
Wiederholungsprüfungen

Grundlagen

Nachweis des ordnungsgemäßen Zustands

Zum Betreiben elektrischer Betriebsmittel/Geräte gehört die Wiederholungsprüfung, auch wiederkehrende Prüfung genannt. Mit ihr ist nachzuweisen, dass sich die Betriebsmittel/Geräte trotz der bisher beim Betreiben aufgetretenen Beanspruchungen immer noch in einem ordnungsgemäßen und sicheren Zustand befinden.

Unterschiedliche Prüfregelungen

Die Prüfung kann auf der Grundlage verschiedener Normen erfolgen:

- Ortsveränderliche, d.h. steckbare Betriebsmittel/Geräte sind nach DIN VDE 0701-0702 zu prüfen.
- Betriebsmittel/Geräte, die für eine feste Verbindung mit der Anlage vorgesehen und mit ihr verbunden sind, können
 - gemeinsam mit dem sie versorgenden Anlagenteil nach DIN VDE 0105-100 oder nach DIN VDE 0701-0702 oder auch
 - getrennt von der Anlage nach DIN VDE 0701-0702geprüft werden.

Entscheidung über die Prüfnorm

Nach welcher Norm zweckmäßigerweise geprüft werden soll, hat der Betreiber in Abstimmung mit der verantwortlichen Elektrofachkraft zu entscheiden. Beide Normen können für das Prüfen aller Arten der Betriebsmittel angewandt werden, unabhängig davon, ob diese als Gerät, Einrichtung oder Maschine bezeichnet werden. Im folgenden Text wird für sie immer die Bezeichnung „Gerät“ verwendet.

Die Vorgaben der Norm DIN VDE 0105-100 betreffen das Prüfen einer Anlage bzw. eines Anlagenteils. Wird nach dieser Norm geprüft, so kommt es zu einer globalen Aussage über den Zustand eines Anlagenteils/Stromkreises einschließlich aller angeschlossenen Geräte. Das heißt,

- in welchem Zustand sich die einzelnen mit diesem Stromkreis verbundenen Geräte befinden und
- ob sie im Einzelfall möglicherweise Schwachstellen, Alterungen o.Ä. aufweisen,

wird dann nicht erkannt. Dies ist zweifellos ein Nachteil, dessen sich der Prüfer bewusst sein muss.

Es gilt daher folgender Grundsatz:

- Es ist zulässig, **aber nicht empfehlenswert**, die mit der Anlage verbundenen Gebrauchsgeräte gemeinsam mit der Anlage nach DIN VDE 0105-100 zu prüfen, und
- es ist besser, **aber nicht vorgeschrieben**, elektrische Gebrauchsgeräte, also auch diejenigen, die fest mit der Anlage verbunden sind, immer elektrisch von ihrem Stromkreis zu trennen und einer Prüfung nach DIN VDE 0701-0702 zu unterziehen.

Ziel und Zweck der Prüfung

Durch die Wiederholungsprüfung nach den genannten Normen sind

- der ordnungsgemäße Zustand sowie
- die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen gegen
 - elektrischen Schlag und
 - weitere durch die Elektroenergie oder
 - durch die Funktion des Geräts entstehende Gefährdungen

nachzuweisen. Auch mechanische Mängel/Gefährdungen, die beim Besichtigen oder Erproben erkannt werden, sind mit dem Prüfergebnis anzugeben und bei der Bewertung zu berücksichtigen.

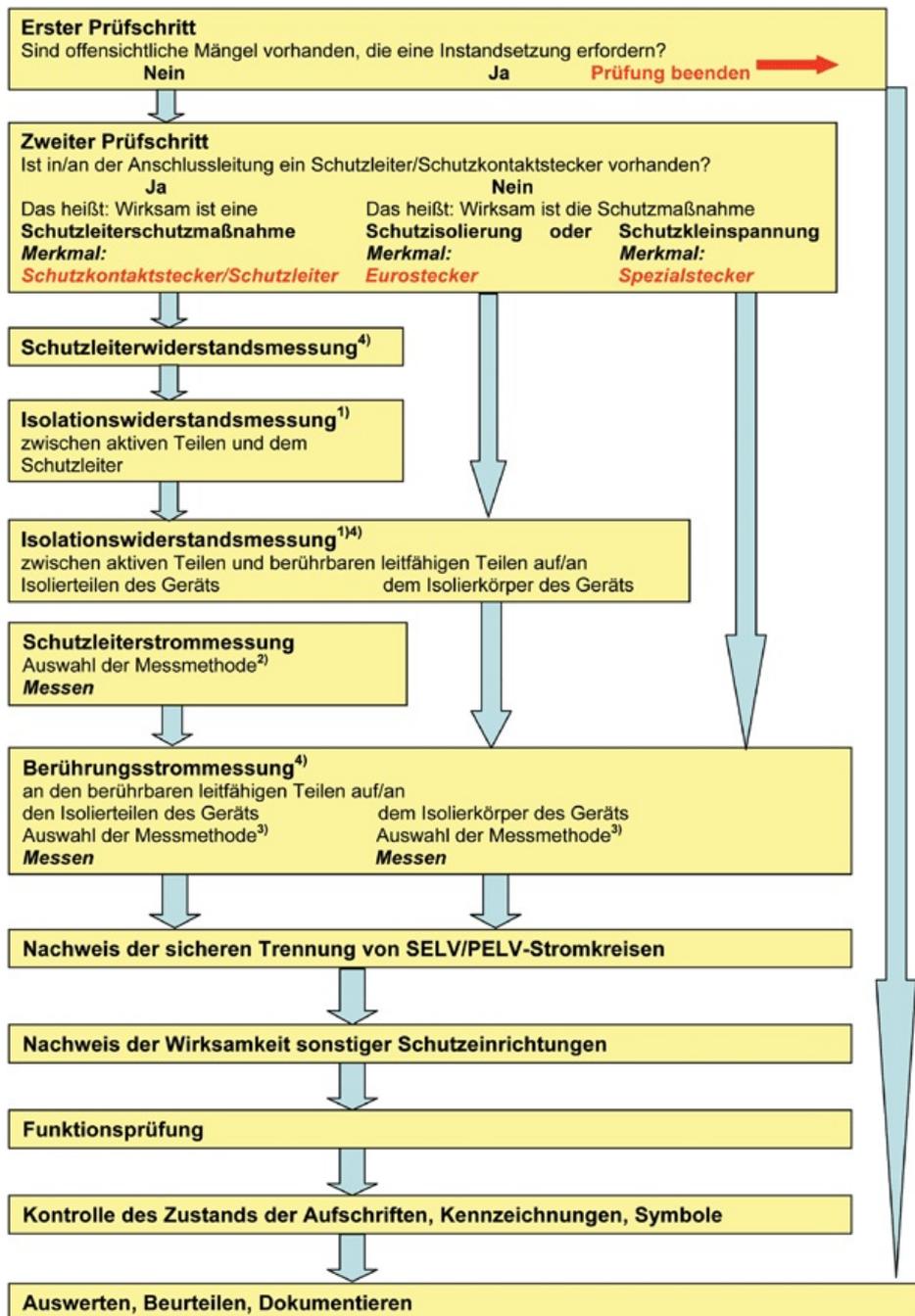
Umfang der Prüfung

Der Umfang der Prüfung bezüglich der nachzuweisenden elektrischen Sicherheit ergibt sich aus den Vorgaben in der Norm DIN VDE 0701-0702.

Die vorgegebenen Prüfgänge sind in Abbildung 1, die Messverfahren in den Abbildungen 2, 3 und 4 aufgeführt. Je nach der konstruktiven Gestaltung der zu prüfenden Geräte müssen, wie hier dargestellt, alle Verfahren oder nur einige von ihnen angewandt werden. Bei bestimmten Geräten (vgl. Abb. 5) sind keine Messungen erforderlich, allein das Besichtigen muss dann genügen, um eine Beurteilung vornehmen zu können. Informationen zu den einzelnen Messverfahren sowie zur Beurteilung der Messergebnisse sind in den der jeweiligen Abbildung zugeordneten Erläuterungen enthalten. Die Grenzwerte der Messverfahren sind weiter unten in Tabelle 1 aufgeführt.

Abb. 1: Prüfablauf, Arbeits- und Prüfschritte der Wiederholungsprüfung für elektrische Geräte mit

- einer Schutzleiterschutzmaßnahme (mit Schutzkontaktstecker) oder
- der Schutzmaßnahme „doppelte oder verstärkte Isolierung“ (mit Euro- und Eurokonturenstecker) oder
- der Schutzmaßnahme „Kleinspannung“ (SELV, PELV; mit Sonderstecker)



1) In Abhängigkeit von der Art des zu prüfenden Geräts wird in einigen Fällen gestattet, auf diese Messung zu verzichten.

2) Zur Messung angewandt werden können die Differenzstrommessmethode bzw. die direkte Messmethode und unter Beachtung bestimmter Bedingungen auch die direkte oder die Ersatz-Ableitstrommessmethode.

3) Zur Messung angewandt werden können die direkte Messmethode oder unter Beachtung bestimmter Bedingungen auch die Differenzstrom- oder die Ersatz-Ableitstrommessmethode.

4) Sind keine berührbaren leitfähigen Teile vorhanden, so entfällt diese Messung (siehe Kap. 6.5.3 Abb. 5b und c).

Besonders zu beachten ist, dass – im Gegensatz zur bisherigen Verfahrensweise – in der neuen Ausgabe 06/2008 der Norm DIN VDE 0701-0702 der Prüfablauf

- nicht mehr durch die Schutzklasse des Geräts,
- sondern durch die am Körper des Geräts wirksame Schutzmaßnahme bestimmt wird. Für den Praktiker noch konkreter gesagt, es ist damit an der Art des Anschlusssteckers zu erkennen, welcher Prüfablauf (siehe Abb. 1) durchzuführen ist.

Das bisher oft nötige Rätselraten hinsichtlich der Schutzklasse oder das lästige Suchen nach der entsprechenden Angabe auf dem Gerät können somit entfallen.

Abweichungen von den Vorgaben sind möglich

Abweichungen von den in den Erläuterungen aufgeführten Vorgaben zum Feststellen des Isolationswiderstands oder des Ableitstroms

- sind in den Normen für einige Sonderfälle, z.B. für Geräte mit elektrisch zu betätigenden Schalteinrichtungen, zugelassen oder
- können vom verantwortlichen Prüfer entschieden werden, wenn die erforderliche Sicherheit dennoch oder auf andere Weise gewährleistet wird.

Zusätzliche Prüfungen können nötig sein

Vom Prüfer ist auch zu entscheiden, ob über die Vorgaben in DIN VDE 0701-0702 zum Nachweis der elektrischen Sicherheit hinaus weitere Prüfungen vorzunehmen sind, deren Notwendigkeit sich aus den Besonderheiten des zu prüfenden Geräts ergibt oder die zum Nachweis der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen gegenüber nicht elektrischen Gefährdungen erforderlich sind.

Zur Prüfung gehört auch, dass der ordnungsgemäße und sichere Ablauf der Grundfunktionen des Geräts nachgewiesen wird.

Besonderheiten des Einsatzorts und der Einsatzbedingungen beachten

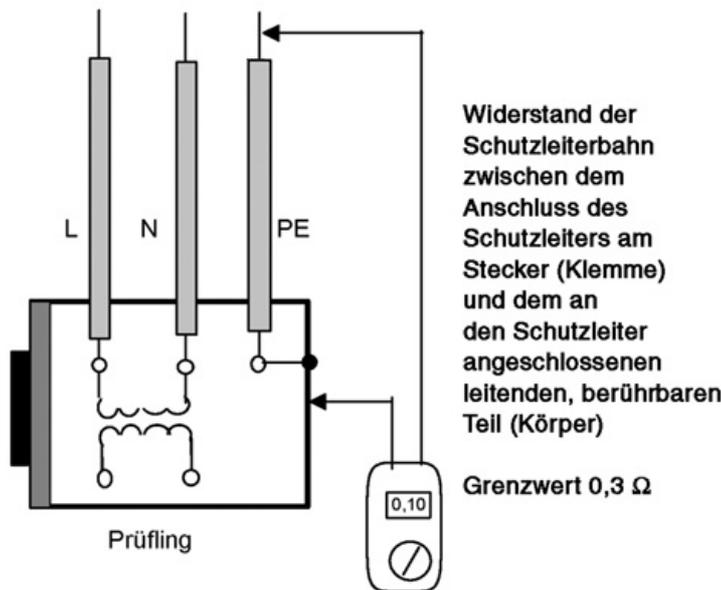
Der Umfang der Prüfung wird auch durch den Einsatzort des Prüflings bestimmt. Die besonderen Beanspruchungen – z.B. auf Baustellen – können besondere Prüfgänge und ein häufigeres, mitunter sogar tägliches Kontrollieren/Prüfen erforderlich machen. Die erschwerte Zugänglichkeit oder die Anforderungen des Betriebsablaufs können hingegen zu Einschränkungen der Prüfmöglichkeiten und der Prüfverfahren führen.

Wenn sich dadurch Einschränkungen bezüglich der Beurteilung der Sicherheit des zu prüfenden Geräts ergeben, sind diese in der Dokumentation der Prüfung anzugeben.

Prüfeinrichtungen

Alle Messungen sind mit Prüfeinrichtungen nach DIN VDE 0404 vorzunehmen.

Abb. 2: Messung des Schutzleiterwiderstands mit einem Prüfgerät nach DIN VDE 0404



Erläuterung zu Abbildung 2 „Messung des Schutzleiterwiderstands mit einem Prüfgerät“

Die dargestellte Messung dient dem Nachweis, dass die vorhandenen Schutzleiter zwischen

- der Anschlussstelle des Schutzleiters an die elektrische Anlage und
- den berührbaren leitfähigen Teilen, die vom Hersteller in eine Schutzleiterschutzmäßnahme einbezogen wurden,

eine ordnungsgemäße elektrische Verbindung bewirken.

Ordnungsgemäß ist eine Verbindung, wenn sich bei der im Bild dargestellten Messung ein Messwert ergibt, der ungefähr dem (vom Prüfer geschätzten) Widerstand der Schutzleiterstrecke entspricht. Um die Beurteilung zu vereinfachen, wurde in der Norm DIN VDE 0701-0702 als Grenzwert/Richtwert der Widerstand von 0,3 Ω festgelegt, der sich aus dem Widerstand der Schutzleiterstrecke R_{SL} (max. 10 m Leitung mit 1 mm² Cu \approx 0,18 Ω) und einem im

Allgemeinen vorhandenen Übergangswiderstand ($0,1 \Omega$) ergibt. Bei höheren Messwerten ist deren Ursache festzustellen.

Bei Leitungen mit einem Bemessungsstrom über 16 A und demzufolge einem höheren Querschnitt ist zu berücksichtigen, dass sich ein geringerer Messwert ergeben muss.

Außer einer mangelhaften Verbindung sind als Ursachen eines Widerstands $R_{SL} > 0,3 \Omega$ möglich:

- die zur Anwendung des Geräts erforderliche Länge seiner Anschlussleitung ($R_{SL} \max. 1 \Omega$)
- in den Schutzleiter des Geräts eingefügte, in der Herstellernorm vorgegebene EMV-Beschaltungen
- Übergangswiderstände an den Steckkontakten

Ob es sich um Übergangswiderstände handelt, kann durch eine Messung mit einem hohen Messstrom oder durch eine Reinigung der Kontakte festgestellt werden. Diese Widerstände sind bei der Bewertung nicht mit zu berücksichtigen. Trotz der Beschaltungen darf der Messwert den Wert $0,3 \Omega$ nicht überschreiten (Messstrom ggf. 5 A oder mehr).

Der Anschluss des Schutzleiters an innere Teile des Geräts (siehe Abb. 5) muss nicht nachgewiesen werden.

Der Prüfstrom muss zumindest 0,2 A betragen. Zu empfehlen ist im Allgemeinen die Anwendung eines Prüfgeräts, das

- einen Messstrom von 0,2 A DC abgibt,
- die Zeit der Messung nicht begrenzt und
- jede Messung zu einmal mit jeweils unterschiedlicher Stromrichtung vornimmt (im Fehlerfall ergeben sich unterschiedliche Messwerte).

Die Messunsicherheit (bisher: **Messfehler**, Betriebsmessabweichung, Gebrauchsfehler) der Prüfgeräte muss bei der Bewertung des Messwerts nicht berücksichtigt werden, da es beim Beurteilen nur auf die Größenordnung und nicht auf den genauen Betrag des gemessenen Schutzleiterwiderstands ankommt.

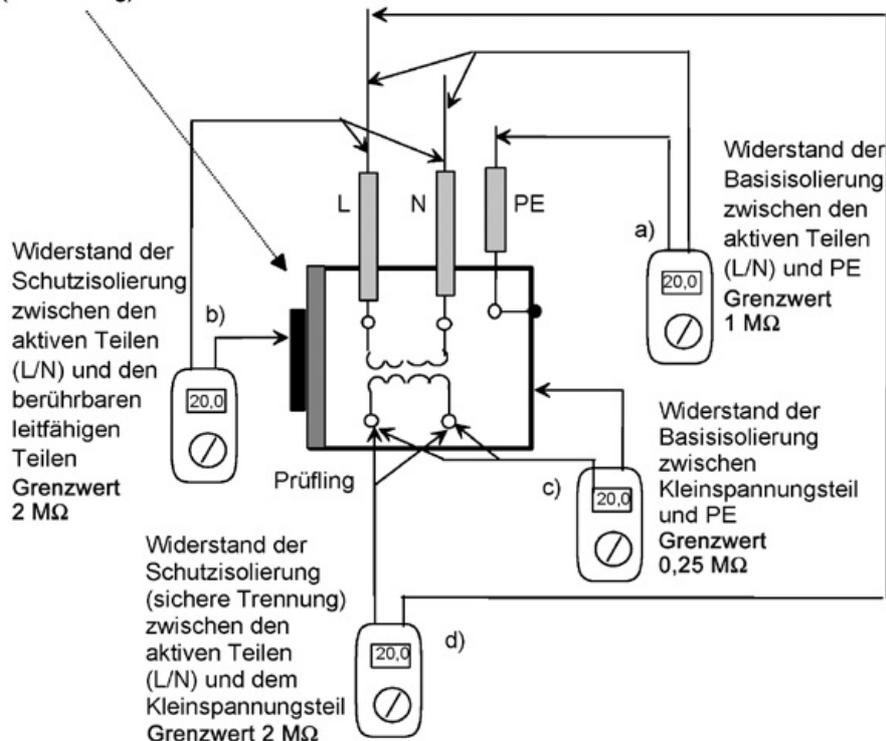
Bei Geräten mit extrem langer Anschlussleitung und demzufolge einem Schutzleiterwiderstand über 1Ω ist der Anwender darüber zu informieren, dass damit möglicherweise die Schleifenimpedanz des Stromkreises zu hoch werden kann und daher ihr Einsatz nur über einen Fehlerstromschutzschalter erfolgen sollte.

Bei Geräten mit einem Nennstrom $> 16 A$ muss der Grenzwert anhand der Leiterlänge des Leiterquerschnitts und Material des Leiters berechnet werden!

Abb. 3: Prinzip der Messung des Isolationswiderstands

- a) Messung des Widerstands der Isolierung (Basisisolierung) zwischen den aktiven Teilen (L/N) und den berührbaren, leitenden Teilen (Körper), die an den Schutzleiter angeschlossen sind
- b) Messung des Widerstands der Isolierung (Schutzisolierung als verstärkte oder doppelte Isolierung) zwischen den aktiven Teilen (L/N) und den berührbaren leitenden Teilen, die nicht an den Schutzleiter angeschlossen sind
- c) Messung des Widerstands der Isolierung (Basisisolierung) zwischen Teilen mit Sicherheitskleinspannung und den leitenden berührbaren Teilen (Körper)
- d) Messung des Widerstands der Isolierung (Schutzisolierung – sichere Trennung) zwischen Teilen mit Kleinspannung und der Einspeisung des Geräts (Versorgungsnetz)

leitendes berührbares Teil
angeordnet auf einem den
Bedingungen der Schutz-
isolierung genügenden Teil
(Abdeckung) des Geräts



Erläuterung zu Abbildung 3 „Prinzip der Messung des Isolationswiderstands“

Die dargestellten Messungen dienen alle dem Nachweis der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag, d.h. dem Schutz gegen direktes Berühren (Basisisolation, Messungen a und c) und dem bei indirektem Berühren (Schutzisolation, Messungen b und d). Sie sind nacheinander mit einem Prüfgerät nach DIN VDE 0404 durchzuführen.

Der Isolationswiderstand ist ein Merkmal für den Zustand einer Isolierung. Erfahrungsgemäß weisen auch defekte Isolierungen (Bruch, Quetschung, Risse, verschmutzte Oberflächen usw.) zumeist noch hohe Isolationswiderstände auf. Die Messung liefert somit keine absolut sichere Aussage über den Zustand der Isolierungen des Prüflings.¹⁾

Es ist darauf zu achten, dass bei den Messungen a und b alle Schalter usw. des Prüflings geschlossen sind.

- Bei Prüflingen, die über elektrisch zu betätigende Schaltelemente verfügen, werden nicht alle Isolierungen in die Messung (a bis d) einbezogen bzw. die sichere Trennung (d) möglicherweise nicht nachgewiesen und
- bei Prüflingen, die keine (wenig) leitenden berührbaren Teile besitzen, kann durch diese Messungen (b, c) der Zustand der Isolierungen nicht (umfassend) nachgewiesen werden.

Die Messung liefert somit in vielen Fällen keine vollständige Aussage über den Zustand aller Isolierungen des Prüflings.¹⁾

Bei Geräten mit Schaltern, die mehrere Schalterstellungen aufweisen, sind die Messungen a und b in jeder Schalterstellung vorzunehmen.

Die Aussagekraft der Messung b ist in Abhängigkeit von der Anzahl und der Lage der vorhandenen berührbaren leitenden Teile unterschiedlich und gegenüber dem Besichtigen meist sehr gering. Bei den vielfach vorhandenen Geräten mit einem durchgängigen Isolierkörper ist sie gar nicht durchführbar.

Alle in DIN VDE 0701-0702 genannten „Sicherheitsgrenzwerte“ (0,25 MΩ, 1 MΩ, 2 MΩ) beschreiben lediglich den Zustand „Es ist noch keine unzulässige/gefährdende Durchströmung möglich“. Eine ordnungsgemäße und zuverlässige Isolierung muss höhere Werte (Größenordnung: 5 MΩ, 10 MΩ, 20 MΩ und mehr) aufweisen. Geringere Messwerte (< 5 MΩ) haben als Ursache fast immer einen Isolationsfehler (Defekt mit Nässe und/oder Schmutz, leitender Staub). **Dies muss vom Prüfer geklärt werden.**

Ausnahmen sind z.B.:

- Beschaltungen zwischen L/N und PE (Entladewiderstände, 40 kΩ)
- Nässe an hygroskopischen Isoliermaterialien (Heizgeräte)¹⁾
- funktionsbedingte Ursachen (Elektroden im Wasser)¹⁾

Die Messspannung sollte 500 V DC betragen. Bei Geräten mit Überspannungsableitern oder bei Stromkreisen mit Kleinspannung ist eine geringere Messspannung (250 V oder 100 V DC) zulässig.

Bei Kleinspannungsstromkreisen darf auf die Messungen c und d verzichtet werden, wenn das Adaptieren oder die Messspannung zu Defekten (Elektronik) führen kann. Wird auf die Messung d verzichtet, so ist durch Besichtigen nachzuweisen (CE-/GS-Zeichen), dass eine normgerechte sichere Trennung vorhanden ist.

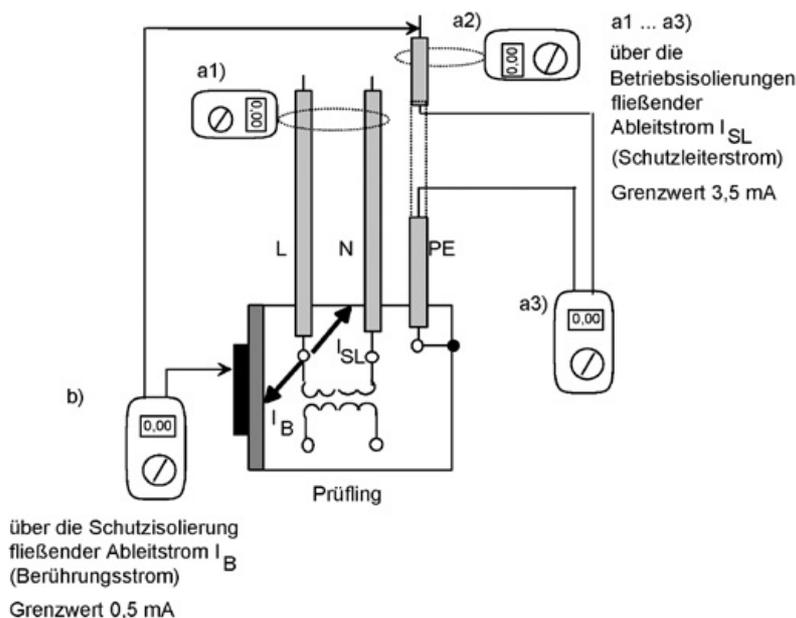
Die Messunsicherheit (bisher: Messfehler, Betriebsmessabweichung, Gebrauchsfehler) der Prüfgeräte muss beim Bewerten des Messwerts nicht berücksichtigt werden, da es beim Beurteilen nur auf die Größenordnung und nicht auf den genauen Betrag des gemessenen Isolationswiderstands ankommt.

1) **Achtung!** In diesen Fällen ist die Schutzleiterstrommessung mit Netzspannung, d.h. mit der Differenzstrom- oder der direkten Messmethode, durchzuführen (Abb. 4, Messungen a).

Abb. 4: Messen der Ableitströme mit Prüfgeräten nach DIN VDE 0404

a) Schutzleiterstrom: a1) Differenzstrommessmethode, a2) und a3) direkte Messmethode

b) Berührungsstrom, direkte Messmethode



Erläuterung zu Abbildung 4 „Messen der Ableitströme“

Die dargestellten Messungen dienen alle

- dem Nachweis der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag, d.h. dem Schutz gegen direktes Berühren (Basisisolation, Messungen a und b) und bei indirektem Berühren (Schutzisolation, Messung b), sowie
- dem Bestimmen der möglicherweise vorhandenen Ableitströme bzw. der durch sie möglichen Gefährdung (Schutzleiterstrom Messungen a; Berührungsstrom Messung b). Sie sind nacheinander mit einem Prüfgerät nach DIN VDE 0404 durchzuführen.

Die Ableitströme sind ein Merkmal für den Zustand einer Isolation und den Zustand bzw. das Vorhandensein oder den richtigen Einsatz von Beschaltungen und die Höhe einer durch sie möglichen Gefährdung.

Erfahrungsgemäß rufen auch defekte Isolationen (Bruch, Quetschung, Risse, verschmutzte Oberflächen usw.) zumeist noch keine oder nur geringe Ableitströme ($< 0,1$ mA) hervor. Sie werden außerdem bei Geräten mit Beschaltungen durch deren relativ hohen Ableitströme (1 mA, 3,5 mA und mehr) überdeckt. Die Aussagekraft der Messung b des Berührungsstroms ist in Abhängigkeit von der Anzahl und der Lage der vorhandenen berührbaren leitenden Teilen unterschiedlich und gegenüber dem Besichtigen meist sehr gering. Bei den vielfach vorhandenen Geräten mit einem durchgängigen Isolierkörper ist sie gar nicht durchführbar. Aus den beiden genannten Gründen müssen die Messwerte in Abhängigkeit von der Art und vom Zustand des Prüflings vom Prüfer kritisch bewertet werden.

Bei Geräten mit Schaltern o.Ä., die mehrere Schalterstellungen aufweisen, sollten die Messungen a und b in jeder Schalterstellung (vollständiger Funktionsablauf) vorgenommen werden. Der höchste Messwert ist maßgebend.

Alle in DIN VDE 0701-0702 genannten „Sicherheitsgrenzwerte“ (0,5 mA, 3,5 mA) beschreiben lediglich den Zustand „Es ist noch keine unzulässige/gefährdende Durchströmung möglich“. **Bei einer ordnungsgemäßen und zuverlässigen Isolation dürfen nur sehr geringe ($< 0,1$ mA), mit den Prüfgeräten praktisch nicht messbare Ableitströme auftreten.** Höhere Messwerte haben als Ursache fast immer einen Isolationsfehler (Defekt mit Nässe und/oder Schmutz, leitender Staub). Ausnahmen sind z.B.:

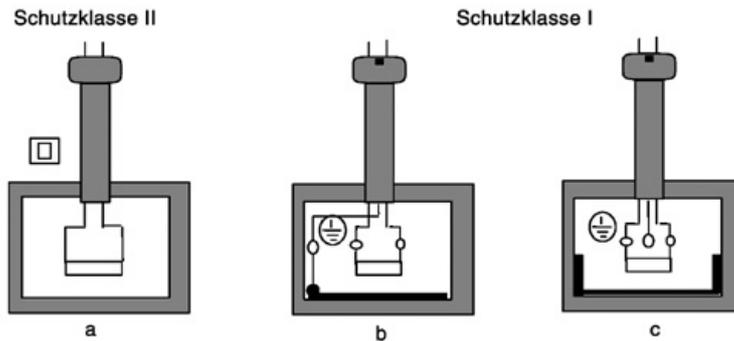
- Beschaltungen zwischen L/N und PE (normgerechte Ableitkondensatoren mit einem Ableitstrom von mehr als 3,5 mA, Entladewiderstände 40 k Ω)
- Nässe an hygroskopischen Isoliermaterialien (Heizgeräte)¹⁾
- funktionsbedingte Ursachen (Elektroden im Wasser)¹⁾

Auch aus diesen Gründen müssen die Messwerte vom Prüfer kritisch bewertet werden. Um sie beurteilen zu können, sind genaue Kenntnisse über den Prüfling erforderlich. Die Messunsicherheit (bisher: Messfehler, Betriebsmessabweichung, Gebrauchsfehler) der Prüfgeräte muss beim Bewerten des Messwerts nicht berücksichtigt werden, da es beim Beurteilen nur auf die Größenordnung und nicht auf den genauen Betrag des gemessenen Ableitstroms ankommt.

Die früher übliche und bei vielen Prüfgeräten auch heute noch vorgesehene sogenannte „Messung des Ersatz-Ableitstroms“ ist immer eine Messung des Schutzleiterstroms oder des Ableitstroms mit einer **Ersatzschaltung**. Sie ist wegen ihrer Nachteile nicht allgemein zugelassen. In bestimmten Fällen hat sie aber auch einige Vorteile (siehe DIN VDE 0701-0702 und Fachliteratur).

1) **Achtung!** In diesen Fällen ist die Schutzleiterstrommessung mit Netzspannung, d.h. mit der Differenzstrom- oder der direkten Messmethode, durchzuführen (Abb. 4, Messungen a).

Abb. 5a-c: Geräte, die keine berührbaren leitenden Teile aufweisen, sodass der Nachweis der Wirksamkeit einer Schutzmaßnahme nicht erforderlich ist. Es muss und kann auch keine der für diese Nachweise üblichen Messungen vorgenommen werden



Besondere Einsatz- und Prüfbedingungen

Nachfolgend werden die nach DIN VDE 0701-0702 erforderlichen Prüfgänge und Prüfverfahren benannt, die ggf. unter den in der Praxis vorkommenden Einsatzbedingungen der Geräte anzuwenden oder zu beachten sind.

A. Grenzwerte der Messungen

Normgrenzwerte kritisch beachten

Die in der Norm DIN VDE 0701-0702 vorgegebenen und bei dem Beurteilen der Prüflinge zu beachtenden Grenzwerte wurden in den Erläuterungen der Abbildungen 2 bis 5 genannt und kommentiert.

Einschränkung der Aussage

Bei den Grenzwerten für den Isolationswiderstand sowie für die Ableitströme ist zu beachten, dass sie die Bereiche bzw. die Aussagen „Das Anwenden dieses Geräts ist noch nicht gefährlich“ und „Das Anwenden dieses Geräts ist gefährlich“ trennen.

Messwerte mit Grenzwerten vergleichen

Die den Prüfer eigentlich interessierende Aussage „Die Isolierungen sind in Ordnung, das Gerät wird freigegeben“ lässt sich jedoch allein aus ihrem Vergleich mit dem Messwert nicht gewinnen. In Tabelle 1 sind diese Normkennwerte und weitere dem Prüfer empfohlene Kennwerte (grau hinterlegt) aufgeführt. Zu finden sind dort auch Hinweise für den Prüfer, wie die Messwerte von ihm beurteilt werden sollten.

Tab. 1: Sicherheitsgrenzwerte der Messverfahren nach DIN VDE 0701-0702:2008-06 und Bewertung der Messwerte

Kennwert	Sicherheitsgrenzwert nach DIN VDE 0701-0702	Messwert	Maßnahme bei Abweichung vom Grenzwert der Norm	Empfehlung für Entscheidung
Schutzleiterwiderstand (Abb. 2)	0,3 Ω bzw. 1,0 Ω, wenn konstruktiv bedingt	≤ 0,3 Ω	Entscheidung Prüfer (P)	Freigabe (P)
		> 0,3 Ω		Sperren (P)
		> 0,3 Ω	Klären der Ursache durch eine Elektrofachkraft (EF)	durch EF
		> 1 Ω		Sperren (P)

Isolationswiderstand	1 M Ω (Abb. 3, Messung a) 2 M Ω (Abb. 3, Messung b) (Ausnahmen für Heizgeräte siehe DIN VDE 0701–0702)	< 1 M Ω bzw. < 2 M Ω	Entscheidung Prüfer (P)	Sperren (P)
		\geq 1 M Ω bzw. \geq 2 M Ω	Entscheidung Prüfer (P)	Freigabe (P)
		< 5 M Ω	Klären der Ursache durch eine Elektrofachkraft (EF)	durch EF
		\geq 5 M Ω	Entscheidung Prüfer (P)	Freigabe (P)
		Anmerkung: Mit den grau hinterlegten Angaben erfolgt zusätzlich auch eine Bewertung des Zustands z.B. der Isolierungen; es wird damit beim Isolationswiderstand und beim Ableitstrom eine schärfere Beurteilung empfohlen, als in der Norm (nicht grau hinterlegt) gefordert wird.		
Schutzleiterstrom (Abb. 4, Messungen a)	3,5 mA (als Grenzwerte gelten auch höhere Werte, wenn diese als Ableitstrom der EMV-Beschaltungen vom Hersteller genannt oder am einwandfreien Gerät vom Prüfer ermittelt wurden)	\leq 3,5 mA	Entscheidung Prüfer (P)	Freigabe (P)
		> 3,5 mA	Entscheidung Prüfer (P)	Sperren (P)
		\approx 0 mA	Entscheidung Prüfer (P)	Freigabe (P)
		wie Ableitstrom der Beschaltung		Freigabe (P)
		> 0 mA (Geräte ohne Beschaltung)	Klären der Ursache durch eine Elektrofachkraft (EF)	durch EF
Berührungsstrom (Abb. 4 Messung b)	0,5 mA	\leq 0,5 mA	Entscheidung Prüfer (P)	Freigabe (P)
		> 0,5 mA	Entscheidung Prüfer (P)	Sperren (P)
		\approx 0 mA	Entscheidung Prüfer (P)	Freigabe (P)
		> 0 mA	Klären der Ursache durch eine Elektrofachkraft (EF)	durch EF

Prüfer/Elektrofachkraft entscheidet

Die Angabe „Entscheidung durch die Elektrofachkraft“ ist ein Hinweis darauf, dass der Messwert mehrere Ursachen haben kann, die mitunter schwer erkannt und sehr wahrscheinlich nur von einer mit der Prüfung und den Prüfungen bestens vertrauten Elektrofachkraft ermittelt werden können.

B. Prüfung von Geräten, die nicht mit der Anlage verbunden sind

Diese Art der Prüfung – keine direkte Verbindung mit einer elektrischen Anlage – ist der durch DIN VDE 0701-0702 vorgegebene Normalfall und betrifft

- ortsveränderliche (steckbare) Gebrauchs- und andere Geräte sowie
- Gebrauchsgeräte, die zum festen Anschluss an eine Anlage vorgesehen sind, zur Prüfung oder aus anderen Gründen aber von der Anlage getrennt wurden.

Der Prüfablauf sowie die Prüf- und Arbeitsschritte sind in Abbildung 1 aufgeführt. In den Abbildungen 2 bis 4 wird das Prinzip der Messungen dargestellt, mit denen der Nachweis der Eigenschaften der Prüflinge und ihrer Teile erfolgt. Durch das Anwenden der nach DIN VDE 0404 für diese Messungen vorgeschriebenen Prüfgeräte vereinfacht sich das Anschließen und Durchführen der einzelnen Prüfgänge erheblich (vgl. Abb. 6a–b).

Abb. 6a–b: Beispiele für die Anwendung der Prüfgeräte nach DIN VDE 0404 bei der Prüfung ortsveränderlicher Geräte



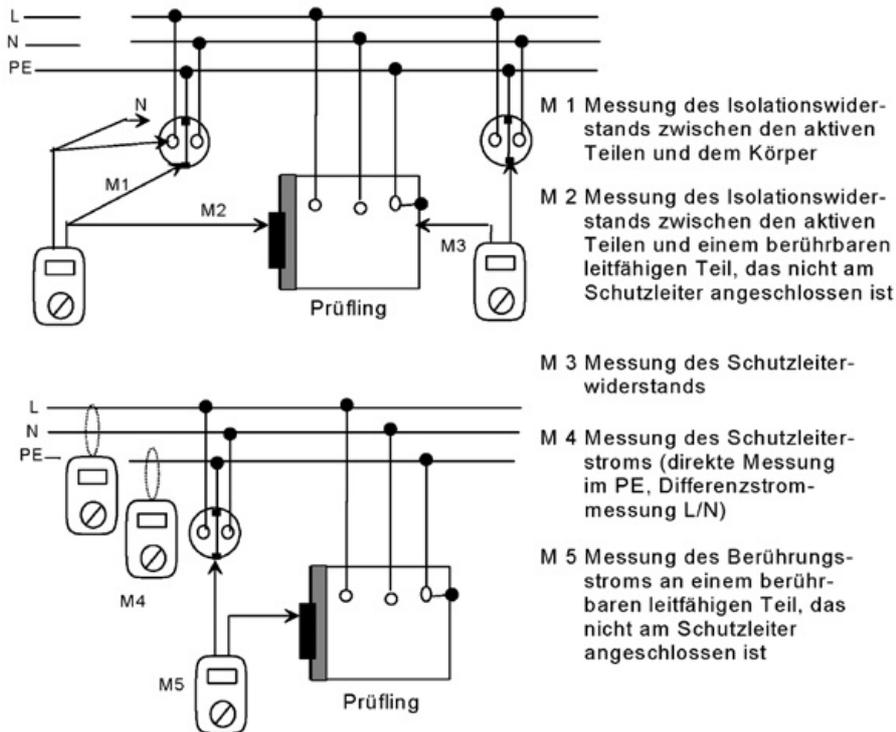
C. Prüfung von Geräten, die nicht von der Anlage getrennt, aber spannungsfrei geschaltet werden können

Trennung von der Anlage nicht möglich

Diese Art der Prüfung kann erforderlich werden, wenn die Trennung eines Geräts von der Anlage nur mit einem unzumutbaren Aufwand möglich ist.

Der Prüfablauf und die Prüfverfahren sind die gleichen, wie sie für die ortsveränderlichen Geräte in den Abbildungen 1 bis 4 dargestellt werden. Bedingt durch die feste Verbindung mit der Anlage ergeben sich einige Besonderheiten, die beim Anwenden der Prüfgeräte und beim Auswerten der Prüfergebnisse zu beachten sind. Sie werden unter Bezugnahme auf die in Abbildung 7 dargestellten Messungen nachstehend erläutert.

Abb. 7: Messungen an einem Gerät, das nicht von der Anlage getrennt, aber spannungslos gemacht werden kann (ein möglicherweise vorhandener Steckeranschluss wurde nicht dargestellt)



Messung M 1 des Isolationswiderstands: zwischen L/N und Körper

Messverfahren

Der Isolationswiderstand des gesamten Stromkreises wird gemessen.

Liegt der Messwert unter dem für einen solchen Stromkreis bzw. unter dem für das zu prüfende Gerät üblichen Wert ($> 20 \text{ M}\Omega$), so kann die Prüfung nicht positiv bewertet werden. Es muss dann doch eine Trennung des Geräts von der Anlage erfolgen.

Messung M 2 des Isolationswiderstands: zwischen L/N und schutzisoliertem Teil

Isolationswiderstand

Keine Besonderheiten.

Messung M 3 des Schutzleiterwiderstands

Schutzleiterwiderstand

Der Widerstandswert der in die Messung einbezogenen Schutzleiterstrecke der Anlage ist zu schätzen und vom Messergebnis abzuziehen.

Achtung! Wenn der Körper des zu prüfenden Geräts Erdkontakt hat (auch Wasser- oder Datenleitungen!), ergibt sich infolge der parallelen Messstrecke eine Fehlmessung. In solchen Fällen sollte nicht mit hohen Prüfströmen gemessen werden; diese können Datenleitungen beschädigen oder zu Softwareschäden führen.

Messung M 4 des Schutzleiterstroms

Schutzleiterstrom

Beim Messen des Schutzleiterstroms direkt im PE ist zu beachten, dass über ihn auch Ableitströme der Anlage fließen können.

Beim Messen des Differenzstroms (L/N) muss gewährleistet sein, dass keine anderen Geräte an den Außenleiter angeschlossen sind.

Achtung! Diese Messung ist ein Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen. Bei steckbaren Geräten wird in diesem Fall die Vorgabe „Messen in beiden Steckerstellungen“ nicht erfüllt. Erfolgt später dann doch eine Trennung von der Anlage, ist diese Messung vor dem erneuten Anschluss nachzuholen.

Messung M 5 des Berührungsstroms

Berührungsstrom

Keine Besonderheiten.

Bewertung der Prüfung

Unvollständige Prüfung

Bei dieser Art der Prüfung ist abschließend zu entscheiden, ob trotz der vorstehend genannten Besonderheiten der Prüfverfahren eine zuverlässige Aussage über den Zustand des Geräts abgegeben werden kann. Eventuelle Einschränkungen oder Auflagen (z.B. Nachholen der Ableitstrommessungen in der zweiten Steckerstellung) bei einer Trennung vom Netz bzw. vor dem erneuten Anschluss sind in der Dokumentation der Prüfung anzugeben.

D. Prüfung von Geräten, die nicht von der Anlage getrennt und nicht spannungsfrei geschaltet werden können

Prüfung im Betriebszustand

Diese Art der Prüfung kann erforderlich werden, wenn es aus Gründen der Betriebsführung nicht möglich ist, das Gerät für den Zeitraum der Prüfung abzuschalten.

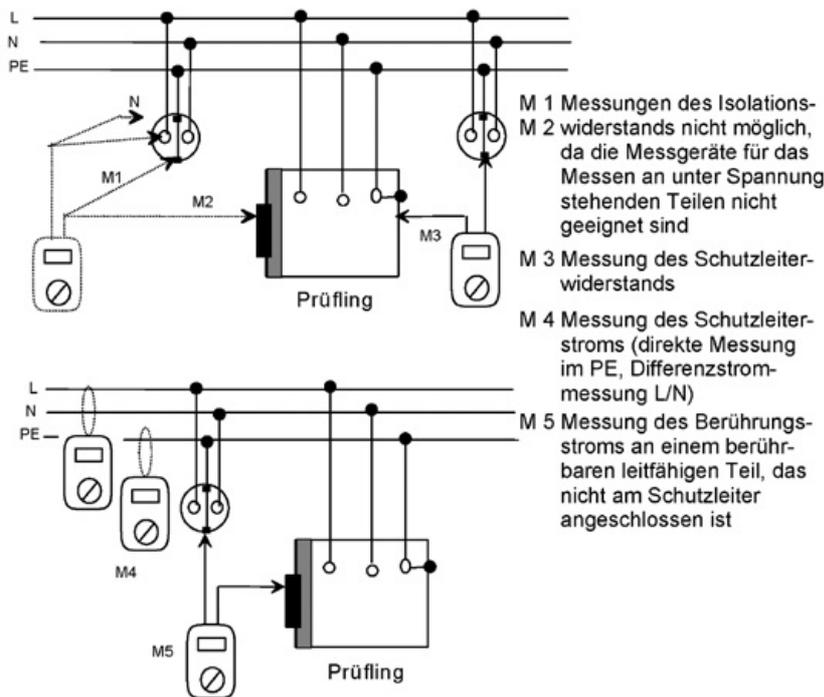
Der Prüfablauf und die Prüfverfahren können in diesem Fall nicht in vollem Umfang so durchgeführt werden, wie dies für die ortsveränderlichen Geräte in den Abbildungen 1 bis 4 dargestellt wurde.

Unvollkommene Prüfung

Somit kann die hier durchführbare Prüfung nur die Sicherheit für den vorliegenden Betriebszustand des Geräts (Steckerstellung, Schalterstellungen) bestätigen. Dies reicht im Allgemeinen nicht aus, um die Wiederholungsprüfung mit „bestanden“ bewerten zu können, sodass die Prüfung dann zu einem späteren Zeitpunkt abgeschlossen werden muss. Andererseits kann vom Prüfer (Betreiber) berücksichtigt werden, dass vor einem erneuten Anschluss bzw. einer erneuten Inbetriebnahme des Geräts wiederum eine Prüfung in dem dann nötigen Umfang vorzunehmen ist. Natürlich ist es bei einem Gerät, dessen Betriebsführung z.B. einer ständigen Kontrolle durch Elektrofachkräfte unterliegt, auch möglich, allein die Messungen des Schutzleiterwiderstands und des Berührungsstroms als ausreichend zu betrachten; darüber muss der Prüfer im Einzelfall entscheiden.

Bedingt durch den Betriebszustand des zu prüfenden Geräts ergeben sich einige Besonderheiten, die beim Anwenden der Prüfgeräte und Auswerten der Prüfergebnisse zu beachten sind (vgl. Abb. 8).

Abb. 8: Messungen an einem Gerät, das mit der Anlage verbunden ist und sich im Betriebszustand befindet (ein möglicherweise vorhandener Steckeranschluss wurde nicht dargestellt)



Messung M 1 des Isolationswiderstands

Isolationswiderstand

Diese Messung ist technisch nicht möglich, da nicht der Isolationswiderstand des zu prüfenden Geräts, sondern der des Netzes gemessen würde.

Hinzu kommt, dass die Widerstandsmessgeräte nach DIN VDE 0404 nicht für Betriebsspannungen bis 400 V ausgelegt sind. Weiterhin ist

zu beachten, dass mit der Schutzleiterströmmessung ein anderes Verfahren zur Bewertung des Isoliervermögens zur Verfügung steht.

Messung M 2 des Isolationswiderstands

Diese Messung ist beim Anwenden von Prüfgeräten nach DIN VDE 0413 theoretisch möglich, wird aber nicht gefordert, da mit der Berührungsstrommessung ein anderes Verfahren zum Bewerten des Isoliervermögens zur Verfügung steht.

Messung M 3 des Schutzleiterwiderstands

Schutzleiterwiderstand

Der Nachweis des Vorhandenseins der Schutzleiterverbindung hat besondere Bedeutung, da auf diese Weise – im Fall eines nicht entdeckten Isolationsfehlers – die Sicherheit (Fehlerschutz) gewährleistet wird.

Der Widerstandswert der in die Messung einbezogenen Schutzleiterstrecke der Anlage ist zu schätzen und vom Messergebnis abzuziehen.

Achtung! Wenn der Körper des zu prüfenden Geräts Erdkontakt hat (auch Wasser- oder Datenleitungen!), ergibt sich infolge der parallelen Messstrecke eine Fehlmessung und/oder ein Schutzleiterdefekt wird nicht bemerkt.

Achtung! In solchen Fällen sollte nicht mit hohen Prüfströmen gemessen werden; diese können Datenleitungen beschädigen oder zu Softwareschäden führen

Messung M 4 des Schutzleiterstroms

Schutzleiterstrom

Beim Messen des Schutzleiterstroms direkt im PE ist zu beachten, dass über ihn auch Ableitströme der Anlage fließen können.

Beim Messen des Differenzstroms (L/N) muss gesichert werden, dass keine anderen Geräte an den Außenleiter angeschlossen sind.

Die Messung ist mit großer Sorgfalt vorzunehmen, da sie infolge der nicht durchführbaren Isolationswiderstandsmessung die einzige Aussage zum Zustand der Isolierungen liefert. Zu beachten sind die speziellen Fehlermöglichkeiten der Strommesszangen.

Achtung! Diese Messung ist ein Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen.

Achtung! Bei steckbaren Geräten wird in diesem Fall die Vorgabe „Messen in beiden Steckerstellungen“ nicht erfüllt. Erfolgt später dann doch eine Trennung von der Anlage, ist diese Messung nachzuholen.

Messung M 5 des Berührungsstroms

Berührungsstrom

Die Messung ist mit großer Sorgfalt vorzunehmen, da sie infolge der nicht durchführbaren Isolationswiderstandsmessung die einzige Aussage zum Zustand der Isolierungen liefert.

Bewertung der Prüfung

Bei dieser Art der Prüfung ist abschließend zu entscheiden, ob trotz der vorstehend genannten Besonderheiten der Prüfverfahren eine zuverlässige Aussage über den Zustand des Geräts abgegeben werden kann. Eventuelle Einschränkungen oder Auflagen (z.B. Nachholen der Ableitstrommessungen in der zweiten Steckerstellung) bei einer Trennung vom Netz bzw. vor dem erneuten Anschluss sind in der Dokumentation der Prüfung anzugeben.

E. Prüfung von speziellen Geräten und solchen, die besonderen Beanspruchungen unterliegen

Die durch DIN VDE 0701-0702 vorgegebenen Prüfabläufe (vgl. Abb. 1) und Prüfverfahren gewährleisten erfahrungsgemäß eine ausreichende Qualität der Prüfung und im Ergebnis eine ausreichende Sicherheit für die Benutzer der geprüften Geräte. Vom Anwender der Norm – dem Prüfer – ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Prüfvorgaben nicht alle Sonder- und Grenzfälle der Gestaltung und der Beanspruchung der zu prüfenden Geräte berücksichtigen können.

Sonderfälle/Grenzfälle

Die für die Prüfung verantwortliche Elektrofachkraft muss bei jedem Prüfling entscheiden, ob möglicherweise andere und/oder zusätzliche Prüfverfahren bzw. eine intensivere Prüfung erforderlich sind, um dem Schutzziel der Norm „Sicherheit für den Anwender“ gerecht zu werden. Sie muss auch damit rechnen, dass die Geräte an Orten eingesetzt wurden, für die sie nicht vorgesehen sind und/oder dass sie nicht „bestimmungsgemäß“ behandelt wurden. Nachstehend werden einige Beispiele dargestellt, bei denen solche Überlegungen und zusätzliche Aktivitäten erforderlich sind.

Geräte auf Bau- und Montagestellen

Für die auf **Bau- und Montagestellen** eingesetzten Geräte wird bereits empfohlen, Wiederholungsprüfungen und Zwischenkontrollen in kürzeren Zeitabständen durchzuführen. Zu beachten sind aber auch die Folgen von

- Einwirkungen aggressiver Materialien,
- eingedrungener Nässe und
- Schwingungen (Befestigungen, Kontaktklemmen).

Geräte in der Landwirtschaft

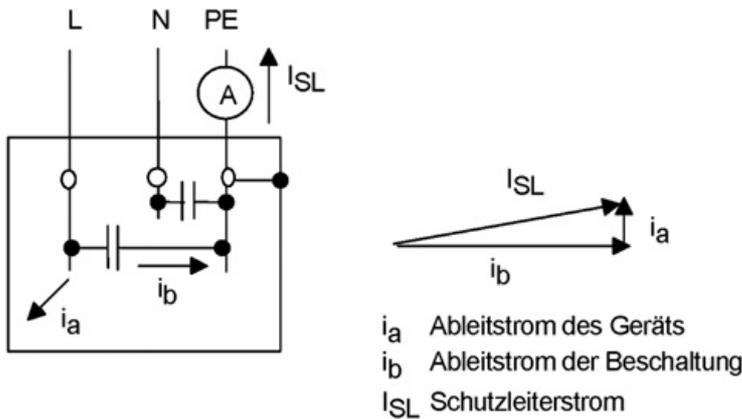
Für die in der **Landwirtschaft** zum Einsatz kommenden Geräte gilt dies ebenfalls. Zu beachten ist hier zusätzlich, dass Verschmutzungen durch brennbare Stoffe möglich sind, die bei Überschlügen usw. entzündet werden können.

Geräte mit Elektronik

Zunehmend werden **elektronische Einrichtungen** in den betrieblichen Prozessen, aber auch im privaten Bereich, in Büros usw. verwendet. Mehr oder weniger wird ihre Funktion von den in ihrer Umgebung entstehenden elektromagnetischen Feldern beeinflusst.

Zu diesen Störquellen können auch elektrische Geräte gehören. Insofern ist es erforderlich, bei der Wiederholungsprüfung auch die ordnungsgemäße Funktion der in den Geräten vorhandenen Entstörbeschaltungen nachzuweisen. Dies erfolgt durch die Messung des Schutzleiterstroms (vgl. Abb. 9), der dann im Wesentlichen durch den Ableitstrom der Entstörbeschaltung bestimmt wird.

Abb. 9: Ableitstrom der Entstörbeschaltung als Teil des Schutzleiterstroms



Dieser Ableitstrom, der 3,5 mA nicht überschreiten darf, ist aus den Werten der Beschaltung zu ermitteln (bei ca. 47 nF ca. 3,5 mA). Diese Messung sollte bei der Erstprüfung erfolgen, da dann ein einwandfreier Zustand des Geräts vorausgesetzt werden kann.

Drehstromgeräte

Das Prüfen von drei- oder mehrphasigen Geräten erfolgt nach dem gleichen Prinzip und mit den gleichen Prüf- und Messverfahren, wie sie in den voranstehenden Abschnitten beim Prüfen der einphasigen Geräte vorgegeben und beschrieben wurden. Allerdings ergeben sich durch die Phasenzahl und die Phasenlage der Ströme einige Änderungen bei den anzuwendenden Prüfmitteln und Prüfverfahren sowie bei der Bewertung der Messergebnisse.

Das Messen des Schutzleiterwiderstands, des Isolationswiderstands und des Berührungsstroms ist ebenso unproblematisch wie bei den einphasigen Geräten. Alle Messungen können mit den üblichen für einphasige elektrische Geräte gedachten Prüfgeräten und unter Verwendung der in Abbildung 10a und b dargestellten Adapter oder mit einem entsprechend ausgestatteten Prüfgerät (Prüftafel) vorgenommen werden.

Dies gilt auch für das Messen des Schutzleiterstroms mit dem Ersatz-Ableitstrommessverfahren.

Abb. 10a–b: Adapter zum Adaptieren von Drehstromgeräten an ein für das Prüfen von einphasigen Geräten geeignetes Prüfgerät

a) GMC; b) BEHA



Für das Messen des Schutzleiter- oder des Berührungsstroms mit dem Differenzstrommessverfahren ist wegen der erforderlichen Erfassung der Ströme aller vier aktiven Leiter nur ein dafür ausgestattetes Prüfgerät geeignet (Abb. 11a).

Schwierigkeiten bereitet bei dieser Messung das Bewerten des Messwerts des Schutzleiterstroms. Sein im Betriebszustand mit dem direkten oder Differenzstrommessverfahren ermittelter Wert ist, wie in Abbildung 11a dargestellt, die geometrische Summe der Ableit-/Fehlerströme aller Außenleiter. Das Messergebnis – die Stromsumme – bietet somit keine zuverlässige Aussage darüber, ob Ableit-/Fehlerströme vorhanden und wie groß sie tatsächlich sind. Bei gleicher Größe addieren sie sich infolge ihrer Phasenlage zu null und der Prüfer erhält überhaupt keine bzw. keine exakte Information. Der Messwert bietet somit „nur“ eine Aussage über die bei einem Schutzleiterbruch mögliche Gefährdung von Personen, aber nicht über den Zustand der Isolierungen.

Der Messwert des mit dem Ersatz-Ableitstrommessverfahren ermittelten Schutzleiterstroms ist die arithmetische Summe der Ableit-/Fehlerströme aller Außenleiter (Abb. 11b). Er bietet somit

- eine Aussage über das Vorhandensein von Fehler-/Ableitströmen und damit auch über den Zustand der Isolierungen bzw. der Beschaltungen, aber
- keine Aussage über die vom Gerät gewährleistete Sicherheit bzw. die vorhandene Gefährdung.

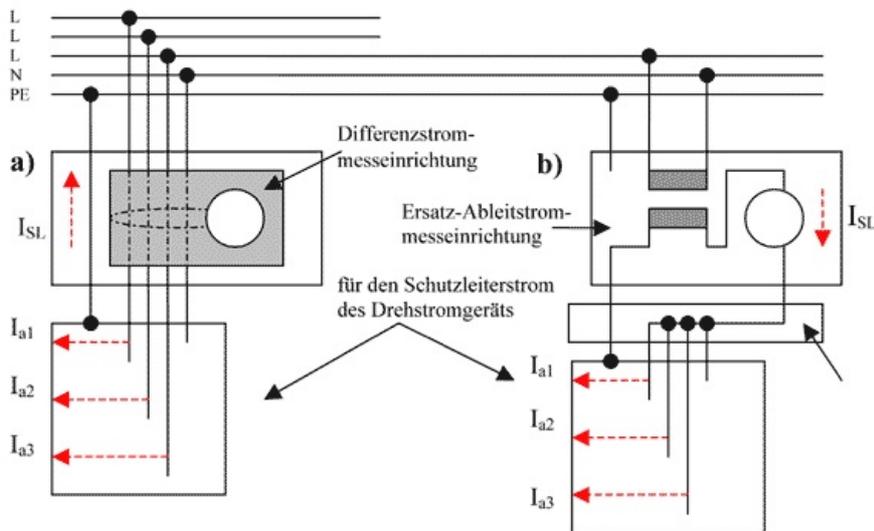
Es sind beide Messungen vorzunehmen, obwohl auch auf der Grundlage dieser beiden Messergebnisse nicht immer exakt, sondern nur annähernd festzustellen ist, ob die gemessene/angezeigte Stromsumme von einem oder von mehreren Außenleitern stammt.

Abb. 11a–b: Adapter zum Adaptieren von Drehstromgeräten an ein für das Prüfen von einphasigen Geräten geeignetes Prüfgerät – Prinzip der Messung des Schutzleiterstroms bei einem Drehstromgerät:

a) Messung des Schutzleiterstroms mit einem speziellen Prüfgerät, das über eine Differenzstrommeseinrichtung für Drehstromgeräte verfügt (GMC)

b) Messung des Schutzleiterstroms mit einem üblichen Prüfgerät nach dem Verfahren der Ersatz-Ableitstrommessung (BEHA)

I_a = Ableitstrom eines Außenleiters und I_{SL} = Schutzleiterstrom des Geräts



Bei gleich großen Ableitströmen in allen drei Außenleitern wird angezeigt:
 infolge der unterschiedlichen Phasenlage (geometrische Addition)

$$I_{a1} + I_{a2} + I_{a3} = I_{SL} = 0$$



infolge der einheitlichen Phasenlage (arithmetische Addition)

$$I_{a1} + I_{a2} + I_{a3} = I_{SL} = 3 I_a$$



Eigenbaugeräte

Auch **selbst hergestellte elektrische Geräte** jeder Art (Hilfsmittel, Labormuster, Diplomarbeiten usw.) sind nach den Vorgaben der [Betriebssicherheitsverordnung](#) und der Norm DIN VDE 0701-0702 zu prüfen. Dass sie auch den Vorgaben der jeweils zutreffenden Geräternormen genügen, ist von der verantwortlichen Elektrofachkraft zu gewährleisten, d.h. vor der ersten Inbetriebnahme ist eine Prüfung vorzunehmen, deren Verfahren im Prinzip denen der jeweiligen Herstellernorm entsprechen sollten.

Betriebsmittel ohne CE-Zeichen

Bei Geräten der Herstellungsjahre nach 1997, die **kein CE-Zeichen** aufweisen, ist die Übereinstimmung mit den gesetzlichen Sicherheitsvorgaben nicht gewährleistet. Ob sie weiterhin verwendet werden können, ist wie bei den selbst hergestellten Geräten von der verantwortlichen Elektrofachkraft zu entscheiden. Bei einer weiteren Verwendung ist der Arbeitgeber verpflichtet eine Konformitätsbewertung vorzunehmen.

Geräte ohne Prüfzeichen

Bei Geräten, die zwar das CE-Zeichen, nicht aber **das GS- und/oder das VDE-Prüfzeichen** aufweisen, sollte geklärt werden, warum deren Hersteller diese Bestätigung der Sicherheit durch eine anerkannte Prüfstelle nicht eingeholt hat (siehe Kap. 6.5.2, Tab. 2).

Private Geräte im Unternehmen

Geräte, die den Mitarbeitern gehören, unterliegen ebenso der Prüfpflicht, da sie ggf. auch eine Gefährdung für die anderen Mitarbeiter darstellen können. Dies ist durch eine Betriebsanweisung festzulegen und durchzusetzen.

Qualifikation der Benutzer

Zu berücksichtigen sind bei der Prüfung sowie beim Festlegen der Prüffristen auch die **Qualifikationsmerkmale** der Personen, von denen die Geräte benutzt werden (siehe Kap. 6.1.6). Dies gilt besonders für den privaten Bereich, aber erfahrungsgemäß auch für Gewerbe, Industrie, Behörden usw., wo ja ebenso diese nicht fachkundigen Personen **Benutzer der Geräte** und bezüglich deren bestimmungsgemäßer Zuordnung oftmals überfordert sind. Hier zeigt sich, dass die prüfende Elektrofachkraft auch für eine den Umständen nach erforderliche Information der Benutzer der von ihr geprüften Geräte zu sorgen hat. Nur dann ist die Übereinstimmung ihrer Aussage „sicher bei bestimmungsgemäßer Anwendung“ wirklich berechtigt. Anderenfalls wird sie ihrer Aufgabe als „Beschützergarant“ nicht völlig gerecht.