BEHA·AMPROBE®

Messfibel

19. Auflage

Kostenlose Broschüre mit den wichtigsten Informationen über Bestimmungen und Vorschriften für den Elektropraktiker

ivkrause

www.iv-krause.de



www.beha-amprobe.de

Alle technischen Angaben in dieser Fibel und zitierte Normen entsprechen dem Stand der Drucklegung und wurden nach bestem Wissen ermittelt, dennoch behalten wir uns Irrtümer und Druckfehler vor. Für fehlerhafte Angaben und deren Folgen kann deshalb keine juristische Verantwortung oder irgendeine andere Haftung übernommen werden. Maßgebend für die Durchführung von Prüfungen ist die jeweilige Vorschrift bzw. Norm im Original. Diese Veröffentlichung beabsichtigt nicht die Verletzung irgendwelcher bestehender Patente und anderer Schutzrechte.

Die Angaben zu den Gerätebeschreibungen sind keine zugesicherten Eigenschaften nach § 459 BGB. Maßgebend für lieferbare Geräte und Geräteausführungen ist ausschließlich unser Katalog.

Fotos in dieser Fibel sind Ausführungsbeispiele und nicht verbindlich für die Ausführung bei Lieferung.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Übersetzung, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwendung, vorbehalten.

©2016 Beha-Amprobe, In den Engematten 14, D-79286 Glottertal

Vorwort



Beha-Amprobe Glottertal – einer der führenden Hersteller von Mess- und Prüfgeräten – möchte auch nach der Auslieferung ihrer Geräte mit den Kunden Kontakt halten, weitere Erfahrungen sammeln, Anregungen aufnehmen und vor allem bei problematischen Messaufgaben ihre Kunden unterstützen.

Die DIN VDE-Bestimmungen für den Elektrofachmann haben sich in den letzten Jahrzehnten von einem handlichen Buch zu einer kleinen Bibliothek entwickelt, da gibt es schon einmal Probleme, „auf dem Laufenden" zu sein. Außerdem wurden in letzter Zeit einige einschlägige Teile der DIN VDE Bestimmungen zu Erst- und Wiederholungsprüfungen geändert. Behörden und Versicherungen sowie Großkunden verlangen verstärkt Prüfprotokolle.

Erstprüfungen bei elektrischen Anlagen und Prüfungen an elektrischen Betriebsmitteln nach Reparatur sind mittlerweile bei vielen Betrieben und Elektrikern Routine.

Dagegen bieten Ihnen die von der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) vorgegebenen Wiederholungsprüfungen an elektrischen Anlagen und Geräten zusätzliches Auftragspotential.

Nutzen Sie diese sich Ihnen bietenden Chancen mit den modernen Beha-Amprobe-Prüfgeräten, vor allem im gewerblichen Bereich.

Beachten Sie dabei, dass der gewerbliche Bereich nicht nur Fabrikation, Gewerbe und Handel umfasst, sondern auch alle Behörden, Schulen, Kliniken und sonstigen öffentlichen Einrichtungen.

Sprechen Sie Ihren Kundenkreis daraufhin an, in vielen Fällen sind diese Forderungen unbekannt. Sicher sind Ihre Kunden für diesen Hinweis dankbar, erspart er ihnen doch im Schadensfall unangenehme Probleme und Kosten.

Vorwort

Deshalb die Idee unserer kleinen Messfibel. Sie soll Ihnen bei Ihrer täglichen Arbeit ein wertvolles Nachschlagewerk und Hilfsmittel sein, um zeitraubendes Nachschlagen in Normen zu vermeiden.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß mit unserer kleinen Messfibel bei der täglichen Arbeit. Für positive Kritik und Anregungen an diesem Werk sind wir jederzeit dankbar.



Nutzen Sie für technische Fragen unseren technischen Support unter der Rufnummer **0 76 84/80 09-540 oder email: techsupport.dach@fluke.com**

Gönnen Sie Ihrem Wissen auch mal ein Update! Messen Sie gemäß den aktuellen DIN-VDE-Bestimmungen?

Unser umfangreiches Seminarprogramm bietet Ihnen die Möglichkeit, sich genau auf die Thematik schulen zu lassen, die Ihnen wichtig ist!

	0100/0105	0701-0702	0113	Software
5 Tage: Fachseminar "Spezial"	☑	☑	☑	☑
4 Tage: Fachseminar "Intensiv"	☑	☑	☑	☑
4 Tage: Fachseminar "0701-0702 Intensiv PLUS"		☑		☑
3 Tage: Fachseminar "Prüfen und Warten von Maschinen"	☑		☑	☑
3 Tage: Fachseminar "Klassik"	☑	☑		☑
3 Tage: Fachseminar "0701-0702 Intensiv"		☑		☑
1 Tag: Basis-Seminar "0701-0702, 0113"		☑	☑	
1 Tag: Basis-Seminar "0100/0105"	☑			

Weitere Seminare finden Sie im Internet unter:
www.fluke.de/seminare

FACT
Fluke Academy of Certified Training

Inhalt

1 Vorschriften

Rechtliche Vorschriften 8
Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) 8-13
DGUV Vorschrift 3, Unfallverhütungsvorschrift 14
Prüffristen für elektrische Anlagen und Geräte 15-16
Übersicht über der Bestimmungen 17

2 Messungen

Durchführung der Prüfungen gemäß DGUV Vorschrift 3 18-19
Die wichtigsten Grenzwerte bei elektrischen Anlagen nach DIN VDE 0100-600 20-27
Wiederholungsprüfungen nach DIN VDE 0105-1, -100 28-29
Die wichtigsten Grenzwerte elektrischer Betriebsmittel nach DIN VDE 0701-0702 30-34
Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353 35-46
Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen 47-51
Photovoltaik: Messen und Prüfen nach DIN EN 62446 52-57

3 Tipps zu Messungen

Tipps zur Messung mit Multimetern 58-61
Tipps zur Messung mit Stromzangen 62
Tipps zur Ableitstrommessung mit Stromzangen 63-64
Tipps zur Messung mit Leitungssuchern 65-66
Tipps zur Messung mit berührungslosen Spannungstestern 67

Inhalt

4 Harmonische Oberschwingungen – Netzqualität

Vorwort / Grundlagen der Netzqualität	68
Definitionen Netzrückwirkungen	69
Was sind Oberschwingungen?	70-71
Auswirkung von Oberschwingungen	72-75
Anforderungen an die Netzqualität	76
Gegenmaßnahmen bei Oberschwingungen	77-81

5 Produktinformationen

Werkstattgrundausstattung Profi	82
Werkstattgrundausstattung Meister	83
Empfehlungsliste	84
Produktinformationen	85-95

6 Anhang

Übersicht „zur Zeit" gültiger DIN VDE-Bestimmungen	96-98
Tabellen	99-102
Begriffserklärung	103-108
Messkategorien	109
Muster von Prüfprotokollen	110-113
Beratungsservice/Messeteilnahmen	114

7 Notizen 115-116

Rechtliche Vorschriften - (BetrSichV)

Für die Sicherheit elektrischer Anlagen sorgen zwingende gesetzliche Vorschriften:

- Betriebssicherheitsverordnung
- Gesetz über technische Arbeitsmittel, Geräte- und Produktsicherheitsgesetz
- Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften
- Unfallverhütungsvorschriften der Gemeindeunfallversicherungsverbände

In allen diesen Gesetzen und Verordnungen wird gefordert, dass hinsichtlich Sicherheit elektrischer Anlagen und Betriebsmittel die anerkannten Regeln der Technik, also DIN VDE-Bestimmungen zu beachten sind.

Die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) ist als Gesetz der DGUV Vorschrift 3 übergeordnet und regelt die Zuständigkeit der Verantwortung, hier heißt es u.a.:

§ 3 Gefährdungsbeurteilung

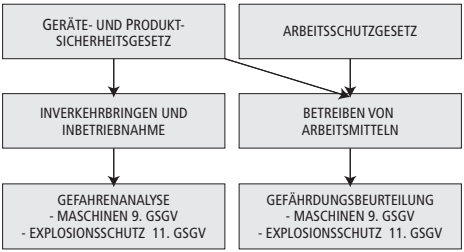
(1) Der Arbeitgeber hat vor der Verwendung von Arbeitsmitteln die auftretenden Gefährdungen zu beurteilen (Gefährdungsbeurteilung) und daraus notwendige und geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten. Das Vorhandensein einer CE-Kennzeichnung am Arbeitsmittel entbindet nicht von der Pflicht zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung.

(3) Die Gefährdungsbeurteilung soll bereits vor der Auswahl und der Beschaffung der Arbeitsmittel begonnen werden. Dabei sind insbesondere die Eignung des Arbeitsmittels für die geplante Verwendung, die

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

Durch die seit dem 01.06.2015 gültige Betriebssicherheitsverordnung erfolgte eine Neuregelung der Bereitstellung, der Benutzung und des Betriebs von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftiger Anlagen. In dieser Bestimmung werden die in verschiedenen Rechtsverordnungen verstreuten Anforderungen zusammengefasst. Die Betriebssicherheitsverordnung basiert auf den Forderungen bzw. ist die Umsetzung von EU-Richtlinen (Europäisches Recht).

Übersicht der gesetzlichen Bestimmungen



Einige wichtige Konkretisierungen bzw. Änderungen der neuen BetrSichV sind:

- **Zur Prüfung befähigte Person:**
  1. Kenntnisse zur Prüfung
  2. Berufsausbildung
  3. Zeitnahe berufliche Tätigkeit
  4. Bei Prüfungen von besonderen Anlagen nach Anhang 3 und zusätzliche Anforderungen

- **Gefährdungsbeurteilung:**
  1. Beginn bereits vor der Auswahl und Beschaffung des Arbeitsmittels
  2. Trotz vorhandenem CE-Zeichen Gefährdungsbeurteilung
  3. Durchführung nur durch fachkundige Person (ggf. extern)
  4. Mindestinhalte der Dokumentation sind in der Verordnung festgelegt

- **Fort- und Weiterbildung:**
  1. Die Fachkenntnisse sind auf dem aktuellem Stand zu halten

Welche Konsequenzen ergeben sich durch diese Neuerungen?

Die Prüfungen werden weiterhin nach den gültigen DIN-VDE-Bestimmungen durchgeführt; z. B. ist in der DIN VDE-Bestimmung DIN VDE 0701-0702 der Prüfablauf und die Grenzwerte der erforderlichen Prüfungen festgelegt.

Arbeitsabläufe und die Arbeitsorganisation zu berücksichtigen. Die Gefährdungsbeurteilung darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Verfügt der Arbeitgeber nicht selbst über die entsprechenden Kenntnisse, so hat er sich fachkundig beraten zu lassen.

(6) Der Arbeitgeber hat Art und Umfang erforderlicher Prüfungen von Arbeitsmitteln sowie die Fristen von wiederkehrenden Prüfungen zu ermitteln und festzulegen, soweit diese Verordnung nicht bereits entsprechende Vorgaben enthält. Die Fristen für die wiederkehrenden Prüfungen sind so festzulegen, dass die Arbeitsmittel bis zur nächsten festgelegten Prüfung sicher verwendet werden können.

(7) Die Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig zu überprüfen. Dabei ist der Stand der Technik zu berücksichtigen. Soweit erforderlich, sind die Schutzmaßnahmen bei der Verwendung von Arbeitsmitteln entsprechend anzupassen.

(8) Der Arbeitgeber hat das Ergebnis seiner Gefährdungsbeurteilung vor der erstmaligen Verwendung der Arbeitsmittel zu dokumentieren. Dabei sind mindestens anzugeben

1. die Gefährdungen, die bei der Verwendung der Arbeitsmittel auftreten
2. die zu ergreifenden Schutzmaßnahmen,
3. wie die Anforderungen dieser Verordnung eingehalten werden, wenn von den nach § 21 Absatz 4 Nummer 1 bekannt gegebenen Regeln und Erkenntnissen abgewichen wird, und
4. Art und Umfang der erforderlichen Prüfungen sowie die Fristen der wiederkehrenden Prüfungen,
5. das Ergebnis der Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen nach § 4 Absatz 5.

Die Dokumentation in elektronischer Form wird ebenfalls akzeptiert.

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

§ 4 Grundpflichten des Arbeitgebers

(1) Arbeitsmittel dürfen erst benutzt werden, 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.

§ 5 Anforderungen an die zur Verfügung gestellten Arbeitsmittel

(1) Der Arbeitgeber darf nur solche Arbeitsmittel zur Verfügung stellen und verwenden lassen, die unter Berücksichtigung der vorgesehenen Einsatzbedingungen bei der Verwendung sicher sind. Die Arbeitsmittel müssen

1. für die Art der auszuführenden Arbeiten geeignet sein,
2. den gegebenen Einsatzbedingungen und den vorhersehbaren Beanspruchungen angepasst sein und
3. über die erforderlichen sicherheitsrelevanten Ausrüstungen verfügen so dass eine Gefährdung durch ihre Verwendung so gering wie möglich gehalten wird. Kann durch Maßnahmen nach den Sätzen 1 und 2 die Sicherheit und Gesundheit nicht gewährleistet werden, so hat der Arbeitgeber andere geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen, um Gefährdungen so weit wie möglich zu reduzieren.

(2) Der Arbeitgeber darf Arbeitsmittel nicht zur Verfügung stellen und verwenden lassen, wenn sie Mängel aufweisen, welche die sichere Verwendung beeinträchtigen.

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

§ 10 Instandhaltung und Änderung von Arbeitsmitteln

(1) Der Arbeitgeber hat Instandhaltungsmaßnahmen zu treffen, damit die Arbeitsmittel während der gesamten Verwendungsdauer den für sie geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen entsprechen und in einem sicheren Zustand erhalten werden. Dabei sind die Angaben des Herstellers zu berücksichtigen. Notwendige Instandhaltungsmaßnahmen nach Satz 1 sind unverzüglich durchzuführen und die dabei erforderlichen Schutzmaßnahmen zu treffen.

(2) Der Arbeitgeber hat Instandhaltungsmaßnahmen auf der Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung sicher durchführen zu lassen und dabei bei die Betriebsanleitung des Herstellers zu berücksichtigen. Instandhaltungsmaßnahmen dürfen nur von fachkundigen, beauftragten und unterwiesenen Beschäftigten oder von sonstigen für die Durchführung der Instandhaltungsarbeiten geeigneten Auftragnehmern mit vergleichbarer Qualifikation durchgeführt werden.

(3) Der Arbeitgeber hat alle erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit Instandhaltungsarbeiten sicher durchgeführt werden können.

§ 12 Unterweisung und besondere Beauftragung von Beschäftigten

(1) Bevor Beschäftigte Arbeitsmittel erstmalig verwenden, hat der Arbeitgeber ihnen ausreichende und angemessene Informationen anhand der Gefährdungsbeurteilung in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache zur Verfügung zu stellen über

1. vorhandene Gefährdungen bei der Verwendung von Arbeitsmitteln einschließlich damit verbundener Gefährdungen durch die Arbeitsumgebung,
2. erforderliche Schutzmaßnahmen und Verhaltensregelungen und
3. Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen und zur Ersten Hilfe

bei Notfällen. Der Arbeitgeber hat die Beschäftigten vor Aufnahme der Verwendung von Arbeitsmitteln tätigkeitsbezogen anhand der Informationen nach Satz 1 zu unterweisen. Danach hat er in regelmäßigen Abständen, mindesten jedoch einmal jährlich, weitere Unterweisungen durchzuführen. Das Datum einer jeden Unterweisung und die Namen der Unterwiesenen hat er schriftlich festzuhalten.

(2) Bevor Beschäftigte Arbeitsmittel erstmalig verwenden, hat der Arbeitgeber ihnen eine schriftliche Betriebsanweisung für die Verwendung eines Arbeitsmittels zur Verfügung zu stellen. Satz 1 gilt nicht für einfache Arbeitsmittel, für die nach § 3 Absatz 4 des Produktsicherheitsgesetzes nach den Vorschriften zum Bereitstellen auf dem Markt eine Gebrauchsanleitung nicht mitgeliefert werden muss. Anstelle einer Betriebsanweisung kann der Arbeitgeber auch eine mitgelieferte Gebrauchsanleitung zur Verfügung stellen, wenn diese Informationen diese Informationen enthält, die einer Betriebsanweisung entsprechen Die Betriebsanweisung oder die Gebrauchsanleitung muss in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache abgefasst sein und den Beschäftigten an geeigneter Stelle zur Verfügung stehen. Die Betriebsanweisung oder Bedienungsanleitung ist auch bei der regelmäßig wiederkehrenden Unterweisung nach § 12 des Arbeitsschutzgesetzes in Bezug zu nehmen. Die Betriebsanweisungen müssen bei sicherheitsrelevanten Änderungen der Arbeitsbedingungen bedingungen aktualisiert werden.

(3) Ist die Verwendung von Arbeitsmitteln mit besonderen Gefährdung verbunden, hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass diese nur von hierzu beauftragten Beschäftigten verwendet werden.

DGUV Vorschrift 3, Unfallverhütungsvorschrift

§ 14 Prüfung von Arbeitsmitteln

(6) Zur Prüfung befähigte Personen nach § 2 Absatz 6 unterliegen bei der Durchführung der nach dieser Verordnung vorgeschriebenen Prüfungen keinen fachlichen Weisungen durch den Arbeitgeber. Zur Prüfung befähigte Personen dürfen vom Arbeitgeber wegen ihrer Prüftätigkeit nicht benachteiligt werden.

(7) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass das Ergebnis der Prüfung nach den Absätzen 1 bis 4 aufgezeichnet und mindestens bis zur nächsten Prüfung aufbewahrt wird. Dabei hat er dafür zu sorgen, dass die Aufzeichnungen nach Satz 1 mindestens Auskunft geben über:

1. Art der Prüfung
2. Prüfumfang und
3. Ergebnis der Prüfung

Aufzeichnungen können auch in elektronischer Form aufbewahrt werden.

Die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften sind autonome Rechtsverordnungen. Sie werden nach einem bestimmten Verfahren bei den Berufsgenossenschaften erarbeitet, beschlossen, danach vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales genehmigt und durch Bekanntgabe im Bundesanzeiger rechtsverbindlich, sind also Rechtsvorschriften. Sie gelten nur für Unternehmen und Versicherte der Mitgliedsbetriebe der Berufsgenossenschaften.

Die Anwendung und Durchführung der Unfallverhütungsvorschriften wird von den Berufsgenossenschaften überwacht, bei Nichtbefolgung drohen Sanktionen oder Haftung.

Speziell für die Elektrotechnik gilt die Unfallverhütungsvorschrift DGUV V3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel. Sie übernimmt Festlegungen aus DIN VDE und wertet sie dadurch rechtlich auf.

Prüffristen für elektrische Anlagen und Geräte

Tabelle 1A: Wiederholungsprüfungen ortsfester elektrischer Anlagen und Betriebsmittel

Anlage/Betriebsmittel	Prüffrist	Art der Prüfung	Prüfer
Elektrische Anlagen und ortsfeste Betriebsmittel	4 Jahre	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft
Elektrische Anlagen und ortsfeste Betriebsmittel in "Räumen und Anlagen besonderer Art" (DIN VDE 0100, Gruppe 700)	1 Jahr	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft
Schutzmaßnahmen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in nichtstationären Anlagen	1 Monat	auf Wirksamkeit	Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte
Fehlerstrom-, Differenzstrom- und Fehlerspannungs-Schutzschalter		auf einwandfreie Funktion durch Betätigen der Prüfeinrichtung	Benutzer
– in stationären Anlagen	6 Monate		
– in nichtstationären Anlagen	arbeitstäglich		

Tabelle 1B: Richtwerte für Prüffristen ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel

Anlage/Betriebsmittel	Prüffrist, Richt- und Maximalwerte	Art der Prüfung	Prüfer
Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel (soweit benutzt)	Richtwert 6 Monate, auf Baustellen 3 Monate*	Auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft, bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte auch elektrotechnisch unterwiesene Person
Verlängerungs- und Geräteanschlussleitungen mit Steckvorrichtungen	Wird bei den Prüfungen eine Fehlerquote < 2 % erreicht, kann die Prüffrist entsprechend verlängert werden.		
Anschlussleitungen mit Stecker	Maximalwerte: Auf Baustellen, in Fertigungsstätten und Werkstätten oder unter ähnlichen Bedingungen ein Jahr,		
Bewegliche Leitungen mit Stecker und Festanschluss	in Büros oder unter ähnlichen Bedingungen zwei Jahre.		

* Konkretisierung siehe BG-Information „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Baustellen" (BGI 608)

Quelle Tabelle 1A bis 1C: DGUV Vorschrift 3

Prüffristen für elektrische Anlagen und Geräte

Tabelle 1C: Prüfungen für Schutz- und Hilfsmittel und persönliche Schutzausrüstungen

Prüfobjekt	Prüffrist	**Art der Prüfung**	**Prüfer**
Isolierende Schutzkleidung (soweit benutzt)	Vor jeder Benutzung	Auf augenfällige Mängel	Benutzer
	12 Monate, 6 Monate für isolierende Handschuhe	Auf Einhaltung der in den elektrotechnischen Regeln vorgegebenen Grenzwerte	Elektrofachkraft
Isolierte Werkzeuge, Kabelschneidgeräte; isolierende Schutzvorrichtungen sowie Betätigungs- und Erdungsstangen	Vor jeder Benutzung	Auf äußerlich erkennbare Schäden und Mängel	Benutzer
Spannungsprüfer, Phasenvergleicher	vor jeder Benutzung	auf einwandfreie Funktion	
Spannungsprüfer, Phasenvergleicher und Spannungsprüfsysteme (kapazitive Anzeigesysteme) für Nennspannungen über 1 kV	6 Jahre	Auf Einhaltung der in den elektrotechnischen Regeln vorgegebenen Grenzwerte	Elektrofachkraft

Ortsfeste Betriebsmittel sind fest angebrachte Betriebsmittel oder Betriebsmittel, die keine Tragevorrichtung haben und deren Masse so groß ist, dass sie nicht leicht bewegt werden können.

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

Stationäre Anlagen sind solche, die mit ihrer Umgebung fest verbunden sind, z.B. Installationen in Gebäuden, Baustellenwagen, Containern und auf Fahrzeugen. Nichtstationäre Anlagen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie entsprechend ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch nach dem Einsatz wieder abgebaut (zerlegt) und am neuen Einsatzort wieder aufgebaut (zusammen geschaltet) werden. Hierzu gehören z.B. Anlagen auf Bau- und Montagestellen (fliegende Bauten).

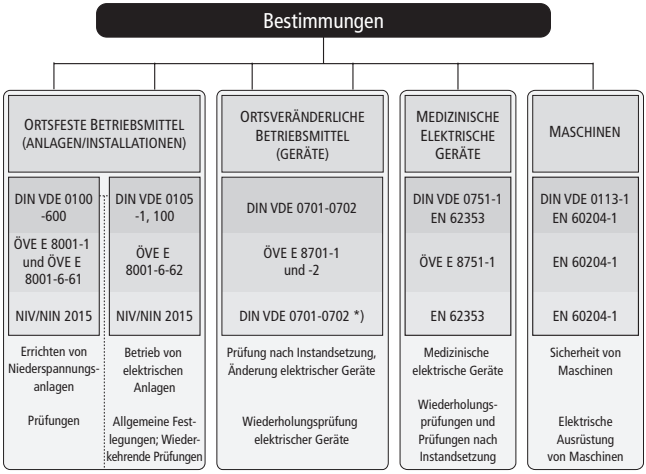
Übersicht der Bestimmungen

In den folgenden Bestimmungen und Vorschriften sind entsprechende Prüfungen vorgeschrieben

in den deutschen Unfallverhütungsvorschriften

in den österreichischen Normen ÖVE/ÖNORM E 8001-1/ÖVE/ÖNORM E 8701-1

in den schweizerischen Niederspannungs-Installations-Verordnungen/Normen (NIV/NIN)



*) Info 3024D von elektrosuisse 2015

DIN VDE 0100-600 Errichten von Niederspannungsanlagen; Prüfungen

DIN VDE 0105-1, -100 Betrieb von elektrischen Anlagen

DIN VDE 0701-0702 Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte, Wiederholungsprüfungen an elektrischen Geräten

DIN VDE 0113 / EN 60204-1 Sicherheit von Maschinen, Elektrische Ausrüstung von Maschinen, Allgemeine Anforderungen

Durchführung der Prüfungen gemäß DGUV Vorschrift 3

Die Prüfungen aller einschlägigen DIN VDE-Bestimmungen sollen in drei Schritten erfolgen:

- Besichtigen
- Erproben
- Messen

Erproben und Messen gehen in der Praxis meist Hand in Hand.

Besichtigen

Durch Besichtigen der elektrischen Anlagen und Betriebsmittel muss festgestellt werden, ob äußerliche Mängel erkennbar sind. Außerdem müssen Schaltpläne, Betriebsanleitungen und Beschriftung von Stromkreisen und Typenschildern vorhanden sein und die Einrichtung zur Unfallverhütung und Brandbekämpfung vollständig und mängelfrei zur Verfügung stehen.

Besonders ist festzustellen, ob der Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile vorhanden und die Schutzmaßnahmen bei indirektem Berühren nicht fehlerhaft sind. Der Querschnitt, die Verlegung, der Anschluss und die Kennzeichnung von Schutz-, Erdungs- und Potentialausgleichsleitern sind zu prüfen.

Erproben und Messen

Messgeräte, Überwachungsgeräte und Verfahren müssen den Anforderungen der entsprechenden Teile der DIN EN 61557 entsprechen. Wenn andere Messgeräte verwendet werden, so müssen diese die gleichen Leistungsmerkmale und die gleiche Sicherheit aufweisen.

Durchführung der Prüfungen gemäß DGUV Vorschrift 3

Sofern zutreffend, müssen die folgenden Prüfungen durchgeführt werden, vorzugsweise in der folgenden Reihenfolge:

a) Durchgängigkeit der Leiter

b) Isolationswiderstand der elektrischen Anlage

c) Isolationswiderstand zur Bestätigung der Wirksamkeit des Schutzes durch SELV, PELV oder durch Schutztrennung

d) Widerstand/Impedanz von isolierenden Fußböden und Isolieren von Wänden

e) Prüfung der Spannungspolarität

f) Prüfung zur Bestätigung der Wirksamkeit des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung

g) Prüfung zur Bestätigung der Wirksamkeit des zusätzlichen Schutzes

h) Prüfung der Phasenfolge der Außenleiter

i) Funktionsprüfung

j) Spannungsfall

→ Prüfprotokolle

Verschieden Muster von Prüfprotokollen im Anhang ab Seite 114.

Die wichtigsten Grenzwerte bei elektrischen Anlagen nach DIN VDE 0100-600

Durchgängigkeit der Schutz- und Potentialausgleichsleiter (Niederohmmessung, R_{LOW})

Eine Prüfung der elektrischen Durchgängigkeit muss durchgeführt werden. Dazu gehören Schutzleiter einschließlich der Leiter des Schutzpotentialausgleichs über die Haupterdungsschiene und des zusätzlichen Schutzpotentialausgleichs.

Grenzwerte legt der Fachmann aufgrund Querschnitt und Länge fest.

Empfehlung: Bei Prüfung mit Gleichstrom ist die Polarität zu wechseln.

Richtwerte	
Schutzleiter	$< 1\ \Omega$
Potentialausgleichsleiter	$< 0{,}1\ \Omega$

➔ Praxistipp!

- Um genaue Messergebnisse zu erzielen, besteht bei den meisten Prüfgeräten die Möglichkeit, den Widerstand der verwendeten Messleitung zu kompensieren.
- Unterschiedliche Werte bei Polaritätswechsel signalisieren Fehler!

Isolationswiderstand

Der Isolationswiderstand muss zwischen den aktiven Leitern und dem mit Erde verbundenen Schutzleiter gemessen werden. Bei dieser Prüfung dürfen die aktiven Leiter miteinander verbunden werden.

Zur aussagefähigen Messung des Isolationswiderstands müssen alle im Stromkreis enthaltenen Schalter geschlossen sein, jedoch sollten keine Verbrauchsmittel angeschlossen sein.

Die wichtigsten Grenzwerte bei elektrischen Anlagen nach DIN VDE 0100-600

Grenzwerte Isolationswiderstand

Mindest-isolationswerte	Nennspannung des Stromkreises	Mess-spannung
0,5 MΩ	SELV, PELV (z.B. Türsprechanlage)	250 V
1,0 MΩ	bis 500 V (einschließlich FELV)	500 V
1,0 MΩ	über 500 V bis 1000 V	1000 V

➔ Praxistipp!

- Die Einzelmessung der aktiven Leiter gegen PE ist aufwändiger, gibt aber Aufschluss über die Verhältnisse der aktiven Leiter.
- Üblichkeitswerte vergleichen!
- Bei kapazitätsbehafteten Prüflingen muss nach der Messung entladen werden!

Wo Betriebsmittel oder eingebaute Überspannungs-Schutzeinrichtungen die Prüfung des Isolationswiderstands beeinflussen können oder bei der Prüfung evtl. beschädigt werden können, müssen diese vor der Durchführung der Messung abgetrennt werden.

Wo es aus praktischen Gründen nicht sinnvoll ist, solche Betriebsmittel abzuklemmen (z. B. bei Steckdosen mit eingebauten Überspannungs-Schutzeinrichtungen), kann die Prüfspannung für den jeweiligen Stromkreis auf 250 V herabgesetzt werden, jedoch darf der Isolationswiderstand hierbei 1 MΩ nicht unterschreiten.

Die wichtigsten Grenzwerte bei elektrischen Anlagen nach DIN VDE 0100-600

Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung

Nach DIN VDE 0100-600 ist die Wirksamkeit der Maßnahmen durch automatische Abschaltung der Stromversorgung nachzuweisen, um den Schutz bei indirektem Berühren zu gewährleisten. Dazu sind folgende Messungen und Prüfungen durchzuführen:

Für TN-Systeme

- Messung der Schleifenimpedanz
- Überprüfung der Kenndaten und/oder der Wirksamkeit der zugeordneten Schutzeinrichtung durch Besichtigen (z. B. des Bemessungsstroms bei Überstrom-Schutzeinrichtungen und der Sicherungen)
- Bei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) durch Besichtigen, die Messung der Abschaltzeit wird empfohlen.

Für TT-Systeme

- Messung des Widerstands des Anlagenerders
- Überprüfung der Kenndaten und/oder der Wirksamkeit der zugeordneten Schutzeinrichtung durch Besichtigen (z. B. des Bemessungsstroms bei Überstrom-Schutzeinrichtungen und der Sicherungen)
- Bei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) durch Besichtigen, die Messung der Abschaltzeit wird empfohlen.

Die wichtigsten Grenzwerte bei elektrischen Anlagen nach DIN VDE 0100-600

➤ Hinweise

- Wenn Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit $I_{\Delta N} \leq 500$ mA als Abschalteinrichtung eingesetzt werden, ist die Messung der Fehlerschleifenimpedanz im Allgemeinen nicht erforderlich.

- Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme ist nachgewiesen, wenn die Abschaltung spätestens beim Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta N}$ erfolgt, und bei TT-Systemen und die zulässige Berührungsspannung nicht überschritten wird.

- Die Wirksamkeit der automatischen Abschaltung der Stromversorgung durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) muss mit Messgeräten nach DIN EN 61557-6 (VDE 0413-6) geprüft werden, dabei ist nachzuweisen, dass die Anforderungen aus DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) eingehalten werden. Es wird empfohlen, die Abschaltzeit zu überprüfen.

- Die Messung der Abschaltzeiten ist jedoch gefordert, wenn RCDs wieder verwendet werdenoder bei Erweiterungen/Änderungen, wenn bereits vorhandene RCDs als Abschalteinrichtung verwendet werden.

- Wenn die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme hinter einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) bestätigt worden ist, darf der weitere Nachweis des Schutzes nach diesem Punkt durch die Messung der Durchgängigkeit der Schutzleiter nachgewiesen werden.

Die wichtigsten Grenzwerte bei elektrischen Anlagen nach DIN VDE 0100-600

Schleifenimpedanz und Abschaltstrom

Die Schleifenimpedanz zwischen Außenleiter und PE- oder PEN-Leiter ist zu ermitteln. Die Messung muss mindestens einmal pro Stromkreis an der (messtechnisch gesehen) ungünstigsten Stelle des Stromkreises erfolgen. Weiterhin ist jeder Schutzleiteranschluss im Stromkreis auf Wirksamkeit zu prüfen, dies kann mittels Schleifenimpedanzmessung oder Messung der Durchgängigkeit der einzelnen Schutzleiter nachgewiesen werden (Niederohmmessung, R_{LOW}).

Bitte entnehmen Sie die entsprechenden Grenzwerte aus der Tabelle 2 im Anhang (Seite 104).

Netzinnenwiderstand

Die Messung des Netzinnenwiderstandes – also Außenleiter gegen Neutralleiter – ist empfohlen. Dieser Messwert sollte nicht gravierend vom Messwert der Schleifenimpedanz abweichen.

➔ Praxistipp!

- Um genaue Messergebnisse zu erzielen, besteht z.B. bei unserem Prüfgerät „Testaris ProInstall-200" die Möglichkeit, den Widerstand der verwendeten Messleitung zu kompensieren.
- Beachten Sie bei dieser Messung die in DIN VDE 0100-600 empfohlenen Grenzwerte für die Abschaltbedingungen. In den Tabellen NA.1 (TN-Systeme) und Tabellen NA.2 (TT-Systeme) sind die Mindestabschaltströme und die maximalen Werte für die Schleifenimpedanz angegeben. Zusätzlich sind die max. Betriebsmessabweichung der Messgeräte (±30 % nach DIN VDE 0413-1, EN 61557-1) sowie der Temperatureinfluss des Kupferwiderstands (*) zu beachten.

* +10°C ergeben ungefähr 4% mehr Widerstand in Cu-Leitungen

Die wichtigsten Grenzwerte bei elektrischen Anlagen nach DIN VDE 0100-600

RCD/FI-Prüfung

Durch Erzeugung eines Fehlerstromes hinter dem RCD/FI ist nachzuweisen, dass der RCD/FI mindestens bei Erreichen seines Nennfehlerstromes auslöst und in TT-Systemen die zulässige Berührungsspannung nicht überschritten wird. Die Messung muss einmal pro Stromkreis erfolgen.

Weiterhin ist jeder im Stromkreis liegende Schutzleiteranschluss auf Wirksamkeit zu prüfen (Niederohmmessung, R_{LOW}). Dies kann mittels Messung der Berührungsspannung oder Messung der Durchgängigkeit der einzelnen Schutzleiter nachgewiesen werden.

Die Berührungsspannung darf nach DIN VDE 0100-410 Abs. 411.5.3 den Wert von 50 V (AC) nicht überschreiten, deshalb muss der Erdungswiderstand entsprechend niedrig sein.

Bitte entnehmen Sie die entsprechenden Grenzwerte aus der Tabelle 3 im Anhang (Seite 106).

ZUSATZ-INFO: PRCDs

Portable Fehlerstrom-Schutzschalter (PRCDs) für den Einsatz im Freien: z.B. Feuerwehr, THW usw. Diese können mit dem Beha-Amprobe GT-800 überprüft werden.

➜ Praxistipp!

- Die Anzeige der Berührungsspannung von 0 V bedeutet einen Erdungswiderstand $<1\,\Omega$ (üblich in TN-Systemen), also sehr gut.
- In bestimmten Fällen muss auch der Abschaltstrom gemessen werden.

Die wichtigsten Grenzwerte bei elektrischen Anlagen nach DIN VDE 0100-600

- Hohe Aufmerksamkeit ist erforderlich bei der Wahl des Nennfehlerstromes und des RCD/FI-Typs.
- Bei Nichtauslösung des RCD/FI sind meist Isolations- oder Installationsprobleme zwischen N und PE hinter dem RCD/FI die Ursache.
- Zur sehr schnellen und kostensparenden Fehlersuche in Anlagen mit RCD/FI-Schutz ist im Beha-Amprobe-Liefersortiment eine sogenannte „Leckstromzange" erhältlich, z.B. Amprobe AC50A oder CHB5 mit einer Auflösung von bis zu 10 µA.

Erdungswiderstand

Der Erdungswiderstand in TT-Systemen muss zwingend gemessen werden. In dicht bebauten Gebieten kann es zweckmäßig sein, den Erdungswiderstand durch Messen der Schleifenimpedanz über zwei Erder zu ermitteln.

TN-System	**Einhalten der Abschaltbedingungen, d.h.: R_A* x I_A* $\leq U_L$ (50 V)**	
Empfehlungen:	**$\leq$ 10 Ω (DIN VDE 0185-305-3, Blitzschutz)** **$\leq$ 5 Ω (Mobilfunkbetreiber)**	
TT-System	**Überstromschutz** **RCD/FI-Schutz**	**R_A* x I_A* $\leq U_L$ (50 V)** **R_A* x $I_{\Delta N}$* $\leq U_L$ (50 V)**

***R_A = Anlagenerde**
***I_A = Abschaltstrom**
***$I_{\Delta N}$ = Bemessungsdifferenzstrom**
Anmerkung: Bei TN-Systemen wird der Erder vom VNB (EVU) hergestellt, typ. Wert <1Ω.

Die wichtigsten Grenzwerte bei elektrischen Anlagen nach DIN VDE 0100-600

➨ Praxistipp!

- Bei konventioneller Erdungsmessung Sonden- und Hilfserderanschluss tauschen.
- Bei Messungen über zwei Erder vom Messwert den Wert des bekannten Erders (z. B. Betriebserder) und Leitungswiderstände abziehen.
- Bei der Beurteilung der Messergebnisse sind die jahreszeitlichen Einflüsse, speziell die Bodenfeuchte, zu berücksichtigen. Der Mindestwert sollte auch bei trockenem Boden eingehalten werden.
- Mit dem Prüfgerät „ProInstall-200-D" wird im Messbereich „U_L" gleichzeitig der Erdungswiderstand rechnerisch ermittelt. Diese Messung ersetzt keine vollständige Erdungsmessung, kann aber zur sehr schnellen Beurteilung einer Anlage hilfreich sein. Dabei sollte der größte Bemessungsfehlerstrom gewählt werden, um genaue Messwerte zu erhalten.

Drehfeld

An allen Drehstromsteckdosen ist feszustellen, ob ein Rechtsdrehfeld vorliegt.

Prüfung des Spannungsfalls

Wenn die Erfüllung der Forderungen nach DIN VDE 0100-520 einzuhalten ist, dürfen folgende Möglichkeiten verwendet werden:

- Bestimmung des Spannungsfalls durch Messung der Impedanz des Stromkreises
- Berechnung unter Berücksichtigungen der max. Leitungslänge, des Laststroms und Querschnittes
- Spannungsmessung ohne und mit eingeschl Verbraucher

Wiederholungsprüfungen nach DIN VDE 0105-1, -100

In der DIN VDE 0105 sind allgemeine Hinweise enthalten, die den Betrieb von elektrischen Anlagen sowie das Erhalten des ordungsgemäßen Zustandes betreffen. Zur Wiederholungsprüfung gibt Abs. 5.3 Hinweise, welche nachfolgend erwähnt sind:

- Elektrische Anlagen sind entsprechend den Errichtungsnormen und den Sicherheitsvorschriften in einem ordungsgemäßen Zustand zu erhalten.
- Es muss festgestellt werden, ob Anpassungen entsprechend den gültigen Normen bei bestehenden Anlagen durchgeführt wurden oder erforderlich sind.
- Mängel, die eine unmittelbare Gefahr bilden, sind unverzüglich zu beseitigen.
- Wiederkehrende Prüfungen „Besichtigen – Erproben – Messen"

Durch Besichtigen muss festgestellt werden, ob elektrische Anlagen und Betriebsmittel äußerlich erkennbare Schäden oder Mängel aufweisen.

Das Erproben von folgenden Anlagenteilen ist notwendig: Überwachungsgeräte (z.B. RCD/FI, Isolationsüberwachung), Stromkreise und Betriebsmittel, die der Sicherheit dienen, Drehfeldprüfungen und die Funktionfähigkeit von Meldeeinrichtungen.

Durch Messen müssen Werte ermittelt werden, die eine Beurteilung des Schutzes unter Fehlerbedingungen ermöglichen, dazu gehören: Schutzleiter, Erdungs- und Potentialausgleichsleiter, Erdung, Schleifenimpedanz und Abschaltstrom, Auslöse-Fehlerstrom und Berührungsspannung (bei RCD/FI), Ansprechwert von Isolationsüberwachungen.

Wiederholungsprüfungen nach DIN VDE 0105-1, -100

➔ Praxistipp!

- Stichprobenmessungen sind unter Umständen zulässig.
- Beim Isolationswiderstand gelten andere Grenzwerte als bei DIN VDE 0100-600.
- Der Umfang der Prüfungen darf nach Bedarf und den Betriebsverhältnissen auf Stichproben, sowohl im Bezug auf den örtlichen Bereich (Anlagenteile) als auch auf die Maßnahmen, beschränkt werden, wenn dadurch eine Beurteilung des ordungsgemäßen Zustands möglich ist.≥

Grenzwerte für Isolationsmessung nach DIN VDE 0105- 100

Mit angeschlossenen und eingeschalteten Verbrauchern mindestens	**≥ 300 Ω/V**
Ohne angeschlossenen Verbraucher	**≥ 1000 Ω/V**
Im Freien oder in Feuchträumen	**jeweils 50% der obigen Werte**
Im IT-System sind zulässig	**≥ 50 Ω/V**

Die wichtigsten Grenzwerte elektrischer Betriebsmittel nach DIN VDE 0701-0702

Erstprüfungen Die Erstprüfung nimmt hier der Hersteller vor.

Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte – Wiederholungsprüfung elektrischer Geräte nach DIN VDE 0701-0702

Schutzleiterwiderstand

Bei Geräten mit Schutzleiter und berührbaren leitfähigen Teilen, die am Schutzleiter angeschlossen sind (Geräte der Schutzklasse I), ist der ordnungsgemäße Zustand der elektrischen Verbindung zwischen der Anschlussstelle des Schutzleiters (Schutzkontakt des Netzsteckers) und jedem mit dem Schutzleiter verbundenen berührbaren Teil nachzuweisen.

Grenzwerte für den Schutzleiterwiderstand	
≤ 0,3 Ω	bis 5 m Leitungslänge mit Bemessungsstrom bis 16 A
zzgl. 0,1 Ω je 7,5 m jedoch max. 1,0 Ω	über 5 m Leitungslänge mit Bemessungsstrom bis 16 A
Für alle andere Leitungen gilt als Grenzwert der errechnete Widerstandswert	

➔ Praxistipp!

- Leitungen während der Prüfung über die gesamte Länge bewegen!
- Handprobe an Befestigungen sowie an der Einführungen der betreffenden Leitung durchführen!
- Sondenanschluss an gut leitendes Teil am Prüfling anschließen, Übergangswiderstand geht in Messung ein!

Die wichtigsten Grenzwerte elektrischer Betriebsmittel nach DIN VDE 0701-0702

Isolationswiderstand

Der Isolationswiderstand ist zwischen allen aktiven Teilen und dem Schutzleiter (Geräte der Schutzklasse I) bzw. an allen berührbaren leitfähigen Teilen des Gehäuses (bei Schutzklasse II und III) zu messen.

Dazu sind alle Stromkreise einzuschalten, ggf. sind die Messungen in mehreren Schalterstellungen vorzunehmen.

Bei der Instandsetzung/Änderung ist zusätzlich eine Messung zwischen den aktiven Teilen eines SELV/PELV Stromkreises und den aktiven Teilen des Primärstromkreises erforderlich.

Die Prüfspannung beträgt 500 V DC, wenn Geräte mit Überspannungsableitern oder SELV/PELV-Geräte geprüft werden, darf hierfür die Messspannung auf 250 V DC reduziert werden.

Geräteart	Grenzwert nach DIN VDE 0701-0702
Mit Schutzleiter (SK I)	**> 1,0 MΩ**
Mit Heizelementen (SK I)	**> 0,3 MΩ**
Schutzisoliert * (SK II)	**> 2,0 MΩ**
Schutzkleinspannung (SK III)	**> 250 kΩ**

* Auch bei berührbaren leitfähigen Teilen von Geräten der SK I, welche nicht mit PE verbunden sind.

➤ Praxistipp!

- Bei Geräten der Informationstechnik oder anderen elektronischen Geräten darf die Isolationsmessung entfallen, jedoch ist die Messung des Schutzleiter- oder Berührungsstroms nach dem direkten oder Differenzstrommessverfahren zwingend erforderlich.

Die wichtigsten Grenzwerte elektrischer Betriebsmittel nach DIN VDE 0701-0702

Zusätzliche Messungen für Elektrowerkzeuge

Nach DIN VDE 0701-0702 Anhang E darf anstelle der Isolationswiderstandsmessung eine Spannungsprüfung mit 1000 V (SK I) oder 2500 V (SK II) bzw. 400 V (SK III) (AC/50 Hz) durchgeführt werden.

Schutzleiterstrom

An jedem Gerät mit Schutzleiter (Geräte der SK I) muss der Schutzleiterstrom gemessen werden.

Dafür können folgende Messverfahren angewendet werden

- Die Differenzstrommessung *1
- Die direkte Messung *2
- Die Ersatz-Ableitstrommessung *3

Hinweise

*1 Bei der Messung muss der Netzstecker umgepolt werden, alle Stromkreise sind einzuschalten, ggf. sind die Messungen in mehreren Schalterstellungen vorzunehmen.

*2 Bei der direkten Messung muss der Prüfling von Erde isoliert werden, es darf keine Verbindung zur Erde (z. B. über Datenanschlüsse) bestehen. Eine Messung des Schutzleiterstromes ist auch mit einer Leckstrozange und entsprechenden Messadaptern möglich.

*3 Das Ersatz-Ableitstrommessverfahren ist nur anwendbar, falls sich im Prüfling keine netzspannungsabhängigen (bzw. elektronischen) Schalter befinden und vorher eine Isolationswiderstandsmessung durchgeführt und bestanden wurde.

Die wichtigsten Grenzwerte elektrischer Betriebsmittel nach DIN VDE 0701-0702

Geräteart	Grenzwert
Geräte allgemein	≤ 3,5 mA
Geräte mit eingeschalteten Heizelementen über 3,5 kW	1 mA/kW bis zum Höchstwert von 10 mA

Hinweis: Bei Überschreitung obiger Werte ist zu prüfen, ob Grenzwerte laut Herstellerangaben bzw. Produktnormen gelten.

➤ Praxistipp!

- Verwechseln Sie nicht Ersatz-Ableitstrom oder Schutzleiterstrom bzw. Differenzstrom. In der Regel ist der Ersatz-Ableitstrom doppelt so hoch wie der Schutzleiterstrom bzw. der „echte" Ableitstrom.
- Bei symmetrischer Beschaltung darf der Wert halbiert werden.
- Eine empfindliche Stromzange, eine sogenannte „Leckstromzange" z.B. AC50A oder CHB5 mit einer Auflösung von bis zu10 µA, ersetzt ein spezielles Prüfgerät. Diese Leckstromzange ermöglicht auch eine sehr schnelle und somit kostensparende Fehlersuche in Anlagen mit RCD/FI-Schutz.

Die wichtigsten Grenzwerte elektrischer Betriebsmittel nach DIN VDE 0701-0702

Berührungsstrom

An allen berührbaren leitfähigen und nicht mit einem Schutzleiter verbundenen Teil des Prüflings ist der Berührungsstrom zu messen.

Dafür können folgende Messverfahren angewendet werden

- Die Differenzstrommessung *1
- Die direkte Messung *2
- Die Ersatz-Ableitstrommessung *3

Hinweise

*1 Bei der Messung muss der Netzstecker umgepolt werden, alle Stromkreise sind einzuschalten, ggf. sind die Messungen in mehreren Schalterstellungen vorzunehmen.

*2 Bei der direkten Messung muss der Prüfling von Erde isoliert werden, es darf keine Verbindung zur Erde (z. B. über Datenanschlüsse) bestehen.

*3 Das Ersatz-Ableitstrommessverfahren ist nur anwendbar, falls sich im Prüfling keine netzspannungsabhängigen (bzw. elektronischen) Schalter befinden und vorher eine Isolationswiderstandsmessung durchgeführt und bestanden wurde.

Geräteart	Grenzwert
Nicht mit dem PE verbundene berührbare leitfähige Teile	≤ 0,5 mA
Geräte der Schutzklasse III	Messung nicht erforderlich

Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

Überprüfung von medizinischen elektrischen Geräten sowie von Kranken- und Pflegebetten nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

Diese Norm gilt für Prüfungen von medizinischen elektrischen Geräten (ME-Geräten) vor der Inbetriebnahme, bei Instandhaltung, Inspektion, Wartung und bei Wiederholungsprüfungen.

Schutzleiterwiderstand

Der Schutzleiter ist auf ordnungsgemäße und sichere Verbindung zu prüfen. Zu prüfen sind alle berührbaren leitfähigen Teile, welche im Fehlerfall spannungsführend werden können.

Grenzwerte	
ME-Geräte mit fester Netzanschlussleitung	≤ 0,3 Ω
ME-Geräte mit abnehmbarer Netzanschlussleitung	
zwischen Schutzkontakt des Gerätesteckers und berührbaren Teilen des ME-Gerätes	≤ 0,2 Ω
für die abnehmbare Netzanschlussleitung alleine	≤ 0,1 Ω
für die abnehmbare Netzanschlussleitung zusammen mit dem Gerät	≤ 0,3 Ω
ME-Geräte mit Mehrfachsteckdose:	
zwischen Schutzkontakt des Netzsteckers der Mehrfachsteckdose und allen berührbaren Teilen des ME-Gerätes	≤ 0,5 Ω

Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

➤ Praxistipp!

- Leitungen während der Prüfung über die gesamte Länge bewegen!
- Sondenanschluss an gut leitendes Teil am Prüfling anschließen, der Übergangswiderstand geht in Messung ein!
- bei Messgeräten, die einen Prüf-Gleichstrom verwenden, ist die Messung mit beiden Polaritäten durchzuführen, der höheren Wert muss dokumentiert werden

Ableitströme

Abhängig von der Art des ME-Geräts kann das Messen des Geräte-ableitstromes oder Ableitstromes vom Anwendungsteil (ehemals Patientenableitstrom) erforderlich sein, die erforderlichen Messungen sind abhängig vom der Ausstattung und Klassifizierung des ME-Gerätes, Angaben des Herstellers sind zu beachten.

Folgende Messverfahren können dazu eingesetzt werden

- Ersatzmessung
- Direktmessung
- Differenzstrommessung

Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

➤ **Praxistipp!**

- Bei Geräten der Schutzklasse I darf die Ableitstrommessung erst nach bestandener Schutzleiter-Prüfung durchgeführt werden.
- Enthält der Prüfling elektronische Schalter (z. B. Relais, Triacs, etc.) die verhindern, dass beim Anlegen von Netzspannung nicht alle Stromkreise erfasst werden, so sind nur das direkte Messverfahren oder die Differenzstrommessung anwendbar.
- Die Messung des Geräteableitstromes muss so durchgeführt werden, dass die Messung zum gleichen Resultat wie beim ersten Fehler führt (d.h. PE unterbrochen)
- Das ME-Gerät muss in allen bestimmungsgemäßen Funktionen (Schalterstellungen) gemessen werden, der höchste Wert des Ableitstromes und die entsprechende Funktion müssen dokumentiert werden.

Die Grenzwerte werden nach den folgenden Anwendungsteilen unterschieden:

Anwendungsteil B: 	Für Anwendungen bzw. Kontakt am Körper (B=body), **geerdet**.
Anwendungsteil BF: 	Für Anwendungen bzw. Kontakt **am** Körper (B=body), erdfrei **(F=floating)**.
Anwendungsteil CF: 	Für Anwendungen bzw. Kontakt **im** Körper, bzw. am Herz (C=cardio), **(F=floating)**.

Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

Geräteableitstrom, Ersatzmessung

Bei dieser Messung wird das ME-Gerät vom Netz getrennt, der Ableitstrom wird durch Anlegen einer Hilfsspannung in Höhe der Netznennspannung (230 V) gemessen.

► Praxistipp!

- Schalter im Netzteil müssen während der Messung geschlossen sein.
- ME-Geräte der Schutzklasse I brauchen nicht isoliert aufgestellt zu werden.
- Bei ME-Geräte der Schutzklasse I kann es erforderlich sein, den Ableitstrom von berührbaren leitfähigen Teilen, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind, getrennt zu messen, Angaben des Herstellers sind zu beachten.
- Wenn bei der Ersatzmessung Werte >1 mA gemessen werden, müssen andere Messverfahren angewendet werden.

Folgende Messungen sind durchzuführen:

- ME-Geräte mit Schutzleiter (Schutzklasse I)
  - Netzeingang (L/N) gegen mit dem Schutzleiter verbundene Gehäuseteile
  - Netzeingang (L/N) gegen berührbare leitfähige Teile des Gehäuses (nicht mit Schutzleiter verbunden)
  - Netzeingang (L/N) gegen alle Anwendungsteile
- ME-Geräte ohne Schutzleiter (Schutzklasse II)
  - Netzeingang (L/N) gegen berührbare nicht mit Schutzleiter verbundene leitfähigen Teile des Gehäuses
  - Netzeingang (L/N) gegen alle Anwendungsteile

Grenzwerte Geräteableitstrom, Ersatzmessung			
Anwendungsteil	Typ B	Typ BF	Typ CF
Geräteableitstrom für alle berührbare leitfähige Teile bei ME-Geräten mit Schutzleiter (Schutzklasse I)	1 mA	1 mA	1 mA
Geräteableitstrom bei ME-Geräten ohne Schutzleiter (Schutzklasse II)	0,5 mA	0,5 mA	0,5 mA

Der Grenzwert für Pflegebetten beträgt 1,0 mA

Geräteableitstrom, Direktmessung

Bei dieser Messung wird das ME-Gerät von der Schutzerde getrennt und mit Netzspannung betrieben. Der Ableitstrom der Gehäuseteile und der Anwendungsteile wird durch Abtasten mit einer Sonde (Prüfleitung) gemessen.

➔ **Praxistipp!**

- Die Messung ist in beiden Positionen des Netzsteckers durchzuführen, der höhere Wert ist zu dokumentieren.
- Bei ME-Geräte der Schutzklasse I kann es erforderlich sein, den Ableitstrom von berührbaren leitfähigen Teilen, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind, getrennt zu messen, Angaben des Herstellers sind zu beachten.
- ME-Geräte der Schutzklasse I müssen isoliert aufgestellt werden, alle Erdverbindungen (Datenleitungen, Potentialausgleich) sind aufzutrennen. Falls dies nicht möglich ist, müssen andere Messverfahren angewendet werden.

Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

Warnhinweis!

- Bei der Messung des Geräteableitstromes von ME-Geräten der Schutzklasse I ist Vorsicht geboten, da durch die Auftrennung der Schutzleiterverbindung Personen gefährdet werden können!

Folgende Messungen sind durchzuführen:

- ME-Geräte mit Schutzleiter (Schutzklasse I)
  - Ableitstrom von Gehäuseteilen, welche mit dem Schutzleiter verbunden sind
  - Ableitstrom von berührbaren leitfähigen Teilen des Gehäuses (welche nicht mit Schutzleiter verbunden sind)
  - Ableitstrom von allen Anwendungsteilen
- ME-Geräte ohne Schutzleiter (Schutzklasse II)
  - Ableitstrom von berührbaren leitfähigen Teilen des Gehäuses
  - Ableitstrom von allen Anwendungsteilen

Geräteableitstrom, Differenzstrommessung

Bei dieser Messung wird das ME-Gerät mit Netzspannung betrieben. Der gesamte Geräteableitstrom wird mit dem Differenzstromverfahren über die Netzzuleitung des Gerätes gemessen. Der Ableitstrom von nicht mit dem Schutzleiter verbundenen Gehäuseteilen sowie von Anwendungsteilen wird durch Abtasten mit einer Sonde (Prüfleitung) ermittelt.

Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

➤ Praxistipp!

- Die Messung ist in beiden Positionen des Netzsteckers durchzuführen, der höhere Wert ist zu dokumentieren.
- Bei ME-Geräte der Schutzklasse I kann es erforderlich sein, den Ableitstrom von berührbaren leitfähigen Teilen, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind, getrennt zu messen.
- ME-Geräte der Schutzklasse I müssen nicht isoliert aufgestellt werden.

Folgende Messungen sind durchzuführen:

- ME-Geräte mit Schutzleiter (Schutzklasse I)
  - Ableitstrom des Netzschutzleiters (erfasst die Gehäuseteile, welche mit dem Schutzleiter verbunden sind)
  - Ableitstrom von berührbaren leitfähigen Teilen (welche nicht mit Schutzleiter verbunden sind)
  - Ableitstrom von allen Anwendungsteilen
- ME-Geräte ohne Schutzleiter (Schutzklasse II)
  - Ableitstrom von berührbaren leitfähigen Teilen des Gehäuses
  - Ableitstrom von allen Anwendungsteilen

Grenzwerte Geräteableitstrom, Direkt- oder Differenzstrommessung			
Anwendungsteil	**Typ B**	**Typ BF**	**Typ CF**
Geräteableitstrom für alle berührbaren leitfähigen Teile bei ME-Geräten mit Schutzleiter (Schutzklasse I)	0,5 mA	0,5 mA	0,5 mA
Geräteableitstrom bei ME-Geräten ohne Schutzleiter (Schutzklasse II)	0,1 mA	0,1 mA	0,1 mA

Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

Ableitstrom vom Anwendungsteil, allgemein

Die Messung des Ableitstromes vom Anwendungsteil muss an Geräten mit Anwendungsteilen des Typ F vorgenommen werden.

- Bei Anwendungsteilen des Typs B (B=body, geerdet) ist üblicherweise keine separate Messung notwendig, hier können die Anwendungsteile ans Gehäuse angeschlossen werden und werden so bei der Messung des Geräteableitstroms mitgemessen.
- Bei Anwendungsteilen des Typs F (F=floating, erdfrei), müssen alle miteinander verbundenen Patientenanschlüsse des Anwendungsteils gemessen werden, Herstellerangaben sind dabei zu beachten.
- Bei der Prüfung von ME-Geräten mit mehren Anwendungsteilen sind diese nacheinander anzuschließen und zu messen, Anwendungsteile, welche nicht gemessen werden, bleiben dabei offen.

Ableitströme vom Anwendungsteil – Ersatzmessung

Bei dieser Messung wird das ME-Gerät vom Netz getrennt, der Ableitstrom wird durch Anlegen einer Hilfsspannung in Höhe der Netznennspannung (230 V) zwischen Netzeingang (eventuell auch Gehäuseteile) gegen Anwendungsteile durch Abtasten mit einer Sonde (Prüfleitung) gemessen.

➤ Praxistipp!

- Bei der Ersatzmessung von ME-Geräten der Schutzklasse I den Netzeingang (L/N), den Netzschutzleiter, das Gehäuse und berührbare leitfähige Teile kurzschließen.
- Bei der Ersatzmessung von ME-Geräten der Schutzklasse II den Netzeingang (L/N) und berührbare leitfähige Teile kurzschließen.

Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

Folgende Messungen sind durchzuführen

- ME-Geräte mit Schutzleiter (Schutzklasse I) und ME-Geräte ohne Schutzleiter (Schutzklasse II)
  - Ableitstrom von allen (miteinander verbundenen) Anwendungsteilen gegen Netzschutzleiter

Grenzwerte Ableitstrom vom Anwendungsteil – Ersatzmessung			
Anwendungsteil	**Typ B**	**Typ BF**	**Typ CF**
Ableitstrom vom Anwendungsteil	-	5 mA	0,05 mA

Ableitströme vom Anwendungsteil – Netzspannung am Anwendungsteil

Bei dieser Messung wird das ME-Gerät mit Netzspannung betrieben. Der Ableitstrom wird durch Anlegen einer Hilfsspannung in Höhe der Netznennspannung (230 V) zwischen Netzschutzleiter (eventuell auch Gehäuseteile) gegen Anwendungsteile durch Abtasten mit einer Sonde (Prüfleitung) gemessen.

➤ **Praxistipp!**

- Bei ME-Geräten der Schutzklasse I den Netzschutzleiter, das Gehäuse und berührbare leitfähige Teile verbinden.
- Bei ME-Geräten der Schutzklasse II den Netzschutzleiter und berührbare leitfähige Teile verbinden.

Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

Folgende Messungen sind durchzuführen

- ME-Geräte mit Schutzleiter (Schutzklasse I) und ME-Geräte ohne Schutzleiter (Schutzklasse II)
  - Ableitstrom von allen (miteinander verbundenen) Anwendungsteilen gegen Netzschutzleiter

Grenzwerte Ableitstrom vom Anwendungsteil – Netzspannung am Anwendungsteil			
Anwendungsteil	**Typ B**	**Typ BF**	**Typ CF**
Ableitstrom vom Anwendungsteil	-	5 mA	0,05 mA

Isolationswiderstand

Laut DIN VDE 0750 (IEC 60601-1) wird die Messung des Isolationswiderstandes nicht als Abnahmekriterium herangezogen. In einigen Ländern gab es bereits früher nationale Normen zur Isolationsmessung an Medizingeräten.

Die Messung des Isolationswiderstandes kann hilfreich sein:

– als Zusatz oder als Ersatz für die Ableitstrom-Messung bei bestimmten Bauelementen oder Medizingeräten (z. B. Heizelementen mit veränderlichen Isolationseigenschaften)

– als Zusatz für die Ableitstrom-Messung, wenn Zweifel an der Funktionsfähigkeit der Isolationsfähigkeit des Medizingerätes bestehen (z. B. wenn ein Fehlerstromschutzschalter ausgelöst hat oder ein Prüfling verunreinigt wurde).

Im Allgemeinen sollte der Isolationswiderstand größer als 50 MOhm sein. Ein Isolationswiderstand von weniger als 1 MOhm ist nur vertretbar, wenn die Gründe für den niedrigen Isolationswert bekannt sind und die Ableitströme innerhalb der zulässigen Werte liegen.

Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

Grenzwerte Isolationswiderstand Messpunkt	Schutzklasse I	Schutzklasse II
Netzeingang gegen PE	2 MΩ	-
Netzeingang gegen berührbare Teile	7 MΩ	7 MΩ
Typ B Netzeingang gegen Anwendungsteile	2 MΩ	7 MΩ
Typ F Netzeingang gegen Anwendungsteile	70 MΩ	70 MΩ
Anwendungsteile gegen PE oder berührbare Teile	70 MΩ	70 MΩ

➨ Praxistipp!

- Alle Schalter des Netzteiles müssen eingeschaltet werden.
- Um eine Beschädigung des ME-Geräts zu verhindern, darf eine Messung des Isolationswiderstandes an den Anwendungsteilen und Schutzleiter bzw. Gehäuse nur durchgeführt werden, wenn das ME-Gerät für eine solche Prüfungen ausgelegt ist und wenn es der Hersteller in den Unterlagen nicht untersagt.

Folgende Messungen sind durchzuführen

- ME-Geräte mit Schutzleiter (Schutzklasse I)
  - zwischen Netzteil und Schutzleiter
  - zwischen Netzteil und berührbaren leitfähigen Teilen, die nicht an PE angeschlossen sind
  - zwischen Netzteil und allen Patientenanschlüssen der Anwendungsteile
  - zwischen Patientenanschlüssen der Anwendungsteile Typ F und Schutzleiter

Messungen nach DIN VDE 0751-1 / EN 62353

- zwischen Patientenanschlüssen der Anwendungsteile Typ F und berührbaren leitfähigen Teilen, die nicht an PE angeschlossen sind

• ME-Geräte ohne Schutzleiter (Schutzklasse II)

- zwischen Netzteil und berührbaren leitfähigen Teilen
- zwischen Netzteil und allen Patientenanschlüssen der Anwendungsteile
- zwischen Patientenanschlüssen der Anwendungsteile Typ F und berührbaren leitfähigen Teilen

Grenzwerte für Isolationswiderstand waren in der DIN VDE 0751-1 (Ausgabe 2008) nicht vorgegeben, hier können Empfehlungen des Herstellers oder frühere gemessene Werte herangezogen werden.

Funktionsprüfung Alle sicherheitsrelevanten Funktionen müssen nach Angaben des Herstellers geprüft werden. Falls erforderlich, ist der Prüfer durch eine Person zu unterstützen, die mit der Bedienung des ME-Gerätes vertraut ist.

➨ Praxistipp!

• Bei Pflegebetten ist das elektrisch angetriebene Bett in die jeweils oberen bzw. unteren Endlagepositionen anzusteuern und gleichzeitig die Stromaufnahme zu messen. Damit wird die Abschaltung in den Endpositionen durch die Endschalter geprüft. Hierbei sind unbedingt die Vorgaben bzw. Hinweise des Herstellers über die maximale Einschaltdauer (ED) zu beachten (Überlastgefahr!).

Dokumentation

Alle durchgeführten Prüfungen, Messungen, Inspektionen sowie Prüfstellen und Prüfer müssen dokumentiert werden. Ebenfalls ist eine abschließende Bewertung durch eine Elektrofachkraft mit den erforderlichen Fachkenntnissen des geprüften ME-Gerätes durchzuführen.

Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen

Erst- und Wiederholungsprüfungen nach DIN VDE 0113-1, EN 60204-1

Die Erstprüfung und Prüfung nach Instandsetzung oder Änderung sind identisch. Werden Teile der Maschine instandgesetzt oder ergänzt, müssen diese Teile entsprechend geprüft werden. Wiederholungsprüfungen an Maschinen werden nach DIN VDE 0105-1, 100 durchgeführt.

Dieser Teil von DIN VDE 0113 gilt für Anwendung von elektrischer und elektronischer Ausrüstung und Systemen für Maschinen, die während des Arbeitens nicht von Hand getragen werden, einschließlich einer Gruppe von Maschinen, die abgestimmt zusammenarbeiten.

- Metallbe- und Verarbeitungsmaschinen
- Gummi- und Kunststoffmaschinen
- Druck-, Papier- und Kartonmaschinen
- Leder-, Kunstleder- und Schuhmaschinen
- Bergbau- und Steinbrechmaschinen
- Kühl- und Klimatisierungsmaschinen
- Heizungs- und Lüftungsmaschinen
- Montagemaschinen
- Fördertechnik
- Mess- und Prüfmaschinen
- Verpackungsmaschinen
- Bau- und Baustoffmaschinen
- Kompressoren, Pumpen
- Hebemaschinen
- Maschinen zum Personentransport

Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen

Beispiele für Maschinen nach EN 60204-1


Druckmaschinen


Gabelstabler


Seilbahn, Lifte


Rolltreppen


Hebebühnen


Aufzüge


Kräne


Jahrmärkte

Der Umfang der Prüfungen für eine bestimmte Maschine wird in den zugeordneten Produktnormen angegeben. Wo keine der Maschine zugeordnete Produktnorm existiert, müssen die Prüfungen immer folgende Punkte beinhalten:

- Überprüfen, dass die elektrische Ausrüstung mit der technischen Dokumentation übereinstimmt
- Bedingungen für den Schutz durch automatische Abschaltung (Schutzleiterwiderstand und Fehlerschleifenimpedanz)
- Funktionsprüfungen

und können einen oder mehrere der folgenden Prüfungen einschließen:

- Isolationswiderstandsprüfungen
- Spannungsprüfungen
- Schutz gegen Restspannung

Überprüfung der Durchgängigkeit des Schutzleitersystems

Der Widerstand jedes Schutzleitersystems zwischen der PE-Klemme und relevanten Punkten, die Teile jedes Schutzleitersystems sind, muss mit einem Strom zwischen mindestens 0,2 A und ungefähr 10 A gemessen werden.

Grenzwerte für den Schutzleiterwiderstand

Der gemessene Widerstand muss in dem Bereich liegen, der entsprechend der Länge, dem Querschnitt und dem Material des jeweiligen Schutzleiters zu erwarten ist.

Überprüfung der Impedanz der Fehlerschleife

Der Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung muss durch die Überprüfung folgender beider Punkte erfolgen:

- Ermittlung der Fehler-Schleifenimpedanz (Messung oder Berechnung)
- Bestätigung der korrekten Zuordnung der Überstrom-Schutzeinrichtung (Prüfung der Kennwerte/Einstellung)

➤ Praxistipp!

- Sichtprüfung durchführen.
- Prüfspitzen gut leitend anschließen!
- Alle Schutzleiteranschlusspunkte gegen die PE-Klemme prüfen.

Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen

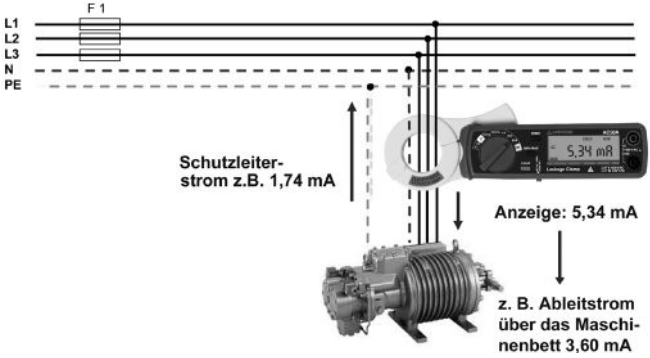
Isolationwiderstand

Gemessen wird mit einer Prüfspannung von 500 V DC.
Der Isolationswiderstand ist zwischen den Leitern der Hauptstromkreise und dem Schutzleitersystem zu messen, also zwischen allen aktiven (spannungsführenden) Teilen und Erde (PE).

Grenzwert	≥ 1 MΩ

➨ Praxistipp!

- Alle Verbindungen der Hauptstromkreise prüfen, auch hinter allpoligen Schaltern oder Schützen.
- Achtung bei elektronischen Bauteilen oder Geräten.
- Differenzstrommessung mit der Leckstromzange AC50A oder CHB5.



Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen

Spannungsprüfung

Zwischen allen spannungsführenden Teilen und Schutzleiter (PE) ist eine Spannungsprüfung mit einer Prüfzeit von ca. 1 s durchzuführen. Die zu verwendende Prüfspannung muss mindestens das 2-fache der Bemessungsspannung jedoch mindestens 1000 V Wechselspannung mit 50 Hz betragen.

➤ Praxistipp!

- Bauteile oder Geräte (z.B. Netzfilter), die nicht für diese Prüfspannung bemessen sind, müssen während der Prüfung abgeklemmt sein. Das ist in der Praxis jedoch kaum möglich!

Restspannung

Nach Abschalten der Versorgungsspannung darf kein berührbares aktives Teil nach 5 s eine Restspannung von mehr als 60 V haben (1s gilt für Maschinen mit berührbaren Steckvorrichtungen).

Grenzwert	nach 5 s $\leq$ 60 V nach 1 s $\leq$ 60 V (Maschinen mit Steckvorrichtungen)

➤ Praxistipp!

- Falls die erforderliche Entladungseinrichtung die korrekte Funktion der Maschine stört, darf die Entladezeit (auf $\leq$ 60 V) gemessen werden, und an der Maschine muss ein Warnhinweis auf die Gefährdung durch Restspannung und einzuhaltende Entladezeit angebracht sein.

Funktionsprüfung

Die Funktionen der elektrischen Ausrüstung und die Funktionen von Stromkreisen für die elektrische Sicherheit müssen geprüft werden.

Messen und Prüfen von Photovoltaikanlagen

Weiterhin Wachstum prognostiziert

Auch zwischen 2013 bis 2015 stieg die installierte PV-Leistung von 35,77 GW auf 39,70 GW an. Auch wenn der Zuwachs recht gering ist, wird weiterhin mit einem leichten Wachstum zu rechnen sein.

Für den Installateur bedeutet dies, dass er verstärkt Aufgaben in der Instandhaltung und Reparatur von vorhandenen Anlagen zu bewältigen hat. Hier zeigen sich die Fehler der Installation, die in der Vergangenheit bei der Errichtung durchgeführt wurden. Wenn man sich Gedanken über den unter der Anlage befindlichen Wert macht, so ist eine regelmäßige Prüfung versicherungstechnisch ein wichtiger rechtlicher Nachweis, um Anforderungen der DIN VDE 0100 Teil 700 zu erfüllen.

Die ersten Fehler lassen sich sehr leicht bereits bei der Sichtprüfung erkennen, solange die Kabelbinder nicht in einer UV-beständigen Ausführung eingesetzt wurden und die Leitungen bereits bis auf die Dachziegel herunter hängen.

Messungen und Prüfungen nach DIN EN 62446

Netzgekoppelte Photovoltaik-Systeme – Mindestanforderung an Systemdokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und wiederkehrende Prüfungen nach DIN VDE 0126-23 (EN 62446) 2013-03. Diese Norm legt die Mindestanforderungen der Systemdokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und wiederkehrende Prüfungen von netzgekoppelten Photo-voltaik Systemen fest.

Messen und Prüfen von Photovoltaikanlagen

Grundlagen der Dokumentation

Grundsätzlich verlangt die Norm eine umfangreiche Dokumentation über das Photovoltaik-System:

System-Daten	• Grundlegende Systemangaben • Angaben zum Systementwickler • Angaben zum Systeminstallateur
Stromlaufplan	• Die Anforderung lautet, mindestens einen Prinzipstromlaufplan zur Verfügung zu stellen • Im Stromlaufplan müssen Anmerkungen zum PV-Generator, PV-Strang und zu weiteren Komponenten vorhanden sein.
Datenblätter	• Datenblätter zu Modulen und Wechselrichtern • Angaben zu mechanischen Konstruktionen, Betriebs-und Wartungsangaben • Prüfergebnisse und Inbetriebnahme-Angaben

Sicherheit, Erstprüfung (Inbetriebnahme)

In der aktuellen Norm DIN VDE 0126-23 (EN 62446) werden die Mindestanforderungen über die Dokumentation sowie für Inbetrieb- und Wiederholungsprüfungen bei netzgekoppelte PV-Systeme festgelegt.

Messen und Prüfen von Photovoltaikanlagen

Prüfung:

In diesem Abschnitt werden die erwartenden Informationen zur Verfügung gestellt, welche nach der Erst- oder Wiederholungsprüfung eines installierten Systems vorzusehen sind. Darin sind Anforderungen der Besichtigung, Erprobung und Messung des Systems vorgegeben.

Die Prüfungen sind im Wechselstromkreis wie auch im Gleichstrombereich durchzuführen, wobei diese, soweit zutreffend, durchzuführen sind und in der folgenden Reihenfolge vorgenommen werden sollten:

Messung	Modell
1. Prüfung im Wechselstromkreis RCD (falls vorhanden) Schleifenimpedanz, Isolationsmessung, Niederohmmessung	PROINSTALL 200
2. Durchgängigkeit von Schutz- bzw. Funktionserder und Potentialausgleichsleitern	
3. Prüfung der Polarität	ACDC-54NAV
4. Messung der Leerlaufspannung	
5. Messung des Kurzschlussstromes	
6. Isolationswiderstandsmessung	PROINSTALL 200

Erläuterungen zu den einzelnen Prüfungen

1. Prüfung im Wechselstromkreis

Sind die Prüfungen der Wechselstromkreise abgeschlossen, müssen die folgenden Prüfungen an den Gleichstromkreisen, welche den PV-Generator bilden, durchgeführt werden.

➤ Praxistipp!

Verwenden Sie immer Geräte mit entsprechender, am Einsatzort vorhandener „Messkategorie".

2. Prüfung der Durchgängigkeit des Schutz- bzw. Funktionserder und Potentialausgleichsleitern, sofern angebracht

Diese Prüfung hat nur dann zu erfolgen, wenn auf der Gleichstromseite Schutz- bzw. Funktionserder oder Potentialausgleichsleiter an den Rahmen des PV-Generators angeschlossen sind.

3. Prüfung der Polarität der Gleichstromleitungen

Die Polarität der einzelnen Strings sind mit einer geeigneten Prüfvorrichtung zu prüfen. Wenn die Polarität bestätigt wurde, sind die Leitungen zu kontrollieren, um sicherzustellen, dass sie korrekt gekennzeichnet und richtig an die Systemgeräte, wie Schalteinrichtungen oder Wechselrichter, angeschlossen sind.

4. Messung der Leerlaufspannung eines PV-Stranges

Die Leerlaufspannung jedes PV-Stranges muss aus Sicherheitsgründen mit geeigneten Messgeräten und Messleitungen gemessen werden.

Die gemessenen Werte sind mit den zu erwartenden Werten zu vergleichen. Bei Systemen mit mehreren identischen Strängen und bei stabilen Bestrahlungsstärkebedingungen müssen die Spannungen der Stränge miteinander verglichen werden.

5. Messung des Kurzschlussstroms eines PV-Stranges

In der Norm wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass der Kurzschlussstrom nur mit geeigneten Messgeräten und Prüfverfahren gemessen werden sollte, da das Ein- und Ausschalten von Kurzschlussströmen im PV-Strang potentiell gefährlich ist.

6. Isolationsmessung

Bei der Isolationsmessung gibt es mehrere Möglichkeiten in Abhängigkeit, ob der Modulrahmen an den Funktionserder angeschlossen ist oder nicht. Beachtet werden muss, dass die Prüfspannung in Abhängigkeit der Systemspannung auszuwählen ist.

Messen und Prüfen von Photovoltaikanlagen

Funktionalität, Wartung

Nach der Installation eines PV-Systems kann es auch zu Funktionsstörungen kommen, welche die Elektrofachkraft wirtschaftlich und schnell zu bewerten hat.

Messung	Modell
Exakte Fehlersuche zur Bestimmung der fehlerhaften Module, Erstellung von Wärmebildern	Beha-Amprobe empfiehlt: Fluke Ti200, Fluke Ti300, Fluke Ti400, Fluke Ti450

Fehlersuche zur Bestimmung der fehlerhaften Module, Erstellung von Wärmebildern

Laut der DIN VDE 0126-23 (EN 62446) darf die Untersuchung des PV-Generators mittels Infrarotkamera (Beha-Amprobe empfiehlt Wärmebildkameras von FLUKE: www.fluke.de) als Bestandteil einer erst- und wiederkehrenden Prüfung aufgenommen werden.

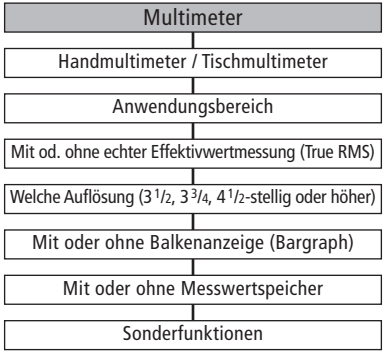
Probleme, welche zu Temperaturerhöhungen innerhalb von PV-Modulen oder PV-Generatoren führen, können beispielsweise auf fehlerhafte Bypass-Dioden, fehlerhafte Lötstellen und Zellen zurückgeführt werden.

Tipps zur Messung mit Multimetern

Beobachtet man den derzeitigen Trend innerhalb unserer Gesellschaft, so ist auffällig, dass die Kommunikation immer mehr in den Vordergrund gerät, seien es in der Computerwelt Internet oder in der Telekommunikation der Mobilfunk, um nur zwei Beispiele zu nennen.

Dieser Trend hält derzeit auch in der Messgerätewelt massiv Einzug. Auch die immer stärker geforderte Dokumentationspflicht von Messwerten aufgrund des Produkthaftungsgesetzes und aus versicherungstechnischen Gründen wird die Zukunft der Messtechnik entscheidend beeinflussen. Schon heute kommen Messgeräte, die Messwerte vor Ort speichern können, verstärkt zum Einsatz. Bei Bedarf sind diese Messwerte auf jedem handelsüblichen Computer beliebig überspiel-, archivier- und auswertbar.

Der Name „Multi" (lat. multus = viel) lässt bereits auf die Eigenschaft solcher Geräte schließen: Geräte mit vielen bereits eingebauten Funktionen und Bereichen. Im folgenden soll ein kleiner Überblick über die Multimeterwelt gegeben werden, der Ihnen bei der Entscheidungsfindung im Anschaffungsfalle Hilfestellung leisten soll.



Tipps zur Messung mit Multimetern

Alle vorher aufgeführten Eigenschaften sind die wesentlichen Auswahlkriterien, die beim Kauf eines Multimeters als erstes in Betracht gezogen werden sollten.

Für die digitalen Multimeter gibt es neben den Standard-Messfunktionen, wie Strom, Spannung und Widerstand, eine Vielzahl weiterer, hilfreicher Funktionen:

- Automatische Messbereichswahl
- Manuelle Messbereichswahl
- Überlastschutz
- Automatische Buchsenkontrolle
- Data Hold
- Delay Hold
- Relativwert-Messung
- Minimal- und Maximalwertspeicher
- Softwareanwendung
- Auto-Power-Off
- Durchgangstest
- Diodentest
- Transistortest
- Frequenzmessung
- Kapazitätsmessung
- Temperaturmessung
- PC-Schnittstelle



Für jeden Ihrer Anwendungsfälle finden Sie eine große Auswahl passender Geräte in unserem Gesamtkatalog.

Fordern Sie unseren Gesamtkatalog unter **0 76 84/80 09-0** an.

Nutzen Sie für technische Fragen unseren technischen Support unter der Rufnummer **0 76 84/80 09-540 oder email: techsupport.dach@fluke.com**

Tipps zur Messung mit Multimetern

Genauigkeit

Die Genauigkeit eines Multimeters gibt den maximalen Messfehler an, der unter bestimmten äußeren Bedingungen auftreten kann.

Bei digitalen Multimetern wird die Genauigkeit in Prozent in Bezug auf den aktuellen Messwert angegeben.

Beispiel: Eine Genauigkeit von 1 % bei einem angezeigten Messwert von 100,0 bedeutet, dass der gemessene Messwert zwischen 99,0 und 101,0 liegen kann.

Zusätzlich muss bei digitalen Multimetern ein konstanter Fehler, der sich aus der Umwandlung von Analog auf Digital ergibt, hinzugefügt werden. Dieser Wert betrifft die niederwertigste Ziffer (Digit).

Die Genauigkeit wird dann z.B. wie folgt angegeben: ± (1 % vom Messwert + 2 Digits). Für das obige Beispiel bedeutet dies, dass der gemessene Wert zwischen 98,8 und 101,2 liegen kann.

Dagegen sind bei analogen Multimetern die Genauigkeiten immer auf den Messbereichsendwert bezogen. Die Multimeter werden in Genauigkeitsklassen eingeteilt. Das bedeutet, unabhängig vom abgelesenen Messwert muss immer der gleiche Fehler hinzugefügt werden. Deshalb verringert sich der prozentuale Fehler, je näher der Messwert dem Messbereichsendwert kommt.

Beispiel: Genauigkeitsklasse 1,5 bedeutet, der Fehler beträgt in einem Messbereich ±1,5%, bezogen auf den Messbereichsendwert.

Ist der Messbereichsendwert z.B. 75, beträgt der maximale Fehler ± 1,5 % von 75, das sind ± 1,125.

Tipps zur Messung mit Multimetern

➤ Praxistipp!

Für die Messung mit Multimetern sind, um Falschmessungen zu vermeiden, einige wesentliche Dinge zu beachten:

- Beachten Sie, dass die meisten Multimeter im Spannungsbereich einen Eingangswiderstand von 10 MΩ oder mehr aufweisen. Diese Tatsache ist sicherlich hilfreich, solange in elektronischen Schaltkreisen gemessen wird, wo es darauf ankommt, das Messobjekt so wenig wie möglich zu belasten.
- Im Energiebereich kann der hohe Eingangswiderstand zu Falschmessungen führen. Liegen Leitungen parallel oder sind Transformatoren zwischengeschaltet, kann durch kapazitive Einkopplungen an Multimetern ein Spannungswert angezeigt werden, der einer Belastung nicht standhält. Besonders in solchen Fällen ist der Einsatz unserer Spannungsprüfer mit zuschaltbarer Last zur Prüfung auf Spannungsfreiheit empfehlenswert.
- Reicht der Strommessbereich des Multimeters nicht aus, ist der Einsatz unserer Stromzangen sinnvoll. Die Stromzangen sind für Echt-Effektivwertmessungen sowie Gleich- und Wechselstrommessungen erhältlich.
- Werden Messungen in Schaltkreisen mit Dimmern oder getakteten Stromversorgungen vorgenommen, muss ein Multimeter oder eine Stromzange mit Echt-Effektivwert verwendet werden.
- Bitte vergewissern Sie sich vor jeder Spannungsmessung, ob die Messleitungen in der richtigen Anschlussbuchse stecken und ob der Messbereich auf Spannungsmessung eingestellt wurde. Es kommt leider oft vor, dass Geräte zerstört werden, weil die Einstellung nicht korrekt vorgenommen wurde.

Tipps zur Messung mit Stromzangen

Stromzangen und Zangenadapter eignen sich zur Messung von Gleich- und Wechselströmen bei Geräten und Anlagen ohne Unterbrechung des Stromflusses.

Sicherheit

Benutzen Sie nur Stromzangen oder Zangenadapter, welche durch die angegebene Messkategorie für die gewünschte Messung geeignet sind. Wollen Sie z.B. in einem Verteilerschrank innerhalb eines Gebäudes eine Strommessung durchführen, müssen Sie mindestens ein Messgerät der Messkategorie III (CAT III) benutzen. Eine ausführliche Beschreibung zu den Messkategorien finden Sie auf Seite 112-113.

Unterbrechungsfreie Strommessung

Eine Abschaltung von Anlagen oder einzelnen Geräten zum Auftrennen des Stromkreises ist in der Praxis meist nicht möglich und wird üblicherweise vermieden.

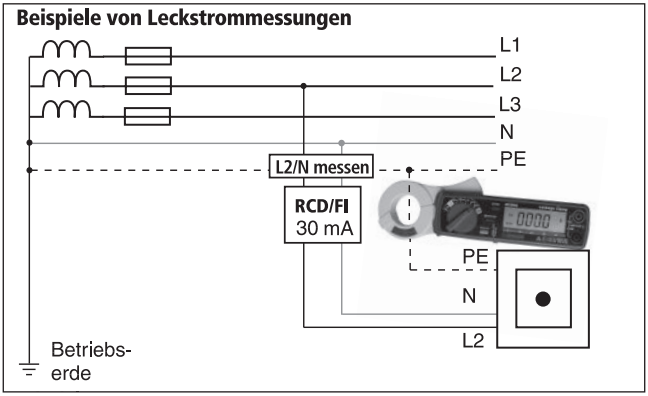
Sämtliche Gefahren, wie z. B. das Auftreten von gefährlichen Berührungsspannungen oder eine mögliche Verpolung beim Schließen des Stromkreises, können wirksam umgangen werden.

Stromzangen sind meist auch mit Zusatzfunktionen ausgestattet, wie z.B. Spannungsmessung, Widerstandsmessung, Leistungsmessung, cos φ - Messung, Messwertspeicherung, Crestfaktormessung, etc.

Tipps zur Ableitstrommessung mit Stromzangen

Leck- oder Ableitstrommessungen sind in der täglichen Praxis bei der Fehlersuche ein wertvolles Hilfsmittel.

Zum Beispiel ist in einer **Verteilung mit RCD/FI** mit einer Leckstromzange schnell zu ermitteln, warum ein RCD/FI permanent und scheinbar grundlos auslöst, nämlich indem der Ableitstrom der einzelnen Verbraucher gemessen und addiert wird. Oft ist es die Summe mehrerer Ableitströme, die einen RCD/FI zum Auslösen bringen und nicht ein defektes einzelnes Gerät (siehe folgendes Beispiel 1).



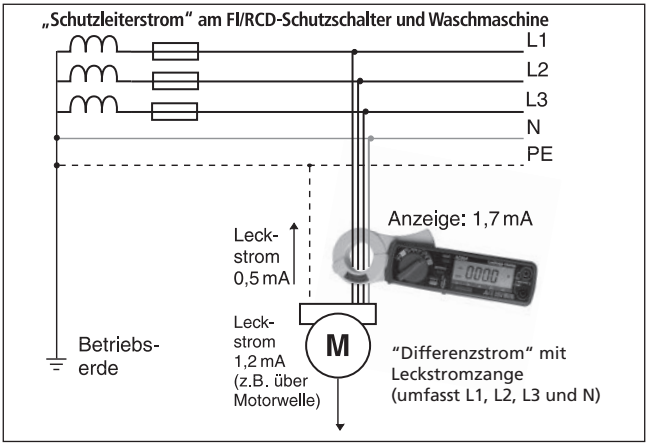
Beispiel 1

Besonders bei der Wiederholungsprüfung von z. B. Waschmaschinen ergibt sich eine enorme Zeitersparnis, wenn die Einhaltung des geforderten Grenzwertes von 3,5 mA für den Ableitstrom während des Betriebes mittels einer Leckstromzange (L2-N) ermittelt wird.

Tipps zur Ableitstrommessung mit Stromzangen

Wird dagegen der Ableitstrom im Schutzleiter gemessen, verfälschen Ströme, die über den Wasserleitungsanschluss und über die Kapazität der Waschmaschine zur Erde fließen, das Messergebnis. Außerdem kann während des Betriebes der Wasseranschluss nicht abgehängt werden. Die Waschmaschine müsste dazu isoliert aufgestellt werden.

Oder bedenken Sie, wie einfach der Leckstrom an einer Maschine, die mit einem Drehstrommotor betrieben wird, zu messen ist. Mit der Zange werden L1-L2-L3 umschlossen. Sofort kann der fließende Leckstrom auf der Anzeige ohne Auftrennen des Schutzleiters abgelesen werden (siehe folgendes Beispiel 2).



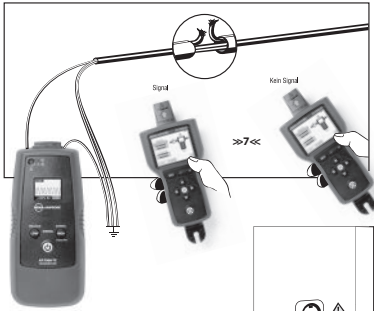
Beispiel 2

Wird mit einer Leckstromzange gemessen, die alle aktiven Leiter (L1, L2, L3 und N) umfasst, werden alle abfließenden Ströme bei der Messung berücksichtigt.

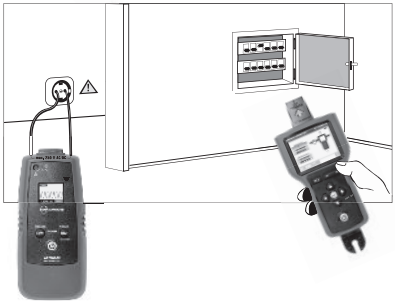
Tipps zur Messung mit Leitungssuchern

Der Leitungssucher ist ein universell einsetzbares Ortungsgerät zur Lokalisierung von Leitungen und Leitungsfehlern in Installationen. Verschiedene Problemstellungen in der täglichen Praxis können gelöst werden:

- Auffinden von Leitungsunterbrechungen in der Wand
- Auffinden des Leitungsverlaufes in der Wand
- Auffinden von Kurzschlüssen in Leitungen
- Auffinden von Sicherungen und Zuordnung zu Stromkreisen
- Auffinden von versehentlich unter Putz gelegten Steck- und Verteilerdosen
- Ermitteln des Verlaufes von Wasser- und Heizungsrohren

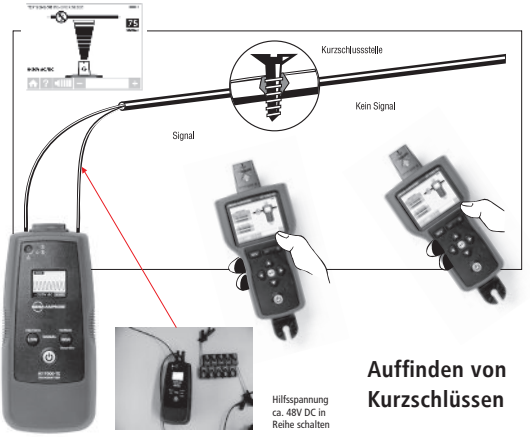


Auffinden von Leitungsunterbrechungen

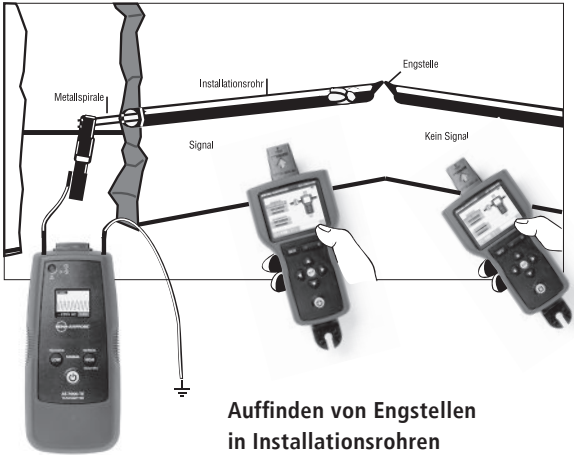


Suchen von Sicherungen

Tipps zur Messung mit Leitungssuchern



Auffinden von Kurzschlüssen



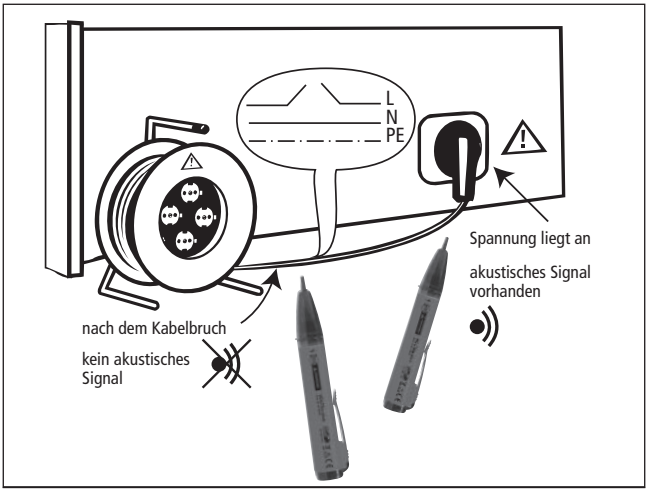
Auffinden von Engstellen in Installationsrohren

Tipps zur Messung mit berührungslosen Spannungstestern

Diese Geräte runden das Beha-Amprobe-Sortiment an Spannungsprüfern ab. Wie bei allen Spannungsprüfern steht die Anwendungssicherheit im Vordergrund. Die Voltfix-Serie zeigt ihre Bereitschaft optisch und teilweise akustisch an. Im direkten Umfeld der Prüfspitze liegende Wechselspannungen werden mittels einer Leuchtdiode bzw. über eine Änderung der Frequenz des akustischen Signals angezeigt.

Die Ortung eines Kabelbruches, z.B. in einem Verlängerungskabel, die Reparatur von Lichterketten und vieles mehr kann mit berührungslosen Spannungstestern schnell und einfach durchgeführt werden. Zusätzlich besteht beim Magnovoltfix die Möglichkeit der Erkennung von magnetischen Feldern z.B. an Magnetspulen oder Dauermagneten.

Ortung eines Kabelbruches mit Beha-Amprobe VOLTfix



Harmonische Oberschwingungen – Netzqualität

Vorwort

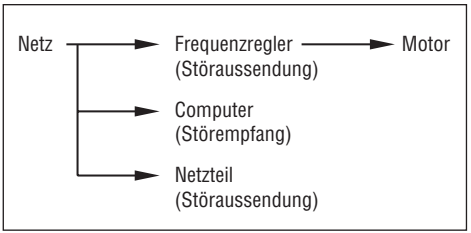
Eine der wichtigsten Umgebungsbedingungen für den reibungslosen Betrieb von elektrischen Anlagen ist eine ausreichende Qualität der Versorgungsspannung.

Störungen und Einflüsse, die durch Einschaltvorgänge, Anlaufströme, Dimmer, Schaltnetzteile, Frequenzregler usw. verursacht werden, gefährden Geräte und Systeme in ihrer Betriebssicherheit.

Grundlagen der Netzqualität

Ein wesentlicher Bereich der Störungen und Einflüsse der Netzspannung stellen Netzrückwirkungen dar. Sie ergeben sich, wenn Betriebsmittel mit nichtlinearer Strom-Spannungs-Kennlinie oder mit nichtstationärem Betriebsverhalten (Ein- und Ausschaltvorgänge) an einem Stromnetz betrieben werden.

Die Problematik der Netzrückwirkungen gewinnt durch den vermehrten Einsatz von Leistungselektronik mit erhöhter Störaussendung einerseits und durch die Reduzierung der Signalpegel und damit der steigender Störempfindlichkeit in elektronischen Geräten andererseits immer mehr an Bedeutung. Dabei können elektronische Steuergeräte sowohl als Störaussender als auch als Störempfänger arbeiten.



Netzumgebung mit störaussendenden und störempfindlichen Betriebsmitteln

Definitionen Netzrückwirkungen

Die einzelnen Phänomene der Netzrückwirkung werden folgendermaßen definiert:

Grundfrequenz
Grundfrequenz oder Grundwelle: die tiefste (unterste) Frequenz in einem harmonischen Frequenzgemisch, in der Elektrotechnik ist dies die Netzfrequenz.

Oberschwingungen (Harmonische)
Sinusförmige Schwingungen, deren Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist.

Zwischenharmonische
Sinusförmige Schwingung, deren Frequenz kein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist.

Flicker
Subjektiver Eindruck von Leuchtdichteschwankungen von Glühlampen und Leuchtstofflampen.

Spannungsänderung
Änderung des Effektivwertes der Spannung.

Spannungsänderungsverlauf
Zeitfunktion der Differenz zwischen dem Effektivwert der Spannung zu Beginn der Spannungsänderung und den nachfolgenden Effektivwerten.

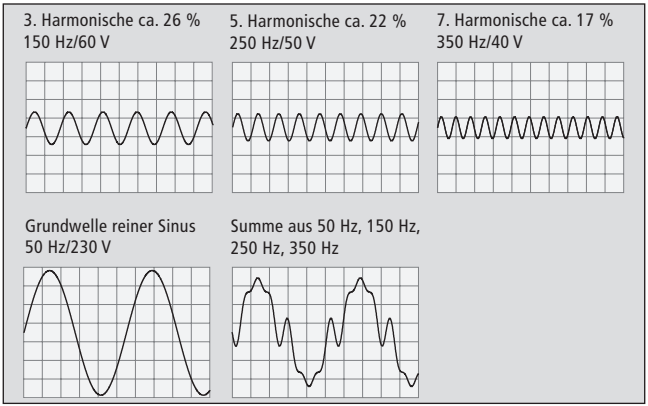
Spannungsschwankung
Folge von Spannungsänderungen oder Spannungsverläufen.

Spannungsunsymmetrie
Abweichung der drei Spannungen des Drehstromsystems in ihrer Amplitude bzw. Abweichung von der Phasendifferenz 120°.

Was sind Oberschwingungen?

Harmonische oder Oberschwingungen entstehen durch Betriebsmittel mit nichtlinearer Kennlinie wie etwa Transformatoren, Leuchtstofflampen sowie leistungselektronische Betriebsmittel wie Gleichrichter, Triacs, Thyristoren usw. Weiterhin entstehen Oberschwingungen in Schaltnetzteilen in Fernsehgeräten, Computern, Halogenbeleuchtungen usw., die mit zunehmendem Einsatz betrieben werden. Die nicht sinusförmigen Ströme dieser Verbraucher verursachen an der Netzimpedanz einen Spannungsfall, der die Netznennspannung verzerrt.

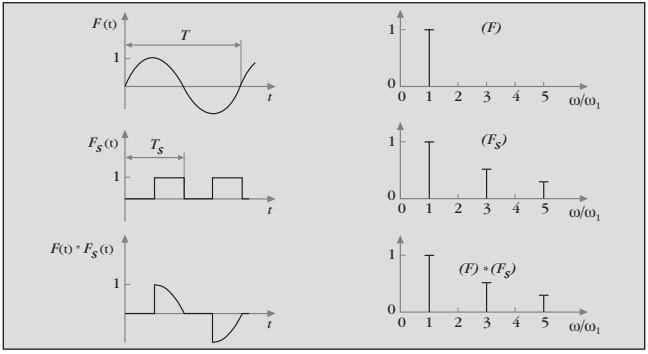
Oberschwingungen sind zusätzliche Frequenzen, die ganzzahlige Vielfache der Grundwelle mit 50 Hz sind. Abbildung 2 zeigt beispielsweise die Auflösung einer durch Oberschwingungen verzerrten Signalkurve in die Grundwelle sowie in die 3., 5. und 7. harmonischen Oberschwingung.



Mit Hilfe der Fourier Analyse FFT (Fast Fourier Transformation) kann eine Signalform in die Grundwelle sowie deren harmonische Oberschwingungen zerlegt werden. Dies geschieht mittels verschiedener mathematischer Verfahren.

Was sind Oberschwingungen?

Die Darstellung erfolgt zumeist in einem Balkendiagramm. Zur besseren Veranschaulichung erfolgt hier die Darstellung als Zeigerdiagramm, als Kurvendarstellung sowie als Balkendiagramm.



Stromkurve einer Phasenanschnittsteuerung mit Grundkurvenform. Schaltkurve, verbogene Kurve sowie dem Balkendiagramm.

Der Grundschwingungsgehalt g ist definiert als Quotient des Effektivwerts der Grundschwingung zum Gesamteffektivwert der Oberschwingungen.

Der Oberschwingungsgehalt k oder Klirrfaktor ist definiert als Quotient des Effektivwerts der Oberschwingungen zum Gesamteffektivwert.

Um nun ein Maß der gesamten Verzerrungen zu erhalten, ist der THD (total harmonic distortion) definiert, der sich als Quotient des Effektivwertes der Oberschwingungen zum Grundschwingungseffektivwert errechnet.

Es ist heute üblich, den THD und nicht den Oberschwingungsgehalt (früher Klirrfaktor) zu verwenden.

Auswirkung von Oberschwingungen

- Betriebsmittel können durch Oberschwingungen, aber auch durch andere Netzrückwirkungen so beeinflusst werden, dass die ordnungsgemäße Funktion beeinträchtigt oder das Betriebsmittel zerstört wird.
- Schaltnetzteile reagieren beispielsweise im Falle von Kurzzeitunterbrechungen mit extrem hohen Einschaltspitzen, die das 20-fache der Nennlast erreichen können. Werden diese einphasigen Verbraucher in einem Dreiphasen-Wechselstromsystem eingesetzt, fließt der volle Rückleiterstrom auch über den Sternpunkt des Transformators zurück. Werden viele Schaltnetzteile in einem System eingesetzt, heben sich die Rückleiterströme nicht mehr auf, sondern addieren sich. Es kommt zu einer sogenannten Sternpunktverschiebung.
- Bei Dreh- oder Wechselstrommotoren und -generatoren führen Stromoberschwingungen zu zusätzlicher Erwärmung.
- Oberschwingungen verkürzen durch Erhöhen der Glühfadentemperatur die Lebensdauer von Glühlampen.
- Bei Leuchtstofflampen können Oberschwingungen zu störenden Geräuschen führen und Kondensatoren, die zur Kompensation von Leuchtstofflampen eingesetzt werden, können überlastet werden.
- Eine Kompensationsanlage bildet zusammen mit den reaktiven Netzimpedanzen einen Reihenschwingkreis. Liegt Eigenresonanz dieses Schwingkreises in der Nähe einer vorhandenen Netzoberschwingung, so sind resonanzbedingte Anhebungen der Oberschwingungsspannungen zu erwarten. Beim Auftreten einer Resonanz erhöht sich der Effektivwert der Netzspannung nur geringfügig, der Effektivwert des Kondensatorstromes jedoch erheblich. Ist die Strombelastbarkeit der Kompensationsanlage nicht ausreichend dimensioniert, so führt dies zur Zerstörung der Kondensatoren.

Auswirkung von Oberschwingungen

- Als Effekte von Oberschwingungen können die Verschiebung der Nulldurchgänge und das Auftreten von Mehrfachnulldurchgängen auftreten. Diese Effekte können in elektronischen Betriebsmitteln, die Nulldurchgänge der Spannung erkennen müssen, also z.B. Steuerung von Stromrichter, Synchonisiereinrichtungen und Parallelschaltgeräte, zu Fehlfunktionen führen.
- Rundsteuerempfänger können durch Oberschwingungen in ihrer Funktion beeinträchtigt werden.
- Der Einfluss von Oberschwingungen kann Schutzgeräte wie Distanzschutz, Überstromschutz, Differentialschutz usw. beeinflussen und ist stark abhängig vom Aufbau und der Wirkungsweise der Schutzgeräte.
- Bei Induktionszählern ist der Einfluss von Oberschwingungen auf die Genauigkeit erheblich.
- Störungen der energietechnischen und informationstechnischen Betriebsmittel können zu Folgeschäden durch unkontrolliertes Abschalten von Betriebsmitteln und Produktionsprozessen in industriellen Anlagen führen.
- Bei kleinen Abständen zwischen Freileitungen und Telefonleitungen kann die Sprachübertragung gestört werden. Hier sind die Oberschwingungen der 20. bis 30. Ordnung besonders zu beachten.
- Bei symmetrischer Belastung eines Dreiphasennetzes ist die Summe der Außenleiterströme gleich null. Bei Oberschwingungen der 3. Harmonischen Oberschwingung heben sich die Phasenströme selbst bei symmetrischer Belastung nicht auf, sondern addieren sich und fließen in Summe über den Neutralleiter zu den Erzeugern zurück. Werden in einem Netz viele Geräte betrieben, von denen die 3. Oberschwingung erzeugt wird, dann kann sich daraus eine erhebliche Strombelastung des Neutralleiters ergeben.

Auswirkung von Oberschwingungen

- Durch Oberschwingungen verursachte Neutralleiterströme insbesondere in TN-C-Netzen vagabundieren im gesamten Potential-Ausgleich-System über Wasser- und Heizungsrohre, Sprinkleranlagen, Erdungssysteme, Schirme von Datenleitungen, Videoleitungen, Kommunikationssysteme und können an Rohrleitungen zu erhöhter Korrosion bzw. Lochfraß führen.
- Bei IT-Anlagen können Oberschwingungen zu Systemabstürzen an Personal-Computern, Schnittstellendefekten, Performanceverlusten, Baugruppenausfällen, Datenproblemen und Betriebsausfällen führen. Auch können magnetische Felder z. B. Bildschirmflackern an PC's verursachen.

Auswirkung von Oberschwingungen

Leistungs- und Energieanalyse

Vorteilhaft sind Messgeräte, die Netzdaten wie Strom, Spannung, Leistung oder auch Oberschwingungen in Drehstromsystemen über einen längeren Zeitraum aufzeichnen.

Die Daten können auf einen PC übertragen und mit der entsprechenden Software weiterverarbeitet werden.



Beha-Amprobe empfiehlt den dreiphasigen Power Logger Fluke 1736 mit Fluke Connect® App, WLAN-Fernsteuerung und Desktop-Softwarekompatibilität

- Automatische Erfassung und Protokollierung von Spannung, Strom, Leistung, Energie, Oberschwingungen und zugehörigen Netzqualitätswerten
- Stromversorgung des Messgerätes direkt aus dem Stromkreis, an dem Sie die Messung durchführen
- Messung aller drei Phasen und des Neutralleiters
- Umfassende Protokollierung: über 20 separate Protokollierungssitzungen möglich
- Anwendungssoftware „Energy Analyze Plus": zum Herunterladen, Analysieren und Berichten

Die 3 Strom- und Spannungsmesseingänge werden simultan erfasst. Folgende Parameter können gleichzeitig gemessen werden: Spannung, Strom, Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Energieverbrauch, Leistungsfaktor und Frequenz.

Eine moderne leistungsfähige Software vereinfacht die Auswertung und Präsentation der gemessenen Werte.

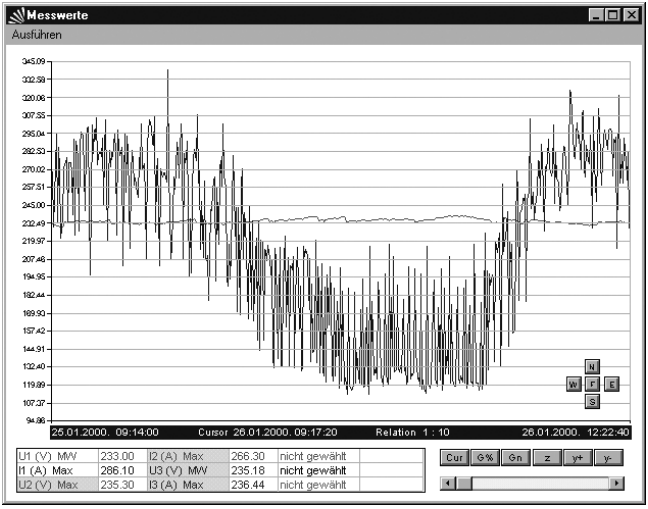
In aussagekräftigen Übersichtsdiagrammen und Kenngrößenfenstern werden die Überwachungsprotokolle dargestellt. Es lassen sich sowohl zeitliche als auch statistische Auswertungen vornehmen.

Anforderungen an die Netzqualität

Die Anforderung an die Netzqualität wird in der Norm EN 50160 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen" beschrieben. Zweck dieser Norm ist die Festlegung und Beschreibung der Merkmale der Versorgungsspannung hinsichtlich Frequenz, Höhe, Kurvenform und Symmetrie der drei Leiterspannungen.

Diese Merkmale ändern sich während des Normalbetriebes eines Netzes durch Lastschwankungen, Störeinflüsse von bestimmten Anlagen und das Auftreten von Fehlern, die vorwiegend durch äußere Ereignisse verursacht werden.

In der Norm EN 50160 werden unter anderem die Werte der einzelnen Oberschwingungsspannungen (U_h) an der Übergabestelle bis zur 25. Ordnung in Prozent der Netznennspannung (U_n) beschrieben.



Gegenmaßnahmen bei Oberschwingungen

Grenzwerte für Oberschwingungsspannungen					
Ungerade Harmonische				Gerade Harmonische	
Nichtvielfache von 3		Vielfache von 3			
Ordnung h	U_h in %	Ordnung h	U_h in %	Ordnung h	U_h in %
5	6,0	3	5,0	2	2,0
7	5,0	9	1,5	4	1,0
11	3,5	15	0,5	6...24	0,5
13	3,0	21	0,5		
17	2,0				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

Werte einzelner Oberschwingungsspannungen nach EN 50160

Grenzwert des Gesamtoberschwingungsgehaltes THD

Der Gesamtoberschwingungsgehalt THD (Total Harmonic Distortion) der Versorgungsspannung, gebildet aus allen Oberschwingungen bis zur Ordnungszahl 40, darf einen Wert von 8 % nicht überschreiten.

Gegenmaßnahmen bei Oberschwingungen - Verbesserungen der Netzqualitität

In der Praxis wurden harmonische Oberschwingungen festgestellt, die die zulässigen Grenzwerte überschreiten.

Welche Möglichkeiten gibt es nun zur Verbesserung der Netzqualität?

Die einfachste Art der Verbesserung der Netzqualität ist das Vermeiden von Störungen.

Die gesetzliche Grundlage dafür liefert der Gesetzgeber in der CE Richtlinie 2014/30/EU Elektromagnetische Verträglichkeit.

Gegenmaßnahmen bei Oberschwingungen

Die Norm DIN EN 61000-3-2 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) beschreibt die Grenzwerte für Oberschwingungsströme für Betriebsmittel mit einem Geräte-Eingangsstrom von < 16 A je Leiter.

Hier ist darauf zu achten, dass Betriebsmittel eingesetzt werden, die mit einem gesetzlich vorgeschriebenen CE-Zeichen gekennzeichnet sind. Bei Neukonstruktionen von Betriebsmitteln ist auf ein EMV-verträgliches Schaltungsdesign zu achten und im Falle von voraussichtlichen Netzrückwirkungen entsprechende Gegenmaßnahmen einzuleiten.

Stromnetzeigenschaften

Durch eine Verringerung der Netzimpedanz wäre eine Reduktion der Oberschwingungen möglich. Jedoch ist es generell nicht möglich, eine Netzimpedanz zu verringern, um damit die Kurzschlussleistung des Netzes beliebig zu erhöhen. Hier sind wirtschaftliche und technische Grenzen maßgebend.

Störfestigkeit

Die im Stromnetz betriebenen Betriebsmittel können nicht mit einer beliebig hohen Störfestigkeit entwickelt und produziert werden. Die Kosten wachsen mit höherer Störfestigkeit stark an.

Oberschwingungsfilter

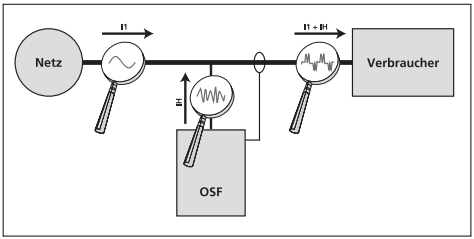
Als Gegenmaßnahme zur Begrenzung von Oberschwingungen werden mehrere aufeinander abgestimmte passive Filter (abgestimmte Saugkreise) eingesetzt. Die Verbesserung des Netzrückwirkungsverhaltens ergibt sich nur für die jeweils konkrete Installation, durch eine Erweiterung kann der Einsatz eines neuen Filters notwendig werden.

Gegenmaßnahmen bei Oberschwingungen

Aktive Oberschwingungsfilter

Um auch bei späteren Erweiterungen der Installation die Filter an die neue Situation anzupassen, entwickelte die Industrie aktive Oberschwingungsfilter. Aufgrund der Flexibilität der aktiven Oberschwingungsfilter kann die Nenngröße einfach vom aktuellen Bedarf gewählt werden. Zusätzlicher Bedarf, aufgrund von Installationserweiterungen, kann jederzeit durch Hinzufügen weiterer Komponenten aufgefangen werden.

Funktionsprinzip eines aktiven Oberschwingungsfilters



Aktiver Oberschwingungsfilter Prinzipschaltbild

Quelle: FRAKO/Teningen

Verdrosselte Kompensationsanlagen

Eine Kompensationsanlage bildet zusammen mit der Netzimpedanz einen Schwingkreis. Treten durch resonanzbedingte Verstärkungen der harmonischen Oberschwingungen höhere Spannungspegel auf, können gravierende Störungen im Niederspannungsnetz auftreten. Eine verdrosselte Kompensationsanlage ist eine Reihenschaltung aus Kondensator und Filterkreisdrossel, dessen Reihenresonanzfrequenz durch die Auslegung der Filterkreisdrossel so gewählt wird, dass sie unterhalb der 5. harmonischen Oberschwingung (250 Hz) liegt.

Eine verdrosselte Anlage saugt einen Teil der Oberschwingungsströme ab.

Gegenmaßnahmen bei Oberschwingungen

Änderung der Energieversorgung

Möglich ist die Zusammenfassung stark nichtlinearer Betriebsmittel und empfindlicher Verbraucher zu getrennten Gruppen und die Einspeisung jeder Gruppe über jeweils einen separaten Transformator.

Eine Änderung der Energieversorgung muss immer unter wirtschaftlichen Gesichtpunkten betrachtet werden.

EMV-verträgliche Gebäudeinstallation

Zur Vermeidung von Schäden durch Oberschwingungen ist es erforderlich, eine EMV-verträgliche Gebäudeinstallation auszuführen.

- Konsequenter Aufbau eines TN-S-Netzes nach DIN VDE 0100-444 mit getrenntem Neutral- und Schutzleiter, die nur an einem Punkt verbunden sind. Dadurch werden vagabundierende Ströme im Schutzleitersystem und damit ein Einfluss auf störempfindliche Betriebsmittel verhindert.
- Überspannungsschutz für Kompensationsanlagen vorsehen, um Schäden an der Anlage zu vermeiden.
- Falls wirtschaftlich vertretbar, geschirmte Stromversorgungsleitungen verwenden.
- Getrennte Stromkreisgruppen für allgemeine und IT-Betriebsmittel vorsehen.
- Standardentstörbeschaltungen für Schalter, Schütz, Thermostate vorsehen.
- Metallene, leitende Konstruktionsteile, beispielsweise Kabelbahnen, Rohrleitungen, Lüftungskanäle usw. mit dem Potentialausgleich verbinden.

Gegenmaßnahmen bei Oberschwingungen

Eine EMV-verträgliche Gebäudeinstallation erfordert auch eine sichere Energieversorgung:

- Stromtragefähiges, niederohmiges Erdungssystem installieren.
- Keine Arbeitsströme im Schutzleiter- bzw. Potentialausgleichs-System zulassen.
- Keine Mehrfacherdung des Neutralleiters bei Mehrfacheinspeisung zulassen.
- Keine reduzierten Kabelquerschnitte für N und PE einbauen.
- Kabelquerschnitte für Oberschwingungslasten auslegen.
- Keine Einzeladern vom Trafo zur Hauptverteilung verlegen und bei wirtschaftlicher Verträglichkeit abgeschirmte Energiekabel verwenden.
- Kompensationsanlagen im Nulldurchgang ansteuern.

Um auch bei Änderungen und Erweiterungen der Gebäudeinstallation eine EMV-verträgliche Installation zu erhalten, ist es unumgänglich, eine Anlage prüffähig aufzubauen und eine konsequente Dokumentation der Installation fortzuführen.

Literaturnachweis

DIN EN 50160: Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen

Blume, Schlabbach, Stephanblome: Spannungsqualität in elektrischen Netzen Berlin/Offenbach, VDE-Verlag 1999

Otto, Karl-Heinz: Die verpennte Installation, Seminarunterlagen 2001

Werkstattgrundausrüstung Profi

Empfehlungsliste für die Werkstattausrüstung

Für die Erstausrüstung eines Elektrofachbetriebes werden u.a folgende Mess- und Prüfgeräte empfohlen:

1) 2100-Alpha Artikel-Nr. **4312495**
Zweipoliger Spannungsprüfer Spannungsprüfer nach DIN VDE 0682- 401, DIN EN 61243-3, mit Drehfeldrichtungsanzeiger n. DIN VDE 0413, EN 61557

2) Hexagon 60-D Artikel-Nr. **4345574**
Spannungs- und Strommesser für Gleich- und Wechselspannung bis ca. 600 V, Gleich- u. Wechselströme bis 15 A nach DIN VDE 0411/EN 61010

3) Mini-Stromzange AMP-25-EUR Artikel-Nr. **4588268**
Ministrommesszange bis min. 300 A nach DIN VDE 0411/EN 61010

4) ProInstall-200-D Artikel-Nr. **4373980**
Isolations-, Schleifenwiderstands-, Widerstands- und Erdungsmessgerät, RCD/FI-Messgerät nach DIN VDE 0413, EN 61557

5) TL-USB Artikel-Nr. **4372676**
USB-Downloadkabel für ProInstall Serie inkl. Treiber-CD

6) es control professional 0100 Artikel-Nr. **2390062**
Software für die Protokollierung nach DIN VDE 0100, 0105

(Eine ausführliche Übersicht für die Grund- und Meisterausrüstung finden Sie im Gesamtkatalog)

Werkstattgrundausrüstung Meister

Empfehlungsliste für die Meister-Ausrüstung

(Eine ausführliche Liste finden Sie auch im Gesamtkatalog)

1) 2100-GAMMA Artikel-Nr. **4709243**
Zweipoliger Spannungsprüfer Spannungsprüfer nach DIN VDE 0682- 401, DIN EN 61243-3, Drehfeldrichtungsanzeiger n. DIN VDE 0413, EN 61557

2) Hexagon 340 Artikel-Nr. **3454491**
Spannungs- und Strommesser für Gleich- und Wechselspannung bis ca. 600 V, Gleich- u. Wechselströme bis 15 A nach DIN VDE 0411/EN 61010

3) AMP-320-EUR Artikel-Nr. **4560615**
Gleich- und Wechselstromzange bis min. 300 A nach DIN VDE 0411/EN 61010

4) GT-800 Automatischer Gerätetester Artikel-Nr. **4151644**
Gerätetester zur Sicherheits- und Wiederholungsprüfung von ortsveränderlichen, elektrischen Betriebsmitteln gemäß DIN VDE 0701-0702 und DGUV V3

5) ProInstall-200-D Artikel-Nr. **4373980**
Isolations-, Schleifenwiderstands-, Widerstands- und Erdungsmessgerät, RCD/FI-Messgerät nach DIN VDE 0413, EN 61557

6) AT-7020 Leitungssucher-Set Artikel-Nr. **4542794**
Multifunktions-Leitungssucher für gezieltes Auffinden von Leitungen in der Wand, von Leitungsunterbrechungen und Kurzschlüssen in Leitungen

7) TL-USB Artikel-Nr. **4372676**
USB-Downloadkabel für ProInstall Serie

8) es control professional Komplett Artikel-Nr. **2390735**
Softwarepaket geeignet für die Protokollierung von Messungen nach DIN VDE 0751, 0701-0702, 0113 und 0100

Junior-Set-A Artikel-Nr. **4460579**
Beschreibung auf der Umschlagseite (U3)

Empfehlungsliste

Empfehlungsliste für VNB und Stadtwerke

Besonders für den Einsatz bei VNB's und Stadtwerken sind nachstehende Messgeräte wegen ihrer speziellen Sicherheitsvorkehrungen geeignet.

Gerätetyp	Artikel-Nr.
Maschinentester MT 204-S	3454632
ProInstall-200-D	4373980
Erdungsmesszange DGC-1000 A	2731217
Spannungsprüfer 2100-GAMMA mit Drehfeldanzeige	4709243
VOLTfix Drill	3454358
AT-3500	3435058

Für nähere Informationen fordern Sie unsere detaillierten Unterlagen unter **0 76 84/80 09-0** an.

Nutzen Sie für technische Fragen unseren technischen Support unter der Rufnummer **0 76 84/80 09-540 oder email: techsupport.dach@fluke.com**

Produktinformationen



ProInstall-100-D

- Spannung (V), Frequenz (Hz), Isolation (RISO)
- Durchgang, Polaritätsprüfer
- Schleifen- und Leitungswiderstand
- Kurzschlussstrom (PSC/IK)
- FI/RCD-Auslösezeit, FI/RCD-Auslösestrom
- Automatische FI/RCD-Prüfsequenz
- Prüfung impulsstromempfindlicher FIs/RCDs (Typ A)
- Drehfeld
- Hintergrundbeleuchtetes LC-Display
- Datenspeicher für 400 Messungen
- Schnittstelle IR/USB

Artikel-Nr. **4373971**



ProInstall-200-D

wie ProInstall-100 und bietet zusätzlich:

- Prüfung von allstromsensitiven RCD/FI (Typ B)
- Datenspeicher für ca. 1000 Messungen
- Erdungsmessung (optional mit Sonden)
- RCD/FI-Analyse zur Prüfung aller Parameter eines RCD/FI

Artikel-Nr. **4373980**



DAA-16, DAA-32

Drehstrohmadapter 16 A oder 32 A

- Drehstromstecker CEE 16 A oder CEE 32 A
- Anschlussmöglichkeit über fünf getrennte 4-mm Buchsen für L1, L2, L3, N und PE
- Zum schnellen Anschluss von Prüfgeräten an Drehstromsteckdosen bei Prüfungen nach DIN VDE 0100

Artikel-Nr. **2743806 (DAA-16)**
Artikel-Nr. **2743850 (DAA-32)**

Produktinformationen



GT-400 Tragbarer Gerätetester nach DIN VDE 0701-0702

- Klein, tragbar und leicht (batteriebetrieben für den mobilen Einsatz)
- Schnelle Reaktion – Sofortergebnisse bei Sicherheits- und Funktionsprüfungen von Elektrogeräten
- Isolationswiderstandmessung bis 500 V
- Automatischer Prüfablauf f. Geräte der Schutzklasse I, Schutzklasse II/III und Leitungstest
- Intuitive und einfache Bedienung – keine Schulung erforderlich

Artikel-Nr. **4380998**



GT-600 (Gerätetester)

- Messung von: Isolationswiderstand, Ersatzableitstrom, Schutzleiterstrom, Berührungsstrom, Leistung, Verbraucherspannung,Verbraucherstrom, Leistungsfaktor
- Direkte Prüfung von Kaltgeräteleitungen ohne Adapter Speicher für ca. 3800 Messwerte, Echtzeituhr
- Eindeutige Anzeige "Prüfung OK/nicht OK"
- Kompensation der Messleitung
- Komfortable Software mit Datenbank „es control professional" zur Protokollierung erhältlich (optional) 5-A und 0,2-A -Prüfstrom für Schutzleiterwiderstand

Artikel-Nr. **4151632**



GT-800 Automatischer Gerätetester

wie GT-600 und bietet zusätzlich:

- Automatischer Prüfablauf, auch mit Eingabe von kundenspezifischen Prüfabläufen
- Anschluss für externen Stromzangenadapter zur Messung von Schutzleiterströmen auch an 3-phasigen Prüflingen
- Prüfung von ortsveränderlichen Fehlerstrom-Schutzschaltern (PRCD)
- Prüfspannung für Isolationsmessung umschaltbar 250 /500 V
- Automatische Umpolung der Netzsteckdose

Artikel-Nr. **4151644**

Produktinformationen



Artikel-Nr. **3454659**

GT-0751 Medizin-Gerätetester nach DIN VDE 0751-1/EN 62353 und Gerätetester nach DIN VDE 0701-0702

- Schutzleiter- und Isolationswiderstandsmessung
- Ersatz-Ableitstrom
- Schutzleiter- und Berührungsstrommessung
- Differenzstromverfahren für Schutzleiter- und Berührungsstrommessung
- Ersatz-Geräte- und Ersatz-Patientenableitstrom
- Geräteableitstrom, Ableitstrom vom Anwendungsteil
- Anschluss für Barcode-Scanner zum Einlesen von Prüflingsnummern und Prüfabläufen
- Geeignet für technisch unterwiesene Personen, Gut/Schlecht-Aussagefunktion



Artikel-Nr. **3454632**

MT204-S

- 0,2A und 10A-Prüfstrom für Schutzleiterwiderstandsmessung
- Schleifen- / Netzimpedanzmessung bis 440 V
- Anzeige des Kurzschlussstromes
- Isolationswiderstandsmessung mit 250 V bis 500 V
- Restspannungsmessung - Anzeige der Entladespannung
- Integrierte Hochspannungsprüfung (abschaltbar mittels Schlüsselschalter)
- Integrierte USB 2.0-Schnittstelle zur Übetragung der Messwerte zum PC

Artikel-Nr. **2390735**

Software „es control professional" komplett

- Komfortable, ausbaufähige Software zum Verwalten und Protokollieren der Prüfungen von elektrischen Anlagen nach DIN VDE 0100/0105, ortsveränderlichen Geräten nach DIN VDE 0701-0702, BetrSichV (DGUV Vorschrift 3, DGUV V3), medizinisch elektrischen Geräten nach DIN VDE 0751 und Maschinen nach DIN VDE 0113/EN 60204
- Die Listen können im Textformat und im Excel-Format exportiert werden.

Produktinformationen



Leitungssucher-Set 2032-D

- Auffinden von Leitungen in der Wand, Leitungsunterbrechungen, Kurzschlüssen in Leitungen
- Auffinden von Sicherungen und Zuordnung zu Stromkreisen
- Auffinden von versehentlich zugeputzten Steck- und Verteilerdosen
- Auffinden von Unterbrechungen und Kurzschlüssen in ungeschirmten Fußbodenheizungen
- Verfolgen von metallischen Wasser- und Heizungsrohren

Artikel-Nr. **3454320**



AT-7030-EUR
Multifunktionsleitungssucher

Findet Leitungen in Wänden, Decken, Böden und Ecken

- Ortet Leistungsschalter und Sicherungen
- Findet die genaue Position von Kurzschlüssen und offenen Schaltkreisen
- Hochauflösender 8,9 cm (3,5") TFT LCD-Farbbildschirm
- Drei Betriebsarten
  – Betriebsart „High" für normale Stromkreise
  – Betriebsart „Low" für sichere

Leitungserkennung in schwierigen Bereichen

Artikel-Nr. **4542782**



SF100

- Schnelles und präzises Auffinden von Sicherungen und Zuordnung zu Stromkreisen
- Auffinden und Verfolgen von Leitungen unter Putz
- Set aus Sender und Empfänger in robuster Tragetasche
- Anzeige des Sender-Signals erfolgt optisch und akustisch am Empfänger
- Geber mit eingebautem Schukostecker zur einfachen Kontaktierung mit der Schukosteckdose
- Einfaches Umschalten zwischen Sicherungs- und Leitungssuchfunktion
- Stufenlose Empfindlichkeitseinstellung des Empfängers
- Codiertes Signal ermöglicht exakte Identifikation durch den Empfänger

Artikel-Nr. **3454312**

Produktinformationen



Artikel-Nr. **4312495**

2100-Alpha Spannungs- und Durchgangsprüfer mit Drehfeldrichtungsanzeige

- Spannungsbereich 12...690 V AC/DC
- Optische und akustische Durchgangs- und Spannungsprüfung
- Patentierter Drehfeldrichtungsanzeiger
- Zuschaltbare Last (Lastprüfer) von 140 W mittels zwei Drucktasten, Auslösung eines RCD/FI bis 30 mA
- CAT III/690 V, CAT IV/600 V
- Voll funktionsfähige Spannungsanzeige auch ohne Batterien
- Schnelle Einhandprüfung an Netzsteckdosen mit 19 mm Kontaktabstand, ohne Prüfspitze vom Gerät zu lösen



Artikel-Nr. **4312508**

2100-BETA Spannungs- und Durchgangsprüfer mit Drehfeldrichtungsanzeige

wie 2100-ALPHA und bietet zusätzlich:

- Digitale LC-Anzeige 12…690 V AC/DC



Artikel-Nr. **4709243**

2100-GAMMA Spannungs- und Durchgangsprüfer mit Drehfeldrichtungsanzeige

- Spannungsprüfung bis zu 1000 V Wechselspannung und 1200 V Gleichspannung
- CAT III/1000 V, CAT IV 600 V
- Widerstandsmessung – misst Widerstände bis 1999 Ohm
- Niederohmprüfung
- akkustisches Signal bei sehr geringen Widerständen - wichtig zum Überprüfen der Verdrahtung von Schütz- und Relaissteuerungen

Produktinformationen



VOLTfix Drill

- Berührungslose, optische und akustische Erkennung von Wechselspannungen
- Direkte Spannungsprüfung über Schraubendreherklinge
- Durchgangsprüfung
- Schnelles Auffinden von Leitungsbrüchen in offen liegenden Kabeln, z. B. Kabeltrommeln, Verlängerungsleitungen
- Helle Taschenlampe integriert
- Fest eingebauter, hochwertiger Schraubendrehereinsatz (Chrom-, Vanadium-, Molybdän-Klinge)

Artikel-Nr. **3454358**



AMP-25-EUR

AC/DC TRMS Mini-Stromzange

- Höhe: 14,7 cm
- Echteffektivwertmessung
- Gleich- und Wechselstrom bis 300 A (10 mA Auflösung)
- Tiefpassfilter
- Einschaltstrom
- Berührungslose Spannungserkennung

Artikel-Nr. **4588268**



SOLAR-100

Messung der solaren Einstrahlung

- Ermittlung der Lichtdurchlässigkeit von Fenstern und Scheiben (g-Faktor), umschaltbare Anzeige W/m² oder BTU / (ft² x h)
- Manuelle Messbereichswahl
- Integrierter Messwertspeicher (Data Hold)
- MAX/MIN Funktion
- Manueller Null-Abgleich

Artikel-Nr. **3474979**

Produktinformationen



LH41A

Digitale Gleich- und Wechselstromzange (AC/DC)
Funktionen
- Strommessung ab 1 mA AC und DC
- Manuelle Messbereichswahl
- Zangenöffnung 19 mm
- Automatischer Nullpunkt (DC-Messbereich)
- Integrierter Messwertspeicher (Data Hold) 5s
- Auto-Power-Off
- Kleinste Auflösung 1 mA
- Abgeschirmt gegen externe Störsignale

Artikel-Nr. **3030898**



AC50A

Digitale Leckstromzange
- Differenzstrommessung nach BetrSichV
- Ableitstrommessung (Leckstrom)
- Spannungs- und Widerstandsmessung
- Akustische Durchgangsprüfung
- MIN/MAX- und Relativwertmessung
- Manuelle Messbereichswahl
- Integrierter Messwertspeicher (Data Hold)
- Zusätzliche Balkenanzeige
- Zangenöffnung 30 mm
- Kleinste Auflösung 0,01 mA

Artikel-Nr. **3454543**



CHB5

Digitale Leckstromzange mit Oberschwingungs-messung TRMS
- Differenzstrommessung nach BetrSichV
- Ableitstrommessung (Leckstrommessung) TRMS
- Spannungsmessung (TRMS)
- Frequenzmessung
- Oberschwingungsmessung für Strom- und Spannungs-werte (bis zur 99. Oberschwingung)
- Integrierter Messwertspeicher (Data Hold)
- Zangenöffnung 30 mm
- Auto-Power-Off
- Kleinste Auflösung 0,01 mA

Artikel-Nr. **3313218**

Produktinformationen



Artikel-Nr. **4718989**

ACD 14-PRO-EUR

Wechselstromzange mit beleuchteter Dualanzeige (AC)

- Strommessung echteffektiv (TRMS)
- Spannungs- und Widerstandsmessung
- Genaue Messung kleiner Wechselströme (Amp-Tip)
- Messung des Ionisationsstroms (µA-Gleichstrombereich) in Heizungsanlagen
- Kapazitäts- und Frequenzmessung
- Temperaturmessung
- Akustische Durchgangsprüfung
- Tiefpassfilter
- Automatische Messbereichswahl
- Integrierter Messwertspeicher (Data Hold)
- Zangenöffnung 30 mm



Artikel-Nr. **4345574**

Hexagon 60

- Spannungs-, Strom- und Widerstandsmessung
- Dioden- und akustische Durchgangsprüfung Automatische und manuelle Messbereichswahl
- Integrierter Messwertspeicher (Data Hold)
- Stoß- und schlagfest durch serienmäßig zugehörende Schutzhülle
- µA MesbereichBatterietest 1,5 V und 9 V
- Auto-Power-Off



Artikel-Nr. **4102332**

AM-510-EUR

Spannungs-, Strom- und Widerstandsmessung

- Kapazitäts- und Frequenzmessung
- Dioden- und akustische Durchgangsprüfung
- Batterietest 1,5 V und 9 V (nur AM-510-EUR) Automatische und manuelle Messbereichswahl
- Integrierter Messwertspeicher (Data Hold)
- Beleuchtete Anzeige
- Relativwertmessung
- Auto-Power-Off Echt-Effektivwertmessung TRMS (nur AM-530-EUR und AM-550-EUR)
- Berührungslose Spannungserkennung
- Integrierte LED Taschenlampe

Produktinformationen



Artikel-Nr. **4560596**

AMP-220-EUR

Wechselstromzange mit beleuchteter Dualanzeige (AC/DC)

- Genaue Messung kleiner Ströme (Amp-Tip)
- Beleuchtete Anzeige
- Gleichstrommessung
- Anzeige von Mischströmen AC+DC (TRMS)
- Anzeige von Mischspannungen AC+DC (TRMS)
- Größeres Gehäuse als AmP-220-EUR



Artikel-Nr. **4560615**

AMP-320-EUR

Gleich- und Wechselstromzange (AC/DC)

- Genaue Messung kleiner Ströme (Amp-Tip)
- Anzeige von Drehfeldrichtung und Motordrehrichtung
- Beleuchtete Anzeige
- Messung des Ionisationsstroms (µA-Gleichstrombereich) in Heizungsanlagen
- Gleichstrommessung
- Anzeige von Mischströmen AC+DC (TRMS)
- Anzeige von Mischspannungen AC+DC (TRMS)



Artikel-Nr. **4560626**

AMP-330-EUR

Gleich- und Wechselstromzange (AC/DC)

- Gleichstrommessung
- Anzeige von Mischströmen AC+DC (TRMS)
- Anzeige von Mischspannungen AC+DC (TRMS)
- Strommessung bis 1000 A AC/DC
- Spannungsmessung bis 1000 V AC/DC
- Messkategorie CAT IV 600 V, CAT III 1000 V
- Größeres Gehäuse als AMP-320-EUR

Produktinformationen



Artikel-Nr. **2146666**

Sicherheits-Set

- Messleitungs-Set mit 4-mm-Sicherheitsstecktechnik



Artikel-Nr. **3037739**

Power Analyzer PQ55A

3-Phasen-Leistungs- und Energiemessung

- Umfangreiche Echtzeitüberwachung, Aufzeichnung und Analyse von 3-Phasen-Systemen
- Spannungsmessung (Echt-Effektivwert)
- Strommessung (Echt-Effektivwert)
- Leistungsfaktor- und Phasenwinkelmessung
- Leistungsanalyse (Wirk-, Schein- und Blindleistung)
- 4. Stromzange zur Neutralleitermessung
- Anwendung im Wohnungsbau, Büro und Kleinbetrieben
- Interner Datenlogger von 512 kB für Langzeitüberwachungen
- Interner Messwertspeicher für max. 99 Einzelmessungen
- Datenübertragung über optisch isolierte RS-232-Schnittstelle



Artikel-Nr. **3730138**

TMD-56

- Temperaturmessung mit Anschluss für zwei Fühler
- Messung der Differenztemperatur (T1, T2 und T1-T2)
- Anschluss für zwei Temperaturfühler (für Typen K, J, T, R/S, N und E)• Umschaltbar für Messung in °C oder °F
- Integrierter Messwertspeicher (Data Hold)
- Stoß-und schlagfest durch serienmäßig zugehörende Schutzhülle
- Übersichtliches Multifunktionsdisplay für Datum, Zeit, T1, T2 und T1-T2 (Differenztemperatur)
- Auswertungssoftware inclusive
- Datenlogger für 16.000 Messwerte (verschiedene Intervalle wählbar)

Produktinformationen



Artikel-Nr. **3015690**

IR608A

- Berührungslose Temperaturmessung
- Umschaltbar für Messung in °C oder °F
- Integrierter Messwertspeicher (Data Hold)
- Beleuchtete Anzeige
- Messoptik 8:1
- Auto-Power-Off
- Messfleckmarkierung mittels Laser
- Handliches und kompaktes Gehäuse in Pistolenform



Artikel-Nr. **3503169**

TMA5

- Messung von Luftgeschwindigkeit (m/s)
- Temperaturmessung
- Feuchtigkeitsmessung
- Messung des Taupunktes
- Messung der Feucht-Kugel-Temperatur (Wet bulb)
- Automatische Messbereichswahl
- Integrierter Messwertspeicher (Data Hold)
- Auto-Power-Off (abschaltbar)
- externer Temperaturfühler anschließbar

Übersicht „zur Zeit" gültiger DIN VDE-Bestimmungen

Einige der hier aufgeführten Normen sind im DIN VDE-Vorschriftenwerk als „Auswahl für das Elektroinstallateur-Handwerk" abgedruckt. Die Auswahl wurde in Zusammenarbeit mit dem Zentralverband der Deutschen Elektrohandwerke (ZVEH) gestaltet. Sie enthält z.B.:

- Leitsätze für sicherheitsgerechtes Gestalten technischer Erzeugnisse
- DIN VDE-Bestimmungen für Errichtung und Betrieb von Starkstromanlagen bis 1000 V, für solche in medizinisch genutzten Räumen, von baulichen Anlagen für Menschenansammlungen, Leuchtröhrenanlagen und in explosionsgefährdeten Bereichen
- Bestimmungen für die Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen
- Bestimmungen für elektrische Ausrüstung von Industriemaschinen
- Bestimmungen für die Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
- Bestimmungen für die Errichtung und Betrieb von Fernmeldeanlagen
- Bestimmungen für Blitzschutz- und Antennenanlagen

Zusammen mit den einschlägigen DIN-Normen ist diese Auswahl Bestandteil der bundeseinheitlichen Werkstattausrüstung von Elektroinstallationsbetrieben nach den Richtlinien des BundesInstallateurausschusses.

Übersicht „zur Zeit" gültiger DIN VDE-Bestimmungen

Bestimmung	Bezeichnung
VDE 0024	Satzung für das Prüf- und Zertifizierungswesen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE)
DIN VDE 0100 -100	Errichten von Niederspannungsanlagen, Allgemeine Grundsätze
DIN VDE 0100- 410	Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 4-41 Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag
DIN VDE 0100- 444	Errichten von Niederspannungsanlagen, Teil 4-444: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen. Schutz gegen elektromagnetische Störungen
DIN VDE 0100- 540	Errichten von Niederspannungsanlagen – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter
DIN VDE 0100- 600	Errichten von Niederspannungsanlagen – Prüfungen
DIN VDE 0100- 710	Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Teil 710: Medizinisch genutzte Bereiche
DIN VDE 0105- 100	Betrieb von elektrischen Anlagen, Teil 100: Allgemeine Festlegungen
DIN VDE 0105- 115	Besondere Festlegungen für landwirtschaftliche Betriebsstätten
DIN VDE 0113- 1 (DIN EN 60204- 1)	Sicherheit von Maschinen; Elektrische Ausrüstung von Maschinen
DIN VDE 0128- 1	Leuchtröhrengeräte und Leuchtröhrenanlagen mit einer Leerlaufspannung über 1 kV, aber nicht über 10 kV – Allgemeine Anforderungen

Übersicht „zur Zeit" gültiger DIN VDE-Bestimmungen

Bestimmung	Bezeichnung
DIN VDE 0165- 1	Explosionsgefährdete Bereiche, Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen
DIN VDE 0185-305- 1	Blitzschutz, Teil 1: Allgemeine Grundsätze
DIN VDE 0276- 1000	Starkstromkabel – Strombelastbarkeit, Allgemeines; Umrechnungsfaktoren
DIN VDE 0470- 1	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
DIN VDE 0701-0702	Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte – Wiederholungsprüfung elektrischer Geräte – Allgemeine Anforderungen für die elektrische Sicherheit
DIN VDE 0800- 1	Fernmeldetechnik – Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN VDE 0800- 2	Fernmeldetechnik – Potential- und Erdungsausgleich
DIN VDE 0800-174-2	Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung – Installationsplanung und -praktiken in Gebäuden
DIN VDE 0855- 1	Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste – Sicherheitsanforderungen
DIN EN 50160	Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen

Tabellen

Tabellen mit Werten zur Beurteilung von Überstrom-Schutzeinrichtungen, Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs), Erdungswiderständen, Leiterquerschnitten.

Die folgende Tabelle 2 gilt bei der Nennwechselspannung gegen geerdeten Leiter U_0 von 230 V und 50 Hz für Abschaltströme I_a bei Abschaltzeiten 5 s und 0,4 s sowie maximale zulässige Schleifenimpedanzen Z_s für die Nennströme I_n von

- Niederspannungssicherungen nach DIN EN 60269-1(VDE 0636-10) der Betriebsklasse gG
- Leitungsschutzschalter nach DIN EN 60898-1 (VDE 0641-11) und DIN EN 60898-2 (VDE 0641-12)
- Leistungsschalter nach DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101) und DIN EN 60947-6-2 (VDE 0660-115)

Tabellen

Tabelle 2: TN-Systeme (Auszug aus DIN VDE 0100-600 : 2008-06 Tabelle NA.1)

Sicherungseinsatz nach DIN EN 60269-1 (VDE 0636 Teil 10) der Betriebsklasse gG					LS-Schalter DIN VDE 0641-11 (VDE 0641 Teil 11) und Leistungsschalter für die überschlägige Prüfung $t_a \leq 5$ s; $t_a \leq 0{,}4$s Die Kurzschlussauslösung erfolgt in der Regel in $t \leq 0{,}1$ s					
I_n [a] A	I_a (5 s) A	Zs (5 s) Ω	I_a (0,4 s) A	Zs (0,4 s) Ω	$I_a = 5\ I_n$ (Charakt. B) A	Zs Ω	$I_a = 10\ I_n$ (Charakt. C) A	Zs Ω	$I_a = 12\ I_n$ (Charakt. K) A	Zs Ω
2	9,2	25,00	16	14,38			20	11,5	24	9,58
4	19	12,11	32	7,19			40	5,75	48	4,79
6	27	8,52	47	4,89	30	7,67	60	3,83	72	3,19
10	47	4,89	82	2,80	50	4,60	100	2,30	120	1,92
16	65	3,54	107	2,15	80	2,88	160	1,44	192	1,20
20	85	2,71	145	1,59	100	2,30	200	1,15	240	0,96
25	110	2,09	180	1,28	125	1,84	250	0,92	300	0,77
32	150	1,53	265	0,87	160	1,44	320	0,72	384	0,60
35	173	1,33	295	0,78	175	1,31	350	0,66	420	0,55
40	190	1,21	310	0,74	200	1,15	400	0,58	480	0,48
50	260	0,88	460	0,50	250	0,92	500	0,46	600	0,38
63	320	0,72	550	0,42	315	0,73	630	0,36	756	0,30
80	440	0,52	960	0,24					960	0,24
100	580	0,40	1200	0,19					1200	0,19
125	750	0,31	1440	0,16					1440	0,16
160	930	0,25	1920	0,12					1920	0,12

[a] Nennstrom für Nennwechselspannung gegen geerdeten Leiter U_0 von 230 V und 50 Hz.

Tabellen

Beispiel

Ermitteln der max. zulässigen Schleifenimpedanz bei einem Leitungsschutzschalter (LS) B16A.

- Erforderlicher Kurzschlusstrom für die unverzögerte Auslösung 5 x 16 A = 80 A
- Erhöhung um die Grenzabweichung von +30 % wegen der max. Betriebsmessabweichung der Messgeräte (nach DIN VDE 0413-1, EN 61557-1)
- Erhöhung um die Grenzabweichung von 20% wegen des Temperatureinflusses des Kupferwiderstands (ca. 0,4%/°C). Die maximale Betriebstemperatur bei Mantelleitungen (NYM) ist 70°C, dies er gibt eine Temperaturdifferenz von 70°C – 20°C = 50° damit ergibt sich eine Widerstandserhöhung von 50°C x 0,4%/°C = 20%.
- Der erforderliche Kurzschlusstrom ist somit 80 A + 50% = 120 A

Daraus folgt: $Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230\ V}{120\ A} = 1{,}916\ \Omega$

Für die überschlägige Prüfung dürfen mit hinreichender Genauigkeit verwendet werden:

- $I_a = 5\ I_n$ für LS-Schalter nach Normen der Reihe DIN VDE 0641-11 mit Betriebsklasse B
- $I_a = 10\ I_n$ für LS-Schalter nach Norm der Reihe DIN VDE 0641-11 mit Betriebsklasse C und Leistungsschalter nach DIN EN 60947-2 (VDE 0660 Teil 101) bei entsprechender Einstellung.
- $I_a = 12\ I_n$ für Leistungsschalter nach DIN EN 60947-2 (VDE 0660 Teil 101) bei entsprechender Einstellung und LS-Schalter Betriebsklasse K bis 63 A.

Tabellen

Tabelle 3 :
Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta N}$ von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) nach DIN EN 61008 (VDE 0664 Teil 10) und DIN EN 61009 (VDE 0664 Teil 20) und maximal zulässiger Erdungswiderstand R_A gemessen an den Körpern von Betriebsmitteln.

(Auszug aus DIN VDE 0100-600; 2008-06 Tabelle NA.3)

Erdungswiderstand R_A						
Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta N}$	10 mA	30 mA	100 mA	300 mA	500 mA	1 A
Maximal zulässiger Erdungswiderstand, gemessen an Körpern von Betriebsmitteln	5000 Ω	1666 Ω	500 Ω	166 Ω	100 Ω	50 Ω

Diese Tabelle enthält theoretische Werte. Aufgrund der möglichen Schwankungen beim Erdungswiderstand sollten deutlich niedrigere Widerstände gemessen werden als in dieser Tabelle angegeben. Die Schwankungen zwischen trockenem und feuchtem Erdreich können den fünfachen Wert betragen.

Anmerkung:

Im TT-System werden grundsätzlich von den VNB's der Einsatz RCD/FI verlangt, da solch niedrige Schleifenwiderstände in der Praxis hier nicht erreicht werden.

Begriffserklärung

Ω
SI-Einheitenzeichen für Widerstand (Ohm). Die Einheit Ohm ist benannt nach dem Physiker Georg Simon Ohm (1789-1854). Vielfache der Einheit:
kΩ = Kiloohm = 10^3 Ω, MΩ = Megaohm = 10^6 Ω, GΩ = Gigaohm = 10^9 Ω, TΩ = Teraohm = 10^{12} Ω
Teile der Einheit:
mΩ = Milliohm = 10^{-3} Ω, μΩ = Mikroohm = 10^{-6} Ω

A
SI-Einheitenzeichen für elektrische Wechsel- oder Gleichströme (Ampere). Ampere ist benannt nach dem französischen Physiker André Ampère (1735-1836). Vielfache der Einheit:
kA = Kiloampere = 10^3 A, MA = Megaampere = 10^6 A
Teile der Einheit: mA = Milliampere = 10^{-3} A,
μA = Mikroampere = 10^{-6} A, nA = Nanoampere = 10^{-9} A

Ableitstrom
Der Ableitstrom, auch Leckstrom genannt, ist ein Strom, der über die Isolation eines Prüflings abfließt. Dieser kann entweder über das Gehäuse und den PE oder über zusätzliche Erdanschlüsse (z.B. Antennenanschluss, Wasseranschluss) eines Prüflings abfließen.

Ableitstrom vom Anwendungsteil
Strom der von Netzteilen und berührbaren leitfähigen Teilen zu den Anwendungsteilen fließt

Ableitstrom vom Anwendungsteil – Ersatzmessung
Ableitstrom welcher durch das Messverfahren Ersatzmessung ermittelt wurde, (frühere Bezeichnung Ersatz-Patientenableitstrom)

Ableitstrom vom Anwendungsteil – Netzspannung am Anwendungsteil
Ableitstrom welcher durch das Anlegen einer Hilfsspannung zwischen Netzschutzleiter (und Gehäuseteile) gegen Anwendungsteile ermittelt wurde, (frühere Bezeichnung Patientenableitstrom-Netzspannung am Anwendungsteil)

Anwendungsteil
Teil des ME-Gerätes das bestimmungsgemäß in Kontakt mit dem Patienten kommt

Berührungsspannung
Diejenige Spannung, die zwischen gleichzeitig berührbaren Teilen während eines Isolationsfehlers auftreten kann. Grenzwert in normalen Anlagen 50 V

Berührungsstrom
Eine Strommessung von leitfähigen Teilen eines Prüflings gegen Erde, Grenzwert nach DIN VDE 0701-0702 ist 0,5 mA, die Messung kann entweder direkt oder mit dem Differenzstromverfahren durchgeführt werden.
Die Berührungsstrommessung wird bei Geräten der Schutzklasse II mit berührbaren leitfähigen Teilen oder auch bei Geräten der Schutzklasse I, welche berührbare leitfähige Teile besitzen, die nicht mit PE verbunden sind, durchgeführt.

Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
Durch die seit dem 03.10.2002 gültige Betriebssicherheitsverordnung erfolgte eine Neuregelung der Bereitstellung, der Benutzung und des Betriebs von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftiger Anlagen. In dieser Bestimmung werden die in verschiedenen Rechtsverordnungen verstreuten Anforderungen zusammengefasst. Die Betriebssicherheitsverordnung basiert auf den Forderungen bzw. ist die Umsetzung von EURichtlinen (Europäisches Recht).

Bezugserde
Unter Bezugserde versteht man die „neutrale Erde". Bezugserde ist der Bereich, der außerhalb des Einflussbereiches eines Erders liegt. Liegen zwei beliebige Punkte im neutralen Bereich, wird durch einen Erdungsstrom kein merklicher Spannungsfall verursacht.

Begriffserklärung

BG
Berufsgenossenschaft

BGV
Berufsgenossenschaftliche Vorschriften (frühere-Bezeichnung: VBG)

DGUV Vorschrift 3 [früher: BGV A3 bzw. VBG 4]
Unfallverhütungsvorschriften für elektrische Anlagen und Betriebsmittel der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik

CEN
Europäisches Komitee für Normung

CENELEC
Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung

cos φ
Auch Leistungsfaktor genannt, bezeichnet man als das Verhältnis zwischen Wirkleistung und Scheinleistung

Crestfaktor
Auch „Scheitelfaktor" genannt, gibt das Verhältnis zwischen Scheitelwert und Effektivwert eines Stromes oder einer Spannung an. Wird der Crestfaktor eingehalten, so ist keine zusätzliche Beeinträchtigung der Messgenauigkeit zu erwarten.

Cu-Kabel
Kupferkabel

Differenzstrom
Dies ist nach DIN VDE 0701-0702 ein Messverfahren zur Bestimmung des Schutzleiter- oder Berührungsstromes. Dieser wird durch eine Summen-Strommessung aller aktiver Leiter (L1-L2-L3-N) eines Prüflings ermittelt. Hiermit kann der gesamte Ableitstrom eines Prüflings erfasst werden. Diese Messung muss angewandt werden, wenn der Prüfling zusätzliche Erdanschlüsse hat oder nicht isoliert aufgestellt werden kann.

DGUV
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

DIN
Deutsches Institut für Normung e.V.

DKE
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Echt-Effektivwertmessung
Wird auch als True RMS oder quadratischer Mittelwert bezeichnet. Darunter versteht man den Wert eines Wechselstroms oder einer Wechselspannung, der die gleiche Leistung (Wärme) am gleichen Widerstandswert erbringt, wie ein ebenso großer Gleichstrom oder eine ebenso große Gleichspannung. Das Wort True RMS ist eigentlich ein Modewort. Mathematisch richtig ist nur die Bezeichung r.m.s.-root mean square. Es gibt nur einen mathematisch richtigen Effektivwert. Bei Messgeräten, z.B. digitalen Multimetern, hat sich die Bezeichnung TRMS im Volksmund eingebürgert. Bei der Angabe TRMS muss in der Regel der Crestfaktor in den technischen Daten mit angegeben werden.

EMV
Elektro-Magnetische Verträglichkeit

Erder
Unter Erder versteht man einen Leiter, der in die Erde oder Beton eingebettet ist und mit ihr in leitender Verbindung oder großflächig mit Erde in Berührung steht.

Ersatz-Ableitstrom
Dies ist nach DIN VDE 0701-0702 ein alternatives Messverfahren zur Bestimmung des Schutzleiter oder Berührungsstromes.
Bei diesem Messverfahren wird ohne Netzspannung der Ableitstrom ermittelt, welcher über den Schutzleiter oder ein berührbares Teil abfließt.

Begriffserklärung

Ersatz-Geräteableitstrom
Geräteableitstrom welcher durch das Messverfahren Ersatzmessung ermittelt wurde, (neue Bezeichnung laut DIN VDE 0751-1 Ausgabe 2008-08: Geräteableitstrom-Ersatzmessung)

Ersatz-Patientenableitstrom
Patientenableitstrom welcher durch das Messverfahren Ersatzmessung ermittelt wurde, (neue Bezeichnung laut DIN VDE 0751-1 Ausgabe 2008-08: Ableitstrom vom Anwendungsteil-Ersatzmessung)

Ex-Schutz
Explosionsschutz

Fehlerspannungsschutzschalter
Auch FU-Schutzschalter genannt, soll das Bestehenbleiben zu hoher Berührungsspannungen verhindern. FU's finden in Neuinstallationen zunehmend keinen Einsatz mehr. Es werden RCD/FI-Schutzschalter verwendet bzw. eingebaut. Neue Bezeichnung für FI = RCD.

Fehlerstrom
Der Strom, der durch einen Isolationsfehler zum Fließen kommt.

FELV
Functional Extra Low Voltage (Funktionskleinspannung ohne sichere Trennung). Stromquelle nach DIN VDE 0100-410 mit einer Spannung, <50 V AC bzw. <120 V DC welche nicht die Anforderungen für SELV und PELV bezüglich sicherer Trennung und Basisisolierung erfüllt.
Erdungen und Verbindungen der FELV-Stromkreise mit Schutzleitern sind zulässig. Gehäuse der Betriebsmittel müssen Basisschutz (gegen direktes Berühren) erfüllen und mit dem Schutzleiter der Primärseite verbunden sein.

Formfaktor
Der Formfaktor gibt das Verhältnis zwischen Effektivwert und Gleichrichtwert eines Stromes oder einer Spannung an. Bei sinusförmigen oder zweiweggleichgerichteten Spannungen oder Strömen ist das Verhältnis 1,1107. Wenn man den Formfaktor kennt, kann man aus einem gemessenen Gleichrichtwert, der oft von einem Drehspulmessgerät oder einem Multimeter stammt, den Effektivwert errechnen.

Geräteableitstrom
Strom der von Netzteilen über den Schutzleiter sowie über berührbare leitfähige Teile des Gehäuses und Anwendungsteilen zur Erde fließt.

Geräteableitstrom – Ersatzmessung
Geräteableitstrom, welcher durch das Messverfahren Ersatzmessung ermittelt wurde.
(frühere Bezeichnung Ersatz-Geräteableitstrom)

Hz
SI-Einheitenzeichen für Frequenz. Die Einheit ist benannt nach dem Physiker Heinrich Hertz (1857-1894). Vielfache der Einheit:
kHz = Kilohertz = 10^3 Hz,
MHz = Megahertz = 10^6 Hz,
GHz = Gigahertz 10^9

ISO
International Organization for Standardization

Isolationsmessung
Die Bestimmung des Isolationsvermögens von Leitern untereinander oder gegen Schutzleiter mit Hilfe einer Prüfspannung (Messgleichspannung). Dazu wird üblicherweise eine Prüfspannung von 500 V DC benutzt. Die Grenzwerte sind unterschiedlich, siehe Praxistipps.

Begriffserklärung

IT-System
Netzform, bei der keine direkte Verbindung zwischen aktiven Leitern und geerdeten Teilen besteht. Die Körper der elektrischen Anlage müssen geerdet sein. Der Fehlerstrom beim Auftreten nur eines Körper- oder Erdschlusses ist niedrig, eine Abschaltung ist nicht erforderlich. Es müssen jedoch Maßnahmen getroffen werden, um bei Auftreten eines weiteren Fehlers Gefahren zu vermeiden.

LAN
Local Area Network. Eine Anordnung von Computern, die lokal (örtlich, z.B. in einem Haus) miteinander verbunden (vernetzt) sind, mit dem Zweck des Datenaustausches. Im Gegensatz dazu steht das WAN = wide area network (Computerverbund über Grundstücksgrenzen hinaus).

LCD
Liquid Crystal Display (Flüssigkristallanzeige)

LD
Laser Diode

LED
Lumineszenz Emitting Diode (Leuchtdiode)

LWL
Lichtwellenleiter

ME-Gerät
(medizinisches elektrisches Gerät)
Elektrisches Gerät, dass einen Anwendungsteil hat oder Energie vom/zum Patienten überträgt, und einen der der folgenden Zwecke erfüllt:
- Diagnose, Behandlung, Überwachung eines Patienten
- Kompensation oder Linderung einer Krankheit, Verletzung oder Behinderung

Messkategorie
siehe Seite 112-113

N
Neutral-Leiter (früher MP genannt)

Netzimpedanz
Ist die Summe der Impedanzen (Scheinwiderstände) in einer Stromschleife, bestehend aus der Impedanz der Stromquelle, der Impedanz des Außenleiters von einem Pol der Stromquelle bis zur Messstelle und der Impedanz der Rückleitung (Neutralleiter) von der Messstelle bis zum anderen Pol der Stromquelle.

Patientenableitstrom
Strom der von den Patientenanschlüssen über den Patienten zur Erde fließt, oder durch eine ungewollte Fremdspannung am Patienten verursacht wird und über die Patientenanschlüsse eine Anwendungsteils Typ F zur Erde fließt

Patientenableitstrom – Netzspannung am Anwendungsteil
Patientenableitstrom welcher durch das Anlegen einer Hilfsspannung zwischen Netzschutzleiter (und Gehäuseteile) gegen Anwendungsteile ermittelt wurde, (neue Bezeichnung laut DIN VDE 0751-1 Ausgabe 2008-08: Ableitstrom vom Anwendungsteil-Netzspannung am Anwendungsteil)

Patientenumgebung
Bereich in welchem eine Verbindung bzw. Berührung zwischen einem ME-Gerät und dem Patienten oder über andere Personen zum Patienten möglich ist

PE-Leiter
Protective Earth-Leiter (Schutzleiter)

PELV
Protective Extra Low Voltage (Funktionskleinspannung). Stromquelle nach DIN VDE 0100- 410. Z.B.: Stromkreise und Körper dürfen geerdet sein. PELV-Stecker dürfen nicht in SELV-Steckdosen eingeführt werden.

Begriffserklärung

Potentialausgleich
(Potentialausgleichsschiene) Verbindet zentral leitfähige Teile wie z.B. metallene Rohrsysteme, Hauptpotentialausgleichsleiter, Hauptschutzleiter, Haupterdungsleiter, Fundamenterder, Blitzschutzerder, Erder von Antennen und Fernmeldeanlagen, Metallkonstruktionen, Anlagen und Gerüste.

Schleifenimpedanz
(Impedanz einer Fehlerschleife) Ist die Summe der Impedanzen (Scheinwiderstände) in einer Stromschleife, bestehend aus der Impedanz der Stromquelle, der Impedanz des Außenleiters von einem Pol der Stromquelle bis zur Messstelle und der Impedanz der Rückleitung (z.B. Schutzleiter, Erder und Erde) von der Messstelle bis zum anderen Pol der Stromquelle.

Schutzarten
Bei elektronischen Mess- und Prüfgeräten und anderen Betriebsmitteln wird der Schutz gegen Fremdkörper (Schmutz) und gegen Wasser durch zwei Ziffern hinter dem Kurzzeichen IPxx angegeben. Die erste Ziffer kann von 0 bis 6 reichen. Sie gibt den Schutz gegen das Eindringen von Fremdkörpern an. 0 bedeutet keinen Schutz, 6 bedeutet Schutz gegen Staubeintritt. Die zweite Ziffer kann von 0 bis 8 reichen. Sie gibt den Schutz gegen das Eindringen von Wasser an. 0 bedeutet keinen Schutz, 8 bedeutet Schutz gegen Wassereintritt beim Untertauchen.

Schutzklassen

Schutzklasse I:
Schutz mittels Schutzleiter


Schutzklasse II:
Schutz mittels Schutzisolierung


Schutzklasse III:
Schutz mittels Schutzkleinspannung

Schutzleiterstrom
Dies ist ein Teil des Ableitstroms eines Prüflings der im Schutzleiter (PE) zurückfließt. Grenzwert nach DIN VDE 0701-0702 ist 3,5 mA. Ermittelt wird der Schutzleiterstrom entweder durch eine direkte Strommessung im Schutzleiter eines Prüflings oder dem Ersatz-Ableitstromverfahren mit dem Differenzstromverfahren. Die direkte Messung kann angewandt werden, wenn der Prüfling keine zusätzliche Erdanschlüsse hat oder isoliert aufgestellt werden kann.

SELV
Safety Extra Low Voltage (Schutzkleinspannung). Stromquelle nach DIN VDE 0100- 410. Z.B. Stromkreise und Körper dürfen nicht geerdet sein. SELV-Steckdosen dürfen keine Schutzkontakte haben. SELV-Stecker dürfen nicht in PELV-Steckdosen eingeführt werden.

Spezifischer Erdwiderstand
Ist der spezifische Widerstand der Erde. Er wird in Ωm angegeben. Er stellt den Widerstand eines Erdwürfels von 1 m Kantenlänge zwischen zwei gegenüberliegenden Würfelflächen dar.

TÜV
Technischer Überwachungs-Verein

UVV
Unfall-Verhütungs-Vorschriften

V
SI-Einheitenzeichen für elektrische Wechsel- oder Gleichspannungen (Volt). Volt ist benannt nach dem italienischen Physiker Alessandro Volta (1745-1827). Vielfache der Einheit:
kV = Kilovolt = 10^3 V, MV = Megavolt = 10^6 V.
Teile der Einheit:
mV = Millivolt = 10^{-3} V, µV = Mikrovolt = 10^{-6} V, nV = Nanovolt = 10^{-9} V

Begriffserklärung

VBG
Vorschriftenwerk der Berufsgenossenschaften.Neuere Bezeichnung: BGV (Berufsgenossenschaftliche Vorschriften)

VDE
VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.

VDI
Verein Deutscher Ingenieure

VNB
Verteilungsnetzbetreiber (alte Bezeichnung EVU)

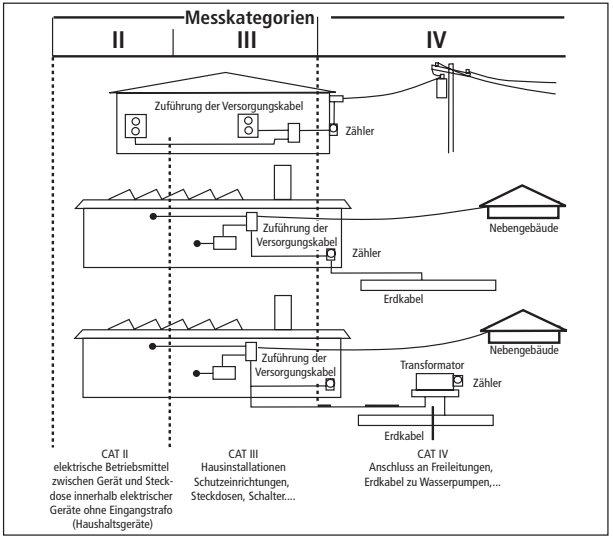
W
SI-Einheitenzeichen für Leistung. Die Einheit Watt ist benannt nach dem Erfinder James Watt (1763-1819).

Vielfache der Einheit:
kW = Kilowatt = 10^3 W,
MW = Megawatt = 10^6 W.

Teile der Einheit:
mW = Milliwatt = 10^{-3} W,
µW = Mikrowatt = 10^{-6} W.

ZVEH
Zentralverband der Dt. Elektrohandwerke e.V.

ZVEI
Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronik-Industrie



Messkategorien

Für Messkategorien wurde in der früheren Ausgabe der DIN VDE 0411-1 von 1994 der Begriff Überspannungskategorie verwendet.

0 – keine Messkategorie: Einige Arten von Prüf- und Messstromkreisen sind nicht für den direkten Anschluss an das Versorgungsnetz bestimmt. Dies sind Stromkreise, die nicht direkt mit dem Netz verbunden sind, z. B. Stromkreise innerhalb von Geräten nach dem Eingangstrafo. Für diese Stromkreise sind keine Standardwerte der Überspannungen definiert.

CAT II - Messkategorie II: Betriebs- oder Prüfmittel, die zwischen den Steckdosen und den Verbrauchern angeschlossen sind. Bei Betriebsmitteln der Messkategorie CAT II müssen nur geringe Überspannungen durch Blitzeinschläge berücksichtigt werden, jedoch durch Schaltvorgänge verursachte Überspannungen entstehen können. Mit Kurzschlussströmen bis 10 kA muss gerechnet werden. Beispiele für Betriebsmittel dieser Kategorie sind elektrische Betriebsmittel angeschlossen an Steckdosen.

CAT III - Messkategorie III: Betriebs- oder Prüfmittel, die zwischen dem Energiezähler und den Steckdosen angeschlossen sind. Bei diesen Betriebsmitteln können begrenzte Überspannungen durch Blitzeinschläge auftreten, mit Kurzschlussströmen bis 50 kA muss gerechnet werden. Beispiele für Betriebsmittel dieser Kategorie sind Gebäudeinstallationen, Sicherungen, Leitungsschutzschalter, Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, Schalter, Steckdosen oder fest installierte Betriebsmittel.

CAT IV - Messkategorie IV: Betriebs- oder Prüfmittel, die zwischen der Quelle des Niederspannungsnetzes außerhalb des Gebäudes und dem Energiezähler angeschlossen sind. Bei diesen Betriebsmitteln müssen auch stärkere Überspannungen und Blitzeinwirkungen berücksichtigt werden. Beispiele für Betriebsmittel der Messkategorie IV sind Leitungen vor dem Energiezähler, Hausanschlussleitungen, Freileitungen, Erdkabel. Mit Kurzschlussströmen über 50 kA muss gerechnet werden.

Muster von Prüfprotokollen

Übergabebericht

Seite 1 von 1 gemäß **Standard**

Übergabebericht Nr.: 00000001 **Auftrags-Nr.:** 04711

Auftraggeber
MU300
Musterhaus
Musterstrasse 15
12345 Musterstadt
Herr Müller

Elektroinstallationsbetrieb (Auftragnehmer)
Beha-Amprobe
In den Engematten 14
79286 GLOTTERTAL / Germany

Anlagenplaner/ Anlagenverantwortlicher:

Anlage: 001 Beispiel 1 (Einfamilienhaus ohne UV)

VNB (EVU) EnBW

Netzspannung 230/400V

Schaltungsunterlagen übergeben ☑

System: ☑ TN-System ☐ TT-System ☐ IT-System

EIB-Lastenheft + Dokumentation übergeben ☐

Zähler-Nr. 123456ZZ **Zählerstand** 12345 kWh

Raum / Anlagenteil Anzahl der Betriebsmittel	Keller	Treppenhaus	Flur	Gäste WC	Abstellraum	Küche	Esszimmer	Wohnzimmer	Schlafzimmer	Kinderzimmer	Bad
Verteiler	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001
Stromkreisnummer	F2	F4	F9	F8	F9	F6	F10	F10	F11	F11	F12
Stromkreisnummer	F3					F7					
Stromkreisnummer	F4					F8					
Leuchten-Auslass	1	3	1	1	1	1	2	2	1	1	2
Leuchten											
Niedervolt Halogen											
Ausschalter	1				1	1		1		1	
Serienschalter											1
Wechselschalter			2			2	2	2	2		
Kreuzschalter			2								
Taster		4									
Dimmer								1			
Stromstoßschalter		1									
Steckdosen 1 fach	4		1	1	2	1	1	1	1	1	1
Steckdosen 2 fach	1					4	2	2	2	2	1
Steckdosen 3 fach							2				
Elektroherd						1					

Unterschrift
Gemäß Übergabebericht elektrische Anlage funktionsfähig übernommen
Auftraggeber:

Prüfdatum: 22.07.2015
Nächster Prüftermin: 22.07.2019

Ort Datum Unterschrift

Muster von Prüfprotokollen

Prüfprotokoll

Prüfprotokoll-Nr.: 00000001 **Auftrags-Nr.:** 04711

Auftraggeber

MU300
Musterhaus
Musterstrasse 15
12345 Musterstadt
Herr Müller

Elektroinstallationsbetrieb (Auftragnehmer)

Beha-Amprobe
In den Engematten 14
79286 GLOTTERTAL / Germany

Anlagenplaner/ Anlagenverantwortlicher:

Anlage: 001 Beispiel 1 (Einfamilienhaus ohne UV)

VNB (EVU) EnBW | **Netzspannung** 230/400V | **Schaltungsunterlagen übergeben** ☑

System: ☑ TN-System ☐ TT-System ☐ IT-System | **EIB-Lastenheft + Dokumentation übergeben** ☐

Zähler-Nr. 123456ZZ **Zählerstand** 12345 kWh

Prüfung durchgeführt nach: ☑ DIN VDE 0100 Teil 600 ☐ UVV "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" (BGV A3)
☐ nach DIN VDE 0829/EN 50090 ☐

Grund der Prüfung ☑ Erstprüfung ☐ Erweiterung ☐ Änderung ☐

Besichtigung:

- ☐ Wärmeerzeugende Betriebsmittel
- ☑ Hauptpotentialausgleich
- ☑ Richtige Auswahl der Betriebsmittel
- ☑ Kennzeichnung Stromkreis, Betriebsmitte
- ☑ Zusätzlicher (örtlicher) Potentialausgleich
- ☑ Keine Schäden an Betriebsmitteln
- ☑ Leitungsverlegung
- ☑
- ☑ Schutz gegen direktes Berühren
- ☑ Kleinspannung mit sicherer Trennung
- ☐
- ☑ Sicherheits-Einrichtung
- ☑ Schutztrennung
- ☐ Anordnung der Busgeräte im Stromkreisverteil
- ☑ Brandabschottung
- ☑ Schutzisolierung
- ☐ Busleitung/Aktoren

Erprobung: Bemerkungen:

- ☑ Funktion der Schutz- und Überwachungseinrichtungen
- ☑ Drehstrom-Steckdosen OK
- ☐ Funktion der Installationsbus-Anlage EIB
- ☑ Funktionsprüfung der Anlage
- ☑ Drehrichtung der Motoren
- ☐

Messung: Erdungswiderstand 1,5 Ohm ☐ Schutzleiter / Potentialausgleich OK
Iso.-widerstand der Busleitung kOhm ☐ Durchgängigkeit / Polarität der Busleitung

Verwendete Mess- und Prüfgeräte:

Bemerkungen:

Stromkreis Nr.	Ort / Anlagenteil (Platznr.)	Drehfeld	Leitung/Kabel Art	Leiteranzahl	Querschnitt mm²	PE Riow Ohm	Überstrom-Schutzeinrichtung Art / Charakteristik	In A	Schleifenwiderstand Rs Ohm	Innenwiderstand Ri Ohm	Isolationswiderstand Riso MOhm	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung tmess ms	Idn (*) Fak.	mA	In A	Imess mA	Berührungsspannung UB Ohm	Erdungswiderstand RE Ohm
Verteiler:	***0001 Zählerschrank mit Verteilerfeld***								A	A	V						V	
1F1	Waschmaschine		NYM-J	3	1,5	0,02	LS B	16	0,45 498	0,46 500	>500 520	20,7	0° x1	30			0	
1F2	Trockner		NYM-J	3	1,5	0,09	LS B	16	0,43 522	0,42 536	>500 520							
1F3	Keller und Treppenhaus		NYM-J	3	1,5		LS B	16	0,43 523	0,44 512	>500 520							
1F4	Herd		NYM-J	3	2,5	0,10	LS B	3x16	0,69 324	0,47 477	>500 520							
1F5	Geschirrspüler		NYM-J	3	2,5		LS B	16	0,5 460	0,5 460	>500 520							
1F6	Küche		NYM-J	3	2,5	0,10	LS B	16	0,85 263	0,75 298	>500 520	26,2	0° x1	30			1	

☑ Prüfergebnis mängelfrei ☐ Prüfplakette in Stromkreisverteiler eingeklebt

Unterschrift

Die elektrische Anlage entspricht den anerkannten Regeln der Elektrotechnik

Prüfer Bernd Schwedler

Prüfdatum: 22.07.2015
Nächster Prüftermin: 22.07.2019

Verantwortlicher Unternehmer

Ort Datum Unterschrift | Ort Datum Unterschrift

Muster von Prüfprotokollen

Prüfprotokoll elektrischer Geräte gemäß DIN VDE 0701-0702, BetrSichV, DGUV-Vorschrift 3

Auftraggeber	**Auftragnehmer**
Mustermann Apparatebau Musterstrasse 15 12345 Musterstadt	Beha-Amprobe In den Engematten 14 79286 GLOTTERTAL / Germany

Angaben zum Prüfling

Prüflingsbezeichnung:	Computer Monitor		
Prüflingsnummer:	1202		
Fabriknummer:	123456895		
Typ:	IT-Geräte der SKI (mit zus. Berührungsstrommessung)	**Typenbezeichnung:**	RF4E
Schutzklasse:	I	**Geräteart:**	Monitor SK I
Prüfcode (GT-800):	149	**Baujahr:**	2003
Hersteller:	ABS	**Strom:**	0,55 A
Standort:	Musterfirma Werk A	**Spannung:**	230 V
Abteilung:	Einkauf	**Leistung:**	130 VA
Bemerkung:	Beispiel für Prüfling		

Angaben zur Prüfung

Prüfdatum:	01.01.2015	**Nächste Prüfung:**	01.01.2016
Prüfer:	Mustermann, Harald	**Seriennummer:**	1524863
Prüfgerät:	GT 800		
Bemerkung:	Demo		

Ort - Nr.	Prüfschritt	Grenzwert	Messwert	Bestanden
	Sichtprüfung für Gerät und Zuleitung			ja
	PE-Widerstand ±200 mA [0,3 Ohm], bis 5 m Zuleitung	Max. 0,3 Ohm	0.12 Ohm	ja
	Leitungstest L-N			ja
	Differenzstrom [3,5 mA]	Max. 3,5 mA	0.84 mA	ja
	Berührungsstrom [0,5 mA]	Max. 0,5 mA	0.12 mA	ja
	Leistungsaufnahme [3,7 kVA], (=230 V*16 A)	Max. 3,7 kVA	0.125 kVA	ja

Die Prüfung wurde ordnungsgemäß durchgeführt.
Die Prüfung wurde bestanden.

Glottertal, 22.07.2015 Mustermann

Ort, Datum **Unterschrift**

(print id:10112)

Seite 1

Muster von Prüfprotokollen

Prüfprotokoll nach DIN VDE 0113 / EN 60204-1

Auftraggeber

Mustermann Apparatebau
Musterstrasse 15

12345 Musterstadt

Auftragnehmer

Beha-Amprobe
In den Engematten 14
79286 GLOTTERTAL / Germany

Angaben zum Prüfling

Prüflingsbezeichnung:	Drehmaschine 815		
Prüflingsnummer:	2307		
Fabriknummer:	123562		
Typ:	Maschine Typ B	**Typenbezeichnung:**	XY256
		Geräteart:	Drehmaschine
		Baujahr:	2008
Hersteller:	ABCD	**Strom:**	12,5 A
		Spannung:	230/400
Abteilung:	Werkzeugbau	**Leistung:**	4500 VA

Angaben zur Prüfung

Prüfdatum:	22.07.2015	**Nächste Prüfung:**	22.07.2016
Prüfer:	Bernd Schwedler		
Prüfgerät:			

Ort - Nr.	Prüfschritt	Grenzwert	Messwert	Bestanden
Motor 1	Schutzleiter		0,05 Ohm	ja
	Überprüfung, dass die elektrische Ausrüstung mit der Dokumentation übereinstimmt			ja
	Keine erkennbaren Schäden			ja
	Betriebsmittel können den Einflüssen am Verwendungsort standhalten			ja
	Schutzleiter gegen Selbstlockern und Korrosion gesichert			ja
Eingangsklemme	Schleifenimpedanz [1,4 Ohm]	Max. 1,4 Ohm	0,23 Ohm	ja
L1 gegen PE	Isolationsprüfung 500 V [1,0 MOhm]	Min. 1 MOhm	225 MOhm	ja
L2 gegen PE	Isolationsprüfung 500 V [1,0 MOhm]	Min. 1 MOhm	423 MOhm	ja
L3 gegen PE	Isolationsprüfung 500 V [1,0 MOhm]	Min. 1 MOhm	123 MOhm	ja
Hauppstromkreise	Hochspannungsprüfung [1000 V]			ja
CEE Stecker	Restspannung [in 5s] (9050)	Max. 60 V	22 V V	ja
	Rechtsdrehfeld bei Drehstromsteckdosen			ja
	Verriegelungen			ja
	Not-Aus			ja

Die Prüfung wurde ordnungsgemäß durchgeführt.
Die Prüfung wurde bestanden.

Glottertal, 22.07.2015 Mustermann

Ort, Datum **Unterschrift**

(print id:10275)

Seite 1

Beratungsservice und Messeteilnahmen

Beha-Amprobe Glottertal stellt dem Anwender ihrer Produkte einen umfangreichen und schnellen Service zur Verfügung.

Unsere Geräte werden generell mit einer ausführlichen Bedienungsanleitung geliefert. Sollten Sie dennoch im praktischen Alltag Anwendungsprobleme haben, steht Ihnen unser technischer Support von Mo - Do 8.00 bis 16.00 Uhr; Fr 8.00 bis 13.00 Uhr zur Verfügung.

Hier haben Sie Kontakt mit erfahrenen Technikern, die Ihre Fragen umgehend beantworten werden. Selbstverständlich geben unsere Mitarbeiter auch Hinweise und Erfahrungen beim Einsatz unserer Geräte weiter.



Nutzen Sie für technische Fragen unseren technischen Support unter der Rufnummer **0 76 84/80 09-540 oder email: techsupport.dach@fluke.com**

Messeteilnahmen

Beha-Amprobe Glottertal ist auf zahlreichen Fachmessen, Informationsveranstaltungen und Messen unserer Vertriebspartner vertreten. Dadurch ist der direkte Kontakt zu unseren Kunden gewährleistet. Besuchen Sie uns, um unsere Produkte im Einsatz kennenzulernen, um über Neuheiten informiert zu werden und um uns Hinweise zu Produktverbesserungen zu geben.

Informationen zu Messeteilnahmen finden Sie auf unserer Webseite: www.beha-amprobe.de

Notizen

Notizen

Junior-Set-A

Fordern Sie unseren Gesamtkatalog an!

Unsere Empfehlung für die Ausbildung bestehend aus:

Messleitungen (rot/schwarz) Robuste Tragetasche

Digitales Multimeter Hexagon-60-D (4345574)

2100-Alpha (4312495)

Testfix 9023-D (2147430)



BEHA·AMPROBE®

ivkrause

www.iv-krause.de

Beha-Amprobe
In den Engematten 14 • D-79286 Glottertal
Telefon: +49 (0) 76 84/80 09 - 0
Telefax: +49 (0) 76 84/80 09 - 410
Internet: www.Beha-Amprobe.de
E-mail: info@beha-amprobe.de



www.beha-amprobe.de
13493-ger