und Wartung, Prüfung, Sicherheitsmaßnahmen bei Betriebsstörungen, Um- und Abbau und Transport.

### Berührungsstrom

Strom (Ableit- oder Fehlerstrom), der bei gleichzeitigem Berühren von Teilen des Körpers eines elektrischen Betriebsmittels (Gerätes) und einem Teil mit Erdpotenzial über die berührende Person zur Erde fließt.

### Besichtigen

Arbeitsgang, der bei einer Prüfung immer erforderlich ist. Mit ihm wird durch bewusstes, kritisches Betrachten festgestellt, in welchem Zustand sich der Prüfling befindet und ob er offensichtliche, die Sicherheit beeinträchtigende Mängel aufweist.

### Differenzstrom

Vektorielle Summe der Momentanwerte aller Ströme, die am netzseitigen Eingang (Anschluss) des Gerätes durch alle aktiven Leiter fließen.

### Elektrische Betriebsmittel

Elektrische Betriebsmittel sind ortsfeste oder ortsveränderliche verwendungsfertige Geräte und Maschinen, mit denen elektrische Energie genutzt oder übertragen wird.

### Elektrofachkraft (EF)

Elektrofachkraft ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Normen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.

### Elektrotechnisch unterwiesene Person (EuP)

Elektrotechnisch unterwiesene Person ist, wer durch eine Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und

erforderlichenfalls angelernt sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt wurde. Eine unterwiesene Person darf die elektrotechnischen Tätigkeiten nur unter Leitung und Aufsicht (Verantwortung) einer Elektrofachkraft ausführen.

### Erproben

Arbeitsgang einer Prüfung, der in Abhängigkeit von der Art des Prüflings und der Funktion seiner Bauteile erforderlich sein kann. Mit ihm wird durch Betätigen, Belasten mit der Hand (Handprobe) oder im Zusammenhang mit dem Betreiben des Prüflings (Funktionsprobe) festgestellt, ob die der Sicherheit dienenden Bauteile bestimmungsgemäß funktionieren.

### Ersatzableitstrom

Strom, der beim Anwenden der Ersatzableitstrommessschaltung von den miteinander verbundenen aktiven Leitern über die Isolierungen zum Schutzleiter (Schutzleiterstrom) oder zu den berührbaren leitfähigen, nicht mit dem Schutzleiter verbundenen Teilen (Berührungsstrom) fließt. Wird die Messschaltung nicht mit der Nennspannung des Prüflings betrieben, ist das Messergebnis entsprechend umzurechnen.

### Fehlerstrom

Strom, der über eine fehlerhafte Isolierung des Geräts zur Erde oder zu einem fremden leitfähigen Teil fließt.

### Isolationswiderstand

Ohmscher Widerstand der Isolierungen (Isolierstoffe) zwischen leitenden Teilen.

### Ist-Zustand

Ist-Zustand umfasst den durch die Prüfung festgestellten Zustand des Prüfgegenstandes.

### Kleinspannungen: SELV, PELV und FELV

- SELV (**S**afety **E**xtra **L**ow **V**oltage) ist die Bezeichnung für Schutzkleinspannung.
- PELV (**P**rotective **E**xtra **L**ow **V**oltage) ist die Bezeichnung für Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung.
- FELV (**F**unctional **E**xtra **L**ow **V**oltage) ist die Bezeichnung für Funktionskleinspannung ohne sichere Trennung.

### Messen

Arbeitsgang einer Prüfung, der in Abhängigkeit von der Art des Prüflings und der Prüfaufgabe erforderlich sein kann. Mit ihm werden mit Hilfe von Messeinrichtungen bestimmte Eigenschaften oder Merkmale des Prüflings festgestellt, die durch Besichtigen nicht oder nicht immer erkannt werden können, aber zur Beurteilung der Sicherheit erforderlich sind. Das Bewerten der Messergebnisse gehört zum Messen.

### Ordnungsgemäßer Zustand

Ein ordnungsgemäßer Zustand im Sinne der Unfallverhütungsvorschrift „Elek-

trische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A3) liegt vor, wenn die Maßnahmen zum Schutz gegen direktes Berühren (Basisschutz) und die Maßnahmen zum Schutz bei indirektem Berühren (Fehler-schutz) den Anforderungen entsprechen, die bei der ersten Inbetriebnahme als Grenzwerte für die Erstprüfungen zu-grunde gelegt werden. Außerdem wird dadurch auch die Vermeidung nicht elektrischer Gefahren sowie die Funk-tionsfähigkeit beschrieben.

#### **Ortsfeste elektrische Betriebsmittel**

Ortsfeste elektrische Betriebsmittel sind fest angebrachte Betriebsmittel oder Betriebsmittel, die keine Tragevorrichtung haben und deren Masse so groß ist, dass sie nicht leicht bewegt werden können. Dazu gehören auch elektrische Betriebs-mittel, die vorübergehend fest angebracht sind und über bewegliche Anschluss-leitungen betrieben werden. Derartige Betriebsmittel werden an einem bestimm-ten Platz verwendet und während des Betriebes nicht in der Hand gehalten oder bewegt. Die Anschlussleitungen sind ortsfest oder mindestens geschützt verlegt.

Dies sind z. B. Stapler-Ladegeräte, Bearbeitungsmaschinen, wie Standbohr-, Dreh-, Fräsmaschinen, Kompressoren, große Schutzkleinspannungstrans-formatoren usw.

#### **Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel**

Ortsveränderliche elektrische Betriebs-mittel sind solche, die während des

Betriebes bewegt werden oder die leicht von einem Platz zum anderen gebracht werden können, während sie an den Versorgungsstromkreis angeschlossen sind.

Dies sind z. B. handgeführte Elektrowerk-zeuge, Handleuchten, Verlängerungs-leitungen, Mehrfachverteiler, Leitungs-roller, Geräteanschlussleitungen, Schutz-kleinspannungs- und Trenntransformatoren, Ladegeräte, Haushaltsgeräte, Geräte der Daten- und Informationstech-nik sowie Unterhaltungselektronik.

#### **Prüfart**

Bei der Prüfart „Technische Prüfung“ werden die sicherheitstechnisch rele-vanten Merkmale eines Prüfgegenstandes auf Zustand, Vorhandensein und Funk-tion mit geeigneten Verfahren geprüft.

#### **Prüffrist**

Prüffrist ist der Zeitraum bis zur nächs-ten wiederkehrenden Prüfung. Sie muss so festgelegt werden, dass der Prüf-gegenstand nach allgemein zugäng-lichen Erkenntnisquellen, betrieblichen Erfahrungen oder auf Basis spezifischer Nachweise im Zeitraum zwischen zwei Prüfungen sicher benutzt werden kann.

#### **Prüfgegenstand**

Prüfgegenstand können Arbeitsmittel, überwachungsbedürftige Anlagen, Arbeitsplätze oder zugehörige Doku-mente sein.

#### **Prüfumfang**

Prüfumfang umfasst sowohl die Auswahl der Prüfgegenstände (z. B. Komponen-ten, Stichproben) als auch die Tiefe der jeweiligen Prüfung.

#### **Prüfung**

Prüfung ist die Ermittlung des Ist-Zustan-des eines Arbeitsmittels, der Vergleich des Ist-Zustandes mit dem Soll-Zustand sowie die Bewertung der Abweichung des Ist-Zustandes vom Soll-Zustand.

#### **Schutzklassen**

Möglichkeit der Klassifizierung elek-trischer Geräte nach der Art der Schutz-maßnahme gegen elektrischen Schlag, die bei ihnen vorrangig wirksam wird oder bei ihrem Anschluss an eine elek-trische Anlage wirksam werden kann.

#### **Schutzklasse I**

Geräte mit einem Schutzleiter und an den Schutzleiter angeschlossenen leiten-den berührbaren oder leitenden inneren Teilen. Die Schutzmaßnahme gegen elek-trischen Schlag beruht auf der Verbin-dung des Schutzleiters mit dem Schutz-leiter der Versorgungsanlage.

**Anmerkung:** Diese Geräte können auch leitende berührbare Teile aufweisen, die nicht an den Schutzleiter angeschlossen sind und deren Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag durch eine doppelte/verstärkte Isolierung (Schutzisolierung) zwischen diesen Teilen und den aktiven Teilen erreicht wird.

#### **Schutzklasse II**

Geräte, bei denen die aktiven Teile voll-ständig von einer isolierenden Hülle (isolierender Körper mit doppelter oder verstärkter Isolierung) umgeben sind. Diese Hülle (Körper) gewährleistet den Schutz gegen einen elektrischen Schlag für die den Körper berührenden Per-sonen. Zum Körper gehören auch die möglicherweise vorhandenen berühr-baren leitenden Teile.

**Anmerkung:** Derartige Geräte haben möglicherweise auch einen Anschluss-stecker mit Schutzkontakt und einen Schutzleiter in der Anschlussleitung, der jedoch nicht an ein Teil im Inneren des Gerätes, auch nicht an Klemmen, Löt-stützpunkten o. Ä., angeschlossen sein darf.

#### **Schutzklasse III**

Geräte, bei denen ausschließlich Schutz-kleinspannungen zur Anwendung kom-men. Die Verwechslung mit der Steckvor-richtung einer anderen Spannungsreihe ist bei bestimmungsgemäßer Anwendung der Steckverbindung nicht möglich.

#### **Schutzleiterstrom**

Summe der Ströme (Ableit- oder Feh-lerströme), die über die Isolierungen eines Gerätes der Schutzklasse I zum Schutz-leiter fließen.

#### **Schutzleiterwiderstand**

Widerstand zwischen beliebigen, zu Schutzzwecken mit dem Schutzleiter-

anschluss verbundenen leitfähigen berührbaren Teilen und dem

- Schutzkontakt des Netzsteckers oder
- Schutzkontakt am Gerätestecker oder
- Schutzleiter, der an das Versorgungsnetz fest angeschlossen wird.

#### Soll-Zustand

Soll-Zustand ist der durch eine Gefährdungsbeurteilung bzw. sicherheitstechnische Bewertung festgelegte sichere Zustand für die weitere Benutzung bzw. den weiteren Betrieb.

#### Spannungsarten: AC und DC

**AC** (alternating current) ist das Kurzzeichen für eine Wechselspannung. Unsere elektrischen Versorgungsanlagen werden typischerweise mit einer Frequenz von 50 Hz betrieben. Diese Frequenz (100 Wechsel pro Sekunde) beeinflusst bei einer Körperdurchströmung (Berührung, Stromunfall usw.) die Steuervorgänge in unserem menschlichen Körper zum Teil erheblich und kann ggf. zu Herzkammerflimmern führen. Dies ist ein durch Erste Hilfe nicht rücksetzbarer Ablauf, der, wenn nicht innerhalb

kürzester Zeit geholfen wird, tödlich ausgeht.

**DC** (direct current) ist das Kurzzeichen für eine Gleichspannung, wie sie z. B. von Batterien abgegeben wird oder durch die Anwendung von Gleichrichtern bzw. Umformern aus Wechselstrom erzeugt werden kann. Die von dieser Spannungsart ausgehende Gefahr für den Menschen ist geringer, als bei unseren technischen Wechselströmen mit einer Frequenz von 50 Hz. Gleichspannung lässt sich im Gegensatz zu Wechselstrom nicht durch einen Transformator in der Spannungshöhe verändern.

#### Wiederholungsprüfung

Wiederholungsprüfung ist eine Prüfung, die gemäß § 5 Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A 3) in bestimmten Zeitabständen durchzuführen ist. Sie dient dem Nachweis, dass der Anwender und die Umgebung vor den durch die Elektrizität entstehenden Gefährdungen geschützt sind und die erforderliche elektrische Sicherheit des betreffenden Gerätes vorhanden ist.

## 3 Durchführung der Prüfung

### 3.1 Allgemeines

Defekte elektrische Arbeitsmittel können eine Gefahrenquelle für die mit ihnen arbeitenden Personen sein. Sie können weiterhin Ursache von Störungen des Betriebsablaufs darstellen.

Ihre Fehler durch Wiederholungsprüfungen, bei denen der Ist-Zustand mit dem Soll-Zustand verglichen wird, rechtzeitig zu ermitteln, ist für jeden Unternehmer, Arbeitgeber und Benutzer ein absolutes Muss. Nur so hat er die Gewissheit, dass ihm Mögliche getan zu haben, um Unfälle durch die Elektrizität und Schäden an den Geräten und Anlagen so weit wie möglich zu vermeiden. Außerdem wird dadurch ein störungsfreier Arbeitsablauf sichergestellt.

Das regelmäßige normgerechte Prüfen elektrischer Betriebsmittel soll deren ordnungsgemäßen Zustand sicherstellen und gehört zur vorbeugenden Instandhaltung. Die dadurch entstehenden Kosten werden durch die längere Verfügbarkeit der Arbeitsmittel sowie durch das Vermeiden der mit den Arbeitsausfällen entstehenden Kosten mehr als ausgeglichen. Hinzu kommen die positiven Auswirkungen auf das Betriebsergebnis, wenn ein gutes Arbeitsklima auch im Ergebnis des konsequenten Bemühens um die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz der Mitarbeiter entsteht.

Wie das Auswerten der sich durch defekte elektrische Geräte ereigneten

Unfälle zeigt, sind deren Ursachen vor allem im Fehlverhalten von Personen zu suchen. Die Geräte wurden unter Bedingungen betrieben, für die sie nicht geeignet waren, vorgeschriebene Prüfungen wurden nicht organisiert, Geräte mit nicht mehr gültigen Prüfplaketten oder scheinbar nur kleinen Defekten wurden achtlos eingesetzt, anstatt sie der für das Prüfen und Instandsetzen zuständigen Elektrofachkraft zu übergeben. Das Entstehen technischer Mängel und der dann folgenden Unfälle wurde durch falsches Verhalten von Menschen ausgelöst oder zumindest begünstigt.

Es muss nochmals betont werden:

**Auf das konsequente, regelmäßige und vor allem auch rechtzeitige Prüfen der elektrischen Geräte darf nicht verzichtet werden, wenn Unfälle und Schäden verhindert werden sollen.**

Wesentlich ist, dass einer Elektrofachkraft (befähigte Person) die Verantwortung für das Vorbereiten und Durchführen der Wiederholungsprüfungen übertragen wird. Sie hat dann alles zu tun, was den ordnungsgemäßen, normgerechten Ablauf der Prüfung und die Sicherheit im Umgang mit den elektrischen Geräten gewährleistet.

In den folgenden Abschnitten werden der Prüfumfang der Wiederholungsprüfung dargelegt und die einzelnen Prüfarten erläutert.

### Auszug aus VDE 0702 zur grundsätzlichen Beurteilung der Wiederholungsprüfung und deren Umsetzung:

1. Die Wiederholungsprüfung soll sicherstellen, dass bei bestimmungsgemäßem Gebrauch der Geräte keine Gefahr für den Benutzer oder die Umgebung des Gerätes besteht.
2. Ist einer der in der Norm vorgegebenen Prüfgänge aus technischen Gründen, durch die örtlichen Gegebenheiten oder durch den dazu erforderlichen Aufwand nicht durchführbar, so ist vom Prüfer zu entscheiden, ob trotz dieses Verzichts die Sicherheit bestätigt werden kann oder nicht. Die Entscheidung ist zu begründen und zu dokumentieren.

### 3.2 Einteilung der Schutzklassen

Bevor an einem Betriebsmittel die Prüfung durchgeführt wird, ist die Schutzklasse zu ermitteln! SK I, SK II oder SK III.

**Anmerkung:** Ein Betriebsmittel ist möglicherweise mit mehreren Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag versehen, z. B. Ladegerät, Trenntrafo usw.

Die Schutzklasse I ist entgegen SK II oder SK III am Gerät nicht gesondert gekennzeichnet. Das heißt, wird keine Kennzeichnung auf dem Typenschild erkannt, muss die Schutzklasse I angenommen werden.

Möglicherweise hat jedoch der Hersteller die Kennzeichnung versäumt oder aus unklarer Normeninterpretation nicht angebracht.

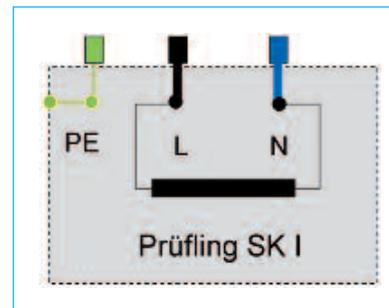
#### Schutzklasse I

Geräte mit einem Schutzleiter und an den Schutzleiter angeschlossenen leitenden berührbaren oder leitenden inneren Teilen.

Die Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag beruht auf der Verbindung des Geräte-Schutzleiters mit dem Schutzleiter der Versorgungsanlage.

Keine besondere Kennzeichnung am Gerät (typisch mit leitfähigem Gehäuse).

Bild 3-1: Betriebsmittel der Schutzklasse I

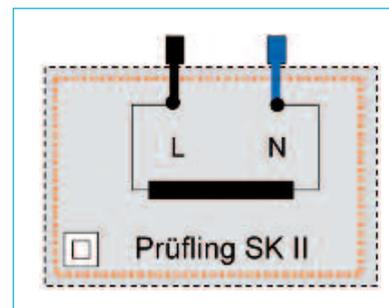


#### Schutzklasse II

Geräte, bei denen die aktiven Teile vollständig von einer isolierenden Hülle (isolierender Körper mit doppelter oder verstärkter Isolierung) umgeben sind.

Diese Hülle (Körper) gewährleistet den Schutz gegen einen elektrischen Schlag für die den Körper berührenden Per-

Bild 3-2: Betriebsmittel der Schutzklasse II



sonen. Zum Körper gehören auch die möglicherweise vorhandenen berührbaren leitenden Teile.

Erkennbar durch das am Gerät angebrachte Symbol „Doppelquadrat“ □ (überwiegend anzutreffende Geräte).

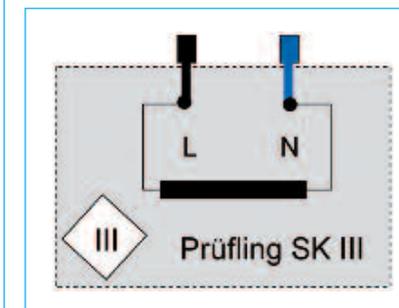
#### Schutzklasse III

Geräte, bei denen ausschließlich Schutzkleinspannungen „SELV“ (typisch 24 oder 42 V) zur Anwendung kommen.

Eine Verbindung mit anderen spannungsführenden Teilen ist bei bestimmungsgemäßer Anwendung ihrer Steckverbinder nicht möglich.

Die Körper dieser Geräte sind nicht mit einem Schutzleiter verbunden. Erkennbar durch das am Gerät angebrachte Symbol „Raute mit III“ ⬡ (Geräte z. B. für Arbeiten in Behältern, Kesseln, Tanks).

Bild 3-3: Betriebsmittel der Schutzklasse III



### 3.3 Prüfumfang

#### Allgemein

Zum Prüfumfang einer Wiederholungsprüfung gehören die Prüfschritte:

- Besichtigen
- Messen
- Erproben, Funktionsprobe
- Auswertung, Dokumentation.

Jede Einzelprüfung am Prüfgegenstand muss mit positivem Ergebnis abgeschlossen worden sein, bevor die nächste begonnen wird.

#### Prüfen von Betriebsmitteln der Schutzklasse I:

- Sichtprüfung nach Abschnitt 3.4
- Schutzleiterwiderstandsmessung nach Abschnitt 3.5.1
- Isolationswiderstandsmessung nach Abschnitt 3.5.2, sofern dieses technisch möglich ist und alle Isolierungen vollständig erfasst werden.

Wurde die Isolationswiderstandsmessung vollständig mit einem positiven Ergebnis abgeschlossen:

- Schutzleiterstrommessung nach Abschnitt 3.5.3.1
- Berührungsstrommessung nach Abschnitt 3.5.3.2 (wenn berührbare leitfähige Teile vorhanden sind, die nicht mit dem PE verbunden sind; Messung wie SK II).

Werden bei der Isolationswiderstandsmessung nicht alle Isolierungen voll-

ständig erfasst oder wurde sie bei Geräten mit Heizelementen mit einem negativen Ergebnis abgeschlossen:

- Schutzleiterstrommessung nach Abschnitt 3.5.3.1
- Berührungsstrommessung nach Abschnitt 3.5.3.2.  
! Die Ersatzableitstrom-Messmethode ist nicht anzuwenden!

#### Prüfen von Betriebsmitteln der Schutzklassen II oder III:

- Sichtprüfung nach Abschnitt 3.4
- Isolationswiderstandsmessung nach Abschnitt 3.5.2
- Berührungsstrommessung nach Abschnitt 3.5.3.2, außer bei SK III.

#### Zusätzliche Prüfverfahren bei Geräten der Schutzklassen I, II oder III mit einer sekundären Ausgangsspannung, z. B. Ladegeräte, Wandler, Netzteile usw.:

- Isolationswiderstandsmessung von der Sekundärseite gegen Körper und gegen die Primärseite.
- Messen der Leerlauf-/Ausgangsspannung.

**Anmerkung:** An Miniatursteckern von z. B. Mobilfunk-, Notebook-Netzteilen und -Ladegeräten mit Kleinspannungsausgängen, die nur über sehr kleine Berührungsflächen für den Menschen verfügen, kann aufgrund der auch im Fehlerfall erwartungsgemäß niedrigen Körperdurchströmung ggf. auf eine Messung verzichtet werden, siehe Abschnitt 7.3.

### Übersicht des Prüfumfanges und der Grenzwerte

Betriebsmittel der Schutzklasse	I	II	III
Sichtprüfung Abschnitt 3.4	äußerlich erkennbare Mängel und Eignung für den Einsatzbereich (soweit erkennbar)		
Messen des Schutzleiterwiderstandes Abschnitt 3.5.1	bis 5 m: $\leq 0,3 \Omega$ , je weitere 7,5 m: $\leq 0,1 \Omega$ ; max. $1 \Omega$	-	-
Messen des Isolationswiderstandes Abschnitt 3.5.2	$\geq 1 M\Omega$ ; $\geq 2 M\Omega$ für den Nachweis der sicheren Trennung (Trafo); $\geq 0,3 M\Omega$ bei Geräten mit Heizelementen $P \leq 3,5 \text{ kW}$	$\geq 2 M\Omega$	$\geq 0,25 M\Omega$
Messen des Schutzleiterstromes Abschnitt 3.5.3.1	$\leq 3,5 \text{ mA}$ , an leitfähigen Bauteilen mit PE-Verbindung $1 \text{ mA/kW}$ bei Geräten mit Heizelementen $P \geq 3,5 \text{ kW}$	-	-
Messen des Berührungsstromes Abschnitt 3.5.3.2	$\leq 0,5 \text{ mA}$ , an leitfähigen Bauteilen ohne PE-Verbindung	$\leq 0,5 \text{ mA}$ , an leitfähigen Bauteilen	-
Messen der Ausgangsspannung Abschnitt 3.5.4	berührbare aktive Teile, Leerlaufspannung an Ladegeräten, Netzteilen (ggf. PELV), Stromerzeugern, Kleinspannungserzeugern (SELV) usw.		
Erproben Abschnitt 3.6	Funktionen von Sicherheitseinrichtungen und Funktionsprobe		
Dokumentation gemäß Abschnitt 3.7			

### 3.4 Besichtigen

Das Besichtigen des Prüfgegenstandes ist der wichtigste Bestandteil der Prüfung und ist als erster Prüfschritt durchzuführen. Er erfolgt, um äußerlich erkennbare Mängel und Schäden sowie die Eignung

für seinen Einsatzort festzustellen. Mit ihm können die meisten Mängel (über 80 %) bereits erkannt werden. Hierbei sind typische Feststellungen: beschädigte oder ungeeignete Leitungen, fehlender Knickschutz, defekte Steckvorrichtungen und beschädigte Gehäuse.

Auch während des Messens und Erprobens ist der Prüfling zu besichtigen, um sein Verhalten „unter Last“ beurteilen zu können.

Das Gerät ist bei einer Wiederholungsprüfung nur dann zum Besichtigen zu öffnen, wenn dies vom Hersteller in der Gebrauchsanweisung o. Ä. ausdrücklich gefordert wird oder ein begründeter Verdacht auf einen Sicherheitsmangel nur auf diese Weise geklärt werden kann.

Eine vereinfachte Besichtigung auf augenscheinliche Mängel hat jeder Benutzer vor dem Einsatz, z. B. arbeitstäglich, durchzuführen.

Darüber hinaus sind auch Schutzvorrichtungen, die vor mechanischen Gefahren schützen, z. B. fehlende Abdeckhauben an Winkelschleifern, zu betrachten.

Besonderes Augenmerk ist auf Anschlussleitungen elektrischer Betriebsmittel zu

richten (Bild 3-4). Häufig ist eine für den gewerblichen Einsatz ungeeignete PVC-Leitung (H05VV-F o. Ä.) vom Hersteller montiert. Bei elektrischen Handwerkszeugen, die jedoch überwiegend im gewerblichen Einsatz betrieben werden, muss die Anschlussleitung mindestens die Qualität einer leichten Gummischlauchleitung vom Typ H05RN-F oder gleichwertig (z. B. H05BQ-F) besitzen. Eine Verlängerungsleitung sollte mindestens die Qualität einer mittelschweren Gummischlauchleitung H07RN-F oder gleichwertig (z. B. H07BQ-F) aufweisen. Siehe Abschnitt 9 sowie /12/ und /13/.

Die Besichtigung kann entsprechend der nachfolgenden Checkliste durchgeführt werden. Diese enthält die wesentlichen Prüfschritte des Besichtigens und Merkmale des Prüflings, die beim Besichtigen zu beachten und zu bewerten sind.



Bild 3-4:  
**Verschlossene** und für den Bereich Bau-/Montagestelle **ungeeignete** leichte Gummischlauchleitung Typ H05RR-F

## Checkliste „Besichtigen“

### Zu besichtigende Merkmale des Prüflings auf Mängel und Schäden

#### Am Stecker, an Kupplungsdose:

- Stecker-, Kupplungsgehäuse ohne Deformierung oder Beschädigung
- Keine Abnutzungen, Lockerungen, Brüche oder thermische Schäden an Steckerstiften
- Schutzkontakte frei von Korrosion, Verbiegungen oder Brüchen

#### An der Anschlussleitung (auch Handprobe):

- Wirksamkeit der Zugentlastungen
- Biege- und Knickschutzteile vorhanden und unbeschädigt
- Übereinstimmung von Schutzklasse und Anschlussleitung, Stecker, ggf. Kupplung
- Querschnittbemessung ausreichend
- Geeignet für den Einsatzbereich (siehe Abschnitt 8)

#### Am Gehäuse, Körper:

- Wirksamer Berührungsschutz, Schutzart mindestens IP 2X oder höherwertig
- Keine unzulässigen Eingriffe und Änderungen, Einritzungen, Abnutzung
- Schutzart der Gehäuse oder Verkleidungen nicht durch Zerstörung oder Einbeulung beeinträchtigt
- Gehäuse ohne Bruchschäden
- Unbeschädigte Isolierungen oder Isolierteile, z. B. von außen zugängliche Schleifkohlenhalter
- Anzeichen von Überlastung oder unsachgemäßem Gebrauch nicht erkennbar
- Keine übermäßige Verschmutzung, Korrosion, Feuchtigkeit, leitfähigen Ablagerungen
- Kühlöffnungen frei, erforderliche Luftfilter vorhanden
- Keine Schäden an Schaltern, Schalterarretierungen, Stellteilen, Betätigungseinrichtungen, Meldeleuchten usw.
- Ordnungsgemäße Bestückung mit Sicherungen, Lampen oder dergleichen
- Mängelfreiheit von Sicherheitseinrichtungen (z. B. Hauptschalter, Schlüsselschalter, Not-Aus-Befehleinrichtungen, Verkleidungen, Schutzvorrichtungen usw.)
- Keine Mängel am Schlauchpaket, Zentralstecker, Stabelektrodenhalter oder Lichtbogenbrenner, falls vorhanden
- Ordnungsgemäß montierte und funktionstüchtige mechanische Schutzvorrichtungen
- Keine sonstigen mechanischen, chemischen oder thermischen Beschädigungen
- Lesbarkeit von Aufschriften, die der Sicherheit dienen (z. B. Warnsymbole, Schutzklasse, Schutzart, Kenndaten von Sicherungen, Schalterstellungen an Trenn- und Wahlschaltern, Kategorie-Kennzeichnungen **[K 1]**/**[K 2]** für Einsatzbereiche usw.)

### 3.5 Messen

Durch das Messen wird festgestellt, ob die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag sichergestellt ist. Dabei ist zu überprüfen, ob die festgelegten Grenzwerte eingehalten sind.

Die Prüfungen und Messungen an den Betriebsmitteln sind je nach Schutzklasse unterschiedlich durchzuführen. Im Abschnitt 3.2 sind Bedeutung und Merkmale der drei Schutzklassen erläutert. Die in der VDE 0702 /29/ ausführlich beschriebenen Prüf- und Messtechniken werden in diesem Abschnitt dargestellt.

Ein Öffnen des Prüflings mit Werkzeugen ist dabei grundsätzlich nicht erforderlich.

#### 3.5.1 Messen des Schutzleiterwiderstandes

An Betriebsmitteln der Schutzklasse I wird der Schutzleiterwiderstand zwischen dem Schutzkontakt des Steckers und den berührbaren leitfähigen Teilen, die zu Schutzzwecken mit dem Schutzleiter verbunden sind, gemessen. Der Messstrom eines geeigneten Prüfgeräts muss mindestens 0,2 A betragen /24/ und /26/. Bei der Anwendung eines Prüfgleichstroms ist während der Messung entsprechend den Angaben des Prüfgeräte-Herstellers umzupolen.

Der Prüfstrom muss nach dem Einschalten der Messfunktion als Dauerstrom oder über eine hinreichend lange Zeit fließen.

**Während der Messung ist die Leitung in Abschnitten über ihre ganze Länge zu**

**bewegen**, besonders an den Leitungseinführungen. Dabei muss die Anzeige des Prüfgerätes beobachtet werden.

Auch ein nur kurzzeitig vom Prüfgerät angezeigter hoher Schutzleiterwiderstand weist auf eine Unterbrechung des Schutzleiters oder Störung in der Schutzleiterbahn hin.

Der zulässige Schutzleiterwiderstand ist von der Leitungslänge und dem Querschnitt abhängig. Es gelten daher folgende max. Grenzwerte:

0,3  $\Omega$  für Betriebsmittel mit Anschlussleitungen bis 5 m Länge sowie Verlängerungsleitungen, Leitungsroller  
0,1  $\Omega$  je weitere 7,5 m Leitungslänge

Bild 3-5 zeigt die Messung der PE-Verbindung an einem Prüfling der SK I, zwischen dem PE der Netzanschluss-Steckvorrichtung und dem Gehäuse.

Bild 3-5: Schutzleiterwiderstandsmessung, Prüfling vom Netz getrennt

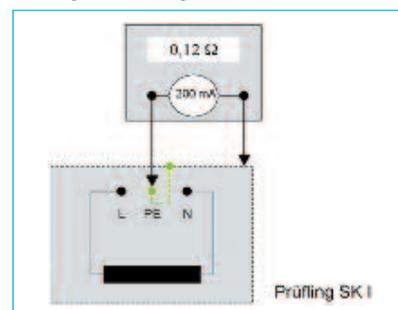


Bild 3-6: Schutzleiterwiderstandsmessung, Prüfling mit Netz verbunden

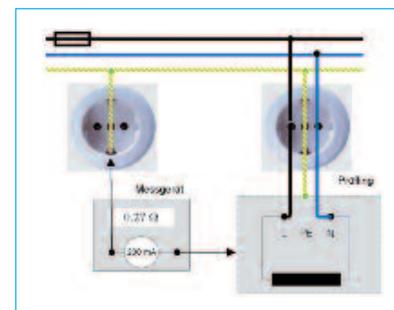


Bild 3-6 zeigt die Messung der PE-Verbindung an einem Prüfling der SK I, welcher mit dem Netz verbunden ist, zwischen dem Schutzleitersystem der Anlage (Steckdosen-PE) und dem Prüfling-Gehäuse.

**Anmerkung:** Die typischerweise ermittelten Widerstandswerte liegen bei üblichen Geräten, mit kurzen Anschlussleitungen bis 2,5 m und einem Leiterquerschnitt mindestens 1,0 mm<sup>2</sup> Cu, bei 0,06 bis 0,12  $\Omega$ . Ein Messwert von z. B. 0,28  $\Omega$  kann bereits auf eine korrosionsbefallene, schlechte Kontaktstelle hinweisen. Hier ist der Praktiker mit seinen Kenntnissen und Erfahrungen aus vielen vorausgegangenen Prüfungen zur fachspezifisch richtigen Beurteilung gefragt.

#### 3.5.2 Messen des Isolationswiderstandes

Durch die Isolationswiderstandsmessung soll der Nachweis des ordnungsgemäßen Zustands der Isolierungen zwischen den kurzgeschlossenen aktiven Teilen (L<sub>1</sub>-L<sub>3</sub>+N) und den leitfähigen berührbaren Teilen,

- die mit dem Schutzleiter verbunden sind und
- die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind, erbracht werden.

Enthält das Betriebsmittel berührbare aktive Teile von Niederspannungsstromkreisen (z. B. die nicht isolierten Polklemmen an Ladegeräten, den großflächig berührbaren Stecker eines Netztesiles usw.), muss der Isolationswiderstand zwischen

- Eingangstromkreis und Ausgangstromkreis,
- Eingangstromkreis und leitfähigen berührbaren Teilen und
- Ausgangstromkreis und leitfähigen berührbaren Teilen gemessen werden.

Der Isolationswiderstand von Betriebsmitteln wird wie in den Bildern 3-7 und 3-8 (auf Seite 20) dargestellt gemessen.

Bild 3-7: Isolationswiderstandsmessung SK I

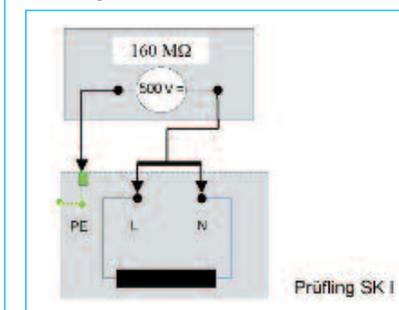
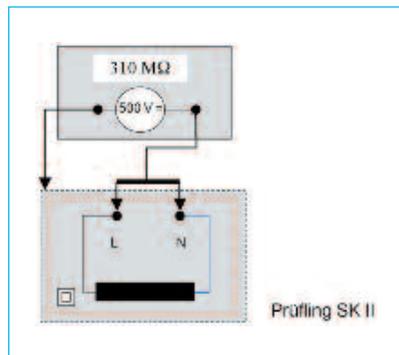


Bild 3-8: Isolationswiderstandsmessung SK II



Die Prüfspannung muss eine Gleichspannung sein /24/ und /25/.

Sie beträgt:

- 500 V DC bei Nennspannung  $\leq 500$  V
- 1000 V DC bei Nennspannung  $> 500$  V

**Vor der Messung ist darauf zu achten, dass Schalter und ähnliche Einrichtungen geschlossen sind, um möglichst alle durch Netzspannung beanspruchten Isolierungen zu erfassen.**

**Anmerkung:** An offensichtlich stark verschmutzten Betriebsmitteln, z. B. durch leitfähige Schleifstaubablagerungen, Abrieb von den Kohlebürsten und ggf. Feuchtigkeit, wird auch an Stellen mit Ablagerungen (Gehäuseöffnungen, Kühlöffnungen, -schlitze, Gehäuse-nahtstellen) der Isolationswiderstand ermittelt.

Vor der Messung sind die Geräte jedoch grundsätzlich zu reinigen.

Der Isolationswiderstand darf die folgenden Grenzwerte nicht unterschreiten:

- Bei Betriebsmitteln der Schutzklasse I 1 M $\Omega$
- Bei Betriebsmitteln der SK I mit Heizelementen  $P \leq 3,5$  kW 0,3 M $\Omega$
- Bei Betriebsmitteln der Schutzklasse II 2 M $\Omega$
- Bei Betriebsmitteln mit bedenkenlos berührbaren Ausgangskreisen (z. B. Trafo) zwischen Eingangs- und Ausgangsstromkreis 2 M $\Omega$
- Bei Betriebsmitteln der Schutzklasse III 0,25 M $\Omega$

Werden nicht alle von Netzspannung beanspruchten Teile von der Isolations-Prüfspannung erfasst, muss bei

- SK I eine Schutzleiterstrommessung,
- SK I mit leitfähigen – nicht mit dem PE verbundenen – und berührbaren Teilen eine Berührungsstrommessung,
- SK II eine Berührungsstrommessung durchgeführt werden.

Wird bei Geräten der Schutzklasse I mit Heizelementen  $> 3,5$  kW Gesamtleistung der geforderte Isolationswiderstand nicht erreicht, gilt das Gerät dennoch als einwandfrei, wenn der Schutzleiterstrom den Grenzwert einhält.

**Bemerkung:** Bei einem Ladegerät der Schutzklasse I, z. B. zur Ladung von Kfz-Starterbatterien, ist der Isolationswiderstand

- Eingangsstromkreis  $\leftrightarrow$  Körper  $\geq 1$  M $\Omega$
  - Eingangsstromkreis  $\leftrightarrow$  Ausgang  $\geq 2$  M $\Omega$
  - Ausgangsstromkreis  $\leftrightarrow$  Körper  $\geq 2$  M $\Omega$
- vergleichbar mit SK II zu bewerten.

### 3.5.3 Messen des Ableitstromes

Die Ableitstrommessung kann durchgeführt werden als:

- Schutzleiterstrommessung
- Berührungsstrommessung.

Ist das Gerät mit einem ungepolten Netzstecker ausgerüstet, sind die Messungen in beiden Positionen des Netzsteckers – soweit vertauschbar – durchzuführen. Als Messwert gilt der größere der beiden gemessenen Werte.

Bei der Berührungsstrommessung gilt bei nicht möglicher Unterbrechung des Betriebs der Messwert in der vorhandenen Steckerposition. Es muss bei nächstmöglicher Unterbrechung vom Netz eine vollständige Prüfung durchgeführt werden.

Die Schutzleiter- und Berührungsstrommessung kann:

- im direkten Verfahren oder
- im Differenzstromverfahren oder
- mit dem Ersatzableitstrom-Messverfahren durchgeführt werden.

zu a)

Bei der Anwendung des direkten Verfahrens zur Schutzleiterstrommessung

wird ein Milliampere-meter in den PE geschaltet. Während des Zwischenschaltens ist der PE nicht direkt (niederohmig) mit dem Netz-PE verbunden!

Im Fehlerfall kann der Körper eines Prüflings ggf. eine zu hohe Berührungsspannung ( $U_B$ ) annehmen, deshalb sind besondere Maßnahmen, wie in /14/ beschrieben, anzuwenden.



**Achtung Gefahr! Siehe Abschnitt 6.2**

**Weiterhin ist der Prüfling isoliert aufzustellen, um eine Paralleableitung, die das Messergebnis verfälscht, und eine Spannungsverschleppung zu verhindern.**

zu b)

Das Differenzstromverfahren entspricht der gleichen physikalischen Grundlage, wie bei einem Fehlerstromschutzschalter. Es wird der Summen- oder Differenzstrom aller hin- und rückfließenden Ströme des Betriebsmittels gemessen. Ein über Erde oder den PE abfließender Strom ergibt eine Differenz zwischen dem hin- und rückfließenden Strom, der in einem Differenzstromwandler (Summenstromwandler) gemessen werden kann. Der PE bleibt bei diesem Verfahren mit dem Netz-PE verbunden. Bei korrekter Anwendung entsteht während dieser Messung kein erhöhtes Risiko für den Prüfer oder Dritte. Dadurch müssen keine zusätzlichen Schutzmaßnahmen getroffen werden. **Vor der Messung ist darauf zu achten, dass Schalter und**

ähnliche Einrichtungen geschlossen sind, um möglichst alle mit Netzspannung beanspruchten Isolierungen zu erfassen.

zu c)  
Die Ersatzableitstrommessung darf nur nach vollständig durchgeführter und bestandener Isolationswiderstandsmessung als ein alternatives Messverfahren zur Messung des Schutzleiterstromes nach Abschnitt 3.5.3.1 bzw. des Berührungstromes nach Abschnitt 3.5.3.2 angewendet werden.

**Anmerkung:** Für den tiefergründig interessierten Leser enthalten die Abschnitte 3.5.3.4 und 3.5.3.5 weitergehende Informationen.

### 3.5.3.1 Messen des Schutzleiterstromes

Dieses Messverfahren dient dem Nachweis des ordnungsgemäßen Zustands der Isolierungen. Defekte am Isoliervermögen können durch die Messung des Schutzleiterstromes ermittelt werden. Dabei sind die nachfolgend beschriebenen Messverfahren möglich. Diese Messung erfolgt an Geräten der SK I.

#### Direkte Messung

Messen des Schutzleiterstromes an einem Betriebsmittel der SK I, direkt gemessen mit einem Strommesser zwischen dem Schutzleiteranschluss und dem Körper des Prüflings, während das Gerät mit Netzspannung in den typischen Funktionen betrieben wird (Bild 3-9).

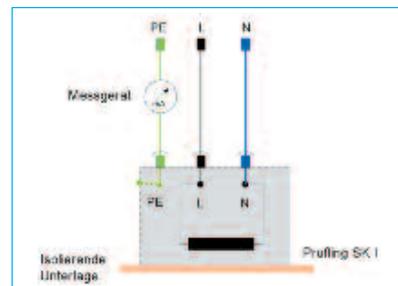
Der Prüfling muss während der Messung isoliert aufgestellt sein.



**Achtung Gefahr! Siehe Abschnitt 6.2**

Vorzugsweise sollte ein Prüfgerät gemäß VDE 0404 /18/, /19/ und /20/ benutzt werden.

Bild 3-9: Schutzleiterstrommessung als Direktmessung



#### Differenzstrommessung

Die Bilder 3-10 und 3-11 zeigen die Messung des Schutzleiterstromes an einem Betriebsmittel der SK I nach dem Differenzstromverfahren, wobei der PE, im Gegensatz zur direkten Messung, nicht aufgetrennt wird.

Der Prüfling ist während der Messung mit Nennspannung in den typischen Betriebsarten und Funktionen zu betreiben.

Der Schutzleiterstrom darf 3,5 mA nicht übersteigen, mit folgenden Ausnahmen:

- Bei Geräten mit Heizelementen mit einer Gesamtanschlussleistung größer 3,5 kW darf der Schutzleiterstrom nicht größer als 1 mA/kW Heizleistung sein.

- Bei fest angeschlossenen Geräten oder bei Geräten mit Anschlüssen nach IEC 60309 (z. B. CEE-Steckvorrichtungen) können besondere Installationsbedingungen und abweichende Werte für den Ableitstrom gelten.

Bild 3-10: Schutzleiterstrommessung nach dem Differenzstromverfahren

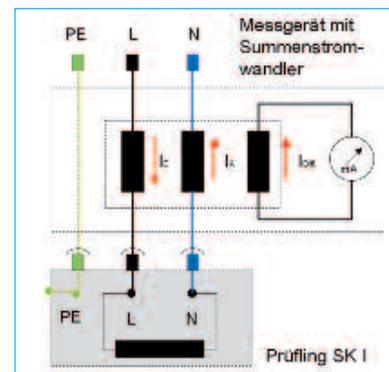
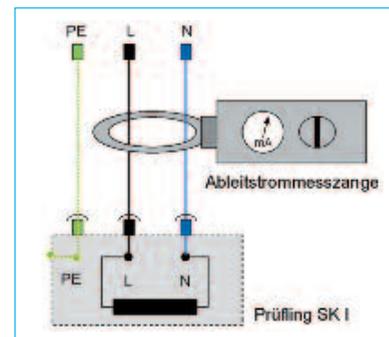


Bild 3-11: Schutzleiterstrommessung mit einer Ableitstrommesszange (Leckstrommessung)



- Bei Geräten mit entsprechend den Gerätenormen zulässigen Schutzleiterströmen größer 3,5 mA ist auf die besondere Schutzleiterverbindung und auf das Vorhandensein des ggf. vorgeschriebenen Warnhinweises „Hoher Ableitstrom! – Vor Netzanschluss Schutzleiterverbindung herstellen“ zu achten.

**Anmerkung:** Wird bei Geräten mit Heizelementen der Isolationswiderstand  $0,3 \text{ M}\Omega$  erheblich unterschritten, besteht bei der Schutzleiterstrommessung die Gefahr eines Kurzschlusses.

### 3.5.3.2 Messen des Berührungstromes

Die Messung des Berührungstromes dient gleichermaßen dem Nachweis des ordnungsgemäßen Zustands der Isolierungen. Die Messung erfolgt zwischen einem PE und den leitfähigen berührbaren Teilen, die nicht mit einem Schutzleiter verbunden sind, sowohl bei SK I als auch bei SK II.

Der Prüfling ist während der Messung in allen Betriebsarten und Funktionen mit Nennspannung zu betreiben. Der Berührungstrom darf den Grenzwert 0,5 mA nicht überschreiten.

Auch bei der Berührungstrommessung sind zwei Messverfahren möglich:

#### Direkte Messung

Bild 3-12 auf Seite 24 zeigt das direkte Messen des Berührungstromes an einem Betriebsmittel der SK II. Der Prüf-

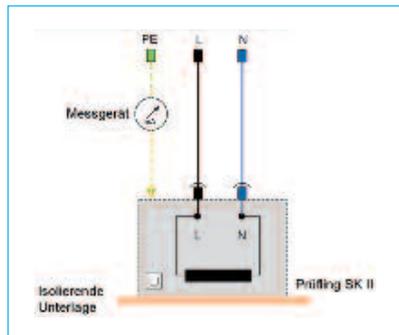
ling wird isoliert aufgestellt, um Ableitströme über den Standort zu verhindern. Die Messung muss in beiden Positionen des Netzsteckers durchgeführt werden.

Der Berührungsstrom kann z. B. mit einem Milliampereometer (Multimeter) an berührbaren leitfähigen Teilen gegen Erde (z. B. gegen den Schutzkontakt einer vorher geprüften Steckdose) gemessen werden. Der Berührungsstrom an berührbaren leitfähigen Teilen, z. B. an Ausgangsklemmen und -buchsen (Kleinspannung) sollte im direkten Verfahren durchgeführt werden.

Vorzugsweise sollte allerdings ein Prüfgerät gemäß VDE 0404 /18/, /19/ und /20/ benutzt werden.

Betriebsmittel der Schutzklasse III werden ausschließlich aus einer Schutzkleinspannungsquelle (SELV) versorgt. Somit ist eine galvanische Trennung vom ge-

*Bild 3-12: Berührungsstrommessung als Direktmessung an leitfähigen Teilen, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind*



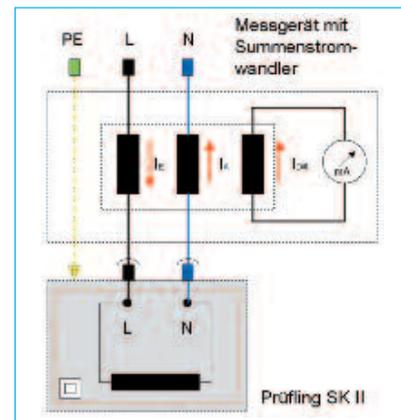
erdeten Netz sichergestellt und eine Ableitstrommessung grundsätzlich entbehrlich.

An Betriebsmitteln, die mit einer Kleinspannung ohne sichere Trennung (PELV/ FELV) betrieben werden, wie beispielsweise Schweißelektroden-Vorwärmergeräte, Werkstück-Drehvorrichtungen usw., ist eine Ableitstrommessung durchzuführen.

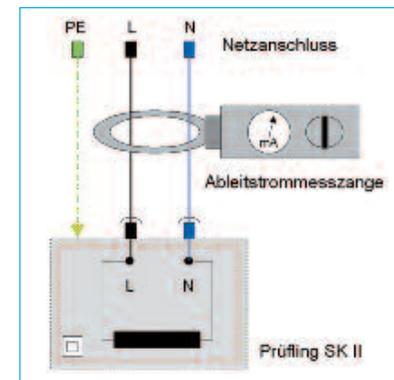
#### Differenzstromverfahren

Die Bilder 3-13 und 3-14 zeigen die Messung des Berührungsstromes an einem Betriebsmittel der SK I nach dem Differenzstromverfahren, wobei der PE, im Gegensatz zur direkten Messung, nicht aufgetrennt wird.

*Bild 3-13: Berührungsstrommessung nach dem Differenzstromverfahren an leitfähigen Teilen, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind*



*Bild 3-14: Berührungsstrommessung mit einer Ableitstrommesszange (Leckstrommessung) an leitfähigen Teilen, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind*



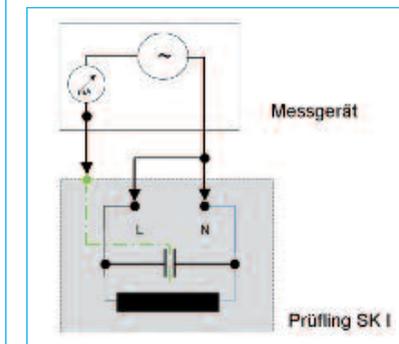
#### 3.5.3.3 Messen des Ersatzableitstromes

Die Ersatzableitstrommessung ist nach bestandener Isolationswiderstandsmessung ein alternatives Messverfahren zur Messung des Schutzleiterstromes bzw. des Berührungsstromes.

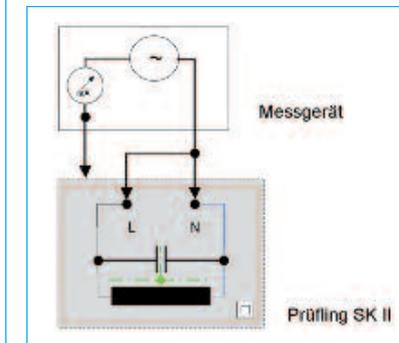
Die Bilder 3-15 und 3-16 zeigen die Ersatzableitstrom-Messverfahren für die Schutzleiterstrommessung und die Berührungsstrommessung.

Die Messung im Ersatzableitstromverfahren wird mit einer Prüfwechselfspannung durchgeführt. Der Schaltungsaufbau mit verbundenem L- und N-Leiter ist der Isolationswiderstandsmessung vergleichbar und damit gleichermaßen

*Bild 3-15: Schutzleiterstrommessung im Ersatzableitstrom-Messverfahren bei SK I*



*Bild 3-16: Berührungsstrommessung im Ersatzableitstrom-Messverfahren bei SK II*



unvollständig, wenn eine Iso-Messung nicht vollständig durchgeführt werden konnte.

Das Gerät wird aufgrund der nicht vorhandenen Netzspannung nicht in Funktion gesetzt, da etwa vorhandene Relais, Halbleiter-Schalter usw. nicht betätigt

und somit diese Stromkreise nicht in die Prüfung einbezogen werden.

Dieses Messverfahren darf nicht durchgeführt werden, wenn die Isolationswiderstandsmessung technisch nicht möglich ist oder diese bei Geräten mit Heizelementen mit einem negativen Ergebnis abgeschlossen wurde.

Es gelten die Grenzwerte der Schutzleiter- bzw. Berührungsstrommessung. Bei einphasigen Geräten mit nachgewiesener symmetrischer kapazitiver Beschaltung darf der Messwert bei diesem Verfahren halbiert werden.

**Anmerkung: Prüfgeräte älterer Bauart sind typischerweise nicht für eine Ersatzableitstrommessung an Geräten der SK II konzipiert, somit ist diese Messung ggf. nicht aussagekräftig.**

### 3.5.3.4 Ableitströme mit höherfrequenten Anteilen

Bei einigen elektrischen Geräten entstehen Ableitströme, die neben der Netzfrequenz von 50 Hz auch höherfrequente Anteile enthalten und über den Schutzleiter abfließen. Dies sind z. B. Geräte mit Schaltnetzteilen und Frequenzumrichter (FU).

Funktionsbedingt führt dies zu einer Belastung der Netze mit so genannten Oberwellen. Die hieraus entstehenden Störungen werden vielfach durch Entstörfilter über Kondensatoren zum PE als Ableitstrom regulär abgeführt. Ableit-

ströme entstehen auch durch die kapazitive Wirkung von Leitungen und Bauteilen in Geräten. Im Besonderen, wenn diese in FUs mit Strömen hoher Frequenz (z. B. 10 kHz bis 100 kHz) durchflossen werden.

Diese höherfrequenten Ableitströme können über den in der Norm für die Wiederholungsprüfung vorgegebenen Grenzwerten auf der Basis von 50 Hz liegen und werden gemeinsam mit dem 50 Hz Ableitstrom erfasst. Bei einem Schutzleiterbruch kann dieser Strom als Berührungsstrom über den menschlichen Körper zur Wirkung kommen.

In der internationalen Normung ist für Ströme mit Frequenzen über 700 Hz bis hin zu 1 MHz eine abgestufte Festlegung getroffen, wie hoch der Strom in dem jeweiligen Frequenzbereich maximal sein darf, damit eine schädigende Wirkung auf den menschlichen Körper auszuschließen ist. Dies ergibt bei 100 kHz bis 1 MHz einen Strom bis 50 mA. Eine differenzierte Messung ist mit Multimetern und überwiegend älteren Messgeräten nicht immer möglich. Ein Oszilloskop würde die Ströme und Frequenzen anzeigen, aber keine vorstehend genannte Bewertung durchführen.

Messeinrichtungen, die nach der Norm DIN VDE 0404-2 /19/ gebaut sind, berücksichtigen den Strom in Abhängigkeit vom Frequenzgang.

Einige der in den letzten Jahren hergestellten Prüfgeräte enthalten bereits Filter

für eine entsprechende Korrektur des angezeigten Messwerts. Ältere Messeinrichtungen verfügen nicht über derartige Korrektureinrichtungen.

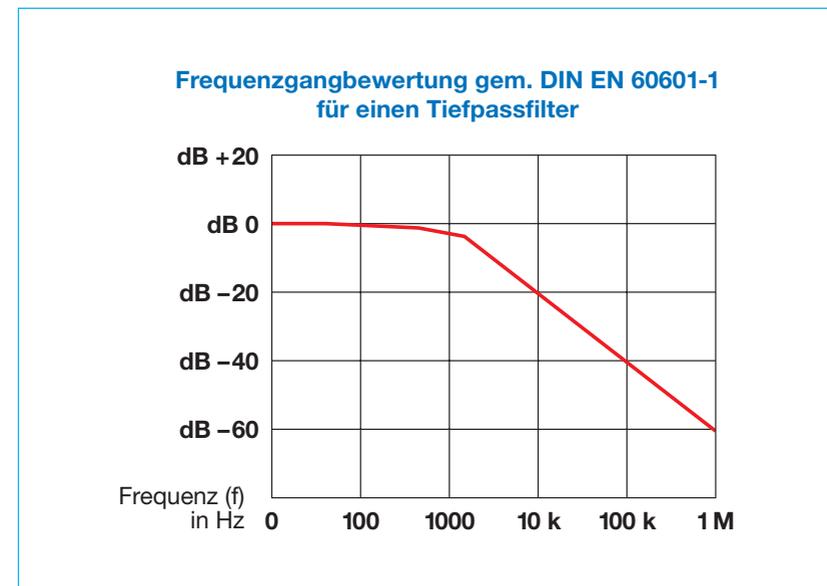
Die Folge ist die Anzeige eines zu hohen Messwertes, der ggf. zu einer scheinbaren Grenzwertüberschreitung und Aussonderung des zu prüfenden Gerätes führt.

Es ist daher zu empfehlen, sich durch Rückfragen beim Messgeräte-Hersteller über diesen Sachverhalt zu informieren.

Ähnliche „Fehlmessungen“ können sich ergeben, wenn Geräte mit Kollektormotoren und starkem Bürstenfeuer geprüft werden. Das kann bei einigen Prüfgeräten zu ähnlichen Fehlanzeigen, im Besonderen beim Messen im Differenzstromverfahren, führen. Gegebenenfalls wäre hier eine direkte Strommessung vorzuziehen.

Diese Beispiele sollen aufzeigen, wie sorgsam die Messergebnisse vom Prüfer auszuwerten sind, damit Fehleinschätzungen verhindert werden.

Bild 3-17: Frequenzgangbewertung gemäß DIN EN 60601-1 für die Messanzeige



### 3.5.3.5 Anmerkungen zur Messung des Isoliervermögens

Die häufig geäußerte Auffassung von Fachleuten, dass eine Ableitstrommessung als vollwertiger Ersatz für eine Isolationswiderstandsmessung zu betrachten ist, entspricht nicht unserer fachspezifischen Beurteilung. Jede dieser Messmethoden hat eine Aussagekraft über Veränderungen des Isoliervermögens im Gerät.

Die Isolationswiderstandsmessung mit einer hohen Gleichspannung zeigt Veränderungen durch leitfähige Ablagerungen an Luft- und Kriechstrecken sehr präzise auf. Die Ableitstrommessungen unter Betriebsbedingungen, in der Regel mit Wechselstrom, zeigen typischerweise Ableitströme auf, die durch Wechselstromwiderstände gegen Erde hervorgerufen werden, z. B. durch Entstörbausteine, die sich aus Induktivitäten und Kapazitäten zusammensetzen.

Aber auch Bauteile, z. B. bei Transformatoren durch den Eisenkern, enthalten gegen Erde Kapazitäten und leiten darüber einen Strom ab. Dies sind keine Fehlerströme, sondern Ströme, die bedingt durch die Bauart, verwendete Bauteile und im Rahmen der Bauteiltoleranzen konstruktiv zustande kommen. Der Hersteller hat dafür zu sorgen, dass derartige Ableitströme die festgelegten Grenzwerte entsprechend der geltenden Normung nicht überschreiten.

Über diese Betrachtung hinaus sind die Darstellungen des Abschnittes 3.5.3.4

auch hier zusätzlich als Fehlerpotenzial möglich und zu berücksichtigen.

Stellt man bei der Messung einen Ableitstrom fest, so ist dies noch kein Hinweis auf einen Fehler. Hierzu müsste bekannt sein, welche Ableitströme unter welchen Betriebsarten bei dem vorliegenden Gerät als „normal“ zu betrachten sind.

Ein Beispiel, das dieses verdeutlichen soll:

*Bei 230 V gegen Erde entspricht ein „schlechter“ Isolationswiderstand von 10 M $\Omega$  einem Fehlerstrom von 23  $\mu$ A (0,000023 A). Ein üblicher Ableitstrom, z. B. an Schweißgeräten, liegt je nach Konstruktion bei Messwerten von 0,5 mA bis 2,5 mA.*

*Wir addieren hierzu den Fehlerstrom von unserem vorstehend genannten Beispiel. Damit würde bei einem Ableitstrom von 1 mA ein Messwert von 1,023 mA erscheinen.*

- Wer soll das ablesen?*
- Das würde keinen Prüfer unmittelbar zum Handeln aufrufen.*
- Der Prüfer müsste die Kenntnis haben, dass dieses Gerät einen regulären Ableitstrom von 1 mA hat!*

*Deutlicher sind die Ergebnisse bei Isolationswiderstandsmesswerten von mehr als 300 M $\Omega$  bis über 1000 M $\Omega$ , die auf der Primärseite von Schweißstromquellen typisch sind. Wenn entsprechend unserem Beispiel ein Ergebnis*

*von nur 10 M $\Omega$  festgestellt wird, erkennt jeder deutlich, dass dieses Gerät erheblich schlechtere Werte aufweist und umgehend näher überprüft werden muss.*

Für den tiefergründig Interessierten wird auf VDE 0106-102 /30/ verwiesen.

### 3.5.4 Messen der Ausgangsspannung

Enthält ein Betriebsmittel der Schutzklassen I oder II Kleinspannungsstromkreise (SELV, PELV) mit berührbaren aktiven Teilen, wie Ladegeräte, Netzteile, Stromerzeuger, Kleinspannungserzeuger usw., sind die Spannungen zu messen. Diese Spannungen dürfen die Angaben auf dem Typenschild und bei SELV die Grenzwerte der Schutzkleinspannung von  $\leq 25$  V AC oder  $\leq 60$  V DC nicht überschreiten.

### 3.6 Erproben

Ein Erproben der Funktion(en) des Prüfings bzw. seiner Teile ist nur insoweit vorzunehmen, wie es zum Nachweis der Sicherheit erforderlich ist.

Die Funktion der Sicherheitseinrichtung und deren Schutzwirkung sind durch Betätigen zu erproben, z. B.:

#### 1. Sicherheitseinrichtungen

- Hauptschalter,
- Not-Aus-Einrichtungen,
- Grenztaster,
- Verriegelungen usw.

## 2. Funktionsprobe

- Melde- und Kontrollleuchten,
- Wahlschalter,
- Befehlsgeräte,
- Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) durch Betätigung der Prüfeinrichtung (z. B. Prüftaste),
- Drehsinn/-richtung,
- Regeleinrichtungen usw.

## 3.7 Dokumentation der Prüfungen

Die Prüfungen sind zu dokumentieren. Eine Dokumentation ist so zu gestalten, dass eine hinreichende Aussagekraft gegeben ist. Hierzu kann die Wiedergabe von Messergebnissen und Messverfahren beitragen.

Der Nachweis kann z. B. durch Registrierung in einer Gerätekartei, in einem Prüfprotokoll, in einer PC-Datei oder in einem Prüfbuch erfolgen.

Die Dokumentation, z. B. in Prüfprotokollen, ist recht sinnvoll, weil die Ergebnisse der zurückliegenden mit der jetzigen Prüfung vergleichbar sind und eine Übersicht von sich verändernden Zuständen ermöglicht wird.

Eine Dokumentation sollte zumindest folgende Informationen beinhalten: Identifikation des Betriebsmittels (Typ, Hersteller, u. Ä.), Standort, Datum und Umfang der Prüfung, Prüfergebnis, Prüffrist, Prüfperson, verwendetes Prüf- bzw. Messgerät.

Mit der Erfassung sämtlicher Prüflinge erhält man gleichzeitig eine Inventarisierung der ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmittel.

Die Bilder 3-18 bis 3-20 zeigen Beispiele zur Dokumentation der Prüfung mit Hilfe von PC-Software auf Datenträger.

Bild 3-18: Beispiel 1 zur Dokumentation durch PC und Datenübertragung

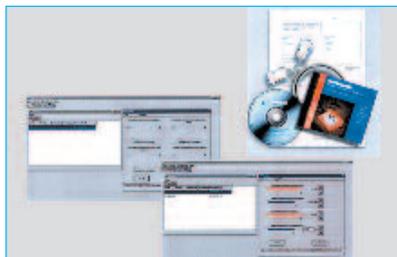


Bild 3-19: Beispiel 2 zur Dokumentation durch PC und Datenübertragung

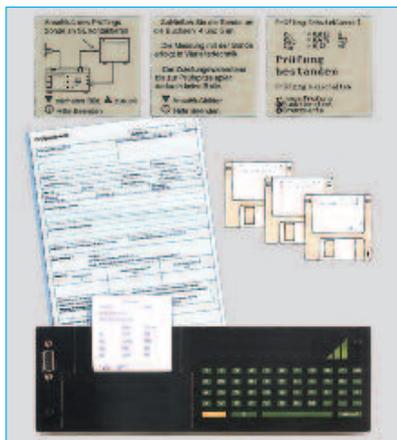
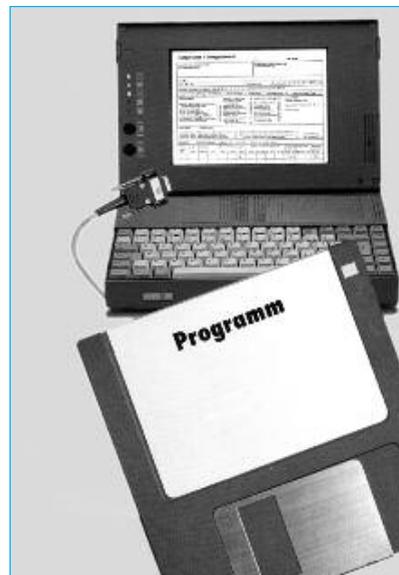


Bild 3-20: Papierlose Dokumentation durch Speichern der Messwerte und Gerätedaten



Zur direkten Verwendung dienen die im Abschnitt 10 eingearbeiteten Prüfprotokolle:

- „EF 1“: Dokumentation der Prüfung durch eine Elektrofachkraft, allgemein
- „EF 2“: Dokumentation der Prüfung durch eine Elektrofachkraft, erweitert
- „EuP“: Dokumentation der Prüfung durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person

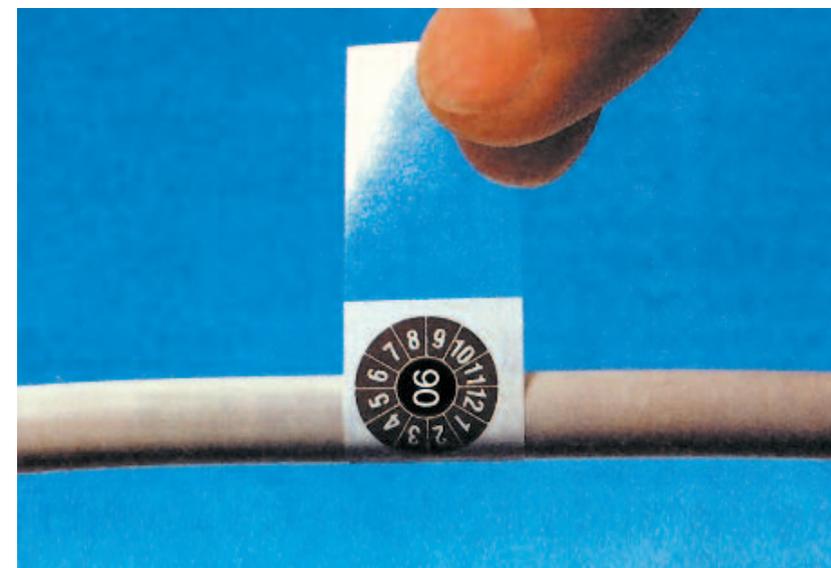
Auf deren Rückseiten können die in Kurzform zusammengestellten Prüfhinweise mit den Besichtigungsmerkmalen, Prüf-, Mess- und Erprobungskriterien übertragen werden.

Ein anderer oder zusätzlicher Weg besteht darin, Prüfplaketten, wie beispielsweise an Feuerlöschern, oder Prüfbänderolen anzubringen (Bilder 3-21 und 3-22). Damit kann der Benutzer die Einhaltung der Prüfristen erkennen. Es ist zweckmäßig, den Zeitpunkt der nächsten Prüfung auf der Prüfmarke anzugeben, da der Prüfer die erforderlichen Prüfristen nach Erfordernis festlegt.

Bild 3-21: Prüfplakette



Bild 3-22: Prüfbänderole zur Befestigung an der Anschlussleitung



## 4 Prüffristen

Die verwendeten Betriebsmittel, die Umgebungsbedingungen und äußeren Einflüsse sowie die Art der Nutzung sind in den jeweiligen Einsatzfällen als Ganzes zu betrachten und entsprechend zu bewerten, damit durch die verantwortliche Elektrofachkraft ein angemessener Zeitraum für die Prüfung festgelegt werden kann. Die Prüffristen müssen klar definiert sein und auf deren Einhaltung muss unbedingt geachtet werden.

Eine Entscheidungshilfe bei der Festlegung der Prüffristen ist in der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A 3), Tabelle 1B, enthalten (Bild 4-1).

Grundsätzlich sind Unternehmer, Arbeitgeber und Betreiber verpflichtet, die wiederkehrenden Prüfungen zu veranlassen. Er kann jedoch per Pflichtenübertragung seine Verpflichtung delegieren und eine Elektrofachkraft oder den Benutzer für die Einhaltung verantwortlich machen. Damit diese wiederum Verantwortung gerecht werden können, muss der Personenkreis für diese Aufgabe mit ausreichender Entscheidungsbefugnis ausgestattet sein.

Prüfpersonen (befähigte Personen) unterliegen in ihrer fachspezifischen Handlungsweise keinen Weisungen von fachlichen Laien.

Hinsichtlich der Fehlerquote von 2 % ist zu empfehlen, dass:

- nur in Arbeitsbereichen oder -prozessen mit etwa gleicher Beanspruchung ermittelt wird und damit bereichsweise die Prüffristen benannt werden.
- Schäden und Mängel in ihrer Schwere und Gefährdung richtig beurteilt werden und als Fehler in die Statistik eingehen.

- Mängel, die vom Betreiber oder Benutzer aufgrund seiner Sichtkontrolle vor dem Arbeitseinsatz rechtzeitig erkannt werden und Anlass zur Instandsetzung sind, brauchen nicht in der Fehlerstatistik zu erscheinen.

Bild 4-1: Prüffristen für die Wiederholungsprüfung (aus Tabelle 1B § 5 Durchführungsanweisungen der BGV A 3)

Betriebsmittel	Prüffrist Richt- und Maximalwerte	Art der Prüfung	Prüfer
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel (soweit benutzt)</li> <li>• Verlängerungs- und Geräteanschlussleitungen mit Steckvorrichtungen</li> <li>• Anschlussleitungen mit Stecker</li> <li>• Bewegliche Leitungen mit Stecker und Festanschluss</li> </ul>	<p><b>Richtwert:</b> 6 Monate, auf Baustellen 3 Monate (BGI 608 beachten). Wird bei den Prüfungen eine Fehlerquote &lt; 2 % erreicht, kann die Prüffrist entsprechend verlängert werden.</p> <p><b>Maximalwerte:</b> Auf <b>Baustellen</b>, in <b>Fertigungsstätten</b> und <b>Werkstätten</b> oder unter ähnlichen Bedingungen 1 Jahr, in <b>Büros</b> oder unter ähnlichen Bedingungen 2 Jahre.</p>	Auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft, bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte auch elektrotechnisch unterwiesene Person

## 5 Anforderungen an Mess- und Prüfgeräte

Für die Durchführung der Wiederholungsprüfungen sind nur Mess- und Prüfgeräte auszuwählen und zu benutzen, von denen

- bei bestimmungsgemäßem Gebrauch keine Gefahren von den Messeinrichtungen ausgehen dürfen, weder für den Prüfer noch für unbeteiligte dritte Personen;
- während der Prüfung auf Elektrosicherheit Mängel eindeutig festgestellt und präzise angezeigt werden.

Außerdem muss ein Betriebsmittel-Prüfgerät zur Prüfung aller vorhandenen Prüflinge geeignet sein.

Damit diese und weitere Eigenschaften, wie Genauigkeit, Ablesbarkeit usw., eingehalten werden, sollten nur Prüf- bzw. Messgeräte verwendet werden, die den geltenden Normen entsprechen und über ein GS-Zeichen verfügen.

Bild 5-1 zeigt eine Übersicht der zulässigen, geeigneten Messgeräte und -einrichtungen zu den erforderlichen Messaufgaben.

Bild 5-1: Geeignete Mess- und Prüfgeräte

Messgröße	Messgerät, Messeinrichtung
Schutzleiterwiderstand ( $R_{PE}$ ) (Abschnitt 3.5.1)	Niederohm-Messgerät nach DIN EN 61557-1 und -4, <b>VDE 0413-1 und -4</b>
Isolationswiderstand ( $R_{ISO}$ ) (Abschnitt 3.5.2)	Isolationswiderstands-Messgerät nach DIN EN 61557-1 und -2, <b>VDE 0413-1 und -2</b>
Schutzleiterstrom ( $I_{PE}$ ) (Abschnitt 3.5.3.1)	Messgerät nach DIN VDE 0404-4, <b>VDE 0404-4</b> (Ableitstrommesszange) und DIN EN 61010, <b>VDE 0411</b> (Ampere-/Multimeter)
Berührungsstrom ( $I_{Ber}$ ) (Abschnitt 3.5.3.2)	Messgerät nach DIN VDE 0404-4, <b>VDE 0404-4</b> (Ableitstrommesszange) und DIN EN 61010, <b>VDE 0411</b> (Ampere-/Multimeter)
Spannungsmessung ( $U_0$ ) (Abschnitt 3.5.4)	Messanordnung nach DIN EN 61010, <b>VDE 0144</b> (Spannungsmesser, Multimeter)
Auslösestrom ( $I_A$ ) oder Berührungsspannung ( $U_B$ ) (Abschnitt 7.5)	FI-Prüfgerät (RCD) nach DIN EN 61557-1 und -6, <b>VDE 0413-1 und -6</b>

### 5.1 Merkmale und Auswahlkriterien für Betriebsmittel-Prüfgeräte

Geeignete Prüfgeräte, so genannte Geräte-Tester für Prüfungen nach VDE 0701/0702, werden von diversen Herstellern in den unterschiedlichsten Ausführungen angeboten.

Einige Merkmale, worin sich die Geräte-Tester unterscheiden, sind z. B.:

- Geräte-Tester mit einer Gut-/Schlechtanzeige für die Nutzung durch unterwiesene Personen. Diese Art der Anzeige kann durch eine Meldeleuchten-Kombination, einen Signalton, eine farbige Markierung auf einer Messskala o. Ä. erweitert werden.
- Geräte-Tester, die durch eine Messwertanzeige nur für die Benutzung durch eine Elektrofachkraft geeignet sind.
- Geräte-Tester mit nur einer Prüfsteckdose und Prüfschritte, die ohne Netzspannung erfolgen, beispielsweise mit  $R_{PE}$ -,  $R_{ISO}$ - und Ersatzableitstrommessung.
- Geräte-Tester mit diversen Prüfsteckdosen verschiedener Normen, für ein- und dreiphasige Betriebsmittel, von 42 V bis 400 V AC, für 50 Hz bis 300 Hz. Eine Funktionsprobe oder Ableitstrommessung lässt sich in der Regel nur an einphasigen Geräten durchführen, weil die Tester überwiegend an ein Wechselstromnetz angeschlossen werden.
- Zu einigen Prüfgeräten werden für die Ableitstrommessung an Drehstromgeräten Zusatzkoffer angeboten, die an eine Drehstrom-Steckdose angeschlossen werden und die Ergebnisse an das Prüfgerät übertragen.
- Geräte-Tester mit nur einer Prüfsteckdose, die zur Ableitstrommessung auch mit Netzspannung beaufschlagt wird. Hier kann ein Gerät plötzlich anlaufen und zu einer Gefahr werden.
- Geräte-Tester mit einer Prüfsteckdose und einer separaten Netzsteckdose für z. B. Ableitstrommessungen.
- Geräte-Tester, die nur eine Teilprüfung durchführen können. Basismessungen, wie eine Isolationswiderstandsmessung, sind im Messablauf nicht vorgesehen.
- Geräte-Tester mit automatischen Mess- und Prüfabläufen, die je nach Ausstattung des Herstellers mehr oder weniger praktikabel sind.
- Geräte-Tester, die über eine Schnittstelle (seriell oder IR) an einen Drucker oder ein PC-System Daten übertragen können. Hiermit sind auch automatische Dokumentationen möglich. Es muss dann eine Datenbank-Software erworben werden.
- Summenstromwandler, die als einzelne Geräte bzw. in Kombination mit einem Multimeter (Strommesser) das Messergebnis anzeigen.

Bei einigen Geräte-Testern ist ein derartiger Wandler bereits eingebaut, in der Regel jedoch nur zur einphasigen Messung.

Für Drehstromsysteme bieten sich Ableitstrommesszangen, so genannte „Leckstrom“-Zangenamperemeter, in Verbindung mit einem Prüfadapter an. Diese hochempfindlichen Stromzangen müssen Ströme von 0,5 mA präzise messen und leicht ablesbar sein.

#### Was kann von einem Geräte-Tester VDE 0702 erwartet werden?

- Geräte-Tester, **mit nur einer** Schutzkontakt- oder Prüfsteckdose:
  - Diese Geräte beaufschlagen in der Regel den Prüfling nicht mit Netzspannung.
  - Kann der Prüfling über die Prüfsteckdose auch mit Netzspannung betrieben werden, sollte dies durch eine besondere Betätigung eingeleitet werden. Der Prüfer muss erkennen können, dass für ihn eine Gefährdung besteht. Dies ist durch eine Quittierung der Zuschaltung von Netzspannung erforderlich.
- Geräte-Tester, **mit zwei** Schutzkontakt- oder Prüfsteckdosen:
  - Hier ist durch Einbringen des Gerätesteckers als bewusste Handlung für den Prüfer klar erkennbar, ob Netzspannung auf den Prüfling geschaltet werden kann oder nicht.

Die Bilder 5-2 und 5-3 zeigen Messgeräte mit den Ausstattungsbeschreibungen.

*Bild 5-2: Prüf-/Netzsteckdose, je nach Prüfabschnitt. Grenzwertabweichungen werden durch LEDs angezeigt. Messwerte sind digital ablesbar. Messbuchsen für Adapter- und Messleitungsanschluss. Differenzstrommessung integriert*



*Bild 5-3: Prüf-/Netzsteckdose, je nach Prüfabschnitt. Alle relevanten Messungen sind möglich. Mit Zusatzmodulen sind Datenübertragung, Speicherung, Ausdruck und Drehstrom-Geräteanschluss möglich*



## 5.2 Prüfgeräte für elektrotechnisch unterwiesene Personen (EuP)

Prüfgeräte, mit denen elektrotechnisch unterwiesene Personen die Wiederholungsprüfungen durchführen dürfen, gelten dann als geeignet, wenn sie zusätzlich folgende Bedingungen erfüllen:

- der Anschluss des zu prüfenden Betriebsmittels ist mit der fest angebrachten Steckvorrichtung möglich,
- der Prüfablauf ist zwangsläufig festgelegt und
- das Prüfergebnis muss leicht erkennbar und auswertbar sein, z. B. Gut-/Schlecht-Anzeige, farbige unterlegte Skalen, Signalleuchten oder akustische Signalgebung, ergänzend zur Messwertanzeige, Aussagen im Klartext usw., siehe /19/.

## 5.3 Kalibrierung der Mess- und Prüfgeräte

Die für Wiederholungsprüfungen benutzten Mess- und Prüfgeräte sind regelmäßig zu prüfen und zu kalibrieren. Die Angaben des Herstellers hierzu sollten unter Berücksichtigung des Einsatzes beachtet werden.

**Hinweis:** Eine Kontrolle der korrekten Anzeige ist jederzeit möglich, wenn z. B. durch eine Elektrofachkraft

- mit einem „Prüf-Dummy“ über Widerstände ein Schutzleiter- und ein Isolationsfehler simuliert wird, wobei sich die Ist-Werte im Bereich der Grenzwerte befinden sollten (Ableitströme können mit Kondensatoren als Wechselstromwiderstand nachgebildet werden).
- die geforderte Isolations-Prüfspannung von mindestens 500 V DC oder 1000 V DC bei 1 mA Last (Achtung: Die Leerlaufspannung kann das 1,5-fache betragen) sowie der geforderte PE-Prüfstrom von mindestens 200 mA mit einem Multimeter gemessen werden.

Durchgeführte Kontrollen sind zu dokumentieren.

Die Zeiträume für eine Kalibrierung können hierdurch ggf. verlängert werden.

## 5.4 Beispiele handelsüblicher Betriebsmittel-Prüfgeräte

Bei den nachfolgend abgebildeten Prüfgeräten (Bilder 5-4 bis 5-11 auf den Seiten 38 und 39) handelt es sich um eine Auswahl von Angeboten verschiedener Hersteller mit unterschiedlichen Eigenschaften.

Aufgeführte Produkte sind beispielhaft für Geräte unterschiedlicher Preisklassen und Leistungsklassen.

Die Darstellungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sind nicht als Empfehlung durch den Herausgeber dieser Druckschrift anzusehen.

Bild 5-4: Prüf-/Netzkupplungsdose, je nach Prüfabschnitt. Anzeige der Grenzwertabweichung durch LED. Differenzstrommessung integriert



Bild 5-5: Prüf-/Netzsteckdose, je nach Prüfabschnitt. Grenzwerte sind auf der Skala farbig markiert



Bild 5-6: Prüfpult mit diversen Prüf- bzw. Messfunktionen. Für ortsfesten und mobilen Einsatz geeignet. Gerätetester als Einbaugerät. Beschaffungsmerkmale für einen Werkstattprüfplatz



Bild 5-7: Kombinierte Netz-/Prüfsteckdose oberhalb des Displays. Fehler werden durch Symbole sofort signalisiert und als Messwert angezeigt



Bild 5-8: Prüf-Netzsteckdose, auch zur Prüfung fest angeschlossener Geräte mit Anschluss für Ableitstrommesszange. Übertragung von Messdaten zum PC möglich



Bild 5-9: Prüfgerät für EuP geeignet. Gut-/Schlecht-Anzeige durch Signalleuchten, keine Messwertanzeige. Diverse Steckvorrichtungen

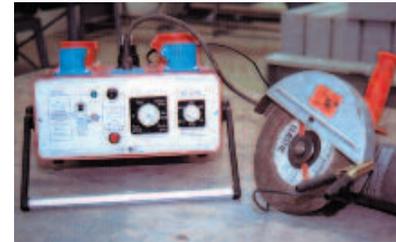


Bild 5-10: Getrennte Prüf-/Netzsteckdose. Meldungen durch LED und Anzeige der Messwerte. Datenübertragung auf PC möglich



Bild 5-11: Zur Prüfung von ein- und dreiphasigen Geräten geeignet, inklusive Differenzstrommessung und Datenübertragung. Mit unterschiedlichen Ausstattungen erhältlich



## 6 Gefahren, Prüfplatz, Prüfzubehör

### 6.1 Gefährdung der Prüfperson

Zielsetzung einer Prüfung ist das Feststellen des ordnungsgemäßen Zustandes eines Betriebsmittels, weil elektrische Mängel zu erheblichen Gefährdungen für den Benutzer führen können. Das betrifft im Besonderen alle berührbaren leitfähigen Teile eines Gerätes, die unter Spannung stehen können.



Wird an einen Prüfling mit einem Isolationsfehler oder Körperschluss oder einer Schutzleiterunterbrechung (ggf. durch die Messmethode) Netzspannung angelegt, dann muss damit gerechnet werden, dass bei diesen Messungen der Körper eines Prüflings berührunggefährliche Spannung führen wird.

### 6.2 Gefahren bei der Ableitstrommessung

Das Messen eines Ableitstromes kann zu einer Gefährdung führen, wenn der Prüfling mit Netzspannung betrieben wird und das zu prüfende Gerät einen Mangel besitzt.

Bei der direkten Schutzleiterstrommessung wird der PE aufgetrennt, um einen Strommesser zwischenschalten. Dadurch ist eine Gefahr bei einer Berührung des Prüflings möglich (berührbare leitfähige Teile können eine zu hohe Berührungsspannung annehmen).

Solche Risiken sind zu vermeiden, z. B. durch die Auswahl von geeigneten Prüfgeräten, damit der PE nicht unterbrochen werden muss.

Andernfalls ist die Prüfung in einer „elektrischen Prüfanlage“ nach VDE 0104/14/ durchzuführen, z. B. an einem Prüfplatz ohne zwangläufigen Berührungsschutz (Werkstattprüfplatz).

### 6.3 Gefahren beim Messen der Ausgangsspannung

In elektrischen Versorgungssystemen können bei Schalthandlungen mit induktiven Lasten oder Überspannungssystemen oder Blitzeinschlägen hohe Spannungsspitzen (Transienten) erzeugt werden, von denen eine hohe Gefährdung ausgehen kann.

Betriebsmittel mit Transformator (z. B. Lichtbogenschweißeinrichtungen, fest verbunden mit der elektrischen Anlage) werden äquivalent auf der Sekundärseite Spannungsspitzen erzeugen. Messgeräte, die zum Einsatz kommen, müssen deshalb für die jeweilige Spannungskategorie (CAT II, CAT IV) geeignet sein.

Muss zum Zweck der Messung der Berührungsschutz an einem Prüfling entfernt werden, sind technische und organisatorische Maßnahmen durchzuführen (siehe Abschnitt 6.4).

### 6.4 Besonderer Prüfplatz bei Gefahr bringenden Prüfungen

Werden an Prüflingen, bei aufgehobenem Berührungsschutz, beispielsweise Messungen und Prüfungen mit berührunggefährlichen Spannungen durchgeführt, so müssen für den Prüfbereich Zusatz-Schutzmaßnahmen eingerichtet werden, d. h., die Festlegungen für einen Prüfplatz ohne zwangläufigen Berührungsschutz (Werkstattprüfplatz) /14/ sind zu erfüllen.

Zum sicherheitsgerechten Betrieb eines solchen Prüfplatzes ist im Wesentlichen gefordert:

- die Fehlerstrom-Schutz-einrichtung (RCD) mit Bemessungsfehlerstrom  $\leq 30$  mA,
- die Not-Aus-Einrichtung,
- eine Einschaltverhinderung bei Wiederkehr der Spannung nach Netzausfall,
- ein Schaltgerät gegen unbeabsichtigtes und unbefugtes Einschalten,
- eine Prüftischplatte aus nicht leitendem Werkstoff,
- der Potenzialausgleich berührbarer leitfähiger Teile,
- Sicherheitskennzeichnungen /7/,
- eine geeignete Betriebsanweisung,
- die regelmäßige, mindestens jährliche Prüfung der Prüfanlage (dokumentieren) und
- eine regelmäßige Unterweisung des Prüfpersonals (dokumentieren).

Darüber hinaus ist eine Abgrenzung des Prüfplatzes zur Zutrittverhinderung Unbefugter, eine Betriebszustandsanzeige (rote Signalleuchte) und ein isolierender Standort für die Prüfperson zu realisieren.

### 6.5 Gefahren durch Prüfzubehör

Eine Gefahr kann auch von dem eingesetzten Prüfzubehör ausgehen.

Es werden Prüfadapter hergestellt und verwendet, die eine Unterbrechung des Schutzleiters gestatten.

Mit ihnen wird es z. B. ermöglicht, einen Strommesser in den Schutzleiter einzuschleifen oder mittels Ableitstrommesszange (Leckstromzange) die eingebrachte Schleife einer Einzelader zu umgreifen.



Dadurch besteht für die Prüfperson und andere Personen die Gefahr, dass ein Gerät mit Körperschluss an den Adapter angeschlossen werden kann.

Wenn vom Fachpersonal die Benutzung solcher Adapter als notwendig und zulässig angesehen wird, ist dies in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

Die verantwortliche Elektrofachkraft muss die Prüfperson(en) entsprechend unterweisen.

## 7 Ergänzende Hinweise zu speziellen Betriebsmitteln

### 7.1 Prüflinge mit Drehstrom-Steckvorrichtung

Betriebsmittel-Prüfgeräte sind typischerweise mit Schutzkontakt-Steckdose(n) (230 V ~) als Prüf-/Netzsteckdose(n) ausgestattet.

- Mit Hilfe eines Prüfadapters, von z. B. Schukostecker auf Drehstrom-Kupplungsdose (verbunden über eine 3-adrige bewegliche Anschlussleitung), können auch an Drehstrom-Betriebsmitteln die Schutzmaßnahmen-Prüfungen durchgeführt werden. Ein Inbetriebsetzen des Prüflings ist in dem Fall natürlich nicht möglich.
- Es werden auch handelsübliche Adapter angeboten, die aus einem Isolierstoff-Gehäuse bestehen und mit eingebauten (gängigen) Steckvorrichtungen ausgestattet sind. Der Anschluss erfolgt über eine Geräteanschlussleitung mit Schutzkontaktstecker (Bilder 7-1 und 7-2).

*Bild 7-1: Prüfadapter für Geräte mit Steckvorrichtungen, die nicht direkt an ein Prüf-/Messgerät anschließbar sind*



- Weiterhin werden Prüfadapter und -koffer vertrieben, die vorhandene Prüfgeräte um diverse Funktionen erweitern. Darüber können auch dreiphasige Prüflinge mit Netzspannung betrieben und Ableitstrommessungen durchgeführt werden.

*Bild 7-2: Prüfadapter zur Kontaktierung von Drehstrom-Geräten 16 und 32 A sowie 3-poligen CEE-Geräten 16 A*



### 7.2 Besonderheiten schutzisolierter Betriebsmittel mit durchgeführtem Schutzleiter

Es sind schutzisolierte Betriebsmittel handelsüblich, die nicht mit dem Schutzisolationssymbol  gekennzeichnet sind, da ein Schutzleiter „durchgeschliffen“ oder z. B. an einer Steckdose vorhanden ist. Das kann beispielsweise bei Kernbohrmaschinen und bei Leitungsrollern (Kabeltrommeln) der Fall sein. DIN VDE 0100-410 nimmt im Abschnitt „Schutzisolierung“ Bezug hierauf. Danach

ist es zulässig, dass in einem schutzisolierten Betriebsmittel z. B. Schutzkontaktsteckdosen montiert sind, wenn deren PE-Kontakte durch Klappdeckel abgedeckt sind.

### 7.3 Steckerstifte von Miniatur-Steckvorrichtungen

Bei Informationsgeräten und zunehmend bei kleinspannungsbetriebenen elektrischen Geräten sind Steckerstifte von Datenleitungen oder Ladeteilen berührbar. Dies können z. B. die Pins von seriellen Schnittstellen, die Kontakte von RJ-45-Steckern, Ladestecker für Mobiltelefone oder Notebooks usw. sein. Diese Kontakte sind typischerweise als galvanische Trennung gegenüber dem Netzanschluss der Geräte und damit als elektrisch sichere Trennung zu betrachten (SELV, PELV).

Entsprechend der DIN VDE 0702 müssen an diesen aktiven berührbaren Teilen der Isolationswiderstand und der Berührungsstrom gemessen werden.

Zur Durchführung der Isolationswiderstandsmessungen ist das Kurzschließen und Kontaktieren von einzelnen oder mehreren Stiften notwendig, dies ist praktisch nicht ohne weiteres möglich.

Wenn bei der bestimmungsgemäßen Benutzung eine großflächige Berührung durch eine Person auszuschließen ist

und damit aufgrund kleiner Kontaktflächen auch nur mit kleinsten Berührungsströmen zu rechnen ist, kann sich der Prüfer dazu entschließen, auf eine Isolationswiderstandsmessung zu verzichten. Dies ist dann in der Dokumentation zu vermerken.

Das Messen des Berührungsstromes ist ggf. sinnvoller durchzuführen, z. B. an Rundsteckern von Netzteilen für Notebooks, wo der äußere Kontakt überwiegend „Minus“ führt. Eine einfache, relativ großflächige Berührung mit den Fingern ist möglich.

Der Prüfer ist derjenige, der sich zur Beurteilung der Elektrosicherheit für die anzuwendenden Prüfschritte während der Prüfung oder für das Auslassen von Prüfschritten fachlich korrekt im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung entscheiden muss. In jedem Fall sollte er die Entscheidung in der Dokumentation kurz darstellen und begründen.

Hinzu kommt, dass

- vom Hersteller die in den Normen geforderte sichere Trennung ordnungsgemäß ausgeführt wurde, z. B. als Nachweis: Angabe in der Dokumentation, Zertifikat bzw. anerkanntes Prüfzeichen mit Bestätigung der entsprechenden Normenkonformität, GS, VDE, CE usw. und
- sich das Gerät in einem ordnungsgemäßen, normgerechten Zustand befindet.

## 7.4 Besonderheiten bei Lichtbogen-Schweißeinrichtungen

Elektrische Schweißstromquellen wandeln die Energie aus dem Stromnetz um und stellen für den Schweißvorgang geeignete niedrige Spannungen und hohe Ströme zur Verfügung, die auch sicherheitstechnisch zu berücksichtigen sind.

Dadurch sind zusätzliche Prüfschritte gegenüber denen bei sonst üblichen Betriebsmitteln (z. B. Bohrmaschinen, Winkelschleifern, Handleuchten, Verlängerungsleitungen, Wasserkochern) erforderlich.

Wegen der verschiedenartigen technischen Ausführungen der Lichtbogen-Schweißeinrichtungen (statischer Trafo, rotierender Umformer, Inverter-Technik) bereitet es den Elektrofachkräften vielfach Schwierigkeiten, eigenständig die sicherheitstechnischen Prüfungen durchzuführen.

Prüfgrundlage, Arbeitshilfe und Dokumentationsvorschlag für Lichtbogen-Schweißeinrichtungen bietet der Normenentwurf *E DIN IEC 60974-4 /27/*.

Durch den verstärkten Einsatz von elektronischen Bauteilen sind Isolationswiderstandsmessungen mit der entsprechend hohen Prüfspannung (500 V DC) besonders sorgsam und fachgerecht (alle Leiter kurzgeschlossen nur gegen PE/Körper prüfen) durchzuführen, ggf. nach vorheriger Information durch den Hersteller.

Ein weiteres Augenmerk muss darauf gelegt werden, dass die Prüfspannung unter Umständen nicht alle Bauteile erreicht und evtl. zusätzliche Maßnahmen notwendig werden, um eine vollwertige Messung durchzuführen. Im Primärkreis sind ggf. Bauteile zwischen den Außenleitern und dem PE geschaltet, die das Gerät gegen Überspannungsspitzen schützen sollen. Diese ergeben bei der Messung des Isolationswiderstandes einen niedrigen Messwert, der einer Klärung bedarf.

Vergleichbar sind auf der Sekundärseite bei einigen Geräten Bauteile, wie Kondensatoren oder Varistoren, am Schweißstromausgang gegen Körper geschaltet und bewirken ebenfalls einen „schlechteren“ Isolationswiderstandswert. In jedem Fall ist hier vom Hersteller eine Information zur Vorgehensweise erforderlich, um die Ergebnisse richtig bewerten zu können.

Deshalb sollte grundsätzlich die Betriebsanleitung oder die Prüfanweisung des Herstellers berücksichtigt oder dieser dazu befragt werden. Beispielsweise sind evtl. Zünd- und Stabilisierungseinrichtungen kurzzuschließen, abzubauen oder zu überbrücken.

Die BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) /8/ Kapitel 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ enthält im Abschnitt 3.27.1 „Regelmäßige Prüfungen“ Empfehlungen hinsichtlich der Prüffristen.

Es werden wegen der erhöhten Beanspruchung folgende Prüffristen und -schritte beschrieben:

### Vierteljährlich:

Teilweiseprüfung (ohne Öffnen der Schweißeinrichtung), evtl. von einer elektrotechnisch unterwiesenen Person (EuP) durchführbar:

- Sichtprüfung auf ordnungsgemäßen Zustand.
- Prüfung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag auf Wirksamkeit (Schutzleiterprüfung).
- Eine Prüfung des Isoliervermögens der Primärseite ist durchzuführen (Isolationswiderstand oder eine geeignete Ableitstrommessung).
- Funktionsprüfung sicherheitstechnischer Einrichtungen.

### Jährlich:

Umfassende Prüfung zusätzlich zur Teilweiseprüfung (nach Öffnen und innerer Reinigung der Schweißeinrichtung):

- Sichtprüfung der geöffneten Steckverbindungen und -vorrichtungen.
- Isolationsprüfung von Eingangs- und Ausgangstromkreis gegen Körper und beide Stromkreise gegeneinander.
- Ableitstrommessungen sind zusätzlich erforderlich (primärseitig und auf der Sekundärseite mit einer besonderen Prüfschaltung).
- Leerlaufspannungsmessung auf der Sekundärseite mit einer besonderen Prüfschaltung zur Feststellung des Scheitelwertes.

## 7.5 Prüfungen von ortsveränderlichen Schutzeinrichtungen mit RCD

Ortsveränderliche Schutzeinrichtungen mit Fehlerstrom-Schutzschalter (Bild 7-3) „PRCD“ (Portable Residual Current protective Device) sind in unterschiedlichen technischen Ausführungen in Benutzung.

Bild 7-3: Ortsveränderliche Schutz-einrichtung mit RCD



Aufgrund der verschiedenen Bauarten bereitet es den Prüfpersonen immer wieder Probleme, die Wiederholungsprüfungen fachgerecht durchzuführen.

Es werden verschiedene Arten von RCDs in die ortsveränderlichen Schutzeinrichtungen eingebaut, z. B.

- PRCD ohne Hilfsspannung und nicht geschaltetem Schutzleiter.
- PRCD mit Hilfsspannung und nicht geschaltetem Schutzleiter (diese RCD benötigt die Netzspannung zum Auslösen).

- PRCD mit Hilfsspannung und geschaltetem Schutzleiter (diese RCD schaltet den Schutzleiter bei jedem Schaltvorgang mit ab).
- PRCD-S (Herstellerbezeichnung Fa. Kopp) mit Hilfsspannung, geschaltetem Schutzleiter und erweitertem Schutzzumfang (diese PRCD verfügt neben der Differenzstromschutzeinrichtung über eine Unterspannungsauslösung, eine Schutzleitererkennung, eine Schutzleiterüberwachung und eine Fremdspannungserkennung).  
**Anmerkung:** Eine PRCD-S erfüllt die Forderungen der BG-Information „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ (BGI 608) als Speisepunkt für kleine Bau- und Montagestellen. Die Prüfintervalle sind entsprechend dieser Informationsschrift zu organisieren.

Der unterschiedliche Aufbau, z. B. geschalteter Schutzleiter, Unterspannungsauslösung diverser PRCD, kann den Messablauf beeinflussen.

Es ist dringend zu empfehlen, diesbezügliche Hersteller-Informationen zu beschaffen und zu beachten.

### Durchzuführende Prüfungen

#### Schutzleiterwiderstandsmessung nach Abschnitt 3.5.1

Dabei ist zu beachten, dass der Schutzleiter ggf. geschaltet wird oder sich in der Schutzleiterstrombahn Bauteile befinden, die der Überwachung von Schutzfunktionen dienen können. Bei dieser Eigenschaft ist die Durchschaltung des PE jedoch nur möglich, wenn die Netzversorgung vorhanden ist. Der PE kann vergleichsweise wie in Bild 3-5

und Bild 3-6 (auf den Seiten 18 und 19) dargestellt geprüft werden (PRCD-S) oder zwischen den Schutzkontakten der Steckvorrichtungen.

#### Isolationswiderstandsmessung nach Abschnitt 3.5.2

Wird bei der Isolationswiderstandsmessung der zulässige Grenzwert unterschritten, z. B. durch integrierte Bauteile, die der Überwachung von Schutzfunktionen dienen, so kann die Prüfung ggf. trotzdem als bestanden betrachtet werden, wenn Ableitstrommessungen im direkten Verfahren oder im Differenzstromverfahren durchgeführt werden:

- als Schutzleiterstrommessung im durchgeschalteten Zustand und
- als Berührungsstrommessung im ausgeschalteten Zustand an allen Kontakten der Ausgangssteckvorrichtung(en).

Leitfähige Gehäuseteile, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind, müssen gemäß Abschnitt 3.5.3.2 geprüft werden.

**Messung des Schutzleiterstromes** nach dem direkten Verfahren oder Differenzstromverfahren gemäß Abschnitt 3.5.3.1

**Messung des Berührungsstromes** wenn erforderlich nach Abschnitt 3.5.3.2.

#### Prüfen, Erproben der RCD-Eigenschaften

- Prüfung auf Funktion der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung durch Betätigung der Prüfeinrichtung (z. B. Prüftastendruck).
- Prüfung auf Wirksamkeit der automatischen Abschaltung der RCD (PRCD) mit Hilfe eines Schutzmaßnahmenprüfgerätes zur Überprüfung der Auslösung mit dem entsprechenden Bemessungsfehlerstrom (z. B. 10 mA oder 30 mA).

#### Prüfen, Erproben weiterer Sicherheitsfunktionen

- Erprobung einer ggf. vorhandenen Unterspannungsauslösung.
- Gegebenenfalls Überprüfung der Erkennung von Schutz- oder Neutralleiterunterbrechung sowie Leitervertauschungen.

Diese Testungen können z. B. mit einem Netzadapter, ausgestattet mit berührungssicheren Laborbuchsen, durchgeführt werden.

### Übersicht der RCD-Kurzzeichen

Kurzform	Englische Bezeichnung	Bisherige deutsche Bezeichnung
RCD	Residual Current protective Device	Differenzstrom(DI)- bzw. Fehlerstrom(FI)-Schutzeinrichtung (diese Schutzeinrichtung kann spannungsabhängig <sup>1)</sup> oder spannungsunabhängig sein)
PRCD	Portable Residual Current protective Device	Ortsveränderliche DI- bzw. FI-Schutzeinrichtung
PRCD-S <sup>2)</sup>	Portable Residual Current protective Device – Safety	Ortsveränderliche DI- bzw. FI-Schutzeinrichtung mit erweitertem Schutzzumfang und Sicherstellung der bestimmungsgemäßen Nutzbarkeit des Schutzleiters

<sup>1)</sup> Spannungsunabhängig bedeutet, die Schutzeinrichtung benötigt eine Hilfsspannung (Versorgungsspannung) für die Auslösung

<sup>2)</sup> PRCD-S ist eine Herstellerbezeichnung und zurzeit noch nicht genormt

## 8 Betriebsmittelauswahl nach Einsatzbereichen

Während des ersten Prüfschrittes ist im Rahmen der Besichtigung – soweit möglich – zu prüfen, ob das Betriebsmittel (Prüfling) für den zu erwartenden Einsatzbereich geeignet ist.

Welchem Einsatzbereich elektrische Betriebsmittel zuzuordnen sind, hat sich an den Nutzungsmerkmalen zu orientieren. Dies gilt sowohl für die Einsatzdauer als auch für den Leistungsbedarf.

Neben einer geeigneten Leitungsqualität (siehe Abschnitt 9) ist besonderes Augenmerk auch auf die erforderliche Schutzart (Schutz gegen Fremdkörper und Feuchtigkeit) sowie auf ausreichende mechanische Festigkeit zu richten.

Geeignete Betriebsmittel für die Bereiche Bau- und Montage sind an dem Symbol  (Hammer in Raute) erkennbar.

Um dem Benutzer oder Betreiber die Möglichkeit zu geben, anhand einer außen angebrachten Kenntlichmachung ein Betriebsmittel entsprechend den zu erwartenden Umgebungsbedingungen und äußeren Einflüssen am Verwendungsort auszuwählen, enthält die Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGI A 3) /6/ eine Anpassungsregelung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel an elektrotechnische Regeln.

Darin ist festgeschrieben, dass bis zum 30. Juni 1998 eine Kennzeichnung der ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmittel gemäß BG-Information „Aus-

wahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen“ (BGI 600) /10/ vorzunehmen war, wenn eine Verwechslung bei Vorhandensein von Geräten für den unterschiedlichen Einsatz möglich ist (Bilder 8-1 und 8-2).

Wurde die Kategorie Kennzeichnung bisher noch nicht vorgenommen, so ist dies im Zusammenhang mit der Wiederholungsprüfung sehr gut möglich.

Zu beachten ist, dass elektrische Betriebsmittel mit der ihrer Kategorie entsprechenden Kennzeichnung deutlich und dauerhaft erkennbar zu versehen sind.

Es ist die Kategorie auszuwählen, die bei den Mindestanforderungen alle Kriterien erfüllt.

Bei Verlängerungsleitungen und Geräteanschlussleitungen genügt die Identifikation der Leitung aufgrund des ausgeprägten Leitungstyps mit Steckvorrichtung für die entsprechende Kategorie.

### Hier Erläuterungen zu den Kategorie Kennzeichnungen:

#### Kategorie 1

Elektrische Betriebsmittel mit den Ausstattungsmerkmalen der Kategorie **K 1** sind geeignet zur Benutzung in Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft, z. B. gewerbliche Hauswirtschaft, Hotels, Küchen, Wäschereien, an Montagebändern in der Serienfertigung für kleinere und mittlere Seriengeräte, Laboratorien, Montage, Schlossereien, Werkzeugbau, Maschinenfabriken, Automobilbau, Innenausbau, Fahrzeuginstandhaltung, Fertigungsstätten, Kunststoffverarbeitung, jeweils in Innenräumen, mit Einschränkungen auch im Freien.

Die Betriebsmittel werden unter normaler mechanischer Beanspruchung in trockener bis feuchter Umgebung eingesetzt, die Einwirkung von Staub ist normal, die von Ölen, Säuren und Laugen gering, Korrosionseinwirkungen liegen nicht vor.

Bild 8-1: Kennzeichnung der Anwendungskategorie am Betriebsmittel, hier **K 1**



#### Kategorie 2

Elektrische Betriebsmittel der Kategorie **K 2** sind geeignet zur Benutzung in Räumen und Anlagen besonderer Art, z. B. Landwirtschaft, Tagebau, Stahlbau, Baustellen, Gießereien, Großmontage, chemischen Industrie, bei Arbeiten unter erhöhter elektrischer Gefährdung, jeweils in Innenräumen oder im Freien.

Die Einwirkungen können sein: Hohe mechanische Beanspruchung, Verwendung in nasser Umgebung, Korrosion, Öle, Säuren und Laugen mittel bis hoch, hohe Staubeinwirkung, auch leitfähige Stäube.

Bild 8-2: Kennzeichnung der Anwendungskategorie am Betriebsmittel, hier **K 2**



## 9 Auswahl geeigneter Anschlussleitungen

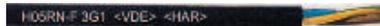
Ein besonderes Augenmerk ist auf die Anschlussleitungen elektrischer Betriebsmittel zu richten.

Häufig wurde an elektrischen Betriebsmitteln vom Hersteller eine PVC-Leitung (H05VV-F o. Ä.) oder leichte Gummischlauchleitung (H05RR-F) angeschlossen.

Bei Geräten, die in Gewerbe, Handwerk, Industrie sowie auf Bau- und Montagestellen betrieben werden, muss die bewegliche Anschlussleitung mindestens die Qualität entsprechend der nachfolgenden Beschreibung aufweisen /13/, /16/ und /17/.

**In Innen- und überdachten Außenbereichen** (Anwendungskategorie [\[K 1\]](#)):

- Gummischlauchleitung **H05RN-F**.



oder

- Polyurethanschlauchleitung (EPR/PU) **H05BQ-F**.



Bei starker Beanspruchung, z. B. heiße Späne, die auf Anschlussleitungen der Maschinenleuchten an Drehmaschinen fallen, sind, neben der Verwendung geeigneter Leitungen, diese geschützt und ggf. zusätzlich in geeignetem Schutzschlauch/-rohr zu verlegen.

**In Innen- und überdachten Außenbereichen sowie im Freien, auf Bau-/Montagestellen und bei erhöhter elektrischer Gefährdung** (Anwendungskategorie [\[K 2\]](#)):

- Schwere Gummischlauchleitung **H07RN-F**.



oder

- Polyurethanschlauchleitung (EPR/PU) **H07BQ-F**.



oder

- schwere Gummischlauchleitung, öl-/ozonbeständiger Typ **NSSHöu**, bei sehr hoher mechanischer Belastung (VDE 0250 Teil 812)

oder

- Gummischlauchleitung **NMHVöu**, zum Anschluss von Elektrowerkzeugen bei besonders hohen Verdrehungs- und Knickbeanspruchungen (VDE 0250 Teil 806).

An handgeführten Elektrowerkzeugen bis zu einer Leitungslänge von 4 m ist als Netzanschlussleitung auch Typ H05RN-F oder eine mindestens gleichwertige Bauart zulässig, soweit nicht die Normenreihe, z. B. DIN VDE 0740, eine höherwertige Bauart fordert, siehe BG-Information „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ (BGI 608).

Im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung für die Einsatzbereiche ist zwischen Anschlussleitungen und Verlängerungsleitungen hinsichtlich der Beanspruchung und damit der Auswahl der Leitungsqualität zu unterscheiden.

Anschlussleitungen von Geräten, in der Regel nicht länger als 4 m, werden weniger stark beansprucht als Verlängerungsleitungen, die oft über weite Strecken auf dem Boden liegend – in Geh-, Tritt- und Transportbereichen – wesentlich stärker beansprucht werden. Für einen derartigen Einsatz ist H05RN (oder BQ) -F ungeeignet und mindestens H07RN (oder BQ) -F erforderlich.

Schweißleitungen müssen mindestens der Qualität **H01N2-D** (feindrätig) bzw. **H01N2-E** (feinstdrätig) entsprechen (VDE 0282 Teil 6).

Polyurethanschlauchleitungen (PUR-Leitungen) gelten als geeignet, wenn der Mantel aus Polyurethan (PU) und die Leiterisolierung aus Ethylenpropylen-Kautschuk (EPR) für Spannungen bis 300/500 V (H05BQ-F [VDE 0282 Teil 10]) oder 450/750 V (H07BQ-F [VDE 0282 Teil 10]) besteht.

Derartige Leitungen dürfen keiner thermischen Beanspruchung durch Wärmequellen, wie heiße Oberflächen nach Brenn- oder Schweißarbeiten, Schweißperlen, im Gießereibereich, durch heiße Späne oder in der Nähe von Funken reißenden Maschinen, z. B. bei groben Schleif- oder Trennarbeiten usw., ausgesetzt werden.

Die Beobachtungen an entsprechenden Arbeitsplätzen zeigen, dass bei Wärmeeinfluss schnell tiefe Einschmelzungen erfolgen. Gummischlauchleitungen sind ebenfalls gemäß Norm nicht warm-

fest, jedoch zeigt die Praxis, dass bei Hitzebeanspruchung die Einschmelzungen weniger intensiv sind und die Wärme länger einwirken muss, um vergleichbare Beschädigungen hervorzurufen.

### Sonderanwendungen

- **Wärmebeständige** Gummischlauchleitung **H05GG-F** (rund) bzw. **H05GGH2-F** (flach), für Anwendungen bis max. 110 °C Temperatur am Leiter (VDE 0282 Teil 11).
- **Wärme- und kältebeständige** EPR-Schlauchleitung **H05BB-F**, für max. 90 °C Leitertemperatur (VDE 0282 Teil 12).
- **Wärmebeständige** Silikon-schlauchleitung (SiR) **H05SS-F** (feinstdrätig), höchstzulässige Temperatur am Leiter 180 °C (VDE 0282 Teil 15).
- **Wasserbeständige** schwere Schlauchleitung Typ **H07RN8-F**, für Anwendungen in unverschmutztem Wasser bis zu 10 m Tiefe und 40 °C (VDE 0282 Teil 16).

Weitere Vorgaben enthält die Informationsschrift /10/ sowie für den Bereich von Bau- und Montagestellen /11/. Bei erhöhter elektrischer Gefährdung ist zusätzlich /9/ maßgebend.

Für nicht aufgeführte Anwendungen ist nach VDE 0100 Teil 520 die VDE 0298 mit den entsprechenden Teilen zu beachten.







- falsche Bestückung mit Sicherungen, Lampen oder dergleichen,
- Mängel an Sicherheitseinrichtungen (z. B. Hauptschalter, Schlüsselschalter, Not-Aus-Befehlseinrichtungen, Verkleidungen usw.),
- Mängel an Schlauchpaket, Stabelektrodenhalter oder Lichtbogenbrenner, falls vorhanden,
- ordnungsgemäß montierte und funktionstüchtige mechanische Schutzvorrichtungen,
- sonstige mechanische, chemische oder thermische Beschädigungen,
- einwandfreie Lesbarkeit von Aufschriften, die der Sicherheit dienen (z. B. Warnsymbole, Schutzklasse, Kenndaten der Sicherung, Schalterstellung an Trenn- und Wahlschaltern, Kategoriekennzeichnungen für Einsatzbereiche usw.).

## II. Messen – auf Wirksamkeit der Schutzmaßnahme –

Mittels Prüfgerät gemäß VDE 0404 Teile 1 und 2, das u. a. folgende Bedingungen erfüllen muss:

- Der Anschluss des Prüflings ist mit der fest angebrachten Steckvorrichtung möglich,
- der Prüfablauf ist zwangsläufig festgelegt,
- das Prüfergebn muss leicht erkennbar und auswertbar sein, z. B. Gut-/Schlecht-Anzeige.

Das Prüfgerät ist regelmäßig zu prüfen und zu kalibrieren (Herstellerangaben beachten).

## III. Erproben – auf Funktion –

### 1. Sicherheitseinrichtungen

- Hauptschalter,
- Not-Aus-Einrichtungen,
- Verriegelungen.

### 2. Funktionsprobe

- Wahlschalter, Befehlsgeräte, Melde- und Kontrollleuchten, Regelorgane,
- Drehsinn, Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (Betätigung der Prüftaste) usw.

## 10.4 Muster-Prüfprotokoll „Lichtbogen-Schweißeinrichtungen“

In Anlehnung an E DIN IEC 60974-4/VDE 0544-4

<b>Betreiber:</b>		<b>Verantwortlich:</b>		<b>Verwendung:</b> <input type="checkbox"/> S / Baustelle			
		<b>Fabrikat:</b>		<b>Modell:</b>			
Ser.-Nr.:	Baujahr:	Schutzklasse: I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/>		Standort:			
Zubehör:				Prüfgerät:			
<b>Art der Prüfung:</b>	<b>Datum:</b>						
* <b>Zwischenprüfung:</b>	<b>Prüffrist:</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sichtprüfung: O = ohne Befund X = mangelhaft							
Schutzleiterwiderstand:	R <sub>PE</sub>	[mΩ]					
Funktionsprüfung:							
* <b>Hauptprüfung, zusätzlich zur Zwischenprüfung:</b>	<b>Prüffrist:</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Isolationswiderstand:							
• Eingangstromkreis ↔ Körper " ↔ galv. getr. Steuerstromkr.	R <sub>ISO</sub>	[MΩ]					
• Schweißstromkreis ↔ Körper " ↔ galv. getr. Steuerstromkr.	R <sub>ISO</sub>	[MΩ]					
• Eingangs- ↔ Schweißstromkreis	R <sub>ISO</sub>	[MΩ]					
Ableitstrom, primär:	I <sub>Abi.</sub>	[mA]					
Berührungsstrom, sekundär:	I <sub>Abi.</sub>	[mA]					
Leerlaufspannung AC/DC:	U <sub>0</sub>	[V]					
Datum der nächsten Prüfung:							
Prüfer:							

Bemerkungen (Befund X): \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## Literaturverzeichnis

- /1/ Arbeitsschutzgesetz **ArbSchG**
- /2/ Betriebssicherheitsverordnung **BetrSichV**
- /3/ Technische Regeln für Betriebssicherheit „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“ **TRBS 1201**
- /4/ Technische Regeln für Betriebssicherheit „Befähigte Personen – Allgemeine Anforderungen –“ **TRB 1203**
- /5/ **BGV A 1** Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“
- /6/ **BGV A 3** Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
- /7/ **BGV A 8** Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“
- /8/ **BGR 500** „Betreiben von Arbeitsmitteln“
- /9/ **BGI 594** „Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung“
- /10/ **BGI 600** „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen“
- /11/ **BGI 608** „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“
- /12/ DIN VDE 0100-200 **VDE 0100-200**: 1998-06 „Elektrische Anlagen von Gebäuden“ – Begriffe
- /13/ DIN VDE 0100-520 **VDE 0100-520**: 2003-06 „Errichten von Niederspannungsanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V“ – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Kabel- und Leitungsanlagen
- /14/ DIN EN 50191 **VDE 0104**: 2001-01 „Errichten und Betreiben elektrischer Prüfanlagen“
- /15/ DIN VDE 0105-100 **VDE 0105-100**: 2005-06 „Betrieb von elektrischen Anlagen“
- /16/ DIN 57288-3 **VDE 0298-3**: 1983-08 „Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen“ – Allgemeines für Leitungen
- /17/ DIN VDE 0298-300 **VDE 0298-300**: 2004-02 „Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen“ – Leitfaden für die Verwendung harmonisierter Niederspannungsstarkstromleitungen
- /18/ DIN VDE 0404-1 **VDE 0404-1**: 2005-05 „Prüf- und Messeinrichtungen zum Prüfen der elektrischen Sicherheit von elektrischen Geräten“ – Allgemeine Anforderungen
- /19/ DIN VDE 0404-2 **VDE 0404-2**: 2002-05 „Prüf- und Messeinrichtungen zum Prüfen der elektrischen Sicherheit von elektrischen Geräten“ – Prüfeinrichtungen für Prüfungen nach Instandsetzung, Änderung oder für Wiederholungsprüfungen
- /20/ DIN VDE 0404-4 **VDE 0404-4**: 2005-04 „Prüf- und Messeinrichtungen zum Prüfen der elektrischen Sicherheit von elektrischen Geräten“ – Handgehaltene und handbediente Strommesszangen/Stromsonden für Messungen von Schutzleiterströmen und Berührungsströmen von elektrischen Geräten
- /21/ DIN EN 61010-1 **VDE 0411-1**: 2002-08 „Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte“ – Allgemeine Anforderungen
- /22/ DIN EN 61010-2-032 **VDE 0411-2-032**: 2003-07 „Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte“ – Besondere Anforderungen für handgehaltene und handbediente Stromsonden für elektrische Messungen
- /23/ DIN EN 61010-2-031 **VDE 0411-031**: 2002-11 „Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte“ – Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum Messen und Prüfen
- /24/ DIN EN 61557-1 **VDE 0413-1**: 1998-05 „Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen“ – Allgemeine Anforderungen
- /25/ DIN EN 61557-2 **VDE 0413-2**: 1998-05 „Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen“ – Isolationswiderstand
- /26/ DIN EN 61557-4 **VDE 0413-4**: 1998-05 „Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen“ – Widerstand von Erdungsleitern, Schutzleitern und Potenzialausgleichsleitern
- /27/ E DIN IEC 60974-4 **VDE 0544-4**: 2005-09 „Lichtbogen-Schweißeinrichtungen“ – Sicherheit, Instandhaltung und Prüfung von Lichtbogen-Schweißeinrichtungen im Gebrauch
- /28/ DIN VDE 0701-1 **VDE 0701-1**: 2000-09 „Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte“ – Allgemeine Anforderungen
- /29/ DIN VDE 0702 **VDE 0702**: 2004-06 „Wiederholungsprüfungen an elektrischen Geräten“
- /30/ DIN EN 60990 **VDE 0106-102**: 2000-10 „Verfahren zur Messung von Berührungsstrom und Schutzleiterstrom“



Zuständigkeitsbereiche der  
**Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften (VMBG)**



- ▨ Maschinenbau- und Metall-BG (MMBG)
- ▨ Hütten- und Walzwerks-BG (HWBG)
- Maschinenbau- und Metall-BG (MMBG)
- Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd (BGM)



## Vereinigung der Metall- Berufsgenossenschaften

Federführung: Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft  
40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45  
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-444 und 545  
Internet: [www.vmbg.de](http://www.vmbg.de)

11.08

### Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45  
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 02 11 8224-444

Internet: [www.mmbg.de](http://www.mmbg.de) · [www.hwbg.de](http://www.hwbg.de)

#### Präventionsabteilung

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45  
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-545

E-Mail: [praevention@mmbg.de](mailto:praevention@mmbg.de)

#### Außendienststellen der Präventionsabteilung

33602 **Bielefeld** · Oberntorwall 13/14  
Telefon 0521 967047-4  
Telefax 0521 96704-99  
E-Mail: [ad.bielefeld@mmbg.de](mailto:ad.bielefeld@mmbg.de)

40239 **Düsseldorf** · Graf-Recke-Straße 69  
Telefon 0211 8224-838  
Telefax 0211 8224-844  
E-Mail: [ad.duesseldorf@mmbg.de](mailto:ad.duesseldorf@mmbg.de)

06842 **Dessau-Roßlau** · Raguhner Straße 49 b  
Telefon 0340 2525-104  
Telefax 0340 2525-362  
E-Mail: [ad.dessau@mmbg.de](mailto:ad.dessau@mmbg.de)

51065 **Köln** · Berg, Gladbacher Straße 3  
Telefon 0221 6784-265  
Telefax 0221 6784-222  
E-Mail: [ad.koeln@mmbg.de](mailto:ad.koeln@mmbg.de)

44263 **Dortmund** · Semerteichstraße 98  
Telefon 0231 4196-128  
Telefax 0231 4196-199  
E-Mail: [ad.dortmund@mmbg.de](mailto:ad.dortmund@mmbg.de)

04109 **Leipzig** · Elsterstraße 8 a  
Telefon 0341 12991-17  
Telefax 0341 12991-11  
E-Mail: [ad.leipzig@mmbg.de](mailto:ad.leipzig@mmbg.de)

01109 **Dresden** · Zur Wetterwarte 27  
Telefon 0351 886-3213  
Telefax 0351 886-4576  
E-Mail: [ad.dresden@mmbg.de](mailto:ad.dresden@mmbg.de)

39104 **Magdeburg** · Ernst-Reuter-Allee 45  
Telefon 0391 53229-13  
Telefax 0391 53229-11  
E-Mail: [ad.magdeburg@mmbg.de](mailto:ad.magdeburg@mmbg.de)

### Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd (BGM)

#### Präventionshotline

55130 **Mainz** · Wilh.-Theodor-Römheld-Str. 15  
Telefon 0800 999 0080-2  
Telefax 06131 802-12800

E-Mail: [best@bgmet.de](mailto:best@bgmet.de)  
Internet: [www.bg-metall.de](http://www.bg-metall.de)