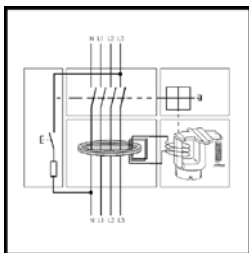




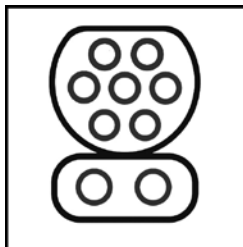
# Merkbuch

für die Elektrofachkraft

## Teil 1



Fehlerstromschutzschalter  
(RCD)



DC-Laden mit Combostecker  
(E-Mobility)

**Erst- und Wiederholungsprüfungen  
in Niederspannungsanlagen  
(1000 V AC/1500 V DC)**



## Sicherheit im Zeichen der EN 61010

Prüfgerät	Arbeitsspannung bei Überspannungskategorie/Prüfzeichen
PROFITEST INTRO /MASTER/ MASTER IQ /PRIME	600 V @ CAT III 300 V @ CAT IV
METRISO INTRO / BASE / TECH / XTRA / PRIME+/PRIME	600 V @ CAT III 300 V @ CAT IV
METRISO PRIME 10	600 V @ CAT IV/1000 V CAT III
MetraPhase 1	600 V @ CAT IV
PhaseCop2	600 V @ CAT III
METRAVOLT 12D+L	600 V @ CAT IV VDE/GS (EN 61243-3)
METRAVOLT 1500	1000 V @ CAT IV
ProfiSafe 690 L	600 V @ CAT IV

## Durchführung von Prüfungen

### Grundgesetz Art.2.2

**Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit**

**Wer darf Prüfungen durchführen?**

Gemäß DIN VDE 0100-600 - Errichten von Niederspannungsanlagen, Teil 6 (Prüfungen) muss die Prüfung von einer Elektrofachkraft vorgenommen werden, die zur Durchführung von Prüfungen befähigt ist.

Gemäß DIN VDE 0105-100 - Betrieb von elektrischen Anlagen, Teil 100 (Allgemeine Festlegungen) müssen Prüfungen von Elektrofachkräften durchgeführt werden, die Kenntnisse durch Prüfung vergleichbarer Anlagen haben.

### Wer ist Elektrofachkraft?

Elektrofachkraft ist, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Normen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann. Zur Beurteilung der fachlichen Ausbildung kann auch eine mehrjährige Tätigkeit auf dem betreffenden Arbeitsgebiet herangezogen werden.



## Inhalt



Sicherheit im Zeichen der EN 61010	4
Inhalt	5 - 6
Grundsätzlich gelten immer die 5- Sicherheitsregeln	7
Öffentliche Rechtsvorschriften für Niederspannungsanlagen (NS) bis 1000 V AC, 1500 V DC	8 - 10
Der E - CHECK	11
Prüfanforderung nach ArbStättV und BetrSichV	12
Wichtige öffentliche Vorschriften für Niederspannungsanlagen	13 - 14
Normreihe DIN VDE 0100 im Überblick	15 - 17
VdS Richtlinien als Empfehlung für die ElektrofachkraftW	18 - 19
DIN VDE 0100-600, DIN VDE 0105-100/A1	20 - 21
Prüffristen	23 - 24
Grundsätzliche Prüfabläufe und Prüfberichte/Prüffristen	25 - 29
Messung bei der Erstprüfung, Wiederholungsprüfungen	30 - 33
Die Prüfgeräte der Gossen Metrawatt, DIN EN 61557	33
Prüfablauf Wiederholungsprüfung elektrischer Anlagen Geräten mit festem Netzanschluss	36
Isolationswiderstand der elektrischen Anlage	40 - 43
Praxistipp: Isolationsmessungen	44 - 45
Widerstände von isolierenden Fußböden und Wänden	47
Automatische Abschaltung im Fehlerfalle	48 - 53
Adapter zur normgerechten Prüfung von PRCDs Typ S und K	54
RCD - Prüfung (FI)	55 - 56
Messung des Erdungswiderstandes	57 - 58
Abschätzung des Spannungsfalls	59 - 63
Wichtige Hinweise DIN VDE 0105-100/A1, Wiederholungsprüfungen	59 - 63
Tabellen mit Werten zur Beurteilung von Überstromschutzeinrich- tungen, Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCDs), Erdungswider- ständen, Leiterquerschnitten	61 - 66
Messung der Netzimpedanz $Z_{L-N}$ und des Spannungsfalls	67
PROFITEST SERIE	68 - 71
Profitest INTRO	72



## Inhalt



GEOHM C, Erdungsmessgerät, batteriebetrieben	73
GEOHM PRO / EXTRA, Erdungsmessgerät (XTRA mit GPS) für alle bekannten Messmethoden, Impulsmessverfahren	74
Metriso Serie	75
Metriso PRIME 10, Profitest Prime, Prime AC	76
<b>Software für Prüfgeräte</b>	<b>78 - 80</b>
Unsere Empfehlung unserer Werkstattausrüstung	81
<b>Prüfen der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen der Ladeinfrastruktur für Elektrostraßenfahrzeuge</b>	<b>82</b>
Messungen	83 - 88
Erprobungen Ladevorgang, Weitere Erprobungen	85
Prüfung von Ladekabel Mode 2 und 3 nach DIN VDE 0701-0702	86
Das Ladekabel Mode 2 ist mittels PROFITEST MXTRA bzw. SECUTEST PRO und entsprechenden Prüfadapter zu prüfen	87 - 88
Prüfadapter und Prüfgeräte	89 - 93
Messungen nach VDE 0113-1/EN 60204-1 Sicherheit von Maschinen, elektrische Ausrüstung von Maschinen Gültig für Erst- und Wiederholungsprüfungen	96 - 97
Energieversorgung	100 - 104
<b>Netzqualität</b>	<b>114 - 130</b>
Die wichtigsten Normen	116 - 127
Energie und Leistungsanalyse von Gossen Metrawatt	128 - 130
<b>Photovoltaik</b> Prüfgerät von Gossen Metrawatt	<b>131</b>
Kennzeichnung von Gebäuden mit PV-Anlagen	131
Einige wichtige Begriffe	132
Prüfanforderungen Nach DIN VDE 0126-23-1 / IEC 62446-1	133
E-CHECK-PV für PV-Anlagen	134
Batterieprüftechnik	135



## **Grundsätzlich gelten immer die 5-Sicherheitsregeln**

Welche ich in Eigen-Verantwortlichkeit als Elektrofachkraft, je nach Bedarf, vor Beginn der Arbeiten zu berücksichtigen habe!!!

- **Freischalten**
- **Gegen Wiedereinschalten sichern**
- **Spannungsfreiheit feststellen**
- **Erden und kurzschließen**
- **Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken**

**Freischalten**



**Gegen Wiedereinschalten sichern**



**Spannungsfreiheit feststellen**



**Erden und kurz schließen**



**Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken**





## **Öffentliche Rechtsvorschriften für Niederspannungsanlagen (NS)**

Um gefährliche Zustände zu vermeiden, die von Anlagen und Betriebsmitteln ausgehen, müssen Hersteller grundsätzlich technische Schutzmaßnahmen vorsehen, deren Wirksamkeit bei Fertigstellung und beim Betrieb während der gesamten Lebensdauer durch angemessene Instandhaltung zu gewährleisten ist. Zur Instandhaltung gehören auch Inspektionen (Prüfungen).

Zur Prüfungsvorbereitung sind die Kenntnisse der zutreffenden öffentlichen Rechtsvorschriften und ihrer Sicherheitsanforderungen erforderlich. Für die Umsetzung der gesetzlichen Anforderungen sind die zutreffenden technischen Regeln wichtig Erkenntnisquellen; durch Verweise in Rechtsvorschriften können sie z.T. verbindlich werden oder die Vermutung auslösen, richtig gehandelt zu haben.

Rechtsvorschriften und staatliche technische Regeln sind kostenlos aus dem Internet herunterladbar u.a. aus der Vorschriftensammlung der Gewerbeaufsicht Baden-Württemberg unter [www.gaa.baden-wuerttemberg.de](http://www.gaa.baden-wuerttemberg.de)

Rechtsvorschriften für die Hersteller technischer Produkte sind das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) mit seinen nachgeordneten „CE“-Verordnungen, das Bauproduktegesetz (BauProdG), das EMV-Gesetz (EMVG) und das Medizinproduktegesetz (MPG). Hier kann die Anwendung harmonisierte Produktnormen die Vermutungswirkung entfalten.

Für Energienetze sind die Anforderungen für die sichere Energieversorgung und den zuverlässigen Betrieb durch das (EnWG) geregelt; hier sind für Errichtung und Betrieb die Anwendung der u.a. Regeln der Technik gefordert; für elektrische Energieverteilungsanlagen besteht bei Anwendung der VDE-Bestimmungen die Vermutungswirkung. Das EnWG wird konkretisiert u.a. durch die Niederspannungsanschlussverordnung (NAV) und die Technischen Anschlussbedingungen der Netzbetreiber (TAB-2019).



Für Niederspannungsanlagen ist die Umsetzung der Normenreihe DIN VDE 0100; für Prüfungen gilt Teil 600 sowie DIN VDE 0105-100/A1. Anforderungen an Sicherheitsprüfungen bestehen damit auch für Wohnungen, für die nach DIN VDE 0105-100/A1 Wiederholungsprüfungen nach z.B. 10 Jahren bzw. bei Mieterwechsel empfohlen werden.

Elektrische Anlagen unterliegen auch den baurechtlichen Vorschriften. Die Musterbauordnung (MBO) fordert für Bauprodukte und Bauarten neben der Gebrauchstauglichkeit eine ordnungsgemäße Instandhaltung (§16a/b/c); das gilt auch für Leitungsanlagen als Bauprodukte. Wichtige Anforderungen betreffen den baulichen Brandschutz, insbesondere notwendige Flure und Treppenhäuser, die möglichst frei von Brandlasten zu halten sind. Von den Baubehörden bekannt gemachte Technische Regeln haben Vermutungswirkung, wie z. B. M-LAR.

Für Arbeitsstätten gelten zusätzlich die Sicherheitsanforderungen der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), in der ebenfalls die Instandhaltung gefordert ist.

Beachtet werden auch die Anforderungen aus Verträgen z. B. mit den Sachversicherern. Hier werden über Versicherungsklauseln häufig die Anwendung der VDE Bestimmungen und regelmäßige Prüfungen gefordert. Einige Versicherer gewähren bei Vorlage von E-Check-Protokollen Rabatte. In VdS-Richtlinien des Gesamtverbandes der deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) finden Praktiker gut strukturierte Hilfen zum Brand- und Sachschutz, die häufig inhaltliche Vorläufer oder Zusammenstellungen zu VDE-Bestimmungen darstellen.

Im Wirkungsbereich des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) haben EU-Richtlinien seit 1996 das deutsche Arbeitsschutzrecht wesentlich verändert. Das Prüfen der Schutzmaßnahmen auf ihre Wirksamkeit gehört zu den Grundpflichten des Arbeitgebers (§3). Der Beurteilungsmaßstab ist der Stand der Technik und sicherheitstechnische Maßnahmen, und dazu gehören auch Prüfanforderungen, sind grundsätzlich über Gefährdungsbeurteilungen zu ermitteln und festzuschreiben. Konkretisiert werden diese Anforderungen in der nachgeordneten Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). Stand der Technik wird



in den amtlich anerkannten Technischen Regeln (TRBSn, ASR-V3, TRGS) aufgezeigt. [www.baua.de](http://www.baua.de)

Berufsgenossenschaftlichen Vorschriften- und Regelwerke basieren rechtlich auf dem SGB VII (§15) und wurden schon zum großen Teil durch das ArbSchG, nachfolgende Verordnungen sowie staatliche technische Regelwerke verdrängt, die den Vorrang haben. Staatliche technische Regeln besitzen im Gegensatz zu DGUV-Regeln die rechtliche Vermutungswirkung bei Anwendung.

Dieses kleine Merkbuch soll Sie unterstützen bei der Durchführung der erforderlicher Messungen mit den Mess- und Prüfgeräten aus dem Hause **GOSSEN METRAWATT**.







## Der E-CHECK

ist das anerkannte  
Prüfsiegel für elek-  
trische Installationen  
und Geräte in privaten  
wie auch in gewerblich

**E-CHECK**  
Partner-Unternehmen



und öffentlich genutzten Gebäuden. Fünf gute Gründe warum Sie regelmä-  
ßig Ihre Elektroinstallation prüfen lassen sollten.

### Grund 1 – Schutz

Der E-CHECK gibt Ihnen die Gewissheit, dass die geprüfte Elektroinstalla-  
tion und die geprüften Elektrogeräte allen Sicherheitsaspekten genügen.  
Damit schützen Sie Ihre Familie und Ihren Betrieb.

### Grund 2 - Schadenersatzansprüche

Der E-CHECK schützt im Regelfall vor eventuellen Schadenersatzansprü-  
chen. Sie haben alle Prüf- und Messergebnisse schwarz auf weiß vorliegen  
und ersparen sich somit unangenehme Überraschungen.

### Grund 3 – Energiesparen

Der E-CHECK bietet echte Mehrleistung mit der vom Elektromeister ange-  
botenen Energiesparberatung. So sparen Sie Kosten, sparen Sie Geld und  
schonen Sie die Umwelt.

### Grund 4 – Schadensvorbeugung

Der E-CHECK beugt vor, bevor ein Schaden entsteht. Als Unternehmer liegt  
Ihnen ein reibungsloser Betriebsablauf am Herzen. Mit dem E-CHECK sind  
Sie vor unnötigen Ausfallzeiten und teurem Datenverlust geschützt.

### Grund 5 - Verpflichtungen

Der E-CHECK weist gegenüber Gewerbeaufsichtsämtern, Berufsgenossen-  
schaften und Versicherungen den einwandfreien Zustand Ihrer Elektro-  
anlage nach. So kommen Sie allen gesetzlichen Verpflichtungen nach.  
Und nicht nur das: Viele Versicherungen erkennen den E-CHECK an und  
ermäßigen Ihre Prämien.

Quelle: E-CHECK



## Prüfanforderung nach ArbStättV und BetrSichV

Mit der **Betriebssicherheitsverordnung** wurde 2002 ein einheitliches betriebliches Anlagenrecht geschaffen. Mit **Inkrafttreten der neuen BetrSichV vom 01.06.2015** sind in Abschnitt 3 zusätzliche Vorschriften für überwachungsbedürftige Anlagen zusammengefasst.

Bei der Gefährdungsbeurteilung nach §3 werden die besonderen Pflichten des Arbeitgebers zur Prüfungsvorbereitung hervorgehoben. Prüfanlässe sind in §14 geregelt für Arbeitsmittel „deren Sicherheit von den Montagebedingungen abhängt“ oder die „Schäden verursachenden Einflüssen, die zu gefährlichen Situationen führen können“ unterliegen oder nach Instandsetzungsarbeiten. Diese Prüfungen dürfen von beauftragten befähigten Personen durchgeführt werden, die die Anforderungen nach §2(6) und TRBS 1203 erfüllen.

Der Prüfumfang ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung nach §3; es sind alle ermittelten Gefahren zu betrachten. Für die Prüfungen nach §14-17 besteht Dokumentationspflicht. Wer vorsätzlich oder fahrlässig nicht oder nicht rechtzeitig prüfen lässt, begeht nach §22 eine Ordnungswidrigkeit. Die anzuwendende technische Regel ist die TRBS 1201. Diese Technische Regel konkretisiert die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

Nach der **Arbeitsstättenverordnung** hat der Arbeitgeber entsprechend §4 „Besondere Anforderungen an das Betreiben von Arbeitsstätten“ die Pflicht zur Instandhaltung und zur Mängelbeseitigung. Bei Mängeln mit unmittelbarer erheblicher Gefahr sind ggf. die Arbeiten in der Arbeitsstätte einzustellen. Besonders hervorgehoben sind die regelmäßige sachgerechte Wartung von Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung oder Beseitigung von Gefahren sowie Funktionsprüfungen von Sicherheitsbeleuchtungen, Notstromversorgung und Notschaltern. Vorsätzlicher oder fahrlässiger Verstoß gegen diese Vorgaben können als Ordnungswidrigkeiten geahndet werden. Strafbarkeit ist bei Vorsatz und Lebens- oder Gesundheitsgefährdung möglich (§9).



## **Wichtige öffentliche Vorschriften für Niederspannungsanlagen**

### **Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) mit nachgeordneten „CE“-Verordnungen, z. B.**

- Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU
- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (9. ProdSV)
- Durchführungsbeschluss (EU) 2019/436

### **Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG)**

(Anforderungen an feste Installation s. §§4,5

EU-Bauprodukteverordnung und - als Ausführungsgesetz - das Bauproduktengesetz (BGBl. I S. 2449)

### **Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) mit nachgeordneten Verordnungen, z. B.**

- Niederspannungsanschlussverordnung (NAV) mit Ermächtigung für TAB
- Stromgrundversorgungsordnung – (StromGGV)
- Messzugangsverordnung – (MessZV)

### **Bauordnungsrecht – Landesbauordnungen, Sonderbauverordnungen**

Von den Baubehörden veröffentlichte staatlichen Technische Regeln mit Vermutungswirkung wie der umgesetzten M-LAR

### **Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) mit nachgeordneten Verordnungen, z. B.**

- ArbStättV - Konkretisierung zu Arbeitsstätten und Arbeitsplätzen
- BetrSichV - Konkretisierung zu Arbeitsmitteln
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) – Konkretisierung zu Stoffen



## **Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)**

mit staatlichen Technischen Regeln mit Vermutungswirkung,

Beispiele:

**TRBS 1111** Gefährdungsbeurteilungen

**TRBS 1112** Instandhaltung

**TRBS 1201** Prüfung von Arbeitsmitteln und Überwachungsbedürftigen Anlagen

**TRBS 1203** Zur Prüfung befähigte Personen

## **Arbeitstättenverordnung (ArbStättV)**

mit staatlichen Technischen Regeln mit Vermutungswirkung, Beispiele:

ASR A3.4 Beleuchtung

ASR A3.4/3 Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitsleitsysteme

## **Wichtige allgemeine anerkannte Regeln der Technik**

**DIN VDE 0100-600 Prüfen, DIN VDE 0105-100/A1, DIN VDE 0100-410**

**DIN 18012** Anschlusseinrichtungen für Gebäude – Allgemeine Planungsgrundlage

**DIN 18014** Fundamentender – Planung, Ausführung und Dokumentation

**DIN 18015** Elektrische Anlagen in Wohngebäuden

- Teil 1: Planungsgrundlagen
- Teil 2: Art und Umfang der Mindestausstattung
- Teil 3: Leitungsführung und Anordnung der Betriebsmittel
- Teil 4: Gebäudesystemtechnik
- Teil 5: Luftdichte und wärmebrückenfreie Elektroinstallation



## **Normenreihe DIN VDE 0100 im Überblick (Beispiele)**

Beachte: die Abschnitte bis **DIN VDE 0100-600** bilden den Basisteil der in jeder Anlage zu beachten ist, die besonderen Anforderungen der

**Abschnitte 7XX** sind ergänzende Anforderungen.

Weitere Anforderungen sind z. B. in der **DIN VDE 0100-410** (RCD in einem Auslösestrom bis 30 mA) definiert.

<b>DIN VDE</b>	<b>Errichten von Niederspannungsanlagen</b>
<b>0100-100</b>	Allgemeine Grundsätze, Bestimmungen allgemeiner Merkmale, Begriffe
<b>0100-410</b>	Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag
<b>0100-420</b>	Schutzmaßnahmen – Schutz gegen thermische Auswirkungen
<b>0100-430</b>	Schutzmaßnahmen – Schutz bei Überstrom
<b>0100-443</b>	Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen – Abschnitt 443: Schutz bei transienten Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen
<b>0100-444</b>	Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen
<b>0100-460</b>	Schutzmaßnahmen – Trennen und Schalten
<b>0100-5XX</b>	<b>Auswahl und Errichtung elektr. Betriebsmittel</b>
<b>0100-510</b>	Allgemeine Bestimmungen
<b>0100-520</b>	Kabel und Leitungsanlagen, Beiblatt 1
<b>0100-53X</b>	<b>Trennen. Schalten Steuern</b>
<b>0100-530</b>	Schalt- und Steuergeräte
<b>0100-534</b>	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Trennen, Schalten und Steuern – Abschnitt 534: Überspannungs-Schutzeinrichtungen (SPDs)
<b>0100-540</b>	Erdungsanlagen, Schutzleiter <b>Beachte:</b> Fundamente der Erde ist nach DIN 18014 auszuführen
<b>0100-55X</b>	<b>Andere elektronische Betriebsmittel</b>
<b>0100-551</b>	Niederspannungsstromerzeugungseinrichtungen (gilt auch für Photovoltaik, ergänzt mit -712)



<b>0100-557</b>	Hilfsstromkreise (für Anlagenteile, die nicht unter VDE 0113-1 fallen)
<b>0100-559</b>	Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Leuchten und Beleuchtungsanlagen
<b>0100-560</b>	Auswahl und Errichtung –Einrichtungen für Sicherheitszwecke
<b>0100-600</b>	Errichten von Niederspannungsanlagen-Erstprüfung elektrischer Anlagen durch Besichtigen, Erproben und Messen
<b>0100-7XX</b>	<b>Anforderung für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art</b>
<b>0100-701</b>	Räume mit Badewanne oder Dusche
<b>0100-702</b>	Schwimmbecken und Springbrunnen
<b>0100-703</b>	Räume und Kabinen mit Saunaheizungen
<b>0100-704</b>	Baustellen
<b>0100-705</b>	Elektrische Anlagen von landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten
<b>0100-706</b>	Errichten von Niederspannungsanlagen Anforderung für Betriebsstätten - Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit
<b>0100-708</b>	Caravan-, Campingplätze und ähnliche Bereiche
<b>0100-709</b>	Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Häfen, Marinas und ähnliche Bereiche – Besondere Anforderungen an die Versorgungseinrichtungen für den elektrischen Landanschluss von Schiffen
<b>0100-710</b>	Medizinisch genutzte Bereiche, Beiblatt 1
<b>0100-711</b>	Ausstellungen, Shows, Stände
<b>0100-712</b>	Photovoltaik - PV - Stromversorgungssysteme
<b>0100-713</b>	Möbel und ähnliche Einrichtungsgegenständen
<b>0100-714</b>	Beleuchtungsanlagen im Freien
<b>0100-715</b>	Kleinspannungsbeleuchtungsanlagen
<b>0100-717</b>	Ortsveränderliche oder transportable Baueinheiten
<b>0100-718</b>	Öffentliche Einrichtungen und Arbeitsstätten, Beiblatt 1
<b>0100-721</b>	Elektrische Anlagen von Caravans und Motorcaravans



<b>0100-722</b>	Stromversorgung von Elektrofahrzeugen
<b>0100-723</b>	Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen
<b>0100-729</b>	Bedienungsgänge und Wartungsgänge
<b>0100-730</b>	Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Elektrischer Landanschluss für Fahrzeuge der Binnenschifffahrt
<b>0100-731</b>	Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten
<b>0100-737</b>	Errichten von Niederspannungsanlagen – Feuchte und nasse Bereiche und Räume und Anlagen im Freien
<b>0100-740</b>	Vorübergehend errichtete elektrische Anlagen für Aufbauten, Vergnügungseinrichtungen und Buden auf Kirmesplätzen, Vergnügungsparks und für Zirkusse
<b>0105-100</b>	Betrieb von Elektrischen Anlagen-Teil 100: Allgemeine Festlegung
<b>0105-100/A1</b>	Änderung A1: Wiederkehrende Prüfungen; Deutsche Übernahme von Abschnitt 6.5 des HD 60364-6:2016



## **VdS - Richtlinien als Empfehlungen für die Elektrofachkraft**

**VdS – Verband der Schadenverhütung im GDV –.**

**Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.**

### **Empfehlenswerte Richtlinien für den Fachmann:**

<b>Vds 2000</b>	Leitfaden für den Brandschutz im Betrieb
<b>VdS 2005</b>	Leuchten
<b>VdS 2007</b>	Anlagen der Informationstechnologie (IT-Anlagen), Merkblatt zur Schadenverhütung
<b>Vds 2008</b>	Feuergefährliche Arbeiten, Richtlinien für den Brandschutz
<b>VdS 2009</b>	Brandschutz-Management, Leitfaden für die Verantwortlichen im Betrieb und Unternehmen
<b>VdS 2010</b>	Risikoorientierter Blitz- und Überspannungsschutz
<b>VdS 2011</b>	Anerkennung von Blitzschutzfachkräften in explosionsgefährdeten Bereichen (BEx-Fachkräfte)
<b>VdS 2017</b>	Überspannungsschutz für landwirtschaftliche Betriebe, unverbindliche Richtlinien zur Schadenverhütung
<b>VdS 2019</b>	Überspannungsschutz in Wohngebäuden, unverbindliche Richtlinien zur Schadenverhütung
<b>VdS 2023</b>	Elektrische Anlagen in baulichen Anlagen mit vorwiegend brennbaren Baustoffen, Richtlinien zur Schadenverhütung
<b>VdS 2024</b>	Errichtung elektrischer Anlagen in Möbeln und ähnlichen Einrichtungsgegenständen, Unverbindliche Richtlinien für den Brandschutz
<b>Vds 2025</b>	Elektrische Leitungsanlagen, Richtlinien zur Schadenverhütung
<b>VdS 2029</b>	Holz bearbeitende und verarbeitende Betriebe, Richtlinien für den Brandschutz
<b>VdS 2031</b>	Blitz- und Überspannungsschutz in elektrischen Anlagen
<b>Vds 2032</b>	Brandschutz für Kühl- und Tiefkühlager, Leitfaden für die Planung, Ausführung und den Betrieb





- 
- VdS 2033** Elektrische Anlagen in feuergefährdeten Betriebsstätten und diesen gleichzustellende Risiken, Richtlinien zur Schadenverhütung
- 
- VdS 2046** Sicherheitsvorschriften für elektrische Anlagen bis 1000 Volt, SV
- 
- VdS 2047** Sicherheitsvorschriften für feuergefährliche Arbeiten, SV
- 
- VdS 2057** Sicherheitsvorschriften gemäß Abschnitt B § 8 AFB 2008 für elektrische Anlagen in landwirtschaftlichen Betrieben und Intensiv-Tierhaltungen
- 
- VdS 2067** Elektrische Anlagen in der Landwirtschaft, Richtlinien zur Schadenverhütung
- 
- VdS 2259** Batterieladeanlagen für Elektrofahrzeuge, Richtlinien zur Schadenverhütung
- 
- VdS 2279** Elektroheizungsanlagen und Saunen
- 
- VdS 2543** VdS-Richtlinien für Brandmeldeanlagen, Allgemeine Anforderungen, Anforderungen und Prüfmethode
- 
- VdS 2551** Brandschutz in Reitbetrieben, Merkblatt zur Schadenverhütung
- 
- VdS 2581** Elektrische Steuereinrichtungen für natürliche RWA, Anforderungen und Prüfmethode
- 
- VdS 2584** Branderkennungs- und Ansteuereinrichtungen, Anforderungen und Prüfmethode
- 
- VdS 2833** Schutzmaßnahmen gegen Überspannung für Gefahrenmeldeanlagen, Richtlinien
- 
- VdS 2871** Prüfrichtlinien nach Klausel SK 3602, Hinweise für den VdS-anerkannten Elektrosachverständigen
- 
- Vds 3432** VdS-anerkannte Sachkundige für Blitz- und Überspannungsschutz sowie EMV-gerechte elektrische Anlagen (EMV-Sachkundige), Merkblatt
- 
- Vds 3447** Prüfung elektrischer Anlagen gemäß Klausel SK 3602, Merkblatt
- 
- Vds 3501** Isolationsfehlerschutz in elektrischen Anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln - RCD und FU, Richtlinien zur Schadenverhütung
- 
- Vds 3842** Prüfungsfragen Videoüberwachungsanlagen
-



## **DIN VDE 0100-600 - DIN VDE 0105-100/A1**

### **DIN VDE 0100 – 600**

**Änderungen** gegenüber DIN VDE 0100–600: 2008-06

- Vollständige **Überarbeitung** der **Abschnittsnummerierung**
- Notwendige Überprüfungen bei Besichtigungen ergänzt
- **Erproben und Messen** – Aktualisierung der einzelnen Prüfschritte
- Aufnahme der **Prüfung** der **Durchgängigkeit** bei Verbindungen zu **Körpern**
- Anforderungen zum **Messen** des **Isolationswiderstandes** zwischen **aktiven Leitern**
- **Verbesserungen** zur **Prüfung** der **Spannungspolarität**
- **Berechnung** des **Erdungswiderstandes** als **alternative Methode** zur Messung zugelassen
- **Hinweis** zum zusätzlichen Schutz durch **Schutzpotentialausgleich** aufgenommen
- Bedingungen für **Messverfahren** zur Messung des **Isolationswiderstandes** von **Fußböden** und **Wänden** angepasst
- **Messverfahren** für die Messung des **Erdungswiderstandes** einschließlich der Anschlussbilder **überarbeitet**
- Aufnahme von **Hinweisen** zu ergänzenden Messungen **im nationalen Anhang NC**.

### **NATIONALER ANHANG NC**

Auswahl von ergänzenden Prüfungen

**Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)**

- Wenn die **Prüfung** der Einhaltung der **Abschaltzeiten** für den Schutz durch automatische Abschaltung im Fehlerfall aus **DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410)** **gefordert** wird, sollte dies in Stromkreisen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD), wenn technisch möglich, mit einem Prüfstrom,



der dem 5-fachen Bemessungsdifferenzstrom der jeweiligen Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) entspricht, erfolgen.

- Das Auslösen der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) sollte für jeden Stromkreis einmal nachgewiesen werden.
- Einzelne Messwerte müssen nicht dokumentiert werden; die Einhaltung der Abschaltbedingung ist zu dokumentieren.

### Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtung (AFDDs)

- Bei Erst- und Wiederholungsprüfungen sind die Angaben der Hersteller zu beachten.
- Für AFDDs ist in der Produktnorm (DIN EN 62606) eine Selbstüberwachung vorgesehen.
- Eine Prüfung nach dieser Norm (DIN EN 62606) ist nicht gefordert.
- Bei Isolationsmessung beeinflusst die Polarität der Messspannung den Messwert, was zu einer Unterschreitung des Grenzwertes führen kann.
- Isolationsmessung daher in diesen Stromkreisen nur zwischen aktiven Leitern und Schutzleiter.

### Frequenzumrichter und USV-Anlagen

- Der Hersteller des Frequenzumrichters, bzw. der USV-Anlage beschreibt die Maßnahmen zur Sicherstellung der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag für die Last bzw. Verbrauchsseite.
- Der Prüfer kontrolliert die Übereinstimmung der getroffenen Vorkehrungen mit der Dokumentation des Herstellers.
- Der Prüfer prüft die Durchgängigkeit des Schutzleiters nach DIN VDE 0100-600: 2017-06 nach Abschnitt 6.4.3.2.

### Stromversorgung von Elektrofahrzeugen

- Nach DIN VDE 0100-722 sind zusätzliche Anforderungen zur Prüfung der Anschlusspunkte von Elektrofahrzeugen zu beachten (DIN EN 61851-1 / VDE 0122-1).
- Falls erforderlich sind Adapter zur Fahrzeugsimulation PRO TYP I/II von Gossen Metrawatt zu verwenden.



## Photovoltaik (PV) Systeme (DC – Seite)

- Nach DIN VDE 0100-712 sind zusätzliche Anforderungen zu
  - Systemdokumentation,
  - Inbetriebnahme,
  - Prüfung und die
  - Besichtigung
- in DIN EN 62446-1 / VDE 0126-23-1 enthalten.

## Fundamenterder

- Die Dokumentation und Prüfung zum Fundamenterder sind in DIN 18014 enthalten.

## Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen

- Bei Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (DIN 61439-1) ist nachzuweisen, dass der Stücknachweis der Hersteller der Schaltgerätekombination vorhanden ist.

## Elektrische Ausrüstung von Maschinen

- Der Umfang und die Prüfung für die elektrische Ausrüstung von Maschinen sind in DIN 60204-1 enthalten.

## DIN VDE 0105 –100/A1

Wiederkehrende Prüfungen

Deutsche Übernahme von Abschnitt 6.5 des HD 60364-6:2016

Mit der Änderung A1 wird der Abschnitt 5.3.3.101 „Wiederkehrende Prüfungen“ der DIN VDE 0105-100:2015-10 ersetzt. Übernommen wurde damit Abschnitt 6.5 aus HD 60364-6:2016 ergänzt durch nationale Festlegungen. Zusätzlich wurde der nationale Anhang NC aus DIN VDE 0100-600:2017 übernommen.



## Prüffristen

Prüffristen werden vom Arbeitgeber über die Gefährdungsbeurteilung festgelegt. Entsprechend TRBS 1201 sind Prüffristen so festzulegen, dass der Prüfgegenstand nach den allgemein zugänglichen Erkenntnisquellen und betrieblichen Erfahrungen im Zeitraum zwischen zwei Prüfungen sicher benutzt werden kann (Abschnitt 6).

Für Prüfungen nach §14 BetrSichV sind in der TRBS im Abschnitt 4.2/4.3 Entscheidungskriterien genannt (Beispiele):

- Einsatzbedingungen (spezielle Belastungen, Benutzungszeit je Tag usw.)
- Herstellerhinweise, (Betriebsanleitung)
- Schädigung des Arbeitsmittels, Qualifikation der Beschäftigten
- Erfahrungen mit dem „Ausfallverhalten“
- Unfallgeschehen oder Häufung von Mängeln an vergleichbaren Arbeitsmitteln
- Prüfungsergebnisse

**Bewährte Prüffristen für elektrische Arbeitsmittel können den Durchführungsanweisungen zu den DGUV-Vorschriften 3 und 4 sowie dem ergänzenden DGUV-Regelwerk entnommen werden.**

Die erforderlichen Prüfungen werden auch weiterhin entsprechend den gültigen DIN VDE-Bestimmungen und den darin vorgeschriebenen Prüfabläufen durchgeführt. Die Mess- und Prüfgeräte von GOSSEN METRAWATT entsprechen dem zum Auslieferungsdatum gültigen Stand der Normen und Bestimmungen.

Unser **METRA-Check-Servicepaket** bietet eine jährliche Wartung, Überholung (Update) und Kalibrierung mit Kalibrierzeugnis für Ihr Gerät von GOSSEN METRAWATT, die zusätzliche Mobilitätsgarantie schließt ein Mietgerät für die Dauer des Servicefalles ein.



## Prüffristen (Empfehlungen)

### Empfehlung von Prüffristen nach DIN VDE 0100-600/

#### DIN VDE 0105-100/A1

Die Norm fordert, die Häufigkeit der Prüfung einer Anlage unter Berücksichtigung der Art der Anlage und Betriebsmittel, Verwendung und Betrieb der Anlage, Häufigkeit und Qualität der Anlagenwartung zu bestimmen und verweist auf nationale Vorschriften. In Anmerkungen geben die Normen-setzer die praktikable Empfehlungen.

### Prüfungen nach DIN VDE 0100-600/DIN VDE 0105-100/A1 im Überblick

DIN VDE 0100-600 vom Juni 2017 in Verbindung mit  
DIN VDE 0105-100/A1

#### Erstprüfungen

Abschnitt 6.4 enthält Anforderungen an die Erstprüfung elektrischer Anlagen durch **Besichtigen, Erproben und Messen** mit denen festgestellt werden (soweit sinnvoll durchführbar):

- **Ob die Anforderungen aller Teile der Reihe DIN VDE 0100 erfüllt sind** und

- **Anforderungen an den Prüfbericht**

Beachte:

- Erstprüfungen sind auch bei Erweiterungen oder Änderungen bestehender Anlagen durchzuführen.
- die Erstprüfung der eingesetzten Betriebsmittel, wie z. B. von Schaltgeräte-Kombinationen oder Maschinen gehören nicht zum Regelungsumfang der Normenreihe VDE 0100

#### Wiederkehrende Prüfungen

Für wiederkehrende Prüfungen gilt bei CENELEC der Teil 6, der in DIN VDE 0105-100/A1 unter dem Abschnitt 5.3.3.101 enthalten ist. Bei wiederkehrender Prüfung soll festgestellt werden (soweit sinnvoll durchführbar):

- **ob die Anlage und alle dazugehörenden elektrischen Betriebsmittel sich in einem ordnungsgemäßen Zustand für den Anlagenbetrieb befinden**



## Mindestinhalte eines Prüfberichtes / bewährte Prüffristen

### Mindestangaben nach DIN VDE 0105-100

#### 1. Allgemeine Angaben

- Name und Anschrift des Auftraggebers
- Name und Anschrift des Auftragnehmers
- Bezeichnung der einzelnen Protokolle für die Dokumentation von Messwerten
- Bezeichnung des Objektes (Anlage, Gebäude, Gebäudeteile, Verteiler Stromkreise)
- Verwendete Mess- und Prüfgeräte

#### 2. Bewertung der Prüfung

#### 3. Prüfstelle, Prüfer, Prüfdatum, Unterschrift

Bewährte Prüffristen für elektrische Arbeitsmittel können den Durchführungsanweisungen zu den DGUV-Vorschriften 3 und 4 sowie dem ergänzenden DGUV-Regelwerk entnommen werden.

Prüffristen für wiederkehrende Prüfungen nach DGUV Vorschrift 3 für ortsfeste elektrische Anlagen und Betriebsmittel

Anlage/Betriebsmittel	Prüffrist	Art der Prüfung	Prüfer
Elektrische Anlagen und ortsfeste Betriebsmittel	4 Jahre	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft
Elektrische Arbeit Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel in „Betriebsstätten, Räumen und Anlagen besonderer Art“ (DIN VDE 0100 Gruppe 700)	1 Jahr		



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 - in stationären Anlagen - in nichtstationären Anlagen	6 Monate arbeitstäglich	auf einwandfreie Funktion durch Betätigen der Prüfeinrichtung	Benutzer

Bei der Festlegung der Prüffristen gemäß § 14 Absatz 2 BetrSichV für Krane sind die Höchstfristen gemäß Anhang 3 Abschnitt 1 BetrSichV zu beachten.

### Prüffristen gemäß TRBS 1201

Arbeitsmittel	Prüffrist	Hinweis zur Prüfung
Anschlagmittel, Lastaufnahmemittel und Tragmittel Zusätzlich bei: Hebebänder mit auf vulkanisierter Umhüllung; Rundstahlketten	1 mal pro Jahr  alle 3 Jahre alle 3 Jahre	Zustand der Bauteile, Schädigungen, sicherheitsrelevante Kennzeichnung  Drahtbrüche und Korrosion Rissfreiheit
Horizontal arbeitende Ballenpressen zum Verdichten von Abfällen oder recycle baren Materialien	1 mal pro Jahr	Zustand der Bauteile und Einrichtungen, Vollständigkeit und Wirksamkeit der Notbefehls- und Schutzeinrichtungen (z. B. Not-Halt-Einrichtungen, Reißleinen), Zugänge zur Störungsbeseitigung, Kennzeichnung von Gefährdungen
Bauaufzüge zur Beförderung von Gütern	1 mal pro Jahr	Zustand der Bauteile und Einrichtungen, Vollständigkeit und Wirksamkeit der Notbefehls- und Schutzeinrichtungen





Arbeitsmittel	Prüffrist	Hinweis zur Prüfung
Bügelmaschine, Bügelpressen und Fixierpressen, bei denen im Arbeitsablauf wiederkehrend in den Gefahrenbereich gegriffen werden muss	1 mal alle 6 Monate  1 mal pro Jahr	Wirksamkeit der Not-Befehlseinrichtungen, bei Zweihand-schaltungen und Schutzeinrichtungen mit Annäherungsfunktion: Nachlaufweg beachten Schutzeinrichtungen, Steuerungen und Antrieb
Druckmaschinen und Maschinen der Papierverarbeitung (bei denen regelmäßig zwischen Werkzeugteile gegriffen werden muss), z. B. Planschneidemaschinen, halbautomatische Siebdruckmaschinen, Etikettenstanzen	alle 3 Jahre        alle 5 Jahre	Prüfung nach den geltenden elektro-technischen Regeln, wenn sicherheits-bezogene Steuerung nicht redundant und ohne Fehlererkennung ist (in der Regel Baujahr vor 1988), wenn weitergehende sicherheitstechnische Maßnahmen getroffen sind.  Prüfung nach den geltenden elektro-technischen Regeln, wenn sicherheits-bezogene Steuerung redundant und mit Fehlererkennung ist („sichere“ Steuerung).
Erd- und Straßenbaumaschinen, Spezialtiefbaumaschinen	1 mal pro Jahr	Zustand der Bauteile und Einrichtungen, Vollständigkeit und Wirksamkeit der Notbefehls- und Schutzeinrichtungen
Flurförderzeuge	1 mal pro Jahr	Zustand der Bauteile und Einrichtungen, Vollständigkeit und Wirksamkeit der Befehls- und Sicherheitseinrichtungen
Hebebühnen	1 mal pro Jahr	Zustand der Bauteile und Einrichtungen, Vollständigkeit und Wirksamkeit der Notbefehls- und Schutzeinrichtungen
Hubarbeitsbühnen und Teleskoplader/-stapler (Telehandler)	1 mal pro Jahr	Zustand der Bauteile und Einrichtungen, Vollständigkeit und Wirksamkeit der Notbefehls- und Schutzeinrichtungen



Arbeitsmittel	Prüffrist	Hinweis zur Prüfung
Leder- und Schuhpressen, Leder- und Schuhstanzen, Textilstanzen, bei denen im Arbeitsablauf wiederkehrend in den Gefahrenbereich gegriffen werden muss	1 mal pro Jahr  alle 6 Monate	Handschutz, Steuerung, Antrieb  Wirksamkeit der Notbefehlseinrichtungen  bei Zweihandschaltungen, Sicherheits-hub oder Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion: Reaktions- und Nachlaufzeit der Maschine sowie Sicherheits-abstand
Personenaufnahmemittel zum Heben von Personen mit dem Kran	1 mal pro Jahr	Zustand der Bauteile und Einrichtungen, sicherheitsrelevante Kennzeichnung Personenaufnahmemittel sollten gemeinsam mit dem Kran geprüft werden, an dem sie eingesetzt werden (Kombination Kran und Personenaufnahmemittel).
Pressen der Metallbearbeitung und Verarbeitung, bei denen im Arbeitsablauf wiederkehrend in den Gefahrenbereich gegriffen werden muss	1 mal pro Jahr	Zustand der Bauteile und Einrichtungen, Vollständigkeit und Wirksamkeit der Notbefehls- und Schutzeinrichtungen wie z. B. Handschutz, Steuerung, Antrieb bei Not-Befehlseinrichtungen Reaktions- und Nachlaufzeit der Maschine Die Prüfvorgaben des Herstellers sind hierbei zu berücksichtigen.
Regalbediengeräte	1 mal pro Jahr	Zustand der Bauteile und Einrichtungen, Vollständigkeit und Wirksamkeit der Notbefehls- und Schutzeinrichtungen
Regale (auch kraftbetrieben)	1 mal pro Jahr	Zustand der Bauteile und Einrichtungen, Vollständigkeit und Wirksamkeit der Notbefehls- und Schutzeinrichtungen, Kennzeichnung
Stetigförderer	1 mal pro Jahr	Zustand der Bauteile und Einrichtungen, Vollständigkeit und Wirksamkeit der Notbefehls- und Schutzeinrichtungen



Tauchgeräte	1 mal pro Jahr	Zustand und Funktionsfähigkeit der Bauteile, Vollständigkeit und Wirksamkeit der Schutzeinrichtungen
-------------	----------------	--

Bisher bewährte Prüffrist für ortsfeste elektrische Arbeitsmittel: soweit erforderlich, jedoch mindestens alle 4 Jahre. Vergleich mit der eigenen betrieblichen Situation (Beurteilung der konkreten Gefährdung):

Betriebliche Situation	Mögliche Auswirkung der Prüffrist
In dem Betrieb sind Elektrofachkräfte beschäftigt, deren Aufgabenbereich auch die Instandhaltung und Überwachung der elektrischen Anlagen und Betriebsmittel umfasst.	Verlängerung der Prüffrist
Stark beanspruchte elektrische Arbeitsmittel	Verkürzung der Prüffrist

**Stationäre Anlagen** sind mit ihrer Umgebung fest verbunden, z. B. Installationen in Gebäuden, Baustellenwagen, Containern und auf Fahrzeugen.

**Nichtstationäre Anlagen** werden entsprechend ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch nach dem Einsatz wieder abgebaut (zerlegt) und am neuen Einsatzort wieder aufgebaut (zusammengeschaltet), z. B. Anlagen auf Bau- und Montagestellen, Baustromverteiler, fliegende Bauten und Anlagen nach Schaustellerart.



## Grundsätzliche Prüfabläufe

Die Prüfabläufe bestehen immer aus der sinnvollen Abfolge **Besichtigen, Erproben, Messen und Erstellen des Prüfberichtes**

Bei der Besichtigung sind für die Erstprüfung Mindestumfang in Abschnitt 6.4.2 der DIN VDE 0100-600 sowie bei der Wiederholungsprüfung in der DIN VDE 0105-100/A1 aufgeführt. Danach muss z. B. festgestellt werden ob:

- die elektrischen Betriebsmittel der ortsfesten Anlage den Sicherheitsforderungen der Betriebsmittelvorschriften und ihre Auswahl und Errichtung den Herstellervorgaben entsprechen, sowie entsprechend den äußeren Anforderungen ausgewählt sind,
- die Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und der Brandschutz (einschl. erforderlicher Brandschottungen) gewährleistet sind,
- Kabel, Leitungen und Stromschienen entsprechend der Strom belastbarkeit und dem Spannungsfall richtig ausgewählt sind,
- Schutz, Überwachungs, Schalt- und Trenngeräte vorhanden, richtig ausgewählt und angeordnet sowie richtig eingestellt sind,
- die Qualität der Dokumentation und andere Informationen den Mindestanforderungen für Wartungsarbeiten entspricht, ob die Pläne mit der Anlage übereinstimmen und ob erforderliche Warnhinweise vorhanden sind,
- ordnungsgemäße Leiterverbindungen und Kennzeichnung der Betriebsmittel, Schutz- und Schutzpotentialausgleichsleiter vorhanden, richtig verwendet und mit der Haupterdungsschiene verbunden sind,
- die leichte Zugänglichkeit der Betriebsmittel zur Bedienung und Instandhaltung gewährleistet ist.



### **Besichtigung umfasst: u.a.**

- Richtige Auswahl der Betriebsmittel,
- Schäden an Betriebsmitteln,
- Schutz gegen direktes Berühren,
- Sicherheitseinrichtungen, Brandabschottung,
- Wärmeerzeugende Betriebsmittel,
- Zielbezeichnung der Leitungen im Verteiler, Leitungsverlegung,
- Kleinspannung mit sicherer Trennung, Schutztrennung,
- Schutzisolierung,
- Hauptpotentialausgleich,
- zusätzlicher (örtlicher) Potentialausgleich,
- Anordnung der Busgeräte im Stromkreisverteiler,
- Busleitungen / Aktoren.

### **Erprobung umfasst: u.a.**

- Rechtsdrehfeld der Drehstromsteckdosen,
- Drehrichtung der Motoren,
- RCD-Test (Taste) durch Anwender,
- NOT AUS.

### **Funktionsprüfung umfasst: u.a.**

- Funktion der Schutz- und Überwachungseinrichtungen,
- Funktion der Starkstromanlage,
- Funktion der Installationsbus-Anlage EIB.





### **Messung bei der Erstprüfung:**

Messungen sollen bei der Erstprüfung in folgender Reihenfolge durchgeführt werden:

#### **Durchgängigkeit der Leiter**

- des Schutzleiter und deren Verbindung mit der Haupterdungsschiene und Körper,
- bei ringförmigen Leitern die aktiven Leiter (Durchgang des Ringes).

#### **Isolationswiderstandsmessungen**

- Jeder aktive Leiter untereinander und gegen geerdete Schutzleiter,
- bei Nachweisen Schutz durch Kleinspannung SELV, PELV,
- bei Nachweisen Schutz durch Schutztrennung,
- Widerstände von isolierenden Fußböden und isolierenden Wänden,
- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung und zusätzlicher Schutz

#### **Weitere Messungen und Prüfungen nach Abschnitt 6.4.3**

- Prüfung der Spannungspolarität
- Prüfung der Phasenfolge
- Funktionsprüfungen
- Prüfung des Spannungsfalls

#### **Messungen bei wiederkehrenden Prüfung**

In Niederspannungsanlagen sind die Werte zu ermitteln, die eine Beurteilung des Schutzes unter Fehlerbedingungen ermöglichen z. B. Schleifenwiderstand und Schutzleiterwiderstand. Zur Prüfung von RCDs wird empfohlen die Auslöse-Fehlerströme und Einhaltung der Abschaltzeit zu messen.

Bei Messungen der Isolationswiderstände sind die Grenzwerte auch nach **DIN VDE 0100-600** einzuhalten

#### **Hinweis zu weiteren Messungen:**

Messtechnische Untersuchungen mittels Strommesszangen wie Untersuchungen von Schutzleiterströmen, der Ströme auf N-Leitern (Überlastung durch die 3 Oberschwingungen) auf vagabundierende Wechselströme. Mänteln von Datenleitungen gehören wie Untersuchungen auf überhöhte Temperaturen durch berührungslose Infrarot-Temperaturmessgeräte zum



Stand der Technik bei Prüfungen.

Zum manuellen Eintragen der Messwerte empfiehlt sich das ZVEH-Formular, automatische Erstellung ähnlicher Protokolle können Sie mit unseren Prüfgeräten der **PROFITEST-Serie** und **METRISO-Serie** erhalten.

Die Prüfungen müssen mit Geräten erfolgen, die der **DIN EN 61557 / VDE 0413** – genügen, sonst sind die Prüfungen anfechtbar. Dies gilt u.a. für Isolationswiderstand, Niederohmwiderstand, Schleifenwiderstand, FI-Messungen, Erdungswiderstand und Drehfeldrichtungsbestimmung.

***Die Prüfgeräte von Gossen Metrawatt entsprechen je nach Funktionalität der DIN EN 61557 (VDE 0413) und sind nach DAkkS kalibriert!***

## Dokumentation der Prüfergebnisse

Gegenüber Vorgängerausgaben der Prüfnormen sind die Anforderungen an die Dokumentation der Prüfung wesentlich erhöht. Es werden detaillierte Prüfberichte gefordert mit Aufzeichnungen über das Besichtigen der einzelnen Stromkreise, über deren Messergebnisse. In einem Prüfbericht ist das Ergebnis der Prüfungen beschrieben. Dieser stellt für den Auftraggeber das eigentliche Prüfergebnis dar und sollte in für Nichtelektrotechniker verständlicher Form verfasst werden, als kein Fachchinesisch.



<b>DIN EN</b>	<b>DIN VDE</b>	<b>Die Prüfgeräte von Gossen Metrawatt entsprechen je nach Funktionalität der DIN EN 61557</b>
DIN EN 61557-1	<b>VDE 0413-1</b>	Allgemeine Anforderungen
DIN EN 61557-2	<b>VDE 0413-2</b>	Isolationswiderstand
DIN EN 61557-3	<b>VDE 0413-3</b>	Schleifenwiderstand
DIN EN 61557-4	<b>VDE 0413-4</b>	Widerstand von Erdungsleitern, Schutzleitern und Potentialausgleichsleitern
DIN EN 61557-5	<b>VDE 0413-5</b>	Erdungswiderstand
DIN EN 61557-6	<b>VDE 0413-6</b>	Wirksamkeit von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) in TT-, TN- und IT Systemen
DIN EN 61557-7	<b>VDE 0413-7</b>	Drehfeld
DIN EN 61557-8	<b>VDE 0413-8</b>	Isolationsüberwachungsgeräte für IT Systeme
DIN EN 61557-9	<b>VDE 0413-9</b>	Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche in IT Systeme
DIN EN 61557-10	<b>VDE 0413-10</b>	Kombinierte Messgeräte zum Prüfen, Messen und Überwachen von Schutzmaßnahmen
DIN EN 61557-11	<b>VDE 0413-11</b>	Wirksamkeit von Differenzstrom-Überwachungsgeräten (RCMs) Typ A und Typ B in TT-, TN- und IT Systeme
DIN EN 61557-12	<b>VDE 0413-12</b>	Kombinierte Geräte zur Messung und Überwachung des Betriebsverhaltens
DIN EN 61557-13	<b>VDE 0413-13</b>	Handgehaltene und Handbediente Strommesszangen und Stromsonden zur Messung von Ableitströmen in elektrischen Anlagen





<b>DIN EN 61557-14</b>	<b>VDE 0413-14</b>	Geräte zum Prüfen der Sicherheit der elektrischen Ausrüstung von Maschinen
<b>DIN EN 61557-15</b>	<b>VDE 0413-15</b>	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1000 V und DC 1500 V - Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen. Anforderungen zur Funktionalen Sicherheit von Isolationsüberwachungsgeräten in IT-Systemen und von Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche in IT-Systemen
<b>DIN EN 61557-16</b>	<b>VDE 0413-16</b>	Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V - Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen - Teil 16: Geräte zur Prüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen von elektrischen Geräten und/oder medizinisch elektrischen Geräten.
<b>DIN EN 61557-17 (Entwurf)</b>	<b>VDE 0413-17</b>	Berührungslose Spannungsanzeiger



## **Praxistipp:**     ***Prüfablauf Wiederholungsprüfungen elektrischer Anlagen (Checkliste)***

- **Zustand der Anlage**  
alt – neu – bekannt – unbekannt
- **Technische Unterlagen**  
komplett – teilweise – nein  
Hinweis: Nachweis über letzte Prüfung
- **Umgebungsbedingungen**  
normal – feucht – warm – chemische Belastung – Ex
- **Prüfanforderungen**  
normal – Anlagen besonderer Art, z. B. Medizin –  
Menschenansammlungen – Photovoltaik - E-Mobility -  
zusätzlich nach DIN VDE und VdS-Vorgaben  
siehe Seiten 18 und 19
- **Vorgespräch mit Verantwortlichen**  
UVV – bekannte Probleme – Verdacht – Anlage abschaltbar  
Unterlagen und Prüfprotokolle  
Ablauf der Prüfung  
Besichtigen gemäß DIN VDE 0105-100/A1  
Zwischengespräch mit Verantwortlichen – Fehleranalyse –  
Entscheidung über weiteres Vorgehen
- **Abbruch der Prüfung – schriftliche Festlegung**
- **Fortführung der Prüfungen – Erproben und Messen**
- **Beseitigung der festgestellten Mängel!**
- **Abschließende Prüfung – Erstellung des Prüfprotokolles**
- **Festlegung des nächsten Prüftermines gemäß TRBS 1201 (DGUV Vorschrift 3)**



## MESSUNGEN

### *Messung der Durchgängigkeit der Schutzleiter, der Verbindungen des Hauptpotentialausgleichs und des zusätzlichen Potentialausgleichs sowie zu Körpern*

Ein Erproben/Messen der Durchgängigkeit der Schutzleiter, der Verbindungen des Hauptpotentialausgleichs und des zusätzlichen Potentialausgleichs muss durchgeführt werden.

Messspannung 4 ... 24 V, Messstrom  $> 200$  mA, mit automatischer Polwendung in der **PROFITEST-Serie** integriert.

#### Grenzwerte

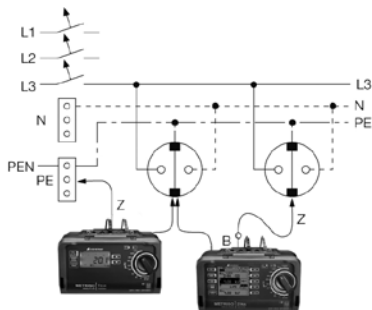
Grenzwerte sind nicht vorgegeben, Orientierung nach Anhang A aus DIN VDE 0100-600, Seite 27.

#### Wichtiger Hinweis



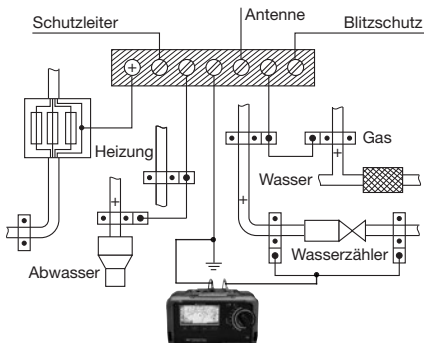
- Schutzleitersystem  $< 1,0 \Omega$  Erfahrungswert.
- Potentialausgleichsleiter  $< 0,1 \Omega$  Erfahrungswert.
- Übergangswiderstände an den Anschlussstellen beachten.
- Fehlerhinweise bei unterschiedlichen Messwerten bei DC-Messung (Polwechsel).
- Bei **PROFITEST** werden einstellbare Werte 0,1 ... 10  $\Omega$  signalisiert. Zusatzleitungen können eingeeicht werden.
- Eindeutiger Nachweis auf N–PE-Tausch in Schuko-Steckdosen.
- Überschlägige Leitungslängebestimmung, Hilfefunktion Profitest.





Test: N – PE-Tausch in Steckdosen, N – PE-Brücke öffnen  
 $R_{LO}$ -Messung: PE-Schiene – Schutzkontakt

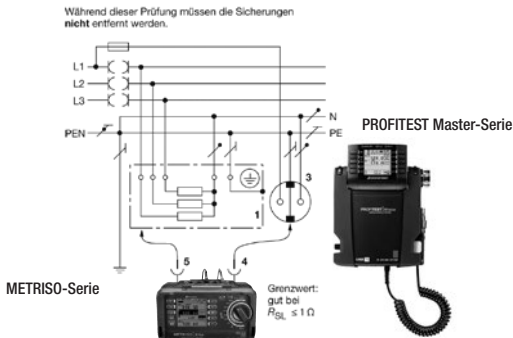
$R_{LO}$ -Messung der niederohmigen Verbindung des Schutzleiters PE  
 (schematische Darstellung)



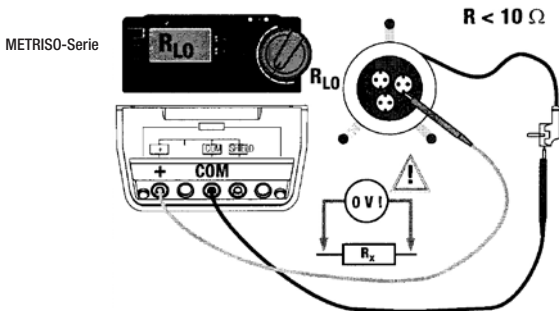
$R_{LO}$ -Messung der niederohmigen Verbindung des Schutzleiters PE  
 (praktische Darstellung)



## Beispiel für das Messen des Schutzleiterwiderstandes bei Geräten mit festem Netzanschluß



## Beispiel für das Messen niederohmiger Widerstände (bis 10 $\Omega$ ) Funktion $R_{LO}$



**Wichtiger Hinweis**



- Niederohmige Widerstände können nur an spannungsfreien Objekten gemessen werden



## Isolationswiderstand der elektrischen Anlage

Der Isolationswiderstand muss zwischen allen Leitern und PE – immer an dem Einspeisepunkt – gemessen werden.

Als Erde darf der geerdete Schutzleiter betrachtet werden.

In TN-C Systemen darf die Messung zwischen aktiven Leitern und PEN-Leiter erfolgen. In TN-S- und TT-Systemen ist der N wie ein Außenleiter zu prüfen (der N zählt zu den aktiven Leitern).

Um den Messaufwand zu reduzieren, dürfen während der Messung Außen- und Neutralleiter verbunden sein.

Die Messungen sind mit Gleichspannung durchzuführen.

Das Prüfgerät muss bei einem Messstrom von 1 mA den Isolationswiderstand bei einer Mindest-Messspannung nach folgender Tabelle anzeigen:

### Grenzwerte

nach DIN VDE 0100-600 – Erstprüfungen

Werte wesentlich höher!

Nennspannung des Stromkreises	Messspannung	Isolationswiderstand
Spannungen bei SELV/PELV	250 V	$\geq 0,5 \text{ M}\Omega$
bis 500 V, außer SELV/PELV	500 V	$\geq 1,0 \text{ M}\Omega$
über 600 V	1000 V	$\geq 1,0 \text{ M}\Omega$

### Grenzwerte

nach DIN VDE 0105-100/A1 – Wiederholungsprüfungen

Mit angeschlossenen und eingeschalteten Verbrauchern	$> 300 \text{ }\Omega/\text{V}$
ohne angeschlossene Verbraucher mit geschlossenen Schalteinrichtungen	$> 1000 \text{ }\Omega/\text{V}$
Im IT-System sind zulässig	$> 50 \text{ }\Omega/\text{V}$

Bei gefährdeten Anlagen (z. B. Ex-Bereich) und feuergefährdeten Betriebsstätten Isolationsmessungen zwischen allen Leitern.



## Wichtiger Hinweis



- Isolationsmessung erfolgt im **spannungslosen Zustand**.
- Isolationsmessung erfolgt nur in Bereichen, die an Messspannung liegen, also alles einschalten oder vor und hinter Schaltern messen, bzw. alle offenen Kontakte vor der Messung brücken und von der Einspeisung aus messen.
- Enthält der Messkreis kapazitive Verbraucher, nach der Messung entladen.
- Sie entscheiden vor Ort, welche Messmethode Sie wählen.  
Kurzschluss L + N ist oft aufwendiger als Einzelmessungen.  
Diese erlauben Rückschlüsse auf die Isolation der einzelnen Leiter und lassen so Vergleiche zu!  
Außerdem ist das getrennte Messen der Einzelleiter gegen PE oder untereinander eine effektive Methode des vorbeugenden Brandschutzes.  
RCD's können Fehler zwischen den aktiven Leitungen nicht erkennen.
- Bei Wiederholungsprüfungen immer zwischen jeden aktiven Leiter und PE messen.
- Bei Messungen:       im TN-System N–PE - Brücke öffnen,  
                              im TT-System Neutralleiter auftrennen.
- Bei Messungen in Anlagen mit Überspannungsableitern  
sind diese während der Isolationsmessung erdseitig zu trennen. Bei Geräteschutz – z. B. Steckdosen – ist diese Maßnahme in Anlagen nicht erforderlich.
- Messspannung 250 V ist zulässig, wenn Trennung der Überspannungsschutzeinrichtung nicht möglich.
- Üblichkeitswerte   – bei Erstprüfungen ohne angeschlossene Betriebsmittel  $> 100 \text{ M}\Omega$   
                              – bei Wiederholungsprüfungen mit angeschlossenen und eingeschalteten Betriebsmitteln  $300 \text{ }\Omega/\text{V}$   
                              siehe DIN VDE 0105-100/A1



## **Praxistipp:**     **Isolationsmessungen**

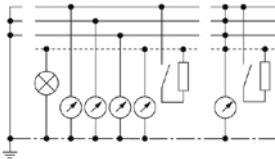
<b>Vorbereitung</b>	Anlage komplett abschaltbar – Stromkreise einzeln Messung von der Einspeisung aus vornehmen
<b>Klärung</b>	Was kann evtl. Iso-Messung beeinträchtigen ? Überspannungsschutzeinrichtungen Entstörglieder Induktivitäten
<b>Messmethode</b>	Komplettmessung aller Stromkreise parallel Einzelmessungen Stromkreise – abschnittsweise Aktivleiter gegeneinander – gegen PE (Brand – Ex – Gefahr)
<b>Probleme</b>	Wie sind alle Leitungszüge mit der Messspannung erreichbar TN-C-System, nur ohne Verbraucher messbar, wie Verbraucher weiter prüfen TN-S-System, einpolig geschaltete Verbraucher können mitgemessen werden ohne diese einzuschalten TT-System prinzipiell wie TN-S TN-S-System, Verbindung N–PE öffnen TT-System, Verbindung N öffnen über FI oder
<b>Grenzwerte</b>	Erst- und Reparaturprüfungen gemäß DIN VDE 0100-600 Wiederholungsprüfungen gemäß DIN VDE 0105-100/A1 Üblichkeitswerte – Erfahrung Erstprüfung über 100 M $\Omega$ – Wiederholung über 300 k $\Omega$
<b>Trenntrafos</b>	Schutzkleinspannung oder Schutztrennung Primärkreis gegen Sekundärkreis Sekundärkreis gegen PE Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung Primärkreis gegen Sekundärkreis Eventuell Sekundärkreis gegen PE – PE abklemmen In beiden Fällen abschließend Leerlaufspannung messen!
<b>Messung</b>	Nichtleitende Räume -Info siehe Bedienungsanleitung <b>PROFITEST MASTER.</b>



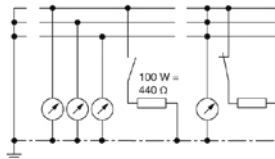


## Messung des Isolationswiderstandes bei verschiedenen Netzformen

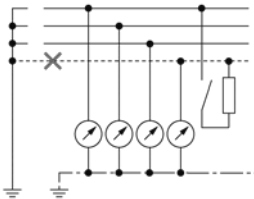
**TN – S** mit oder ohne Verbraucher  
N – PE getrennt



**TN – C** mit oder ohne Verbraucher  
N – PE gemeinsam



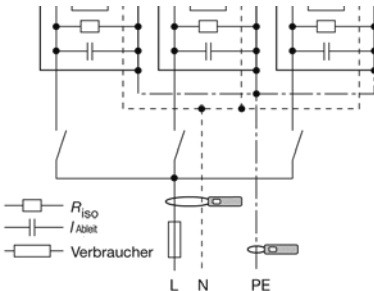
**TT** mit oder ohne Verbraucher



## Isolationsmessung oder Differenzstrommessung

Wie viele Verbraucher sind an      Wie sind die Anteile  $R_{ISO}$  und oder

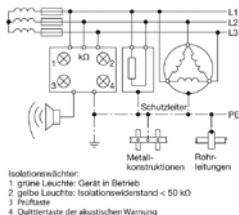
$I_{Ableit}$





## Isolationmessungen

### Wichtige Hinweise

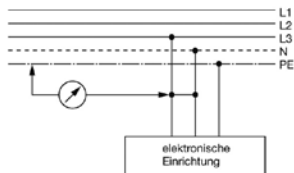


IMD - Insulation Monitoring Device in einem IT Netz

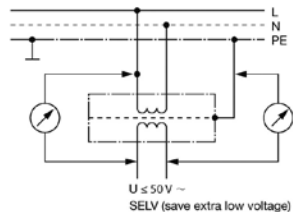


Isolationmessung im Drehstromnetz

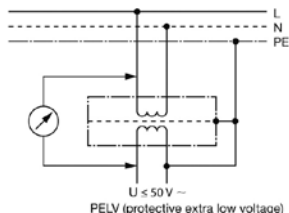
### Messung des Isolationswiderstandes bei Schutz durch sichere Trennung der Stromkreise



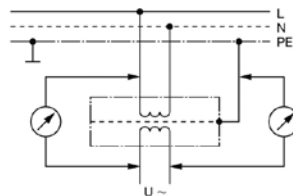
bei Stromkreisen mit elektronischen Einrichtungen



bei Schutzkleinspannung (SELV) durch Sicherheitstransformator



bei Funktionskleinspannung (PELV), durch Sicherheitstransformator



bei Schutztrennung durch Trenntransformator



- Mit dem **PROFITEST MASTER** werden einstellbare Werte 0,1 ... 10 M $\Omega$  signalisiert.
- Mit dem **PROFITEST MASTER** können in Verbindung mit einer Ableitstromzange WZ12C **Differenz- (L–N)** bzw. –**Ableitströme (PE)** ab 1 mA zur Grobbeurteilung des Differenzstromes im Betrieb gemessen werden, also ohne Abschaltung.
- Zur Erfassung und Überwachung von Differenzströmen werden zunehmend RCM eingesetzt – komplett für Verteilerbereich oder einzeln für Stromkreise.
- Prüfung entsprechend wie RCD – also mit ansteigendem Fehlerstrom !

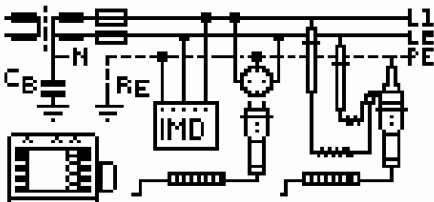




## Applikation mit dem Profitest M<sub>EXTRA</sub> IQ

### Prüfen von Isolationsüberwachungsgeräten – Funktion IMD

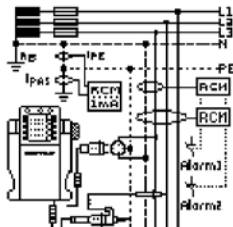
Isolationsüberwachungsgeräte IMDs (Insulation Monitoring Device) oder Erdschlussanzeigeeinrichtungen (Earthfault Detection System) werden in IT-Netzen eingesetzt, um die Einhaltung eines minimalen Isolationswiderstandes zu überwachen, wie in DIN VDE 0100-410 gefordert. Sie werden in Stromversorgungen eingesetzt, bei denen ein einpoliger Erdschluss nicht zum Ausfall der Stromversorgung führen darf z. B. bei Operationssälen, Photovoltaikanlagen oder Stromerzeugungsanlagen.



### Prüfen von Differenzstrom-Überwachungsgeräten – Funktion RCM

Differenzstrom-Überwachungsgeräte RCMs (Residual Current Monitor) überwachen den Differenzstrom in elektrischen Anlagen und zeigen diesen kontinuierlich an. Wie bei Fehlerstromschutzeinrichtungen können externe Schalteinrichtungen angesteuert werden, um die Spannungsversorgung bei Überschreiten eines bestimmten Differenzstroms abzuschalten. Der Vorteil eines RCMs liegt jedoch darin, dass der Anwender rechtzeitig über Fehlerströme in der Anlage informiert wird, bevor es zur Abschaltung kommt.

Nicht für den Personenschutz geeignet!





### **Widerstände von isolierenden Fußböden und Wänden**

Wenn die Einhaltung der Anforderungen nach DIN VDE 0100-410 und in nichtleitenden Räumen notwendig ist, müssen mindestens 3 Messungen je Ort bis 10 qm gemacht werden.

Bei berührbaren leitfähigen Teilen im Raum muss eine dieser Messungen in ca. 1 m Abstand von diesen Teilen erfolgen. Messmethoden siehe DIN VDE 0100-600, Anhang B.

Bei Messung mit unserem **PROFITEST MASTER** kann die Messmethode durch integrierte Bedienerführung im Display eingeblendet oder in der beigelegten Kurzbedienungsanleitung eingesehen werden (Schalterstellung RE).

#### **Grenzwerte**

in Anlagen	bis	500 V	$\geq 50 \text{ k}\Omega$
	über	500 V	$\geq 100 \text{ k}\Omega$

#### **Wichtiger Hinweis**



- In allen Fällen ist eine Messsonde erforderlich.
- Beachten Sie, dass in DIN EN 1081 – Bodenbeläge, Bestimmung des elektrischen Widerstandes, Ausgabe 11/2020 – ähnliche Messungen verlangt.

Hier wird allerdings die Ableitfähigkeit bei elektrostatischer Aufladung von Bodenbelägen geprüft, z. B. Räume mit EDV, bei Explosionsgefahr, medizinisch genutzte Räume o.ä.

Messspannung 100 VDC oder 500 VDC.

Auch diese Messung ist im **PROFITEST MASTER** enthalten (Schalterstellung Messart RE<sub>ISO</sub>).



### Automatische Abschaltung im Fehlerfalle

Hier ist der Erdungswiderstand (Gesamterder) aller Betriebserder zu messen. Dies fällt allerdings in den Verantwortungsbereich des VNB. Sie messen die Güte des Erdungswiderstandes indirekt mit folgenden Messungen in Abhängigkeit des gewählten Schutzorgans.

### Kurzschlussauslösung

Es ist die Fehlerschleifenimpedanz zwischen Außenleiter L und PE oder PEN mit Messgeräten, Berechnung oder Nachbildung des Netzes am Netzmodell zu ermitteln.

Die Schutzeinrichtungen und Querschnitte der Leiter müssen so ausgelegt sein, dass bei Auftreten eines Körperschlusses die Abschaltung innerhalb der festgelegten Zeit erfolgt.

Dies ist der Fall, wenn folgende Bedingung erfüllt ist (DIN VDE 0100-410):

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a}$$

Dabei ist

$Z_s$  = die Impedanz der Fehlerschleife bestehend aus

- der Stromquelle;
- dem Außenleiter bis zum Fehlerort;
- dem Schutzleiter zwischen dem Fehlerort und der Stromquelle;

$I_a$  = der Strom, der das automatische Abschalten der Abschalteinrichtung innerhalb der in 411.3.2.2 oder 411.3.2.3 angegebenen Zeit bewirkt. Wenn eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) verwendet wird, ist dieser Strom der Fehlerstrom, der die Abschaltung innerhalb der in 411.3.2.2 oder in 411.3.2.3 angegebenen Zeit vorsieht;

$U_0$  = die Nennwechselspannung oder Nenngleichspannung Außenleiter gegen Erde.

**Informationen zur DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 2018-10****Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag (IEC 60364-4-41:2005, modifiziert + A1:2017, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-41:2017 + A11:2017**

## Maximale Abschaltzeiten

Die maximalen Abschaltzeiten nach Tabelle 41.1 bis 32 A gelten nur noch für Endstromkreise mit ausschließlich fest angeschlossenen Verbrauchsmittel. Für Steckdosen-Endstromkreise wurde diese auf 63 A erweitert.

Tabelle 41.1 Maximale Abschaltzeiten

System	50 V < $U_0 \leq 120$ V		120 V < $U_0 \leq 230$ V		230 V < $U_0 \leq 400$ V		$U_0 > 400$ V	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,8 s	Siehe Anmerkung 1	0,4 s	1 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
TT	0,3 s	Siehe Anmerkung 1	0,2 s	0,5 s	0,07 s	0,2 s	0,04 s	0,1 s

Wenn in TT-Systemen die Abschaltung durch eine Überstrom-Schutzeinrichtung erreicht wird und alle fremden leitfähigen Teile in der Anlage an den Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene angeschlossen sind, darf die für die TN-Systeme anwendbare Abschaltzeit verwendet werden.  
 $U_0$  ist die Nennwechselspannung oder Nennleichspannung Außenleiter gegen Erde

ANMERKUNG: Wenn für die Abschaltung eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) vorgesehen wird, siehe die Anmerkungen in 411.4.4, die Anmerkung 4 in 411.5.3 und die Anmerkung in 411.6.4b.

Anmerkung 1: Eine Abschaltung darf aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag verlangt sein

**Grenzwerte - Abschaltbedingungen**

TN-Systeme nach Tabelle NB 1 in DIN VDE 0100-600 Seite 48

TT - Systeme nach Tabelle NB 2 Seite 49



- Die Messung der Schleifenimpedanz muss nur einmal pro Stromkreis an der elektrisch gesehen ungünstigsten Stelle erfolgen, an allen anderen Anschlüssen im Stromkreis muss niederohmiger Durchgang des Schutzleiters geprüft werden ( $R_{LO}$  oder  $Z_{L-PE}$ ).
- DIN VDE empfiehlt, ggf. mehrere Messungen nacheinander zu machen, wenn Spannungsschwankungen das Messergebnis beeinflussen können oder die elektrisch ungünstigste Stelle nicht bekannt ist.
- DIN VDE empfiehlt, den Messgerätefehler zu berücksichtigen. Außerdem ist zu beachten, dass der Widerstand von Kupferleitungen mit steigender Temperatur zunimmt. Es sollte also bei dieser Messung mit einem entsprechenden Sicherheitszuschlag gemessen werden.
- Äquivalent zur Schleifenimpedanzmessung ist die Netzimpedanzmessung  $Z_{L-N}$  zwischen L und N. Sie dient u.a. auch der **Brandschutzprävention** und **Bewertung des Spannungsfalles**. Im Gegensatz zur Schleifenimpedanzmessung löst bei der Netzimpedanzmessung ein vorhandener FI-Schutzschalter **nicht** aus.
- Bei stark verzerrten Kurvenformen, z. B. nach Frequenzumformern, empfiehlt sich eine Berechnung und  $R_{LO}$ -Messung
- Messung  $Z_{L-PE}$ , z. B. bei Frequenzumformern mittels Berechnung:

$$2 \times \text{Leitungslänge} \times m\Omega/m + \sim 0,1 \dots 0,2 \, \Omega \text{ Einspeisung} + \text{Übergangswiderstände} = Z_{L-PE}$$

$R_{LO}$ -Messung des  $S_L$  zusätzlich zur Berechnung ist Pflicht!

- Tabellenwerte sind bei  $Z_{L-PE}$  Maximum-Werte  
bei  $I_a$  Minimum-Werte





- Bei PROFITEST MASTER.IQ können abhängig vom gemessenen  $Z_{L-PE}/I_k$  die zulässigen  $L_S$  / Sicherungen abgelesen werden
- Tabelle NB 1 auf Seite 48 / NB 2 auf Seite 49.
- Bei Stromkreisen mit RCD sind die Anforderungen an den Schleifenwiderstand immer erfüllt – also  $Z_{L-PE}$ -Messung überflüssig
- Gemäß DIN VDE 0100-600 ist auch im TT-System unter schärferen Anforderungen an  $Z_{L-PE}$  (also Erder) diese Schutzmaßnahme erlaubt; siehe auch DIN VDE 0100-410.

Bei anderen Werten verfährt man nach folgender Methode:

a) Schleifenwiderstand messen

b) Theoretischen Fehlerstrom errechnen =

$$\frac{U_0}{Z_{L-PE}}$$

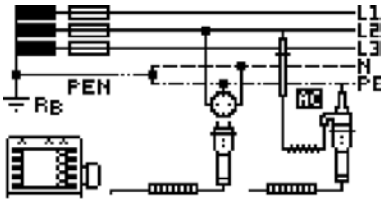
c) um 30 % reduzieren

(Messfehler, Cu-Erwärmung, ...) – Messabweichung des PROFITEST.IQ aus Datenblatt entnehmen

d) Überstrom-Schutzorgan auswählen

Im **PROFITEST MASTER.IQ** ist dafür zu jedem Wert eine Tabelle aufrufbar!

### Beispiel für die Hilfefunktion im PROFITEST MASTER.IQ: hier $Z_{L-PE}$



- Messung der Schleifenimpedanz und Berechnung des erreichbaren Kurzschlussstromes.
- Prüfstrom: 0,8-4A
- Zum Messen **START** drücken.





## **Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)**

Durch Erzeugen eines Fehlerstromes hinter der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung ist nachzuweisen, dass die

- Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) spätestens bei Erreichen ihres Bemessungsdifferenzstromes auslöst und








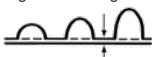

**Dies wird erreicht durch:**

- Messung der Berührungsspannung an jeder Steckdose z.B. 10 Messungen mit Vollwellen und Hochrechnung auf  $I_{\Delta N}$





- **Keine** vorzeitige Auslösung mit allen **PROFITEST MASTER/INTRO/PRIME** da mit 30 % des Fehlerstromes gestartet wird (wenn kein Fehlerstrom in der Anlage fließt).

Tabelle FI	Form des Differenzstromes	Korrekte Funktion des FI-Schalters			
		Typ AC 	Typ A,A-EV 	Typ F,F-EV 	Typ B,B+,MI 
Wechselstrom	plötzlich auftretend 	✓	✓	✓	✓
	langsam ansteigend 				
Pulsierender Gleichstrom	plötzlich auftretend  0,006 A		✓	✓	✓
	langsam ansteigend 				
Gleichstrom			6 mA ✓	6 mA ✓	6 mA(MI) ✓





## Adapter zur normgerechten Prüfung von PRCDs Typ S, K

### → Wichtige Hinweise

Adapter zur normgerechten Prüfung von PRCDs Typ S und K durch Simulation von Fehlerfällen nach DIN VDE 0701-0702, VDE 0661-10 /A2, DGUV Information 203-006 sowie Herstellerangaben.

#### Eigenschaften:

- Prüfen ortsveränderlicher Schutzeinrichtungen der Typen:
  - PRCD-S (1-phasig / 3-polig und 3-phasig / 5-polig)
  - PRCD-K (1-phasig / 3-polig)
  - PRCD 2-polig / 3-polig
- Funktions- bzw. Auslöseprüfung durch Simulation folgender Fehlerfälle:
  - Unterbrechung,
  - Leitertausch,
  - PE an Phase.
- Messung des Schutzleiterstroms mit Zangenstromwandler
- Messung von Schutzleiter- und Isolationswiderstand mit Prüfgerät **PROFITEST MXTRA / MTECH+ / PRIME**
- Auslöseprüfung mit Nennfehlerstrom und Messung der Auslösezeit mit Prüfgerät **PROFITEST MXTRA / MTECH+ / PRIME**
- Bewertung und Protokollierung der einzelnen Prüfschritte mit Prüfgerät **PROFITEST MXTRA / MTECH+ / PRIME**





## RCD - Prüfungen

### Wichtiger Hinweis



Durch Erzeugen eines Fehlerstromes hinter dem **RCD** ist an einer beliebigen Stelle nachzuweisen, dass

- der **RCD** spätestens beim 5-fachen Bemessungsdifferenzstrom auslösen muss in TT Systemen (Erdungsmessung erforderlich),
- bei Wiederholungsprüfungen zusätzlich der tatsächliche Auslösestrom getestet wird,
- bei **RCD Typ B** die Prüfung mit Gleichstrom erfolgen.  
Ist der **RCD - Test erfolgreich**, muß an allen über diesen **RCD** geschützten Anschlüssen die Wirksamkeit des **PE** nachgewiesen werden und zwar mit  
- **Niederohmmessung  $R_{LO}$**   
Bei Wiederholungsprüfungen an **alten RCD** kann die Erkennung **Typ A oder B nur über das Stromartsymbol erfolgen**. Die Messung der Schleifenimpedanz ist im Allgemeinen nicht erforderlich!

### Max. Üblichkeitswerte

für die zulässige Berührungsspannung sind

$$U_B = I_{\Delta n} \times R_{pe}$$

$$30 \text{ mV} = 30 \text{ mA} \times 1 \, \Omega$$

$$1,5 \text{ V} = 300 \text{ mA} \times 5 \, \Omega$$

$$1 \text{ V} = 500 \text{ mA} \times 2 \, \Omega \text{ (Maximalwert im TN-System)}$$



## → Wichtige Hinweise

- Der PROFITEST XTRA.IQ erlaubt einfache Messungen an allen RCDs.  
**RCM können wie RCD (steigender Fehlerstrom) geprüft werden.**  
Wählen Sie Normal Typ A – Typ B – Selektiv – PRCD, SRCD o.ä.
- Die Messung muss pro RCD (FI) nur an einer Stelle in den angeschlossenen Stromkreisen erfolgen, an allen anderen Anschlüssen im Stromkreis muss niederohmiger Durchgang des Schutzleiters nachgewiesen werden ( $R_{LO}$  oder  $U_B$ ).
- Im TN-System zeigen die Messgeräte wegen des niedrigen Schutzleiterwiderstandes oft 0 V Berührungsspannung an.
- Nach Auslösen des FI wird die Abschaltzeit und der Anlagen-Erdungswiderstand angezeigt.
- Bei Messung mit ansteigendem Fehlerstrom (WICHTIG – gefordert bei Wiederholungsprüfungen nach DIN VDE 0105-100/A1) wird der Abschaltstrom und die Berührungsspannung bei Abschaltstrom angezeigt.
- Beachten Sie auch eventuell Vorströme in der Anlage.  
Diese können zum Auslösen des FI bereits bei  $U_B$ -Messung führen oder bei Messungen mit steigendem Strom zu Fehlanzeigen führen:  
$$\text{Anzeige} = I_F \blacktriangle - I_{\text{Vorstrom}}$$
- N–PE -Tausch (= keine Umpolung) in Stellung  $Z_{L-N}$  testen, bei Fehler löst FI aus.
- Selektive Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit Kennzeichnung **S** können als alleiniger Schutz für automatische Abschaltung eingesetzt werden, wenn sie die Abschaltbedingungen wie nicht selektive Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen einhalten.  
Dies kann durch Messung der Abschaltzeit nachgewiesen werden.
- RCDs Typ B dürfen nicht in Reihe mit RCDs Typ A liegen
- RCDs Typ MI dürfen in Reihe mit RCDs Typ A liegen
- **RCM können wie RCD (steigender Fehlerstrom) geprüft werden.**



## Messung des Erdungswiderstandes

Die Messung des Erdungswiderstandes wird nach dem Strom-Spannungsmessverfahren durchgeführt.

In dicht bebauten Gebieten ist es zweckmäßig, den Erdungswiderstand durch Messen der Schleifenimpedanz über zwei Erder nach dem Strom-Spannungsverfahren zu ermitteln.

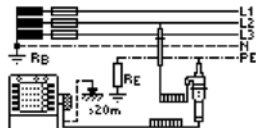
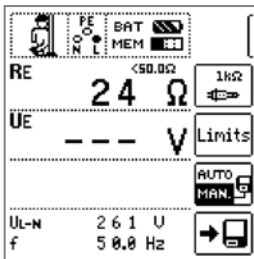
Dabei wird der zu messende Erder vom PE oder PEN oder anderen PA-Anschlüssen und der PA-Schiene abgetrennt.

Zwischen diesem Erder und einer weiteren niederohmigen Erdungsanlage (z. B. PEN des VNB) wird der Widerstand gemessen, wobei Leitungs- und bekannter Erdungswiderstand zu berücksichtigen sind (Messung mit AC). Im **PROFITEST MASTER** ist diese Messmethode eingebaut, die Rechenformel im Display ersichtlich.

Die Erdungsmessung mit Zangenstromwandlern ist gemäß DIN VDE 0100-600, Verfahren C3 erlaubt! (Siehe auch Seite 34).

## Grenzwerte

- Die Erdungswiderstände in Abhängigkeit des Netzsystems bei örtlichen VNB erfragen
- Nach Tabelle NB.3 in DIN VDE 0100-600 (Anhang – Seite 50)
- Nach DIN VDE 0100-410 – Schutz gegen elektrischen Schlag
- Nach VDE 0185-305-1/DIN EN 62305-1 – Blitzschutz
- Nach DIN 18014 - Fundamenterder



- Achtung bei Anlagen mit FI-Schutzschaltern!
- Ohne Sonde:  $R_{ESCHL}$ -Messung  
Formel:  $R_E = R_{ESCHL} - \frac{1}{2} R_I - R_B$
- Mit Sonde:  $R_E$ -Messung  
Sondenabst. >20m von Erder
- Zum Messen **START** drücken.



## Wichtiger Hinweis zur Erdungsmessung

- Bei Verwendung konventioneller Erdungsmesser kann auch mit der Zweileiternmethode gemessen werden, dazu jeweils Klemmen E–ES und H–S kurzschließen.
- Bei Verwendung konventioneller Erdungsmesser Abstand Erder–Hilfserder–Sonde jeweils Mindestabstand 20 m wählen, geometrische Anordnung der S–H–Erdbohrer beliebig. Anschluss an S–H wechseln, es sollen beide Messwerte in etwa gleich sein.
- Beachten Sie Hinweise am Erdungsmesser, ob Übergangswiderstände an S–H ausreichend, ggf. verbessern oder Erdspeie versetzen.
- Bei Messung mit Stromzangen darf der zu messende Erder von PE nicht abgetrennt werden.
- Selektive Erdungsmessung mit Profitest **MTECH**, **MTECH+**, **MXTRA** und .IQ Varianten Zangenstromanleger
- Der Fundamenterder ist Bestandteil der Elektroanlage.

### **Spannungspolarität**

Wenn Normen den Einbau von einpoligen Schaltern im Neutralleiter verbieten, muss durch eine Prüfung der Spannungspolarität festgestellt werden, dass alle etwa vorhandenen einpoligen Schalter in den Außenleitern eingebaut sind.

### **Drehfeldrichtung**

An allen Drehstromsteckdosen generell Rechtsdrehfeld.

- Der Messgeräteanschluss bei CEE-Steckdosen ist meist problematisch, es gibt Kontaktprobleme. Mit Hilfe des von uns angebotenen **VARIO-STECKER-SETs Z500A und PROFITEST Remote** sind schnelle und zuverlässige Messungen ohne Kontaktprobleme durchführbar.
- Anschluss bei 3-Leiternmessung Stecker L1–L2–L3 im Uhrzeigersinn ab PE-Buchse.

### **Funktionsprüfungen**

- Überprüfung aller Betriebsmittel die der Sicherheit der elektrischen Anlage dienen – also auch Netzausschalter, Warnlampen usw.





### **Abschätzung des Spannungsfalls**

- über  $Z_{L-N}$ -Messung, **Beispiel:**  
Netznennspannung 230 V,  $I_N$  16 A, gemessener  $Z_{L-N} = 0,5 \, \Omega$   
 $U = R \cdot I = 0,5 \cdot 16 = 8 \, \text{V} \approx 3,48 \, \%$  **oder**
- siehe DIN VDE 0100-520.

### **Wichtige Hinweise zu DIN VDE 0105-100/A1 Wiederholungsprüfungen**

In dieser DIN VDE 0105-100/A1 sind generelle und allgemeine Hinweise gegeben, wie elektrische Anlagen zu betreiben und betriebsbereit zu halten sind.

- Niederspannungsanlagen sind den Errichtungsnormen entsprechend in ordnungsgemäßem Zustand zu erhalten.
- Anpassungen an neue Normen sind erforderlich, wenn dies ausdrücklich vorgegeben ist.
- Festgestellte Mängel sind schnellstens zu beseitigen, besonders wenn Gefahr für Gut und Leben besteht.
- Wiederkehrende Prüfungen – Besichtigen – Erproben – Messen – sollen diese Mängel aufdecken.
- Auch die DGUV Vorschrift 3 und diverse VdS-Richtlinien verweisen auf die DIN VDE 0105 – 100/A1 .

Auf Wiederholungsprüfungen kann nur unter bestimmten Bedingungen verzichtet werden. Diese Ausnahme gilt nur für ortsfeste elektrische Anlagen und Betriebsmittel.

Es muss gewährleistet sein, dass die laufenden Instandhaltungsarbeiten zusammen mit den im Rahmen des Betreibers erforderlichen Messungen ähnlich wie Wiederholungsprüfungen vorhandene Mängel aufzeigen. Diese Bedingungen sind in der Regel in den Netzen der Energieversorgungsunternehmen erfüllt.

Anders ist die Situation in Betrieben zu beurteilen, wenn zwar ein Betriebselektriker beschäftigt wird, dieser aber nicht laufend Instandhaltungsarbeiten am innerbetrieblichen Versorgungsnetz durchführt.

Hinweis: **DGUV -Prüffristen**



Nun finden sich zwei sich teilweise widersprechende Absätze:

- Der Umfang der Prüfung darf je nach Bedarf und nach den Betriebsverhältnissen auf Stichproben sowohl in Bezug auf den örtlichen Bereich (Anlagenteile) als auch auf die durchzuführende Maßnahme beschränkt werden, soweit dadurch eine Beurteilung des ordnungsgemäßen Zustandes möglich ist.
- Durch Messen die Werte ermitteln, die eine Beurteilung der Schutzmaßnahmen bei indirektem Berühren ermöglichen, also Erdung, Schutzleiterdurchgang, Schleifenimpedanz, Berührungsspannung und Abschaltstrom bei FI, also alles, was auch bei der Erstprüfung verlangt wird.

Hier wird die Elektrofachkraft wirklich allein gelassen mit der Entscheidung, also am besten alle Messungen wie bei DIN VDE 0100-600, zur eigenen Sicherheit durchführen. Die BetrSichV bietet hier eine Hilfe.

**Unsere modernen Messgeräte erlauben eine wirklich schnelle und zuverlässige Messung aller Daten, keine Messung dauert länger als 10 s, die meisten nur 3 ... 5 s, alles mit automatischer Abspeicherung der Werte in Zuordnung zu Gebäude- und Stromkreis-Nummer.**

Im Anhang finden Sie einen Überblick über unser Angebot auf diesem Gebiet.





## ANHANG

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

Die Tabelle NB.1 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 maximal zulässigen Schleifenimpedanzen  $Z_{L-PE}$  für die Nennströme  $I_n$  von

- Niederspannungssicherungen nach Normen der Reihe DIN VDE 0636 -10 der Betriebsklasse gG,
- Leitungsschutzschaltern nach VDE 0641-11 und VDE 0641-12
- Leistungsschaltern nach VDE 0660-101 und VDE 0660-115.

**Tabelle NB.1 - TN-Systeme, DIN VDE 0100-600**

Nennstrom $I_n$ ☆	Niederspannungssicherung der Betriebsklasse gG				Leitungsschutzschalter und Leistungsschalter <sup>a</sup> für die überschlägige Prüfung $t_a \leq 5s$ ; $t_a \leq 0,4s$ (wird erreicht durch Schnellabschaltung $t \leq 0,1 s$ )					
	$I_a$	$Z_{L-PE}$	$I_a$	$Z_{L-PE}$	$I_a=5 I_n$	$Z_{L-PE}$	$I_a=10 I_n$	$Z_{L-PE}$	$I_a=12 I_n$	$Z_{L-PE}$
	(5 s)	(5 s)	(0,4 s)	(0,4 s)	(Typ B)		(Typ C)			
A	A	$\Omega$	A	$\Omega$	A	$\Omega$	A	$\Omega$	A	$\Omega$
2	9,2	25,00	16	14,38	—	—	20	11,50	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
100	580	0,40	—	—	—	—	—	—	1200	0,19
125	750	0,31	—	—	—	—	—	—	1440	0,16
160	930	0,25	—	—	—	—	—	—	1920	0,12

Für Leistungsschalter nach DIN EN 60647-2 (VDE 0660-101) sind die Werte für  $I_a$  als Vielfaches von  $I_n$  den jeweiligen Normen oder Herstellerkennlinien zu entnehmen und die Schleifenimpedanz  $Z_s$  zu ermitteln, wobei für die Ermittlung der Schleifenimpedanz die in der Norm enthaltene Fehlergrenze von + 20 % zu berücksichtigen ist.

Für die überschlägige Prüfung dürfen mit hinreichender Genauigkeit verwendet werden:

$I_a = 5 I_n$  für LS-Schalter nach Normen der Reihe DIN EN 60898 (VDE 0641) mit Charakteristik B

$I_a = 10 I_n$  für LS-Schalter nach Normen der Reihe DIN EN 60898 (VDE 0641) mit Charakteristik C und Leistungsschalter



nach DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101) bei entsprechender Einstellung

$I_a = 12 I_n$  für Leistungsschalter nach DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101) bei entsprechender Einstellung und LS-Schalter mit Charakteristik K bis 63 A

$U_0$  = Nennspannung gegen geerdeten Leiter

## BEISPIEL:

Ermittlung des Schleifenwiderstandes bei Leistungsschaltern:

Erforderlicher Kurzschlussstrom für die unverzügerte Auslösung: 100 A

Erhöhung um die Grenzabweichung + 20 % (von 100 A), also auf: 120 A

Daraus folgt:

$$Z_{L-PE} = \frac{230 \text{ V}}{120 \text{ A}} = 1,916 \, \Omega$$

Für die **überschlägige** Prüfung dürfen verwendet werden:

- $I_a = 3 I_n$  für LS-Schalter nach Normen der Reihe DIN VDE 0641-11 mit Charakteristik H / Z
- $I_a = 5 I_n$  für LS-Schalter nach Normen der Reihe DIN VDE 0641-11 mit Charakteristik B / L / E
- $I_a = 10 I_n$  für LS-Schalter nach Normen der Reihe DIN VDE 0641-11 mit Charakteristik C / G / U und Leistungsschalter nach DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101) bei entsprechender Einstellung
- $I_a = 12 I_n$  für Leistungsschalter nach DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101) bei entsprechender Einstellung und LS-Schalter mit Charakteristik D / K bis 63 A

**Tabelle NB.2**

- 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 60947-2 (VDE 0660-115)

**Tabelle NB.2 - TT-Systeme, DIN VDE 0100-600**

Nennstrom $I_n \star$	Niederspannungssicherungen der Betriebsklasse gG				Leitungsschutzschalter und Leistungsschalter für die überschlägige Prüfung $t_a \leq 0,4 \text{ s}$ ; $t_g \leq 0,5 \text{ s}$ (wird erreicht durch Schnellabschaltung $t \leq 0,1 \text{ s}$ )					
	$I_a$ (1 s)	$Z_{L-PE}$ (1 s)	$I_a$ (0,2 s)	$Z_{L-PE}$ (0,2 s)	$I_a=5 I_n$ (Typ B)	$Z_{L-PE}$	$I_a=10 I_n$ (Typ C)	$Z_{L-PE}$	$I_a=12 I_n$	$Z_{L-PE}$
	A	$\Omega$	A	$\Omega$	A	$\Omega$	A	$\Omega$	A	$\Omega$
2	13	17,89	19	12,11	—	—	20	11,50	24	9,58
4	26	8,85	38	6,05	—	—	40	5,75	48	4,79
6	38	6,05	56	4,11	30	7,67	60	3,83	72	3,19
10	65	3,54	97	2,37	50	4,60	100	2,30	120	1,92
16	90	2,68	130	1,77	80	2,88	160	1,44	192	1,20
20	120	1,92	170	1,35	100	2,30	200	1,15	240	0,96
25	145	1,59	220	1,05	125	1,84	250	0,92	300	0,77
32	220	1,05	310	0,74	160	1,44	320	0,72	384	0,60
35	230	1,00	330	0,70	175	1,31	350	0,66	420	0,55
40	260	0,88	380	0,61	200	1,15	400	0,58	480	0,48
50	380	0,61	540	0,43	250	0,92	500	0,46	600	0,38
63	440	0,52	650	0,35	315	0,73	630	0,36	756	0,30

Für Leistungsschalter nach **DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101)** sind die Werte für  $I_a$  als Vielfaches von  $I_n$  den jeweiligen Normen oder Herstellerkennlinien zu entnehmen und die Schleifenimpedanz  $Z_s$  zu ermitteln, wobei für die Ermittlung der Schleifenimpedanz die in der Norm enthaltene Fehlergrenze von + 20 % zu berücksichtigen ist.

Für die überschlägige Prüfung dürfen mit hinreichender Genauigkeit verwendet werden:

$I_a = 5 I_n$  für LS-Schalter nach Normen der Reihe DIN EN 60898 (VDE 0641) mit Charakteristik B

$I_a = 10 I_n$  für LS-Schalter nach Normen der Reihe DIN EN 60898 (VDE 0641) mit Charakteristik C und Leistungsschalter nach **DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101)** bei entsprechender Einstellung

$I_a = 12 I_n$  für Leistungsschalter nach **DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101)** bei entsprechender Einstellung und

LS-Schalter mit Charakteristik K bis 63 A

$U_0$  = Nennspannung gegen geerdeten Leiter



## Tabelle NB.3, DIN VDE 0100-600

### Wichtig bei TT-Systeme!

Tabelle NB.3 – maximaler Erdungswiderstand  $R_A$  für unterschiedliche Bemessungsdifferenzströme  $I_{\Delta N}$  von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) nach DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10) und DIN EN 61009-1 (VDE 0664-20)

#### Maximal zulässiger Erdungswiderstand $R_A$

Bemessungs- differenzstrom $I_{\Delta N}$	10 mA	30 mA	100 mA	300 mA	500 mA	1 A
$R_A$ bei	5000 $\Omega$	1666 $\Omega$	500 $\Omega$	166 $\Omega$	100 $\Omega$	50 $\Omega$

Diese Tabelle enthält theoretische Werte. Aufgrund der möglichen Schwankungen beim Erdungswiderstand sollten deutlich niedrigere Widerstandswerte gemessen werden als in dieser Tabelle angegeben. Die Schwankungen zwischen trockenem und feuchten Erdreich kann den fünffachen Wert ausmachen



**Tabelle A.1, DIN VDE 0100-600-Anhang A**

**Spezifischer Leiterwiderstand  $R$  für Kupferleitungen bei 30 °C in Abhängigkeit vom Bemessungsquerschnitt  $S$  zur überschlägigen Berechnung von Leiterwiderständen**

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$R$  [ $\Omega$ ] Widerstand,  $\rho$  [ $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ] Spezifischer Widerstand,  
 $l$  [m] Leitungslänge,  $A$  [ $\text{mm}^2$ ] Leitungsquerschnitt

Bemessungsquerschnitt $S$ $\text{mm}^2$	Spez. Leiterwiderstand $R$ bei 30 °C $\text{m}\Omega/\text{m}$
1,5	12,5755
2,5	7,5661
4	4,7392
6	3,1491
10	1,8811
16	1,1858
25	0,7525
35	0,5467
50	0,4043
70	0,2817
95	0,2047
120	0,1632
150	0,1341
185	0,1091

Die spezifischen Leiterwiderstandswerte beziehen sich auf eine Leitertemperatur von 30 °C.

Für andere Temperaturen  $\Theta$  können die Leiterwiderstandswerte  $R_\Theta$  mit der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$R_\Theta = R_{30^\circ\text{C}} [1 + \alpha (\Theta - 30^\circ\text{C})]$$

$\alpha$  = Temperaturkoeffizient (bei Kupfer  $\alpha = 0,00393 \text{ K}^{-1}$ )



## Beispiel eines Diagramms zur Abschätzung des Spannungsfalls

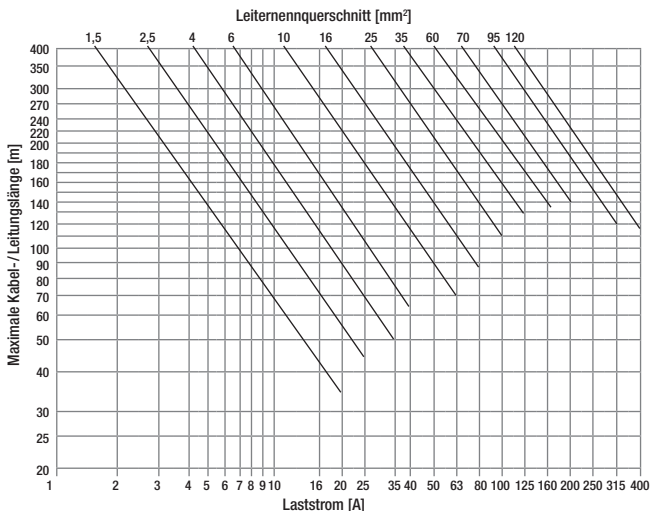
Maximale Kabel- / Leitungslänge bei 4 % Spannungsfall, 400 V Nennwechselspannung und 55 °C Leitertemperatur; 3-Phasen-Wechselspannungssystem, PVC-Isolierung, Leitermaterial Kupfer.

**Hinweis für 1-Phasen-Wechselspannungssystem (AC 230 V):**

Kabel- / Leitungslänge durch 2 teilen

**Hinweis für Aluminiumleiter:**

Kabel- / Leitungslänge durch 1,6 teilen



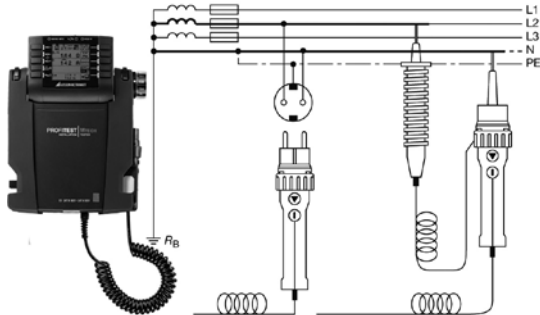
### ANMERKUNG

Das Diagramm ist nicht für die Strombelastbarkeit von Leitern vorgesehen



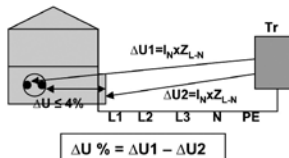
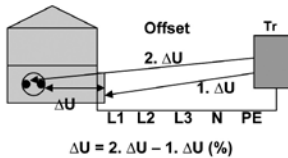


## Messung der Netzimpedanz $Z_{L-N}$



## Messung des Spannungsfalles

Über die Funktion  $Z_{L-N}$  zum Spannungsfall





## PROFITEST | Serie

### Prüfgeräte für DIN VDE 0100-600 / IEC 60364-6

Eine Weitbereichsmesseinrichtung ermöglicht den Einsatz des Prüfgeräts für alle Wechselstrom- und Drehstromnetze mit Spannungen von 65 bis 500 V und Frequenzen von 15,4 bis 420 Hz.

- Schleifen- und Netzimpedanzmessung
- Messung des Isolationswiderstandes mit Nennspannung, mit variabler oder ansteigender Prüfspannung
- Niederohmmessung
- Erdwiderstandsmessung
- Standortisolationsmessung
- Universelles Anschlusssystem

### Besonderheiten

- Anzeige von zulässigen Sicherungstypen für elektrische Anlagen
- Prüfung des Anlaufs von Energieverbrauchsählern
- Berechnung von Leitungslängen für gängige Querschnitte von Kupferleitungen
- Messung von Vor-, Ableit- und Ausgleichsströmen bis 1 A sowie Arbeitsströme bis 150 A über Zangenstromsensor Clip WZ 12C als Zubehör
- Messen der Drehfeldrichtung (Phasenfolge, höchste verkettete Spannung)

### Prüfen von Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD-Schutzschaltern)

- Messen der Berührungsspannung ohne Auslösung des Schalters. Hierbei wird die auf Nennfehlerstrom bezogene Berührungsspannung mit  $1/3$  des Nennfehlerstromes gemessen
- Auslöseprüfung mit Nennfehlerstrom, Messung der Auslösezeit

### Spezielle Prüfungen von Anlagen bzw. RCD-Schutzschaltern

- Prüfen von Anlagen bzw. RCD-Schutzschaltern mit steigendem Fehlerstrom mit Anzeige des Auslösestroms sowie der Berührungsspannung im Augenblick des Auslösens.
- Prüfen von RCD-Schutzschaltern mit:  $\frac{1}{2} \times I_{\Delta N}$ ,  $1 \times I_{\Delta N}$ ,  $2 \times I_{\Delta N}$ ,  $5 \times I_{\Delta N}$
- Prüfen von RCD-Schutzschaltern, die für pulsierende Gleichfehlerströme geeignet sind; die Prüfung erfolgt mit positiven oder negativen Halbwellen

### Prüfen spezieller RCD-Schutzschalter (mit PROFITEST Master-Serie)

- selektive S, SRCDs, PRCDs (Schukomat, Sidos o. a.), Typ G/R, Typ AC, Typ A; Typ B Typ F Typ B+, Typ EV, Typ A-EV, Typ F-EV, (MTECH, MTECH+ und MXTRA), MI (INTRO, PRIME)
- RDC-DD, RCMB (MTECH+.IQ, MXTRA.IQ, PRIME)

### Prüfen von Fehlerstrom (RCD)-Schutzschaltungen in IT-Netzen



**PROFITEST | Serie**


**PROFITEST | Serie**

PROFITEST	INTRO	MPRO.IQ	MTech+.IQ	MXTRA.IQ
RCD-Messungen				
UB-Messung ohne FI-Auslösung	✓	✓	✓	✓
Messung der Auslösezeit	✓	✓	✓	✓
Messung des Auslösestroms	✓	✓	✓	✓
selektive, SRCDS, PRCDs, Typ G/R, F	✓	✓	✓	✓
allstromsensitive RCDs Typ B, B+, EV	✓	—	✓	✓
RDC-DD, RCMB			✓	✓
Schleifenimpedanz $Z_{L-PE} / Z_{L-N}$				
Sicherungstabelle für Netze ohne RCD	✓	✓	✓	✓
ohne RCD-Auslösung, Sicherungstabelle	✓	—	✓	✓
mit 15 mA Prüfstrom und für kleine Nennströme	✓	✓	✓	✓
Erdwiderstand RE				
I/U-Messverfahren, netzbetrieben	✓	✓	✓	✓
Selektiver Erdwiderstand mit Sonde, Erder und Stromzange	—	✓	✓	✓
Erdschleifenwiderstand $R_{ESCHL}$	—	✓	—	✓
Messung Potentialausgleich $R_{LO}$				
automatische Umpolung	✓	✓	✓	✓
Isolationswiderstand $R_{ISO}$				
Prüfspannung variabel oder ansteigend	✓	✓	✓	✓
Spannungsmessung				
$U_{L-N} / U_{L-PE} / U_{N-PE} / f$	✓	✓	✓	✓
Sondermessungen				
Leckstrom (Zangenmessung)	—	✓	✓	✓
Zähleranlauf	—	✓	✓	✓
Drehfeldrichtung	✓	✓	✓	✓
Standortisolation $Z_{ST}$	—	✓	✓	✓
Erdableitwiderstand $R_{E(ISO)}$	✓	✓	✓	✓



PROFITEST	INTRO	MPRO.IQ	MTECH+.IQ	MXTRA.IQ
Ausstattung				
Sprache der Bedienerführung wählbar	✓	✓	✓	✓
Speicher (Datenbank max. 50000 Objekte)	✓	✓	✓	✓
Schnittstelle für Scanner RS232	✓	✓	✓	✓
Schnittstelle für Datenübertragung USB	✓	✓	✓	✓
PC-Anwendersoftware ETC	✓	—	—	—
PC-Anwendersoftware IZYTRONIQ	—	✓	✓	✓
Messkategorie CAT III 600 V / CAT IV 300 V	✓	✓	✓	✓
DKD-Kalibrierung	—	✓	✓	✓
E-Mobility	—	—	✓	✓
Bluetooth Schnittstelle	—	—	✓	✓
Editierbare Prüfsequenzen	—	✓	✓	✓
Prüfablauf PRCD-Adapter M512R	—	—	✓	✓





## PROFITEST INTRO

### Prüfgerät DIN VDE 0100 - 600 / IEC 60364-6

Mit dem Profitest INTRO steht dem Elektrofachmann ein universelles, kompaktes und robustes Messwerkzeug auf höchstem technischen Niveau zur Verfügung. Der Tester kann alle Prüfungen der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen durchführen, wie sie in der IEC 60364-6 (DIN VDE 0100-600) und anderen länderspezifischen Normen gefordert sowie in den einzelnen Abschnitten der DIN EN 61557 (VDE 0413) definiert sind. Auf Grund seines intelligenten ergonomischen Designs, der intuitiven Bedienung und seines ausgereiften technischen Konzepts orientierter er sich konsequent an den alltäglichen Aufgabenstellungen und macht ihn zum idealen Begleiter für jeden Elektrotechniker.

- Messung von RLO, ZL-PE, ZL-N, RISO, RE,  $\Delta U$ , Drehfeld und Spannung
- OFFSET-Management RL-PE, RN-PE, RL-N
- Messfunktionen direkt über Drehschalter anwählbar
- RCD Prüfung Typ A, AC, F, B, B+, EV, MI, G/R, SRCDS, PRCDs
- Anzeige von zulässigen Sicherungstypen für elektrische Anlagen
- Messen der Drehfeldrichtung (Phasenfolge, höchste verkettete Spannung)
- Messung der Berührungsspannung über Fingerkontakt
- Anschluss von RFID- oder Barcode-scanner
- Individueller Messwertspeicher und Erstellung einer Speicherstruktur
- Hilfefunktion mit Anschlussbilder
- Bibirektionaler Datenaustausch per USB
- Messkategorie CAT III 600V/ CAT IV 300 V
- Internationale Bedienführung (12 Sprachen)
- ETC-Software (Electrical Testing Center u.a. zur Erstellung von Baumstrukturen und Dokumentation)





## GEOHM C

### Erdungsmessgerät, batteriebetrieben – auch für spezifische Erdwiderstandsmessungen.

Kompaktes, handliches, menuegeführtes Erdungswiderstandsmessgerät für 3- und 4-Leitermessungen. Ständige Überwachung von Störspannungen und Hilfserder-/ und Sondenwiderstand mit Signalisierung bei Überschreitung der zulässigen Grenzwerte. Komplettanzeige aller notwendigen Werte auf großem Punktmatrixdisplay oder Warnung über 4 LED's. Verständliche und einfache Bedienung mittels 4 Tasten.

- Erdungswiderstandsmessung in 5 Bereichen bis 50 k $\Omega$
- Spannungsmessung 10... 250 V
- Frequenzmessung 45... 200 Hz
- Batterie-/ Akkukontrolle und Selbsttest
- Erdungsmessgerät nach DIN VDE 0413-5
- Robustes Gehäuse in 2K-Technik



### Messung des Erdungswiderstandes in elektrischen Anlagen nach:

- **DIN VDE 0100** Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
- **VDE 0101-1** Erdung in Wechselstromanlagen für Nennspannungen über 1 kV
- **DIN VDE 0800-173-1** Informationstechnik-Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen; Teil 1: Allgemeine Anforderung
- **DIN VDE 0185-305-1** Blitzschutzanlagen
- **DIN VDE 0413** (= EN 61557) Teil 1 & 5: Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen, Erdungswiderstand





## GEOHM | PRO, GEOHM | XTRA

### Erdungsmessgerät

- 3- und 4-Leiter Erdungswidermessung
- 3-Leiter Erdungswiderstandmessung mit einer Stromzange
- Schleifenwiderstandsmessung mit 2 Stromzangen ohne Auftrennung (für den Fall, dass die Anwendung von Hilfelektroden nicht möglich ist)
- Spezifischer Erdwiderstand (Methode Wenner)
- Strommessung mit Einsatz der Zangen (z. B. Leckstrommessung) sowie Einsatz von flexiblen Zangen
- Niederohmwiderstand des PE-Leiters mit 200 mA (nach IEC 60364-6-61)
- Elektroden bei der Messung
- des spezifischen Erdwiderstands in Meter (m) und Fuß (ft)
- Speicher für 990 Messwerte, 10 Banken je 99 Einheiten
- Kalibrierung der Zangen
- RTC Echtzeituhr
- Datenübertragung zum PC (USB)
- symbolische Anzeige der Batteriespannung

### GEOHM XTRA:

- Eingebautes GPS-Modul
- Messwerte werden zusammen mit GPS-Koordinaten gespeichert

### Weitere Merkmale

- Widerstandsmessung über Hilfs elektroden RS und RH
- Messung von Störspannungen
- Messung von Störfrequenzen
- Messung auch bei vorhandenen Störspannungen in Netzen
- mit 16 2/3 Hz, 50 Hz und 60 Hz sowie 400 Hz Frequenzen
- (mit automatischer Auswahl der richtigen Frequenz des Messsignals sowie manueller Auswahl)
- Auswahl der Messspannung (25 V oder 50 V)
- Eingabe der Abstände zwischen den







## METRISO - Serie, INTRO, BASE, TECH, XTRA, PRO

### METRISO TECH

Digitales Isolations- und Widerstandsmessgerät für elektrische Anlagen bis 1000 V gemäß EN 61557-2 -1, 2 und 4 (DIN VDE 0413-1 und 4) mit Messspannung 1000 V.

- Digitale und analoge Anzeige
- Warnung bei berührungsgefährlicher Spannung
- Schnellprüfung mittels Signallampe in Prüfspitze
- Messspannung 1000 V
- Isolationsmessbereich bis 200 G  $\Omega$
- Messen von Isolationswiderständen
- Funktion Riso/Rins
- Messen von Gleich-, Wechsel-Mischspannungen
- Messen von Widerständen
- Messen niederohmiger Widerstände



### METRISO PRO

Analoges Isolationsmessgerät für elektrische Anlagen bis 1000 V gemäß EN 61 557-2 (DIN VDE 0413-4).

- Prüfspannungen: 50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V
- Spannungsmessung bis 1000 V
- Signallisierung von Berührungsgefährlicher Spannung durch LED
- Signallisierung von Grenzwertüberschreitungen durch LED
- Isolationsmessung gemäß DIN VDE 0413-4 / EN 61557 - 4





## METRISO | PRIME 10

### Hochpräzises Isolations-, Niederohm- und Spannungsmessgerät

- Isolationsmessung gemäß EN 61557-2/VDE 0413 Teil 2
- Prüfspannungen in festen Stufen:
  - 50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V, 2500 V, 5000 V, 10000 V
- Messung mit schrittweise ansteigender Spannung
- Messbereich bis 40 T $\Omega$  nach IEC 61557-2
- Messung von Polarisationsindex und Absorptionsverhältnis
- Messung mit abgeschirmter Messleitung
- Schutz gegen spannungsführende Objekte
- Variable Einstellung von Grenzwerten
- Digitales Filter zur Stabilisierung der Messwerte
- Erstellung von R/I oder R/U-Diagrammen Speicherung von Prüfergebnissen
- **Niederohmmessung** gemäß EN 61557-4/VDE 0413 Teil 4
- Durchgangsprüfung von Schutzleitern und Potenzialausgleichsverbindungen
- mit Prüfstrom > 200 mA





## PROFITEST PRIME, PRIME AC

Prüfgeräte für DIN VDE 0100-600, DIN VDE 0105-100,  
VDE 0113-1, VDE 0660-600-1, VDE 0126-23-1 und VDE 0122-1

- Messen in AC-/DC-Netzen
- Messung der Netzzinnen- und Fehlerschleifenimpedanz mit hohem Prüfstrom bis 690 V AC/800 V DC ohne Auslösung RCD Typ A und Typ B
- Niederohmmessung für Schutz- und Potenzialausgleichsleiter mit 200 mA, automatischer Polaritätsumkehr und 25 A
- RCD-Prüfung Typ A, AC, F, B, B+, EV, MI, G/R, SRCDs, PRCDs
- Kombinierte RCD-Prüfung mit kontinuierlich ansteigender Rampe, Auslösezeit, Auslösestrom
- Isolationsmessung bis 1000 V mit ansteigender Rampe
- Prüfen von RCMs und IMDs
- Messen von Ableit- und Differenzströmen
- Messen von Temperatur und Feuchte
- Prüfen auf Spannungsfestigkeit 2,5 kV AC, 500 VA mit PROFITEST PRIME AC Standardverlauf, Rampenfunktion und Puls-Brennbetrieb
- PROFITEST PRIME AC: Arbeitsschutzkonzept für Prüfer nach DIN EN 50191 und EN 61557-14 mit Signallampe, Notausschalter & Schlüsselschalter
- Netz- und Akkubetrieb (mit eingeschränkter Funktionalität)
- Push-Print-Funktion
- Für jede Applikation das passende Zubehör
- Bluetooth Tastatur





## IZYTRONIQ Software für Prüfgeräte

**GOSSEN METRAWATT bietet ein umfangreiches Portfolio von Softwarelösungen, angefangen von flexiblen Protokollier- und Datenbanksoftware bis hin zu Facility Management Systemen.**

Mess- und Prüfgeräte mit IQ verhalten sich intelligenter, sind flexibel einsetzbar, beherrschen zusätzliche Objektarten und unterstützen neuartige Prüffunktionen.

The screenshot shows the IZYTRONIQ software interface. At the top, there are two panels: 'E-Baum' (left) and 'Standortbaum' (right). The main area is divided into three tabs: 'Gerät', 'Technische Daten', and 'Prüfsequenz'. The 'Gerät' tab is active, showing fields for 'ID', 'Beschreibung', 'Standortbezeichnung', 'Letzte Prüfung', 'Ergebnis der letzten Prüfung', and 'Bezeichnung'. Below these fields is a table with columns: 'Kunde...', 'Kundenref...', 'Objekttyp', 'ID', 'Beschreib...', 'Hersteller', 'Typ', 'Status', 'Status Termin', and 'Ergebnis der letzten Prüfung...'. The table contains three rows of data.

Kunde...	Kundenref...	Objekttyp	ID	Beschreib...	Hersteller	Typ	Status	Status Termin	Ergebnis der letzten Prüfung...
001	GMC1 Messwerkze...	Gerät	4712	Technische...	Siemens	MA2000	bestanden	05.04.20	bestanden
001	GMC1 Messwerkze...	Gerät	4712	Baufahrer...	Hilti	TE 22	grün	05.04.20	bestanden
001	GMC1 Messwerkze...	Gerät	4712	Technische...	Siemens	MA2000	bestanden	05.04.20	bestanden

IQ erkennt und verwaltet nicht nur angeschlossene Prüfgeräte automatisch, sondern fragt auch den jeweiligen Funktionsumfang des Prüfgeräts ab und stellt diese Information IZYTRONIQ zur Verfügung. Durch IQ lassen sich Mess- und Prüfgeräte auf völlig neuartige Art und Weise für multiple Applikationen einsetzen. Dabei bestimmt nicht das Prüfgerät den Einsatzzweck, sondern der Prüfer wählt das für seine Applikation zu verwendende „Messwerkzeug“ einfach aus. So können Mess- und Prüfdaten aus unterschiedlichen Prüfgeräten zu einer Prüfung zusammengefasst werden.

Gleichzeitig wird der Prüfdaten Import und Export zwischen IZYTRONIQ und Prüfgerät zur Synchronisation der Speicherstrukturen und Messwerte extrem vereinfacht und mögliche Datenkonflikte werden durch intelligentes Data-Management im Vorfeld vermieden.

### IZYTRONIQ Cloud Collection:

Komplexe Strukturen und Prüfungen einfach und schnell erfassen



Mit der **GMC-INSTRUMENTS CLOUD** erhalten Sie eine umfassende Plattform-Lösung für Mess- und Prüfanwendungen. Die notwendige IT-Infrastruktur wird über ein Rechnernetz mit unterschiedlichen Anwendungen zur Verfügung gestellt. Statt einer hohen Erstinvestition und einer komplexen Einrichtung der notwendigen Server-Landschaften sind die Dienste im Paket sofort verfügbar.

Mit der **IZYTRONIQ CLOUD COLLECTION** erhalten Sie perfekt aufeinander abgestimmte Komponenten, die sich strukturbildend auf die normkonforme Durchführung von Prüfungen und deren Dokumentation auswirken. Der Aufbau geregelter Prüfstrukturen ist für Unternehmen aufgrund der gesetzlich gebotenen Arbeitgeberverantwortung unverzichtbar.

**IZYTRONIQ CLOUD COLLECTION** vereinfacht die Einrichtung einer gerichtsfesten Prüforganisation und das Arbeiten im Prüfteam zu besonders attraktiven Preisen. Dabei haben Sie auf Ihre Daten von überall Zugriff, unabhängig von Ihren geografischen Standort.



### waveIQ:

#### Ein Werkzeug für alle Branchen

Mit der Software WAVE IQ übernehmen Sie Stammdaten Prüfdaten Anhänge und Prüfprotokolle direkt aus IZYTRONIQ. Zusätzlich sind SECUSTAR und SECUTEST (alte Generation) sowie Prüfgeräte der Marken, Bender, SPL, Metlog angebunden



**WAVE IQ** ermöglicht Ihnen die Übertragung des Altdatenbestandes Ihrer Stammdaten aus der PS3-Software. Die Daten können in WAVE IQ verarbeitet werden und auch an die aktuelle Protokollierungssoftware IZYTRONIQ übertragen werden. WAVE IQ bietet komfortable Verwaltungsfunktionen wie Serientermine, Kataloge oder Listengeneratoren bis hin zu einem kompletten Instandhaltungsmanagement. Damit können z.B. auch Störungen, Wartungen und Reparaturen erfasst werden. Der Umstieg von Stift & Papier auf einen PC ist in der heutigen Zeit zur Verbesserung der Arbeitsprozesse unabdingbar. Durch den Einsatz moderner Datenbank-Software kann die benötigte Zeit für den Arbeitsprozess verringert werden. Durch den Einsatz von Tablet-PCs oder Convertibles, erhält man ein ähnliches Look& Feel wie mit einem Block Papier. Unsere modernen Software Produkte erleichtern somit den Umstieg von der klassischen Papier-Welt in eine moderne Cloud-Umgebung."



## Unsere Empfehlung für die Werkstattausrüstung von Elektroinstallationsbetrieben gemäß den Richtlinien des ZVEH und bdew

Geforderte Mess- und Prüfgeräte	nach Norm <b>DIN VDE</b>	<b>Einsteiger</b>
		<b>Standard</b> <b>Effiziente Arbeit</b>
Prüfplatz mit fest eingebauten Messgeräten	0104	METRATESTER 5+-3P SECUTEST 21F
Einpoliger Spannungsprüfer Zweipoliger Spannungsprüfer	EN 61243 - 3	ProfiSafe 690L METRAVOLT 12D+L, Duspole
Spannungsmesser mind. bis 600 V Strommesser mind. bis 15 A Durchgangsprüfgerät	0410 0410 0403	METRAHIT 2+ mit Zangenstromwandler WZ12A METRAHIT mit Zangenstromwandler WZ12C METRAHIT X-TRA mit Zangenstromwandler Z3512
Zangenstrommesser mind. bis 300 A		METRACLIP 410 METRACLIP 85 METRACLIP 86
Isolationsmessgerät Widerstands-Messgerät Erdungs-Messgerät Schleifenwiderstands-Messgerät Prüfgerät für FI-Schutzschalter Drehfeldrichtungsanzeiger	0413, Teil 2 0413, Teil 4 0413, Teil 6, 7 0413, Teil 3 0413, Teil 6 0413, Teil 9	PROFITEST MTECH+.IQ PROFITEST MXTRA.IQ
Messgeräte für elektrische Geräte	0701/0702, Teil 1	METRATESTER 5+ SECUTEST ST Base/PRO
Erdungs-Messgerät	0413, Teil 5	Profitest MPRO.IQ GEOHM PRO/XTRA GEOHM C GEOHM 5
Durchgangs-Prüfgerät	0403	METRAOhm 413 ProfiSafe 690 L
Beleuchtungsstärke-Messgerät	5032	MAVOLUX 5032C ❶ MAVOLUX 5032B ❶



## **Prüfen der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen der Ladeinfrastruktur für Elektrostraßenfahrzeuge**

Damit die Grundforderung des Gesetzgebers aus dem Energiewirtschaftsgesetz § 49 erfüllt wird, müssen für die Ladeinfrastruktur von Elektrostraßenfahrzeuge Prüfungen durchgeführt werden. Dadurch wird sichergestellt dass die technische Sicherheit bei Errichtung und im Betrieb gewährleistet ist. Die Erstprüfung wird gemäß DIN VDE 0100-600 durchgeführt.

Die wiederkehrenden Prüfungen für Ladeinfrastrukturen für Elektrostraßenfahrzeuge mit Ladung mit Wechselspannung müssen nach DIN EN 50110-1 (VDE 0105-1) in geeigneten Abständen durchgeführt werden. Gemäß den Anforderungen von DIN VDE 0105 – 100 5.3.3. 101.02 sind dabei die üblichen Prüfungen aufgelistet.

Die Erstprüfung sowie wiederkehrende Prüfung muss von einer Elektrofachkraft mit nachweislichen Kenntnissen durchgeführt werden und besteht aus Besichtigen, Messen und /oder Erproben.

Prüfungen müssen unter Bezugnahme der technischen Dokumentation und den vom Hersteller erstellten Betriebsmittelnormen durchgeführt werden.

Prüfergebnisse müssen aufgezeichnet werden.

### **Prüfen der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen von E-Ladestationen**

Messungen zur Erstprüfung nach DIN VDE 0100-600 vor der Inbetriebnahme und-  
Messungen nach DIN VDE 0105-100 – Wiederkehrende Prüfungen im Betrieb.





## Messungen

Die Prüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen ist mittels PROFITEST MTECH+ IQ bzw. PROFITEST MXTRA.IQ und Prüfadapter PRO Typ I / II oder Metraline EM PRO Typ I-III (Status C) durchzuführen.

Messaufgabe	Messverfahren	Werte
Durchgängigkeit der Leiter	Niederohm-Widerstandsmessung	$PE < 1,0 \, \Omega$ $PA < 0,1 \, \Omega$
Isolationswiderstand des Schutzleiters zu Neutral- und Außenleiter	Isolationswiderstandsmessung	$\geq 1,0 \, M\Omega$ (Erstprüfung) $\geq 500 \, \Omega/V$ (Wiederholungsprüfung)
Nachweis der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme der Fehlerstrom-Schutteinrichtung	RCD Typ A * <sup>1</sup> Nachweis Auslösezeit und Fehlerstrom Allstromsensitiver RCD Typ B Nachweis Funktionalität, Auslösezeit und Fehlerstrom RCD Typ EV 6 mA Grenzwert beachten RDC-DD,RCMB	$I_{\Delta N} \leq 30 \, \text{mA}$ und Herstellerangaben beachten
Nachweis der Wirksamkeit des Überstromschutz durch Messung des Netzzinnenwiderstandes $Z_{L-N}$	Netzzinnenwiderstandsmessung	$Z_S \leq \frac{2}{3} \frac{U_0}{I_a}$



Messaufgabe	Messverfahren	Werte
Messung des Erdwiderstandes RE <sub>L-PE</sub>	Abhängig vom Aufstellungsort Erdungswiderstand netzbetrieben – 2-Pol-Messung / Erdungswiderstandsmessung netzbetrieben – 3-Pol-Messung mit Sonde / Erdungswiderstandsmessung netzbetrieben – Selektive Erdungswiderstandsmessung mit Zangenstromsensor	$< 100 \, \Omega$ (RCD 30mA)
Bestimmung der Drehfeldrichtung	Drehfeldmessung	Rechtsdrehfeld

\*1 Hinweise in DIN VDE 0100-722 (VDE 0100-722):2019-06-01 beachten

Funktionsprüfung nach Anhang A (Tabelle A.3 – Pilotfunktionen, der VDE 0122-1) mit dem Adapter PRO TYP I / II zur Fahrzeugsimulation (CP) oder MERALINE EM PRO TYP I / II / III



## Erprobungen Ladevorgang

Fahrzeugzustand	Funktionsprüfung	Ergebnis
Status A	kein Fahrzeug ange- schlossen	Ja / Nein
Status B	Fahrzeug angeschlos- sen, aber nicht bereit zum Laden	Ja / Nein
Status C	Fahrzeug angeschlos- sen und bereit zum Laden, Belüftung des Ladebereichs nicht gefordert	Ja / Nein
Status D	Fahrzeug angeschlos- sen und bereit zum Laden	Ja / Nein
Status E	Fehler - Kurzschluss CP – PE über interne Diode	Ja / Nein

## Weitere Erprobungen

Funktion	Erprobungsobjekt
Auslösung Fehlerstromschutzschalter	Prüftaste
Manuelle und elektrische Prüfung	Verriegelung Stecker mit Dose
Funktion	Anzeige und Meldeeinrichtungen
Gangbarkeit, Dichtigkeit	Schließeinrichtungen Steckverbin- dungen
Durchlässigkeit, Funktion	Lüfter und Filter



## Prüfung von Ladekabel Mode 2 und 3 nach DIN VDE 0701-0702

Das Ladekabel Mode 3 ist mittels PROFITEST MXTRA bzw. SECUTEST PRO und entsprechenden Prüfadapter zu prüfen

Fahrzeugzustand	Funktionsprüfung	Ergebnis
Schutzleiterwiderstand	Niederohmige Widerstandsmessung	$\leq 0,3 \Omega$ (mit Anschlussleitungen bis 5 m Länge) zzgl. $0,1 \Omega$ je weitere 7,5 m bis max. $1,0 \Omega$
Isolationswiderstand des Schutzleiters zu Neutral- und Außenleiter	Isolationswiderstandsmessung	$\geq 1,0 \text{ M}\Omega$
Schutzleiterstrom	Messung mit Stromzange	$\leq 3,5 \text{ mA}$
Prüfen der Widerstandscodierung für Fahrzeugkuppelung und Stecker nach IEC 61851; Tabelle B.3	Widerstandsmessung mit Multimeter oder Prüfgerät	13 A Ladekabel $1,5 \text{ k}\Omega$ 20 A Ladekabel $680 \Omega$ 32 A Ladekabel $220 \Omega$ 63 A Ladekabel $100 \Omega$



**Das Ladekabel Mode 2 ist mittels PROFITEST MXTRA bzw. SECUTEST PRO und entsprechenden Prüfadapter PROFITEST E-Mobility zu prüfen / Einstellung Status C**

### Messungen

Messaufgabe	Messverfahren	Werte
Schutzleiterwiderstand * <sup>1</sup>	Niederohmige Widerstandsmessung	$\leq 0,3 \, \Omega$ (mit Anschlussleitungen bis 5 m Länge) zzgl. $0,1 \, \Omega$ je weitere 7,5 m bis max. $1,0 \, \Omega$
Isolationswiderstand des Schutzleiters zu Neutral- und Außenleiter	Isolationswiderstandsmessung	$\geq 1,0 \, M\Omega$ (Sekundärseite)
Schutzleiterstrom	Messung mit Stromzange Differenzstrom	$\leq 3,5 \, \text{mA}$
Einhaltung Auslösestrom PRCD	Auslöseprüfung PRCD	$I_{\Delta Na} < I_{\Delta N}$

### Erprobungen

Erprobungsobjekt	Funktionen	Ergebnis
Einstellung des Ladestroms am Ladekabel Mode 2	Funktionsprüfung 6 A am ICCB 8 A am ICCB 10 A am ICCB 13 A am ICCB 16 A am ICCB	Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein



Erprobungsobjekt	Funktionen	Ergebnis
Funktionsprüfung mittels Adapter	Funktionsprüfung - Abschaltung Unterbrechung L Unterbrechung N Unterbrechung PE Vertauschung L-PE Fremdspannung U extern auf PE	Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein Ja / Nein
Fahrzeugzustand	Funktionsprüfung	Ergebnis
Status B	Fahrzeug angeschlossen, aber nicht bereit zum Laden	Ja / Nein
Status C	Fahrzeug angeschlossen und bereit zum Laden, Belüftung des Ladebereichs nicht gefordert	Ja / Nein
Status E	Fehler - Kurzschluss CP – PE über interne Diode	Ja / Nein

\*1 Herstellerangaben beachten

**PRO-TYP II****1- und 3-phasiger Prüfadapter mit Stecker Typ 2 zum Prüfen von E-Ladestationen mit dem PROFITEST MTECH+ IQ und MXTRA IQ**

1- und 3-phasiger Prüfadapter mit Stecker Typ 2 zum Prüfen der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen an E-Ladestationen mit dem Profitest Master, Simulation von fiktiv angeschlossenen Elektrofahrzeugen sowie Simulation der Strombelastbarkeit von Ladegarnituren gemäß IEC 61851-1

- Fahrzeugsimulation (CP)
- Kabelsimulation (PP)
- Fehlersimulation
- Anzeige der Phasenspannungen über LEDs
- Prüfen von E-Ladestationen mit fest angeschlossenem Ladekabel durch verlängerten CP-Prüfstift

**PRO-TYP I****1-phasiger Prüfadapter mit Stecker Typ 1 zum Prüfen von E-Ladestationen mit dem PROFITEST MTECH+ IQ und MXTRA IQ**

1-phasiger Prüfadapter mit Stecker Typ 1 zum Prüfen der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen an E-Ladestationen mit dem Profitest Master, Simulation von fiktiv angeschlossenen Elektrofahrzeugen sowie Simulation der Strombelastbarkeit von Ladegarnituren gemäß IEC 61851-1

- Fahrzeugsimulation (CP)
- Kabelsimulation (PP)
- Fehlersimulation
- Anzeige der Phasenspannung über LED



## **METRALINE PRO-TYP EM I/II/III**

### **1- und 3-phasiger Prüfadapter zum Prüfen von E-Lade- punkten mit dem PROFITEST MTECH+ IQ und MXTRA IQ**

1- und 3-phasiger Prüfadapter zum Prüfen der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen an E-Ladepunkten mit dem Profitest Master, Simulation von fiktiv angeschlossenen Elektrofahrzeugen sowie Simulation der Strombelastbarkeit von Ladegarnituren gemäß IEC 61851-1

#### **Fahrzeugsimulation (CP)**

Fahrzeugzustände A, B, C und E werden über Drehschalter eingestellt

#### **Kabelsimulation (PP)**

die verschiedenen Codierungen für Ladekabel mit 13 A, 20 A, 32 A und 63 A sowie „kein Kabel angeschlossen“ können über Drehschalter simuliert werden

#### **Fehlersimulation**

Simulation eines Kurzschlusses zwischen CP und PE über Drehschalter

**Anzeige der Phasenspannungen  
über LEDs**

je nach E-Ladestation können eine oder drei Phasen aktiv sein  
**Prüfen von E-Ladestationen mit fest  
angeschlossenem Ladekabel  
durch verlängerten CP-Prüfstift**

**CP-Buchse zur Auswertung des  
PWM-Signals**







## **PROFITEST | H+E BASE/H+E 32 und H+E C** **Diagnosetester für E-Ladestationen**

Das Prüfgerät ist für die Überprüfung des Funktionsverhaltens von Ladesäulen für Elektrofahrzeuge mit Anschlussbuchse Typ 2 (Mode 3 Laden) bestimmt. Hierzu wird das Prüfgerät an die Ladesäule angeschlossen, um die Kommunikation zwischen Ladesäule und Prüfgerät zu protokollieren. Für den Fall, dass der Ladevorgang nicht startet, kann die Fehlerquelle schnell geortet werden.

- Vollständige Diagnose einer E-Ladestation mit nur eine Prüfgerät: Fahrzeugzustände, Kabelzustände, Fehlerzustände, Auswertung PWM-Signal, Phasen und Drehfeld, Batteriezustand
- Fehlersimulationen:  
Kurzschluss der Diode in der Beschaltung des Fahrzeugs, Kurzschluss zwischen CP und PE, Prüfen des RCDs durch Auslösung und Messung der Abschaltzeit
- Anschlussmöglichkeit für einen Testverbraucher über eine integrierte Schuko-Steckdose (230 V, max. 13 A)





## PROFITEST | H+E TECH

### **Kommunikationstester zwischen E-Ladestation und Fahrzeug**

Das Prüfgerät ist für die Überprüfung des Funktionsverhaltens von Ladesäulen für Elektrofahrzeuge mit Anschlussbuchse Typ 2 (Mode 3 Laden) bestimmt. Hierzu wird das Prüfgerät zwischen Ladesäule und Elektrofahrzeug geschaltet, um die Kommunikation zwischen den beiden Teilnehmern zu protokollieren. Für den Fall, dass der Ladevorgang nicht startet, kann die Fehlerquelle (Ladesäule oder Elektrofahrzeug) schnell geortet werden.

- **Anschlussmöglichkeit für Elektrofahrzeuge:**  
Stecker Typ 2





## PROFITEST | EMOBILITY

### ***Adapter zur normgerechten Prüfung von 1- und 3 - phasigen Ladekabeln Mode 2 und 3 durch Simulation von Fehlerfällen***

- Prüfung von Ladekabeln nach DIN VDE 0701-0702 sowie Herstellerangaben durch einen geführten Prüfablauf mit einem empfohlenen Prüfgerät
- Prüfen von Ladekabeln der Typen Mode 2 und Mode 3
- Prüfen von Anschlusskabeln mit länderspezifischem Ladestecker (Steckertyp 1 etc.)
- Funktions- bzw. Auslöseprüfung durch Simulation folgender Fehlerfälle: Unterbrechung, Leitertausch und PE an Phase
- Messung des Schutzleiterstroms mit Zangenstromwandler als Zubehör
- Messung von Schutzleiter- und Isolationswiderstand nach DIN VDE 0701-0702 mit einem empfohlenen Prüfgerät
- Auslöseprüfung mit Nennfehlerstrom und Messung der Auslösezeit mit einem empfohlenen Prüfgerät
- Bewertung und Protokollierung der einzelnen Prüfschritte mit einem empfohlenen Prüfgerät
- Simulation des Fahrzeugzustands nach EN 61851-1/VDE 0122-1
- Prüfen der Widerstandskodierung für Fahrzeugkupplung und -stecker nach EN 61851-1/VDE 0122-1





## Normgerechte Prüfung und Diagnose von DC Ladeinfrastrukturen

Ausprägungen von Gleichstromladung mittels eines konduktiven Leiters nach IEC 61851-24

Verbreitung	Hardware-Konfiguration	Kommunikationsprotokoll
Japan	„System A“ - Gleichstromladung per CHAdeMO	„Configuration AA“ - CAN basiertes Layer- 1- Kommunikationsprotokoll nach CHAdeMO
China	„System B“ - Gleichstromladung per GB/T - Stecker 20234.3-2011	„Configuration BB“ - CAN-basiertes Layer-1- Kommunikationsprotokoll nach GB/T-Standard
USA	„System C“ - Gleichstromladung per Combo Stecker Typ 1 oder Typ 2	„Configuration EE“ - PLC-basiertes Layer- 1- Kommunikationsprotokoll über Combo Typ 1 Stecker
EU		„Configuration FF“ -PLC - basiertes Layer-1- Kommunikationsprotokoll über Combo Typ-2- Stecker

Prüfung und Diagnose nach **DIN EN 61851-22/23/24 (VDE 0122-2/2-3/2-4)**, **ISO 15118-1**, **DIN SPEC 70121**

### PROFITEST H+E XTRA C

EV Diagnosetester für CCS, CHAdeMo und AC

Vollfunktionsfähiges Testgerät zur Simulation eines Ladevorgangs mit DC Quelle und Last mit integrierten Messeingängen für den Anschluss eines Installationstesters zur Überprüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen.

- Grafik Farbdisplay mit intuitiven Touchscreen
- Schnittstelle für Softwareanbindung bzw. Firmware-Updates
- Test / Analyse Standards
  - ⇒ CHAdeMO Version 0.9.1, 1.0.0., 1.0.1, 1.1
  - ⇒ DC-CCS nach DIN SPEC 70121 oder ISO 15118-1
  - ⇒ AC nach EN 61851-1
- E-Auto Simulation bei der Kommunikation zum Bezug von



- EVSE Ladestrom
- E-Auto Simulation beim Gleichstrom-Lastkreis, angepasst an die Kommunikation
- Ausgabe der Messwerte für Gleichspannung und Gleichstrom
- Ausgabe des Kommunikationsfortschritts
- Prüfablauf zur Isolationsfehlererkennung
- Ausgabe des Prüfergebnisses (bestanden/nicht bestanden), je nach Ladevariante
- Ergebnisberichte können per USB-Ausgabe als PDF heruntergeladen werden
- Robustes Tragekoffergehäuse für den mobilen Außeneinsatz mit IP 67 bei geschlossenem Deckel (IP 30 bei offenem Deckel)

## Überprüfung der elektrischen Sicherheit

(Messeingänge als 4 mm Sicherheitsbuchsen)

### Die Überprüfung erfolgt mit dem PROFiTEST PRIME

- Messung niederohmige Durchgängigkeit des Schutzleiters
- Messung des DC Schleifenwiderstandes Z Loop
- Überprüfung des IMD, Abschaltung bei Überschreitung der geforderten Grenzwerte

PROFiTEST H+E XTRA C, Artikelnummer M525M für CCS, CHAdeMo, AC  
PROFiTEST H+E XTRA, Artikelnummer M525N für CCS



## MESSUNGEN nach VDE 0113-1 / EN 60204-1

### **Sicherheit von Maschinen** **Elektrische Ausrüstung von Maschinen** **Gültig für Erst- und Wiederholungsprüfungen**

Europäisches Recht	Deutsches Recht
<ul style="list-style-type: none"> <li>Niederspannungsrichtlinien 2014/35/EU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produktsicherheitsgesetz: Umsetzung der NspRI in nationales Recht ab dem 20. April 2016</li> <li>-1. ProdSV „Elektrische Betriebs- mittel“</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Maschinenrichtlinien 2006/42/EG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-9. ProdSV „Maschinenverordnung Niederspannungsanschlussverordnung</li> <li>Arbeitsschutzgesetz Arbeitsstättenverordnung Betriebssicherheitsverordnung</li> </ul>



### Wichtiger Hinweis

Rechtliche Grundlagen

- Arbeitsschutzgesetz
- Arbeitsstättenverordnung
- Betriebssicherheitsverordnung

Weitere Normative u. a.

- DIN VDE 0100-600
- DIN VDE 0105-100/A1
- DIN VDE 0100-410
- DIN VDE 0100-520
- DIN VDE 0100-540



## Maschinenrichtlinien 2006/42/EG (2006-05-17)

Diese Richtlinien gilt unter anderen für die **folgenden Erzeugnisse:**

- Maschinen,
- auswechselbare Ausrüstungen,
- Sicherheitsbauteile,
- Lastaufnahmemittel,
- Ketten, Seile und Gurte,
- abnehmbare Gelenkwellen,
- unvollständige Maschinen

### Artikel 5

#### Inverkehrbringen und Inbetriebnahme

Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter muss vor dem Inverkehrbringen und/oder der Inbetriebnahme einer Maschine

- sicherstellen, dass die Maschine die in Anhang I aufgeführten, für sie geltenden grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen erfüllt,
- sicherstellen, dass die in Anhang VII Teil A genannten **technischen Unterlagen verfügbar** sind;
- insbesondere die **erforderlichen Informationen**, wie die **Betriebsanleitung, zur Verfügung** stellen, die zutreffenden **Konformitätsbewertungsverfahren** gemäß Artikel 12 **durchführen**,
- die **EG-Konformitätserklärung** gemäß Anhang II Teil 1 Abschnitt A **ausstellen und sicherstellen**, dass sie der **Maschine beiliegt**,
- die **CE-Kennzeichnung** gemäß Artikel 16 **anbringen**.



## ***Erstprüfung von Betriebsmitteln und Anlagen***

### **Prüfung von elektrischen Betriebsmitteln durch den Produkthersteller**

Mit Netzspannung betriebenen Betriebsmittel und Geräte können grundsätzlich auch elektrische Gefährdungen für ihre Umgebung ausgehen.

Die getroffenen Schutzmaßnahmen müssen dauerhaft wirksam sein. Die Sicherheit eines Produktes besteht daher immer aus Maßnahmen des Herstellers sowie Maßnahmen des Betreibers.

Festlegungen zu Sicherheitsprüfungen des Herstellers sind Bestandteil der zutreffenden Produktgruppen- und Produktnormen, die sich meist an den Anwendergruppen orientieren (Haushalt, Handwerkzeuge, EDV, medizinische Geräte, Produktionsmaschinen).

Diese Prüfungen unterscheiden sich grundsätzlich in:

#### **Typprüfungen**

Bauartprüfungen mit Nachweisen zu der konstruktiven und technisch umsetzbaren Produkteigenschaften, insbesondere für Serienfertigungen wie z.B.

- mechanische Prüfungen, Einhaltung der Luft- und Kriechstrecken,
- Prüfung der Durchschlagsfestigkeit von Isolierung nach z.B. Feuchtigkeitsbelastungen Brand- und Temperaturbeständigkeit von Isolierungen,
- Spannungs- und Kurzschlussfestigkeit.

Diese Prüfungen sind häufig zerstörende Prüfungen!

Prüfzeichen z.B. VDE, GS, ENEC





## Stückprüfung

Die **Fertigungs- / Endprüfung** dient zur **Erkennung von Fehlern**, die bei der Fertigung auftreten, Prüfung als Bestandteil der Fertigung auf Funktion und Sicherheit wie z.B.

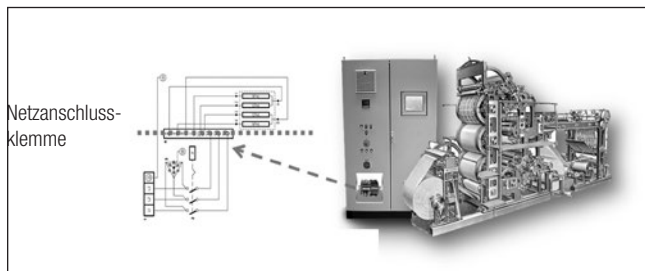
- Hochspannungsprüfung der Isolierung,
- Messung von Schutzleitungssystemen, Isolationswiderständen, Ableitströmen.

## Die normativen Übergänge

Anwendung und Abgrenzung der EN 60204-1

Die EN 60204-1 ist ab **Netzanschlussklemme** und **bei steckerfertigen Maschinen** ab der Steckvorrichtung anzuwenden.

## Elektrische Maschinen EN 60204/VDE 0113



## Energieversorgung IEC 60364/DIN VDE 0100

(Einspeisung von NSHV)



## Energieversorgung

Erstprüfung	Wiederholungsprüfung
IEC 60364-6 / DIN VDE 0100-600	EN 50110-1 / DIN VDE 0105-100

Prüfungsumfang
Besichtigung
Spannungsprüfung
Messung Schutzleiterwiderstand RLO
Messung Isolationswiderstand RSIO
Nachweis der Abschaltbedingung

## Maschinen und Schaltgerätekombinationen

Erst- / Wiederholungsprüfung	Erstprüfung Schaltschrank
EN 60204-1 / VDE 0113-1	DIN EN 61439-1/2 / VDE 0660-600-1/2

Prüfungsumfang - Pflicht	Prüfungsumfang - Empfehlung
Besichtigung	Messung Isolationswiderstand RIS0
Funktionsprüfung	Spannungsprüfung
Messung Schutzleiterwiderstand RLO	Restspannungsprüfung
Nachweis der Abschaltbedingungen (Schutz bei indirektem Berühren)	Hochspannungsprüfung
Nachweis der Abschaltbedingung	



## Ziel der Prüfung

Ziel der Erst- / Wiederholungsprüfung

### Erstprüfung

Vollständige Überprüfung der elektrischen Anlage, der elektrischen Maschine und der Schaltgerätekombination.

- Feststellung von Mängeln während der Errichtung
- Gewährleistung sicherer Zustand
- Abnahme der normkonformen Errichtung

### Wiederholungsprüfung

Von Art und Umfang reduzierte Überprüfung der elektrischen Anlage, der elektrischen Maschine und der Schaltgerätekombination.

- Beurteilung des sicheren Zustandes
- Feststellung von Änderungen / Manipulationen

## Sicherheit von Maschinen-

## Prüfen nach EN 60204-1 / VDE 0113-1

### Wichtige Hinweise



Diese Norm ist eine Produkt- Gruppennorm für den Hersteller und nach Instandsetzungen und darf auch für wiederkehrende Prüfungen benutzt werden!

## Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen

### Umgebungstemperatur der Luft

Die elektrische Ausrüstung muss in der Lage sein, in der vorgesehenen Umgebungstemperatur der Luft einwandfrei zu arbeiten.

Die **Mindestanforderung** für die gesamte elektrische Ausrüstung ist ein einwandfreies Arbeiten bei Lufttemperaturen außerhalb von Umhüllungen (Schaltschrank oder Gehäuse) zwischen +5°C und +40°C.



## **PROFITEST PRIME - Vorteile**

### **Messung / Überprüfung der Temperatur und Luftfeuchte VOR – WÄHREND – NACH der Prüfung**

Die Überprüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen der Maschine ist gekoppelt an die

### **Physikalischen Umgebungs- und Betriebsbedingungen!**

## **Sicherheit von Maschinen-**

### **Prüfen nach EN 60204-1 / VDE 0113-1**

#### **Start der Prüfung – Sichtprüfung**

- Sicherheit gefährdet?
- Manipulation sicherheitsrelevanter Einrichtungen?
- Zustand der Maschine und ihrer Komponenten?
- Personen- oder Brandgefährdung vorhanden?
- Technische Anforderungen erfüllt?
- Anpassungsforderungen nicht umgesetzt?
- Änderung an der Maschine?
- Benutzung nach Verwendungszweck?
- Umgebungsbedingung geändert?
- Gefährdungsbeurteilung durchgeführt?
- Dokumentation vorhanden?

## **Technische Dokumentation nach EN 60204-1**

### **Technische Dokumentation / zu liefernde Unterlagen**

- Unterlagen für die Errichtung
- Übersichtspläne und Funktionspläne
- Stromlaufpläne
- Betriebshandbuch
- Handbuch für Instandhaltung
- Stückliste



## **Sicherheit von Maschinen- Prüfen nach EN 60204-1 / VDE 0113-1**

### **Überprüfungen**

Der Umfang der **Überprüfungen** für eine bestimmte Maschine wird in den **zugeordneten Produktnormen** angegeben!

Wo **keine** der Maschine zugeordnete **Produktnorm existiert**, müssen die Überprüfungen immer die Punkte **a), b), c) und h)** beinhalten und können einen oder mehrere der Punkte d) bis g) mit einschließen.

- Überprüfung, dass die elektrische Ausrüstung mit ihrer **technischen Dokumentation** übereinstimmt,
- **Durchgangsüberprüfung** des Schutzleitersystems,
- Falls zum Schutz bei indirektem Berühren der Schutz durch automatische Abschaltung angewendet wird, müssen die **Bedingungen für den Schutz durch automatische Abschaltung** nach Abschnitt 18.2 überprüft werden,
- **Isolationswiderstandsprüfung**,
- **Spannungsprüfung**,
- Schutz gegen **Restspannung**,
- Überprüfung, ob alle **relevanten Anforderungen**
- entsprechend Abschnitt 8.2.8 **erfüllt** sind
- **Funktionsprüfungen**.

IEC 61557-13 enthält Anforderungen für Messinstrumente für die Messung von Ableitströmen in einem Bereich von 40 Hz bis 1 kHz

**Wichtige Hinweise**



### **Überprüfung der Bedingung zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung**

Der **Nachweis** erfolgt durch **Prüfungen**

- |           |  |
|-----------|--|
| Prüfung 1 | Überprüfung der <b>Durchgängigkeit</b> des <b>Schutzleitersystems</b>                              |
| Prüfung 2 | Überprüfung der Bedingungen für <b>automatische Abschaltung der Stromversorgung</b> in TN-Systemen |



## Schutzleistersysteme

- Potentialausgleich Konstruktion
- PE-Klemme externe Schutzleiter
- Stromversorgung Steuerstromkreise
- PE-Klemmen Schutz-Potentialausgleich
- Funktions-Potentialausgleich
- PE-Klemme externe Funktionserde
- Elektrische Ausrüstung

## Überprüfung der Durchgängigkeit des Schutzleistersystems ( Prüfung 1)

- Der gemessene Widerstand muss den Werten wie Länge, Querschnitt und Material des relevanten Schutzleiters entsprechen.
- Eine geerdete PELV-Versorgung kann bei der Prüfung irreführende Ergebnisse liefern und darf deshalb nicht verwendet werden.

## Überprüfung der Bedingung zum Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung

- Was ist wenn Fehlerstromschutzeinrichtungen verwendet werden?
- Wenn Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) verwendet werden, muss deren Funktion entsprechend den Herstellerangaben geprüft werden.
- Das Testverfahren und die Häufigkeit muss in der Wartungs-anleitung angegeben sein.

## DIN EN 60204-1 Überprüfung - Schutz durch automatische Abschaltung der Versorgung

### Messung der Fehlerschleifenimpedanz

Wenn eine Messung der Fehlerschleifenimpedanz durchgeführt wird, sollte die Prüfgerät der IEC 61557-3 entsprechen. Die Information in der Dokumentation der Messausrüstung über die Genauigkeit der Messergebnisse und des anzuwendenden Messverfahrens muss berücksichtigt werden.

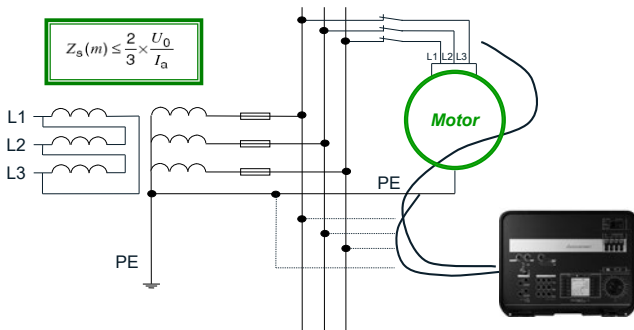
Für die Durchführung der Messung muss die Maschine an eine Versorgung



mit denselben Netzdaten wie die Nenndaten der Versorgung in der bestimmungsgemäßen Installation angeschlossen werden.

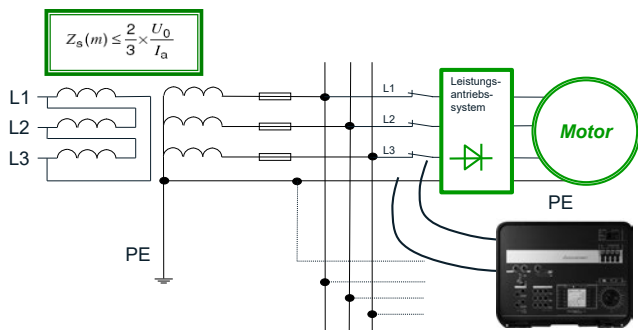
## Maschinenprüfung

Messung einer Fehlerschleifenimpedanz in TN- Systemen



## Maschinenprüfung

Messung einer Fehlerschleifenimpedanz für Leistungsantriebs-systeme in TN-Systemen





## Sicherheit von Maschinen- Prüfen nach EN 60204-1 / VDE 0113-1

### Maximale Abschaltzeiten in TN-Systemen

	System		Tabelle A.1					
	50 V < U <sub>0</sub> ≤ 120 V		120 V < U <sub>0</sub> ≤ 230 V		230 V < U <sub>0</sub> ≤ 400 V		U <sub>0</sub> > 400 V	
	[ s ]		[ s ]		[ s ]		[ s ]	
TN	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
	0,8	Anm.1	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1

U<sub>0</sub> ist die Nennwechselspannung oder Nenngleichspannung gegen Erde.

ANMERKUNG 1 - Eine Abschaltung kann aus anderen Gründen als dem Schutz gegen elektrischen Schlag verlangt sein.

### Maximale Abschaltzeiten in TT-Systemen

	System		Tabelle A.2					
	50 V < U <sub>0</sub> ≤ 120 V		120 V < U <sub>0</sub> ≤ 230 V		230 V < U <sub>0</sub> ≤ 400 V		U <sub>0</sub> > 400 V	
	[ s ]		[ s ]		[ s ]		[ s ]	
TT	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
	0,3	Anm.	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

U<sub>0</sub> ist die Nennwechselspannung oder Nenngleichspannung Außenleiter gegen Erde





## Isolationswiderstandsprüfungen

Wenn Isolationswiderstandsprüfungen durchgeführt werden, darf der Isolationswiderstand, gemessen mit 500 V Gleichspannung zwischen den Leitern der Hauptstromkreise und dem Schutzleitersystem, nicht kleiner als 1 M $\Omega$  sein. Die Prüfung darf an einzelnen Abschnitten der gesamten Anlage durchgeführt werden.

### Ausnahme

Für bestimmte Teile der elektrischen Ausrüstung, wie z. B. Sammelschienen, Schleifleitungssysteme oder Schleifringkörper, ist ein niedrigerer Wert erlaubt, jedoch darf dieser Wert nicht kleiner als 50 k $\Omega$  sein.

## Spannungsprüfungen

Wenn Spannungsprüfungen durchgeführt werden, sollte eine Prüfeinrichtung nach IEC 61180-2 benutzt werden.

Die Nennfrequenz der Prüfspannung muss 50 Hz oder 60 Hz sein.

Die maximale Prüfspannung muss entweder dem zweifachen Wert der Bemessungsspannung für die Energieversorgung der Ausrüstung entsprechen oder 1.000 V sein, je nachdem, welcher Wert der Größere ist.

Die maximale Prüfspannung muss zwischen den Leitern der Hauptstromkreise und dem Schutzleitersystem für eine Zeit von ungefähr 1 s angelegt werden.

Die Anforderungen sind erfüllt, wenn kein Lichtbogendurchschlag erfolgt.



## Schutz gegen Restspannungen

Aktive Teile, die nach dem Ausschalten der Versorgung eine Restspannung von mehr als 60 V aufweisen, müssen innerhalb einer Zeit von **5 s auf 60V oder weniger entladen werden** oder, vorausgesetzt, dass diese Entladerate nicht die ordnungsgemäße Funktion der Ausrüstung stört.



## Wichtiger Hinweis

Bauteile, die eine gespeicherte Ladung von 60 mC oder weniger haben, sind von dieser Anforderung ausgenommen.

## Funktionsprüfungen

Die Funktionen der elektrischen Ausrüstung müssen geprüft werden.

## Funktionsprüfung der sicherheitsrelevanten Einrichtungen:

- NOT-HALT / NOT-AUS
- Reparaturschalter
- Netztrenneinrichtung
- weitere

## Dokumentation

Art und Umfang der Dokumentation der Prüfung bestimmt der Betreiber.  
Forderung nach EN 60204-1 / VDE 0113-1

**„Die Prüfergebnisse müssen dokumentiert werden.“**

## Forderung nach DIN VDE 0113-1

Empfehlung

- Aufnahme aller Messergebnisse
- Beurteilung der Prüfergebnisse
- Umfassende Sichtprüfung
- Beschreibung der Anlagenkenndaten
- Abgrenzung der Schnittstellen zur Energieversorgung und anderen Einrichtungen
- Empfehlungen zur Optimierung der Anlagensicherheit an den Betreiber



## Das Prüfprotokoll

Nach Beendigung der Prüfung muss ein Prüfbericht erstellt werden!

Der Prüfbericht muss Details des Anlagen-/ Maschinen-umfanges zusammen mit einer Aufzeichnung über das Besichtigen und des Erprobens und Messens umfassen.

## Prüfung von Schaltgerätekombinationen nach DIN EN 61439-1 / VDE 0660-600-1

### DIN EN 61439-1 Anwendungsbereich

- Grundnorm für Bemessungsspannungen bis 1.000V AC oder 1.500V DC ohne direkten Bezug zu einer Produktgruppe.
- Die Anforderungen gelten nur dann, wenn die zutreffende Produktgruppennorm direkt auf IEC 61439-1 verwiesen wird
- gilt für alle Schaltgerätekombinationen, unabhängig davon, ob als Einzelstück konstruiert, hergestellt und nachgewiesen oder als Serienprodukt hergestellt.

### DIN EN 61439-1 Stücknachweis

#### Stücknachweis

**Der Stücknachweis erfolgt im Sinn der Erstprüfung durch Besichtigung und Erprobung z.B.**

- Sichtprüfung der Gehäuse-Schutzart,
- Einhaltung der Montageanweisungen,
- Drehmomentkontrolle an Schraubverbindungen,
- Erprobung mechanischer Einrichtungen...

Die Isolationseigenschaften sind messtechnisch nachzuweisen für Hauptstromkreise:

- 1.890 V AC / 2.670 V DC bei  $300\text{ V} < U_i < 690\text{ V}$  oder
- 500 V DC bei Absicherung  $< 250\text{ A}$

**DIN EN 61439-1 Prüfungen****Schutz gegen elektrischen Schlag und Durchgängigkeit von Schutzleiterkreisen**

Wirksamkeit des Schutzleiterkreises

Die Wirksamkeit des Schutzleiterkreises wird für folgende Funktionen nachgewiesen:

- Schutz gegen die Folgen eines Fehlers in der Schaltgerätekombination „innere Fehler“ und
- Schutz gegen die Folgen eines Fehlers in äußeren Stromkreisen, die von der Schaltgerätekombination gespeist werden „äußere Fehler“.

**Durchgängigkeit der Verbindung zwischen Körpern der Schaltgerätekombination und Schutzleiterkreis**

- Es muss nachgewiesen werden, dass die verschiedenen Körper der Schaltgerätekombination wirksam mit dem Anschluss des ankommenden äußeren Schutzleiters verbunden sind und dass der

**Widerstand des Stromkreises  $0,1 \Omega$** 

nicht überschreitet.

- Zum Nachweis wird ein Widerstandsmessgerät verwendet, das einen Strom von mindestens 10 A Wechselstrom oder Gleichstrom liefern kann.
- Der Strom fließt von jedem Körper zu dem Anschluss für den äußeren Schutzleiter. Der Widerstand darf  $0,1 \Omega$  nicht überschreiten.

**→ Wichtiger Hinweis**

Es wird empfohlen, die Dauer der Prüfung zu begrenzen, wenn Betriebsmittel für kleine Ströme bei dieser Prüfung nachteilig beeinträchtigt würden.

**Isolationseigenschaften**

Für diese Prüfung müssen alle elektrischen Betriebsmittel der Schaltgerätekombination angeschlossen sein, außer denen, die entsprechend den für sie gültigen Bestimmungen für eine niedrigere Prüfspannung konstruiert sind.



Strom verbrauchende Geräte (z. B. Wicklungen, Messgeräte, Überspannungsschutzgeräte), in denen das Anlegen der Prüfspannung einen Stromfluss auslösen würde, müssen abgeklemmt werden.

**Zu Grenzwertabweichungen der Prüfspannung und zur Auswahl der Prüfgeräte siehe IEC 61180.**

### **Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit Haupt-, Hilfs- und Steuerstromkreise**

Hauptstromkreise sowie Hilfs- und Steuerstromkreise, die an den Hauptstromkreis angeschlossen sind, müssen mit der Prüfspannung nach Tabelle 8 geprüft werden.

**Tabelle 8**  
**Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit für Hauptstromkreise**

Bemessungsisolationsspannung $U_i$ (Leiter gegen Leiter, Wechsel- oder Gleichspannung)	Isolationsprüfspannung (Effektivwert der Wechselspannung)	Isolationsprüfspannung (Gleichspannung) V
V	V	V
$U_i \leq 60$	1000	1415
$60 < U_i \leq 300$	1500	2120
$300 < U_i \leq 690$	1890	2670
$690 < U_i \leq 800$	2000	2830
$800 < U_i \leq 1000$	2200	3110
$1000 < U_i \leq 1500^a$	2700	3820



## Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit Haupt-, Hilfs- und Steuerstromkreise

Wechselspannungs- oder Gleichspannungs-Hilfs- und Steuerstromkreise, die nicht an den Hauptstromkreis angeschlossen sind, müssen mit der Prüfspannung nach **Tabelle 9** geprüft werden.

### → Wichtiger Hinweis

Diese Prüfung erfolgt **nicht an Hilfsstromkreisen**:

- die nur isolierte Leiter mit einer entsprechenden Isolationsfestigkeit nach den Angaben ihrer Hersteller enthalten und
- die durch Kurzschlusschutzeinrichtungen mit einer Bemessung bis höchstens 16 A geschützt sind und
- wenn vorher eine elektrische Funktionsprüfung mit der Bemessungsbetriebsspannung, für die die Hilfsstromkreise vorgesehen sind, durchgeführt wurde.

### Tabelle 9

#### Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit für Hilfs- und Steuerstromkreise

Bemessungsisolationsspannung $U_i$ (Leiter gegen Leiter, Wechsel- oder Gleichspannung)	Isolationsprüfspannung (Effektivwert der Wechselspannung)	Isolationsprüfspannung (Gleichspannung) V
V	V	V
$60 U_i \leq 12$	250	355
$12 U_i \leq 60$	500	710
$60 < U_i$	siehe Tabelle 8	siehe Tabelle 8



## Wichtige Hinweise



Für Baustromverteiler gelten folgende Normen bzw. Vorschriften:

VDE 0660-600-4/DIN EN 61439-4, 2013-09.

Wir empfehlen dringend, zu diesem Problem sich an den BG-Regeln

- Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen DGUV-Information 203 - 006 (BGI 608)
- Die Messungen/Prüfungen können auch mit den in diesem Merkbuch beschriebenen Messgeräten durchgeführt werden.
- Wiederholungsprüfungen wie ortsfeste elektrische Betriebsmittel, Fristen nach DGUV Vorschrift 3 – Prüfungen nach DIN VDE 0105-100/A1.
- Niederspannungsanlagen-Schaltgerätekombinationen.

### Achtung

Für VDE 0660-600-4 gilt: EN 61439-4, 2013-09

- Stückprüfung:
- Durchsicht der Verdrahtung
  - Funktionsprüfung
  - Isolationsprüfung
  - Prüfung der Schutzmaßnahmen und Schutzleiterverbindungen





## Netzqualität

Netzqualität – mit sauberen Netzen immer auf der sicheren Seite. Industrie, Handel, Gesundheitswesen, Banken und andere Dienstleistungsbereiche sind extrem abhängig von elektrischen und elektronischen Systemen.

Gerade diese Systeme beeinflussen die Netzqualität in vielfältiger Weise – reagieren aber selbst äusserst empfindlich auf jede Störung.

Auf die zahlreichen Herausforderungen im Bereich der Stromversorgung gibt es eine überzeugende Antwort:

Die vielseitigen Netz-Analysatoren der Mavowatt-Serie zur Überprüfung und Sicherung der Netzqualität.

Mit den Innovativen Klasse A Produkten lassen sich alle relevanten Messgrössen erfassen, die für die Qualität der Energieversorgung ausschlagend sind die perfekte Grundlage für eine nachhaltige Optimierung.



Mavowatt 270



Mavowatt 230, 240, 270



Linux PQ 3000



Linux PQ 5000



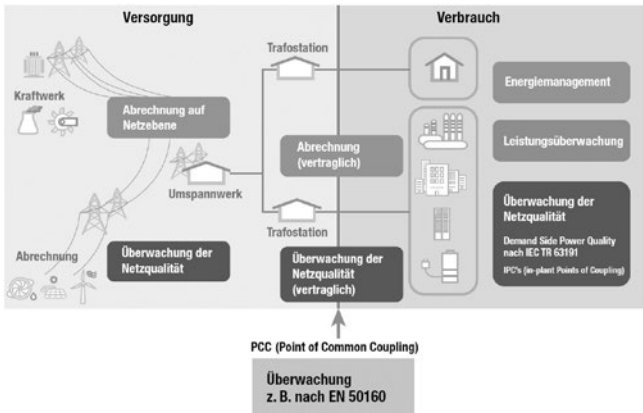


## Netzqualität – mit sauberen Netzen immer auf der sicheren Seite

In modernen Betrieben zählt es deshalb zur unternehmerischen Verantwortung, das eigene Stromnetz rund um die Uhr und in jeder Situation im Griff zu haben.

Treten erste Anzeichen einer schlechten Netzqualität wie überhitzte Motoren, Transformatoren und Leitungen, übermäßige Ströme in Nullleitern, ohne nachvollziehbare Ursache auslösende Schutzeinrichtungen, flackernde Beleuchtung, Computerausfälle und Datennetzwerkprobleme, Netzinterferenzen im Telefonnetz oder unerklärlich gestiegene Energiekosten auf, dann ist Handeln angesagt.

Durch den Einsatz geeigneter Messmittel sind die Verursacher aufzuspüren und Maßnahmen zur Beseitigung der Störung einzuleiten.





## Die wichtigsten Normen zur Netzqualität

Bei der Betrachtung der Netzqualität sind die „Netzqualitäts“-Norm EN 50160 und die EMV Normenreihe EN 61000 zu berücksichtigen. Die EN50160 beschreibt dabei die wichtigsten Kenngrößen der Versorgungszuverlässigkeit, in der EMV Normenreihe EN 61000 hingegen werden Grenzwerte für Störaussendung und Störfestigkeit sowie Prüf- und Messverfahren definiert.



### Wichtiger Hinweis

Die relevanten Normen sind:

#### Versorgung

**EN 50160** Merkmale der Spannung in öffentlichen Versorgungsnetzen

#### Grenzwerte für Verbraucher

**EN 61000-3-2** Oberschwingungsströme ( $I < 16$  A je Leiter)

**EN 61000-3-12** Oberschwingungsströme, ( $I > 16$  A und  $< 75$  A je Leiter)

**EN 61000-3-3** Spannungsänderungen, -schwankungen und Flicker ( $I < 16$  A)

**EN 61000-3-11** Spannungsänderungen, -schwankungen und Flicker ( $I > 16$  A und  $< 75$  A je Leiter)

#### Prüf- und Messverfahren

**EN 61000-4-7** Messmethoden für Oberschwingungen

**EN 61000-4-15** Flickermeter – Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikationen

**EN 61000-4-30** Prüf- und Messverfahren für die Netzqualität

Die Messgeräte der MAVOWATT und LINAX PQ Serie entsprechen Klasse A nach EN 61000-4-30 Ed. 3 und erfüllen die Vorschriften für jeweilige Prüf- und Messverfahren.

Im Folgenden werden die EN 50160 und deren Merkmale näher betrachtet.

## Vereinbarung zwischen Versorger und Verbraucher – EN 50160

Die EN 50160 definiert das Produkt "Elektroenergie" anhand ausgewählter Qualitätsmerkmale der Spannung. Jeder Kunde in Europa kann erwarten, dass die Spannungsqualität in den öffentlichen Nieder- und Mittelspannungsnetzen innerhalb der angegebenen Wertebereiche liegt. Die EN 50160 gilt bei normalen Betriebsbedingungen sowohl an der Übergabestelle zwischen öffentlichem Netz und Kunden als auch an

der Übergabestelle von Eigenerzeugungsanlagen zum öffentlichen Netz. Für Energieversorger und industrielle Netzbetreiber ist die Überwachung dieser Merkmale am Netzübergabepunkt und innerhalb des Netzes ein wichtiger Bestandteil der Betriebsführung.

Eine Übersicht über die in der Norm beschriebenen Merkmale ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Merkmal	Werte bzw. Wertebereich		Mess- und Auswerteparameter			
	Niederspannung	Mittelspannung	Basisgröße	Integrationsintervall	Beobachtungsdauer	Prozentsatz
Netzfrequenz (Verbundnetz)	50 Hz $\pm$ 1 % 50 Hz + 4 % / - 6 %		Mittelwert	10 s	1 Jahr	99,5 % dauerhaft
Netzfrequenz (Inselbetrieb)	50 Hz $\pm$ 2 % 50 Hz $\pm$ 15 %		Mittelwert	10 s	1 Woche	95 % dauerhaft
Langsame Spannungsänderungen	$U_n \pm 10\%$ $U_n + 10\% / - 15\%$	$U_c \pm 10\%$	Mittelwert	10 min	1 Woche	95 % dauerhaft
Einzelne schnelle Spannungsänderungen	< 5 % / max. 10 % $U_n$ kurze Dauer	< 4 % / max. 6 % $U_c$ kurze Dauer	Effektivwert	10 ms	1 Tag	mehrmals
Flickerstärke	P <sub>lit</sub> < 1 Langzeit-Flickerstärke		Flickeralgorithmus	2 h *	1 Woche	95 %
Spannungseinbrüche (5 % $U_n \leq U_{10ms} \leq 90\% U_n$ )	Anzahl < einige 10 ... 1000 davon > 50 % mit Dauer < 1 s und Restspannung > 40 % $U_n$		Effektivwert	10 ms	1 Jahr	Anhaltswert
Kurze Spannungsunterbrechungen (< 3 min und $U_{10ms} < 5\% U_n$ )	Anzahl < einige 10 ... mehrere 100 davon > 70 % mit Dauer < 1 s		Effektivwert	10 ms	1 Jahr	Anhaltswert
Lange Spannungsunterbrechungen (> 3 min und $U_{10ms} < 5\% U_n$ )	Anzahl < 10 ... 50		Effektivwert	10 ms	1 Jahr	Anhaltswert
Zeitweilige netzfrequente Überspannung (Außenleiter Erde)	meist < 1,5 kV in der Regel $U_{L-N} < 1,1 \cdot$ Nennwert $U_{L-L}$	< 1,7 · $U_{c-geerdeter}$ < 2,0 · $U_{c-isolierter}$ Stempunkt	Effektivwert	10 ms	keine Angabe	dauerhaft
Transiente Überspannungen (Außenleiter Erde)	< 6 kV / $\mu$ s ... ms	Entsprechend der Isolationskoordination	Spitzenwert	–	keine Angabe	dauerhaft
Unsymmetrie	0 % < U(Gegensystem) / U(Mitsystem) < 2 % Grundschwingung (manchmal < 3 %)		Mittelwert	10 min	1 Woche	95 %
Oberschwingungen $U_{H2} \dots U_{H40}$	$\leq$ Grenzwert lt. Norm-Tabelle und THD < 8 %		Mittelwert	10 min **	1 Woche	95 %
Zwischenharmonische	in Beratung		in Beratung			
Signalspannungen	$\leq$ Norm-Kennlinie f (f)		Mittelwert	3 s	1 Tag	99 %

\* EN 61000-4-15 \*\* EN 61000-4-7



Netzanalysatoren, wie die tragbare MAVOWATT-SERIE von GOSSEN METRAWATT oder die LINAX PQ-SERIE der CAMILLE BAUER bieten eine übersichtliche Anzeige, die alle EN 50160 Merkmale und deren Einhaltung darstellen.

## Netzstörungen – Ursachen, Auswirkungen, Abhilfen

Mit Netzanalysatoren werden die Störungen im Netz nachgewiesen. Sinnvolle Hinweise auf die Art der Störung erhält man entweder direkt über die Messergebnisse oder indirekt über die auftretenden Auswirkungen. Ist die Ursache erst einmal lokalisiert, dann findet der Fachmann im nachfolgenden Beitrag nützliche Tipps für wirkungsvolle Abhilfemaßnahmen.

### Transienten

Transiente Überspannungen entstehen hauptsächlich durch betriebsbedingte Schaltereignisse im Netz. Zusätzlich erzeugen Blitzeinschläge

und durch Kurzschluss ausgelöste Sicherungen und Leistungsschaltern Spannungsspitzen bis zu einigen kV. Auswirkungen von Transienten sind Fehlfunktionen von Steuerungen, Rechnerabstürze, Zerstörung von Netzteilen sowie Motor- und Transformatorwicklungen, Überschläge in Geräten und Störungen in Signal- bzw. Datenleitungen. Wirkungsvolle Abhilfe schafft der Einbau von Varistoren oder Überspannungsschutzkondensatoren.

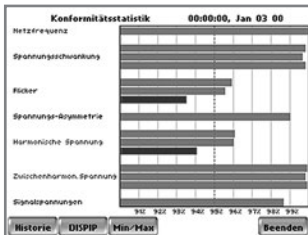


Bild 1: EN 50160 Konformitätsstatistik  
MAVOWATT 30/40/70

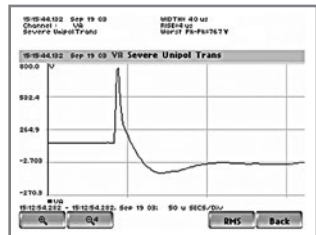


Bild 2: Transientendarstellung

## Oberschwingungen

Oberschwingungen sind sinusförmige, der Spannungs- oder Stromgrundschwingung überlagerte Anteile. Das Verhältnis von Oberschwingungsfrequenz zur Netzfrequenz wird als Ordnungszahl  $h$  bezeichnet. Ganzzahlige Vielfache der Netzfrequenz nennt man Harmonische. Ergibt sich ein nicht ganzzahliges Vielfaches, dann spricht man von Zwischenharmonischen. Der vermehrte Einsatz nichtlinearer elektrischer Verbraucher belastet die Netze zunehmend mit Oberschwingungen. Zu den Verursachern gehören sämtliche Netzteile mit Gleichspannungsausgang, die weit verbreitet in Computern, Druckern, Kopier- und Faxgeräten, Niedervolthalogenlampen sowie elektronischen Steuerungen zum Einsatz kommen. Weitere Oberschwingungsanteile entstehen durch elektronische Vorschaltgeräte für Leuchtstoffröhren, Energiesparleuchten, Frequenzumrichter für drehzahlge-regelte Antriebe, Gleichstromantriebe und Lichtbogenöfen. Die Auswirkung von Oberschwingungen im Netz sind höhere Verluste, Fehlfunktionen sowie Ausfällen bei elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen. Auffällig ist, dass gerade nichtlineare elektrische Verbraucher empfindlich auf Oberschwingungen

reagieren. Besondere Beachtung erfordert in diesem Zusammenhang der Neutralleiter, in dem alle Oberschwingungsströme mit durch 3 teilbarer Ordnungszahl abgeleitet werden. Die phasengleichen Anteile addieren sich im Neutralleiter und können zu Überlastung mit Brandgefahr oder Unterbrechung mit Spannungsverschiebung durch offenen Sternpunkt und Zerstörung der angeschlossenen Geräte führen. Vorsicht geboten ist auch bei großen Oberschwingungsanteilen mit hoher Ordnungszahl, sie können Kompensationsanlagen beeinflussen und deren Kondensatoren durch Überhitzung zerstören. Anstelle der aus heutiger Sicht technisch veralteten Verdrosselungen der Netze werden intelligente aktive Filter zur Kompensation der Oberschwingungen eingesetzt.

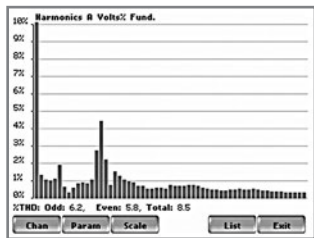


Bild 3: Oberschwingungsspektrum



## Zwischenharmonische

Zwischenharmonische Spannungen entstehen als Netzzrückwirkung von leistungsstarken Betriebsmitteln, deren Energieumsatz mit einer von der Netzfrequenz unterschiedlichen Frequenz erfolgt oder teilweise von 50 Hz unabhängig ist. Dazu zählen Asynchronmaschinen, Antriebe mit Frequenzumrichtern, Betriebsmittel mit Schwingungspaketsteuerungen und fremde Tonfrequenz-Rundsteueranlagen. Die Auswirkungen sind Flicker und Störungen an Rundsteueranlagen. Abhilfe schafft das Verlegen des Anschlusses zu einem Verknüpfungspunkt mit höherer Kurzschlussleistung, die Verbesserung der Glättung im Zwischenkreis von Umrichtern oder der Einsatz von Saug- und Sperrkreisen.



## Spannungsschwankungen

Als Spannungsschwankungen werden Veränderungen des Spannungseffektivwerts bezeichnet. Man unterscheidet zwischen langsamen Spannungsänderungen während eines Tages, deren Dauer im Sekunden- oder Minutenbereich liegt und einzelnen schnellen Spannungsänderungen, deren Dauer im Sekunden- bis hin zum Millisekundenbereich liegt.

Häufige schnelle Spannungsänderungen werden als Flicker wahrgenommen und sind dort beschrieben. Die Verursacher von Spannungsschwankungen sind Maschinen und Anlagen mit starken Laständerungen, die an Netzen mit kleiner Kurzschlussleistung betrieben werden. Funktionsstörungen, reduzierte Maschinenleistung, Produktivitätseinbußen und schwankende Fertigungsqualität sind die Folgen. Diese können durch den Einsatz von Spannungsstabilisierungsanlagen vermieden werden.



## Spannungseinbrüche

Bei Spannungseinbrüchen geht der Spannungseffektivwert auf Werte zwischen 1% bis 90% der Nennspannung zurück, hervorgerufen durch kurzzeitige, hohe Netzbelastung insbesondere in Netzen mit niedrigen Kurzschlussleistungen. Die Ursache dafür sind hohe Anlaufströme großer Motoren, die ein Vielfaches des Nennstroms betragen. Gleiches gilt für Motoren, die unter hoher Last anlaufen müssen. Auswirkungen sind Netzabschaltung durch Überstrom, Geräteabschaltung durch Unterspannung, Fehlfunktionen von Steuerungen und stillstehende Motoren. Wirkungsvolle Verbesserung liefert der Einsatz von Motoranlaufkompensationen, Strombegrenzung beim Motoranlauf mit Stern-/Dreieck- oder Sanftanlauf Schaltungen sowie die Erhöhung der Netzkurzschlussleistung.

## Flicker

Schnelle und häufige Lastveränderungen beeinflussen die Netzspannung und ergeben Lichtschwankungen, die vom Menschen als störend empfunden werden. Sie lösen Ermüdung der Augen, Unbehagen und Schwindelgefühl aus. Die Verursacher von Flicker sind häufig Schweißmaschinen, Lichtbogenöfen, Röntgengeräte, Windkraftanlagen sowie Antriebe mit stoßartiger Belastung wie sie in Pressen, Stanzen, Schreddern, Krananlagen und Aufzügen vorkommen. Um Flicker zu kompensieren, sind Kompensationsanlagen erforderlich, die innerhalb weniger Millisekunden die erforderliche Kompensationsleistung zu- bzw. abschalten und dynamische Regelungen mit speziellen Regeleinrichtungen. Abhilfe kann auch die Trennung des Lichtnetzes, Anschluss an eine andere Phase oder über einen eigenen Trafo schaffen.





# Unsymmetrie

Durch ungleichmäßige Verteilung von einphasigen Verbrauchern und dem Betrieb von zweiphasigen Verbrauchern werden Transformatoren und Netze unsymmetrisch belastet. Die Wirklast der Verbraucher ist dabei verantwortlich für ungleiche Phasenspannungen und die Blindlast sorgt für Abweichungen der Phasenverschiebungen von den idealen 120 Grad.

Die Auswirkungen sind höhere Trafoverluste und Trafobrummen sowie ungleichmäßig laufende Motoren,

was zu höheren Verlusten und kürzere Lebensdauer durch thermische Überlast und Verschleiß an Lagern führt. Hohe Kosten für Blindstrom entstehen ebenfalls durch undefinierte Blindstromkompensation. Unsymmetrie kann durch gleichmäßige Phasenauslastung, erhöhen der Netzkurzschlussleistung oder dynamische Symmetrieregelanlagen kompensiert werden. Bei der Blindstromkompensation sind Anlagen mit Unsymmetrieanpassung einzusetzen.

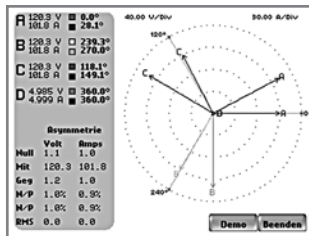


Bild 4: Vektordiagramm







## Auswirkungen von Harmonischen und Zwischenharmonischen

### Transformatoren:

Die hochfrequenten Oberschwingungen vergrößern aufgrund der entstehenden Wirbelströme Eisenverluste und Ummagnetisierungseffekte. Die Folge ist die Zunahme der Wärmeentwicklung gegenüber dem Normalbetrieb bei 50 Hz. Die zusätzliche thermische Beanspruchung von Bauelementen trägt zur Verschlechterung des Wirkungsgrades und evtl. zur Reduzierung der Lebensdauer der Transformatoren bei.

Als Daumenregel gilt: 10% Temperaturanstieg kann bis zu 30% Lebensdauerverkürzung von Transformatoren bedeuten.

### Überbeanspruchung von Kondensatoren

Nach dem Ohmschen Gesetz definiert der Widerstand den Strom,

### Datenstau:

Erdschlussströme verursachen längs des Erdleiters kleine Spannungsfälle. In einem TN-C-System führt der kombinierte Erd- und Neutralleiter ständig erhebliche Ströme, vorwiegend Oberschwingungen dritter Ordnung. Aufgrund der zunehmen-

der ihn durchfließt.

$$R=U/I$$

Der Widerstand einer Stromquelle ist induktiv. Die Netzimpedanz erhöht sich mit steigender Frequenz, gleichzeitig reduziert sich der Widerstand eines Kondensators. Dies bewirkt einen Anstieg des Stroms durch die Kondensatoren und durch die Anlagen in denen Kondensatoren verbaut sind, es kommt zu so genanntem Saugeffekt“.

Unter bestimmten Umständen können die Oberschwingungsströme den Nennstrom (Betriebsstrom) des Kondensators bei 50 Hz überschreiten.

Dieser Effekt führt zum Anstieg der Spannung am Kondensator und im schlimmsten Fall zu dessen Ausfall

den Nutzung von Niederspannungsanlagen in IT-Systemen ist die Zahl der Bitfehler weitgehend gestiegen. Treten Bitfehler in kürzeren abständen auf so kommt es zu Datenstau bis hin zu völligem Kollaps des Netzwerkes.



## Fehlauslösung von Schutzorganen

Ableitströme: sind Differenzströme kapazitiver Natur mit Frequenzen, von den Netzfrequenz (50Hz) abweichen. Ableitströme werden betriebsbedingt verursacht und fließen z. B. aufgrund von Entstörmassnahmen durch EMV-Kondensatoren oder Leitungskapazitäten

zur Erde. Eine RCD kann Fehler- und Ableitströme nicht voneinander unterscheiden und bewertet sie deshalb gleichermaßen. So kann eine Auslösung bereits erfolgen, wenn die Summe aller fließenden Ableitströme die Auslöseschwelle der RCD überschreitet. Und dies, obwohl kein Fehler (Fehlerstrom) in der elektrischen Anlage vorliegt.

## Mögliche Lösung:

**Einschaltströme und Erdschlussströme zu reduzieren, indem die Betriebsmittel auf mehrere Stromkreise verteilt werden, die jeweils geringere Lasten speisen.**

## Drehfeldmotoren

In direkt am Netz laufenden Drehfeldmotoren verursachen Spannungsüberschwingungen zusätzliche Verluste. Die Oberschwingung fünfter Ordnung erzeugt ein Drehfeld in Gegenrichtung, während die Oberschwingung siebter Ordnung ein Drehfeld über der synchronen Drehzahl des Motors erzeugt. Das daraus resultierende pulsierende Drehmoment verursacht starke Abnutzungerscheinungen an Kupplungen und Lagern. Da die Drehzahl von der Grundschiwingung 50Hz vorgegeben wird, wird die in Oberschwingungen enthaltene Energie als zusätzliche Wärme

abgegeben. Dies führt zu vorzeitiger Alterung der Komponente bzw. zu Lebensdauerverkürzung von Drehmotoren. Oberschwingungsströme werden auch im Rotor induziert und erzeugen zusätzliche Abwärme. Drehzahlvariable Geräte verursachen ihre eigenen Probleme. Sie neigen dazu, empfindlich auf Spannungseinbrüche zu reagieren, die die Unterbrechung aufeinander abgestimmter Produktionslinien zur Folge haben. Sie sind oft in einiger Entfernung vom Motor installiert und verursachen durch die steilen Spannungsanstiegsflanken Spannungsspitzen.



Harm. Ordnungszahl	1	2	3	4	5	6	7
Frequenz	50 Hz	100 Hz	150 Hz	200 Hz	250 Hz	300 Hz	350 Hz
Vorzeichen	+	-	0	+	-	0	+

Vorzeichen	Motor	Stromversorgungssystem
Pos.	Vorwärtsdrehendes	Magnetfeld Erwärmung
Neg.	Rückwärtsdrehendes	Magnetfeld Erwärmung, Brems
0	Keine	Erwärmung, Addition im N

## Überlasteter Neutralleiter

In einem im Stern verschalteten Dreiphasen-System stellt der Neutralleiterstrom die Vektorsumme der drei Außenleiterströme dar. Bei einem symmetrischen, sinusförmigen Drehstromsystem ist diese Summe und somit der Neutralleiterstrom zu jedem Zeitpunkt gleich null. Die Außenleiter sind gegen Überspannung abgesichert, der Neutralleiter nicht, denn die Ströme heben sich in diesen nahezu 100% auf. Dies gilt allerdings nur für saubere Netze mit linearer Last. Durch den Anstieg von nicht linearen Verbrauchern hat sich der Oberschwungsanteil im Versorgungsnetz massiv erhöht.

Vor allen Stromharmonischen der dritten Ordnung erwiesen sich als sehr problematisch.

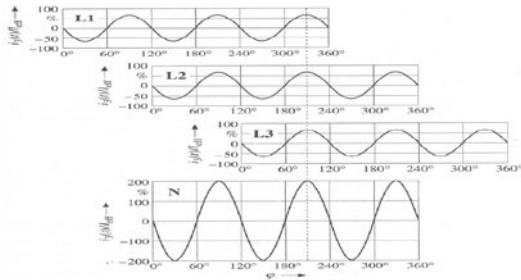
Für die dritte Harmonische mit ihrer Frequenz von 150Hz sind 120° das

Gleiche wie für die Grundschwungung 360°. 120° beträgt aber auch der Versatz zwischen den Phasen, und so liegen die drei dritten Harmonischen, die in den drei Außenleitern fließen, exakt in Phase zueinander. Das hat zur Folge, dass die Ströme sich nicht auslöschen sondern sich im Neutralleiter zum dreifachen Scheitelwert, zum dreifachen Mittelwert und auch zum dreifachen Effektivwert voll addieren. Gleiches gilt für neunte, fünfzehnte, einundzwanzigste u.s.w Harmonische aber der größte Teil der Verzerrung steckt in der dritten Teilschwungung.

Durch dieses Phänomen verdreifacht sich der Strom im Neutralleiter. Das hat zur Folge, dass der Strom-Mittelwert im N-Leiter die Gesamt-Effektivwerte der Außenleiterströme übersteigt und somit zur Überlastung des Neutralleiters und



im schlimmsten Fall zu Brandschäden führen kann.



## Mindestanforderung an Netzstör-analyse

Hohe Abtastrate (mind. 9,6kHz)

Die Zwischenharmonischen werden geräteintern mit hoher Abtastrate und entsprechend kleinem Zeitfester errechnet. Je größer die Abtastrate, desto feiner die Auflösung.

## Speichermedium

Speicherplatzbedarf hängt von der Geräteparametrierung und Ereignissen (Events) im Netz ab. Je mehr Größen überwacht und aufgezeichnet werden, je kürzer die Aufzeichnungsintervalle gewählt werden und je mehr Ereignisse im Netz detektiert werden, desto mehr Speicherkapazität wird benötigt. Netzstöranalysatoren müssen nach EN50160 mind. eine Woche alle

netzrelevanten Größen überwachen und aufzuzeichnen. In diesem Zeitraum (168h, 1008 Messintervalle á 10 Min.) werden bis zu 170.000 Messwerte aufgezeichnet, analysiert, bewertet und in den Speicher abgelegt.

Wird ein Ereignis registriert kostet es zusätzlichen Speicherplatz. Das Speichermedium sollte aus diesem Grund mind. 1GB sein.

## Triggermöglichkeiten

Bei bestimmten Applikationen (meist kundenspezifische Applikationen) reicht es nicht aus nur den Strom und/oder Spannung zu überwachen. Manchmal ist es sinnvoll die Speicherung bzw. die Aufzeichnung bei Überschreitung von festgelegten z. B. Leitungs-, Frequenzwerten -,



Leistungsfaktor oder anderen Größen zu starten.

### **Eingebaute USV**

Die unterbrechungsfreie Stromversorgung übernimmt im Falle eines Netzausfalls die Stromversorgung ihres Netzanalysators. Das Gerät zeichnet weiterhin auf d.h. kein Datenverlust.

### **Normkonformität**

Die wichtigsten Normen für Netzanalyse sind:

- EN50160 (Merkmale der Spannung in öffentlichen Versorgungsnetzen)
- EN61000-4-7 (Messmethoden für Oberschwingungen und Zwischenharmonischen)
- EN61000-4-15 (Flickermeter - Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikationen)
- EN61000-4-30 (Prüf- und Messverfahren für die Netzqualität)





## Energie- und Leistungsanalyse von Gossen-Metrawatt – immer die richtige Wahl

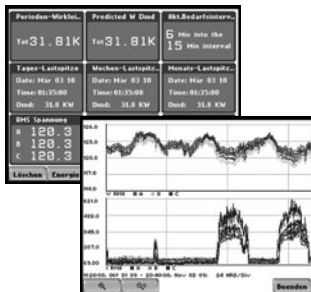
### MAVOWATT 230 | 240 | 270

Die nach EN 61000-4-30 Ed. 3 zertifizierten Klasse A Netzanalysatoren der MAVOWATT-Serie dienen zur Überwachung, Analyse und Aufzeichnung von Netzgrößen in öffentlichen Versorgungsnetzen und Industrieanwendungen. Mit den innovativen Produkten lassen sich alle relevanten Messgrößen erfassen, die für die Qualität der Energieversorgung ausschlaggebend sind. Störungen und Ereignisse können einfach lokalisiert, dokumentiert und in Bezug auf die Normen analysiert werden. Erfassung von Transienten im Mikrosekundenbereich

- Modernste Kommunikationsmöglichkeiten zur einfachen Datenübernahme
- Intelligente Answer Module® ermöglichen zeitsparende

Fehlersuche

- 400-Hz-Option für Luftfahrt-, Schiffs- und militärische Anwendungen
- Auswertung mit DranView Software - der weltweit führenden Software im Bereich Netzqualitätsanalyse
- 8 Differentialeingänge für eine flexible Messwerterfassung (AC und DC)
- Transiente Spannungs- und Stromerfassung mit bis zu 1MHz Abtastung und 2000 VPEAK



## **MAVOWATT | 230, | 240, | 270 - Sichere, intuitive und flexible Analyse der Netzqualität sowie des Leistungs- und Energiebedarfs**

- 1000 V CAT III / 600 V CAT IV für sicheres Arbeiten im öffentlichen Netz sowie für Messungen in industrieller Umgebung bis 1000 V<sub>RMS</sub> AC/DC
- Ethernet, WiFi, Bluetooth und USB zur Datenübertragung und Fernzugriff über Smartphone, Tablet, PC und MAC
- Drahtloser Fernzugriff ermöglicht gefahrloses Arbeiten & Konfigurieren in sicherheitskritischer Umgebung
- Erfüllt die neuesten industriellen Standards und ermöglicht rechtssichere Aufzeichnungen und Dokumentationen nach:
  - EN 50160 Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen
  - IEC 61000-4-30 Klasse A (Edition 2) Prüf- und Messverfahren – Verfahren zur Messung der Spannungsqualität
  - IEC 61000-4-7 Messmethoden für Oberschwingungen
  - IEC 61000-4-15 Flickermeter
    - Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation
- 8 Differenzialeingänge (4U / 4I) ermöglichen eine genaue und flexible Messwerterfassung in Stern- als auch in Dreieckssystem und sogar hinter Frequenzumrichter oder die gleichzeitige, direkte Messung von AC und DC Signalen bis zu 1000 V<sub>RMS</sub>. Transiente Spannungs- und Stromerfassung mit bis zu 1 MHz Abtastung und 2000 V<sub>PEAK</sub>
- Unterschiedliche Frequenzbänder für den weltweiten Einsatz in Systemen mit 16⅔ Hz, 50 Hz und 60 Hz oder optional auch in 400 Hz-Systemen



**MAVOWATT | 30, | 40, | 70**

Die Klasse A Geräte überwachen simultan Effektivwerte, Harmonische, Flicker und Transienten bis in den Zeitbereich von ca. 80  $\mu$ s.

- Leistungs- und Energieanalyse in Versorgungsnetzen
- Oberschwingungsanalyse nach EN 61000-4-7
- Netzqualität nach EN50160 mit statistischem Balkendiagramm
- Flickeranalyse gemäß Norm EN 61000-4-15
- Erfassung von Einschaltvorgängen und Fehleraufzeichnung



- Analysemodul für Richtung des Spannungseinbruchs, Schaltspitzen der Leistungsfaktorkorrektur und der Qualität von Motoren
- Erweiterte Funktionen bei der Netzanalyse
- Schnelle Transientenmessung mit 1 MHz Abtastrate
- 8 Messeingänge, 4x Spannung (differential), 4x Strom (Stromwandler), für die Messung bei 50/60 Hz und 16  $\frac{2}{3}$  Hz

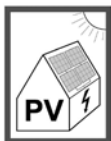






## Photovoltaik Prüfgeräte von Gossen-Metrawatt

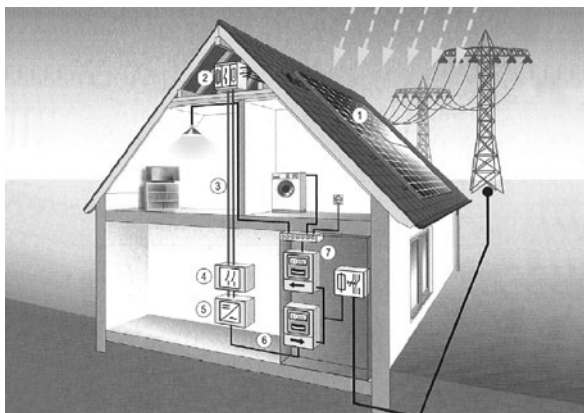
Photovoltaik ist Photonenenergie der Sonne (Photon) und die Spannung die erzeugt wird (Volt).



### **Kennzeichnung von Gebäuden mit PV-Anlagen**

Im Bereich der Hausverteilung oder des Hausanschlusses muss zwingend ein Hinweisschild angebracht sein! (Mindestens A6)

**DIN VDE 0100-712 / 2016-10**



- ① PV-Generator (mehrere PV-Module in Reihen- und Parallelschaltung mit Montagegestell)
- ② Generatoranschlusskasten / GAK (mit Schutztechnik)
- ③ Gleichstromleitungen
- ④ Gleichstrom Freischalteinrichtung
- ⑤ Wechselrichter
- ⑥ Wechselstromverkabelung
- ⑦ Zählerschrank mit Stromkreisverteilung, Bezugs- und Einspeisezähler, Hausanschluss und Schutztechnik



## → Wichtige Hinweise

### Einige wichtige Begriffe

#### Strom-Spannungs-Charakteristik (I-U Kennlinie)

Die Strom-Spannungs-Charakteristik stellt das Verhalten des PV-Generators bei unterschiedlichen Belastungszuständen in einem Diagramm dar. Die Charakteristik ist abhängig von der aktuellen Bestrahlungsstärke sowie der Zelltemperatur.

#### Leerlaufspannung $U_{oc}$

Ausgangsspannung einer Solarzelle oder eines Solarmoduls im Leerlauf, d.h. im stromlosen Zustand.

#### Kurzschlussstrom $I_{sc}$

Strom einer kurzgeschlossenen Solarzelle oder eines kurzgeschlossenen Solarmoduls, d.h. bei Ausgangsspannung = 0V.

#### Modulwirkungsgrad

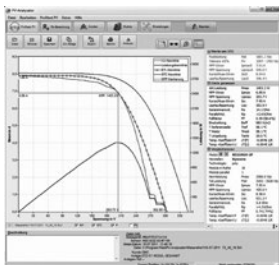
Gibt das Verhältnis von abgegebener Leistung zur eingestrahnten Leistung eines Solarmoduls bezogen auf die Modulfläche an.

#### kWp

Kilowatt peak (peak=engl. Spitze). Das „p“ zeigt aber nicht die Spitzenleistung sondern die Nennleistung nach Standard-Test-Bedingungen (STC).

#### $P_{MPP}$

Maximale Ausgangsleistung einer Solarzelle oder eines Solarmoduls bei einer bestimmten Einstrahlung und einer bestimmten Solarzellentemperatur im Punkt maximaler Leistung **MPP= Maximum Power Point**.



PV-Analysator, Kennlinie



Profitest PV1500



## Prüfanforderungen nach VDE 0126-23-1; 2019-04

### Wechselstromsystem

- Prüfen der Anforderungen nach DIN VDE 0100-600 / EN/IEC 60364-6 aller Wechselstromkreise

### Gleichstromsysteme

- Schutz- (Funktionserder) und Potentialausgleichsleiter (PV-Generatorrahmen) auf Durchgängigkeit prüfen, inklusive den Anschluss an der Haupterdungsklemme  $\Rightarrow$  Niederohmprüfung
- Polaritätsprüfung aller Gleichstromprüfungen und deren Anschluss sowie die korrekte Kennzeichnung
- Prüfung/Messung der Leerlaufspannung jedes Stranges bei stabilen Bestrahlungsbedingungen ( $< 5\%$ ), Vergleich identischer Stränge
- Prüfung/Messung des Kurzschlussstromes jeden Stranges bei stabilen Bestrahlungsstärkebedingungen ( $< 5\%$ ), Vergleich identischer Stränge

**Sicherstellung, dass alle PV-Stränge gegeneinander isoliert sind, Trennvorrichtungen und Schaltgeräte müssen offen sein!**

- Funktionsprüfungen der ordnungsgemäßen Montage und deren korrekten Anschlüsse, Netzausfallprüfung
- Isolationswiderstand der Gleichstromkreise - 2 Prüfverfahren nach VDE:
- **Prüfung 1** zwischen der negativen Elektrode des PV-Generators und Erde, gefolgt von einer Prüfung zwischen der positiven Elektrode des PV-Generators und Erde.
- **Prüfung 2** zwischen Erde und den miteinander kurzgeschlossenen negativen und positiven Elektroden des PV-Generators.

### Vor den Messungen Überspannungsableiter abklemmen!

Prüfverfahren	Systemspannung ( $U_{OC, stc} \times 1,25$ ) V	Prüfspannung V	Kleinster Isolationswiderstand M $\Omega$
Prüfverfahren 1	$< 120$	250	0,5
	120 bis 500	500	1
	$> 500$	1000	1
Prüfverfahren 2	$< 120$	250	0,5
	120 bis 500	500	1
	$> 500$	1000	1

Mindestwerte des Isolationswiderstandes



## E-CHECK-PV für PV-Anlagen

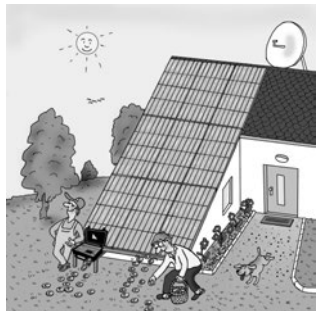
Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) und deren zugehörigen Betriebsmittel dienen der Erzeugung, Verteilung und Anwendung elektrischer Energie. PV-Anlagen und deren zugehörigen elektrischen Betriebsmittel unterliegen einer Alterung und Abnutzung. Beeinflussende Faktoren hierfür sind Umwelteinflüsse und besondere Betriebsbedingungen. Aus diesen Gründen muss im Laufe der Zeit mit Mängel gerechnet werden, die entscheidend für die Sicherheit im Haushalt oder Gewerbe sind. Deshalb sollten, wie im gewerblichen Bereich verpflichtend, in allen anderen Bereichen wiederkehrende Prüfungen in Form des E-CHECK für PV-Anlagen durchgeführt werden. Durch den E-CHECK sollen Mängel an PV-Anlagen und deren zugehörigen Betriebsmitteln, die Gefahren für Personen, Tiere und Sachen in sich bergen, erkannt werden. Gleichzeitig sollte der Elektrotechniker auch der Berater des Betreibers sein, indem er nützliche Hinweise zur rationellen Energieanwendung



aufzeigt.

Für den ordnungsgemäßen Zustand der PV-Anlage oder deren zugehörigen elektrischen Betriebsmittel ist der Betreiber verantwortlich. Auf Grundlage dieser Richtlinien für den E-CHECK ist der Zustand der PV-Anlage oder deren zugehörigen elektrischen bezüglich

- ihre Gebrauchs- und Funktionsfähigkeit,
- ihres ordnungsgemäßen, sicherheitstechnischen Zustand,
- ihres Schutzes gegen elektrischen Schlag,
- ihres Schutzes gegen elektrisch-gezündeten Brand,
- der Maßnahmen gegen Blitzeinwirkung und Überspannung,
- der Energieeinsparung,
- des Ertragszustandes der PV-Anlage zu prüfen.





## **Batterieprüftechnik – Batterietester METRACELL BT**

USVs und Batteriespeicher nehmen in Bezug auf die Versorgungssicherheit eine immer wichtigere Stellung ein. Jedoch werden Batteriespeicher bereits seit vielen Jahrzehnten gerade - aber nicht nur - im Bereich der Notstromversorgung eingesetzt.

Um die Verfügbarkeit der Nennkapazität von stationären Batterieanlagen zu sichern, sind wiederkehrende Prüfungen und gut organisierte Wartungen ein „**Muss**“.

Durch eine geordnete Vorgehensweise lässt sich der momentane Batteriezustand bestimmen und versteckte Batteriefehler lokalisieren, bevor ein größerer Schaden entsteht bzw. der Batteriespeicher nicht mehr die Energie liefern kann, die er eigentlich liefern soll!

### **Relevante Normen bzw. Handlungsanweisungen:**

DIN EN 62485

IEEE Standards 1188-2005

KTA 3703

DIN IEC 21/455/CD

EPRI - Guide for Testing Stationary Batteries

- ⇒ **Vorgaben zu Prüfumfang und Intervallen variieren**
- ⇒ **Kapazitätstest (Entladung) und Sichtprüfung**
- ⇒ **Spannungsmessungen**
- ⇒ **Temperaturmessungen**
- ⇒ **Ggf. Säuredichte**

**Was ist generell bei einer Batterieprüfung zu beachten**



## Was ist generell bei einer Batterieprüfung zu beachten

Knallgas

- ⇒ Raum muss ausreichend belüftet sein

Möglichkeit des Austritts von wässriger Schwefelsäure

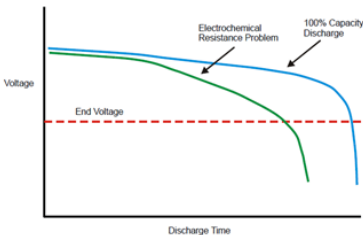
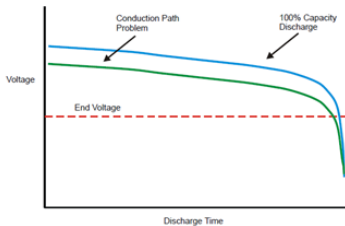
- ⇒ Genaue Sichtprüfung/Schutzkleidung

Arbeiten unter Spannung!!

- ⇒ Lichtbögen
- ⇒ Hohe Kurzschlussströme möglich

- ⇒ **Prüfung darf nur von unterwiesenen Fachkräften durchgeführt werden**

Entladeverhalten von geschädigten Batterien:





## **Inhalt Batterieprüfung**

Prüfung auf mechanische (z.B. Polkorrosion) und elektro-chemische (z.B. Übergangswiderstand Elektrode zu Elektrolyt) Alterungserscheinungen der Batterie.

### **Wie wird geprüft:**

1. Kapazitätstest; hier wird unter aktiver Entladung (Verwendung der angeschlossenen Last notwendig) der Batterie Strom und Spannung sowie Entladedauer gemessen.

2. Messung des Innenwiderstandes der Batterie (Abbildung von elektrischen und elektrochemischen Innenwiderständen); über diese Messmethodik kann das aktuelle Innenleben der Batterie sehr gut erfasst werden.

3. Ergänzende Messungen von Spannungswerten (Ladeerhaltungsspannung, Gesamtspannung des Batteriespeichers, Spannungsabfall am Verbinder) und Temperatur

4. Einlesen von Säuredichtewerten mittels des Säuredichtesensors DMA 35 von der Firma Anton Paar

### **Worauf kommt es bei der Innenwiderstandsmessung an:**

1. Es muss bei der Installation gemessen werden

⇒ Die charakteristischen elektrischen und elektrochemischen Eigenschaften einer Batterie hängen vom Umfeld ab.

⇒ Die Messungen bei der Installation dienen als Referenzwerte

2. Die Daten müssen vorgehalten werden

⇒ Eine Inventarisierung der Prüfobjekte und Zuordnung der Messwerte ist notwendig

3. Es muss referenziert werden

⇒ Wiederholungsprüfungen zeigen den Verlauf des Innenwiderstands



## METRACELL | BT PRO

- > Sehr gute Abbildung des Batterie-Ersatzschaltbildes Messung von Innenwiderständen  $R_{el}$  und  $R_{ct}$ :  
Prüfung auf mechanische (z.B. Polkorrosion) und elektro-chemische Alterungserscheinungen
- > Kelvin Anschluss: 4-Leiter Messung für genaue Erfassung der Innenwiderstände
- > Messung von Spannungen bis 600 V DC
- > Messkategorie CAT III 600 V
- > Messung von Entladeströmen über optionale Stromzange
- > Messung von Spannungsverläufen während der Strommessung
- > Versorgungskonzept:  
Ladenetzteil  
Mitgelieferte wechselbare Akkus für eine Betriebsdauer von min. 8h
- > Software BT Pro
- > Komplette DB-Software
- > Komplettes Ein- und Auslesen von Prüfobjekten und Objektstrukturen





## Notizen

[illegible]



## Notizen

[illegible]