DGUV
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
Spitzenverband

Vorschriften- und Regelwerk



Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel

Fachwissen für Prüfpersonen

DGUV Information 203-070

Impressum

Herausgegeben von:	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) Glinkastraße 40 10117 Berlin Telefon: 030 13001-0 (Zentrale) E-Mail: info@dguv.de Internet: www.dguv.de Sachgebiet Elektrotechnik und Feinmechanik des Fachbereichs Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
Ausgabe:	April 2026 Juni 2026: Korrekturen in der Abb. 54 auf Seite 100 (letzte Spalte)
Satz und Layout:	Satzweiss.com Print Web Software GmbH, Saarbrücken
Bildnachweis:	Abb. 1–3, Abb. 6–8, Abb. 11–25, 41, 45–49, 53, 54a, 54c, 54d, 54f, 54g, 54i, 56 : © Rainer Rottmann, Michael Schäfer Abb. 5, 10, 33, 37: © Rainer Rottmann Abb. 9: © Michelfelder Abb. 26, 27: © Michael Schäfer Abb. 28–32, 36, 39, 43, 44, 50. 51: © JoGu Abb. 34, 35. 38, 42: © DGUV Abb. 52, 58: © ELSPRO Abb. 54e: © JDre Abb. 54h: © MENNEKES Abb. 57: © Bernd Langer, BG ETEM Abb. 59: © HSte

Copyright:	Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bezug:	Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter www.dguv.de/publikationen › Webcode: p203070

Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel

Fachwissen für Prüfpersonen

Änderungen zur letzten Ausgabe Januar 2020:

- Die Bezeichnung „Arbeitsmittel“ wurde durch „elektrisches Betriebsmittel“ ersetzt.
- Die normativen Änderungen aus VDE 0702 wurden umgesetzt.
- Die Normauslegung des zuständigen DKE Gremium UK 964.1 zur Weiterverwendung von Prüfgeräten, die mit einem Messwiderstand von 2 kΩ ausgerüstet sind, wurde aufgenommen.
- Die Übersicht der Prüfgeräte wurde auf die aktuelle Normenlage angepasst.
- Der Abschnitt 7.3 „Elektrische Betriebsmittel mit berührbarem sekundären Spannungsausgang, z. B. Netzteile, Ladegeräte“ wurde angepasst.
- Der Abschnitt 7.8 Ortsveränderliche Ladeleitungen von Elektro-Straßenfahrzeugen wurde neu aufgenommen.
- Alle Grafiken wurden angepasst und neu gezeichnet.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort ... **6**

1 Anwendungsbereich ... **7**

2 Begriffsbestimmungen ... **8**

3 Durchführung der Prüfung ... **15**

3.1 Allgemeines ... 15

3.2 Schutzklassen ... 16

3.3 Prüfumfang ... 19

3.4 Besichtigen ... 24

3.5 Messen ... 27

3.5.1 Messen des Schutzleiterwiderstandes ... 29

3.5.2 Messen des Isolationswiderstandes ... 33

3.5.3 Grundlagen zum Messen des Schutzleiter- und des Berührungsstromes ... 41

3.5.4 Messen des Schutzleiterstromes ... 44

3.5.5 Messen des Berührungsstroms ... 50

3.5.6 Zusatzinformationen zur Differenzstrommethode ... 56

3.5.7 Zusatzinformationen zur alternativen Methode ... 57

3.5.8 Übersicht über die einzelnen Messmethoden ... 60

3.6 Erproben ... 64

3.7 Dokumentation der Prüfungen ... 65

4 Prüffristen ... **67**

5 Mess- und Prüfgeräte ... **68**

5.1 Normative Anforderungen ... 68

5.2 Merkmale und Auswahlkriterien für Prüfgeräte ... 69

5.3 Kalibrierung der Mess- und Prüfgeräte ... 72

5.4 Beispiele für Betriebsmittel-Prüfgeräte ... 73

5.5 Zusätzliche Sonden für Messungen an Spannungsausgängen ... 76

5.6 Prüfgeräteeigenschaften bei Isolationswiderstands- und Ableitstrommessungen ... 76

6 Gefahren, Prüfplatz, Prüfzubehör ... **80**

6.1 Gefährdung der Prüfperson ... 80

6.2 Gefahren beim Messen der Ausgangsspannung ... 80

6.3 Gefahren durch Prüfzubehör ... 80

6.4 Besonderer Prüfplatz ... 81

7 Ergänzende Hinweise zu speziellen elektrischen Betriebsmitteln ... 83

7.1 Verwendung von Adaptern ... 83

7.2 Elektrische Betriebsmittel mit unzugänglichem oder durchgeführtem Schutzleiter ... 84

7.2.1 Elektrische Betriebsmittel der Schutzklasse I ... 84

7.2.2 Elektrische Betriebsmittel der Schutzklasse II ... 84

7.3 Elektrische Betriebsmittel mit berührbarem sekundären Spannungsausgang ... 85

7.4 Elektrische Betriebsmittel mit höherfrequenten Anteilen im Ableitstrom ... 91

7.5 Lichtbogen-Schweißeinrichtungen ... 93

7.6 Ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (PRCDs) ... 93

7.7 Elektrische Betriebsmittel mit Akku als Energiequelle einschließlich deren Ladegeräte ... 96

7.8 Ladeleitungen von Elektro-Straßenfahrzeugen ... 98

7.8.1 Ortsveränderliche Ladeleitungen ... 99

7.8.2 Belegung von Kupplungen und Steckern ... 100

7.8.3 Prüfungen ... 101

8 Beurteilung elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen ... 105

9 Beurteilung von Anschluss- und Verlängerungsleitungen ... 107

10 Muster-Prüfprotokolle ... 109

10.1 Allgemeines Prüfprotokoll für ortsveränderliche Betriebsmittel ... 109

10.2 Prüfprotokoll für ortsveränderliche Betriebsmittel mit sekundärem Spannungsausgang ... 110

Literaturverzeichnis ... 111

Vorwort

Die vorliegende DGUV Information richtet sich an Elektrofachkräfte, die auch als zur Prüfung befähigte Personen im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) wiederkehrende Prüfungen an ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmitteln durchführen.

Die Vorgehensweise bei der Prüfung, durch die sicherheitsrelevante Mängel erkannt werden sollen, wird beschrieben und die Anforderungen aus der Normung werden erläutert.

Diese DGUV Information ergänzt die DGUV Information 203-071 „Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel – Organisation durch den Unternehmer“, in der die rechtlichen Grundlagen und die Notwendigkeit der Prüfungen beschrieben sind.

In dieser aktuellen Ausgabe der DGUV Information wurden alle neuen Begriffe, Methoden und Messgrundlagen aus der Norm DIN EN 50966 (VDE 0702):2021-06 übernommen.
Das betrifft insbesondere die Namensänderungen der Messmethoden:

- Direktes Messverfahren => direkte Methode
- Differenzstrommessverfahren => Differenzstrommethode
- Ersatz-Ableitstrommessverfahren => alternative Methode

Das regelmäßige Überprüfen elektrischer Betriebsmittel soll deren ordnungsgemäßen Zustand sicherstellen.

Um elektrische Betriebsmittel vollständig auf ihren ordnungsgemäßen Zustand prüfen zu können, sind gegebenenfalls zusätzliche Befähigungen oder weitere entsprechend befähigte Personen erforderlich, da neben der elektrischen Sicherheit auch häufig Maßnahmen zum Schutz vor anderen Gefährdungen bei der Beurteilung zu berücksichtigen sind. Das betrifft z. B. die Wirksamkeit der mechanischen Schutzeinrichtung an einer Handkreissäge oder an einem Winkelschleifer. Für die Beurteilung der elektrischen Sicherheit ist es deshalb notwendig, dass die Prüfperson mit den spezifischen Anforderungen und Eigenschaften des elektrischen Betriebsmittels vertraut ist. Dieses betrifft insbesondere die Funktion von Sicherheits- und Schutzeinrichtungen sowie die Eignung für die vorgesehenen Einsatzbedingungen.

Als Voraussetzung für das ordnungsgemäße Vorbereiten und Durchführen von Prüfungen sind für das Prüfpersonal umfangreiche Kenntnisse und Erfahrungen zum Schutz vor elektrischen Gefährdungen erforderlich. Diese müssen in angemessenen Zeitabständen aktualisiert werden, z. B. durch Teilnahme an fachspezifischen Weiterbildungen oder an einem einschlägigen Erfahrungsaustausch.

1 Anwendungsbereich

Diese DGUV Information gibt Hinweise zur praktischen Durchführung wiederkehrender Prüfungen an

- ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmitteln, z. B. Elektrohandwerkzeuge, EDV-Geräte, Bürogeräte. Vom Unternehmen geduldete private Elektrogeräte, z. B. Kaffeemaschinen, Wasserkocher oder Rundfunkgeräte sind dem gleichgestellt,
- transportablen elektrischen Betriebsmitteln, z. B. Baustellenkreissägen, Schweißgeräte.

In bestimmten Bereichen sind weitergehende Anforderungen aus Verordnungen, Normen und anderen Regelwerken zu beachten. Dies gilt beispielsweise für Geräte, die in explosionsgefährdeten Bereichen oder im Bergbau eingesetzt werden oder für Medizinprodukte.

In dieser DGUV Information werden weitere sicherheitstechnische Prüfungen beschrieben, die im Rahmen von wiederkehrenden Prüfungen zweckmäßig sind.

Sinngemäß können diese Informationen auch für das Prüfen ortsfester elektrischer Betriebsmittel angewendet werden, sofern diese mit einem Anschlussstecker versehen sind.

Weitere Informationen zu wiederkehrenden Prüfungen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel enthalten:

- DGUV Information 203-071 „Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel“ – Organisation durch den Unternehmer“
- DGUV Information 203-072 „Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen und ortsfester elektrischer Betriebsmittel – Fachwissen für Prüfpersonen“

2 Begriffsbestimmungen

2.1 Ableitstrom

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

Anmerkung: Der Ableitstrom kann durch die Beschaltungen verursacht werden.

2.2 Arbeitsmittel

Werkzeuge, Geräte, Maschinen oder Anlagen, die für die Arbeit verwendet werden, siehe auch Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

2.3 Benutzung

Alle, ein elektrisches Betriebsmittel betreffende Maßnahmen, wie Gebrauch, Erproben, Ingangsetzen, Stillsetzen, Instandsetzung und Wartung, Prüfung, Sicherheitsmaßnahmen bei Betriebsstörungen, Um- und Abbau sowie Transport.

2.4 Befähigte Person

Siehe „Zur Prüfung befähigte Person für Arbeitsmittel mit elektrischen Komponenten“

2.5 Berührungsstrom

Elektrischer Strom, der beim Berühren von nicht mit dem Schutzleiter verbundenen Teilen des Körpers eines elektrischen Betriebsmittels über die berührende Person fließt.

2.6 Besichtigen

Kritische Inaugenscheinnahme des Prüflings, bei der sichtbare, die Sicherheit beeinträchtigende Mängel festgestellt werden.

2.7 Differenzstrom

Vektorielle Summe der Momentanwerte aller Ströme, die am netzseitigen Eingang (Anschluss) des elektrischen Betriebsmittels durch alle aktiven Leiter fließen (Differenz zwischen zu- und abfließendem Strom).

2.8 Elektrische Betriebsmittel

Produkte, die zum Zweck der Erzeugung, Umwandlung, Übertragung, Verteilung oder Anwendung von elektrischer Energie oder zum Übertragen, Verteilen und Verarbeiten von elektrischen Informationen benutzt werden (siehe § 2 Abs. 1 der Unfallverhütungsvorschriften „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (DGUV Vorschriften 3 und 4)).

Anmerkung: Elektrische Betriebsmittel können auch elektrische Arbeitsmittel im Sinne der BetrSichV sein.

2.9 Elektrische Gefährdung

Möglichkeit eines Schadens oder einer gesundheitlichen Beeinträchtigung durch das Vorhandensein elektrischer Energie in einer Anlage oder einem elektrischen Betriebsmittel.

2.10 Elektrisches Gerät

Elektrisches Arbeits- und Betriebsmittel sowie jedes am Arbeitsplatz genutzte elektrische Privatgerät.

2.11 Elektrofachkraft

Person, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihr übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann (siehe Unfallverhütungsvorschriften „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (DGUV Vorschriften 3 und 4)).

2.12 Erproben

Arbeitsgang einer Prüfung, der in Abhängigkeit von der Art des Prüflings und der Funktion seiner Bauteile erforderlich sein kann.

Anmerkung: Durch Betätigen, Belasten mit der Hand (Handprobe) oder im Zusammenhang mit dem Betreiben des Prüflings (Funktionsprobe) wird festgestellt, ob die der Sicherheit dienenden Bauteile bestimmungsgemäß funktionieren.

2.13 Fehlerstrom

Elektrischer Strom, der über eine fehlerhafte Isolierung eines elektrischen Betriebsmittels zur Erde oder zu einem fremden leitfähigen Teil fließt.

Anmerkung: Ein Fehlerstrom kann auch durch fehlerhafte Beschaltungen verursacht werden.

2.14 Funktionserdung

Erdung für Zwecke, die nicht der elektrischen Sicherheit dienen.

2.15 Isolationswiderstand

Elektrischer Widerstand der Isolierungen (Isolierstoffe) zwischen leitenden Teilen.

2.16 Istzustand

Durch die Prüfung festgestellter Zustand des Prüflings.

2.17 Kleinspannungen: SELV, PELV und FELV

- SELV (Safety Extra Low Voltage): Bezeichnung für eine erdpotentialfreie Schutzkleinspannung mit sicherer elektrischer Trennung, auch als Sicherheitskleinspannung bezeichnet.
- PELV (Protective Extra Low Voltage): Bezeichnung für eine Schutzkleinspannung mit sicherer elektrischer Trennung, die üblicherweise geerdet ist.
- FELV (Functional Extra Low Voltage): Bezeichnung für eine Funktionskleinspannung ohne sichere elektrische Trennung.

2.18 Messen

Arbeitsgang einer Prüfung, in dem mit Hilfe von Messeinrichtungen bestimmte Eigenschaften oder Merkmale des Prüflings festgestellt werden, die zur Beurteilung der Sicherheit erforderlich sind.

2.19 Ordnungsgemäßer Zustand

Zustand des Prüflings, wenn die Maßnahmen zum Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) und Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) wirksam sind.

2.20 Ortsfestes elektrisches Betriebsmittel

Elektrisches Betriebsmittel, das entweder fest angebracht ist oder aufgrund seiner Masse und fehlender Tragevorrichtung nicht leicht bewegt werden kann.

Anmerkung: Zu den ortsfesten elektrischen Betriebsmitteln gehören auch solche, die nur vorübergehend fest angebracht sind und über bewegliche Anschlussleitungen betrieben werden (siehe auch DIN VDE 0100 Teil 200 Abschnitte 826-16-06 und 826-16-07). Als ortsfeste elektrische Betriebsmittel gelten z. B. Ständerbohrmaschinen, Pressen, Hebebühnen, Krananlagen.

2.21 Ortsveränderliches elektrisches Betriebsmittel

Gebrauchsfertiges elektrisches Gerät, das während des Betriebes bewegt oder das leicht von einem Platz zum anderen gebracht werden kann und dabei gleichzeitig mit dem Versorgungsstromkreis verbunden ist.

Anmerkung: Als ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel gelten z. B. handgehaltene Elektrowerkzeuge, Motor- und Wärmegeräte, Leuchten, Verlängerungsleitungen und Leitungsroller, Netz- und Ladegeräte, Geräte der Unterhaltungselektronik und Informationstechnik einschließlich der Fernmeldegeräte sowie Laborgeräte (siehe auch VDE 0100-200 Abschnitte 826-16-04 und 826-16-05).

2.22 Prüfperson

Person, die in Bezug auf die Prüfarbeiten sowohl die Anforderungen an eine „Zur Prüfung Befähigte Person für die Prüfung von Arbeitsmitteln mit elektrischen Komponenten“ als auch an eine „Elektrofachkraft“ erfüllt.

Anmerkung: Die Prüfperson trägt die fachliche Verantwortung für die ordnungsgemäße Durchführung der Prüfung.

2.23 Prüffrist

Festgelegter Zeitraum bis zur nächsten wiederkehrenden Prüfung.

2.24 Prüfling

Elektrisches Gerät, das im Rahmen einer Prüfung bewertet wird.

2.25 Prüfung

Ermittlung des Istzustandes eines elektrischen Geräts, der Vergleich mit dem Sollzustand sowie die Bewertung einer möglichen Abweichung.

2.26 Schutzklasse

Klassifizierung elektrischer Geräte nach der Art der Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag, die im Fehlerfall bei ihnen vorrangig wirksam wird oder bei ihrem Anschluss an eine elektrische Anlage wirksam werden kann.

Anmerkung: Es wird zwischen den Schutzklassen SK I, SK II und SK III unterschieden.

2.27 Schutzleiterstrom

Summe der Ströme (Ableit- oder Fehlerströme), die über die Isolierungen und Beschaltungen eines Gerätes im Schutzleiter fließen.

2.28 Schutzleiterwiderstand

Widerstand zwischen den mit dem Schutzleiteranschluss verbundenen leitfähigen berührbaren Teilen und dem Schutzkontakt eines Netzanschlusses.

2.29 Sollzustand

Festgelegter sicherer Zustand des elektrischen Betriebsmittels, der sich aus dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ergibt.

Anmerkung: Ordnungsgemäßer Zustand zuzüglich der fehlerfreien Schutzeinrichtungen gegen andere Gefährdungen, z. B. mechanischer oder thermischer Art, die für die Verwendung und den Verwendungsort erforderlich sind.

2.30 Wiederkehrende Prüfung

Prüfungen, die gemäß § 5 der Unfallverhütungsvorschriften „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (DGUV Vorschriften 3 und 4) sowie § 14 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) in bestimmten Zeitabständen durchzuführen sind.

Anmerkung: Wiederkehrende Prüfungen werden auch als Wiederholungsprüfungen bezeichnet.

2.31 Zur Prüfung befähigte Person für Arbeitsmittel mit elektrischen Komponenten

Person, die durch ihre elektrotechnische Berufsausbildung, ihre mindestens einjährige Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung von Arbeitsmitteln verfügt (siehe auch DGUV Information 203-071 und TRBS 1203).

3 Durchführung der Prüfung

3.1 Allgemeines

Defekte elektrische Betriebsmittel können eine Gefahr für Personen darstellen, die damit arbeiten oder sich in der Nähe befinden. Darüber hinaus können sie den Betriebsablauf stören.

Durch wiederkehrende Prüfungen soll sichergestellt werden, dass bei bestimmungsgemäßem Gebrauch der Geräte keine Gefahr für Personen oder die Umgebung besteht.

Die zur Prüfung befähigte Person hat festzulegen, welche Prüfungen durchzuführen sind, um die Sicherheit des Prüflings festzustellen.



Für die Durchführung der Prüfung ist das Öffnen des Prüflings grundsätzlich nicht erforderlich, außer wenn vom Hersteller in der Gebrauchsanleitung ausdrücklich darauf hingewiesen wird oder ein begründeter Verdacht auf einen Sicherheitsmangel nur auf diese Weise geklärt werden kann.

Für eine ordnungsgemäße Durchführung der einzelnen Prüfungen und zum Schutz der Prüfperson ist es unerlässlich sicherzustellen, dass das Prüfgerät nur an einem fehlerfreien Anschlusspunkt (Steckdose) mit bestehendem Erdbezug (intakter PE) betrieben wird. Grundsätzlich empfiehlt sich die Verwendung einer dem Messaufbau vorgeschalteten PRCD-S.

In den folgenden Abschnitten werden der Prüfumfang der wiederkehrenden Prüfungen dargestellt und die einzelnen Prüfarten, -schritte und -verfahren erläutert. Die in dieser DGUV Information genannten Grenzwerte und Verfahren basieren auf den bis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung geltenden elektrotechnischen Regeln (siehe auch Anhang).

3.2 Schutzklassen

Vor Beginn der Prüfung ist die Schutzklasse eines Prüflings festzustellen, da hierdurch der Prüfumfang bestimmt wird, z. B. bei der Besichtigung und den Messungen. Kann die Schutzklasse nicht zweifelsfrei festgestellt werden, sollte der Hersteller des zu überprüfenden Betriebsmittels kontaktiert werden.

In elektrischen Betriebsmitteln, z. B. Ladegerät, Trenntransformator, Industriestaubsauger mit Schutzkontaktsteckdose oder Magnetbohrmaschine, können möglicherweise mehrere Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag kombiniert sein (siehe auch Abschnitt 7.2).

a. Schutzklasse I (SK I)

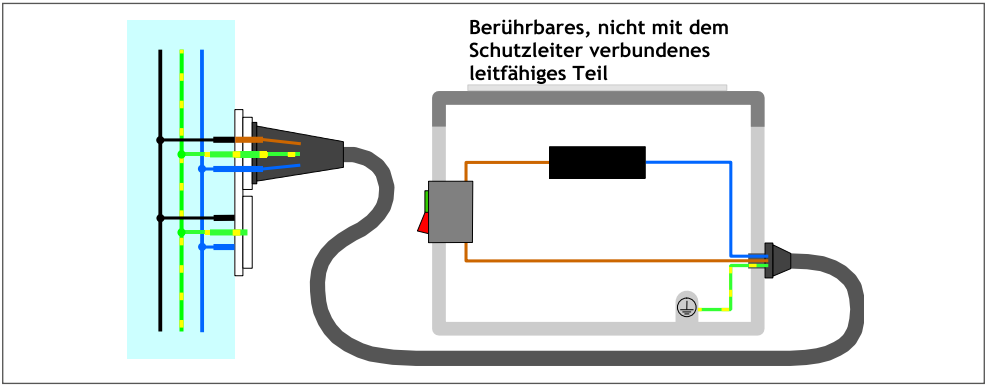


Abb. 1 Elektrisches Betriebsmittel der SK I

Gerät, dessen Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag auf der Verbindung der berührbaren leitfähigen Teile beruht, die im Fehlerfall eine gefährliche Berührungsspannung annehmen können, mit einem Schutzleiter und mit dem Schutzleiter der Versorgungsanlage.
Am Gerät gibt es dazu keine äußerlich erkennbare Kennzeichnung.

Für die Schutzklasse I gibt es im Gegensatz zu den Schutzklassen II oder III keine gesonderte Kennzeichnung. Grundsätzlich bedeutet das, wird keine Kennzeichnung auf dem Typschild des elektrischen Geräts erkannt, muss die SK I angenommen werden. Obwohl mobile Netzteile, z. B. für EDV-Geräte, üblicherweise die Anforderungen an die SK II oder III erfüllen, können sie über eine Anschlussleitung mit Schutzkontaktstecker verfügen. Der an den Schutzkontakt angeschlossene Leiter erfüllt in diesem Fall **nicht** den Zweck des Schutzes gegen elektrischen Schlag, sondern wird als Funktionserde ⏚ zu EMV-Zwecken benötigt.

b. Schutzklasse II (SK II)

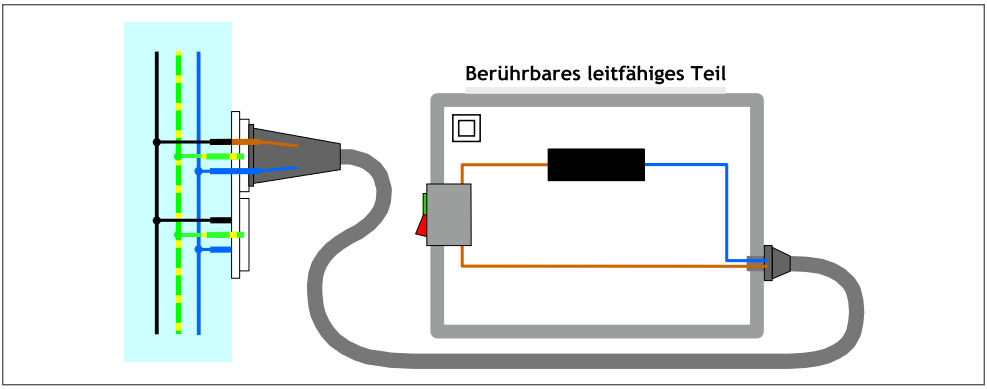


Abb. 2 Elektrisches Betriebsmittel der SK II

Geräte, bei denen die aktiven Teile vollständig von doppelter oder verstärkter Isolierung umhüllt oder durch vergrößerte Isolierstrecken von berührbaren leitfähigen Teilen getrennt sind. Dies gewährleistet im Fehlerfall den Personenschutz gegen elektrischen Schlag. Ein Schutzleiter kann in der Anschlussleitung vorhanden sein, darf aber nicht mit berührbaren leitfähigen Teilen des Gerätes verbunden werden.
Elektrische Betriebsmittel der SK II müssen mit dem Symbol ⧈ gekennzeichnet sein.

c. Schutzklasse III (SK III)

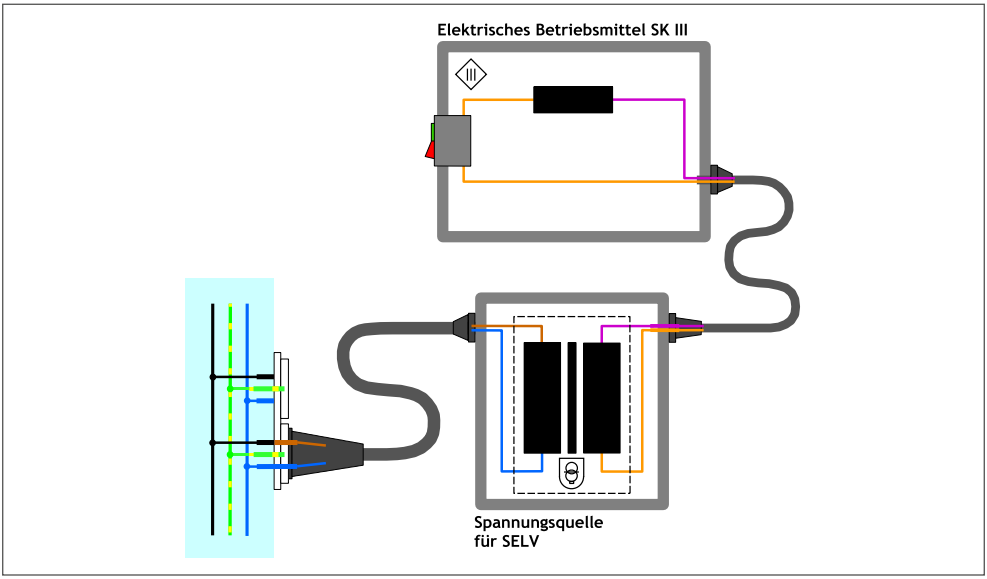


Abb. 3 Elektrisches Betriebsmittel der SK III

Geräte, bei denen ausschließlich Schutzkleinspannung „SELV“ (maximal 50 V AC oder 120 V DC) zur Anwendung kommt. Übliche Betriebsspannungen für elektrische Betriebsmittel der SK III sind: 12, 24 oder 42 V AC. Eine Verbindung mit Netzen anderer Spannungsebenen ist bei bestimmungsgemäßer Anwendung durch die Kodierung der Steckvorrichtung nicht möglich. Die Körper dieser Geräte sind nicht mit einem Schutzleiter verbunden. Geräte der SK III sind mit dem Symbol ⟨III⟩ gekennzeichnet. Diese Geräte werden für Arbeiten bei erhöhter elektrischer Gefährdung eingesetzt, z. B. in Behältern, Kesseln, Tanks.

d. Akkubetriebene elektrische Betriebsmittel

Akkubetriebene elektrische Betriebsmittel, z. B. Akkuwerkzeuge, werden nicht den drei Schutzklassen zugeordnet (vergleiche Anhang K, VDE 0740-1). Zugehörige Ladegeräte, die mit Netzspannung betrieben werden, sind entsprechend der ausgewiesenen Schutzklasse zu prüfen (Hinweise zur Prüfung siehe Abschnitt 7.7).

3.3 Prüfumfang

Allgemein

Zum Prüfumfang einer wiederkehrenden Prüfung gehören die Prüfschritte

- Besichtigen,
- Messen,
- Erproben, Funktionsprobe,
- Bewertung der Einzelprüfungen,
- Vorgabe/Empfehlung des nächsten Prüftermins,
- Dokumentation der Prüfergebnisse.



Jede Einzelprüfung am Prüfling muss mit positivem Ergebnis abgeschlossen worden sein.

Die Prüfperson muss auf Grund ihres Fachwissens und ihrer Erfahrung eigenverantwortlich entscheiden, ob sie von dieser beschriebenen Vorgehensweise abweichen darf. Beispiele:

a. Die angegebenen Grenzwerte werden überschritten, z. B. Ableitströme an Geräten mit Frequenzumrichter.
Mögliche Vorgehensweise:
Es ist zu prüfen, ob die Grenzwerte der Produktnorm eingehalten werden. Wenn in der betreffenden Produktnorm keine Angaben enthalten sind, so ist festzustellen, ob die Herstellerangaben erfüllt werden.

b. Eine einzelne Prüfung kann nicht durchgeführt werden, z. B. wenn an der Warmhalteplatte einer Kaffeemaschine keine Kontaktierung der Sonde für die Schutzleiterwiderstandsmessung (PE-Messung) möglich ist.
Mögliche Lösung:
Die prüfende Person kann entscheiden, ob die Sicherheit des Gerätes trotzdem bestätigt werden kann, z. B. weil im hier genannten Fall keine leitfähigen Teile berührbar sind. Die Entscheidung ist zu begründen und zu dokumentieren.

c. Ein vorgegebener Prüfgang ist nicht oder nicht vollständig durchführbar, z. B. wenn ein Prüfling zum Zeitpunkt der Messung nicht vom Netz getrennt werden kann.
Mögliche Vorgehensweise:
Von der Prüfperson ist zu entscheiden, ob die Sicherheit für eine begrenzte Zeit bestätigt werden kann. Die Entscheidung sollte begründet und dokumentiert werden; sobald aber eine Trennung des Gerätes möglich ist, sollte die Prüfung nachgeholt werden.

Bevor elektrische Betriebsmittel geprüft werden, ist zu ermitteln, welche Schutzmaßnahmen für die berührbaren leitfähigen Teile wirksam und welche Messungen an diesen Teilen durchzuführen sind.

Tabelle 1 Übersicht über Prüfumfang und Grenzwerte in Abhängigkeit der jeweiligen Schutzklasse (SK)

	SK I	SK II	SK III
Sichtprüfung Abschnitt 3.4	äußerlich erkennbare Mängel und Eignung für den Einsatzbereich (soweit erkennbar)		
Messen des Schutzleiterwiderstandes Abschnitt 3.5.1	Für Leitungen bis zu einer Länge von 5 m und einem Leiterquerschnitt bis zu 1,5 mm²: ≤ 0,3 Ω; Für längere Leitungen je weitere 7,5 m: zusätzlich 0,1 Ω; maximaler Gesamtwiderstand 1 Ω Für Leitungen mit Leiterquerschnitten > 1,5 mm² gilt der berechnete ohmsche Widerstandswert	–	–
Messen des Isolationswiderstandes Abschnitt 3.5.2	≥ 1 MΩ; ≥ 2 MΩ für den Nachweis der Trennung, z. B. Trenntransformator; ≥ 0,3 MΩ bei Geräten mit Heizelementen[1)]	≥ 2 MΩ	≥ 0,25 MΩ
Messen des Schutzleiterstroms[2)] Abschnitte 3.5.3 und 3.5.4	≤ 3,5 mA an leitfähigen Bauteilen mit PE-Verbindung. Bei Geräten mit Heizelementen P > 3,5 kW gilt: 1 mA/kW bis max. 10 mA.		
Messen des Berührungsstroms[2)] Abschnitte 3.5.3 und 3.5.5	≤ 0,5 mA an berührbaren leitfähigen Bauteilen ohne PE-Verbindung	≤ 0,5 mA an berührbaren leitfähigen Bauteilen	
Messen der Ausgangsspannung Abschnitt 7.3	entsprechend Typschild Für aktive Teile von SELV-/PELV-Stromkreisen, z. B. an Ladegeräten, Netzteilen, Stromerzeugern, Kleinspannungserzeugern: max. 25 V AC oder 60 V DC		
Erproben Abschnitt 3.6	Wirksamkeit von Sicherheitseinrichtungen und Funktionsprobe		
Dokumentation Abschnitt 3.7			

1) Wird bei Geräten mit einer Leistung P > 3,5 kW der Grenzwert unterschritten, so gilt ein Gerät der SK I dennoch als einwandfrei, wenn der Grenzwert für den Schutzleiterstrom nicht überschritten wird.

2) Werden bei den vorhergehenden Isolationswiderstandsmessungen bei SK I oder SK II

- nicht alle Teile vollständig erfasst, z. B. wenn Relais, Halbleiterbauteile eine Durchleitung verhindern, oder
- wurden sie bei Geräten mit Heizelementen > 3,5 kW mit einem negativen Ergebnis abgeschlossen, darf nur die direkte Messung oder die Differenzstrommethode angewendet werden.

Die alternative Methode ist in diesem Fall nicht geeignet (vergleiche Abschnitt 3.5.3).

Bei größeren Leiterquerschnitten als 1,5 mm², muss der zu erwartende ohmsche Widerstand (errechneter Grenzwert) anhand der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$R = \rho\frac{l}{A} + 0{,}1\ \Omega \quad \text{oder} \quad R = \frac{l}{\kappa A} + 0{,}1\ \Omega$$

Legende:

R elektrischer Widerstand (Ω);

ρ spezifischer Widerstand (Ω mm²/m) für das Metall des Schutzleiters;

l Länge der Leitung (m);

A der Querschnitt des Leiters (mm²);

κ die elektrische Leitfähigkeit (S/m) für das Metall des Schutzleiters;

Der Wert von 0,1 Ω in der obigen Gleichung berücksichtigt den Einfluss eines Übergangswiderstandes.

Bei zusätzlichen Prüfungen an Geräten mit einer sekundären Ausgangsspannung, z. B. Trenntransformatoren, Ladegeräte, Wandler oder Netzteile sind die folgenden Grenzwerte aus Abb. 4 einzuhalten:

Beispielhafte Übersicht der Messungen und Grenzwerte an Geräten der SK I mit sekundärem Spannungsausgang (siehe Abschnitte: 5.5; 7.3; 7.7).

Schutzleiterwiderstand:

• PE-Kontakt	⟷	Körper	≤ 0,3 Ω

Isolationswiderstand:

• Eingangskreis	⟷	Körper	≥ 1 MΩ
• Eingangskreis	⟷	Ausgangskreis	≥ 2 MΩ
• Ausgangskreis	⟷	Körper	≥ 2 MΩ

Berührungsstrom:

• Sekundärkreis +	⟷	PE	≤ 0,5 mA
• Sekundärkreis -	⟷	PE	≤ 0,5 mA

Ausgangsspannung, z. B. SELV:

• Sekundärkreis		≤ 25 V AC oder ≤ 60 V DC

Abb. 4 Beispielhafte Übersicht der Messungen und Grenzwerte an Geräten der SK I mit sekundärem Spannungsausgang

3.4 Besichtigen

Das Besichtigen des Prüflings ist der wichtigste Bestandteil der Prüfung, da ca. 80 % aller Mängel bereits durch die Sichtprüfung erkannt werden. **Das Besichtigen ist deshalb immer als erster Prüfschritt durchzuführen.** Hiermit können nicht nur äußerliche Mängel und Schäden erkannt, sondern auch die Eignung für den vorgesehenen Einsatz festgestellt werden. Typische Mängel sind: Beschädigte oder ungeeignete Leitungen, fehlender Knickschutz, defekte Steckvorrichtungen und beschädigte Gehäuse.

Mitunter ergeben sich beim Besichtigen sicherheitstechnische Bedenken, ohne das ein tatsächlicher Mangel bestätigt werden kann. Sicherheitstechnische Bedenken können sich ergeben bei:

- Verdacht auf Produktfälschung,
- Offensichtlich mangelhafter Verarbeitungsqualität,
- Anzeichen von Fehlgebrauch oder nicht bestimmungsgemäßer Nutzung,
- Manipulationen.

Solche Bedenken sollte die Prüfperson als ergänzende Angabe zur Prüfdokumentation vermerken und den Unternehmer darauf hinweisen. Über die Weiterverwendung solcher Geräte muss der Unternehmer entscheiden.



Es empfiehlt sich, das Besichtigen am Netzstecker zu beginnen um sicherzustellen, dass der Prüfling nicht mehr an der Stromversorgung angeschlossen ist!

Auch während des Messens und Erprobens ist der Prüfling zu beobachten, um sein Verhalten im Betrieb beurteilen zu können (siehe auch Abschnitt 3.6).

Wurde der Prüfling zum Zwecke der Besichtigung ausnahmsweise geöffnet, so ist er vor den weiteren Prüfvorgängen wieder in den gebrauchsfertigen Zustand zu versetzen.

Darüber hinaus sind auch Schutzvorrichtungen, die z. B. vor mechanischen Gefahren schützen, wie Schutzhauben an Winkelschleifern, in die Sichtprüfung einzubeziehen.

Besonderes Augenmerk ist auf die Anschlussleitungen der elektrischen Betriebsmittel und auf Verlängerungsleitungen zu richten (Abb. 5).



Abb. 5 Für den Bereich Bau- und Montagestellen ungeeignete PVC-Schlauchleitung mit diversen Beschädigungen

Häufig ist herstellerseitig eine PVC-Schlauchleitung (H05VV-F o. ä.) vorgesehen worden, welche für den Einsatz unter erhöhter Belastung, wie sie z. B. auf Bau- und Montagestellen sowie in Werkstätten gegeben sind, ungeeignet ist. Bei elektrischen Handwerkzeugen, die überwiegend im gewerblichen Einsatz betrieben werden, muss die Netzanschlussleitung mindestens die Qualität einer leichten Gummischlauchleitung der Bauarten H05RN-F oder H05BQ-F aufweisen. Eine Verlängerungsleitung für die o. g. Bereiche muss mindestens die Qualität einer mittelschweren Gummischlauchleitung H07RN-F aufweisen oder der Bauart H07BQ-F entsprechen (siehe auch Abschnitte 8 und 9).

Die nachfolgende Checkliste enthält wesentliche Punkte des Besichtigens sowie Merkmale des Prüflings, die zu bewerten sind.

Beispielhafte Checkliste „Besichtigen“

Zu besichtigende Merkmale des Prüflings auf Mängel und Schäden

- ☐ Prinzipielle Eignung des elektrischen Betriebsmittels für den Einsatzbereich (siehe Abschnitt 8)

An Stecker, 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 der Schutzklassen, z. B. Betriebsmittel, Stecker, ggf. Kupplung
- ☐ Richtige Querschnittzuordnung zwischen Netzanschlussleitung und Steckvorrichtung
- ☐ Eignung für den vorgesehenen Einsatzbereich (siehe Abschnitt 9)

Am Gehäuse, Körper, Typschild:

- ☐ Wirksamer Berührungsschutz, Schutzart mindestens „fingersicher“ (IP2X)
- ☐ Keine unzulässigen Änderungen, Gravuren, Abnutzungen
- ☐ Schutzart der Gehäuse oder Verkleidungen nicht durch Zerstörung oder Verformung 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, leitfähige Ablagerungen
- ☐ Kühlöffnungen frei, erforderliche Luftfilter vorhanden
- ☐ Keine Schäden an Schaltern, Schalterarretierungen, Stellteilen, Betätigungseinrichtungen, Meldeleuchten usw.
- ☐ Ordnungsgemäße Bestückung mit Sicherungen, Lampen oder dergleichen
- ☐ Mängelfreiheit auch von nicht elektrischen Schutzvorrichtungen, z. B. Spaltkeil, Schutzhaube, Anschluss der Staubabsaugung
- ☐ Ordnungsgemäß montierte und funktionstüchtige mechanische Schutzvorrichtungen
- ☐ Keine sonstigen mechanischen, chemischen oder thermischen Beschädigungen
- ☐ Sichere Trennung von leitfähigen berührbaren Kleinspannungsausgängen
- ☐ Lesbarkeit von Aufschriften, die der Sicherheit dienen, z. B. Warnsymbole, Schutzklasse, Schutzart, Kenndaten von Sicherungen, Schalterstellungen, Kategorie-Kennzeichnung K 1 oder K 2 usw.

3.5 Messen

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



Bei der Bewertung der Messergebnisse ist zu bedenken, dass die üblichen Messwerte um ein Vielfaches günstiger liegen als die in den Normen festgelegten Grenzwerte. Bei Prüflingen, deren Messwerte in der Nähe des Grenzwertes liegen, ist der Grund für die Abweichung vom „Üblichkeitswert“ festzustellen.

Beispiele für „Üblichkeitswerte“:

- Schutzleiterwiderstände elektrischer Betriebsmittel sind meistens kleiner 0,1 Ω.
- Isolationswiderstandswerte liegen häufig weit über 100 MΩ.
- Berührungsströme liegen typischerweise nahe 0 mA.

Ein Messwert ist immer auf die jeweilige Gesamtkonfiguration des zu prüfenden elektrischen Betriebsmittels am Aufstellungsort zu beziehen. Beispielsweise können Datenleitungen, Antennenleitungen, Messfühler, Abschirmungen angeschlossen sein und damit das Messergebnis beeinflussen.

Gleichermaßen können durch Messungen auch Störungen verursacht werden; ebenso können Prüfströme, die über Abschirmungen fließen, Dateninformationen beeinflussen. Die Messungen an den elektrischen Betriebsmitteln sind je nach Schutzklasse (Schutzmaßnahmen in Verbindung mit dem speisenden Netz) unterschiedlich durchzuführen. Im Abschnitt 3.2 sind Bedeutung und Merkmale der drei Schutzklassen erklärt.

Zur Prüfung sind geeignete Prüf- oder Messgeräte auszuwählen und einzusetzen. Diese müssen den Normenreihen VDE 0411 bzw. VDE 0413 entsprechen (siehe auch Abschnitt 5). Messgeräte, die nach VDE 0404 hergestellt sind, können weiterhin benutzt werden (siehe im Abschnitt 3.5.5 „Messen des Berührungsstroms“ den Hinweis zur Normauslegung des DKE Gremuims UK 964.1)

Die nachstehende Abb. 6 stellt das in dieser Schrift für die Erläuterung der verschiedenen Messverfahren und der wichtigsten Funktionen verwendete Prüfgerät dar. Obwohl die meisten Prüfgeräte heutzutage z. B. nur noch eine Steckdose aufweisen, auf die je nach Art des gewählten Prüfverfahrens entweder eine Prüfspannung oder die Netzspannung aufgeschaltet wird, wurde im Interesse der besseren Nachvollziehbarkeit der Prüfabläufe in dieser DGUV Information die Darstellung mit zwei getrennten Steckdosen und auch zwei Anschlussbuchsen für Prüfsonden gewählt. Aus dem gleichen Grund wurde ein Wahlschalter dargestellt, obwohl viele Prüfgeräte inzwischen menügeführte Prüfabläufe aufweisen. Bezüglich des zusätzlichen Ausgangs für Prüfspannung siehe Abschnitt 5.5.

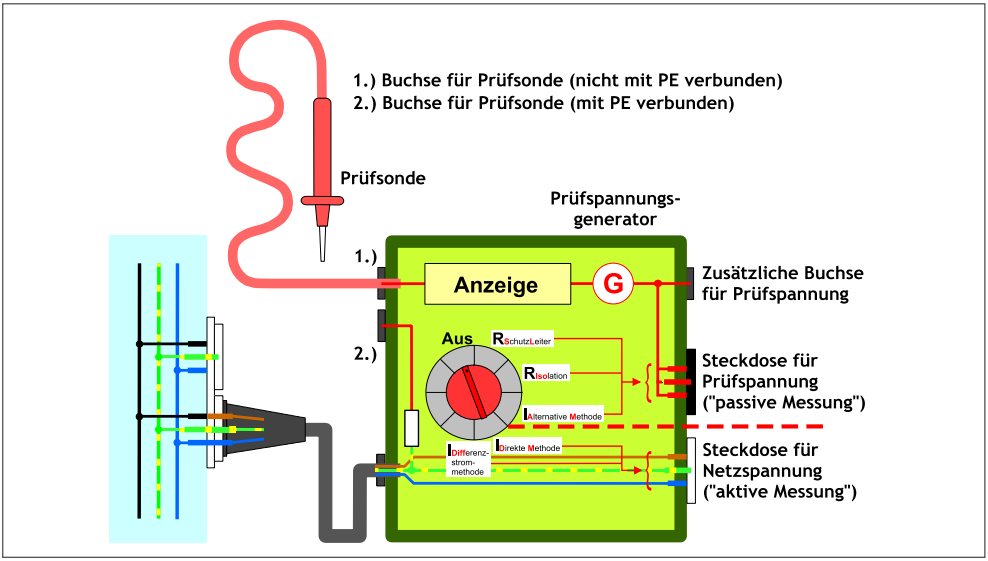


Abb. 6 Prinzipieller Aufbau eines Prüfgeräts für Prüfungen nach VDE 0702

Zur leichteren Nachverfolgung der Stromwege werden die Messstromkreise in Rot dargestellt. Zudem werden die für das jeweilige Messverfahren relevanten aktiven Adern an den Anschlussstellen länger als die übrigen Adern dargestellt.

Für ein einwandfreies Ergebnis der gesamten Prüfung hat die Prüfperson sich unbedingt mit den Eigenheiten des eingesetzten Prüfgerätes vertraut zu machen. Hierzu gehört vor allem, die zugehörigen Herstellerhinweise zu kennen und zu beachten.

3.5.1 Messen des Schutzleiterwiderstandes

Diese Messung soll den niederohmigen Durchgang des Schutzleiters nachweisen. An elektrischen Betriebsmitteln der SK I wird der Schutzleiterwiderstand zwischen dem Schutzkontakt des Steckers und den berührbaren leitfähigen Teilen, die zu Schutzzwecken mit dem Schutzleiter verbunden sind, gemessen. Der Prüfstrom muss mindestens 200 mA betragen. Manche Prüfgeräte können zusätzlich einen Prüfstrom von 10 A zur Verfügung stellen. Es obliegt der Prüfperson zu entscheiden, welcher Prüfstrom sinnvoll angewendet wird.

Insbesondere an korrodierten Kontaktstellen können sich Übergangswiderstände ergeben, die sich bei Verwendung einer Prüfgleichspannung in Stromflussrichtung leitend, in entgegengesetzter Stromrichtung jedoch hochohmig verhalten. Um Fehlinterpretationen dieses als „Diodeneffekt“ bezeichneten Phänomens auszuschließen, muss beim Einsatz von Prüfgleichspannung stets in beide Stromrichtungen gemessen werden. Die Umschaltung (Umpolung) kann je nach Prüfgerät automatisiert oder manuell erfolgen.



Während der Messung ist die Leitung in Abschnitten über ihre ganze Länge zu bewegen, besonders an den Leitungseinführungen. Der Prüfstrom muss als Dauerstrom über eine hinreichend lange Zeit fließen. Dabei muss die Anzeige des Prüfgerätes beobachtet werden.

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

Der Schutzleiterwiderstand ist von der Leitungslänge und dem Leiterquerschnitt abhängig. Grenzwerte können der Abb. 4 entnommen werden.

Die typischerweise ermittelten Widerstandswerte liegen bei Geräten mit Anschlussleitungen bis 2,5 m und einem Leiterquerschnitt von mindestens 1,0 mm^2 Cu bei Werten von 0,06 bis 0,12 Ω. Ein Messwert von z. B. 0,28 Ω, der damit zwar unterhalb des vorgegebenen Grenzwertes liegt, kann aber bereits auf eine korrodierte oder gelockerte Kontaktstelle sowie einen nicht vorschriftsmäßigen Querschnitt der Zuleitung, z. B. nur 0,25 mm^2, hinweisen.

Bei der Schutzleiterwiderstandsmessung ist weiterhin Folgendes zu beachten:

- Leitfähige parallele Verbindungen zur Erde, wie die Abschirmung von Datenleitungen oder eine ableitfähige Werkbank, können das Messergebnis verfälschen.
- Die Höhe des Prüfstroms kann das Messergebnis beeinflussen; z. B. können schlechte Kontaktstellen (Korrosion, lockere Schraubverbindungen) durch hohe Prüfströme verschweißen und gegebenenfalls nicht als „schlecht“ erkannt werden.
- Bei einigen Betriebsmitteln der SK I besteht keine Möglichkeit, mit dem PE verbundene Teile mit der Prüfsonde zu kontaktieren, z. B. Drucker, Tauchpumpen, so dass keine Schutzleiterwiderstandsmessung möglich ist. Die Prüfperson muss auf Basis der Gefährdungsbeurteilung entscheiden, ob die Sicherheit des Gerätes trotzdem bestätigt werden kann. Hierbei können Informationen des Herstellers oder die Kenntnis des Geräteaufbaus nützlich sein.
- Bei einem elektrischen Betriebsmittel, dessen Schutzleiteranschluss keine Schutzfunktion hat, z. B. Notebook-Netzteil (SK II) mit Funktionserdung aus EMV-Gründen, ist die Einhaltung des Grenzwertes nicht erforderlich.

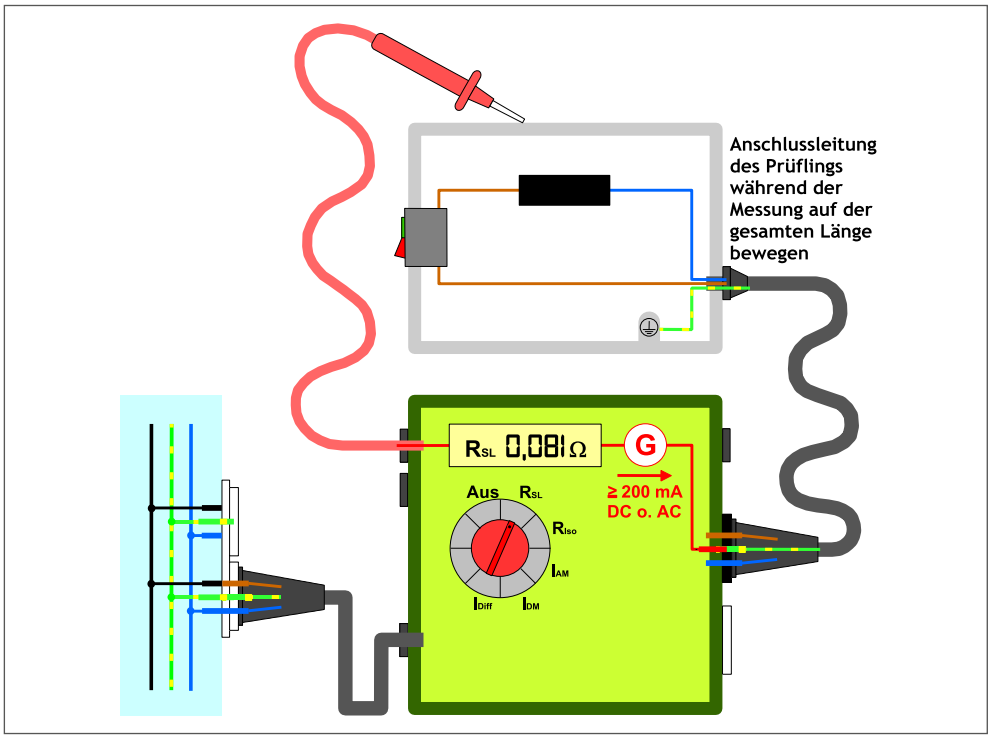


Abb. 7 Schutzleiterwiderstandsmessung

Die Abbildung zeigt die Messung der PE-Verbindung an einem Prüfling der SK I zwischen dem PE der Netzanschluss-Steckvorrichtung und dem Gehäuse.

Insbesondere elektrische Betriebsmittel der Datenverarbeitung oder der Kommunikationstechnik können aus betrieblichen Gründen häufig nicht vom Netz getrennt werden. In diesem Fall ist zumindest eine eingeschränkte Prüfung durchzuführen, z. B. Messung des Schutzleiterwiderstands nach Abb. 8. Ein entsprechender Vermerk im Prüfprotokoll sollte auf diese unvollständige Prüfung hinweisen.

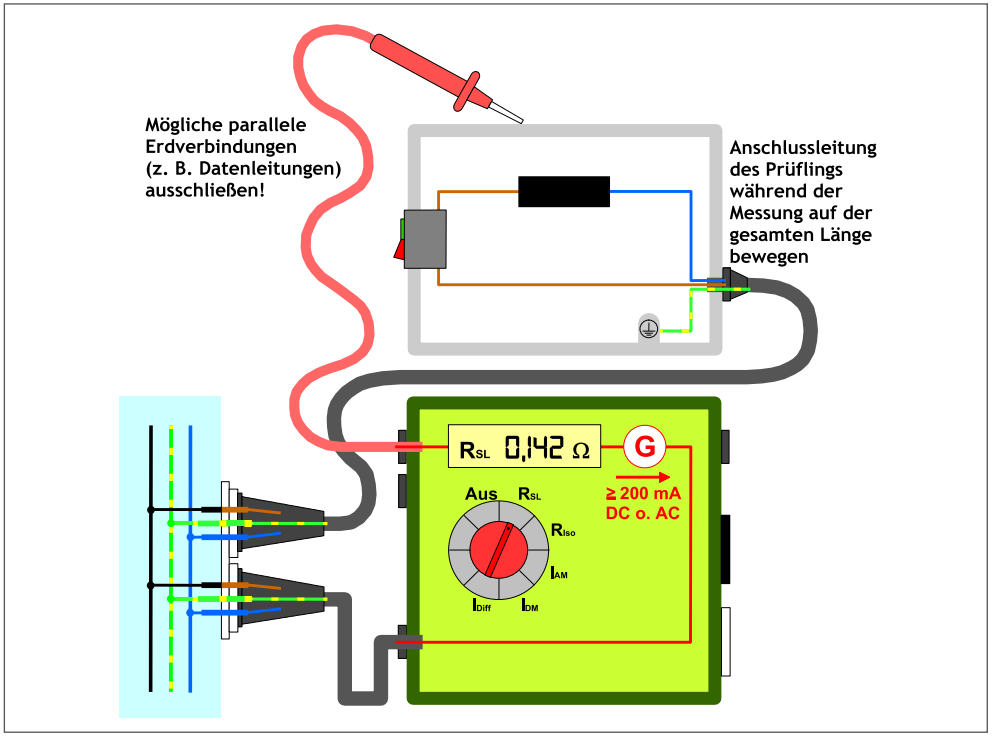


Abb. 8 Schutzleiterwiderstandsmessung über eine benachbarte Steckdose

Die Abbildung 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 Gehäuse des Prüflings.

In einer fehlerbehafteten elektrischen Anlage oder einem fehlerbehafteten elektrischen Betriebsmittel kann der Prüfstrom von z. B. 200 mA zwischen N und PE fließen und damit eine vorgeschaltete RCD mit einem Bemessungsdifferenzstrom von 30 mA auslösen.

3.5.2 Messen des Isolationswiderstandes

Durch die Isolationswiderstandsmessung mit einer Gleichspannung soll der ordnungsgemäße Zustand der Isolierungen nachgewiesen werden. Die Messung erfolgt zwischen den kurzgeschlossenen aktiven Teilen (L1, L2, L3, N) und allen leitfähigen berührbaren Teilen,

- die mit dem Schutzleiter verbunden sind und
- die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind.

Bei intakten elektrischen Betriebsmitteln sind Isolationswiderstandsmesswerte von 300 MΩ (Messbereichsendwert) und höher üblich. Wird z. B. ein Ergebnis nahe dem Grenzwert festgestellt, sollte der Prüfling näher überprüft werden.



Stark verschmutzte elektrische Betriebsmittel sind vor der Messung zu reinigen.

Durch leitfähige Ablagerungen, z. B. Abrieb von den Kohlebürsten und ggf. Feuchtigkeit, kann es aufgrund der angelegten Prüfspannung zu einem Stromfluss „über die Verschmutzung“ kommen. Dies wird als Verschlechterung des Isolationswiderstandes angezeigt. In Ausnahmefällen kann der Prüfstrom in Geräten mit vorgeschädigten oder empfindlichen Bauteilen einen Schaden verursachen. Das kann jedoch kein Grund sein, auf eine Isolationswiderstandsmessung zu verzichten. Eine Verschlechterung des Isoliervermögens sollte frühzeitig erkannt werden, um möglichen Personenschäden und Brandgefahren rechtzeitig vorzubeugen.

Auch Stellen mit möglichen Ablagerungen (Gehäuseöffnungen, Kühlöffnungen, -schlitze, Gehäusenahtstellen) sollten mit der Prüfsonde/-spitze abgetastet werden. Isolationsfehler können sich auch durch Alterung, Feuchtigkeit oder Montagefehler ergeben, weshalb auch berührbare Gehäuseschrauben im Rahmen der Isolationswiderstandsmessung überprüft werden sollten.



Abb. 9 Beispiel eines Isolationsfehlers aufgrund einer Verschmutzung (leitfähiger Abrieb)



Abb. 10 Beispiel eines Isolationsfehlers aufgrund einer fehlerhaften Montage

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

Der Isolationswiderstand wird wie in den Abbildungen 11 bis 15 dargestellt gemessen:

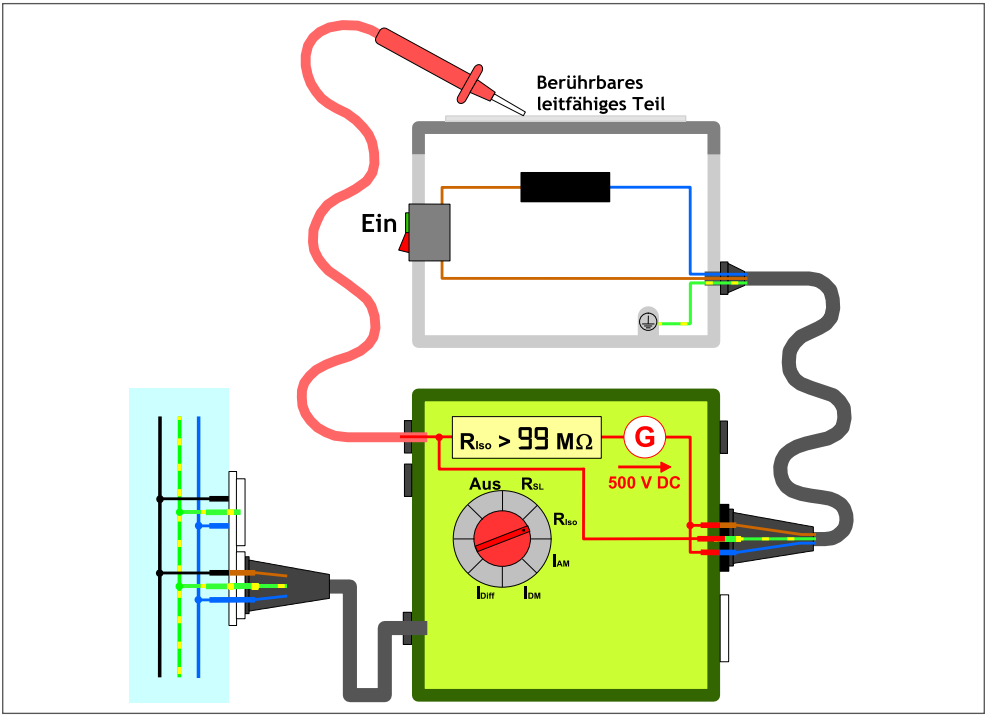


Abb. 11 Isolationswiderstandsmessung an einem elektrischen Betriebsmittel der SK I (allgemein)

Berührbare leitfähige Teile, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind, z. B. Gehäuseschrauben, sind mittels Sonde durch Abtasten zu überprüfen.

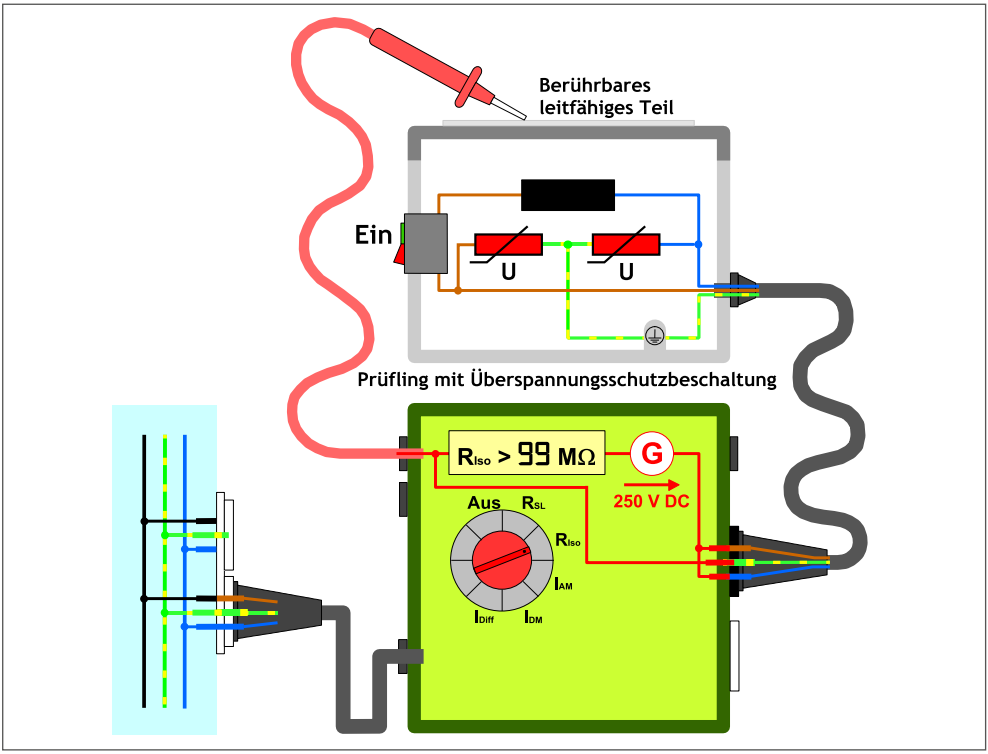


Abb. 12 Isolationswiderstandsmessung an einem elektrischen Betriebsmittel der SK I (mit Überspannungsableitern)

Die Prüfung solcher elektrischer Betriebsmittel erfolgt mit reduzierter Prüfspannung.

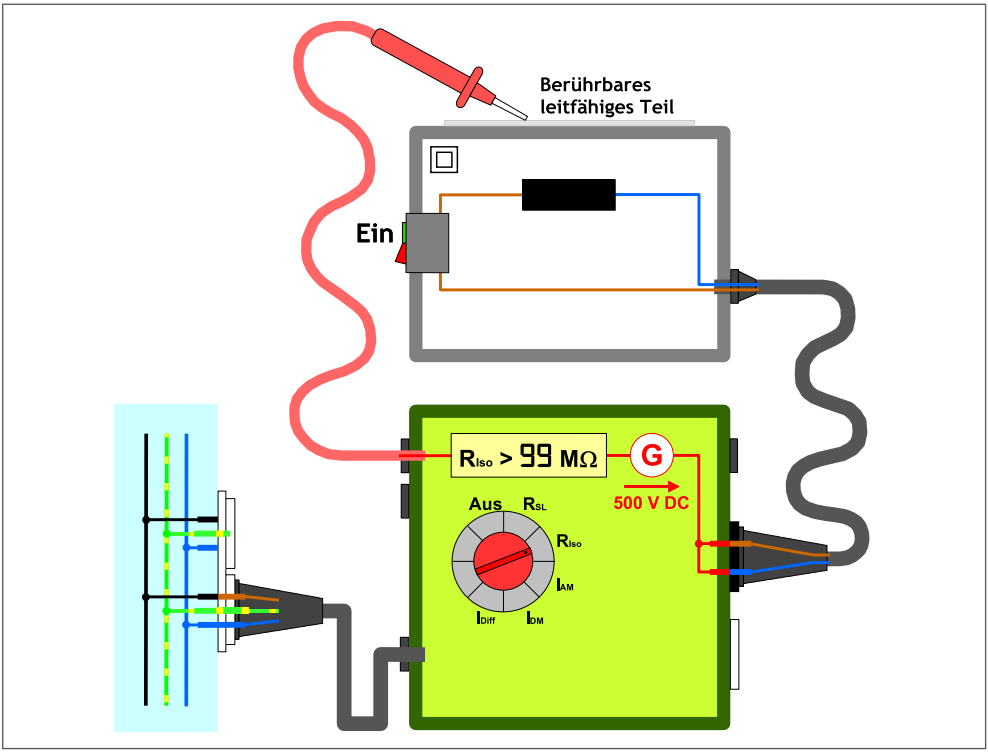


Abb. 13 Isolationswiderstandsmessung an einem elektrischen Betriebsmittel der SK II

Berührbare leitfähige Teile, z. B. Gehäuseschrauben, sind mittels Sonde durch Abtasten zu überprüfen.

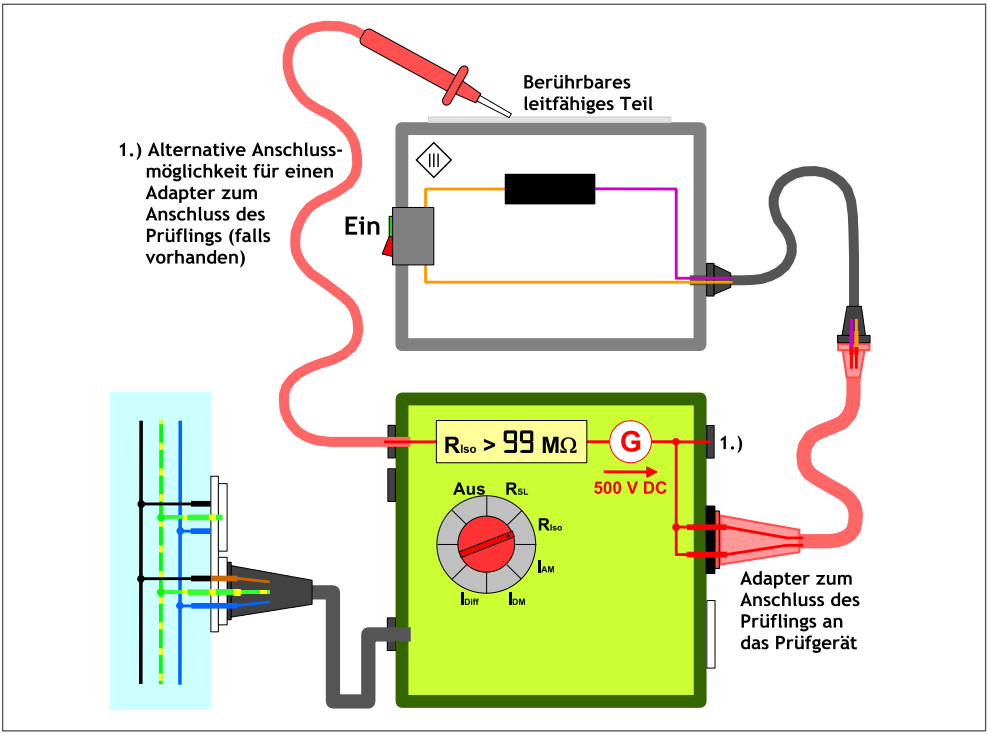


Abb. 14 Isolationswiderstandsmessung an einem elektrischen Betriebsmittel der SK III (Prüfspannung kann auch kleiner sein)

Berührbare leitfähige Teile, z. B. Gehäuseschrauben, sind mittels Sonde zu prüfen. Für den Anschluss des Prüflings an die Prüfsteckdose des Prüfgeräts ist ein Adapter notwendig.

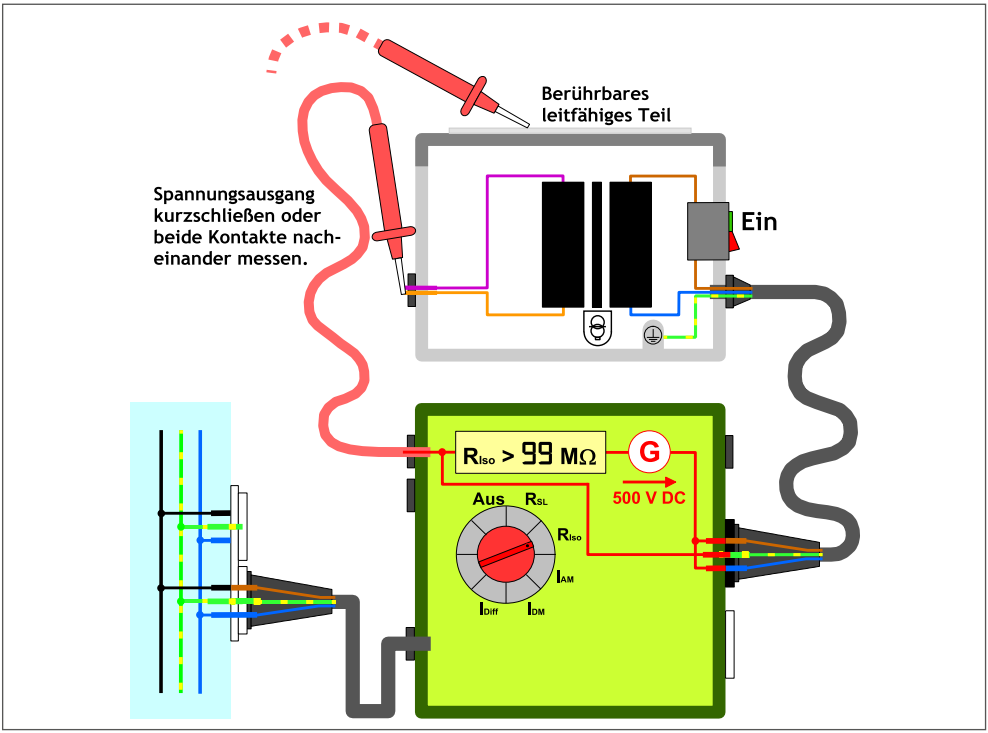


Abb. 15 Isolationswiderstandsmessung an einem Netzteil mit sekundärem Spannungsausgang (Sicherheitstrenntransformator)

Der Wert der Messspannung der Messeinrichtung muss mindestens der Bemessungsspannung des zu prüfenden Gerätes gegen Erde entsprechen, darf aber nicht weniger als 500 V DC betragen. Der Messstrom muss bei den Grenzwerten nach Tabelle 2 mindestens 1 mA betragen. Das bedeutet, dass bei einem Widerstand < 500 kΩ die Messspannung unter 500 V DC absinken kann. Bei der Prüfung von Geräten, die mit Überspannungsableitern ausgestattet sind oder beim Messen an aktiven Teilen, die Kleinspannung führen (SELV-, PELV-Geräte), darf der Wert der Messspannung 250 V DC betragen.

Sind zwischen den aktiven Leitern und dem Schutzleiter Schutzimpedanzen geschaltet, so gilt der Widerstandswert gemäß Herstellerangabe.

Tabelle 2 Der Isolationswiderstand darf die folgenden Grenzwerte nicht unterschreiten:

Isolationswiderstand	Grenzwert
Elektrische Betriebsmittel der SK I (zwischen aktiven Teilen und PE sowie den damit verbundenen berührbaren leitfähigen Teilen)	1,00 MΩ
Elektrische Betriebsmittel der SK I mit Heizelementen	0,30 MΩ*
Elektrische Betriebsmittel der SK I + II (zwischen aktiven Teilen und nicht mit PE verbundenen berührbaren leitfähigen Teilen)	2,00 MΩ
Elektrische Betriebsmittel der SK I + II mit berührbaren Ausgangskreisen zwischen Eingangs- und Ausgangsstromkreis	2,00 MΩ
Elektrisches Betriebsmittel der SK I + II Ausgangskreis, z. B. Transformator mit sicherer Trennung gegen berührbare leitfähige Teile	2,00 MΩ
Aktive Teile der Schutzmaßnahme SELV oder PELV gegen berührbare leitfähige Teile (Messspannung darf auf 250 V DC reduziert sein)	0,25 MΩ

* Wird bei elektrischen Betriebsmitteln der SK I mit Heizelementen und einer Gesamtleistung über 3,5 kW der geforderte Isolationswiderstand von 0,3 MOhm nicht erreicht, gilt das elektrische Betriebsmittel dann dennoch als einwandfrei, wenn der Grenzwert des Schutzleiterstroms (siehe Abschnitt 3.5.4) eingehalten wird.

Werden nicht alle Netzstromkreise von der Prüfspannung erfasst, z. B. hinter netzspannungsabhängigen Schaltgeräten, müssen

- Schutzleiterstrom und
- Berührungsstrom

mit einer aktiven Messung (direkte Methode oder Differenzstrommethode) durchgeführt werden.

Die **alternative Methode** ist in diesem Fall **nicht zulässig**, siehe Abschnitt 3.5.7.

3.5.3 Grundlagen zum Messen des Schutzleiter- und des Berührungsstromes

Diese Messungen dienen dem Nachweis des ordnungsgemäßen Zustands der Isolierungen und Beschaltungen. Während der Isolationswiderstandsmessung mit einer Prüfgleichspannung können nicht alle möglichen Defekte aufgedeckt werden, z. B. an Entstörfiltern. Diese können durch Messungen mit einer Prüfwechselspannung ermittelt werden.

Die Schutzleiter- und die Berührungsstrommessungen können nach verschiedenen Methoden durchgeführt werden:

a. direkte Methode (wird bei der Schutzleiterstrom- und der Berührungsstrommessung bezogen auf die Messpfade unterschiedlich angewendet),
b. Differenzstrommethode, siehe Abschnitt 3.5.6,
c. alternative Methode, siehe Abschnitt 3.5.7.

Bei den Messungen ist darauf zu achten, dass Schalter und ähnliche Einrichtungen geschlossen sind, um möglichst alle durch Netzspannung beanspruchten Isolierungen und elektrischen Bauteile zu erfassen.



Bei der Anwendung der Methoden a. und b. wird der Prüfling in Betrieb genommen. Die sich hieraus ergebenden weiteren Gefährdungen sind bei Durchführung der Prüfung zu beachten, z. B. Anlauf von Winkelschleifern, Strahlung von Leuchtmitteln, Wärmeentwicklung bei Lötkolben.

Die Messungen sind in allen möglichen Schalterstellungen durchzuführen. Ist das Gerät mit einem ungepolten Netzstecker ausgerüstet, sind die Messungen in beiden Steckpositionen des Netzsteckers durchzuführen. Als Messwert gilt der größere der beiden gemessenen Werte.

Besonderheiten

- Elektrische Betriebsmittel mit integrierten Frequenzumrichtern (FU), wie z. B. Geräte mit Schaltnetzteil oder Invertertechnik, rufen zumeist Ströme mit höheren Frequenzen als die Netzfrequenz hervor. Zur normgerechten Bewertung der abgeleiteten Ströme ist ein geeignetes Messverfahren, wie in Abschnitt 7.4 erläutert, anzuwenden.
- Achtung bei Versorgung der Prüfgeräte aus einem IT-System! Nur wenige Prüfgeräte erkennen den fehlenden oder falschen Erdbezug. Eine Häufung von unplausiblen Werten, z. B. es ergibt sich immer 0 mA für den Schutzleiterstrom, deutet auf ein IT-Netzsystem, bzw. dem Fehlen des PE im speisenden Netzsystem hin.
  Mögliche Abhilfe: Durch einen Transformator mit Trenneigenschaft, der primär aus dem IT-System gespeist wird, kann sekundärseitig ein TN-System gebildet werden.

Bei der Messung nach c., ist das Umpolen nicht erforderlich.

Gegenüberstellung der Ableitstrommessung und der Isolationswiderstandsmessung

Ableitstrommessung und Isolationswiderstandsmessung ergänzen sich bei der Beurteilung des Isoliervermögens eines Gerätes.

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 in Verbindung mit ohmschen Isolationsfehlern gegen Erde hervorgerufen werden, z. B. durch Filterkomponenten zur Entstörung, die sich aus Induktivitäten und Kapazitäten zusammensetzen.

Stellt die Prüfperson bei der Messung also einen Ableitstrom fest, so muss dies noch nicht unbedingt ein Hinweis auf einen Fehler darstellen. Hierzu müsste bekannt sein, in welcher Höhe der Ableitstrom bei dem vorliegenden Gerät als „normal“ (gerätespezifisch) zu betrachten ist.

Beispiel:

Bei einer Spannung von 230 V AC gegen Erde führt ein „schlechter“ Isolationswiderstand von 1 MΩ zu einem Fehlerstrom von 0,23 mA. Wird zu einem Ableitstrom von 1 mA der Fehlerstrom aus dem genannten Beispiel addiert, ergibt sich ein Messwert für den Schutzleiterstrom von 1,23 mA.

a. Dieses Ergebnis wird die Prüfperson nicht unmittelbar zum Handeln veranlassen.
b. Die Prüfperson müsste wissen, dass dieses Gerät einen spezifischen Ableitstrom von 1 mA aufweist.

Bei intakten elektrischen Betriebsmitteln sind Isolationswiderstandsmesswerte von 300 MΩ (Messbereichsendwert) und höher üblich. Wird z. B. ein Ergebnis nahe dem Grenzwert festgestellt, sollte der Prüfling näher überprüft werden.

Grenzwerte	Korrespondierende Werte bei einer Nennspannung von 230 V
0,30 MΩ	0,76 mA
1,00 MΩ	0,23 mA
2,00 MΩ	0,115 mA
300 MΩ (Messbereichsendwert)	0,76 µA
3,50 mA	0,065 MΩ
0,50 mA	0,46 MΩ

Die Messung des Ableitstroms allein lässt also eine Verschlechterung des Isoliervermögens nicht hinreichend erkennen. Obwohl der gemessene Ableitstrom deutlich unterhalb des Grenzwertes bleibt, weicht er vom „üblichen Wert“ des Prüflings ab. Die Prüfperson hat hier nur die Möglichkeit, auf die Messwerte der vorangegangenen Prüfungen zurückzugreifen, denn Herstellerangaben sind oftmals nicht verfügbar.

Daraus wird ersichtlich, dass sowohl die Ableitstrommessung als auch die Messung des Isolationswiderstandes gleichermaßen erforderlich sind und sich in der Aussagekraft ergänzen.

Bei erkannter Verschlechterung der Messwerte wird eine erfahrene Prüfperson reagieren und die Ursache suchen sowie gegebenenfalls die Prüffrist verkürzen. Eine rechtzeitige Reparatur kann verhindern, dass der Isolationswiderstand sich so weit verschlechtert, dass das Gerät nicht mehr ausreichend sicher ist.

3.5.4 Messen des Schutzleiterstromes

Mit dieser Messung wird ein durch den Schutzleiter abfließender Strom ermittelt. Diese Messung erfolgt nur bei elektrischen Betriebsmitteln der SK I.

Sie kann entfallen bei elektrischen Betriebsmittel, bei denen keine elektrischen Bauteile zwischen die aktiven Teile und dem Schutzleiter geschaltet sind, z. B. Verlängerungsleitungen, abnehmbare Geräteanschlussleitungen oder mobile Steckdosenverteiler.

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

- Bei Geräten mit Heizelementen und einer Gesamtanschlussleistung größer als 3,5 kW darf der Schutzleiterstrom 1 mA/kW Heizleistung betragen, insgesamt aber nicht größer als 10 mA sein.
- Bei fest angeschlossenen Geräten oder bei Geräten mit CEE-Steckvorrichtungen können besondere Installationsbedingungen und dadurch abweichende Werte für den Ableitstrom gelten.

Weiterhin können Veränderungen an kapazitiven Ableitungen, z. B. Filterkomponenten zur Entstörung, festgestellt werden. Das ist jedoch nur möglich, wenn gerätespezifische Werte aus der Historie, z. B. aus der Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme oder über Herstellerangaben verfügbar sind.

Folgende Methoden sind möglich:

a. Direkte Methode

Für die Schutzleiterstrommessung wird die direkte Methode in der Praxis selten angewendet. Sie ist aus sicherheits- und messtechnischen Gründen nicht zu empfehlen.

Das Messen des Schutzleiterstroms durch Anwendung der direkten Methode erfolgt mit einem Milliamperemeter (üblicherweise im Prüfgerät enthalten) zwischen dem Schutzleiteranschluss und den mit dem Schutzleiter verbundenen Teilen des Prüflings, während dieser mit Netzspannung in seinen typischen Funktionen betrieben wird (Abb. 16). **Der Prüfling ist isoliert aufzustellen, um eine Parallelableitung zu verhindern, die das Messergebnis verfälschen kann.**

Führen Prüflinge einen hohen Schutzleiterstrom, könnte während der Messung die Sicherung des Messgerätes, z. B. Multimeter, auslösen und damit den PE unterbrechen. Als Folge läge dann am Gehäuse eine berührungsgefährliche Netzspannung an! Deshalb sollte ein Prüfgerät gemäß VDE 0413 verwendet werden.

Aus Sicherheits- und messtechnischen Gründen wird diese Methode nicht empfohlen!

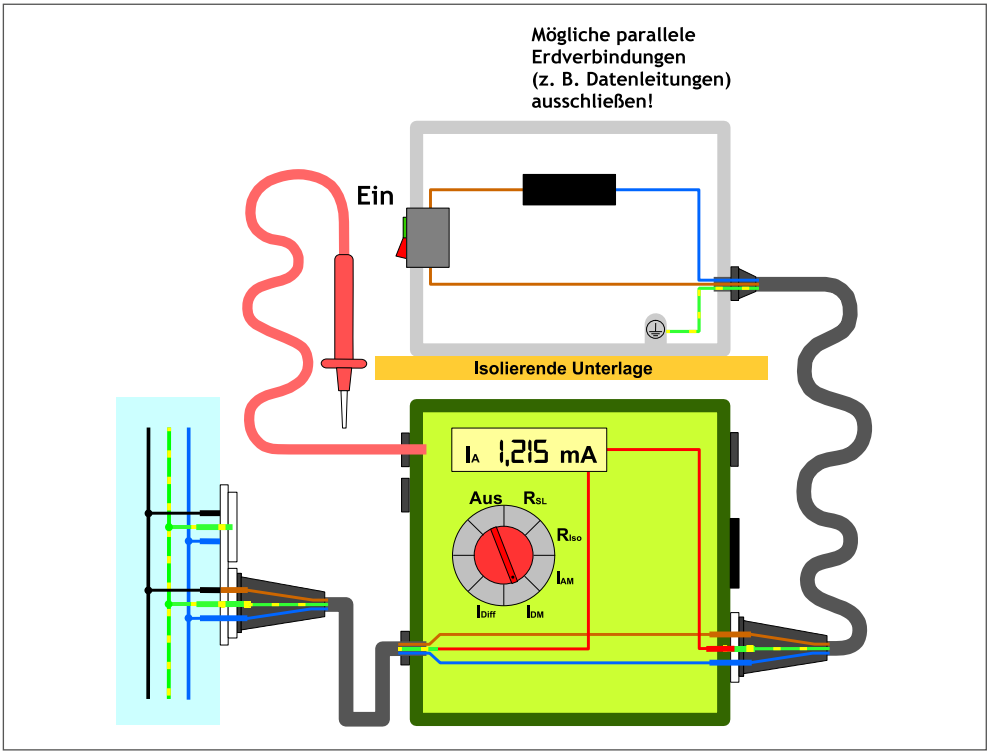


Abb. 16 Schutzleiterstrommessung nach direkter Methode (Prinzipdarstellung)

Um ordnungsgemäße Prüfergebnisse zu erhalten, muss der Prüfling isoliert aufgestellt werden.

b. Differenzstrommethode

Diese Methode wird von aktuellen Prüfgeräten häufig angewendet und ist zu empfehlen. Der Strom wird über einen Summenstromwandler gemessen, während er über den Schutzleiter oder gegen Erde abfließt (siehe Abschnitt 3.5.6).

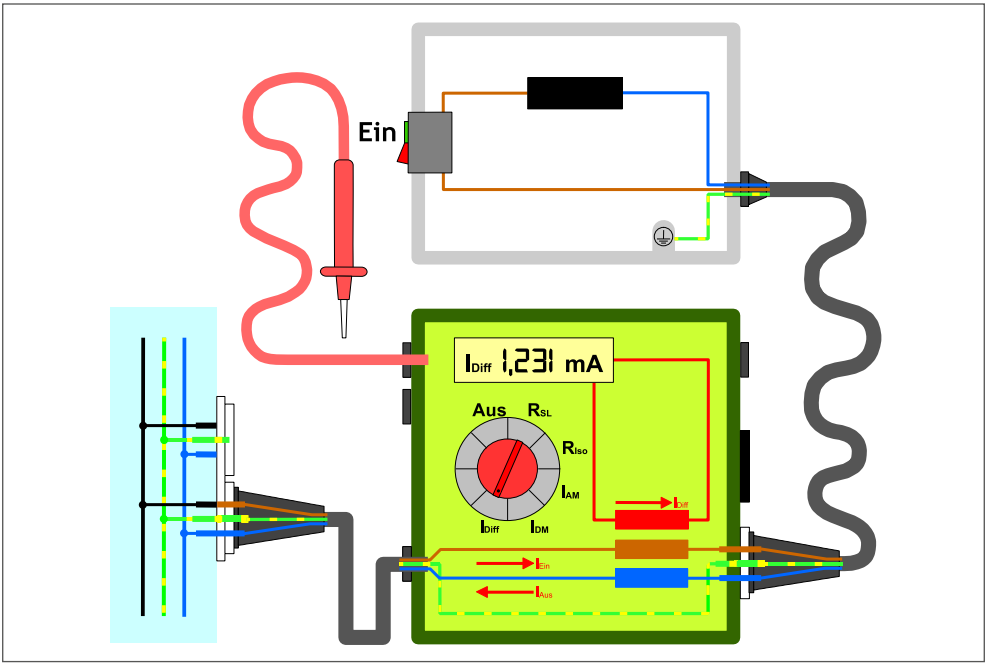


Abb. 17 Schutzleiterstrommessung nach der Differenzstrommethode
Die Sonde wird für diese Messmethode nicht benötigt.

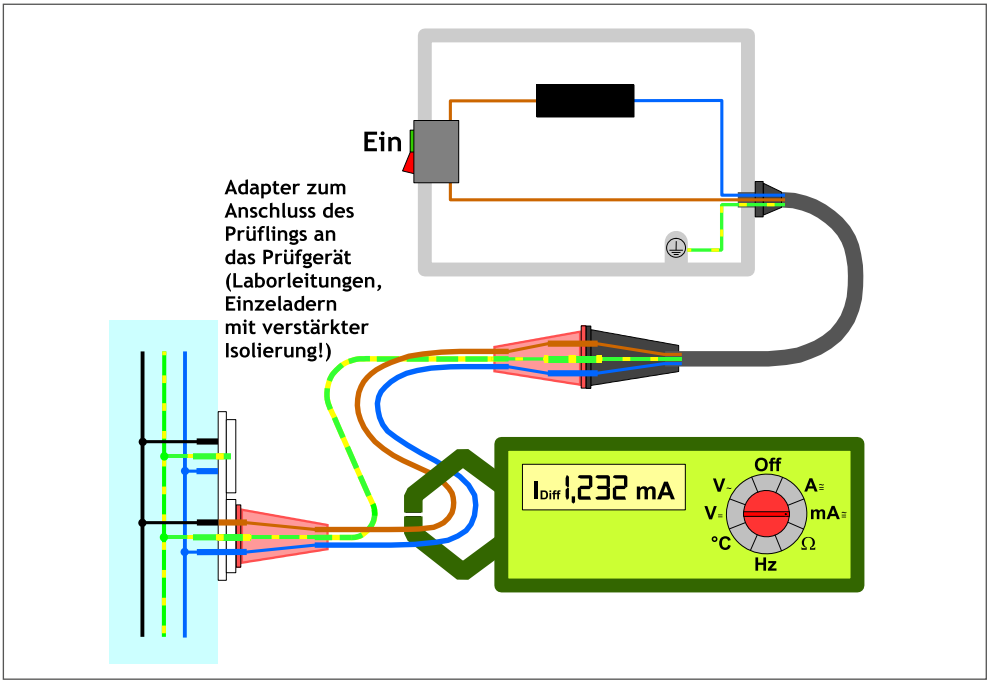


Abb. 18 Schutzleiterstrommessung nach der Differenzstrommethode (Differenzstrommessverfahren) mit einer Strommesszange („Leckstrommessung“)

Messabweichungen durch Fremdeinflüsse, z. B. durch Einstreuung äußerer Magnetfelder, Überlagerung der Sinusform, sind zu erwarten.

Die Prüflinge sind während der Messung mit Nennspannung in den typischen Betriebsarten und Funktionen zu betreiben.

Bei der Verwendung einer Strommesszange darf der Schutzleiter (PE) nicht durch die Strommesszange geführt werden (siehe Abb. 18).

c. Alternative Methode

Die Feststellung des Schutzleiterstroms kann auch mit der alternativen Methode durchgeführt werden (Achtung: Zusatzhinweise in Abschnitt 3.5.7 beachten!).

Der Prüfling kann bei der Anwendung dieser Messmethode nicht in Betrieb genommen werden.

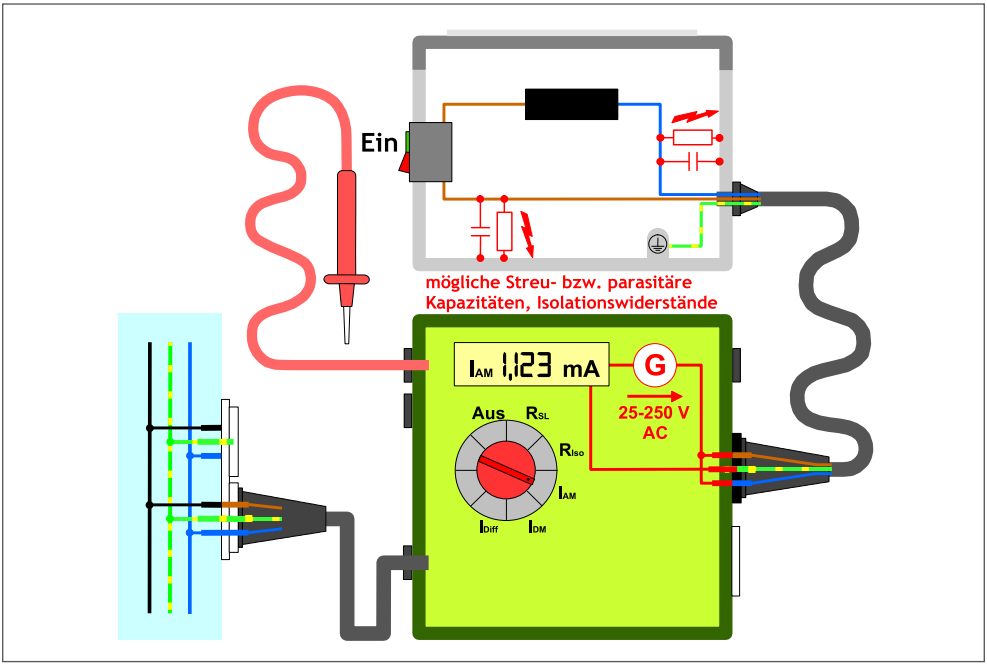


Abb. 19 Schutzleiterstrommessung nach der alternativen Methode
Die Sonde wird für diese Messmethode nicht benötigt.

3.5.5 Messen des Berührungsstroms

Die Messung des Berührungsstroms dient dem Nachweis, dass beim Berühren von nicht mit dem Schutzleiter verbundenen fremden leitfähigen Teilen kein unzulässig hoher Strom über eine Person zur Erde fließen kann.

Diese Messung erfolgt zwischen dem Schutzleiter der Netzversorgung und allen leitfähigen berührbaren Teilen, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind, sowohl bei SK I als auch bei SK II Geräten. Der Berührungsstrom darf den Grenzwert von 0,5 mA nicht überschreiten.

Elektrische Betriebsmittel der SK III werden ausschließlich aus einer Schutzkleinspannungsquelle (SELV) versorgt. Somit ist eine sichere galvanische Trennung vom geerdeten Netz gewährleistet und eine Berührungsstrommessung des daran angeschlossenen Gerätes grundsätzlich entbehrlich.



Es ist besonders auf Ablagerungen an Isolierstoffteilen zu achten, z. B. Abrieb von Kohlebürsten oder Schleifstaub an Gehäuseöffnungen und -nahtstellen. An diesen Stellen ist eventuell eine Berührungsstrommessung durchzuführen.

Vorhandene leitfähige Ablagerungen sind zu beseitigen. Hierzu kann es erforderlich sein, das Gerät im Rahmen einer Instandsetzung zu öffnen.

Bei Betriebsmitteln mit Spannungsausgang ist eine Berührungsstrommessung erforderlich (siehe Abschnitte 5.5, 7.3, 7.7).

Folgende Methoden sind möglich:

a. Direkte Methode

Die Messung des Berührungsstroms wird in den aktuellen Prüfgeräten häufig nach dieser Methode durchgeführt.

Der Berührungsstrom kann z. B. mit einer Prüfeinrichtung, bestehend aus einem Milliamperemeter und einem definierten Messwiderstand mit einem Widerstandswert nicht

größer als 1 kΩ ± 20 %, an berührbaren leitfähigen Teilen gegen Erde gemessen werden, z. B. gegen den Schutzkontakt einer vorher geprüften Steckdose (siehe Abbildungen 20, 21, 22).

Prüfgeräte, die mit einem 2 kΩ Messwiderstand ausgerüstet sind, dürfen weiterhin eingesetzt werden. Eine entsprechende Normauslegung wurde vom zuständigen DKE Gremium UK 964.1 wie folgt veröffentlicht:

Normauslegung im Wortlaut:

Mit der Einführung der internationalen Prüfnorm Norm IEC 62353 [DIN EN 62353 (VDE 0751-1)] wurde es notwendig auch einen Standard für die dazu verwendeten Prüfgeräte zu erstellen. Die zurückgezogene Normenreihe DIN VDE 0404 (VDE 0404) diente als Basis für die DIN EN 61557-16 (VDE 0413-16). Zur Vereinfachung hat man sich in der DIN EN 61557-16 (VDE 0413-16) jedoch darauf geeinigt den Messwiderstand zur Ableitstrommessung einheitlich auf 1 kΩ festzulegen.

In der Normenreihe DIN VDE 0404 (VDE 0404) wurde noch unterschieden:

- Messwiderstand für die Prüfung von elektrischen Geräten 2 kΩ,
- Messwiderstand für die Prüfung von medizinischen Geräten 1 kΩ.

Bei der direkten Messung des Ableitstromes mit einem Grenzwert von 3,5 mA, bezogen auf eine Netzspannung von 230 V, beträgt die Abweichung des Messergebnisses mit einem Widerstand von 1 kΩ gegenüber einem Widerstand von 2 kΩ ca. 1,5 %.

Bei niedrigeren Netzspannungen kann dieser Fehler höher sein.

Da die Messunsicherheit der Prüfgeräte für die Messung des Ableitstromes 15 % betragen kann, ist der Einfluss des Messwiderstandes nur bei der direkten Messung von höheren Ableitströmen relevant.

Die Prüfgeräte, die nach der Normenreihe DIN VDE 0404 (VDE 0404) gebaut sind, können somit gemäß dem Anwendungsbereich auch zur Prüfung nach den Normen, die auf DIN EN 61557-16 (VDE 0413-16) verweisen, weiterverwendet werden, wenn diese Abweichungen berücksichtigt werden.

Vorzugsweise ist ein Prüfgerät gemäß Normenreihe VDE 0413 zu benutzen. Der Berührungsstrom an berührbaren leitfähigen Teilen hinter einer galvanischen Trennung, wie z. B. an Ausgangsklemmen und -buchsen einer Kleinspannungsquelle, kann nur durch Anwendung der direkten Methode gemessen werden.

Abb. 20 zeigt die direkte Methode zur Messung des Berührungsstroms an einem elektrischen Betriebsmittel der SK II.

Verfügt der Prüfling über ein leitfähiges Gehäuse, ist eine isolierte Aufstellung zu gewährleisten. Bestehen leitfähige Erdverbindungen über Anschlüsse, z. B. Datenleitungen oder Rohre, müssen diese aufgetrennt werden.

Durch die vorgenannten Maßnahmen werden Ableitströme über diese Verbindungen, die bei der Messung nicht erfasst werden können, verhindert.

Die Messung muss in beiden Steckpositionen des Netzsteckers durchgeführt werden.

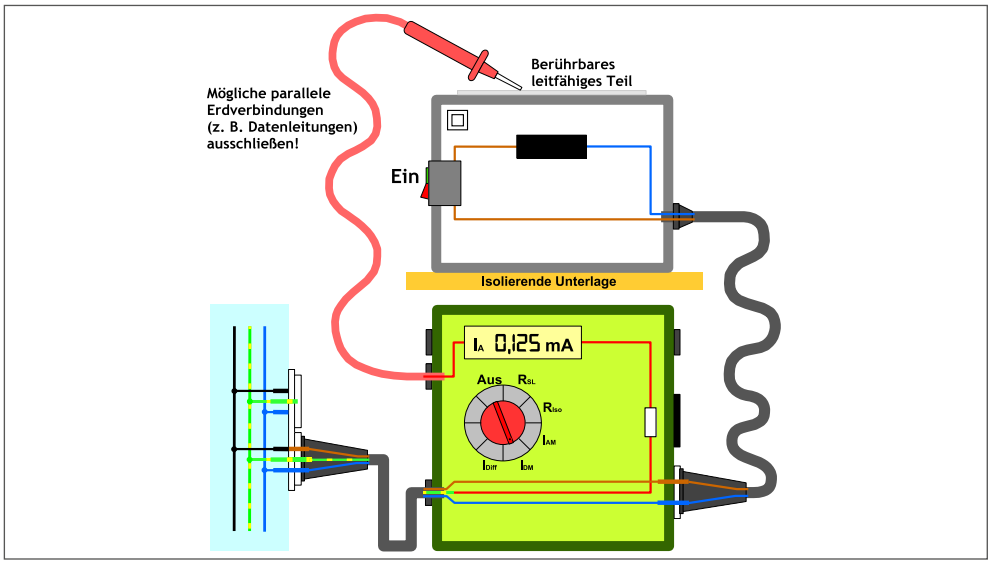


Abb. 20 Berührungsstrommessung nach der direkten Methode an einem elektrischen Betriebsmittel der SK II

b. Differenzstrommethode

Der Berührungsstrom wird über einen Summenstromwandler gemessen. Damit ein Berührungsstrom fließen kann, muss eine Verbindung (Sondenleitung) über einen Messwiderstand mit einem Widerstandswert nicht größer als 1 kΩ zwischen den leitfähigen Teilen des Prüflings und Erdpotential hergestellt werden.

Die Abbildungen 21 und 22 zeigen die Messung des Berührungsstroms an einem elektrischen Betriebsmittel der SK II nach der Differenzstrommethode:

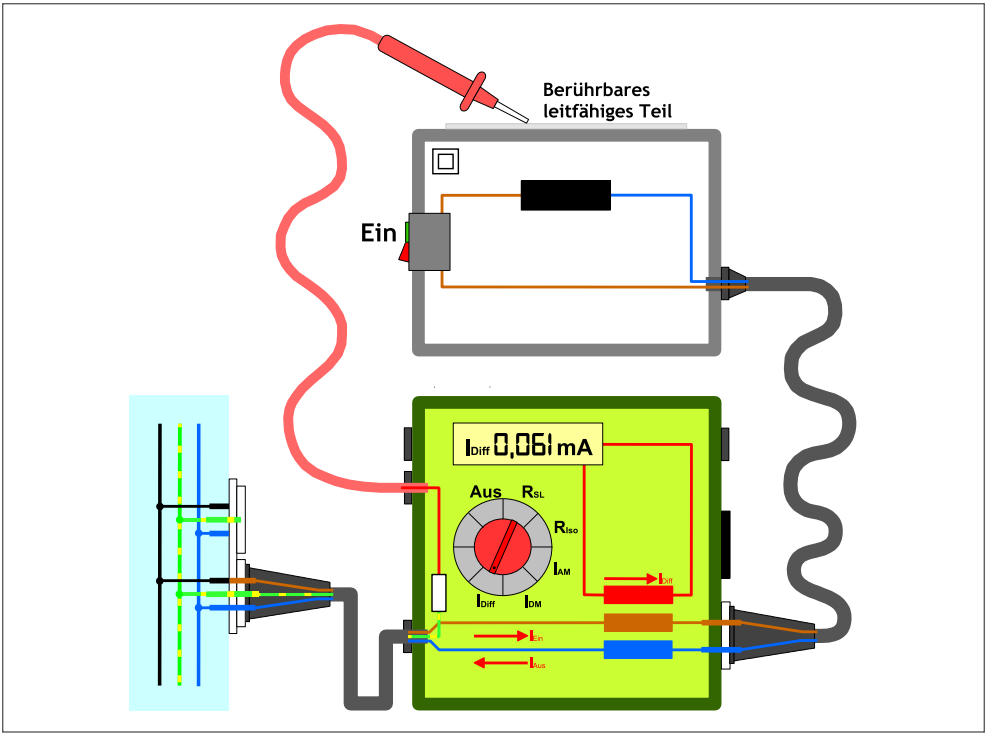


Abb. 21 Berührungsstrommessung nach der Differenzstrommethode an einem elektrischen Betriebsmittel der SK II

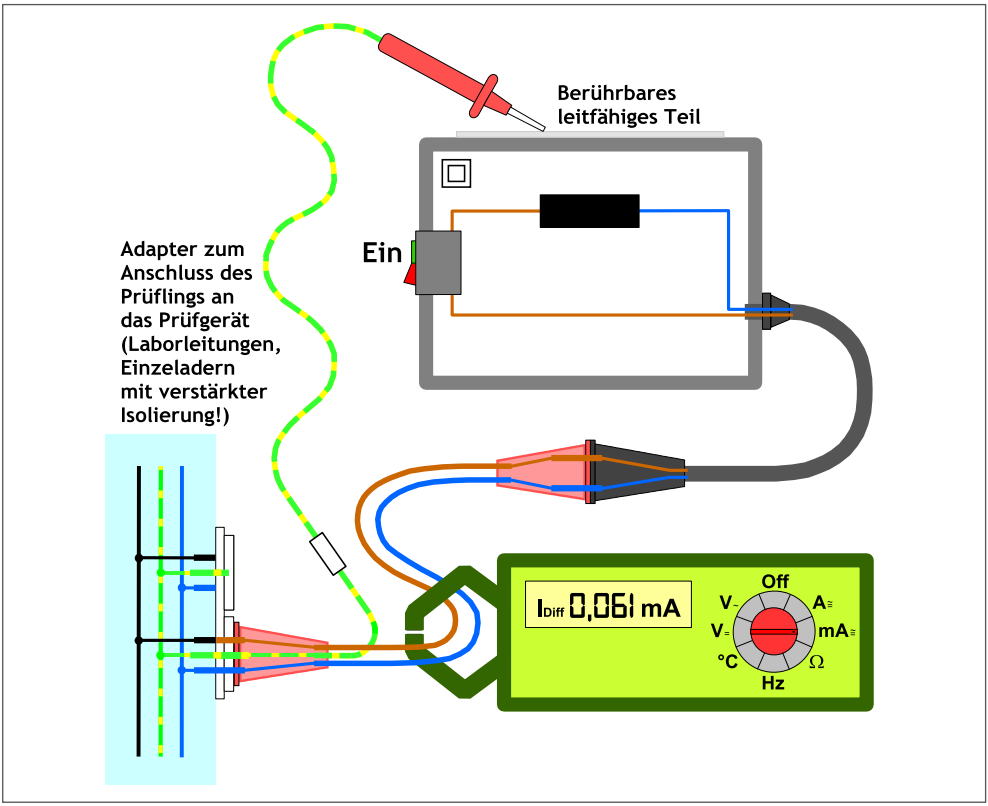


Abb. 22 Berührungsstrommessung mit einer Strommesszange
(„Leckstrommessung“) an einem elektrischen Betriebsmittel der SK II.
Messabweichungen durch Fremdeinflüsse (s. Abb. 19) sind zu erwarten.

- Bei der Berührungsstrommessung müssen alle nicht mit dem Schutzleiter (PE) verbundenen berührbaren leitfähigen Teile über eine Sonde mit Erde verbunden werden (siehe Abbildungen 20, 21, 22). In der Sondenleitung **muss** ein Messwiderstand mit einem Widerstandswert **nicht größer als 1 kΩ** eingebaut sein; dadurch wird das Ergebnis des gemessenen Stroms dem eines Körperstroms nachgebildet. Außerdem wird ein Kurzschluss verhindert, wenn z. B. über eine fehlerhafte Isolierung eine Verbindung zwischen aktiven Teilen und berührbaren leitfähigen Teilen des Prüflings besteht.
- Bei der Differenzstrommethode, eventuell auch bei der alternativen Methode, werden gegebenenfalls gleichzeitig der Berührungsstrom und der Schutzleiterstrom gemessen. Damit würde der Messwert die Summe aus beiden Strömen darstellen.

  Was kann die Prüfperson tun:

  - Die Prüfsonde entfernen und Messwerte einzeln feststellen,
  - Die Angaben des Mess-/Prüfgeräteherstellers beachten,
  - Die Messsonden entsprechend den Prüfschritten kontaktieren,
  - Die direkte Methode zur Berührungsstrommessung anwenden, dabei den Prüfling isoliert aufstellen.

c. Alternative Methode

Die Ermittlung des Berührungsstroms kann auch mit der alternativen Methode erfolgen. Der Prüfling kann bei dieser Messung nicht in Betrieb genommen werden. Die Anwendung dieser Prüfmethode ist problematisch, wenn z. B. hinter einem Netzteil gemessen wird (weitere Hinweise in Abschnitt 3.5.7).

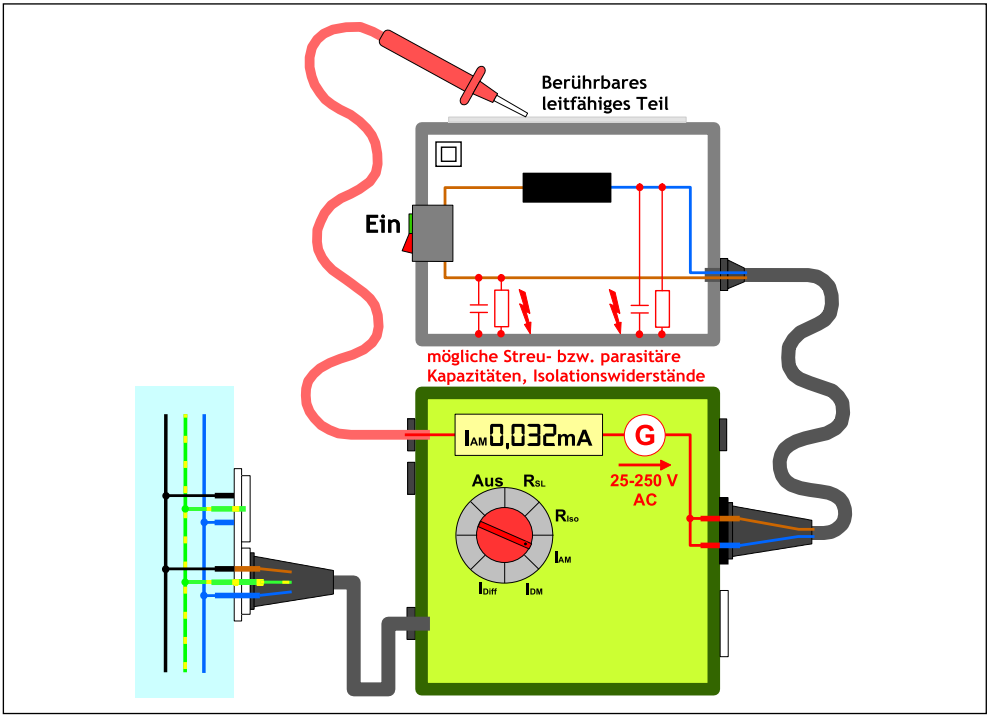


Abb. 23 Berührungsstrommessung nach der alternativen Methodean einem elektrischen Betriebsmittel der SK II

3.5.6 Zusatzinformationen zur Differenzstrommethode

Die Differenzstrommethode basiert auf der gleichen physikalischen Grundlage wie das Messprinzip einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung. Ein über Erde oder über den Schutzleiter abfließender Strom ergibt eine Differenz zwischen den hin- und rückfließenden Strömen in allen aktiven Leitern, die in einem Differenzstromwandler (Summenstromwandler) gemessen werden kann (Abb. 17).

Für diese Methode können auch empfindliche Strommesszangen (mA-Bereich) eingesetzt werden (Abb. 18).

Für die Prüfung muss der Prüfling eingeschaltet sein (üblicherweise ist dieser nach der vorausgegangenen Isolationswiderstandsmessung noch eingeschaltet).

Bevor die Prüfperson die Prüfung einleiten kann, sollte am Prüfgerät die Freigabe der Spannungszuschaltung eine bewusste Handlung erfordern.

3.5.7 Zusatzinformationen zur alternativen Methode

Die alternative Methode (ehem. „Ersatz-Ableitstromverfahren“) ist ein seit Jahrzehnten verwendetes Verfahren mit eingeschränktem Anwendungsbereich.

Die alternative Methode darf nur nach vollständig durchgeführter und bestandener Isolationswiderstandsmessung angewendet werden.

Diese Methode ist in vielen Prüfgeräten verfügbar. Hierfür wird auch der Begriff „passive Messung“ verwendet, weil keine Netzspannung, sondern lediglich eine Prüfspannung benutzt wird.

Bei der Anwendung der alternativen Methode wird die Messung mit einer Prüfwechselspannung zwischen 25 V AC und 250 V AC bei 50 Hz durchgeführt. Die Messwertanzeige wird auf die Nennspannung des Prüflings umgerechnet. Der Schaltungsaufbau mit verbundenem L- (bzw. L1-, L2-, L3-) und N-Leiter ist dem der Isolationswiderstandsmessung vergleichbar.



Der Prüfling wird mit der angelegten Prüfspannung nicht in Funktion gesetzt. Damit werden Stromkreise hinter netzspannungsabhängigen Schaltgeräten, wie Relais und Halbleiter-Schalter, nicht betätigt und somit auch nicht in die Prüfung einbezogen. Daher stellt die alternative Methode für elektrische Betriebsmittel mit netzspannungsabhängigen Schaltgeräten ein ebenso unvollständiges Prüfverfahren dar wie die Isolationswiderstandsmessung.

Bei einphasigen Geräten mit nachgewiesener symmetrischer kapazitiver Beschaltung darf bei diesem Verfahren der Messwert zur Beurteilung des Gerätes halbiert werden.

Prüfgeräte älterer Bauart sind typischerweise nicht für die Anwendung der alternativen Methode an elektrischen Betriebsmitteln der SK II konzipiert. Somit ist diese Messung ggf. nicht aussagekräftig, weil solche Prüfgeräte nur eine Messung über den PE-Kontakt der Prüfsteckdose mit nicht aktivierter Prüfsonde durchführen (siehe Abschnitt 5.6)!

Besonderheiten bei der Anwendung der alternativen Methode

- Elektrische Betriebsmittel, deren Nennspannung und -frequenz von 230/400 V AC und 50 Hz abweichen, sind mit Sondersteckvorrichtungen ausgestattet. Diese lassen sich nur mittels Adapter an die üblicherweise mit Schutzkontaktsteckdosen ausgestatteten Prüfgeräte anschließen. Wenn Nennspannung und -frequenz des Prüflings am Prüfgerät nicht einstellbar sind, werden bei den Ableitstrommessungen falsche Werte angezeigt, weil diese auf 230 V AC /50 Hz bezogen sind.
- Eine Frequenzbewertung ist bei der Anwendung der alternativen Methode nicht vorgesehen, weil die Prüflinge nicht an Netzspannung betrieben werden. Damit werden keine höherfrequenten Ströme erzeugt (siehe auch Abschnitt 7.4).

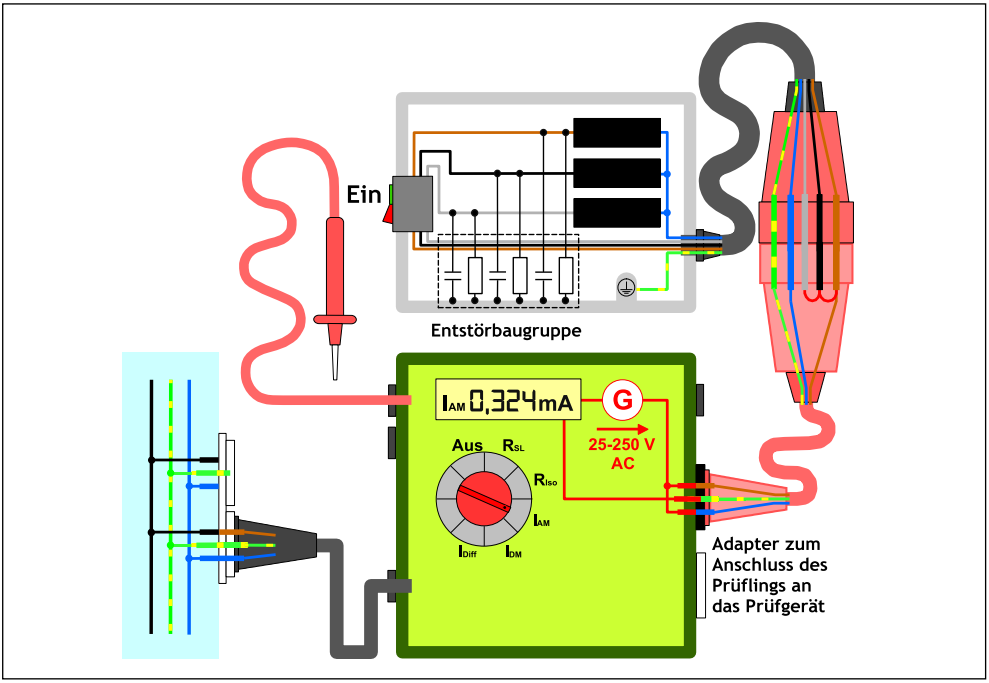


Abb. 24 Anwendung der alternativen Methode bei dreiphasigen elektrischen Betriebsmitteln

Ein entsprechender Prüfadapter wird nur bei Prüfgeräten mit einphasiger Prüfsteckdose benötigt. Die Sonde wird für die Messmethode nicht gebraucht.

Drehstromgeräte können bei symmetrisch aufgebauter Entstörbaugruppe oder auch symmetrisch wirkenden Fehlern aufgrund von Verschmutzungen oder Feuchtigkeit einen Summenstrom von „Null“ aufweisen, wenn die Außenleiterspannungen und die Bauteilwerte idealerweise gleich sind. Damit lassen sich selbst sehr hohe Einzel-Ableitströme zwischen aktiven Leitern und dem Schutzleiter nicht erkennen. Erst wenn die Entstörbaugruppe eines Außenleiters verändert ist oder ausfällt, ein Außenleiter unterbrochen oder das Netz unsymmetrisch ist, fließt ein Schutzleiterstrom. Durch die zusätzliche Anwendung der alternativen Methode können symmetrische Ströme festgestellt werden. Der Messwert kann entweder den drei- oder vierfachen Strom (bei verwendetem N-Leiter) ergeben, der in einem Leiter fließt (Abb. 25).

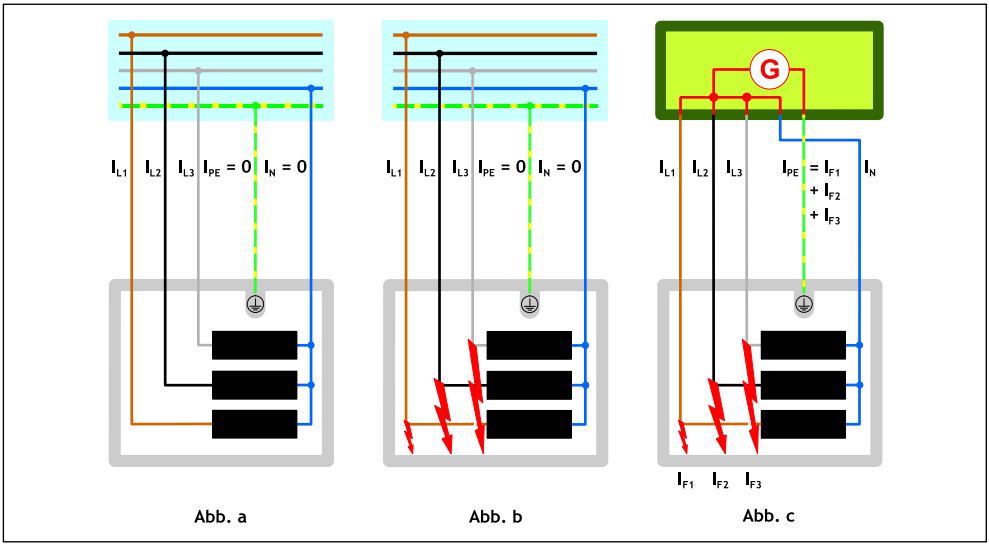


Abb. 25 Stromverteilung im 3-Phasen-Netz

Abb. a: Stromverteilung bei gleichmäßiger Belastung der drei Phasen im ungestörten Netz. Die Ströme im Neutralleiter heben sich gegenseitig auf.
Abb. b: Stromverteilung bei gleichgroßen Fehlerströmen im gestörten Stromnetz. Sowohl die Ströme im Neutralleiter als auch die Fehlerströme heben sich gegenseitig auf.
Abb. c: Stromverteilung bei Anwendung der alternativen Methode. Bei anliegender Prüfspannung ergibt sich der Gesamtfehlerstrom im Schutzleiter aus der Summe der Einzelfehlerströme.

3.5.8 Übersicht über die einzelnen Messmethoden

Die nachfolgende Übersicht soll abschließend einen zusammenfassenden Überblick über die wichtigsten Vor- und Nachteile sowie zu beachtende Besonderheiten in Bezug auf die einzelnen Messmethoden geben:

Tabelle 3 Vorteile und Nachteile einzelner Messmethoden

Messmethode	Vorteile	Nachteile
Schutzleiterwiderstandsmessung	Nachweis der Erdverbindung	• Oft ist von außen nicht ersichtlich, welche Teile an das Schutzleitersystem angebunden sind und welche nicht • Wenn mit Gleichstrom nur in eine Stromrichtung gemessen wird, sind Messfehler aufgrund des „Diodeneffektes“ möglich • Die Anschlussleitung muss vollständig bewegt werden, um Leiterunterbrechungen feststellen zu können • Schutzerde und Funktionserde können mitunter nicht unterschieden werden • Schutzleiterparallelverbindungen bei Messungen über benachbarte Steckdosen können das Messergebnis beeinflussen
Isolationswiderstandsmessung	Nachweis des Basisschutzes (Isolation)	• Nicht anwendbar bei Geräten mit netzspannungsabhängigen Schalteinrichtungen (i. d. R. nur Messung bis zur Schalteinrichtung möglich) • Empfindliche Baugruppen können durch die Messspannung beschädigt werden • Fehlinterpretationen bei Geräten mit Überspannungsschutzbeschaltungen sind möglich • Es ist keine Beurteilung des Isolationsvermögens unter normalen Betriebsbedingungen möglich
Schutzleiter- bzw. Ableitstrommessung nach der direkten Methode	• Erfassung sowohl von AC- als auch DC-Strömen möglich • Höchste Messgenauigkeit aller vergleichbaren Methoden im Bereich kleiner Ableitströme • Messung der im tatsächlichen Betrieb auftretenden Ströme (z. B. bei Lastwechsel, Erwärmung) • **Wird nicht durch die Art der Schaltung im Netz beeinflusst** • Sehr gute Vergleichsmöglichkeiten mit den Herstellerangaben des Prüflings	• Isolierte Aufstellung des Prüflings zwingend erforderlich (nicht oder nur mit hohem Aufwand möglich bei Geräten, die in einem Verbund betrieben werden) • Der Schutzleiter muss über das Messwerk des Prüfgeräts geführt werden (keine durchgängige Schutzleiterverbindung!) • Der notwendige 1 kOhm-Widerstand im Schutzleiter-Messkreis kann zu einer erhöhten Gefahr der Prüfperson führen

Messmethode	Vorteile	Nachteile
Schutzleiter- bzw. Ableitstrommessung nach der Differenz Methode	• Erhöhte Sicherheit, da Erdverbindung unbeeinflusst bleibt • Kann auch bei netzspannungsabhängigen Schalteinrichtungen angewendet werden • Keine isolierte Aufstellung des Prüflings notwendig • Messung der im tatsächlichen Betrieb auftretenden Ströme (z. B. bei Lastwechsel, Erwärmung)	• Höhere Messunsicherheit aufgrund der Wandler (weniger geeignet für kleine Ableitströme oder bei Abweichungen von der Netzfrequenz 50 Hz) • Mögliche Beeinflussung durch externe Magnetfelder
Schutzleiter- bzw. Ableitstrommessung nach der alternativen Methode	• Unabhängigkeit von TN-Systemen • Mobiles Messen über Batterie möglich • Maximale Sicherheit für Prüfperson, da nur eine vom speisenden Netz isolierte Prüfspannung verwendet wird • Keine isolierte Aufstellung des Prüflings erforderlich • Es ist nur eine Messung erforderlich (Polarität der Netzversorgung spielt keine Rolle) • Aufdeckung symmetrischer Fehler in Drehstromverbrauchern möglich	• Nicht anwendbar bei Geräten mit netzspannungsabhängigen Schalteinrichtungen (i. d. R. nur Messung bis zur Schalteinrichtung) • Prüfling kann nicht im Betrieb gemessen werden (besonders problematisch bei Prüflingen, deren Ableitstrom sich mit der Betriebsdauer ändert, z. B. Heizgeräte) • Die mit dieser Methode ermittelten Messergebnisse sind nicht mit denen nach anderen Methoden ermittelten Ergebnissen direkt vergleichbar

Die Tatsache, dass bei einigen Messmethoden nicht mit Netzspannung, sondern nur mit einer Prüfspannung gemessen wird, führt dazu, dass nur bestimmte Kombinationen möglich sind:

Tabelle 4 Kombinationsmöglichkeiten bei Messmethoden mit und ohne netzspannungsabhängiger Schalteinrichtung

Messmethode	Schutzleiterwiderstandsmessung	Isolationswiderstandsmessung	Ableitstrommessung (direkte Methode)	Ableitstrommessung (Differenzmethode)	Ableitstrommessung (alternative Methode)	Berührungsstrommessung (direkte Methode)	Berührungsstrommessung (Differenzmethode)	Berührungsstrommessung (alternative Methode)
Betriebsmittel ohne netzspannungsabhängiger Schalteinrichtung (z. B. Rastschalter)	X[1]	X[2]	X	X	X	X	X	X
Betriebsmittel mit netzspannungsabhängiger Schalteinrichtung (z. B. Relais)	X[1]	[3]	X	X	[3], [4]	X	X	[3], [4]

[1]: Sofern Schutzleiter vorhanden und kontaktierbar.

[2]: Ggf. Prüfspannung auf 250 V DC reduzieren.

[3]: Messung erfolgt nur bis zur Schalteinrichtung.

[4]: Darf nur in Verbindung mit bestandener Isolationswiderstandsmessung angewandt werden.

3.6 Erproben

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

Dazu können gehören:

- Schalter,
- Not-Aus-/Not-Halt-Einrichtungen,
- Ver-/Entriegelungen,
- selbstschließende Abdeckungen,
- Melde- und Kontrollleuchten,
- Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) durch Betätigung der Testtaste,
- Drehfeld.

Durch das Erproben können auch solche Mängel festgestellt werden, die unter Umständen messtechnisch nicht erfasst werden können, z. B.:

- Schleifgeräusche durch defekte Lager,
- „Klappergeräusche“ durch sich lösende Teile,
- „Bürstenfeuer“ durch abgenutzte Kohlebürsten,
- Rauch durch glimmende oder schmorende Verschmutzungen,
- „Schmorgerüche“,
- Vibrationen durch defekte Lager und
- Erwärmung durch Reibung.

Die vorgenannten Mängel sind grundsätzlich nur durch menschliche Sinne wahrnehmbar.

3.7 Dokumentation der Prüfungen

Die Prüfungen sind zu dokumentieren. Eine Dokumentation ist so zu gestalten, dass eine hinreichende Aussagekraft gegeben ist. Dazu sollten Messverfahren, Messwerte sowie das Prüfergebnis angegeben werden. Die Prüfperson muss sich zur Beurteilung der elektrischen Sicherheit für die anzuwendenden Prüfschritte während der Prüfung oder für das Auslassen von Prüfschritten fachlich korrekt entscheiden. Oft kann die Nachfrage beim Hersteller für das korrekte Vorgehen bei der Prüfung unterstützend und hilfreich sein. In jedem Fall ist die Entscheidung in der Dokumentation zu begründen.

Der Nachweis kann z. B. durch Registrierung in einer Gerätekartei, in einem Prüfprotokoll, einer elektronischen Datei oder in einem Prüfbuch erfolgen. Mit der Erfassung sämtlicher Prüflinge kann gleichzeitig auch eine Inventarisierung der ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmittel erfolgen.

Die Dokumentation in Prüfprotokollen ist sinnvoll, weil die Ergebnisse der zurückliegenden mit der jetzigen Prüfung verglichen werden können und eine Übersicht über sich verändernde Zustände ermöglicht wird.

Eine Dokumentation sollte folgende Informationen beinhalten:

- Identifikation des Betriebsmittels (Typ, Hersteller, Inventar-Nr. o. Ä.),
- Verwendungsort,
- Datum und Umfang der Prüfung,
- verwendetes Prüf- oder Messgerät,
- Messverfahren,
- Messwerte,
- Prüfergebnis,
- Prüfperson,
- Unterschrift/elektronische Signatur (diese kann auch nachvollziehbar für mehrere Prüflinge erfolgen).

Gemäß Abschnitt 4.2.2 der TRBS 1201 können Prüfungen auch in elektronischen Systemen und zusätzlich in Form einer Prüfplakette dokumentiert werden.

Mithilfe von Prüfplaketten oder Prüfbanderolen (siehe Abbildungen 26 und 27) kann der Prüfstatus erkannt werden. Dazu muss der Zeitpunkt der nächsten Prüfung erkennbar sein. Eine Prüfplakette ist nur bei Prüflingen sinnvoll, welche die Prüfung bestanden haben!

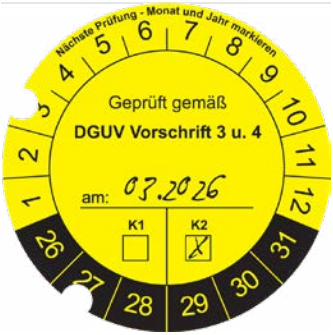


Abb. 26 Prüfplakette



Abb. 27 Prüfbanderole zur Befestigung an der Anschlussleitung

Die Anwendung von z. B. Barcode oder RFID (Abbildungen 28 und 29) in Verbindung mit hierzu ausgerüsteten Prüfgeräten und passender Software gestattet auf einfache Weise einen Überblick über Prüfdatum, Prüfintervall, Fehlerquote, Prüfperson und Standort des Prüflings. So können auch bei einer großen Anzahl von elektrischen Betriebsmitteln die regelmäßigen Prüfungen komfortabel organisiert werden.



Abb. 28 Handgeführtes Barcode-Lesegerät



Abb. 29 RFID zur Befestigung an der Geräte-anschlussleitung

4 Prüffristen

Der Unternehmer hat im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung Prüffristen für die elektrischen Betriebsmittel festzulegen. Bei der Festlegung der Prüffristen sollte er sich durch die Prüfperson fachlich beraten lassen, damit die bei der Durchführung der Prüfungen gewonnenen Erkenntnisse berücksichtigt werden. Sowohl nach den DGUV Vorschriften 3 und 4 als auch nach der Betriebssicherheitsverordnung, muss nach jeder Prüfung der nächste Prüftermin so festgelegt werden, dass die elektrischen Betriebsmittel bis zu diesem Zeitpunkt entsprechend den betrieblichen Erfahrungen sicher betrieben und benutzt werden können.

Als Entscheidungshilfen bei der Festlegung der Prüffristen dienen die in den Durchführungsanweisungen zum § 5 der DGUV Vorschriften 3 und 4 in Tabelle 1B enthaltenen Richtwerte.

Die in Regelwerken enthaltenen Prüffristen sind Empfehlungen für normale Betriebs- und Umgebungsbedingungen und haben einen orientierenden Charakter. Eine ungeprüfte Übernahme der vorgeschlagenen Prüffristen ohne Berücksichtigung der eigenen betrieblichen Situation kann bei zu langen Prüffristen das Auftreten gefährlicher Mängel begünstigen.

Die Fristen der wiederkehrenden Prüfungen müssen unter Berücksichtigung der Art der Anlage und der Betriebsmittel, der Betriebs-, Umgebungs- und Nutzungsbedingungen, der Häufigkeit und Qualität der Wartung, der äußeren Einflüsse, denen Anlagen und Betriebsmittel ausgesetzt sind sowie der Herstellerangaben bestimmt werden.

Hierzu sind immer die betrieblichen Kenntnisse und Erfahrungen einer Elektrofachkraft erforderlich.

Weitere Informationen zu der Organisation der Prüfungen, den Anforderungen an Prüfpersonen und der Festlegung von Prüffristen sind in der DGUV Information 203-071 „Wiederkehrende Prüfungen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel – Organisation durch den Unternehmer“ enthalten.

5 Mess- und Prüfgeräte

5.1 Normative Anforderungen

Für die Durchführung der wiederkehrenden Prüfungen sind ausschließlich Mess- und Prüfgeräte auszuwählen und zu benutzen, von denen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch weder für die Prüfperson noch für andere Personen Gefahren ausgehen. Damit diese und weitere Eigenschaften, wie Genauigkeit und Ablesbarkeit, gewährleistet werden, sollten nur Prüf- und Messgeräte verwendet werden, die den geltenden Normen entsprechen.

Tabelle 5 Übersicht über Prüfgeräte und Messeinrichtungen für die verschiedenen Messaufgaben

Messgröße	Messgerät, Messeinrichtung
Schutzleiterwiderstand (R_{SL})	Prüfgerät nach **VDE 0413-16** oder Niederohm-Messgerät nach **VDE 0413-4**[1)]
Isolationswiderstand (R_{Iso})	Prüfgerät nach **VDE 0413-16** oder Isolationswiderstandsmessgerät nach **VDE 0413-2**[1)]
Schutzleiterstrom (I_{SL})	Prüfgerät nach **VDE 0413-16** oder Strommesszange nach **VDE 0413-13**[2)]
Berührungsstrom (I_B)	Prüfgerät nach **VDE 0413-16** oder Strommesszange nach **VDE 0413-13**[2)]
Spannungsmessung (U_0)	Spannungsmesser, Multimeter nach **VDE 0411-1**[2)]
Auslösestrom (I_A) oder Berührungsspannung (U_B)	RCD-Prüfgerät nach **VDE 0413-6**

1) Beim Einsatz der Prüfgeräte nach VDE 0413 sind die entsprechenden Messschaltungen aus VDE 0702 zu beachten.
2) Messungen an Lichtbogen-Schweißgeräten mit Messschaltungen nach VDE 0544-4.

5.2 Merkmale und Auswahlkriterien für Prüfgeräte

Geeignete Prüfgeräte, so genannte „Geräte-Tester“, werden von diversen Herstellern in den unterschiedlichsten Ausführungen angeboten.

Nachfolgend dargestellt sind einige typische Merkmale, in denen sich die Geräte-Tester grundsätzlich unterscheiden:

- Messwertanzeige oder „Gut-Schlecht“-Anzeige,
- Prüfungen mit oder ohne Netzspannung,
- Schutzleiterwiderstandsmessung mit Prüfgleich- oder -wechselstrom,
- Höhe des Prüfstroms für die Schutzleiterwiderstandsmessung,
- Stromversorgung des Prüfgerätes, einphasig oder dreiphasig,
- Anschlussmöglichkeit für einphasige oder dreiphasige Prüflinge,
- für Prüflinge verschiedener Nennspannungen oder Frequenzen,
- mit oder ohne Datenübertragung und -auswertung bzw. Speichermöglichkeiten,
- Prüfroutinen für besondere Prüflinge (Schweißgeräte, PRCDs, medizinische Geräte etc.).

Achtung bei Versorgung der Prüfgeräte aus einem IT-Netzsystem. Nicht alle Prüfgeräte erkennen den fehlenden oder falschen Erdbezug.

Vor der Anschaffung eines Prüfgerätes können folgende Fragen bei der Auswahl helfen:

- Welche elektrischen Betriebsmittel sind zu prüfen?
  - Einphasig, dreiphasig,
  - 42 V, 230 V, 400 V, 500 V,
  - DC, AC, andere Frequenzen,
  - spannungsabhängige Schalter,
  - sekundäre Spannungsausgänge.
- Reicht ein Prüfgerät, welches die „Grundmessungen“ R_{SL}-, R_{ISO}-Messung und I_{SL}-, I_B-Messung mit Anwendung der alternativen Methode durchführen kann?
- Bietet das Gerät die benötigten/gewünschten Messverfahren für Schutzleiter- und Berührungsstrommessung? Sind hierfür zusätzliche Adapter notwendig? Ist das Prüfgerät bedienerfreundlich?
  Merkmale hierfür sind:
  - Drehschalter, Display mit Menüauswahl, Einzelfunktionstasten,
  - Gemeinsame Sonde für R_{ISO}- und R_{SL}-Messung ist verwechslungssicher und zeitsparend,
  - Anschluss für zusätzliche Sonde bei R_{ISO}- und I_B-Messungen an sekundärseitigen Spannungsausgängen,
  - Adapter für Messungen mit Strommesszange,
  - Eingebauter Differenzstromwandler.
- Ist bei der Schutzleiterprüfung eine Dauermessung möglich, um die Netzanschlussleitung in der gesamten Länge auf Niederohmigkeit prüfen zu können?
- Ist die Isolationswiderstandsmessung auch an Geräten oder Geräteteilen möglich, die nicht mit Netzsteckern ausgestattet sind, z. B. für die berührbaren leitfähigen Teile auf der Sekundärseite von Ladegeräten oder Netzteilen?
- Wenn Drehstromgeräte geprüft werden müssen:
  - Können diese an das Prüfgerät direkt angeschlossen werden?
  - Verfügt das Prüfgerät über alle benötigten Steckvorrichtungen?
  - Bietet der Hersteller die erforderlichen Adapter/Zusatzmesseinrichtungen an?

→

- Ist der Automatikmodus flexibel?
  - Sind mehrere Messungen für R_{ISO} und I_B möglich?
  - Schaltet das Prüfgerät die Prüfroutine ab, z. B. wenn wegen des Abrutschens der Messspitze der Grenzwert kurzfristig überschritten wurde?
  - Sind automatische Mess-/Prüfabläufe nutzbar?
  - Muss bei einer schlechten Kontaktierung der Sonde während der Schutzleiterwiderstandsmessung ein kompletter Prüfablauf von vorne begonnen werden oder kann, z. B. durch einen Reset, nur ein neuer Messvorgang eingeleitet werden?
  - Wie wird eine Kurzunterbrechung während der Schutzleiterwiderstandsmessung, z. B. beim Bewegen der Leitung und einer Unterbrechung, deutlich und dauerhaft angezeigt?
- Soll die Dokumentation durch das Prüfgerät durchgeführt werden?
- Sollen die Messwerte auf einen PC übertragen werden? Auf welchem Übertragungsweg?
- Ist die Datenbank-Software benutzerfreundlich?
- Kann die Software den Prüfling „erkennen“ (Barcode, RFID)?
- Kann das Prüfgerät an neue Grenzwerte angepasst werden?
- Häufig ist das Prüfgerät mit einer PVC-Netzanschlussleitung versehen. Wenn die Prüfperson an kalten Tagen solch ein Prüfgerät aufbaut, kann die kältesteife PVC-Leitung störend sein.
- Können für den Transport der Prüfgeräte die Sondenleitungen oder weitere Einrichtungen gesteckt bleiben, auch wenn ein Deckel geschlossen wird? Das ist bei einem Standortwechsel während der Prüfung von Vorteil, um ein falsches Stecken zu vermeiden und den notwendigen Zeitaufwand zu reduzieren.
- Lässt sich das Menü gegen unbefugte Änderungen/Eingriffe sichern?
- Ist das Prüfgerät aufgrund des Gewichts oder die Formgebung eher für einen stationären, als für den mobilen Einsatz geeignet?
- Lassen sich die Sicherungen des Prüfgerätes problemlos austauschen oder sind sie fest verbaut?

Zusätzliche Anforderungen an Prüfgeräte (z. B. für die Prüfung von PRCDs) sind in Abschnitt 7 beschrieben.

5.3 Kalibrierung der Mess- und Prüfgeräte

Die für wiederkehrende Prüfungen benutzten Mess- und Prüfgeräte sind regelmäßig zu prüfen und zu kalibrieren. Hierfür hat sich ein Zeitraum von 1 bis 3 Jahren, je nach Einsatz- und Umgebungsbedingungen als sinnvoll herausgestellt. In jedem Fall sind die Angaben des Herstellers zu beachten.

Eine Kontrolle der korrekten Messwertanzeige ist unter Verwendung der Schaltung gemäß Abb. 30 auf einfache Weise möglich.

Schaltungsbeispiel für die Kontrolle eines Prüfgerätes in den Prüfbereichen:

- Schutzleiterwiderstandsmessung,
- Isolationswiderstandsmessung,
- Schutzleiter- und Berührungsstrommessung.

Die Anzeigewerte sind unter Berücksichtigung der Schaltungseinflüsse, z. B. Innenwiderstände der Messgeräte, mit den Werten der Vorgaben zu vergleichen. Die Strom- und Spannungswerte können entsprechend den Vorgaben für die jeweilige Messaufgabe überprüft werden.

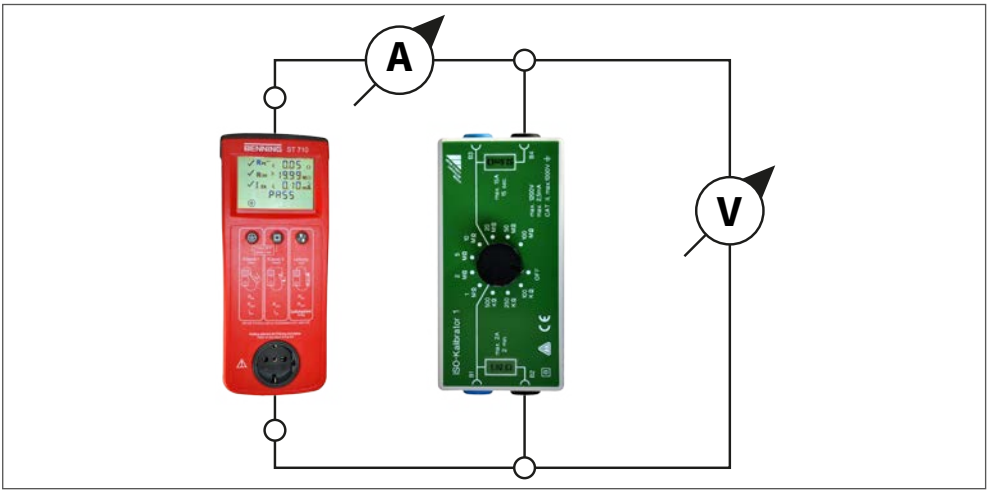


Abb. 30 Einfache Schaltung zur Kontrolle der korrekten Messwertanzeige

5.4 Beispiele für Betriebsmittel-Prüfgeräte

Bei den nachfolgend abgebildeten Prüfgeräten (Abb. 31 bis 40) handelt es sich um eine Auswahl von Geräten verschiedener Hersteller mit unterschiedlichen Eigenschaften und Ausstattungsmerkmalen; sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. (Die in den Bildunterschriften genannten Eigenschaften und Ausstattungsmerkmale sind beispielhaft und können auch auf andere der nachfolgend gezeigten Prüfgeräte zutreffen).



Abb. 31 Prüfgerät für die Geräteprüfung nach VDE 0701 und VDE 0702, dass sowohl im Akkubetrieb als auch mit Netzspannungsversorgung betrieben werden kann



Abb. 32 Prüfgerät für die Geräteprüfung nach VDE 0701 und VDE 0702; Schutzleiterprüfstrom 10 A



Abb. 33 Prüfgerät mit Steuerung über Smartphone. Über die Kamera des Smartphones können sowohl Barcodes eingelesen als auch Fotos des Prüflings abgespeichert werden



Abb. 34 Prüfgerät mit Tastatur, über die eine große Anzahl nummernkodierter Prüfsequenzen angewählt werden können. Zusätzlich besteht eine Anschlussmöglichkeit für die Prüfung von Kaltgeräteleitungen



Abb. 35 Prüfgerät für die Geräte- und Maschinenprüfung gemäß VDE 0701 und VDE 0702 und VDE 0113. Zusätzliche Eigenschaften (u. a.): Schutzleiterprüfung mit bis zu 25 A Prüfstrom, Hochspannungstest mit bis zu 5,1 kV, Restspannungsmessung, Netz/Schleifenimpedanzmessung und Prüfung von RCDs



Abb. 36 Mobiles Prüfgerät für Verlängerungsleitungen und elektrische Betriebsmittel mit automatischem Gerätetester zur Prüfung nach VDE 0701 und VDE 0702



Abb. 37 Prüfgerät mit erweitertem Prüfumfang (u. a. Schutzleiterstrommessung mit 200 mA, 10 A oder 25 A; Hochspannungsprüfung mit 1,5 oder 3 kV AC). Prüfabläufe können sowohl geräte- als auch nutzerbezogen gesteuert werden



Abb. 38 Prüfgerät mit manuellem Prüfablauf. Zusätzliche Eigenschaften: Separate Steckdosen für jeweils Prüf- bzw. Netzspannung zur Durchführung von Strommessungen nach der alternativen Methode oder der Differenzstrommethode sowie zur Funktionsprüfung an Netzspannung



Abb. 39 Prüfgerät mit Prüfabläufen für verschiedenste Betriebsmittelarten. Der Prüfablauf kann automatisch oder manuell gesteuert werden



Abb. 40 Smartphonegesteuertes Prüfgerat mit Datenbankanbindung

5.5 Zusätzliche Sonden für Messungen an Spannungsausgängen

Um an Prüflingen mit berührbarem Spannungsausgang die Isolationswiderstandsmessung gegen berührbare leitfähige Teile der Körper durchführen zu können, ist eine erweiterte Ausstattung der Prüfgeräte mit mindestens einer zusätzlichen Buchse für eine weitere Prüfsonde notwendig (siehe Abb. 6). Für diese Messung wird eine Sonde mit dem Körper und eine zweite Sonde mit dem kurzgeschlossenen Spannungsausgang verbunden (siehe Abbildungen 48 und 49).

Es wird dringend davon abgeraten, diese Funktion über einen Adapter an der „Prüfsteckdose“ zu entnehmen, da an dieser, je nach Prüfschritt, Netzspannung anstehen kann. Manche Prüfgeräte ermöglichen es, alle zum Prüfen notwendigen Sonden und Messleitungen vor dem Start des Prüfvorgangs anzuschließen. Die Beschaltung der Sonden wird vom Prüfgerät entsprechend dem gewählten Prüfprogramm gesteuert. Somit kann die Prüfung praktikabel und vereinfacht ablaufen.

5.6 Prüfgeräteeigenschaften bei Isolationswiderstands- und Ableitstrommessungen

Zur vereinfachten Handhabung sind Prüfgeräte oft mit einer umfangreichen Benutzerführung sowie voreingestellten Prüfabläufen und zugehörigen Prüfschaltungen ausgestattet, z. B. für Schweißstromquellen (VDE 0544-4), elektrische Geräte in der Medizintechnik (VDE 0751) oder für Geräte der Informationstechnik.

Wird ein Prüfablauf ausgewählt, der nicht die Besonderheiten des Prüflings berücksichtigt, kann der automatisierte Ablauf dazu führen, dass Ergebnisse angezeigt werden, die den Zustand nicht richtig bewerten. Prüfgeräte verhalten sich darin je nach Hersteller, Modell oder Geräteeinstellung unterschiedlich. Ältere Prüfgeräte können nur die Messschaltungen und Grenzwerte entsprechend den seinerzeit geltenden Normen erfüllen, es sei denn, sie wurden vom Hersteller entsprechend ertüchtigt.

Allein aus den Benutzerinformationen, die teilweise nicht einmal mehr als Druckfassung beigefügt sind, können Messergebnisse nicht immer nachvollzogen werden. Mit nachgestellten Fehlern an einem Prüfdummy sind in Verbindung mit den Angaben des Herstellers die Wirkungsweise und die Eigenschaften des Prüfgerätes recht einfach festzustellen.



Fazit: Ein automatisch arbeitendes Prüfgerät führt nicht automatisch zur richtigen Bewertung des Prüfobjektes!

Nur mit ausreichender Kenntnis des Prüfstromkreises und der Prüfparameter können Messergebnisse richtig zugeordnet und bewertet werden.

Die nachfolgenden Darstellungen sollen verdeutlichen, wie eine unbedachte Handhabung zu einem verfälschten Messergebnis führen kann:

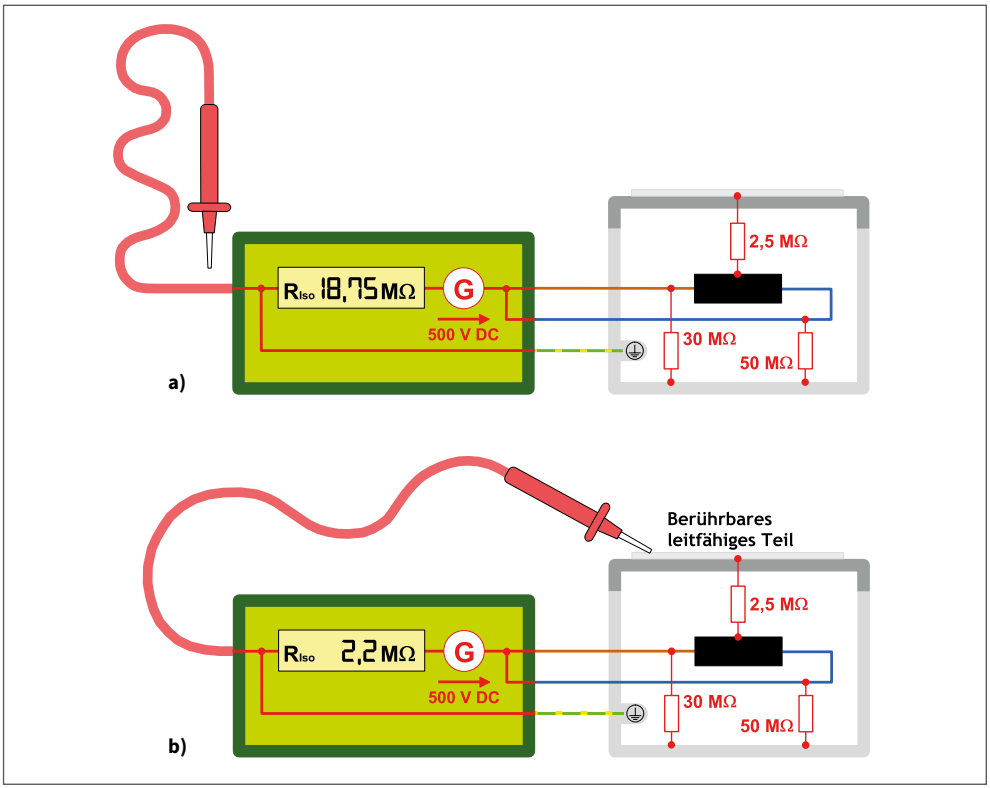


Abb. 41 Bedienfehler bei unbedachtem Einsatz eines automatisierten Prüfablaufs (Prinzipdarstellungen)

Ist im Prüfgerät die SK I gewählt, wird der Isolationswiderstand üblicherweise zwischen L/N und dem PE-Kontakt der Prüfsteckdose gemessen. Gibt es berührbare leitfähige Teile, die nicht mit dem PE verbunden sind, müssen diese zusätzlich mit der Sonde geprüft werden. Problematisch ist, dass das der Prüfperson nicht immer bekannt ist. Damit wird gegebenenfalls ein falsches Ergebnis dokumentiert, wie in Teilbild a) dargestellt. Das Teilbild b) zeigt die korrekte Prüfung.



Bei älteren Prüfgeräten muss damit gerechnet werden, dass bei der alternativen Methode (Ersatz-Ableitstromverfahren) die Sonde nicht aktiv geschaltet ist. Es wird dann nur der Strom über den PE-Kontakt der Prüfsteckdose gemessen Bis Juni 2006 entsprach diese Ausführung den Vorgaben der VDE 0702:1995-11 und wurde insbesondere für die Prüfung von Geräten der SK I mit Heizelementen als Ergänzung zur Isolationswiderstandsmessung angewendet.

6 Gefahren, Prüfplatz, Prüfzubehör

6.1 Gefährdung der Prüfperson

Es muss grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass Prüflinge Fehler aufweisen, die trotz vorangegangener Prüfschritte noch nicht erkannt wurden. Beim Anlegen von Netzspannung kann das zu einem gefährlichen Zustand führen.

Beispiele:

- Spannungsverschleppung durch kapazitive Bauteile, z. B. Entstörkondensatoren, die nicht als Isolationsfehler feststellbar ist, sondern erst bei der Berührungsstrommessung bemerkt wird.
- Bei der Isolationswiderstandsmessung an elektrischen Betriebsmitteln mit netzspannungsabhängigen Schalteinrichtungen werden nicht alle aktiven Stromkreise erfasst. Ein möglicher Fehler wird erst bei der Schutzleiter- oder Berührungsstrommessung festgestellt.

Daher können Prüflinge erst nach Bestehen aller erforderlichen Einzelprüfungen als sicher angesehen werden.

6.2 Gefahren beim Messen der Ausgangsspannung

Das Messen der Ausgangsspannung von Prüflingen ist mit einem Messgerät durchzuführen, dass für die zu erwartende Spannung geeignet und richtig eingestellt ist. Es ist mindestens Messkategorie II (CAT II) nach VDE 0411-2-030 erforderlich.

6.3 Gefahren durch Prüfzubehör

Eine Gefahr kann auch von dem eingesetzten Prüfzubehör ausgehen. Bei der Auswahl von Messleitungen und Prüfspitzen ist darauf zu achten, dass diese für die zu erwartende Spannungshöhe und Stromstärke geeignet sind. Auch das Zubehör muss mindestens den Anforderungen der Messkategorie II (CAT II) nach VDE 0411-2-031 sowie VDE 0411-2-032 genügen.

Wird im Rahmen der Schutzleiterstrommessung beispielsweise ein Strommessgerät zur Prüfung der Schutzleiterverbindung in die Schutzleiterstrecke eingeschleift, kann – je

nach verwendetem Prüfadapter – hierdurch eine Schutzleiterunterbrechung hervorgerufen werden, so dass bei einem fehlerhaften Prüfling das Gehäuse unter Spannung stehen kann und sowohl für die Prüfperson als auch für Dritte die Gefahr eines Stromschlages besteht. Wenn die Benutzung solcher Adapter für die vorgesehenen Messaufgaben notwendig ist, so ist dieser in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen und es sind gegebenenfalls ergänzende Schutzmaßnahmen festzulegen, z. B. ein besonderer Prüfplatz. Die Prüfperson muss entsprechend unterwiesen sein.

6.4 Besonderer Prüfplatz

Um mögliche auftretende elektrische Gefährdungen zu verringern, sind Prüfungen, bei denen berührungsgefährliche Spannungen auftreten können, an besonderen Prüfplätzen durchzuführen, z. B. in Elektrowerkstätten (siehe Abb. 42). Diese sind u. a. in der DGUV Information 203-034 „Errichten und Betreiben von elektrischen Prüfanlagen“ und in der VDE 0104 beschrieben.

Wesentliche Merkmale eines solchen Prüfplatzes sind:

- Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit $I_{\Delta n} \leq 30\,\text{mA}$,
- Not-Aus-Einrichtung,
- Schaltgerät, geschützt gegen unbeabsichtigtes und gegen unbefugtes Einschalten,
- Schutz gegen automatisches Wiedereinschalten bei Spannungswiederkehr nach einem Spannungsausfall,
- Prüftischplatte aus nichtleitendem Werkstoff,
- Potentialausgleich zwischen berührbaren leitfähigen Teilen,
- Sicherheitskennzeichnungen,
- rote Signalleuchte als Betriebszustandsanzeige,
- isolierender Standort für die Prüfperson,
- Abgrenzung des Prüfplatzes, um den Zutritt Unbefugter zu verhindern,
- geeignete Betriebsanweisung,
- regelmäßige, mindestens jährliche messtechnische Prüfung der Prüfanlage (dokumentieren),
- regelmäßige, mindestens jährliche Unterweisung des Prüfpersonals (dokumentieren).

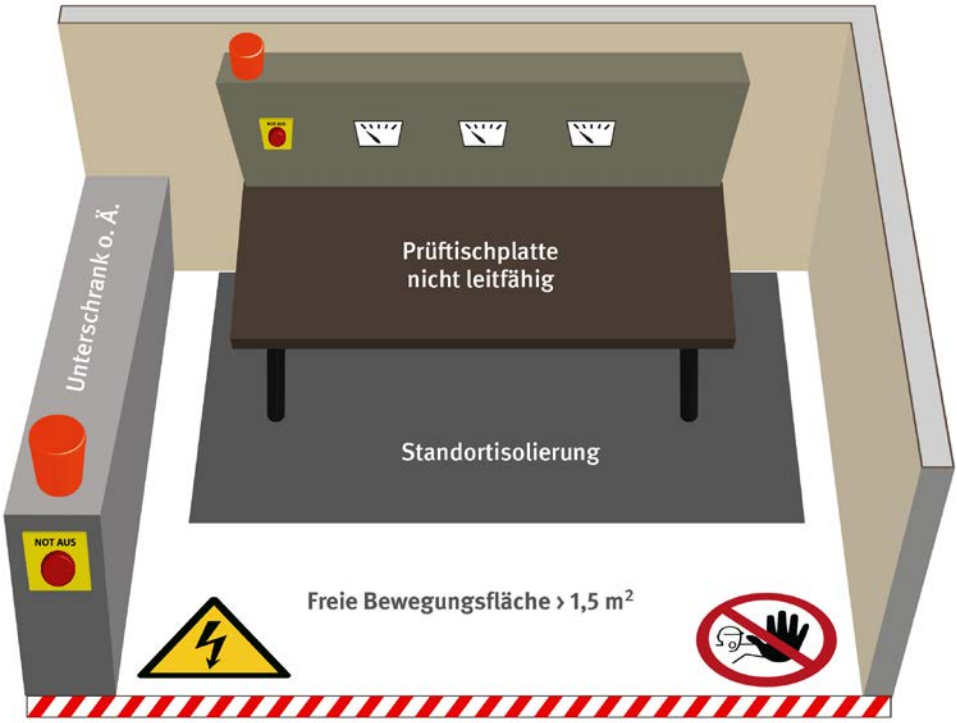


Abb. 42 Beispiel für einen Prüfplatz in einer Elektrowerkstatt

(Das abgebildete Verbotszeichen „Zutritt für unbefugte verboten“ trägt die neue ISO-Nummerierung P080 und löst zukünftig das Verbotszeichen D-P006 der ASR A1.3 ab (siehe auch Hinweis zur ISO 7010 im Literaturverzeichnis)

7 Ergänzende Hinweise zu speziellen elektrischen Betriebsmitteln

7.1 Verwendung von Adaptern

Die überwiegende Zahl der Prüfgeräte wird einphasig aus dem normalen Wechselstromnetz versorgt. Der Anschluss der Prüflinge erfolgt in der Regel über eine bzw. zwei Schutzkontaktsteckdosen, an denen, abhängig von der jeweils angewandten Messmethode, die Netzspannung oder eine Prüfspannung anliegt.

Elektrische Betriebsmittel, die z. B. mit Drehstrom-, Mittelfrequenz- oder Kleinspannungsstecksystem ausgerüstet sind, können nur mit Hilfe eines Adapters daran angeschlossen werden.

Folgende Messungen sind mit einfachen Adaptern durchführbar:

- Schutzleiterwiderstandsmessung (Abschnitt 3.5.1),
- Isolationswiderstandsmessung (Abschnitt 3.5.2) und
- Schutzleiter-/Berührungsstrommessungen nach der alternativen Methode (Abschnitt 3.5.7).

Müssen Schutzleiter- bzw. Berührungsstrommessungen (siehe Abschnitte 3.5.4 und 3.5.5) durch Anwendung der direkten Methode oder der Differenzstrommethode durchgeführt werden, kann dies nur mit einem Prüfgerät erfolgen, das für den Betrieb von z. B. Drehstromgeräten ausgelegt ist. Dies gilt ebenfalls für Funktionstests. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, einzelne Messungen mittels eines Adapters mit zugehörigem Prüfgerät zu verwenden.



Abb. 43 Prüfadapter für Prüflinge mit Steckvorrichtungen, wie CEE-Norm 3~/400 V/50 Hz oder 3~/200 V/300 Hz o. Ä., die nicht direkt an ein herkömmliches Prüf-/Messgerät anschließbar sind



Abb. 44 Verschiedene Prüfadapter, u. a. zum Anschluss von Drehstrom-Prüflingen sowie zur Schutzleiter- und Berührungsstrommessung



Beim Selbstbau von Messadaptern mit freiliegenden Einzeladern ist zu beachten, dass für diese Einzeladern nur Messleitungen mit doppelt verstärkter Isolierung sowie berührungsgeschützten Steckvorrichtungen verwendet werden dürfen.

7.2 Elektrische Betriebsmittel mit unzugänglichem oder durchgeführtem Schutzleiter

Werden für die nachfolgend genannten elektrischen Betriebsmittel Prüfgeräte mit automatischem Prüfablauf eingesetzt, die auf die Schutzklasse bezogen zu „falschen“ Bewertungen führen, so sind die Messergebnisse prüflingsbezogen von der Prüfperson zu beurteilen.

7.2.1 Elektrische Betriebsmittel der Schutzklasse I

Bei einigen elektrischen Betriebsmitteln mit Schutzleiter und berührbaren leitfähigen Teilen, die nicht am Schutzleiter angeschlossen sind, wie z. B. bei einigen Tauchpumpen, Kaffeemaschinen, Monitoren oder Druckern, muss der niederohmige Durchgang des Schutzleiters nicht nachgewiesen werden. Die übrigen Messungen sind wie in Tabelle 1 für Schutzklasse I beschrieben durchzuführen.

7.2.2 Elektrische Betriebsmittel der Schutzklasse II

Schutzisolierte elektrische Betriebsmittel, bei denen ein Schutzleiter „durchgeschleift“ oder z. B. an einer Steckdose vorhanden ist, sind nicht immer mit dem Symbol für Schutzisolierung gekennzeichnet. Zu solchen Geräten gehören häufig Kernbohrmaschinen, Leitungsroller („Kabeltrommeln“), Industriestaubsauger und Netzteile.

Wenn bei diesen elektrischen Betriebsmitteln der Schutzleiter zugänglich ist, muss die Niederohmigkeit nach Abschnitt 3.5.1 festgestellt werden. Die übrigen Messungen sind wie in Tabelle 1 für SK II beschrieben durchzuführen.

Einige Geräte, wie z. B. Geräte der Informationstechnik, können eine Funktionserdung besitzen. Diese hat keine Schutzfunktion und muss daher den Grenzwert für den Schutzleiterwiderstand nicht einhalten.

7.3 Elektrische Betriebsmittel mit berührbarem sekundären Spannungsausgang

Elektrische Betriebsmittel mit berührbarem sekundären Spannungsausgang, z. B. Netzteile oder Ladegeräte, wandeln die Netzspannung häufig in eine niedrigere Spannung oder in eine andere Spannungsart auf der Sekundärseite um. Dieser Spannungsausgang ist ebenfalls sicherheitstechnisch zu prüfen. Dazu sind der Isolationswiderstand, der Berührungsstrom sowie die Ausgangsspannung zu messen.

Bei Geräten, die mit Schutzkleinspannung betrieben werden ($U_n \leq 25\,V$ AC oder 60 V DC) und bei Geräten der Informationstechnik, sind Kontakte von Ladenetzteilen oder Datenleitungen oft berührbar. Dies können z. B. die Pins von seriellen Schnittstellen, die Kontakte von RJ 45-Steckern, Steckernetzteile zum Laden von Akkus, Ladestecker und Ladeleitungen für Mobiltelefone oder Notebooks sein. Diese Kontakte sind, sofern die Geräte nach zutreffender Produktnorm (u. a. nach VDE 0700-29) hergestellt wurden, von der Netzspannung sicher elektrisch getrennt (SELV/PELV). Die normkonforme sichere Trennung wird z. B. durch die Dokumentation des Herstellers oder besser noch durch ein Prüfzertifikat mit Referenzierung auf die betreffende Norm sowie Prüfzeichen nachgewiesen.

Wenn die einfache Berührung eines aktiven Teils eines Kleinspannungsstromkreises mit den Fingern möglich ist, z. B. an Rundsteckern von Netzteilen für Notebooks, steckbaren Ladeleitungen oder Kontakten in Ladeschalen für Akkus von Akkuwerkzeugen, sind die Messungen des Isolationswiderstands sowie des Berührungsstroms (siehe Abb. 46–49) durchzuführen. Wenn zusätzlich ein zweiter Kontakt anderen Potentials berührt werden

kann, muss die Ausgangsspannung (SELV/PELV) gemessen werden (siehe Abb. 45). Sind bei der Kontaktierung mit den Messspitzen Beschädigungen zu erwarten, ist die Verwendung von Adaptern sinnvoll.

Bei Geräten mit berührbaren aktiven Teilen im Ausgang, wie Ladegeräte oder Netzteile, darf die Ausgangsspannung, sofern nichts anderes festgelegt worden ist, die Grenzwerte 25 V AC oder 60 V DC nicht überschreiten.

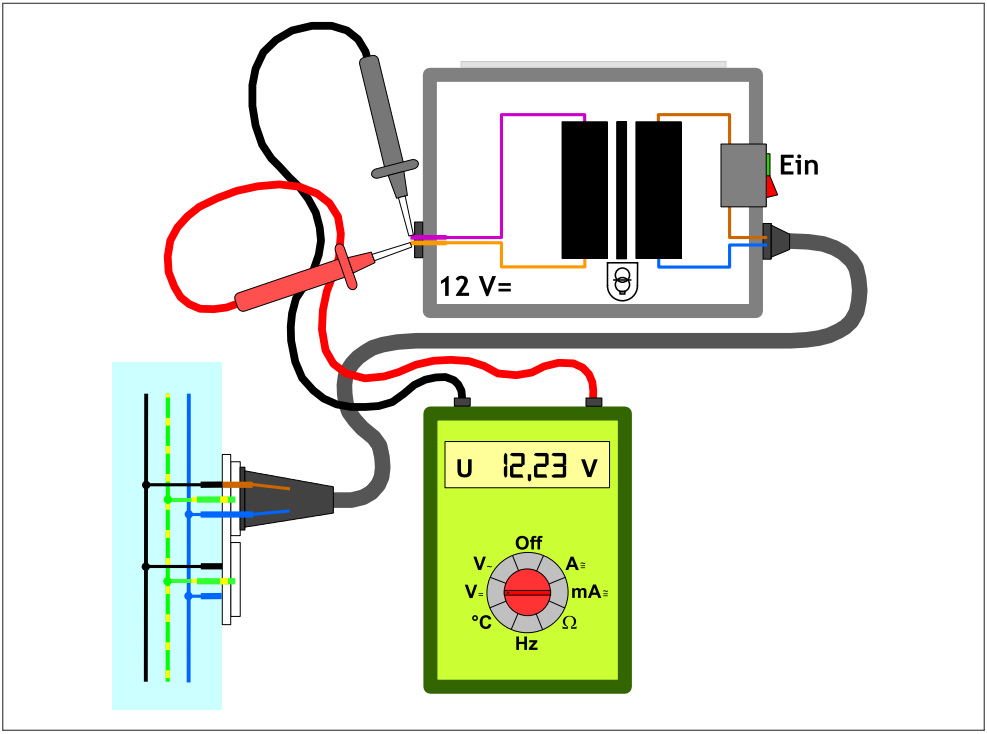


Abb. 45 Messung der Ausgangsspannung an einem Betriebsmittel mit berührbaren aktiven Teilen

Die gemessene Leerlaufspannung ist in der Regel höher als die angegebene Nennausgangsspannung.

Folgende weitere Messungen sind durchzuführen:

Isolationswiderstand zwischen

- Eingangsstromkreis und leitfähigen berührbaren Teilen,

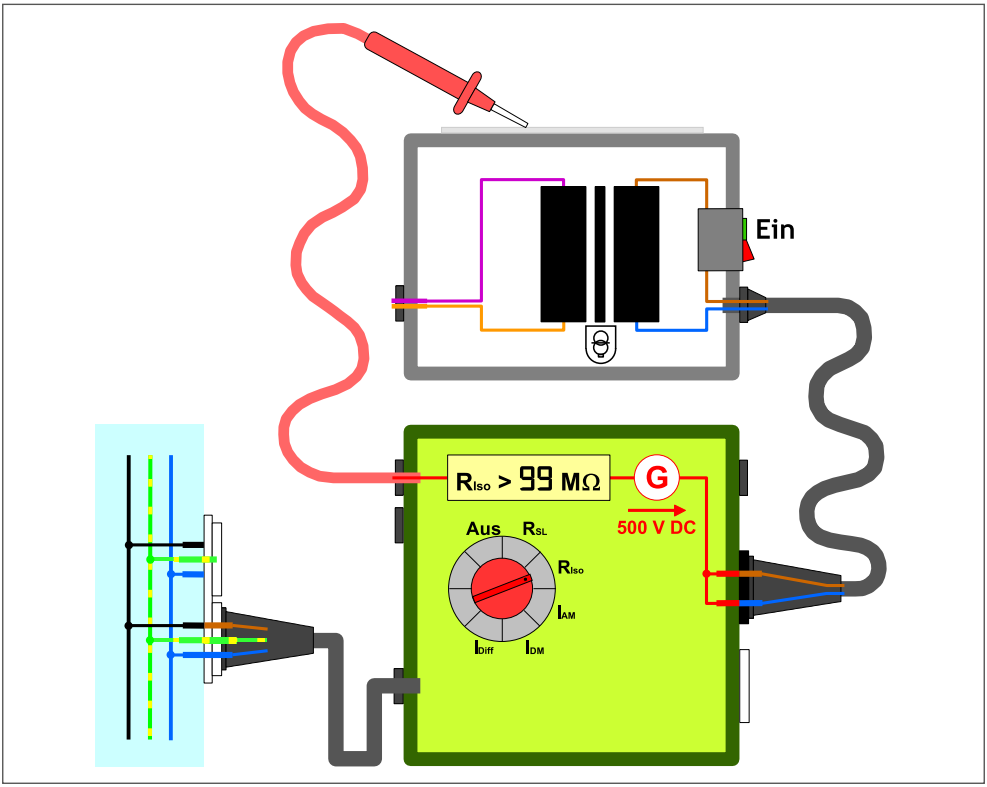


Abb. 46 1. Messung

Isolationswiderstandsmessung an einem Betriebsmittel mit berührbaren leitfähigen Teilen. Gemessen wird der Eingangsstromkreis gegen berührbare leitfähige Teile.

- Eingangsstromkreis und Ausgangsstromkreis,

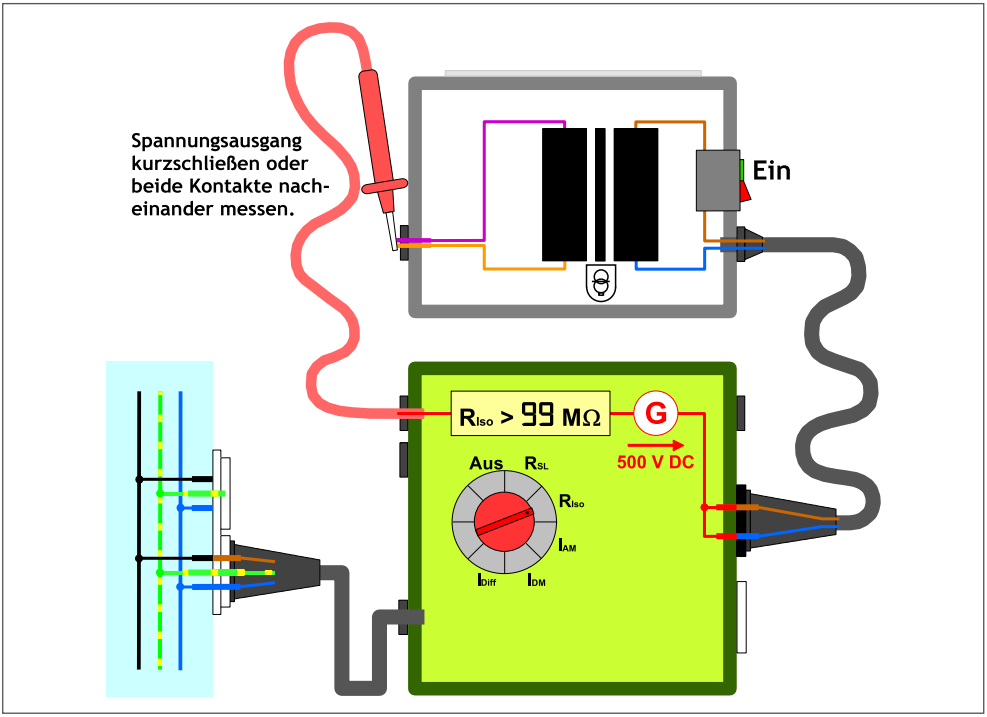


Abb. 47 2. Messung

Isolationswiderstandsmessung an einem Betriebsmittel mit berührbaren aktiven Teilen. Gemessen wird der Eingangsstromkreis gegen den Ausgangsstromkreis.

- Ausgangsstromkreis und leitfähigen berührbaren Teilen.
  Damit diese Messung möglich ist, muss das Prüfgerät mit einer zusätzlichen Ausgangsbuchse für eine Prüfspannung ausgestattet sein (siehe Abb. 6 in Abschnitt 3.5).

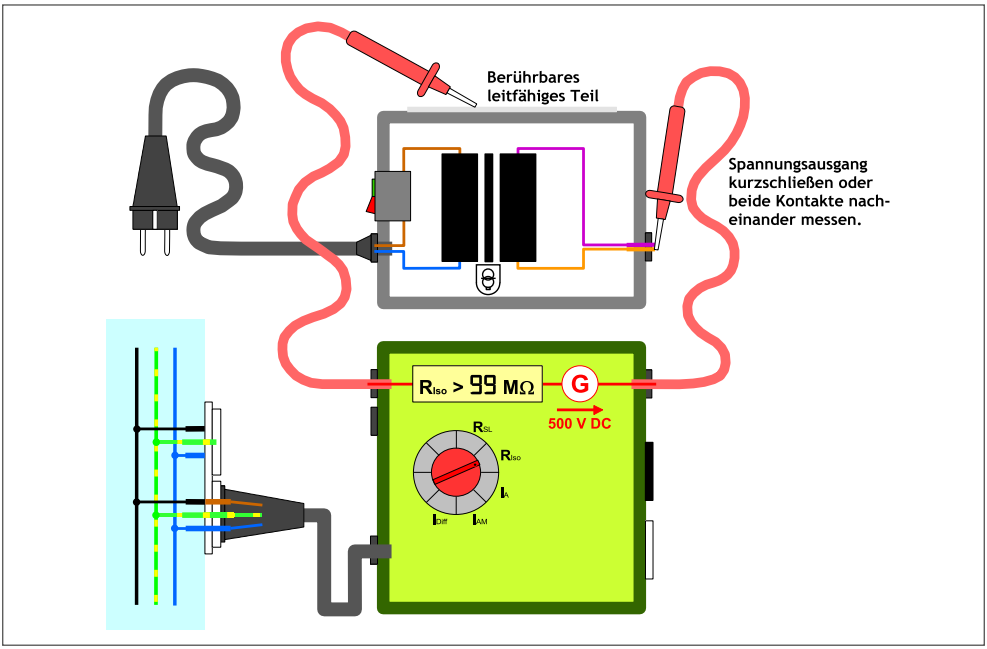


Abb. 48 3. Messung

Isolationswiderstandsmessung an einem Betriebsmittel mit berührbaren aktiven Teilen. Gemessen wird zwischen den aktiven Teilen des Ausgangsstromkreis und berührbaren leitfähigen Teilen.

Berührungsstrom zwischen

- Ausgangsstromkreis und Schutzleiter/Erdpotential (siehe auch Abschnitte 3.5.3 und 3.5.5; Grenzwerte können der Abb. 4 in Abschnitt 3.3 entnommen werden).

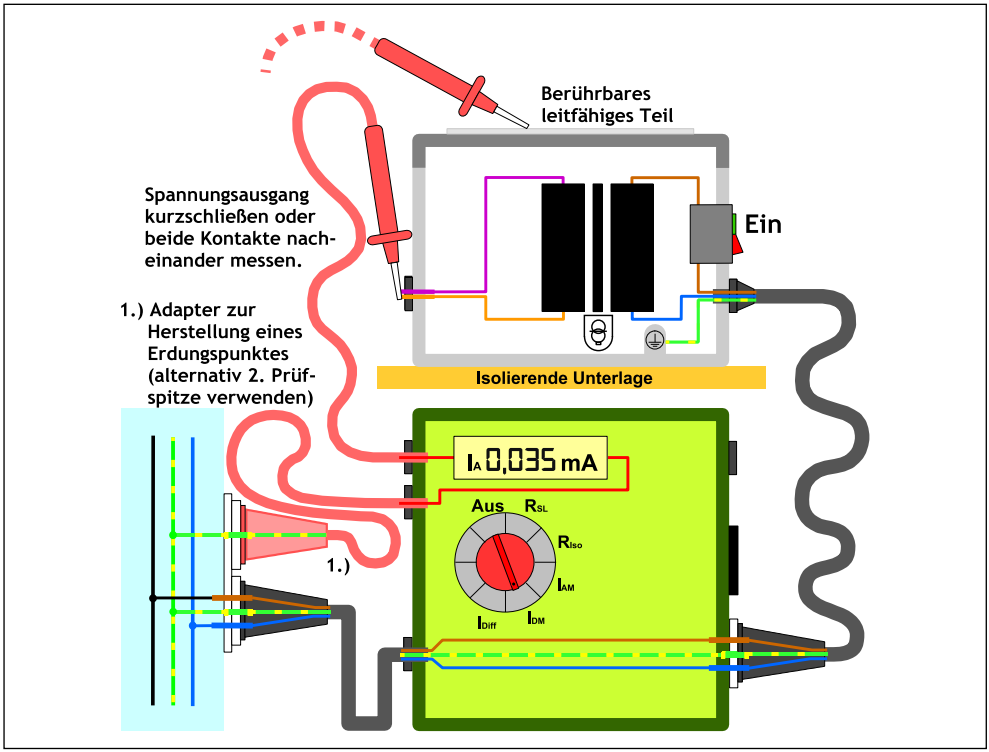


Abb. 49 Messung des Berührungsstroms an einem SELV/PELV-Gerät mit sekundärem Spannungsausgang

7.4 Elektrische Betriebsmittel mit höherfrequenten Anteilen im Ableitstrom

Um die leitungsgebundene Störaussendung von Geräten, z. B. durch geregelte Elektrohandwerkzeuge oder Schaltnetzteile, zu verringern, werden EMV-Filter eingebaut, die auch höherfrequente Ströme über den Schutzleiter ableiten. Ableitströme können auch durch die kapazitive Wirkung von Leitungen und Bauteilen in Geräten entstehen, z. B. hinter Frequenzumrichtern in den Abschirmungen der Motoranschlussleitungen, wenn diese von Strömen höherer Frequenzen, z. B. 2 kHz, 10 kHz, 100 kHz, durchflossen werden.

Diese höherfrequenten Ableitströme, deren Werte üblicherweise über den vorgegebenen Grenzwerten auf der Basis von 50 Hz liegen (Berührungs- und Schutzleiterströme von z. B. 0,5 mA und 3,5 mA), werden gemeinsam mit dem 50-Hz-Ableitstrom und möglicher Gleichstromanteile aus einem Frequenzumrichter (FU) erfasst.

Höherfrequente Ableitströme dürfen, bezogen auf ihre Frequenz, ein Mehrfaches von 3,5 mA betragen. In verschiedenen Normen, z. B. VDE 0104, werden für Ströme mit Frequenzen über 500 Hz bis 1 MHz Festlegungen getroffen, wie hoch der Strom in dem jeweiligen Frequenzbereich maximal sein darf.

Eine differenzierte Messung ist mit üblichen Messgeräten, z. B. Multimetern und überwiegend älteren Prüfgeräten, nicht immer möglich. Der angezeigte Wert könnte sowohl zu niedrig (das Messwerk ist für die Frequenz ungeeignet) als auch zu hoch (wegen fehlender Frequenzbewertung) angezeigt werden. Ein Oszilloskop würde die Ströme und Frequenzen anzeigen, aber keine Bewertung zulassen.

Messeinrichtungen, die nach VDE 0404-2 oder VDE 0413-16 gebaut sind, enthalten eine korrigierende Messschaltung (siehe VDE 0411-1 Anhang A) und berücksichtigen den Strom in Abhängigkeit von der Frequenz. Damit kann der abgelesene Wert mit den üblichen Grenzwerten für 50 Hz verglichen werden (siehe Abb. 50 und 51).

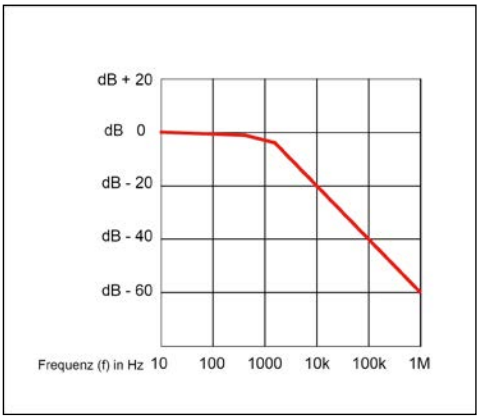


Abb. 50 Frequenzgangbewertung gemäß VDE 0750-1 für die Messanzeige

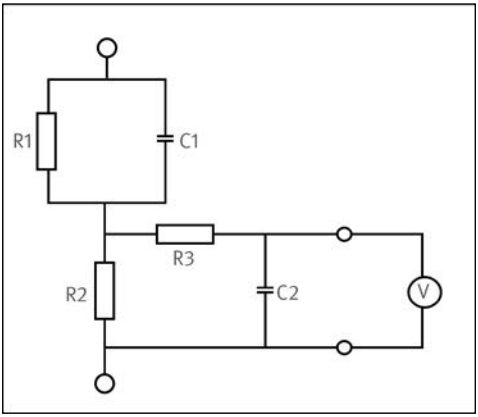


Abb. 51 Messanordnung für Berührungsströme (Wechselstrom mit Frequenzen bis 1 MHz und für Gleichstrom)
Diese Messanordnung bildet den menschlichen Körperwiderstand nach und berücksichtigt die frequenzabhängige Änderung der physiologischen Reaktion des Körpers.
(Bild A.1, VDE 0411-1)

Die Anforderungen, bezogen auf die Frequenzabhängigkeit der Messgeräte, müssen auch bei der Verwendung von Strommesszangen berücksichtigt werden.

7.5 Lichtbogen-Schweißeinrichtungen

Elektrische Schweißstromquellen stellen für den Schweißvorgang geeignete niedrige Spannungen und hohe Ströme zur Verfügung, die auch sicherheitstechnisch zu berücksichtigen sind. Dadurch sind zusätzliche Prüfschritte, ein spezielles Prüfgerät und weitergehende Kenntnisse erforderlich. Aus diesem Grund wird in dieser Schrift auf weitere Erläuterungen zur Prüfung von Schweißeinrichtungen verzichtet.

Schweißleitungen müssen mindestens der Qualität H01N2-D (feindrähtig) oder H01N2-E (feinstdrähtig) gemäß VDE 0285-525-2-81 entsprechen.

Prüfgrundlagen für Lichtbogen-Schweißeinrichtungen sind in der Norm VDE 0544-4 enthalten.

7.6 Ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (PRCDs)

Ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (Abb. 52) werden in unterschiedlichen technischen Ausführungen angeboten. Aufgrund der verschiedenen Bauarten muss sich die Prüfperson mit den Funktionsweisen und den für die wiederkehrenden Prüfungen erforderlichen Prüfvorgängen vertraut machen.

Dabei sind die aktuellen Herstellerinformationen zu berücksichtigen.



Abb. 52 Ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit ergänzenden Funktionen nach DGUV Information 203-006

Tabelle 6 Übersicht der RCD-Kurzzeichen

Kurzform	Abkürzung für	(Bisherige) deutsche Bezeichnung
RCD	**R**esidual **C**urrent protective **D**evice	Differenzstrom (DI)- oder Fehlerstrom (FI)-Schutzeinrichtung (Diese Schutzeinrichtung kann spannungsabhängig[1)] oder spannungsunabhängig sein)
PRCD	**P**ortable **R**esidual **C**urrent protective **D**evice	Ortsveränderliche DI- oder FI-Schutzeinrichtung
PRCD-S	**P**ortable **R**esidual **C**urrent protective **D**evice – **S**afety	Ortsveränderliche DI- bzw. FI-Schutzeinrichtung mit erweitertem Schutzumfang
PRCD-K	**P**ortable **R**esidual **C**urrent protective **D**evice – **K**atastrophenschutz	Ortsveränderliche DI- oder FI-Schutzeinrichtung

1) Spannungsabhängig bedeutet, dass die Schutzeinrichtung eine Hilfsspannung (Versorgungsspannung) für die Auslösung benötigt.

Durch den unterschiedlichen Aufbau, z. B. geschalteter Schutzleiter, Unterspannungsauslösung diverser PRCDs, muss die Prüfperson den Messablauf individuell gestalten; dabei sind die Herstellerinformationen zu beachten.

Folgende Prüfungen sind durchzuführen:

a. Schutzleiterwiderstandsmessung nach Abschnitt 3.5.1
Bei dieser Messung ist zu beachten, dass der Schutzleiter möglicherweise geschaltet wird oder sich in der Schutzleiterstrombahn Bauteile befinden können, die der Überwachung von Schutzfunktionen dienen. Bei einer PRCD-S ist die Durchschaltung des Schutzleiters jedoch nur möglich, wenn die Netzversorgung vorhanden ist. Der Schutzleiter kann vergleichsweise, wie im Abschnitt 3.5.1, Abb. 8 dargestellt, geprüft werden. Ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (PRCDs) mit nicht geschaltetem Schutzleiter können direkt auf niederohmigen Durchgang zwischen den Schutzleiterkontakten gemessen werden, siehe Abb. 7.

b. Isolationswiderstandsmessung eingangs- und ausgangsseitig nach Abschnitt 3.5.2
Wird bei der Isolationswiderstandsmessung der zulässige Grenzwert unterschritten, z. B. durch integrierte Bauteile, die der Überwachung von Schutzfunktionen dienen, sind bei den Herstellern weitere Informationen einzuholen.

c. Die Messung des Schutzleiterstroms (siehe Abschnitte 3.5.3 und 3.5.4) und des Berührungsstroms (siehe Abschnitte 3.5.3 und 3.5.5) erfolgt als aktive Messung durch Anwendung der direkten Methode oder der Differenzstrommethode. Die PRCD-S muss dazu eingeschaltet sein.
An leitfähigen Gehäuseteilen, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind, ist eine Berührungsstrommessung gemäß der Abschnitte 3.5.3 und 3.5.5 durchzuführen.

d. Prüfen, Erproben der RCD-Eigenschaften
- Prüfung auf Funktion der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung durch Betätigung der Testeinrichtung, z. B. Testtaste.
- Prüfung auf Wirksamkeit der automatischen Abschaltung der RCD (PRCD) mit Hilfe eines Schutzmaßnahmenprüfgerätes (VDE 0413-6) zur Überprüfung der Auslösung mit dem korrekten Bemessungsdifferenzstrom, z. B. 10 mA oder 30 mA. Die Abschaltzeiten sollten im Normalfall deutlich kürzer als 0,3 Sekunden sein.

e. Prüfen, Erproben weiterer Sicherheitsfunktionen
- Erprobung einer ggf. vorhandenen Unterspannungsauslösung.
- Gegebenenfalls Überprüfung der Funktion „Erkennung von Schutzleiter- oder Neutralleiterunterbrechung sowie Leitervertauschung“.

Teilweise haben Hersteller zusätzliche Messmethoden vorgeschrieben, z. B. eine Prüfung, durch welche die Fremdspannungserkennung auf dem Schutzleiter der PRCD-S getestet wird.

Diese Prüfungen können z. B. mit einem Netzadapter, ausgestattet mit berührungssicheren Laborbuchsen oder speziell angefertigten Umschalteinrichtungen, zur Fehlersimulation durchgeführt werden.

7.7 Elektrische Betriebsmittel mit Akku als Energiequelle einschließlich deren Ladegeräte

Zu den elektrischen Betriebsmitteln mit Akku als Energiequelle zählen z. B.:

- Akkuwerkzeuge,
- Betriebsmittel der Informationstechnik,
- Handscanner,
- Mess- und Prüfgeräte,
- Fernsteuerungen.

Aufgrund der üblichen Bemessungsspannungen dieser elektrischen Betriebsmittel, z. B. Akkuwerkzeuge nach VDE 0740-1 Anhang K - maximal 75 V DC, ist eine Zuordnung zu den gängigen SK I, II oder III nicht möglich.

Bei einer Prüfung ist durch Besichtigung festzustellen, ob:

- Äußerlich erkennbare Auffälligkeiten vorhanden sind, die auf einen beschädigten Akku hinweisen, z. B. Verformungen oder temperaturbedingte Verfärbungen des Gehäuses,
- Leitfähige Teile unterschiedlicher Polarität mit einer Spannung ≥ 60 V DC gleichzeitig berührbar sind.

Wenn keine Spannungen ≥ 60 V DC berührt oder überbrückt werden können, sind weitere Messungen, z. B. Isolationswiderstandsmessung, nicht notwendig.

An zugehörigen Ladegeräten können im Fehlerfall elektrische Gefährdungen an den sekundärseitigen Ladekontakten auftreten. Diese Kontakte müssen nach VDE 0700-2-29 sowohl galvanisch vom Netz getrennt sein als auch SELV liefern. Je nach Zugänglichkeit der Ladekontakte sind der Isolationswiderstand und der Berührungsstrom zu messen. Ladegeräte sind in SK I oder II ausgeführt (siehe Abschnitt 7.3).

Ladegeräte, die hoher Beanspruchung durch Nässe oder leitfähigem Staub ausgesetzt sind, z. B. auf Bau- und Montagestellen, sollten mindestens tropfwassergeschützt, besser jedoch sprühwassergeschützt ausgeführt sein; dies ist an der Kennzeichnung IPX2 bzw. IPX3 sowie ggf. auch durch eine entsprechende Symbolkennzeichnung (vgl. DGUV Information 203-006) erkennbar. Die Prüfperson sollte dies, soweit möglich,

bewerten, in der Dokumentation vermerken und auf die entsprechenden Einsatzbereiche hinweisen.

Erfahrungen aus der Prüfpraxis haben gezeigt, dass der Grenzwert für den Berührungsstrom von maximal 0,5 mA nicht immer eingehalten wird, weil Geräte mit Schaltnetzteilen, bedingt durch EMV-Maßnahmen, eine Verbindung der Sekundärseite mit dem Netz herstellen. In der Praxis können das zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren sein (siehe Abb. 53). Bei einer Überbrückung von einem dieser Bauteile darf der Grenzwert für den Berührungsstrom nicht überschritten werden. Dies bedeutet, dass bei der Prüfung maximal der halbe Grenzwert erreicht werden darf; ein höherer Messwert deutet auf ein defektes Bauteil und eine mögliche Gefährdung hin.

Zugehörige Normen lassen beim Einsatz höherwertiger Bauteile auch die Verwendung von nur einem Kondensator zu. Für die Beurteilung des Grenzwertes sind somit Kenntnisse über den schaltungstechnischen Aufbau, z. B. der EMV-Maßnahmen, erforderlich.

Einwandfreie Geräte weisen einen Berührungsstrom von nahezu 0 mA auf. Größere Ströme sollten Anlass für eine Feststellung der Ursache sein; im Zweifelsfall müssen notwendige Informationen beim Hersteller eingeholt werden.

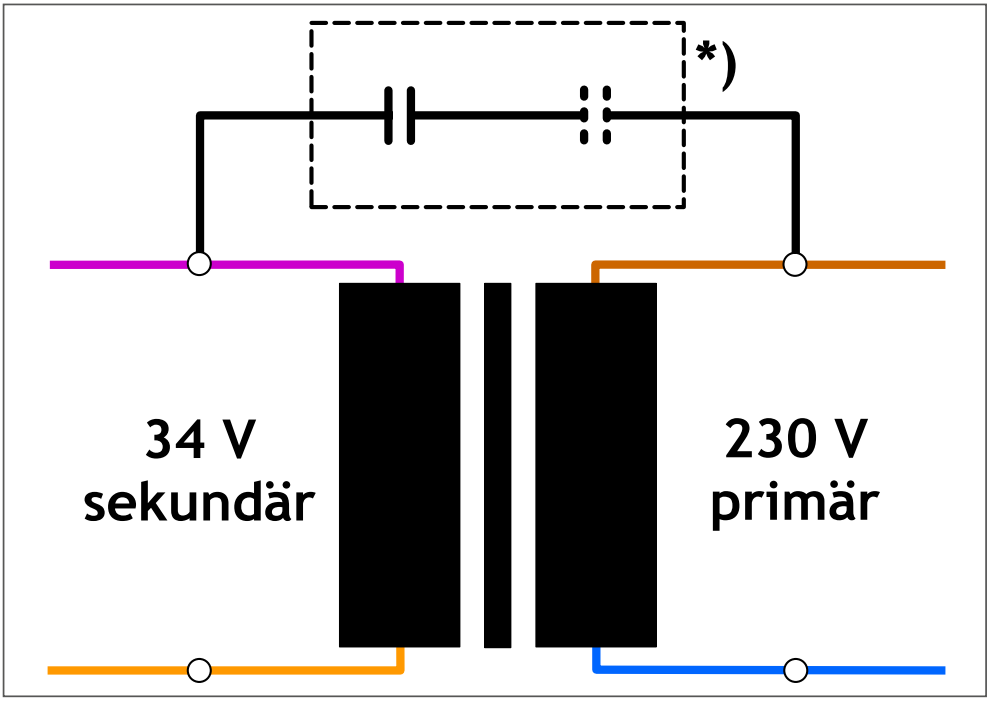


Abb. 53 Blockschaltbild der EMV-Beschaltung.

* Kann aus einem hochwertigen Y-Kondensator oder mindestens 2 in Reihe geschalteten Kondensatoren geringerer Klasse aufgebaut sein (s. VDE 0570-1).

7.8 Ladeleitungen von Elektro-Straßenfahrzeugen

Zum Laden von Elektro-Straßenfahrzeugen kommen verschiedene Ladeleitungen („Ladekabel“) zum Einsatz, die als ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel wiederkehrend geprüft werden müssen. An Wallboxen oder Ladesäulen fest angeschlossene Ladeleitungen sind als ortsfestes elektrisches Betriebsmittel Teil einer elektrischen Anlage und werden in dieser DGUV Information nicht behandelt.

7.8.1 Ortsveränderliche Ladeleitungen

Die aktuell in Deutschland überwiegend genutzten Ladeleitungen sind mit Steckern vom Typ 2 oder CCS/Combo Typ 2 ausgestattet. Sie dienen zum direkten Anschluss des Fahrzeugs an die Ladeeinrichtung (Ladesäule, Wallbox) und können im Prinzip wie eine konventionelle Verlängerungsleitung geprüft werden.

Darüber hinaus gibt es mobile Ladeeinrichtungen (in der einphasigen Ausführung, z. B. mit Schutzkontaktstecker, umgangssprachlich auch als „Notladekabel“ bezeichnet), die direkt mit einer Steckdose der Gebäudeinstallation verbunden werden können.

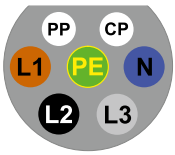
Diese mobilen Ladeeinrichtungen verfügen über eine in die Leitung integrierte Steuer- und Schutzeinrichtung (In-Cable-Control-and-Protection-Device, IC-CPD) nach DIN EN 62752 (VDE 0666-10). Oft wird die integrierte Steuer- und Schutzeinrichtung auch als ICCB (In-Cable Control Box) bezeichnet.

Aufgabe dieser Steuer- und Schutzeinrichtung ist es, den sicheren Ladebetrieb von Elektrofahrzeugen an Steckdosen der Gebäudeinstallation zu ermöglichen, welcher sonst von der in der Wallbox bzw. der Ladesäule vorhandenen Schutzfunktionen realisiert wird. Diese sind z. B.:

- Schutzleiterüberwachung,
- Fehlerstromschutz-Einrichtung (RCD),
- Überwachung des Ladevorganges,
- Steuerung der Ladeleistung,
- Polarität,
- Fremdspannung auf dem Schutzleiter.

Für die wiederkehrenden Prüfungen ergeben sich daraus weitergehende Prüfschritte, die ähnlich wie bei der Prüfung einer Ladesäule zusätzlich auch die Diagnose der Schutzfunktionen der IC-CPD beinhalten.

7.8.2 Belegung von Kupplungen und Steckern

Ladeleitung		
Anschluss an eine Wallbox/Ladesäule	**Beispielbild**	**Anschluss an das KFZ**
		
Typ-2-Stecker	Handelsübliche Ladeleitung Typ 2	Typ-2-Kupplung

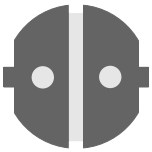
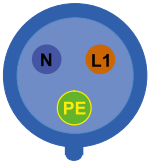
Ladeleitungen für die Ladebetriebsart 2 (Notladeleitungen)		
Anschluss an die elektrische Anlage	**Beispielbilder**	**Anschluss an das KFZ**
		
Schutzkontaktstecker	Handelsübliche Notladeleitung Schuko auf Typ-2-Kupplung	Typ-2-Kupplung
		
CEE-Stecker 1-phasig	Handelsübliche Notladeleitung CEE-Stecker 1-phasig auf Typ-2-Kupplung	Typ-2-Kupplung

Abb. 54 Belegung von Kupplung und Stecker für Ladeleitungen und Notladeleitungen

Belegung des Typs 2 Steckers zur Verbindung mit der Ladestation (Die Belegung der Typ 2 Kupplung an der Ladestation ist dazu spiegelverkehrt):

PP:	Proximity Pilot	(für die Codierung der Ladeleistung)
CP:	Control Pilot	(für die Kommunikation)
L1, L2, L3:	Außenleiterkontakte	
PE:	Schutzkontakt	
N:	Neutralleiter	

7.8.3 Prüfungen

Wichtiger Hinweis

Vor Beginn der Messungen sind unbedingt die Vorgaben des Herstellers zu beachten!

a. Schutzleiterwiderstand
Die Messung des Schutzleiterwiderstandes erfolgt wie in Abschnitt 3.5.1 beschrieben.

Ladeleitungen mit IC-CPD können die Besonderheit aufweisen, dass der Schutzleiter geschaltet wird, oder sich in der Schutzleiterstrombahn Bauteile befinden, die wie bei einer PRCD-S der Überwachung von Schutzfunktionen dienen.

Ladeleitungen mit IC-CPD in der Ausführung ohne geschaltetem Schutzleiter können direkt auf niederohmigen Durchgang zwischen den PE-Kontakten gemessen werden, siehe Abschnitt 3.7.

Bei Ladeleitungen mit IC-CPD und geschaltetem Schutzleiter müssen **zwingend die Herstellervorgaben** beachtet werden, da der Schutzleiter vom IC-CPD nur geschaltet wird, wenn diese mit Netzspannung versorgt wird.

b. Isolationswiderstand
Die Messung des Isolationswiderstandes auf der Eingangs- und Ausgangsseite der Ladeleitung erfolgt wie in Abschnitt 3.5.2 beschrieben.
Sie ist nur für die Leiter des Hauptstromkreises (L1-3, N) erforderlich.



Einige Hersteller lassen aufgrund von Schutzbeschaltungen mit Überspannungsableitern lediglich eine Prüfspannung von 250 V DC zu!

Wird bei der Messung des Isolationswiderstands der zulässige Grenzwert unterschritten, z. B. durch integrierte Bauteile, die der Überwachung von Schutzfunktionen dienen, so müssen die Messwerte mindestens den Herstellervorgaben entsprechen.

Messungen mit einer Prüfspannung von 500 V DC zeigten in der Praxis, dass Isolationswiderstände von ca. 250 kΩ durchaus üblich sein können.

c. Schutzleiter- und Berührungsstrom
Die Messung des Schutzleiterstroms (siehe Abschnitte 3.5.3 und 3.5.4) und des Berührungsstroms (siehe Abschnitte 3.5.3 und 3.5.5) erfolgt als aktive Messung durch Anwendung der direkten Methode oder der Differenzstrommethode an allen Kontakten der Ausgangssteckvorrichtung(en), z. B. der Kupplung. Die IC-CPD muss dazu eingeschaltet sein.

An leitfähigen Gehäuseteilen, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind, ist eine Berührungsstrommessung gemäß der Abschnitte 3.5.3 und 3.5.5 durchzuführen.

d. Prüfen, Erproben der RCD-Eigenschaften
- Prüfung auf Wirksamkeit der automatischen Abschaltung der RCD mit Hilfe eines Schutzmaßnahmenprüfgerätes (VDE 0413-6) zur Überprüfung der Auslösung mit dem korrekten Bemessungsdifferenzstrom, z. B. 10 mA oder 30 mA. Die Abschaltzeiten sollten im Normalfall deutlich weniger als 0,3 Sekunden betragen.
- Darüber hinaus ist die Auslösung der RCD mit einem Gleichfehlerstrom größer 6 mA zu überprüfen. Die Auslösung muss innerhalb von 10 Sekunden erfolgen. Auch in diesem Fall sind die tatsächlichen Auslösezeiten deutlich kürzer.

e. Prüfen, Erproben weiterer Sicherheitsfunktionen (soweit vorhanden)

- Erprobung der Unterspannungsauslösung.
- Überprüfung der Funktion „Erkennung von Schutzleiter- oder Neutralleiterunterbrechung sowie Leitervertauschung“.

Zum Teil werden von Herstellern zusätzliche Messmethoden vorgeschrieben, z. B. eine Prüfung, welche die Fremdspannungserkennung auf dem Schutzleiter wie bei einer PRCD-S testet. Diese Prüfungen können z. B. mit einem Prüfadapter (siehe Abb. 55), ausgestattet mit berührungssicheren Laborbuchsen oder speziell angefertigten Umschalteinrichtungen zur Fehlersimulation, durchgeführt werden.



Abb. 55 Prüfadapter zur Simulation der Fahrzeugzustände

Widerstandscodierung und Ladeleistung

Im Unterschied zu klassischen Verlängerungsleitungen werden Ladeleitungen mittels eingebauter Widerstände codiert, wodurch die Ladeleistung gesteuert wird. Diese Widerstandscodierung ist von sicherheitstechnischer Relevanz und muss daher geprüft werden (siehe Tabelle 7 und Abb. 56)!

Tabelle 7 Widerstandswerte nach Tabelle B.2 aus DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122- 1):2019-12 „Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“

Gesamtwiderstand PP-PE	1500 Ω	680 Ω	220 Ω	100 Ω
Toleranzbereich[a)]	1100 bis 2460 Ω	400 bis 936 Ω	164 bis 308 Ω	80 bis 140 Ω
Strombelastbarkeit der Leitungsgarnitur	13 A	20 A	32 A	63 A
Leiterquerschnitt	1,5 mm²	2,5 mm²	6 mm²	16 mm²

a) Mit dem angegebenen Toleranzbereich ist es dem Fahrzeug möglich unter Praxisbedingungen möglich die richtige Ladeleistung auszuwählen.

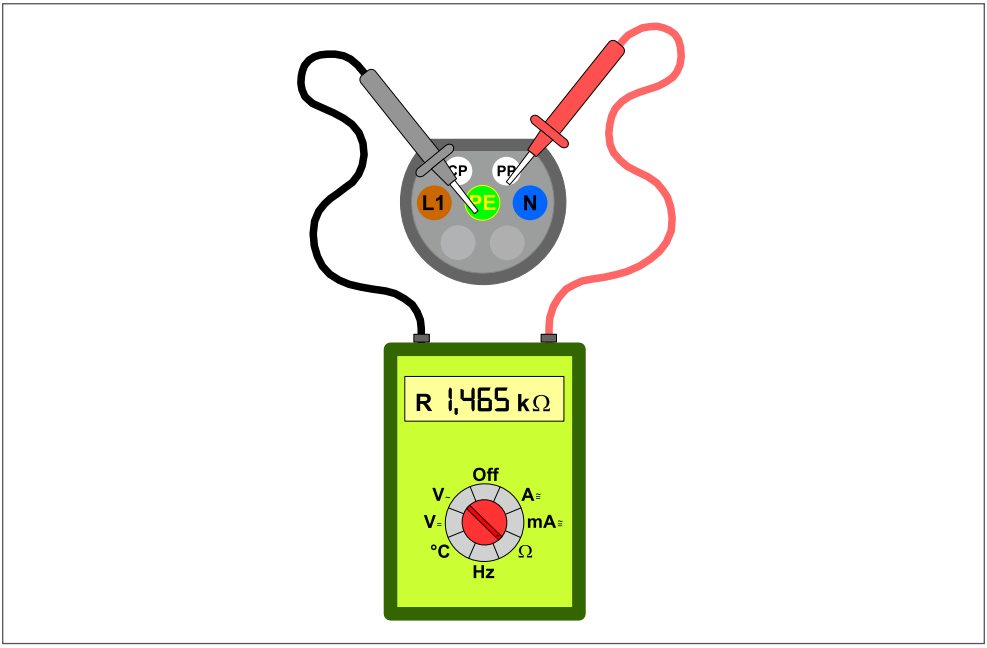


Abb. 56 Überprüfung der Widerstandscodierung

8 Beurteilung elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen

Soweit möglich, ist im Rahmen der Besichtigung (erster Prüfschritt) zu beurteilen, ob das Betriebsmittel (Prüfling) für den zu erwartenden Einsatzbereich geeignet ist.

Welchem Einsatzbereich elektrische Betriebsmittel zuzuordnen sind, hat sich an den Einwirkungen, z. B. mechanische, physikalische oder chemische Einwirkungen, zu orientieren.

Neben einer geeigneten Qualität der Anschlussleitung (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 raue Umgebungsbedingungen, insbesondere für Bau- und Montagestellen, sind an den Symbolen  oder  erkennbar.

Weitere Informationen und Kennzeichnungsmöglichkeiten sind in der DGUV Information 203-005 „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbedingungen“ enthalten (Abb. 57 und 58).

Beispiele für Einsatzbedingungen und den daraus sich ergebenden Kategoriekennzeichnungen nach DGUV Information 203-005

Kategorie 1: Beispiele für Einsatzbedingungen, für die K1-Geräte ausreichend sind, können sein:
Werkstatt-, Lager- und Fertigungsbereiche ohne hohe mechanische, physikalische oder chemische Einwirkungen auf die elektrischen Betriebsmittel.

Kategorie 2: Bedingungen, die den Einsatz von K2-Geräten erfordern, sind erfahrungsgemäß z. B. auf Bau- und Montagestellen (siehe auch DGUV Information 203-006), bei Stahlbauarbeiten, Außenarbeiten, beim Kessel- und Apparatebau (siehe auch DGUV Information 203-004), in der Schwerindustrie, in Galvanikbetrieben, in Werkstätten und bei Instandsetzungsarbeiten zu finden.

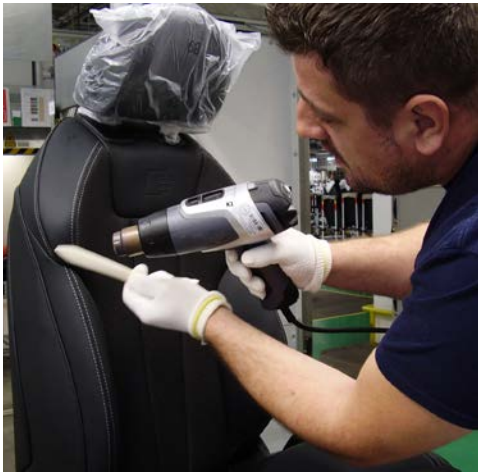


Abb. 57 Kennzeichnung der Anwendungskategorie an den Betriebsmitteln, hier K1 (DGUV Information 203-005)



Abb. 58 Kennzeichnung der Anwendungskategorie an den Betriebsmitteln, hier K2 (DGUV Information 203-005)

9 Beurteilung von Anschluss- und Verlängerungsleitungen

Ein besonderes Augenmerk ist auf die Anschlussleitungen elektrischer Betriebsmittel zu richten. Elektrische Betriebsmittel, die auch im Heim- und Hobbybereich eingesetzt werden und für den gewerblichen/industriellen Einsatz nicht vorgesehen sind, werden herstellerseitig vielfach mit PVC-Schlauchleitungen (H05VV-F o. Ä.) oder leichten Gummischlauchleitungen (H05RN-F) versehen. Diese Leitungsbauarten sind nicht für alle Einsatzbereiche geeignet; insbesondere nicht für die ständige Verwendung im Freien. In einigen Informationsschriften der Unfallversicherungsträger, z. B. DGUV Information 203-006, sind Hinweise zu den Mindestanforderungen an Leitungen genannt.

Nähere Informationen zu den Bauartenkurzzeichen (Typkurzzeichen) harmonisierter flexibler Leitungen sind in VDE 0292 enthalten. Typische Einsatzbedingungen solcher Leitungen sind in VDE 0298-565-2 dargestellt.

Soweit die Normenreihe VDE 0740 keine höherwertige Leitungsbauart fordert, gelten für handgeführte Elektrowerkzeuge, die in Handwerk, Industrie sowie auf Bau- und Montagestellen sowie unter ähnlichen Bedingungen betrieben werden, folgende Festlegungen:

In Innen- und überdachten Außenbereichen (Anwendungskategorie K 1) mindestens:

- Gummischlauchleitung H05RN-F oder
- Polyurethanschlauchleitung (EPR/PU) H05BQ-F.

Im Freien, auf Bau-/Montagestellen und bei erhöhter elektrischer Gefährdung sowie bei starker mechanischer Beanspruchung auch in Innen- und überdachten Außenbereichen (Anwendungskategorie K 2) mindestens:

- Gummischlauchleitung H07RN-F (bis 4 m auch H05RN-F) oder
- Polyurethanschlauchleitung (EPR/PU) H07BQ-F (bis 4 m auch H05BQ-F) oder
- Gummischlauchleitung, öl-/ozonbeständiger Typ NSSHöu, bei sehr hoher mechanischer Belastung oder
- Gummischlauchleitung NMHVöu zum Anschluss von Elektrowerkzeugen bei besonders hohen Verdrehungs- und Knickbeanspruchungen.

Polyurethanschlauchleitungen (PUR-Leitungen, H05- oder H07BQ-F) dürfen keiner thermischen Beanspruchung durch Wärmequellen, z. B. heiße Oberflächen nach Brenn- oder Schweißarbeiten, Schweißperlen, Metallschmelzen, heiße Späne oder in der Nähe von Funken reißenden Maschinen, z. B. grobe Schleif- oder Trennarbeiten, ausgesetzt werden.

Die Beobachtungen an entsprechenden Arbeitsplätzen zeigen, dass bei derartigen Wärmeeinfluss schnell tiefe Einschmelzungen auftreten.

Gummischlauchleitungen sind ebenfalls nur bedingt hitzebeständig, jedoch zeigt die Praxis, dass bei Hitzebeanspruchung die Einschmelzungen weniger stark sind und die Wärme länger einwirken muss, um vergleichbare Beschädigungen hervorzurufen.

Sonderanwendung Wasserbeständigkeit

Gummischlauchleitung Bauart H07RN8-F für Anwendungen in unverschmutztem Wasser bis zu 10 m Tiefe und 40 °C.

Angaben zu weiteren Sonderanwendungen sind in VDE 0298-565-1 und VDE 0298-565-2 enthalten.

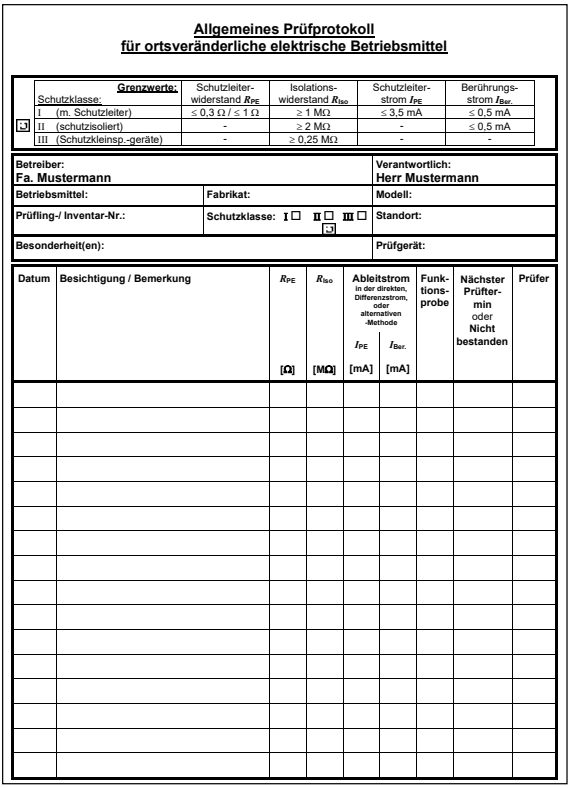


Abb. 59 Beispiele für einige der genannten Anschlussleitungen

10 Muster-Prüfprotokolle

Die Anforderungen an die Dokumentation wurden bereits in Abschnitt 3.7 dargestellt. Nachfolgend sind einige exemplarische Prüfprotokolle für verschiedene elektrische Betriebsmittel beschrieben. Beide Dokumente stehen zum Download bereit: unter www.dguv.de/elektro-feinmechanik

10.1 Allgemeines Prüfprotokoll für ortsveränderliche Betriebsmittel



Allgemeines Prüfprotokoll
für ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel

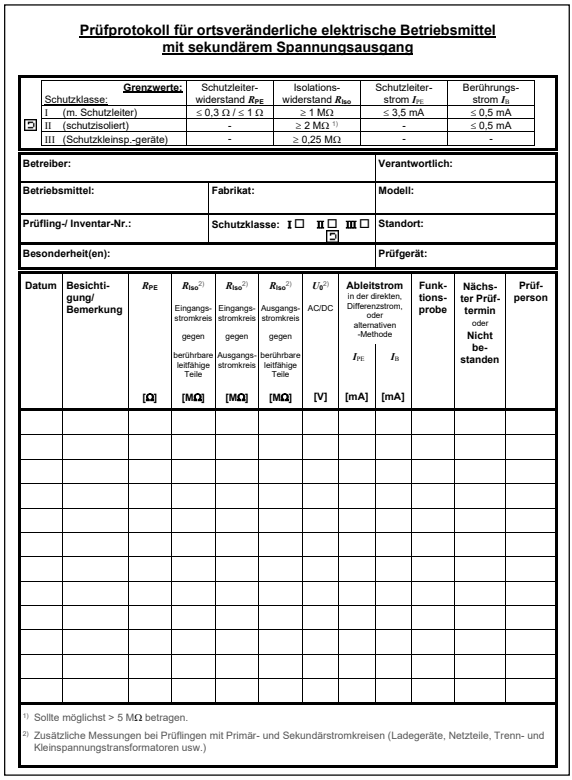
	Grenzwerte: Schutzklasse:	Schutzleiter-widerstand R_{PE}	Isolations-widerstand R_{Iso}	Schutzleiter-strom I_{PE}	Berührungs-strom $I_{Ber.}$
	I (m. Schutzleiter)	≤ 0,3 Ω / ≤ 1 Ω	≥ 1 MΩ	≤ 3,5 mA	≤ 0,5 mA
☑	II (schutzisoliert)	-	≥ 2 MΩ	-	≤ 0,5 mA
	III (Schutzkleinsp.-geräte)	-	≥ 0,25 MΩ	-	-

Betreiber: Fa. Mustermann		**Verantwortlich:** Herr Mustermann
Betriebsmittel:	**Fabrikat:**	**Modell:**
Prüfling-/ Inventar-Nr.:	**Schutzklasse:** I ☐ II ☐ III ☐ ☑	**Standort:**
Besonderheit(en):		**Prüfgerät:**

Datum	Besichtigung / Bemerkung	R_{PE} [Ω]	R_{Iso} [MΩ]	Ableitstrom in der direkten, Differenzstrom, oder alternativen -Methode I_{PE} [mA]	Ableitstrom $I_{Ber.}$ [mA]	Funk-tions-probe	Nächster Prüfter-min oder Nicht bestanden	Prüfer

Abb. 60 Allgemeines Prüfprotokoll (Beispiel)

10.2 Prüfprotokoll für ortsveränderliche Betriebsmittel mit sekundärem Spannungsausgang



Prüfprotokoll für ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel mit sekundärem Spannungsausgang

Grenzwerte: Schutzklasse:	Schutzleiter-widerstand R_{PE}	Isolations-widerstand R_{Iso}	Schutzleiter-strom I_{PE}	Berührungs-strom I_B
I (m. Schutzleiter)	≤ 0,3 Ω / ≤ 1 Ω	≥ 1 MΩ	≤ 3,5 mA	≤ 0,5 mA
☑ II (schutzisoliert)	-	≥ 2 MΩ [1]	-	≤ 0,5 mA
III (Schutzkleinsp.-geräte)	-	≥ 0,25 MΩ	-	-

Betreiber:		**Verantwortlich:**
Betriebsmittel:	**Fabrikat:**	**Modell:**
Prüfling-/ Inventar-Nr.:	**Schutzklasse:** I ☐ II ☑ ☐ III ☐	**Standort:**
Besonderheit(en):		**Prüfgerät:**

Datum	Besichtigung/ Bemerkung	R_{PE} [Ω]	R_{Iso} [2] Eingangsstromkreis gegen berührbare leitfähige Teile [MΩ]	R_{Iso} [2] Eingangsstromkreis gegen Ausgangsstromkreis [MΩ]	R_{Iso} [2] Ausgangsstromkreis gegen berührbare leitfähige Teile [MΩ]	U_0 [2] AC/DC [V]	Ableitstrom in der direkten, Differenzstrom, oder alternativen -Methode I_{PE} [mA]	Ableitstrom I_B [mA]	Funktionsprobe	Nächster Prüftermin oder Nicht bestanden	Prüfperson

[1] Sollte möglichst > 5 MΩ betragen.

[2] Zusätzliche Messungen bei Prüflingen mit Primär- und Sekundärstromkreisen (Ladegeräte, Netzteile, Trenn- und Kleinspannungstransformatoren usw.)

Abb. 61 Prüfprotokoll für ortsveränderliche Betriebsmittel mit sekundärem Spannungsausgang (Beispiel)

Literaturverzeichnis

Gesetze, Verordnungen, Regeln

Bezugsquelle: Buchhandel und Internet: z. B. www.gesetze-im-internet.de, www.baua.de

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Technische Regeln

- „Sicherheits- und Gesundheitskennzeichnung“ (ASR A 1.3)
- „Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“ (TRBS 1201)
- „Zur Prüfung befähigte Personen“ (TRBS 1203)

DGUV Vorschriften- und Regelwerk

Bezugsquelle: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter www.dguv.de/publikationen

Unfallverhütungsvorschriften

- Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (DGUV Vorschrift 1)
  (Webcode: p000941)
- Unfallverhütungsvorschriften „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
  (DGUV Vorschrift 3 und 4)
  (Webcode: p000280/p000486)

Regeln

- DGUV Regeln 100-500 und 100-501 „Betreiben von Arbeitsmitteln“
  (Webcode: p100500/p100501)

Informationen

- DGUV Information 203-004 „Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung“ (Webcode: p203004)
- DGUV Information 203-005 „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbedingungen“ (Webcode: p203005)
- DGUV Information 203-006 „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ (Webcode: p203006)
- DGUV Information 203-034 „Errichten und Betreiben von elektrischen Prüfanlagen“ (Webcode: p203034)
- DGUV Information 203-071 „Wiederkehrende Prüfungen ortsveränderlicher elektrischer Anlagen und Betriebsmittel – Organisation durch den Unternehmer“ (Webcode: p203071)

Normen/VDE-Bestimmungen

Bezugsquelle: DIN Media GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin bzw. VDE-Verlag, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin Reihenfolge in Abhängigkeit der VDE-Klassifikation

- **DIN 0100-200 (VDE 0100-200):2023-06**
  „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 200: Begriffe
- **DIN EN 50191 (VDE 0104):2011-10**
  „Errichten und betreiben elektrischer Prüfanlagen“
- **DIN EN IEC 61851-1 (VDE 0122-1):2019-12**
  „Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“
- **DIN EN 50525-2-81 (VDE 0285-525-2-81):2012-01**
  „Kabel und Leitungen – Starkstromleitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V (U0/U) – Teil 2-81: Starkstromleitungen für allgemeine Anwendungen – Lichtbogenschweißleitungen mit vernetzter Elastomer-Hülle;“
- **DIN VDE 0292 (VDE 0292): 2021-08**
  „System für Typkurzzeichen von isolierten Leitungen“
- **DIN EN 50565-1 (VDE 0298-565-1):2015-02**
  „Kabel und Leitungen – Leitfaden für die Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen mit einer Nennspannung nicht über 450/750 V (U_0/U) – Teil 1: Allgemeiner Leitfaden“

- **DIN EN 50565-2 (VDE 0298-565-2):2015-02**
  „Kabel und Leitungen – Leitfaden für die Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen mit einer Nennspannung nicht über 450/750 V (U_0/U) – Teil 2: Aufbaudaten und Einsatzbedingungen der Kabel- und Leitungsbauarten nach EN 50525“
- **DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1):2020-03**
  „Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte“ – Allgemeine Anforderungen
- **DIN EN IEC 61010-2-030 (VDE 0411-2-030): 2022-11**
  Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte Teil 2-030: Besondere Anforderungen für Geräte mit Prüf- oder Messstromkreis
- **DIN EN 61010-2-032 (VDE 0411-2-032):2023-02**
  „Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte“ – Teil 2: Besondere Anforderungen für handgehaltene und handbediente Stromsonden für elektrische Messungen
- **DIN EN 61010-031 (VDE 0411-031):2024-05**
  „Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 031: Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum Messen und Prüfen“
- **DIN EN 61557-1 (VDE 0413-1):2022-12**
  „Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V
  - Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“
- **DIN EN 61557-2 (VDE 0413-2):2022-12**
  „Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V
  - Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 2: Isolationswiderstand“
- **DIN EN 61557-4 (VDE 0413-4):2022-12**
  „Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V
  - Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 4: Widerstand von Erdungsleitern, Schutzleitern und Potentialausgleichsleitern“

- **DIN EN 61557-6 (VDE 0413-6):2022-12**
  „Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V
  – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 6: Wirksamkeit von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) in TT-, TN- und IT-Systemen“
- **DIN EN 61557-13 (VDE 0413-13): 2012-04**
  Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 13: Handgehaltene und handbediente Strommesszangen und Stromsonden zur Messung von Ableitströmen in elektrischen Anlagen
- **DIN EN 61557-16 (VDE 0413-16):2015-12**
  „Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 16: Geräte zur Prüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen von elektrischen Geräten und/oder medizinisch elektrischen Geräten“
- **DIN EN 60974-4 (VDE 0544-4):2017-05**
  „Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 4: Wiederkehrende Inspektion und Prüfung“
- **DIN EN 62752 (VDE 0666-10):2025-08**
  „Ladeleitungsintegrierte Steuer- und Schutzeinrichtung für die Ladebetriebsart 2 von Elektro-Straßenfahrzeugen (IC-CPD)“
- **DIN EN 60335-2-29 (VDE 0700-29):2023-05**
  „Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-29: Besondere Anforderungen für Batterieladegeräte“
- **DIN EN 50699 (VDE 0702):2021-06**
  „Wiederholungsprüfung für elektrische Geräte“
- **DIN EN 62841-1 (VDE 0740-1):2023-03**
  „Elektrische motorbetriebene handgeführte Werkzeuge, transportable Werkzeuge und Rasen- und Gartenmaschinen - Sicherheit – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“
- **ISO 7010 (ISO 7010:2019/AMD 10:2025)**
  „Graphische Symbole
  Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen
  Registrierte Sicherheitszeichen“ (Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieser DGUV Information nur als ISO-Norm in engl. Sprache erhältlich)

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de