Unser Wissen
für Ihren Erfolg

Leseprobe zum Download

Liebe Besucherinnen und Besucher unserer Homepage,

tagtäglich müssen Sie wichtige Entscheidungen treffen, Mitarbeiter führen oder sich technischen Herausforderungen stellen. Dazu brauchen Sie verlässliche Informationen, direkt einsetzbare Arbeitshilfen und Tipps aus der Praxis.

Es ist unser Ziel, Ihnen genau das zu liefern. Dafür steht seit mehr als 25 Jahren die FORUM VERLAG HERKERT GMBH.

Zusammen mit Fachexperten und Praktikern entwickeln wir unser Portfolio ständig weiter, basierend auf Ihren speziellen Bedürfnissen.

Überzeugen Sie sich selbst von der Aktualität und vom hohen Praxisnutzen unseres Angebots.

Falls Sie noch nähere Informationen wünschen oder gleich über die Homepage bestellen möchten, klicken Sie einfach auf den Button „In den Warenkorb“ oder wenden sich bitte direkt an:

FORUM VERLAG HERKERT GMBH
Mandichostr. 18
86504 Merching
Telefon: 08233 / 381-123
Telefax: 08233 / 381-222

E-Mail: service@forum-verlag.com
www.forum-verlag.com

© Alle Rechte vorbehalten. Ausdruck, datentechnische Vervielfältigung (auch auszugsweise) oder Veränderung bedürfen der schriftlichen Zustimmung des Verlages.

Ableitstrom

Elektrischer Strom, der beim Betrieb eines Elektrogeräts über die fehlerfreien Isolierungen zur Erde oder zu einem fremden leitfähigen Teil (► „Fremdes leitfähiges Teil“) fließt.

Der Begriff „Ableitstrom“ wird in der Praxis als Oberbegriff für ► „Berührungsstrom“, ► „Schutzleiterstrom“ und ► „Erdableitstrom“ verwendet, obwohl diese in der Normung je nach Strompfad unterschiedlich definiert werden.

Da z. B. elektronische Beschaltungen bereits im Normalbetrieb Ableitströme hervorrufen können, Prüfgeräte jedoch nicht zwischen Fehler- und Ableitströmen unterscheiden, ist es für den Prüfer unbedingt notwendig zu wissen, ob die Ursache eines festgestellten Ableitstroms in einem Fehler oder einer Beschaltung liegt.

Arbeiten unter Spannung

Arbeitsverfahren an aktiven Teilen aller ► „Spannungsebenen“, deren spannungsfreier Zustand nicht hergestellt werden kann und bei denen die ► „Schutzmaßnahmen“ gegen die Gefährdungen durch Körperdurchströmung und Lichtbögen nicht sichergestellt werden können.

Im Zusammenhang mit der ► „Prüfung“ elektrischer Anlagen (► „Elektrische Anlage“) und ► „Arbeitsmittel“ werden jedoch folgende Tätigkeiten nicht als Arbeit unter Spannung betrachtet:

- Arbeiten an Anlagen mit auf ungefährliche Werte begrenzten Werten (Spannung, Kurzschlussstrom, Energie)
- Heranführen von Spannungsprüfern und Phasenvergleichern, Prüf-, Mess- und Justiereinrichtungen bei Nennspannungen bis 1.000 V
- Herausnehmen oder Einsetzen von Sicherungseinsätzen
- Arbeiten in Prüfanlagen, Prüfarbeiten bei der Fehlereingrenzung in Hilfsstromkreisen
- ► „Funktionsprüfung“ an Geräten und Schaltungen
- Inbetriebnahme und Erprobung

Weiterführende Informationen

Zu den Schutzmaßnahmen für die Ausführung von Arbeiten unter Spannung ► Kap. 2.6.3 „Arbeiten unter Spannung“

Arbeitsmittel

Der durch die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) im § 2 Abs. 1 geprägte Begriff „Arbeitsmittel“ umfasst die Gesamtheit aller bei der Verrichtung der Arbeit genutzten Werkzeuge, Geräte, Maschinen (► „Maschine“) und Anlagen. Die Spanne dieses Begriffs reicht also praktisch vom Bleistift bis zur Produktionsstraße. „Elektrische Arbeitsmittel“ stellen deshalb nur einen kleinen Teilbereich dieses Oberbegriffs dar. Da die Betriebssicherheitsverordnung vorrangig vor der DGUV Vorschrift 3 bzw. 4 anzuwenden ist, wird in diesem Werk vorrangig der Begriff „Arbeitsmittel“ verwendet (hierzu siehe auch ► „Betriebsmittel“).

Ausgleichsströme

Ausgleichsströme sind Ströme, die über leitfähige Verbindungen zwischen Teilen unterschiedlichen Potentials fließen.

Basisschutz

(oder „Schutz gegen direktes Berühren“)

Darunter werden alle Maßnahmen verstanden, die eine direkte Berührung aktiver, spannungsführender Teile oder – bei Nennspannungen über 1 kV – das Erreichen der Gefahrenzone verhindern.

Unterschieden wird hierbei zwischen:

- *vollständigem Schutz* (z. B. durch Isolierung, Abdeckung oder Umhüllung der betroffenen Leitungen) und
- *teilweisem Schutz gegen zufälliges Berühren* (durch mechanische Hindernisse, wie z. B. Abdecken oder Abschranken der aktiven Teile, Trennwände, isolierende Schutzplatten)

Letzterer ist nur innerhalb abgeschlossener elektrotechnischer Betriebsstätten zulässig.

Weiterführende Informationen

Forderungen an den Basisschutz gem. DIN VDE 0100-410
► Kap. 1.1.2.3 „Isolationswiderstandsmessung zur Bestätigung der Wirksamkeit des Schutzes durch SELV, PELV und Schutztrennung“

Bemessungsfehlerstrom

Entsprechend DIN EN 61008-1 „Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“ eignen sich FI-Schutzschalter (► „RCD“) zur Erfassung von Fehlerströmen. Wird ein FI-Schutzschalter durch ein nachgeschaltetes elektrisches Schutzgerät überwacht, so ist der Bemessungsfehlerstrom ($I_{\Delta n}$) der maximale ► „Fehlerstrom“, den der FI-Schutzschalter bei vorgegebenen Betriebsbedingungen ohne Beschädigung führen und bestimmungsgemäß abschalten kann.

Berührbare leitfähige Teile

Als berührbare leitfähige Teile werden solche Teile bezeichnet, die nicht an den ► „Schutzleiter“ angeschlossen sind und im Fehlerfall zu Körperdurchströmungen führen können. Berührbare leitfähige Teile sind insbesondere metallische Gehäuseteile von Arbeitsmitteln (► „Arbeitsmittel“) der Schutzklassen II und III

(► „Schutzklasse“), berührbare Gehäuseschrauben sowie leitfähige Anbauteile. In manchen Fällen können Verschmutzung oder Feuchtigkeit dazu führen, dass an sich nicht leitfähige Oberflächen leitfähig werden. In diesen Fällen sollte „auf Verdacht“ sowohl die Isolationswiderstands- als auch die Berührungsstrommessung durchgeführt werden.

Berührungsschutz

Alle Arbeiten an elektrischen Anlagen (► „Elektrische Anlage“) oder in deren unmittelbarer Nähe setzen das Vorhandensein eines wirkungsvollen Berührungsschutzes für Bedienvorgänge gem. DIN EN 50274 (VDE 0660-514) voraus.

Dies gilt auch für Altanlagen. Gemäß Anhang 1 der DGUV Vorschrift 3 bzw. 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ musste der teilweise Berührungsschutz z. B. durch fingersichere Abdeckung von Stromschienen, Klemmen etc. bei Bedienvorgängen an elektrischen Verteilungen bis spätestens zum 31.12.1999 für alle elektrischen Anlagen und ► „Betriebsmittel“ nachgerüstet werden.

In der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) ist dazu in den §§ 9 und 10 die Forderung enthalten, dass bei Produktions-, Einstellungs-, Instandsetzungs- und Wartungsarbeiten an Arbeitsmitteln für die Beschäftigten ein sicherer Zugang zu allen hierfür notwendigen Stellen vorhanden sein muss. An diesen Stellen muss ein gefahrloser Aufenthalt möglich sein.

Unter § 8 Abs. 1 Nr. 2 wird präzisiert, dass Arbeitsmittel mit einem Schutz gegen direktes oder indirektes Berühren spannungsführender Teile ausgelegt sein müssen.

In § 6 und § 7 BetrSichV wird ferner die zwingende Erfordernis des Berührungsschutzes sowohl für neue als auch für bereits vorhandene ► „Arbeitsmittel“ aufgeführt.

Trotzdem sind nach wie vor immer noch Verteilungen zu finden, an denen der Berührungsschutz entweder noch nicht nachgerüstet oder aufgrund unsachgemäßer Eingriffe wieder entfernt wurde, wodurch die Anforderungen der BetrSichV und der Unfallverhütungsvorschriften nicht eingehalten werden. Dies stellt sowohl nach § 9 i. V. m. § 3 Abs. 2 der DGUV Vorschrift 3 bzw. 4 als auch nach § 22 Abs. 1 Nr. 24 der BetrSichV eine Ordnungswidrigkeit dar, die mit Bußgeldern oder im Schadensfall sogar mit strafrechtlichen Konsequenzen geahndet werden kann.

Insbesondere, wenn elektrotechnisch unterwiesenen Personen (► Kap. 2.4.5) der Zugriff auf elektrische Verteilungen zur Störungsbeseitigung gewährt werden soll, ist unbedingt zu prüfen, ob der Berührungsschutz gewährleistet wird und Bedienungsfehler (z. B. aufgrund fehlender Passeinsätze) vermieden werden.

Berührungsstrom

Besteht (z. B. aufgrund eines Fehlers) an einem berührbaren leitfähigen Teil ein Potentialunterschied zu anderen (geerdeten) Teilen, so wird ein Ausgleichsstrom (► „Ausgleichsströme“) flie-

ßen, sobald eine leitfähige Verbindung zwischen diesen Teilen hergestellt wird. Dieser Strom kann auch über den menschlichen Körper fließen, wenn die leitfähige Verbindung durch Berühren hergestellt wird. Im Rahmen der ► „Prüfung“ wird dieser Stromweg über die Prüfspitze des Prüfgeräts (Innenwiderstand 2 kΩ) zur Erde simuliert.

Besichtigen

siehe ► „Sichtprüfung“

Bestandsschutz

Der oft benutzte Begriff „Bestandsschutz“ ist rechtlich nicht definiert. Er umschreibt viel mehr die Tatsache, dass keine grundsätzliche Pflicht zur Anpassung an den aktuellen ► „Stand der Technik“ besteht (vgl. Artikel 14 des Grundgesetzes sowie Anhang 1 der DGUV Vorschrift 3 bzw.4).

Für elektrische Anlagen (► „Elektrische Anlage“) gilt Bestandsschutz, sofern sie sich im „ordnungsgemäßen Zustand“ (► „Ordnungsgemäßer Zustand“) befinden.

Das heißt, dass

- eine elektrische Anlage

  - den zum Zeitpunkt ihres Errichtens oder Herstellens gültigen DIN-VDE-Bestimmungen entsprach und noch entspricht,
  - (weiterhin) unter den Betriebs- und Umgebungsbedingungen, die zum Zeitpunkt ihrer Errichtung bestanden und für die sie ausgelegt waren, betrieben wird,
  - keine ► „Mängel“ aufweist, die Menschen und Gegenstände gefährden.
- Folgenormen oder weitere einschlägige Regelwerke keine weiteren Anforderungen an den aktuellen Stand der Technik beinhalten und vorgeben.

Für ► „Arbeitsmittel“ und ► „Überwachungsbedürftige Anlagen“ im Sinne der BetrSichV kann „Bestandsschutz“ nur eingeschränkt in Anspruch genommen werden, denn Arbeitsmittel dürfen gemäß § 4 BetrSichV erst verwendet werden, wenn im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgestellt wurde, dass deren Verwendung nach dem Stand der Technik sicher ist. „Bestandschutz“ gilt demnach nur so lange, wie die sichere Verwendung durch das Zusammenspiel technischer, organisatorischer und personenbezogener Maßnahmen erreicht werden kann.

Werden Umbauten, Erweiterungen oder wesentliche Nutzungsänderungen vorgenommen, sind diese nach dem zu diesem Zeitpunkt gültigen Stand der Technik auszuführen.

Die Beantwortung der Frage, ob Bestandsschutz gilt oder nicht, setzt bei Elektrofachkräften somit voraus, dass diese die aktuell gültigen und darüber hinaus die zum Zeitpunkt der Anlagenerrichtung geltenden Regelwerke kennen. Hauptkriterium bleibt dennoch stets die Gewährleistung der Sicherheit.

Betriebsmittel

Unter dem Begriff „elektrische Betriebsmittel“ werden in § 2 Abs. 1 der DGUV Vorschrift 3 bzw. 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ alle Gegenstände verstanden, die „als Ganzes oder in einzelnen Teilen dem Anwenden elektrischer Energie (z. B. Gegenstände zum Erzeugen, Fortleiten, Verteilen, Speichern, ► „Messen“, Umsetzen und Verbrauchen) oder dem Übertragen, Verteilen und Verarbeiten von Informationen (z. B. Gegenstände der Fernmelde- und Informationstechnik) dienen. Den elektrischen Betriebsmitteln werden Schutz- und Hilfsmittel gleichgesetzt, soweit an diese Anforderungen hinsichtlich der elektrischen Sicherheit (► „Elektrische Sicherheit“) gestellt werden“. Der Begriff „Elektrische Betriebsmittel“ entspricht weitestgehend dem in der Betriebssicherheitsverordnung (Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, BetrSichV) verwendeten Begriff „elektrische ► „Arbeitsmittel“. Betriebsmittel können jedoch auch Teile von Arbeitsmitteln sein, z. B. Schalt- oder Schutzeinrichtungen. In diesem Werk wird nur dort, wo explizit auf die DGUV Vorschrift 3 bzw. 4 oder auf eine VDE-Norm verwiesen werden soll, der Begriff „Betriebsmittel“ verwendet.

Blitzschutzanlagen

Blitzschutzanlagen sind Anlagen, die Gebäude vor direkten Blitzeinschlägen, eventuellen Bränden und den Auswirkungen von Blitzströmen schützen.

Werden Blitzschutzmaßnahmen durch nationale Vorschriften, wie z. B. Landesbauordnungen (► Kap. 2.1.5), Sonderverordnungen und sonstige Richtlinien, gefordert, müssen diese beachtet werden.

Weiterführende Informationen

Zur Prüfung von Blitzschutzanlagen ► Kap. 1.2.2 „Schritt 2: Messen und Erproben“, Praxistipp

Differenzstrom

(oder Differenzstrommessverfahren)

Unter Differenzstrom wird in DIN VDE 0100-200 die algebraische Summe aller Ströme verstanden, die zur gleichen Zeit durch alle aktiven Leiter und am netzseitigen Anschluss eines Arbeitsmittels (► „Arbeitsmittel“) fließen.

„Aktive Leiter“ sind demnach die im Normalbetrieb Strom führenden Leiter, d. h. konkret: Außen- und Neutralleiter.

Anders und vereinfacht erklärt: Unterscheiden sich die Werte des durch die o. g. Leiter fließenden Stroms, so wird diese Differenz als Differenzstrom bezeichnet:

$I_{\Delta} = I_{L} - I_{N}$

Im Idealfall ist der Differenzstrom gleich null. Abweichungen von diesem Idealwert werden z. B. durch Fehler- oder Ableitströme (► „Fehlerstrom“, ► „Ableitstrom“) hervorgerufen.

Weiterführende Informationen

Zur Anwendung des Differenzstrommessverfahrens bei der wiederkehrenden Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1.3 und ► Kap. 1.3.2.3 „Isolationswiderstandsprüfungen“

Dokumentation der Prüfungen

Die Notwendigkeit, durchgeführte Prüfungen an elektrischen Anlagen (► „Elektrische Anlage“) und Arbeitsmitteln (► „Arbeitsmittel“) zu dokumentieren, ergibt sich u. a. aus den nachfolgend aufgeführten rechtlichen Grundlagen:

- § 6 Arbeitsschutzgesetz
- § 4 Abs. 4 und § 14 Abs. 7 Betriebssicherheitsverordnung
- § 5 DGUV Vorschrift 3 bzw. 4 (BGV/GUV-V A 3) „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“
- § 12 Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (EMVG)
- Vertragsbedingungen der Sachversicherungsträger
- Normen (z. B. VDE 0100-600, VDE 0105-100, VDE 0185-305-3)

Gegebenenfalls können noch weitere im Einzelfall zu berücksichtigende Vorschriften und Regelungen Anforderungen an die Dokumentation von Prüfungen enthalten, wie z. B. die Technische Regel für Betriebssicherheit (TRBS) 1201 „Prüfungen und Kontrollen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen“ (► „Prüfaufzeichnungen“).

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Dokumentation der

- Erstprüfung von ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.3 „Schritt 3: Dokumentation/Erstellen eines Prüfberichts“
- wiederkehrenden Prüfung von ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0105-100) ► Kap. 1.2.5 „Schritt 4: Dokumentation/Erstellen eines Prüfberichts“
- wiederkehrenden Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.2.8 „Dokumentation/Erstellen eines Prüfberichts für die wiederkehrende Prüfung“

Doppelte oder verstärkte Isolierung

Die Maßnahme der doppelten oder verstärkten Isolierung dient dem Schutz gegen elektrischen Schlag. Neben einem ► „Basisschutz“ durch Isolierung aktiver Teile wird dabei durch eine zusätzliche Isolierung auch ein erhöhter ► „Fehlerschutz“ gewährleistet.

Angewandt wird diese Schutzmaßnahme (► „Schutzmaßnahmen“) zwischen den Netzstromkreisen und den Ausgangsstromkreisen oder dem Metallgehäuse bei Arbeitsmitteln (► „Arbeitsmittel“) der ► „Schutzklasse“ II, die keinen Schutzleiteranschluss aufweisen, und bei Arbeitsmitteln der Schutzklasse III, die mit ► „Schutzkleinspannung“ betrieben werden.

Selbst Arbeitsmittel mit elektrisch leitfähigen Oberflächen sind so durch verstärkte Isolation ausreichend vor Kontakt mit anderen spannungsführenden Teilen geschützt.

Bild 1: *Symbol für Arbeitsmittel mit doppelter oder verstärkter Isolierung (Schutzklasse II)*

Bei Geräten ohne eine Schutzleiter-Schutzmaßnahme ist i. S. d. Schutzmaßnahme „doppelte oder verstärkte Isolierung“ ein geschlossener Isolierstoff vorhanden. Sofern sich auf dem Gehäuse keine berührbaren leitfähigen Teile (► „Berührbare leitfähige Teile“) oder leitfähigen Verschmutzungen befinden, kann die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme bei Wiederholungsprüfungen auf die ► „Sichtprüfung“ und ggf. ► „Funktionsprüfung“ beschränkt werden.

Drehfeldprüfung

Bei der Anlagenprüfung wird die Drehfeldprüfung als „Überprüfung der Phasenfolge“ bezeichnet. Dabei wird die Phasenreihenfolge überprüft und gilt bei ► „Rechtsdrehfeld“ als eingehalten.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an den Nachweis des Rechtsdrehfeldes bei ortfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.10 „Prüfung der Phasenfolge“

Dreileitermessung

Die Dreileitermessung bzw. -methode ist ein Erdungsmessverfahren mit drei Messsonden. Nachteil dieses Messverfahrens ist, dass der Widerstand der Messleitung in das Messergebnis eingeht und dieses ungenauer wird.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Dreileitermessung bei der Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.8 „Messung des Erderwiderstands“, Abschnitt „Dreileitermessung“

Durchführungsanweisungen

Durchführungsanweisungen konkretisieren die in der Regel als allgemeine Schutzziele formulierten DGUV-Vorschriftentexte.

Weiterführende Informationen

Zum DGUV Regelwerk und dessen Relevanz für die Prüfung ► Kap. 2.1.3 „Unfallverhütungsvorschriften“

Durchgängigkeit der Schutzleiter

Bei Verwendung von ► „Schutzmaßnahmen“ mit Schutzleitern (► „Schutzleiter“) dient diese Messung dazu, die einwandfreie, ordnungsgemäße und durchgehende elektrische Verbindung messtechnisch nachzuweisen.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Messung der Durchgängigkeit der Schutzleiter bei ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.1 „Messung der Durchgängigkeit der Leiter“

Anforderungen an die Überprüfung der Durchgängigkeit des Schutzleitersystems bei der wiederkehrenden Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1.2 und

► Kap. 1.3.2.2 „Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung“

Elektrische Anlage

Als „Elektrische Anlage“ i. S. d. § 2 Abs. 1 der DGUV Vorschrift 3 bzw. 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ wird ein Zusammenschluss mehrerer elektrischer ► „Betriebsmittel“ zu einer neuen Funktionseinheit verstanden.

Diese Definition reicht jedoch nicht aus, um die bestehenden partiellen Überschneidungen mit den Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung („elektrische Arbeitsmittel“, „► „Überwachungsbedürftige Anlagen“) eindeutig voneinander abzugrenzen.

Da die elektrische Gebäudeinstallation („elektrische Anlage“ eines Gebäudes) einen integralen Bestandteil der Gebäudeinfrastruktur darstellt, ist hinsichtlich des staatlichen Rechts formal die Arbeitsstättenverordnung **und nicht die Betriebssicherheitsverordnung** (BetrSichV) zu beachten. Schnittstellen bestehen bei überwachungsbedürftigen Anlagen in Gebäuden, wie z. B. Aufzügen. Die Arbeitsstättenverordnung enthält bislang jedoch nur wenige und zudem eher allgemein gefasste Anforderungen an die Elektroinstallation eines Gebäudes, weshalb die Unfallverhütungsvorschriften trotz teilweiser Doppelregelungen zu staatlichen Arbeitsschutzvorschriften weiterhin zu berücksichtigen sind.

Als elektrische Anlagen werden gem. DIN VDE 0105-100 Anlagen mit elektrischen Betriebsmitteln für die Erzeugung, Übertragung, Umwandlung, Verteilung und Anwendung elektrischer Energie definiert. Dazu gehören auch solche Betriebsmittel wie Werkzeuge, Ausrüstungen sowie Hilfsmittel, an die entsprechende Anforderungen hinsichtlich der elektrischen Sicherheit (► „Elektrische Sicherheit“) gestellt werden.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Erstprüfung elektrischer Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1 „Erstprüfung“

Anforderungen an die wiederkehrende Prüfung elektrischer Anlagen (nach DIN VDE 0105-100) ► Kap. 1.2 „Wiederkehrende Prüfung“

Anforderungen an die Prüfung von Aufzugsanlagen nach TRBS 1204 Teil 4 siehe Abschnitt „Aufzugsanlagen“ im ► Kap. 1.2.4 „Ergänzende Prüfungen“

Elektrische Gefährdungen

Unter diesem Begriff werden Gefährdungen für Menschen und Tiere verstanden, die durch die Nutzung, Erzeugung, Umwandlung, Übertragung und Speicherung von elektrischer Energie entstehen können.

Sowohl bei der Anwendung elektrischen Stroms bei der Arbeit (z. B. bei der Verwendung und ► „Prüfung“ elektrischer

► „Arbeitsmittel“), als auch bei der Durchführung von nicht elektrotechnischen Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Arbeitsmitteln, sind der elektrische Schlag oder die Entstehung von Lichtbögen die am häufigsten vorkommenden elektrischen Gefährdungen.

Diese können zugleich oder in Abhängigkeit von der Höhe der Spannung auftreten. So stellt der elektrische Schlag bei Spannungen bis 1.000 V AC und der Störlichtbogen bei Spannungen über 1.000 V AC die häufigste Gefährdung dar.

Auch die Verwendung von ungeeigneten Prüf- und Prüfhilfsmitteln (z. B. von nicht normkonformen oder veralteten Messgeräten, deren Überspannungskategorie weder für den Prüfort noch für die Prüfumgebung geeignet ist) kann lebensgefährliche elektrische Gefährdungen hervorrufen.

Elektrische Sicherheit

§ 4 Abs. 2 der DGUV Vorschrift 3 und 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ betrachtet eine ► „elektrische Anlage“ oder ein ► „Betriebsmittel“ als „elektrisch sicher“, wenn bei ordnungsgemäßer Bedienung sowie bestimmungsgemäßer Verwendung für den Benutzer weder unmittelbare (z. B. elektrische Durchströmung) noch mittelbare Gefahren (z. B. Lärm und Blendung durch Lichtbögen) auftreten können. Der sichere Zustand umfasst auch die notwendigen ► „Schutzmaßnahmen“ gegen äußere Einwirkungen (z. B. mechanische Einwirkungen, Feuchtigkeit, Fremdkörper etc.).

Elektrotechnische Arbeiten

Darunter sind Arbeiten an, mit oder in der Nähe von elektrischen Anlagen (► „Elektrische Anlage“) zu verstehen. Hierzu gehören bei elektrischen Anlagen gem. Abschn. 3.4.2 der DIN VDE 0105-100 beispielsweise ihre Errichtung, Änderung, Erweiterung, ihr Austausch, ihre ► „Instandsetzung“ sowie ► „Prüfung“ mit ► „Erproben“ und ► „Messen“.

Erdableitstrom

Der Erdableitstrom wird in DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) als Strom definiert, „der von den aktiven Teilen der Installation zur Erde fließt, ohne dass ein Isolationsfehler vorliegt“.

Dabei darf dieser Strom Bestandteile haben, die ausdrücklich auch aus der geplanten Anwendung von Kapazitäten (Kondensatoren) resultieren können.

Bei Maschinen (► „Maschine“) weisen die meisten drehzahlregelbaren Antriebssysteme einen weitaus höheren Erdableitstrom auf als den Grenzwert, der in der DIN EN 61140 VDE 0140-1 für fest angeschlossene Niederspannungs-Verbrauchsmittel mit maximal AC 10 mA vorgegeben wird. Wo dies zutrifft und die elektrische Ausrüstung an einem Netzanschluss einen Erdableitstrom von mehr als 10 mA AC aufweist, müssen bestimmte Bedingungen für das Schutzleitersystem erfüllt werden.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Prüfung des Schutzleitersystems bei der

- Erstprüfung von Maschinen ► Kap. 1.3.1.2 „Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung“
- wiederkehrenden Prüfung von Maschinen ► Kap. 1.3.2.2 „Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung“

Erderwiderstand

Der Erderwiderstand, auch Erdungswiderstand R_E genannt, ist der ohmsche Widerstand zwischen dem Erder bzw. einer Erdungsanlage und einer Bezugserde. Er setzt sich aus Ausbreitungswiderstand R_A, Bettungswiderstand und Erdungsleiterwiderstand zusammen.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Messung des Erderwiderstands bei der Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.8 „Messung des Erderwiderstands“

Erdschleifenmessung

In Gegenden, in denen es praktisch unmöglich ist, Erdspieße als Hilfserder zu setzen, wird als Alternative die Erdschleifenmessung (eine spießlose Erdungsmessung) angewendet. Die Erdschleifenmessung erfolgt mit zwei Stromzangen bzw. mit einer speziellen Erdungsmesszange. Diese Erdungsmesszange bzw. die zwei Stromzangen werden direkt an den zu prüfenden Erder angelegt. Damit werden dann alle parallel zueinander liegenden Widerstände in der Schleife gemessen. Je mehr parallel liegende Widerstände es in dieser Erdschleife gibt, umso genauer ist der zu messende ► „Erderwiderstand“.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Erdschleifenmessung bei der Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.8 „Messung des Erderwiderstands“, Abschnitt „Messung mit zwei Stromzangen (Erdschleifenmessung)“

Erdung

Durch die Erdung wird eine elektrisch leitfähige Verbindung zu einem Erder und damit zum Erdreich gewährleistet.

Diese Verbindung dient der Realisierung

- des Berührungsschutzes (► „Berührungsschutz“) für Personen durch die Begrenzung der Berührungsspannung sowie
- eines eindeutigen Bezugspotentials bzw. Potentialausgleichs (► „Potentialausgleich“) für die Schirmung aktiver und passiver Komponenten von elektrischen Anlagen und Geräten (ggf. auftretende Spannungen werden hierdurch kurzgeschlossen).

Die Erdung aller elektrischen Leiter, die vor Arbeiten an elektrischen Anlagen (► „Elektrische Anlage“) mit gefährlichen Spannungen (wie z. B. Verteiler, Frei- und Oberleitungen) vorgeschrieben ist, bewirkt im Fall eines unbeabsichtigten Einschaltens einen Kurzschluss, infolgedessen die Sicherung auslöst und die Abschaltung der Spannung eingeleitet wird.

Die Erdung wird in ► „Schutzerdung“, ► „Funktionserdung“ und Blitzschutzerdung unterschieden. Letztere hat die Funktion, den Blitzstrom in das Erdreich abzuleiten und ist eine Funktionserdung.

Erdungswiderstand

Siehe ► „Erderwiderstand“

Erproben

Im Sinne der TRGS 1112 umfasst das Erproben jedes Ingangsetzen eines Arbeitsmittels (► „Arbeitsmittel“) nach einer

► „Instandsetzung“ zum Zweck der ► „Funktionsprüfung“, der Feststellung und Überprüfung von sicherheitstechnisch relevanten Betriebsdaten sowie der Vornahme von Einstellungsarbeiten an Arbeitsmitteln und deren Ausrüstungsteilen.

Gemäß DIN VDE 0100-600 gehört das Erproben (wie auch das ► „Messen“) zu den Maßnahmen, mit denen die ordnungsgemäße Funktion von elektrischen Anlagen (► „Elektrische Anlage“) nachzuweisen ist. Demgegenüber dient das Erproben gem. DIN VDE 0105-100 nicht nur der Feststellung der Funktionsfähigkeit einer Anlage, sondern auch der Feststellung ihres elektrischen, mechanischen oder thermischen Zustands sowie der Wirksamkeit von ► „Schutzeinrichtungen“ und kann das Messen mit einschließen.

Zur Durchführung von Erprobungen (und Messungen) berechtigt sind laut der VDE 0105-100 nur

- Elektrofachkräfte (EFK) und, in begrenztem Maße,
- elektrotechnisch unterwiesene Personen (EuP) unter der Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft (zu den Qualifikationsanforderungen an den Prüfer ► Kap. 2.4).

Weiterführende Informationen

Anforderungen an das Erproben bei der

- Erstprüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.11 „Funktionsprüfungen/Erproben“

- wiederkehrenden Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/ Anlagen (nach DIN VDE 0105-100) ► Kap. 1.2.2 „Schritt 2: Messen und Erproben“ Abschnitt „Erproben“
- wiederkehrenden Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1.7 und ► Kap. 1.3.2.7 „Funktionsprüfungen“

Erstprüfung

(oder Erstinbetriebnahmeprüfung)

Jede ► „elektrische Anlage“ muss, bevor sie vom Benutzer in Betrieb genommen wird und (soweit dies sinnvoll und durchführbar ist) während der Errichtung sowie nach Fertigstellung geprüft werden.

Diese sog. Erstprüfung oder Erstinbetriebnahmeprüfung darf gem. DIN VDE 0100-600 nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden, die zur Durchführung von Prüfungen befähigt ist (zu den Qualifikationsanforderungen an den Prüfer ► Kap. 2.4).

In Bezug auf elektrische ► „Arbeitsmittel“ wird in der BetrSichV der Begriff „Prüfung vor der erstmaligen Verwendung“ benutzt (vgl. § 4 Abs. 5 und § 14 Abs. 1).

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Erstprüfung

- ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1 „Erstprüfung“
- von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1 „Inbetriebnahmeprüfung (Erstprüfung) entsprechend DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)“

Fehlerschleifenimpedanz

Eine Fehlerschleife ist eine Schleife, welche die Netzquelle, die Leitungsverdrahtung und den Schutzerde-Rückpfad zur Netzquelle umfasst.

Als Fehlerschleifenimpedanz wird die Summe der Scheinwiderstände (oder Impedanzen) bezeichnet, die in einer Stromschleife auftreten. Dazu gehören konkret die Impedanzen:

- der Stromquelle
- des Außenleiters (von einem Stromquellen-Pol bis zur Stelle, an der gemessen wird)
- der Rückleitung (vom anderen Stromquellen-Pol bis zur Stelle, an der gemessen wird)

Weiterführende Informationen

Messung der Fehlerschleifenimpedanz bei ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.7 „Messung der Fehlerschleifenimpedanz“

Anforderungen an die Überprüfung der Impedanz der Fehlerschleife bei der wiederkehrenden Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1.2 und ► Kap. 1.3.2.2 „Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung“

Fehlerschutz

(oder „Schutz bei indirektem Berühren“)

Diese Vorkehrung zum Schutz gegen elektrischen Schlag dient der Vermeidung bzw. dem Abschalten gefährlicher Spannungen, wenn es aufgrund von Fehlern oder wegen des Versagens des Basisschutzes (► „Basisschutz“) zu einem versehentlichen Berühren unter Spannung stehender leitfähiger Teile kommt.

Der Fehlerschutz bewirkt in diesem Fall, dass der ► „Berührungsstrom“ entweder so niedrig ist, dass eine Gefährdung nicht besteht, oder aber so schnell abgeschaltet wird, dass ein tödliches Herzkammerflimmern mit großer Wahrscheinlichkeit nicht auftreten kann.

Die DIN VDE 0100-410 stellt an den Fehlerschutz bei der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“ folgende Anforderungen:

1. Einsatz von ► „Schutzeinrichtungen“, die im Fall eines Fehlers vernachlässigbarer Impedanz zwischen dem Außenleiter und einem Körper oder einem ► „Schutzleiter“ des Stromkreises oder Betriebsmittels das automatische Abschalten der Stromversorgung zu den Außenleitern innerhalb festgelegter Zeiten bewirken; Schutzeinrichtungen und System sind dabei je nach Art der Erdverbindung (► „TN-System“, ► „TT-System“ oder ► „IT-System“) miteinander zu koordinieren
2. ► „Schutzerdung“ und Herstellen eines Schutzpotentialausgleichs (► „Schutzpotentialausgleich“) über die Haupterdungsschiene (Abschn. 411.3.1 der Norm)
3. ► „Zusätzlicher Schutz“ für Steckdosen für den allgemeinen Gebrauch und Endstromkreise im Außenbereich. Diesbezüglich wird in der Normfassung von Oktober 2018 bei Endstromkreisen zwischen Stromkreisen mit fest angeschlossenen Betriebsmitteln (≤ 32 A) und Stromkreisen mit Steckdosen (≤ 63 A) unterschieden.

Weiterführende Informationen

- Anforderungen an die Prüfung der Wirksamkeit der Fehlerschutzmaßnahmen bei ortsfesten Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.3 „Isolationswiderstandsmessung zur Bestätigung der Wirksamkeit des Schutzes durch Kleinspannung SELV, PELV und Schutztrennung“

- Anforderungen an die Prüfung der Wirksamkeit des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung nach DIN VDE 0100-410 ► Kap. 1.1.2.6 „Prüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“

Fehlerstrom

Als Fehlerstrom wird der Strom bezeichnet, welcher durch Isolationsfehler oder fehlerhafte Beschaltungen entsteht.

Fehlerstromschutz

Der Fehlerstromschutz dient der Trennung des damit überwachten Stromkreises vom Stromnetz im Fall des Auftretens eines unzulässig hohen Fehlerstroms (► „Fehlerstrom“) oder bei der Überschreitung eines bestimmten Differenzstroms (► „Differenzstrom“).

Im Normalbetrieb sind hin- und rückfließende Ströme gleich. Treten Differenzen auf oder fließt Strom auf dem ► „Schutzleiter“, geht der Fehlerstromschutz von einem Fehler im Stromkreis aus und schaltet ab.

Da der Fehlerstromschutz keinen Überstromschutz enthält, wird zusätzlich die Anwendung einer Überstrom-Schutzeinrichtung (► „Überstrom-Schutzeinrichtungen“) vorgeschrieben. Geräte, die beide Schutzarten kombinieren, werden als FI/LS-Schalter

bezeichnet. Häufig werden aber Fehlerstrom- und Überstromschutz getrennt ausgeführt, hauptsächlich im Hausanschluss bzw. in der Unterverteilung.

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen dienen dem Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen und werden der Kategorie des Zusatzschutzes (► „Zusätzlicher Schutz“) zugeordnet. Als alleiniger Schutz sind sie entsprechend unzulässig und dürfen somit nur zusammen mit anderen ► „Schutzmaßnahmen“ (► „Basisschutz“ oder ► „Fehlerschutz“) angewandt werden.

In der Vergangenheit wurde in Deutschland noch zwischen netzspannungsunabhängigen Geräten (den sog. Fehlerstromschutz- oder FI-Schaltern) und netzspannungsabhängigen Geräten (den sog. Differenzstrom- oder DI-Schaltern) unterschieden. Unter dem Einfluss der IEC- und EN-Normen, in denen diese Unterscheidung nicht üblich ist, wurde diese Differenzierung inzwischen aufgegeben. Entsprechend tritt mittlerweile in den Errichtungsbestimmungen für elektrische Anlagen (► „Elektrische Anlage“) einheitlich der übergeordnete Begriff ► „RCD“ (aus dem Engl. *Residual Current operated Device*) auf.

Die Schutzwirkung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen beruht auf nachfolgendem Funktionsprinzip: Durch Auftreten eines Differenzstroms (und genauer, durch die Höhe des Nennfehlerstroms) wird in der Sekundärwicklung des Fehlerstrom-Schutzschalters eine Spannung induziert, die einen allpo-

ligen Abschaltvorgang ablöst. Schon bei Überschreitung eines Bemessungsstroms von (meist) 30 mA reagieren die Fehlerstrom-Schutzschalter mit einer Ausschaltzeit von 20 bis 40 ms. Die tatsächliche Abschaltzeit kann aber noch kürzer sein, da sie von dem Stromanstieg pro Zeiteinheit und dem Auslösestrom abhängt. Im Handel sind Fehlerstrom-Schutzschalter mit Nennfehlerströmen von 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA und 1.000 mA üblich. Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit Nennfehlerströmen bis 30 mA dienen dem Personenschutz, während Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit höheren Nennfehlerströmen dem Schutz vor Bränden dienen.

Erforderlich sind Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen z. B.

- bei Anlagen, die:
  a) nicht die Anforderungen der DIN VDE 0100-410 erfüllen (z. B. Altanlagen ohne Schutzmaßnahmen gegen indirektes Berühren) oder
  b) nicht überwacht werden oder
  c) gem. der Gruppe 700 der DIN VDE 0100 („Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art“) besonders gefährdet sind, wie z. B. Laborräume, Schulen und Ausbildungsstätten, landwirtschaftliche und gartenbauliche Anlagen, Schwimmbäder, medizinisch genutzte sowie feuergefährdete Betriebsstätten
- bei Nutzung nicht klassifizierter ► „Arbeitsmittel“ oder wenn unklar ist, ob mit mangelnder Sorgfalt im Umgang mit den zu nutzenden Arbeitsmitteln zu rechnen ist
- bei der Neuinstallation von Steckdosen, für die ein Zusatzschutz verlangt wird

Üblicherweise werden Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen fest in den Stromverteilern installiert. Zur Gewährleistung der Schutzfunktion bei sonst nicht geschützten Anlagen und Leitungen ist es aber mittlerweile auch möglich, sie in Steckdosen/-leisten oder Kabelboxen zu integrieren.

Weiterhin sind mobile Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (PRCDs) erhältlich, welche in die Zuleitungen mobiler Verbraucher integriert werden.

Für Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen gelten die Empfehlungen für Prüffristen und Prüfarten gem. den ► „Durchführungsanweisungen“ zu § 5 der DGUV Vorschrift 3 bzw. 4 (► Kap. 2.3.4 „Prüffristen“).

Ebenfalls ist die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme zu prüfen.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Prüfung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen bei

- ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.6 „Prüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“
- Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1.2 und ► Kap. 1.3.2.2 „Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung“

FELV

(aus dem Engl. *Functional Extra Low Voltage*)

Alternative Bezeichnung für ► „Funktionskleinspannung“ ohne sichere Trennung

Fremdes leitfähiges Teil

Als solches definiert die DIN EN 60204-1 leitfähige, nicht zu einer elektrischen Anlage gehörige Teile, über die dennoch ein elektrisches Potential (im Allgemeinen das einer lokalen Erde) eingeführt werden kann.

Funktionserdung

Die Funktionserdung hat die Aufgabe, den störungsfreien Betrieb der elektrischen ► „Arbeitsmittel“ zu gewährleisten.

Sie ermöglicht bspw. das Ableiten von Störströmen und hochfrequenten Strömen, das Erden von Prüfadaptern und Festlegen von gemeinsamen Bezugspotentialen zwischen elektrischen Einrichtungen und Geräten sowie den EMV-gerechten Aufbau einer Anlage.

Zur Vermeidung von Störsignalen, die über elektrische Störfelder empfangen werden, werden metallene Gehäuse miteinander und mit dem Erdpotential verbunden.

Funktionskleinspannung

Die Funktionskleinspannung ist eine Unterart der ► „Schutzkleinspannung“ und dient genauso wie diese dem Schutz gegen elektrischen Schlag sowohl bei direktem als auch bei indirektem Berühren, da aufgrund der geringen Spannungshöhe keine gefährlichen Körperströme auftreten können.

Eingesetzt wird sie,

- wenn eine sichere Trennung wie bei der Schutzkleinspannung nicht hergestellt werden kann oder sonstige an die Schutzkleinspannung gestellte Forderungen nicht erfüllt werden,
- bei Arbeitsmitteln (► „Arbeitsmittel“),
  die aus Funktionsgründen eine ► „Erdung“ erfordern oder deren Isolierung gegenüber den Stromkreisen höherer Spannung nicht den für die Schutzkleinspannung erforderlichen Bedingungen entspricht und die dementsprechend nicht sicher getrennt sind.

Im Unterschied zur Schutzkleinspannung ist bei der Funktionskleinspannung eine Erdung der Körper oder aktiven Teile von Betriebsmitteln des Sekundärstromkreises möglich.

Je nachdem, ob eine sichere Trennung wie bei der Schutzkleinspannung hergestellt werden kann oder nicht, wird zwischen Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung (der sog. ► „PELV“ vom Engl. *Protective Extra Low Voltage*) und Funktionskleinspannung ohne sichere Trennung (der sog. ► „FELV“ vom Engl. *Functional Extra Low Voltage*) unterschieden.

Anwendung findet die Funktionskleinspannung z. B. bei Messstrom-, Steuerstromkreisen, Fernmeldeanlagen, Steuerungen von Maschinen (► „Maschine“).

Zum Schutz gegen direktes Berühren ist bei ihrem Einsatz die Isolierung oder das Abdecken bzw. Umhüllen der aktiven Teile sicherzustellen.

Funktionspotentialausgleich

Der Funktionspotentialausgleich ist ein ► „Potentialausgleich“, der keine Schutzfunktion hat. Er ist ein aus betrieblichen Gründen notwendiger Potentialausgleich, z. B. um elektrische Anlagen (► „Elektrische Anlage“) elektromagnetisch verträglich (EMV) zu machen oder die Funktion von elektrischen Arbeitsmitteln (► „Arbeitsmittel“) und von Blitzschutzmaßnahmen zu gewährleisten.

Funktionsprüfung

Die Funktionsprüfung ist Teil des Erprobens (► „Erproben“). Hierdurch wird geprüft, ob ein elektrisches ► „Arbeitsmittel“ für seinen bestimmungsgemäßen Gebrauch funktionsfähig ist. Durch die Funktionsprüfung können Fehler erkannt werden, die mit messtechnischen Mitteln zumeist nicht erfasst werden können (z. B. Vibrationen, Erwärmung, Gerüche usw.). Die Funktionsprüfung umfasst auch die Prüfung von ► „Schutzeinrichtungen“, wie z. B. Not-Aus-Einrichtungen, thermische Überlastsicherungen etc.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Funktionsprüfung bei

- ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.11 „Funktionsprüfungen/ Erproben“
- der wiederkehrenden Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1.7 und ► Kap. 1.3.2.7 „Funktionsprüfungen“

Gerät

Um die Diskrepanz zwischen den Begriffen „Arbeitsmittel“ (BetrSichV) und „Betriebsmittel“ (DGUV Vorschrift 3 bzw. 4) zu lösen, wird in diesem Werk überwiegend der Begriff „Gerät“ für den zu überprüfenden Gegenstand verwendet.

Geräteprüfung

Wie beim Begriff ► „Arbeitsmittel“ bereits beschrieben, gelten die Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung zur Prüfung auch für elektrische Geräte.

Die Normung für die Prüfung unterscheidet die Anforderungen an die Hersteller mit den jeweiligen Produktnormen, sowie die Anforderungen an die Betreiber mit der Norm DIN VDE 0701-0702 für die Prüfung nach Instandsetzung / Änderung und Wiederkehrende Prüfung.

Hinweis

Zum 01.02.2021 wurde für die Prüfung nach Reparatur (anstatt Instandsetzung / Änderung) die DIN EN 50678 (VDE 0701) gültig. Die DIN VDE 0701-0702 kann für diese Zwecke noch mit einer Übergangsfrist bis zum 16.12.2022 angewendet werden.

Zum 01.06.2021 wurde für die Wiederholungsprüfung die DIN EN 50699 (VDE 0702) gültig. Die DIN VDE 0701-0702 kann für diese Zwecke noch mit einer Übergangsfrist bis zum 21.09.2023 angewendet werden.

Grenzwerte

Die in elektrotechnischen Prüfnormen enthaltenen Grenzwerte geben Auskunft darüber, welche Werte nicht über- bzw. unter-

schritten werden dürfen, um ein Prüfobjekt als „sicher“ beurteilen zu können. Die Festlegung allgemeingültiger Grenzwerte wird allerdings in Zeiten immer vielfältiger werdender neuer Technologien und Bauformen zunehmend schwieriger. Normen lassen deshalb inzwischen auch abweichende Werte aufgrund von Herstellerangaben oder eigenen Prüferfahrungen zu.

Die Einhaltung der Grenzwerte innerhalb einer ► „Prüfung“ muss zudem nicht bedeuten, dass das geprüfte Gerät bzw. die geprüfte Anlage in Ordnung ist. Die Annäherung an die jeweils festgelegten Grenzwerte deutet i. d. R. bereits auf einen sich anbahnenden Mangel (► „Mängel“) hin.

Inbetriebnahmeprüfung

Siehe ► „Erstprüfung“

Inspektion

Gemäß der Definition der TRBS 1112 umfasst eine Inspektion Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes (► „Istzustand“) eines Arbeitsmittels, einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung oder Schädigung und der Ableitung der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung.

Instandhaltung

Als Instandhaltung definiert die TRBS 1112 „die Gesamtheit aller Maßnahmen zur Erhaltung des sicheren Zustands oder der Rückführung in diesen“. Nach § 2 Absatz 7 BetrSichV umfasst Instandhaltung somit insbesondere ► „Inspektion“, ► „Wartung“ und ► „Instandsetzung“.

§ 10 BetrSichV regelt, dass der Arbeitgeber Instandhaltungsmaßnahmen zu treffen hat, damit die ► „Arbeitsmittel“ während der gesamten Verwendungsdauer den für sie geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen entsprechen und in einem sicheren Zustand erhalten werden. Es wird darauf verwiesen, dass Instandhaltungsmaßnahmen nur von fachkundigen, beauftragten und unterwiesenen Beschäftigten oder von sonstigen, für die Durchführung der Instandhaltungsarbeiten geeigneten Auftragnehmern mit vergleichbarer Qualifikation durchgeführt werden dürfen (im Fall der elektrischen Anlagen kann dies nur die Elektrofachkraft sein).

Instandsetzung

Die TRGS 1112 versteht hierunter die Maßnahmen zur Rückführung eines Arbeitsmittels in den ► „Sollzustand“, z. B. Austausch von abgenutzten oder defekten Teilen gegen vorgegebene Ersatzteile. Vorgegebene Ersatzteile sind insbesondere diejenigen, die den Herstellerspezifikationen entsprechen. In der aktuellen Normung für die Prüfung elektrischer Geräte wird

anstelle des Begriffs „Instandsetzung“ der Begriff „Reparatur“ verwendet (VDE 0701).

Isolationswiderstand

Der Isolationswiderstand gibt Auskunft über die Qualität der galvanischen Trennung zwischen den aktiven Leitern untereinander sowie gegen den ► „Schutzleiter“. Ist der Isolationswiderstand (z. B. aufgrund von Alterung, Verschmutzung oder Isolationsfehlern) zu gering, kann es zu gefährlichen Berührungsspannungen oder durch Fehlerströme (► „Fehlerstrom“) zu Bränden in der Anlage kommen.

Weiterführende Informationen

Messung des Isolationswiderstands bei der

- Erstprüfung von ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.2 „Messung des Isolationswiderstands“
- wiederkehrenden Prüfung von ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0105-100) ► Kap. 1.2.2 „Schritt 2: Messen und Erproben“, Abschnitt „Isolationswiderstandsmessung“
- wiederkehrenden Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1.3 und ► Kap. 1.3.2.3 „Isolationswiderstandsprüfungen“

Istzustand

Der Istzustand ist der tatsächlich gegebene momentane Zustand. Die Bewertung der Abweichung des Istzustands vom angestrebten (sicheren) ► „Sollzustand“ gibt Aufschluss darüber, ob ein Mangel (► „Mängel“) vorliegt. Dies kann entweder zur sofortigen Stilllegung der Anlage bzw. des Arbeitsmittels (► „Arbeitsmittel“) oder zur Ableitung von ► „Schutzmaßnahmen“ für den eingeschränkten Weiterbetrieb bis zur Mängelbeseitigung führen.

IT-System

Das IT-System ist eine bestimmte Art der Realisierung eines Niederspannungsnetzes zur elektrischen Stromversorgung.

Das IT-System hat keine direkte Verbindung zwischen den aktiven Leitern und den geerdeten Teilen (PE). Die Körper der elektrischen Anlage (► „Elektrische Anlage“) sind geerdet. Diese Trennung wird durch einen Trenntransformator oder durch eine unabhängige Stromquelle erreicht.

Weiterführende Informationen

Zur Prüfung ortfester elektrischer Geräte/Anlagen im IT-System nach DIN VDE 0100-600 ► Kap. 1.1.2.6 „Prüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“, Abschnitt „Prüfung im IT-System“

Kleinspannung

Darunter werden solche Spannungen verstanden, die weniger als 50 V AC bzw. 120 V DC betragen und selbst bei Berührung nicht lebensbedrohlich sind.

Die ► „Grenzwerte“ für Kleinspannungen sind in der IEC 61140 und VDE 0100 festgelegt, die für bestimmte Bereiche, wie z. B. landwirtschaftliche Betriebe mit Tierhaltung oder elektrisch betriebenes Spielzeug sogar niedrigere zulässige Betriebsspannungen (25 V) vorschreiben.

Bei Kleinspannung wird noch zwischen ► „Schutzkleinspannung“ (► „SELV“), ► „Funktionskleinspannung“ (► „FELV“) und Schützender Kleinspannung bzw. Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung (► „PELV“) unterschieden.

Weiterführende Informationen

Anforderung an die Prüfung des Schutzes durch Kleinspannung bei der Erstprüfung von ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.3 „Isolationswiderstandsmessung zur Bestätigung der Wirksamkeit des Schutzes durch Kleinspannung SELV, PELV und Schutztrennung“

Kontrolle

Neben den Begriff ► „Prüfung“ wird in der TRBS 1201 auch die Kontrolle eines Arbeitsmittels (► „Arbeitsmittel“) gemäß § 4 Absatz 5 BetrSichV näher definiert. Gegenüber Prüfungen können Kontrollen auch ohne bzw. mit einfachen Hilfsmitteln erfolgen. Durch Kontrollen werden Schutz- und Sicherheitseinrichtungen auf ihre Funktionsfähigkeit sowie Arbeitsmittel auf offensichtliche ► „Mängel“, die ihre sichere Verwendung beeinträchtigen können (z. B. nicht-ordnungsgemäße Befestigung, nicht-ordnungsgemäßer Zustand, fehlende Wirkung von ► „Schutzmaßnahmen“), regelmäßig überprüft. Ebenso wie für Prüfungen sind auch für Kontrollen Art und Umfang der erforderlichen Kontrollen sind im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln. Die Kontrollen dürfen gem. Abschnitt 6.4 der TRBS 1201 auch im Rahmen von Instandhaltungsmaßnahmen oder von regelmäßigen Prüfungen des Arbeitsmittels durchgeführt werden.

Leiterwiderstandsbeläge

Der Leiterwiderstandsbelag oder Widerstandsbelag R' ist der ohmsche Widerstand R einer elektrischen Leitung, bezogen auf ihre Länge l ($R' = R/l$).

Der Widerstand R für einen Einzelleiter mit einem spezifischen Widerstand ρ und einem Querschnitt A errechnet sich nach der Formel $R = \rho * l/A$.

Die Einheit des Widerstandsbelags ist Ohm pro Meter.

Mängel

Bei der ► „Prüfung“ werden unter Mängel meistens Abweichungen von den Bestimmungen der jeweils einschlägigen Normen bezeichnet, infolge derer Gefährdungen für Menschen, Nutztiere oder Wertgegenstände entstehen können.

Bei sicherheitsrelevanten Bauteilen oder ► „Schutzeinrichtungen“ liegt ein Mangel vor, wenn Sicherheitsfunktionen nicht mehr oder nur unvollständig ausgeführt werden.

Je nach Schwere des daraus resultierenden Unfallrisikos wird zwischen schwerwiegenden Mängeln (die jederzeit zu einem Unfall mit schweren Gesundheitsschäden führen können) und geringfügigen Mängeln (mit geringem Unfallrisiko) unterschieden.

Ist beim Vorhandensein von geringfügigen Mängeln das Weiterbetreiben einer Anlage für einen begrenzten Zeitraum zulässig (unter der Voraussetzung, dass zusätzliche organisatorische Maßnahmen angewandt werden und der Mangel innerhalb dieses Zeitraums beseitigt werden kann), so stellt ein schwerwiegender Mangel Gefahr im Verzug dar und macht es erforderlich, die Anlage sofort stillzulegen.

Stellt der Prüfer einen Mangel fest und empfiehlt er dem Betreiber der Maschine dessen Beseitigung, so sollte er ihm auch Hinweise zur Dringlichkeit geben, so z. B. „sofort“ (= bei erkennbarer unmittelbarer Gefährdung), „unverzüglich“, „demnächst“ (= falls keine unmittelbare Gefährdung vom Mangel ausgeht).

Seine Empfehlung, den Mangel zu beseitigen, eine kurze Begründung dafür und Hinweise auf die Dringlichkeit der Beseitigung sollte der Prüfer schriftlich an den Betreiber weitergeben (am besten in seinem ► „Prüfbericht“ dokumentiert) und vom Betreiber bestätigen lassen.

Maschine

Der Begriff „Maschine“ gilt gem. DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) als Oberbegriff für alle

- mit- und untereinander verbundenen Teile bzw. Baugruppen (davon muss mind. eines beweglich sein) und
- entsprechenden Maschinen-Antriebselementen, Steuer- und Energiekreisen,

welche insbesondere zur Verarbeitung, Behandlung, Fortbewegung oder Verpackung eines Materials oder sonstigen bestimmten Anwendung als Einheit zusammengefügt sind.

Der Begriff „Maschine“ kann laut besagter Norm aber auch eine Gruppierung verschiedener Maschinen umfassen/mit einschließen, sofern diese zur Erreichung eines gleichen Ziels so angeordnet und gesteuert werden, dass sie als einheitliches Ganzes funktionieren.

Wie im Anwendungsbereich der DIN EN 60204-1 erläutert wird, regelt diese Norm die „Anwendung von elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Ausrüstung und Systemen für Maschinen, die während des Arbeitens nicht von

Hand getragen werden, einschließlich einer Gruppe von Maschinen, die abgestimmt zusammenarbeiten.“

Die „Maschine“ beginnt demnach an der Netzanschlussstelle ihrer elektrischen und/oder elektronischen Ausrüstung.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die wiederkehrende Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3 „Wiederkehrende Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen“

Messen

Bei der Messung bzw. beim Messen werden mithilfe von Messgeräten/Messtechnik elektrische und andere physikalische Werte (Druck, Temperatur u. a.) sowie Messergebnisse erlangt, die zur ► „Prüfung“ eines Arbeitsmittels (► „Arbeitsmittel“) oder einer Anlage unerlässlich sind. Die Bewertung der Messergebnisse bzw. der Vergleich der gemessenen Werte mit vorgeschriebenen Werten (► „Grenzwerte“) führt zum Ergebnis der Prüfung.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an das Messen bei der

- Erstprüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2 „Schritt 2: Messen und Erproben“
- wiederkehrenden Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0105-100) ► Kap. 1.2.2 „Schritt 2: Messen und Erproben“

Netzrückwirkungen

Unter Netzrückwirkung wird die Beeinflussung durch elektrische ► „Betriebsmittel“ (bspw. durch Schaltvorgänge) verstanden, die sich ggf. auf die Stabilität des Stromnetzes auswirken. Solche Netzrückwirkungen können u. a. zu ► „Oberschwingungen“ führen, die wiederum bei der Dimensionierung von Netzen, Betriebsmitteln und der Festlegung von Maßnahmen zu deren Schutz zu berücksichtigen sind.

Zur Ermittlung von Netzrückwirkungen und deren Einfluss auf die Betriebsmittel werden sog. Netzanalysen durchgeführt, die Teil der in DIN VDE 0105-100 geforderten „wiederkehrenden Prüfungen sonstiger Art“ und der ► „Instandhaltung“ bzw. vorbeugenden Instandhaltung sein können. Die entsprechenden Netzanalysegeräte sind heute teilweise schon in die VDE-Prüfgeräte integriert.

Nicht-prüfpflichtige Änderung

Nicht-prüfpflichtige Änderungen sind gemäß TRBS 1201 insbesondere Maßnahmen, die

- der ► „Wartung“ des Arbeitsmittels (► „Arbeitsmittel“) dienen (siehe auch TRBS 1112) oder
- der ► „Instandhaltung“ des Arbeitsmittels dienen, wenn dabei nur Teile durch identische bzw. baugleiche Teile ausgetauscht werden, welche gegenüber den Originalbauteilen identische Sicherheits- und Betriebsparameter aufweisen.

Weiterführende Informationen

Prüfpflicht bei ortsfesten elektrischen Arbeitsmitteln/Anlagen gem. § 14 BetrSichV und TRBS 1201 ► Kap. 2.3.2 „Prüfart“

Nichtlineare Verbraucher

Verbraucher, deren Stromaufnahme nicht linear der anliegenden Spannung entspricht. Typische nichtlineare Verbraucher sind elektronische Vorschaltgeräte, Schaltnetzteile und Frequenzumformer. Durch die Stromaufnahme nichtlinearer Verbraucher wird mit den Netzimpedanzen eine Spannung erzeugt, welche die Form der anliegenden Netzspannung verändern kann. Auch die Grundfrequenz der anliegenden Netzspannung kann ggf. durch andere Frequenzen (Oberwellen) überlagert werden (► „Netzrückwirkungen“; ► Kap. 1.2.4).

Niederohmmessung

Andere Bezeichnung für Messung der Durchgängigkeit der Leiter (bzw. Schutzleiterstrommessung oder Schutzleiterwiderstandsmessung).

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Messung der Durchgängigkeit der Leiter bei ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.1 „Messung der Durchgängigkeit der Leiter“

Ordnungsgemäßer Zustand

In ihrer aktuellen Fassung (Stand: Oktober 2015) definiert DIN VDE 0105-100 genauer, was unter dem „ordnungsgemäßen Zustand“ einer Anlage zu verstehen ist.

Demnach muss die Anlage folgende Kriterien erfüllen:

- Sie stimmt mit den zum Zeitpunkt ihrer Errichtung gültigen Errichtungsnormen überein oder – alternativ – sie entspricht den zum Zeitpunkt der wiederkehrenden Prüfung (► „Wiederkehrende Prüfung“) geltenden Errichternormen.
- Bei wiederkehrenden Prüfungen sind keine sicherheitsrelevanten ► „Mängel“ (z. B. aufgrund von Alterung und Abnutzung) festzustellen.

- Sie wurde und wird an ggf. zwischenzeitlich geänderte Umgebungs- und Betriebsbedingungen entsprechend angepasst.

Oberschwingungen

Schwingungen oberhalb der Grundschwingung (50 Hz), die ein ganzzahliges Vielfaches dieser Grundschwingung sind und diese überlagern, werden als Oberschwingungen oder Oberwellen bezeichnet. In der Technik ist deshalb auch die Bezeichnung „Harmonische“ üblich.

Ordnungsprüfungen

Gemäß der TRBS 1201 sind Prüfarten je nach Methode und Verfahren in Ordnungsprüfungen und ► „technische Prüfungen“ zu unterscheiden.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Prüfart gemäß TRBS 1201 ► Kap. 2.3.2 „Prüfart“

Ortsfeste elektrische Arbeitsmittel

Als ortsfest gelten elektrische ► „Arbeitsmittel“, die

- während ihres Betriebs nicht leicht bewegt und nicht in der Hand gehalten werden. Dies trifft z. B. sowohl auf solche Arbeitsmittel zu, die fest mit ihrer Umgebung verbunden sind (wie Durchlauferhitzer, Ständerbohrmaschinen etc.), als auch auf solche, deren Masse so groß ist, dass sie nicht leicht bewegt werden können (z. B. Kühlschränke, Waschmaschinen etc.).
- über keine Tragevorrichtungen verfügen.

Auch vorübergehend befestigte elektrische Arbeitsmittel, wie z. B. temporär angebrachte Scheinwerfer, können ggf. als ortsfest gelten, sofern sich die Befestigungsschrauben nicht per Hand, sondern nur unter Zuhilfenahme von Werkzeugen lösen lassen.

Aus organisatorischen Gründen werden oftmals ortsfeste elektrische Arbeitsmittel im gleichen Prüfintervall wie die ortsveränderlichen Arbeitsmittel (► „Ortsveränderliche elektrische Arbeitsmittel“) mitgeprüft. Auch sind viele Arbeitsmittel weder eindeutig als ortsfest noch als ortsveränderlich einzuordnen, da sie Kriterien beider Gruppen erfüllen (z. B. Computer und ihre Peripheriegeräte, deren Anschlussleitungen fest verlegt sind). Für solche Fälle sind deshalb insbesondere den elektrotechnisch unterwiesenen Personen (► Kap. 2.4.5), die aufgrund fehlender Ausbildung und Erfahrung diese Entscheidungen selbst nicht treffen können, geeignete Informationen (z. B. in Form von

Prüfanweisungen) durch die befähigte Person (► Kap. 2.4.1) an die Hand zu geben.

Weiterführende Informationen

Prüfablauf für ortsfeste elektrische Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600 und 0105-100) ► Kap. 1 „Prüfablauf“

Ortsveränderliche elektrische Arbeitsmittel

Ortsveränderliche elektrische ► „Arbeitsmittel“ sind solche, die während ihres Betriebs bewegt oder leicht von einem Platz zum anderen gebracht werden können, während sie an den Versorgungsstromkreis angeschlossen sind (z. B. elektrische Handwerkzeuge oder handgeführte Haushaltsgeräte, elektrische Anschluss- und Verlängerungsleitungen etc.).

Siehe auch ► „Betriebsmittel“

PELV

(aus dem Engl. *Protective Extra Low Voltage*)

Alternative Bezeichnung für ► „Funktionskleinspannung“ mit sicherer Trennung

Potentialausgleich

Unter Potentialausgleich werden alle Maßnahmen verstanden, die dazu dienen, elektrische Potentialunterschiede (Spannungen) zwischen den berührbaren Körpern elektrischer ► „Arbeitsmittel“, der Erde und fremden leitfähigen Teilen (► „Fremdes leitfähiges Teil“) zu beseitigen und somit den Schutz vor elektrischem Schlag zu gewährleisten.

Siehe auch ► „Schutzpotentialausgleich“, ► „Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich“, ► „Funktionspotentialausgleich“

Potentialausgleichsleiter

Der Potentialausgleichsleiter ist ein Leiter, der die durchgehende elektrische Verbindung aller leitfähigen Teile zum Zwecke des Potentialausgleichs (► „Potentialausgleich“) ermöglicht.

Prüfablauf

Durch die Einhaltung der in den Prüfnormen beschriebenen Prüfabläufe soll gewährleistet werden, dass Prüfverfahren mit anliegender Netzspannung erst angewendet werden, wenn ► „elektrische Gefährdungen“ durch vorhergehende Prüfverfahren deutlich minimiert wurden.

Deshalb sind im Allgemeinen als erstes Sichtprüfungen durchzuführen. Diese sind dann durch weitere Messungen zu ergänzen, die kein Unter-Spannung-Setzen der Anlagen oder Maschinen (► „Maschine“), wie z. B. Schutzleiter- und ggf. Isolationswiderstandsmessungen, erfordern.

Weiterführende Informationen

Prüfablauf für die

- Erstprüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1 „Erstprüfung“
- wiederkehrende Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0105-100) ► Kap. 1.2 „Wiederkehrende Prüfung“
- wiederkehrende Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3 „Wiederkehrende Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen“

Prüfaufzeichnungen

Gemäß § 14 Abs. 7 BetrSichV hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass die Ergebnisse der Prüfungen nach § 14 Abs. 1-4 aufgezeichnet und mindestens bis zur nächsten Prüfung aufbewahrt werden.

Die TRBS 1201 präzisiert im Abschnitt 8.3, dass die Aufzeichnungen mindestens folgende Angaben enthalten müssen:

- Art, Umfang und Ergebnis der Prüfung

- Anlass der Prüfung, z. B. Prüfung vor erstmaliger Verwendung, wiederkehrende Prüfung, Prüfung nach prüfpflichtiger Änderung

Prüfbericht

Nach Beendigung der ► „Prüfung“ einer neuen, erweiterten, geänderten oder bestehenden Anlage, ► „Maschine“ bzw. eines Geräts muss ein Prüfbericht erstellt werden, der den Umfang und die Ergebnisse aus dem ► „Besichtigen“, ► „Messen“ und ► „Erproben“ dokumentiert.

Durch den Umfang und die Komplexität elektrischer Anlagen (► „Elektrische Anlage“) werden einfache Prüfprotokolle den Anforderungen nach einer ordnungsgemäßen Prüfdokumentation oft nicht mehr gerecht. In diesen Fällen empfiehlt es sich, die Prüfprotokolle zusammen mit einem Mangelbericht und Empfehlungen zum weiteren Betrieb sowie ggf. weiteren im Zusammenhang mit der Prüfung stehenden Unterlagen zu einem Prüfbericht zusammenzufassen.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an den Prüfbericht bei der

- Erstprüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.3 „Schritt 3: Dokumentation/Erstellen eines Prüfberichts“

- wiederkehrenden Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/ Anlagen (nach DIN VDE 0105-100) ► Kap. 1.2.5 „Schritt 4: Dokumentation/Erstellen eines Prüfberichts“
- wiederkehrenden Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.2.8 „Dokumentation/Erstellen eines Prüfberichts für die wiederkehrende Prüfung“

Prüffrist

Sowohl die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) als auch die DGUV Vorschrift 3 bzw. 4 „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ fordern regelmäßige Prüfungen zum Nachweis des Erhalts des sicheren Zustands elektrischer Anlagen (► „Elektrische Anlage“) und ► „Arbeitsmittel“. Die Fristen dieser Prüfungen sind so zu bemessen, dass zwischen zwei Prüfungen von einem sicheren Betrieb auszugehen ist. Die DGUV Vorschrift 3 bzw. 4 enthalten Prüffristenempfehlungen für „normale“ Betriebs- und Nutzungsbedingungen. Von diesen Empfehlungen kann jedoch abgewichen werden, wenn andere, z. B. anhand einer Gefährdungsbeurteilung oder aufgrund betrieblicher Erfahrungswerte ermittelte Fristen vorliegen, die sich zumeist in einer entsprechend geringen Fehlerquote widerspiegeln.

Neben diesen anpassbaren Prüffristen können ferner aufgrund anderer anzuwendender Rechtsgrundlagen (z. B. Vertragsbedingungen der Sachversicherungsträger, Bauordnungsrecht etc.) festgelegte Prüffristen zu berücksichtigen sein.

Für die Festlegung von Prüffristen sind gemäß der TRBS 1201 folgende Kriterien relevant:

- Einsatzbedingungen, unter denen das Arbeitsmittel verwendet wird (z. B. Art der Benutzung/Beanspruchung, Häufigkeit und Dauer der Benutzung, Qualifikation der Beschäftigten usw.)
- Herstellerhinweis entsprechend der Betriebsanleitung
- Schädigungsmechanismen und Erfahrungen mit einem eventuellen Ausfallverhalten des Arbeitsmittels
- Unfallgeschehen oder Häufung von Mängeln an vergleichbaren Arbeitsmitteln

Weiterführende Informationen

Prüffristen für die

- wiederkehrende Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0105-100) ► Kap. 2.3.4 „Prüffristen“
- wiederkehrende Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.2.9 „Prüffristen wiederkehrender Prüfungen von Maschinen“

Prüfpflichtige Änderung

Als „prüfpflichtige Änderung“ im Sinne des §10 Abs. 9 BetrSichV ist gemäß der TRBS 1201 jede Maßnahme zu verstehen, durch welche die Sicherheit eines Arbeitsmittels (► „Arbeitsmittel“) beeinflusst wird. Konkretisiert wird dieser Begriff durch die TRBS 1201.

Weiterführende Informationen

Prüfpflicht gemäß § 14 BetrSichV und Definition von prüfpflichtiger bzw. nicht- prüfpflichtiger Änderung nach TRBS 1201
► Kap. 2.3.1 „Prüfpflicht“

Prüfstrom

Als Prüfstrom wird der Strom bezeichnet, der während einer ► „Prüfung“ vom Messgerät erzeugt wird oder in der Messschaltung fließt. Für genannte Ströme schreiben die Geräte- und/oder Prüfnormen je nach Prüfverfahren und -methode entsprechende Richt- und ► „Grenzwerte“ vor.

Prüfung

Als „Prüfung“ wird der Nachweis bezeichnet, dass eine ► „elektrische Anlage“ oder ► „Maschine“ den Errichtungsnormen und den Sicherheitsvorschriften entspricht.

Gemäß der TRBS 1201 umfasst die Prüfung eines Arbeitsmittels

- die Ermittlung des Istzustandes (► „Istzustand“),
- den Vergleich des Istzustandes mit dem ► „Sollzustand“ sowie
- die Bewertung der Abweichung des Istzustandes vom Sollzustand.

Ihre Durchführung und die erzielten Ergebnisse sind gemäß § 14 Absatz 7 oder § 17 BetrSichV zu dokumentieren.

In der DIN VDE-Reihe 0100 (und hierbei insbesondere in DIN VDE 0105-100) wird die vorgenannte Definition präzisiert. Demnach umfasst die Prüfung alle Maßnahmen, die der Überprüfung dienen, ob eine elektrische Anlage tatsächlich alle Normanforderungen erfüllt und eine korrekte Funktion gewährleistet. Als Bestandteil der Prüfung zählen demnach das ► „Besichtigen“, ► „Messen“ und ► „Erproben“, aber auch die Erstellung eines Prüfberichts (► „Prüfbericht“), der die Durchführung der Maßnahmen und erzielten Ergebnisse dokumentiert.

Weiterführende Informationen

Art und Umfang erforderlicher Prüfungen nach TRBS 1201 ► Kap. 2.3.2 „Prüfart“ und ► Kap. 2.3.3 „Prüfumfang“

RCD

(aus dem Engl. *Residual Current Device*)

Siehe auch ► „Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen“

Rechtsdrehfeld

Siehe ► „Drehfeldprüfung“

Schleifenimpedanz

Die Summe aller Impedanzen eines geschlossenen elektrischen Stromkreises, der

- bei einem Isolationsfehler in einem elektrischen Betriebsmittel und
- bei Körperschluss

vom ► „Fehlerstrom“ durchflossen wird, wird als Schleifenimpedanz (oder aus genanntem Grund auch ► „Fehlerschleifenimpedanz“) genannt.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Schleifenimpedanzmessung bei ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.7 „Messung der Fehlerschleifenimpedanz“

Schutzeinrichtungen

Die TRBS 1201 definiert als Schutzeinrichtung eine Einrichtung (konkreter: eine technische Maßnahme) zur Verhinderung von Gefährdungen bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (► „Arbeitsmittel“). Die Funktionsfähigkeit von Schutz- und Sicherheitseinrichtungen ist nach der aktualisierten TRBS 1201 durch regelmäßige Kontrollen sicherzustellen. Die ► „Kontrolle“ kann auch durch automatische Überwachungseinrichtungen erfolgen

und darf im Rahmen von Instandhaltungsmaßnahmen oder von regelmäßigen Prüfungen des Arbeitsmittels durgeführt werden.

Wenn das Auslösen der Schutz- und Sicherheitseinrichtungen

- zu ihrem Außerkraftsetzen bzw. zu einer Unterbrechung der weiteren Verwendung des Arbeitsmittels führen würde oder
- nur durch das Herbeiführen eines unzulässigen Betriebszustands erfolgen kann,

ist gemäß TRBS 1201 Abschn. 5.3 Abs. 3 zu kontrollieren, ob die Einbaubedingungen weiter eingehalten sind und die Schutz- und Sicherheitseinrichtungen in dem im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Zustand sind.

Die ► „Prüfung“ von Schutzeinrichtungen ist außerdem Teil des Erprobens (► „Erproben“).

Prüfpflichtige Schutzeinrichtungen sind z. B. Überstromschutzorgane, Unterspannungsauslöser, ► „Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen“, Not-Aus-Einrichtungen etc.

Weiterführende Informationen

Prüfung von Schutzeinrichtungen bei ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.6 „Prüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“

Schutzerdung

Die Schutzerdung stellt eine sichere und niederohmige Verbindung der Elektroinstallation mit dem Erdreich her, sodass sich im Fehlerfall einerseits keine gefährlich hohen Berührungsspannungen aufbauen können und andererseits so ausreichend hohe Fehlerströme entstehen, dass die ► „Schutzeinrichtungen“ zuverlässig auslösen können.

Schutzisolierung

Frühere Bezeichnung für ► „doppelte oder verstärkte Isolierung“

Schutzklasse

Elektrische ► „Betriebsmittel“ werden in Schutzklassen eingeteilt und entsprechend gekennzeichnet. Als Klassifizierungskriterium dienen hierbei die Maßnahmen zur Verhinderung eines elektrischen Schlags, die bei dem betreffenden Betriebsmittel oder seinem Anschluss an eine ► „elektrische Anlage“ vorhanden sind oder wirksam werden.

Die Symbole zur Kennzeichnung der Betriebsmittel mit der betreffenden Schutzklasse sind in der IEC 60417 enthalten. Die DIN EN 61140 regelt im Abschnitt 7 die Verwendung von Schutzvorkehrungen je nach Schutzklasse.

Unterschieden werden drei Schutzklassen:

- **Betriebsmittel der Schutzklasse I (SK I)**
  Der Schutz gegen gefährliche Körperströme wird hierbei realisiert, indem elektrisch leitfähige Teile mit dem ► „Schutzleiter“ verbunden sind. Im Fehlerfall, bei Berührung eines stromführenden Leiters mit einem mit dem Schutzleiter verbundenen Gehäuseteil, wird durch eine gute Schutzleiterverbindung ein Erdschluss hergestellt und der Schutz durch schnelle Abschaltung erreicht.
- **Betriebsmittel der Schutzklasse II (SK II)**
  Der Schutz gegen elektrischen Schlag beruht auf doppelter oder verstärkter Isolierung (► „Doppelte oder verstärkte Isolierung“). Geräte der Schutzklasse II haben i. d. R. keinen Schutzkontaktstecker.
- **Betriebsmittel der Schutzklasse III (SK III)**
  Betriebsmittel der Schutzklasse III arbeiten mit ► „Schutzkleinspannung“ und haben doppelte oder verstärkte Isolierung zwischen Netzstromkreisen und der Ausgangsspannung. Diese Geräte dürfen nur an SELV- oder PELV-Stromkreisen betrieben und nicht an den Schutzleiter angeschlossen werden.

In der Praxis weisen manche Betriebsmittel zwar bestimmte Merkmale einer Schutzklasse auf, erfüllen die Schutzklasse aber nicht gänzlich, bzw. an allen Stellen. Aus diesem Grund wird in der Normung für die ► „Geräteprüfung“ (VDE 0701 und VDE 0702) nicht in erster Linie nach den Schutzklassen unterschieden, sondern die Prüfung der Wirksamkeit der vorhandenen Schutzmaßnahmen vorgegeben.

Beispiel: eine Kaffeemaschine, die mit SK I gekennzeichnet ist, jedoch keine mit dem Schutzleiter verbundenen leitfähigen Teile aufweist. In diesem Fall hat der Prüfer zu beurteilen, ob das Gerät ggf. die Anforderungen der Schutzmaßnahme ► „Schutzisolierung“ erfüllt.

Hinweis

Die IEC 60529 klassifiziert die Betriebsmittel in sog. IP-Schutzarten bzw. -Codes (aus dem Engl. *Ingress Protection*). Diese sind aber nicht mit den Schutzklassen zu verwechseln, da sie lediglich den Schutzgrad des Gehäuses gegen Berührung, Fremdkörper und Feuchtigkeit beschreiben, während Schutzklassen Maßnahmen zum Schutz gegen berührungsgefährliche Spannungen definieren.

Schutzkleinspannung

(auch Sicherheitskleinspannung oder ► „SELV“, aus dem Engl. *Safety Extra-Low Voltage*, genannt)

Die Maßnahme der Schutzkleinspannung dient dem Schutz gegen elektrischen Schlag. Dabei (wie auch bei der ► „Funktionskleinspannung“) werden Stromkreise mit höchstzulässiger Nennspannung von max. 50 V AC und 120 V DC ungeerdet betrieben; eine galvanisch sichere Trennung unterbindet ferner Speisungen aus Stromkreisen mit höheren Spannungen.

Die Schutzkleinspannung unterscheidet sich von der Funktionskleinspannung nur in der Art der Verbindung zur Erde (bei Letzterer ist eine ► „Erdung“ der Sekundärseite aus betrieblichen Gründen möglich).

Für ihre Anwendung gelten folgende Anforderungen:

- Ortsveränderliche Stromquellen für Schutzkleinspannung müssen schutzisoliert sein, wenn sie an das Netz angeschlossen werden.
- Die Verbindung von aktiven Teilen der Anlage mit geerdeten Teilen anderer Stromkreise ist unzulässig.
- Leitungen für Schutzkleinspannungen sind getrennt von anderen Stromleitungen zu verlegen.
- Nur Steckverbindungen, die für Werte der ► „Kleinspannung“ geeignet sind, sind bei ortsveränderlichen Verbrauchern zulässig. SELV-Steckverbindungen dürfen wiederum nicht für höhere Spannungen verwendbar sein.

Angewendet wird die Funktionskleinspannung z. B. bei elektrisch betriebenen ortsveränderlichen Kleinwerkzeugen.

Schutzleiter

Der Schutzleiter (PE) dient in elektrischen Systemen dem Schutz von Lebewesen gegen elektrischen Schlag. Der Schutzleiter gewährleistet die Realisierung der Schutzmaßnahme (► „Schutzmaßnahmen“) „Automatische Abschaltung im Fehlerfall“, indem er die elektrisch leitende Verbindung zwischen allen berührbaren und elektrisch leitenden Teilen von Arbeitsmitteln herstellt.

Über die Schutzeinrichtung wird somit die Abschaltung des Fehlerstromkreises ermöglicht.

Schutzleiterprüfung

Andere Bezeichnung für Schutzleiterwiderstandsmessung.

Schutzleiterstrom

Als Schutzleiterstrom wird die Summe der Fehler- oder Ableitströme (► „Fehlerstrom“, ► „Ableitstrom“) bezeichnet, welche über den ► „Schutzleiter“ abgeführt werden.

Schutzleiterwiderstand

Unter Schutzleiterwiderstand wird Folgendes verstanden:

- in elektrischen Anlagen:
  der Widerstand zwischen der Haupterdungsschiene der elektrischen Anlage (► „Elektrische Anlage“) und den Schutzleiterkontakten der angeschlossenen Steckdosen bzw. den an den ► „Schutzleiter“ angeschlossenen berührbaren leitfähigen Teilen (► „Berührbare leitfähige Teile“) ortsfester Verbraucher
- bei elektrischen Geräten:

der Widerstand zwischen dem Schutzleiteranschluss des Netzsteckers eines elektrischen Geräts und den an den Schutzleiter angeschlossenen berührbaren leitfähigen Teilen des Gehäuses

Schutzleiterwiderstände können z. B. aufgrund von Verschmutzung, Korrosion, schlechten Kontaktstellen sowie aufgrund von vollständigen oder teilweisen Unterbrechungen des Schutzleiters unterschiedlich hohe Schutzleiterwiderstände an verschiedenen Messpunkten aufweisen, dabei ist der höchste gemessene Wert zu dokumentieren.

Die Schutzleiterwiderstandsmessung (oder Schutzleiterprüfung) dient dem Nachweis, dass die Funktion des Schutzleiters (► „Schutzleiter“) nicht durch unzulässig hohe Widerstände (z. B. durch Unterbrechungen, Schmutz oder Korrosion verursacht) beeinträchtigt wird. Die Schutzleiterwiderstandsmessung kann während des Betriebs des zu prüfenden Objekts durchgeführt werden, indem dessen Schutzleiterverbindungen mit einem ► „Prüfstrom“ von ≥ 200 mA beaufschlagt werden.

Weiterführende Informationen

Messung des Schutzleiterwiderstands bei

- ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.1 „Messung der Durchgängigkeit der Leiter“
- Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1.2 und ► Kap. 1.3.2.2 „Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung“

Schutzmaßnahmen

Darunter werden alle Maßnahmen verstanden, die dem wirksamen Schutz von Menschen vor der Gefahr einer elektrischen Körperdurchströmung dienen. In der Regel zielen diese Maßnahmen deshalb darauf ab, die Höhe oder die Stromflussdauer des möglichen Berührungsstroms (► „Berührungsstrom“) zu beschränken, und basieren auf folgendem Konzept:

- Alle Teile einer elektrischen Anlage (► „Elektrische Anlage“), die für den Menschen gefährliche Spannungen führen, dürfen im fehlerfreien Zustand nicht berührbar sein (► „Basisschutz“).
- Weitere und geeignete Schutzmaßnahmen sollen Fehler verhindern, deren Auftreten zu einem für Menschen lebensgefährlichen elektrischen Schlag führen könnte (► „Fehlerschutz“).

Demzufolge bestehen Schutzmaßnahmen für den Schutz gegen elektrischen Schlag entweder aus einer Kombination von zwei unabhängigen (Basis- und Fehler-)Schutzvorkehrungen oder aus einer verstärkten Schutzvorkehrung, die sowohl Basis- als auch Fehlerschutz bewirkt.

Schutzpotentialausgleich

(früher: „Hauptpotentialausgleich“)

Für die Realisierung dieses Potentialausgleichs (► „Potentialausgleich“) werden mittels ► „Schutzpotentialausgleichsleiter“ alle

- fremden leitfähigen Teile (► „Fremdes leitfähiges Teil“), die in ein Gebäude führen (z. B. Abwasser-, Gas- und Wasserleitungen) oder im Gebäude befindlich sind (z. B. Heizungs- und Klimaanlage, metallene Leitungen) und/oder
- leitfähigen Teile „im Handbereich von Personen“

mit der Haupterdungsschiene verbunden.

Weiterführende Informationen

Messung des zusätzlichen Schutzpotentialausgleichs bei ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.1 „Messung der Durchgängigkeit der Leiter“

Zusätzliche Anforderungen an den Schutzpotentialausgleich für elektrische Ausrüstung bei der wiederkehrenden Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1.6 „Zusätzliche Anforderungen an den Schutzpotentialausgleich für elektrische Ausrüstung“

Schutzpotentialausgleichsleiter

Der Leiter, der die Verbindung aller Teile zum ► „Schutzpotentialausgleich“ gewährleistet, wird als Schutzpotentialausgleichsleiter bezeichnet. Er wird entsprechend DIN VDE 0100-540 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-54: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter“ ausgeführt.

Schutztrennung

Siehe auch ► „Kleinspannung“

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Prüfung des Schutzes durch Schutztrennung bei der Erstprüfung von ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.3 „Isolationswiderstandsmessung zur Bestätigung der Wirksamkeit des Schutzes durch SELV, PELV und Schutztrennung“

SELV

(aus dem Engl. *Safety Extra Low Voltage*)

Alternative Bezeichnung für ► „Schutzkleinspannung“

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Prüfung des Schutzes durch SELV bei der Erstprüfung von ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.3 „Isolationswiderstandsmessung zur Bestätigung der Wirksamkeit des Schutzes durch Kleinspannung SELV, PELV und Schutztrennung“

Sichtprüfung

Die Sichtprüfung stellt sowohl in der Anlagen- als auch in der Arbeitsmittelprüfung die erste der durchzuführenden Prüfarten (► Kap. 2.3.2) dar. Durch Sichtprüfungen können bereits viele offensichtliche ► „Mängel“ festgestellt und bewertet werden. In einigen Fällen erübrigen sich bereits aufgrund einer aufmerksam durchgeführten Sichtprüfung die nachfolgenden Prüfungen.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Sichtprüfung bei der

- Erstprüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.1 „Schritt 1: Sichtprüfung“
- wiederkehrenden Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0105-100) ► Kap. 1.2.1 „Schritt 1: Sichtprüfung“
- wiederkehrenden Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1.1 und ► Kap. 1.3.2.1 „Überprüfung und Sichtprüfung“

Sollzustand

Darunter wird der angestrebte sichere ordnungsgemäße Zustand (► „Ordnungsgemäßer Zustand“) verstanden. In der TRBS 1201 wird ergänzend hierzu präzisiert, dass „der Sollzustand der vom Arbeitgeber festgelegte sichere Zustand des Arbeitsmittels“ ist. Entsprechend wird während der ► „Prüfung“ bewertet, ob und inwiefern eine Abweichung des Istzustandes vom Sollzustand vorliegt.

Werden am geprüften ► „Arbeitsmittel“ oder an Teilen eines Arbeitsmittels Abweichungen vom Sollzustand (► „Mängel“) festgestellt, welche die sichere Verwendung beeinträchtigen oder eine potenzielle Gefährdung für die Nutzer darstellen, darf das Arbeitsmittel gemäß § 5 Absatz 2 BetrSichV nicht weiterverwendet werden. Nachdem die Abweichungen vom Sollzustand beseitigt wurden, ist das Arbeitsmittel vor seiner Wiederverwendung erneut dahingehend zu prüfen, ob der jetzt erreichte ► „Istzustand“ dem als sicher definierten Sollzustand entspricht.

Spannungsebenen

Stromnetze werden nach der Spannung klassifiziert, bei der sie elektrische Energie übertragen.

Unterschieden werden folgende Ebenen:

Tabelle 1: *Spannungsebenen*

Spannungsebene	Spannungswerte
Höchstspannung	220 kV oder 380 kV 735 kV und 765 kV (in Kanada und in den USA) 750 kV (in Russland)
Hochspannung	50 kV bis 150 kV
Mittelspannung	6 kV bis 30 kV (in Netzen mit hohem Freileitungsanteil sind aber 20 kV üblich)
Niederspannung	230 V oder 400 V (in der Industrie auch 500 V oder 690 V in IT-Netzen, Windkraftanlagen, Kraftwerken usw. üblich)

In Westeuropa sind die Höchst-, Hoch- und Niederspannungen weitgehend standardisiert. Dies ist nicht der Fall bei der Mittelspannung. In diesem Spannungsbereich sind noch sehr viele alte Erdkabel mit uneinheitlicher Spannung vorhanden, die bei einer Vereinheitlichung auszutauschen wären.

Spannungsfall

Wird zwischen zwei Punkten eines stromdurchflossenen Widerstands eine Potentialdifferenz bemessen, so wird diese als Spannungsfall bezeichnet.

Hervorgerufen wird er durch die positive Verschiebungsarbeit, die an einer positiven Ladung in einem elektrischen Feld verrichtet wird und einen Energieentzug bewirkt.

Tritt in einer Verbraucheranlage ein zu hoher Spannungsfall auf, kann dies zu Störungen führen (z. B. wird die für die angeschlossenen Geräte angegebene Leistung nicht erreicht und die Energie verpufft entsprechend auf der Zuleitung oder es entsteht Brandgefahr durch den hohen Leistungsumsatz in der Zuleitung). Entsprechend sind in Deutschland folgende ► „Grenzwerte“ zu beachten[1]:

Tabelle 2: *Grenzwerte für den Spannungsfall*

Regelwerk	**Vorgeschriebene Grenzwerte**
Niederspannungsanschlussverordnung (§ 13 Abs. 4)	0,5 % [2]
TAB 2007 (Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz), Abschn. 6.2.5	bis 100 kVA: 0,5 % 100–250 kVA: 1,0 % 250–400 kVA: 1,25 % über 400 kVA: 1,5 % [2)]
DIN VDE 0100-520 Tabelle G.52.1	3 % [3] bzw. 5 %[4]
DIN 18015 Teil 1	3 % [5]

[1] Grundlagen: Netzspannung = 230/400 V
Nennstromstärke von Überstrom-Schutzeinrichtungen = 63 A oder 16 A
[2] Zwischen Hausanschlusskasten und Stromzähler
[3] In Verbraucheranlagen zwischen dem Hausanschluss und Verbrauchsmitteln (Steckdosen oder Geräteanschlussklemmen) bei Beleuchtung
[4] Bei anderen elektrischen Verbrauchsmitteln
[5] Zwischen dem Zähler und den Steckdosen oder Geräteanschlussklemmen

Weiterführende Informationen

Messung des Spannungsfalls bei ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.12 „Prüfung der Einhaltung des maximal zulässigen Spannungsfalls“

Spannungspolarität

Gemäß DIN VDE 0100-600 muss die Spannungspolarität – wo gefordert – durch Prüfungen (► „Prüfung“) festgestellt werden. Diese Prüfung hat am Eingang der Anlage und vor deren Inbetriebnahme zu erfolgen. Damit soll nachgewiesen werden, dass einpolige Schalteinrichtungen ausschließlich in den Außenleitern angeordnet sind, wenn durch Normen (so z. B. DIN VDE 0100-460) der Einbau von einpoligen Schaltern im Neutralleiter verboten ist.

Weiterführende Informationen

Prüfung der Spannungspolarität bei ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.5 „Prüfung der Spannungspolarität“

Stand der Technik

Der Stand der Technik wird in § 2 Abs. 10 der BetrSichV wie folgt definiert:

„Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme oder Vorgehensweise zum Schutz der Gesundheit und zur Sicherheit der Beschäftigten oder anderer Personen gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Stands der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind.“

Der Begriff „Stand der Technik“ muss dabei nicht unbedingt mit den durch Normen definierten „anerkannten Regeln der Technik“ identisch sein, da diese durch die für ihre Erarbeitung, Verabschiedung und Veröffentlichung benötigte Zeit i. d. R. nur den aktuellen technischen Entwicklungen nachfolgen können. Aber auch wenn Normen nicht den gleichen Status wie ein Gesetz aufweisen und auch nicht stets den jeweils aktuellsten Stand der technischen Entwicklungen darstellen können, stellen sie dennoch ein fundiertes Regelwerk dar, welches durch Fachleute der einschlägigen Fachgebiete erarbeitet wurde und deshalb normalerweise den allgemein anerkannten Stand der Technik widerspiegeln. Sofern für den jeweiligen Anwendungsfall Prüfnormen existieren, wird dringend empfohlen, die darin beschriebenen Prüfverfahren, Grenzwerte und Prüfumfänge einzuhalten und sich auch bei der Erstellung der Dokumentation bzw. eines Prüfberichts (► „Prüfbericht“) unbedingt an den jeweiligen Normen zu orientieren.

Hinweis

Für Prüfprotokolle stehen Nutzern mit Erwerb der Premium-Ausgabe dieses Handbuchs entsprechende Vorlagen zur Verfügung.

Die Beachtung des Stands der Technik wird u. a. in den folgenden, für die Elektrotechnik relevanten Rechtsgrundlagen erwähnt:

- Arbeitsschutzgesetz § 4
- Gefahrstoffverordnung § 3
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
  - § 2 Abs. 10
  - § 3 Abs. 7
  - § 4 Abs. 1 und 2 sowie
  - § 6 Abs. 3
- Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG), § 49 Abs. 1 und 2

Als Grundpflicht fordert die BetrSichV von Arbeitgebern (§ 4 Abs. 1 Pkt. 1–3) weiter, dass ► „Arbeitsmittel“ erst verwendet werden dürfen,

„ […] nachdem der Arbeitgeber

- *1. eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt hat,*
- *2. die dabei ermittelten Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik getroffen hat und*
- *3. festgestellt hat, dass die Verwendung der Arbeitsmittel nach dem Stand der Technik sicher ist.“*

Somit ist der Stand der Technik durch die BetrSichV zum Maßstab jeder Gefährdungsbeurteilung erhoben und gilt dadurch z. B. auch für (u. a.) Altmaschinen, CE-Maschinen und Eigenkonstruktionen (selbst hergestellte Arbeitsmittel/Maschinen).

Stichprobenprüfung

Bei der Prüfung elektrischer Anlagen ist die Beschränkung des Prüfumfangs auf Stichprobenprüfungen nur nach einer ordnungsgemäß und vollständig durchgeführten ► „Erstprüfung“ zulässig. Stichprobenprüfungen setzen allerdings voraus, dass dem Prüfer Informationen über die v. g. ordnungsgemäß und vollständig durchgeführte Erstprüfung vorliegen und dadurch auch die Beurteilung des ordnungsgemäßen Zustands (► „Ordnungsgemäßer Zustand“) gewährleistet ist. Sie müssen außerdem laut DIN VDE 0105-100 begründet und im Prüfbericht als solche festgehalten werden. Anhand dieser Prüfergebnisse lässt sich dann festgelegen, für welche Bereiche vorrangig eine erneute Überprüfung erforderlich ist und für welche Bereiche sie zunächst noch entbehrlich ist.

Dabei ist zu beachten, dass bei Stichprobenprüfungen v. a. systematische Fehler (bspw. der Einfluss von Umgebungsbedingungen, Schwingen, Konstruktionsmängeln usw.) zu ermitteln sind.

Die Entscheidung, ob während der wiederkehrenden Prüfungen (► „Wiederkehrende Prüfung“) an bestimmten elektrischen Anlagenkomponenten Sicht-, Nah- oder Detailprüfungen durchge-

führt werden und ob diese Prüfungen für jede Komponente oder als Stichprobe durchzuführen sind, obliegt dem Betreiber.

Technische Prüfungen

Prüfarten sind gemäß der TRBS 1201 je nach Methode und Verfahren in ► „Ordnungsprüfungen“ und technische Prüfungen zu unterscheiden.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Prüfart gemäß TRBS 1201 ► Kap. 2.3.2 „Prüfart“

Teilprüfung

Gemäß der neuen TRBS 1201 darf die ► „Prüfung“ eines Arbeitsmittels auch in Teilprüfungen (z. B. bezüglich elektrischer und mechanischer Gefährdungen) erfolgen. Wird die Prüfung in Teilprüfungen durchgeführt, ist sicherzustellen, dass das ► „Arbeitsmittel“ als Ganzes in den festgelegten Fristen und Umfängen geprüft wird. Die Schnittstellen zwischen den Teilprüfungen sind vom Prüfer festzulegen und zu beschreiben.

Thermografie

Die Thermografie ist ein visuelles Verfahren, bei dem mittels Bildern Oberflächentemperaturen von Objekten ermittelt und dargestellt werden. Dabei wird die Infrarotstrahlung der Oberfläche der darzustellenden Objekte als Maß für deren Temperaturen ausgewertet. Von einer Wärmebildkamera wird die Infrarotstrahlung in elektrische Signale umgewandelt und daraus ein farbiges Bild erstellt, bei dem je nach Wärmestrahlung die Farben sich ändern (z. B. blau über gelb nach rot).

Weiterführende Informationen

Einsatz von Thermografie bei der wiederkehrenden Prüfung
► Kap. 1.2.4 „Ergänzende Prüfungen“

TN-C-System

Das TN-C-System ist eine Modifikation des TN-Systems (► „TN-System“) und eine bestimmte Art der Realisierung eines Niederspannungsnetzes zur elektrischen Stromversorgung.

Auf der Erzeugerseite ist der Generatorsternpunkt mit dem Betriebserder direkt verbunden. Dieser Neutralleiter N ist mit dem ► „Schutzleiter“ PE zu einer gemeinsamen (C, Engl.: „*common*“) PEN-Leitung zusammengefasst. Auf der Verbraucherseite werden die Körper an die PEN-Leitung angeschlossen.

TN-S-System

Das TN-S-System ist eine Modifikation des TN-Systems (► „TN-System“) und eine bestimmte Art der Realisierung eines Niederspannungsnetzes zur elektrischen Stromversorgung.

Neutralleiter und ► „Schutzleiter“ werden im TN-S-System als zwei getrennte (S, Engl.: „*separate*“) Leitungen geführt. Der Neutralleiter N ist als Betriebserder direkt geerdet. Auf der Verbraucherseite ist der Schutzleiter PE mit dem Betriebserder verbunden. Die Körper der Verbraucheranlagen sind nur mit dem Schutzleiter PE direkt verbunden.

TN-System

Das TN-System ist eine Niederspannungsnetzform. Bei diesem System ist der Sternpunkt des speisenden Transformators geerdet.

Weiterführende Informationen

Zur Prüfung im TN-System bei ortfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.6 „Prüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“, Abschnitt „Prüfung im TN-System“

TT-System

Das TT-System ist eine bestimmte Art der Realisierung eines Niederspannungsnetzes zur elektrischen Stromversorgung.

Der Generatorsternpunkt beim Erzeuger ist direkt geerdet und wird als Neutralleiter geführt. Verbraucherseitig werden die Körper der Anlagen an den ► „Schutzleiter“ PE angeschlossen. Der Schutzleiter ist direkt mit dem Anlagenerder verbunden. Das TT-System unterscheidet sich vom ► „TN-System“ in der direkten Leitungsverbindung zwischen Anlagen- und Betriebserder.

Weiterführende Informationen

Zur Prüfung im TT-System bei ortfesten elektrischen Geräten/Anlagen nach DIN VDE 0100-600 ► Kap. 1.1.2.6 „Prüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“, Abschnitt „Prüfung im TT-System“

Überstrom-Schutzeinrichtungen

Überstrom-Schutzeinrichtungen dienen der Verhinderung von Überlastzuständen. Zu den Überstrom-Schutzeinrichtungen gehören Sicherungen oder Leitungsschutzschalter, die einen Überstromzeitschutz gewährleisten, indem sie den elektrischen Stromkreis unterbrechen, sobald der elektrische Strom bei vorgegebener Zeit eine bestimmte Stromstärke überschreitet.

Ferner schützen sie ► „Arbeitsmittel“ einschließlich Leitungen vor einem längere Zeit fließenden Überstrom, der durch Kurzschlüsse oder Überlast im Netz entstehen und zu einer Schädigung durch Erwärmung führen kann. Die Schaltzeit, bezogen auf die Stromstärken (Strom-Zeit-Kennlinien), wird dabei als Charakteristik der Sicherung bezeichnet.

Weiterführende Informationen

Eignung der zugeordneten Überstrom-Schutzeinrichtungen bei der wiederkehrenden Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3.1.2 und ► Kap. 1.3.2.2 „Überprüfung der Bedingungen zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung“

Überwachungsbedürftige Anlagen

Das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) definiert als „überwachungsbedürftig“ Anlagen, die „gewerblichen oder wirtschaftlichen Zwecken dienen oder durch die Beschäftigte gefährdet werden können“ (§ 1 Abs. 2).

Dazu werden im § 2 Nr. 30 ProdSG folgende Anlagen gezählt:

„ […]

a) *Dampfkesselanlagen mit Ausnahme von Dampfkesselanlagen auf Seeschiffen,*
b) *Druckbehälteranlagen außer Dampfkesseln,*

c) *Anlagen zur Abfüllung von verdichteten, verflüssigten oder unter Druck gelösten Gasen,*
d) *Leitungen unter innerem Überdruck für brennbare, ätzende oder giftige Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten,*
e) *Aufzugsanlagen,*
f) *Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen,*
g) *Getränkeschankanlagen und Anlagen zur Herstellung kohlensaurer Getränke,*
h) *Acetylenanlagen und Calciumcarbidlager,*
i) *Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung von brennbaren Flüssigkeiten.*

Zu den überwachungsbedürftigen Anlagen gehören auch Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen, die dem sicheren Betrieb dieser überwachungsbedürftigen Anlagen dienen; zu den in den Buchstaben b, c und d bezeichneten überwachungsbedürftigen Anlagen gehören nicht die Energieanlagen im Sinne des Energiewirtschaftsgesetzes.“

Der Sonderstatus dieser Anlagen liegt aus Sicht der Betriebssicherheitsverordnung (Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln, BetrSichV) in der Tatsache begründet, dass vier besondere Gefährdungen mit den jeweils damit verbundenen Gefährdungspotentialen auftreten (Dampf, Druck, Absturz, Brand/Explosion), die für diese Anlagen eine besondere Überwachung erforderlich machen.

Die BetrSichV betrachtet sie als eine Untermenge der ► „Arbeitsmittel“. Entsprechend gelten auch für diese Anlagen, sofern sie von Beschäftigten bei der Arbeit genutzt werden, die Regelungen und Anforderungen von Abschnitt 2 „Gefährdungsbeur-

teilung und Schutzmaßnahmen“ und 3 „Zusätzliche Vorschriften für überwachungsbedürftige Anlagen“.

Anforderungen an die ► „Prüfung“ der Anlagen werden im Abschnitt 3 definiert. Relevant sind hier insbesondere § 15 (Anforderungen an die Prüfung vor der Inbetriebnahme) und § 16 i. V. m. Anh. 2, Abschn. 2 bis 4 (Anforderungen an die ► „wiederkehrende Prüfung“).

Die besonderen Prüfungen an überwachungsbedürftigen Anlagen nach dem 3. Abschnitt der BetrSichV werden in TRBS 1201 Teile 1 bis 4 konkretisiert.

Verbundmessung

In einigen Fällen können im Rahmen der ► „Prüfung“ miteinander in Verbindung stehende ► „Arbeitsmittel“ nicht oder nur mit erheblichem Aufwand voneinander getrennt werden, um die Prüfungen separat durchzuführen zu können. In diesen Fällen obliegt es der Elektrofachkraft (► Kap. 2.4.2) zu entscheiden, ob eine Bewertung des sicherheitstechnischen Zustands auch im Geräteverbund erfolgen kann. Verbundmessungen können ggf. z. B. für Schutzleiterwiderstandsmessungen sowie Schutzleiterstrommessungen nach dem Differenzstromprinzip angewendet werden, sofern gewährleistet werden kann, dass keine Schutzleiterparallelverbindungen (z. B. geerdete Abschirmungen von Datenleitungen) existieren, die das Messergebnis verfälschen können.

Verfahren bei festgestellten Mängeln

Adressat sowohl der staatlichen Arbeitsschutzvorschriften als auch der Unfallverhütungsvorschriften ist grundsätzlich der Arbeitgeber.

Diese Person ist – sofern die nachfolgenden Aufgaben nicht durch den Arbeitsvertrag, die Stellenbeschreibung oder eine andere Form der schriftlichen Aufgabenübertragung auf einen anderen Verantwortungsbereich übertragen wurden – für den Betrieb und den Erhalt des sicheren Zustands elektrischer Anlagen (► „Elektrische Anlage“) und ► „Arbeitsmittel“ zuständig. Dies betrifft auch die Frage, wie im Falle festgestellter ► „Mängel“ weiter zu verfahren ist. Während einzelne Arbeitsmittel durchaus im eigenen Ermessen des Prüfers der weiteren Nutzung entzogen werden können, trifft dies wegen der Abhängigkeit von der Verfügbarkeit elektrischer Energie auf elektrische Anlagen häufig nicht zu. Insofern sollte nicht nur der Prüfauftrag delegiert werden: Auch die Aufgaben und Befugnisse der Prüfer bei festgestellten Mängeln sollten aufgezeigt und abgegrenzt werden.

Vierleitermessung

Dieses Messverfahren wird bei der Messung vom ► „Erderwiderstand“ gem. DIN VDE 0100-600 eingesetzt. Es wird statt der ► „Dreileitermessung“ eingesetzt, wenn

- sehr niederohmige Erdungswiderstände auftreten,
- die Messleitung zwischen Messgerät und Erder das Messergebnis wesentlich beeinflussen würde.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Vierleitermessung bei der Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.8 „Messung des Erderwiderstands“, Abschnitt „Vierleitermessung“

Wartung

Gemäß der Definition nach TRBS 1112 umfasst die Wartung die Maßnahmen zur Erhaltung des Sollzustandes eines Arbeitsmittels. Hierbei kann der ► „Sollzustand“, z. B. durch Reinigung und Schmierung des Arbeitsmittels, sowie Ergänzung oder Austausch von Arbeitsstoffen aufrechterhalten werden.

Widerstand

Siehe auch ► „Durchgängigkeit der Schutzleiter“, ► „Erderwiderstand“, ► „Fehlerschleifenimpedanz“, ► „Isolationswiderstand“, ► „Schutzleiterwiderstand“, ► „Widerstand von isolierenden Fußböden und Wänden“

Widerstand von isolierenden Fußböden und Wänden

Durch nichtleitende Umgebung (isolierende Fußböden und Wände) soll ein Stromfluss gegen Erdpotential im Fehlerfall verhindert bzw. minimiert werden. Es soll damit eine Gefährdung beim Versagen der Basisisolierung aktiver Teile mit unterschiedlichem Potential und bei gleichzeitiger Berührung verhindert werden.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Messung der Widerstände von isolierenden Fußböden und Wänden bei der Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.4 „Isolationswiderstand/-impedanz von isolierenden Fußböden und Wänden“

Wiederholungsprüfung

Siehe ► „wiederkehrende Prüfung“

Wiederkehrende Prüfung

(oder „Wiederholungsprüfung“)

Dieser Begriff entstammt der DIN VDE 0105-100, in der die Wiederholungsprüfung als wiederkehrende Prüfung bezeichnet wird.

Die TRBS 1201 verweist für die Festlegung, ob an einem ► „Arbeitsmittel“ wiederkehrende Prüfungen erforderlich sind, auf die Kriterien des § 14 Absatz 2 BetrSichV. Diese sind unter Berücksichtigung der Gegebenheiten bei der tatsächlichen Verwendung des Arbeitsmittels zu bewerten. Zu den Gegebenheiten der tatsächlichen Verwendung gehören z. B. die

- Betriebsbedingungen und die damit einhergehenden schädigenden Einflüsse durch die Verwendung,
- Arbeitsgegenstände, an denen mit den Arbeitsmitteln gearbeitet wird,
- Arbeitsumgebung, in der mit den Arbeitsmitteln gearbeitet wird,
- Auswahl und Qualifikation der Beschäftigten, die die Arbeitsmittel verwenden,
- die Gestaltung des Arbeitsablaufs hinsichtlich der zuverlässigen Durchführung von Kontrollen (► „Kontrolle“).

Durch wiederkehrende Prüfungen wird kontrolliert, ob sich die zu überprüfende ► „elektrische Anlage“ bzw. das zu überprüfende elektrische Arbeitsmittel innerhalb einer definierten zulässigen Abweichung vom ► „Sollzustand“ bewegt. Der Rahmen der zulässigen Abweichungen innerhalb der messtechnischen

Prüfungen wird i. d. R. durch die in den elektrotechnischen Normen enthaltenen ► „Grenzwerte“ bestimmt.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die wiederkehrende Prüfung

- ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0105-100) ► Kap. 1.2 „Wiederkehrende Prüfung“
- von Maschinen und maschinellen Anlagen ► Kap. 1.3 „Wiederkehrende Prüfung von Maschinen und maschinellen Anlagen“

Zugelassene Überwachungsstelle

Durch die Einführung der Betriebssicherheitsverordnung vollzog sich für solche Anlagen, deren ► „Prüfung“ besondere Sachkenntnis erfordert (► „Überwachungsbedürftige Anlagen“), ein Wandel vom personen- zum organisationsbezogenen Prüfwesen. Waren in früheren Zeiten solche Prüfungen allein den anerkannten Sachverständigen vorbehalten (Personenbezug), sind es heute die zugelassenen Überwachungsstellen (ZÜS), die mit der Prüfung beauftragt werden und die entsprechenden Prüfer stellen.

Zusätzlicher Schutz

(oder Schutz bei direktem Berühren, Zusatzschutz)

Diese Maßnahme zum Schutz gegen elektrischen Schlag ergänzt den Basis- und Fehlerschutz und ist entsprechend als alleiniger Schutz nicht zulässig.

Der zusätzliche Schutz kommt zum Einsatz, wenn der ► „Basisschutz“ versagt und/oder der ► „Fehlerschutz“ unwirksam wird.

Realisiert wird er durch Anwendung von hochempfindlichen ► „Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen“ (FI-Schutz): Diese (bzw. der dazugehörige FI-Schalter) schalten beim Auftreten von Bemessungsfehlerströmen (► „Bemessungsfehlerstrom“) ≤ 30 mA innerhalb von 0,2 s (einige schon nach 20 ms) ab.

Bei Anwendung der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“ wird er ferner als ► „zusätzlicher Schutzpotentialausgleich“ für den Fall vorgesehen, dass die normativ festgelegten Abschaltzeiten für die Umsetzung dieser Maßnahme in einigen elektrischen Anlagen (► „Elektrische Anlage“) oder Stromkreisen nicht eingehalten werden können.

Weiterführende Informationen

Überprüfung der Maßnahmen zum zusätzlichen Schutz bei ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.9 „Überprüfung der Maßnahmen zum zusätzlichen Schutz auf ihre Wirksamkeit“

Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich

Realisiert wird er zwischen allen in einem Raum oder Bereich befindlichen leitfähigen Teilen und dem ► „Schutzleiter“ der in diesem Raum/Bereich geführten Niederspannungsleitungen.

Die Normengruppe DIN VDE 0100 zum Errichten von Niederspannungsanlagen fordert ihn

- für Räume mit besonderer elektrischer Gefährdung (► „Elektrische Gefährdungen“) aufgrund der Umgebungsbedingungen (z. B. medizinisch genutzte Räume sowie feuer- und explosionsgefährdete Bereiche),
- in IT-Systemen (► „IT-System“) mit Isolationsüberwachung und
- wenn der ► „Fehlerschutz“ durch automatisches Abschalten der Stromversorgung nicht gewährleistet wird.

Er kommt zur Anwendung, wenn

- die geforderte Abschaltzeit bei Anwendung der Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“ nicht erreicht wird,
- in Anlagen mit besonderen Anforderungen oder Umgebungsbedingungen ein ► „Schutzpotentialausgleich“ zusätzlich gefordert wird,
- in elektrischen Anlagen (► „Elektrische Anlage“) eine „Schutztrennung mit mehr als einem Verbrauchsmittel“ bzw.

ein „Schutz durch erdfreien örtlichen Schutzpotentialausgleich“ erfolgt.

Weiterführende Informationen

Messung der Durchgängigkeit des zusätzlichen Schutzpotentialausgleichs bei ortsfesten elektrischen Geräten/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.1 „Messung der Durchgängigkeit der Leiter“

Zweileitermessung

Diese Messmethode dient der Ermittlung des Erdungswiderstands (► „Erderwiderstand“). Letzterer wird dabei zwischen dem zu messenden Erder und einem bekannten Erder (z. B. PEN) gemessen. Die Messung entspricht dem Schleifenimpedanzmessverfahren und kann mit den entsprechenden Messgeräten durchgeführt werden. Die DIN VDE 0100-600 erlaubt dieses Verfahren zur Bestimmung des Erderwiderstands.

Weiterführende Informationen

Anforderungen an die Zweileitermessung bei der Prüfung ortsfester elektrischer Geräte/Anlagen (nach DIN VDE 0100-600) ► Kap. 1.1.2.8 „Messung des Erderwiderstands“, Abschnitt „Zweileitermessung“

Unser Wissen
für Ihren Erfolg

Bestellmöglichkeiten

Handbuch
Prüfung ortsfester elektrischer Anlagen und Betriebsmittel

Für weitere Produktinformationen oder zum Bestellen hilft Ihnen unser Kundenservice gerne weiter:

Kundenservice

Telefon: 08233 / 381-123

E-Mail: service@forum-verlag.com

Oder nutzen Sie bequem die Informations- und Bestellmöglichkeiten zu diesem Produkt in unserem Online-Shop:

Internet

http://www.forum-verlag.com/details/index/id/8015

FORUM VERLAG HERKERT GMBH, Mandichostraße 18, 86504 Merching,
Tel.: (08233) 381 123, E-Mail: service@forum-verlag.com, Internet: www.forum-verlag.com