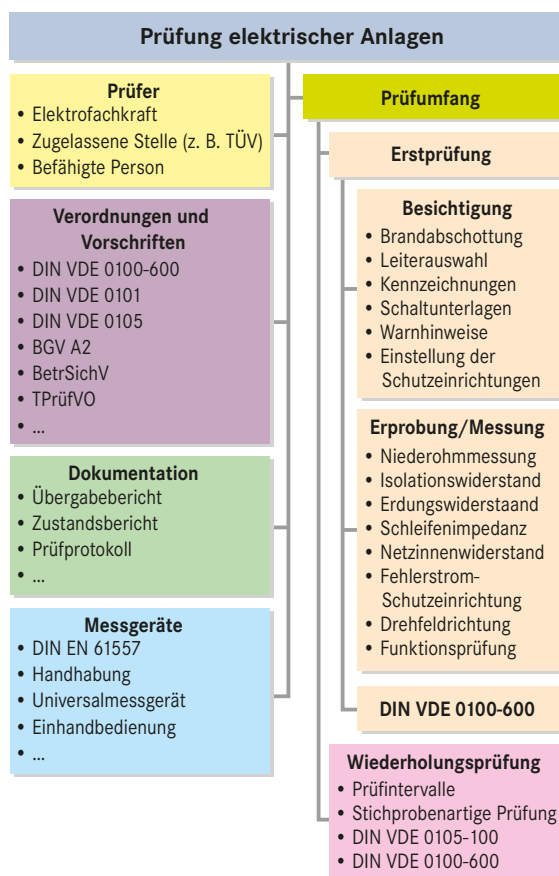


## 2.9 Prüfen und Messen

### 2.9.1 Übersicht

Vor der Inbetriebnahme einer elektrischen Anlage bzw. bei wesentlichen Änderungen oder Instandsetzungen müssen Prüfungen durchgeführt werden. Als Grundsatz gilt, dass die Prüfungen abgeschlossen sein müssen, bevor die Anlage in Betrieb geht. In der Abb. 1 sind wesentliche Merkmale aufgeführt, die bei der **Prüfung** [test] von elektrischen Anlagen bedacht werden müssen.



1: Übersicht – Prüfen einer elektrischen Anlage

#### Sanierung von Elektroanlagen

Bei einer **Änderung** oder **Erweiterung** einer bestehenden elektrischen Anlage muss die Einhaltung der Normen aus der Reihe DIN VDE 0100 geprüft werden. Die Sicherheit der bestehenden Anlage darf keinesfalls beeinträchtigt werden.

Eine Anpassung der bestehenden Anlage an neue oder überarbeitete Normen ist nur dann erforderlich, wenn eine Nachrüstpflicht besteht. In jedem Fall muss die gesamte Anlage auf eine bestehende Unfall- bzw. Brandgefahr überprüft und gegebenenfalls saniert werden.

### 2.9.2 Erstprüfung

Die Erstprüfung [original inspection] einer elektrischen Anlage setzt sich zusammen aus der Besichtigung und der nachfolgenden Kontrolle der elektrischen Eigenschaften durch entsprechende Erprobungen und Messungen (Abb. 1). Bevor aber mit der Erstprüfung begonnen wird, sollten folgende Fragen geklärt werden:

#### • Wer darf prüfen?

Für die Durchführung der erforderlichen Prüfungen sind bestimmte Qualifikationen der Prüfer notwendig. Die Prüfungen nach DIN VDE 0100-600 müssen von einer **Elektrofachkraft** mit Erfahrung beim Prüfen durchgeführt werden. Eine Elektrofachkraft besitzt eine fachliche Ausbildung, kann Gefahren beurteilen und ist mit den einschlägigen Vorschriften vertraut.

Nach der Betriebssicherheitsverordnung muss der Betrieb einer überwachungsbedürftigen Anlage von einer zugelassenen Stelle (z.B. Staatlich anerkannter Sachverständiger, TÜV) oder einer befähigten Person überprüft werden. Befähigte Personen zeichnen sich durch ihre Berufsausbildung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit bei der Durchführung von Prüfungen aus.

#### • Welche Prüfungen müssen durchgeführt werden?

In der Übersicht der Abb. 1 sind wesentliche Prüfungen in dem Block „Erprobung und Messung“ aufgeführt. Je nach Anlage sind weitere Prüfungen erforderlich.

#### • Welche Messgeräte sollen verwendet werden?

Bei der Wahl der **Messgeräte** [measuring instruments] (DIN EN 61557) gelten wegen der häufigen Verwendung folgende Grundsätze für die **Handhabung** [handling] in der Praxis:

- einfache Handhabung und Bedienung
- sicher gegen Überlastung und Kurzschluss
- klein und leicht
- alle Messungen mit einem Gerät durchführbar (Universalmessgerät)
- Möglichkeit der Einhandbedienung des Prüfsteckers bei den Messungen
- direkte Anzeige von gefährlichen Spannungen (z. B. spannungsführender Schutzleiter)

#### A U F G A B E

1. Finden Sie für jede der geforderten Besichtigungen im Rahmen der Erstprüfung Beispiele aus der Praxis und listen Sie diese auf.

- Prüfungen nach DIN VDE 0100-600 müssen von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden.
- Die Erstprüfung setzt sich aus Besichtigung, Erprobung und Messung zusammen.
- Vor dem Betrieb einer elektrischen Anlage muss eine Erstprüfung deren Sicherheit gewährleisten.

### 2.9.3 Besichtigung

Die **Besichtigung** [visual inspection] wird grundsätzlich vor dem anschließenden Erproben und Messen durchgeführt.

Bei der Besichtigung wird festgestellt, ob die elektrische Anlage normgerecht errichtet wurde, die eingebauten Betriebsmittel richtig ausgewählt sind und sie keine sichtbaren Sicherheitsmängel aufweisen.

#### Umfang der Besichtigungen

- **Schutzart gegen elektrischen Schlag** überprüfen (z. B. Abstandsmaße in der Trafostation).
- **Brandabschottungen** sowie andere Vorsorgemaßnahmen gegen die Ausbreitung von Feuer kontrollieren.
- **Leiterauswahl** hinsichtlich Spannungsbelastbarkeit und Spannungsfall prüfen.
- Auswahl und Einstellung von **Überwachungs- und Schutzeinrichtungen** prüfen (z. B. Isolationsüberwachung).
- Eignung und Einstellung der **Schalt- und Trenneinrichtungen** prüfen.
- Auswahl der **Betriebsmittel und Schutzmaßnahmen** im Hinblick auf äußere Einflüsse kontrollieren (z. B. Einhaltung der Schutzart für Außenleuchten).
- Kennzeichnung von **N-** und **PE-Leiter** kontrollieren (z. B. bei Stromschienen innerhalb der Verteilung).
- Dauerhafte **Kennzeichnung** der Stromkreise Schalter, Klemmen und Sicherungen kontrollieren.
- **Leiterverbindungen** auf Festigkeit prüfen.
- Vollständigkeit der **Schaltungsunterlagen** kontrollieren.
- **Warnhinweise** und zusätzliche Beschilderungen kontrollieren.
- **Zugänglichkeit** der Betriebsmittel im Hinblick auf die Bedienung, Wartung und Identifizierung prüfen.



### 2.9.4 Niederohmmessung

Bei dieser Messung müssen die Schutzleiter, Schutzpotenzialausgleichsleiter sowie Erdungsleiter im kompletten Verlauf auf einen **niederohmhigen Durchgang** [low resistance continuity] überprüft werden.

Da eine teilweise unterbrochene Verbindung bei einer Messung nicht lokalisiert werden kann, müssen bei der Besichtigung auf

- die festen Verbindungen der Anschlussstellen,
- die normgerechte Verlegung,
- den ausreichenden Querschnitt und
- die richtige Kennzeichnung geachtet werden.

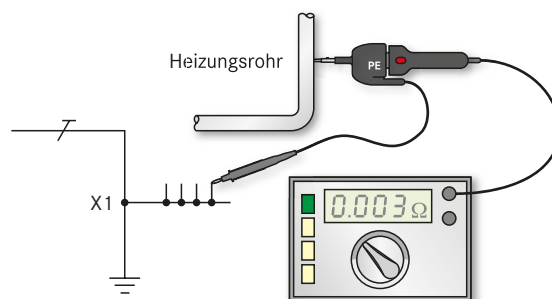
Es ist sinnvoll, die Besichtigung bereits während der Bauphase schrittweise durchzuführen, da eine spätere Besichtigung erheblich zeitaufwändiger ist.

#### Messpunkte

Der niederohmhige Durchgang ist in folgenden **Messkreisen** zu prüfen:

- zwischen PE-Schiene der Verteiler und den Verbrauchern (z. B. Steckdosen)
- zwischen fremden leitfähigen Teilen (Rohrsysteme) und Haupterdungsschiene (Abb. 4)
- zwischen den Anlagenerdern  $R_A$  und dem Schutzpotenzialausgleich (z. B. Telekommunikationsanlage)

Die Messwerte in Stromkreisen mit geringen Leiterquerschnitten ( $q \leq 2,5 \text{ mm}^2$ ) liegen zwischen  $0,3 \Omega$  und  $1 \Omega$  und bei Leitern mit größeren Querschnitten nur im Bereich weniger Zehntel  $\Omega$ .



4: Beispiel einer Niederohmmessung

#### AUFGABEN

1. Zwischen welchen Messpunkten muss eine Niederohmmessung durchgeführt werden?
2. Welche Besichtigungen müssen im Rahmen der Niederohmmessung unbedingt erfolgen? Begründen Sie die Notwendigkeit dieser Besichtigungen.

- Die Besichtigung erfolgt vor der Erprobung und Messung.

- Bei der Niederohmmessung werden der niederohmhige Durchgang aller Schutzleiter, Schutzpotenzialausgleichsleiter sowie der Erder überprüft.

## UNITEST

### Funktionen

- Messung der Schleifenimpedanz und Kurzschlussstromstärke
- Messung des Netzzinnenwiderstandes
- Drehfeldmessung
- RCD/FI-Messungen (Berührungsspannung, Auslösezeit, Auslösestromstärke)
- RCD/FI-Analyse zur Prüfung aller Parameter eines RCD/FI
- Niederohmmessung
- Isolationsmessung bis 1000 V, auch für 690 V-Industrienetze geeignet
- Erdungsmessung
- Spannungs- und Frequenzmessung

### Geräteinformationen

- Speicher für ca. 800 Messungen mit Zuordnung zu Stromkreis und Platz in zwei Ebenen
- Serienmäßig eingebaute RS-232-Schnittstelle zur Übertragung der Messwerte zum PC
- Software zur Protokollierung (optional) erhältlich, Protokollgestaltung gemäß ZVEH-Protokoll
- Integrierter Steckdosentest mit Berührungselektrode zur Ermittlung falsch angeschlossener Steckdosen bzw. fehlendem Schutzleiter
- Übersichtliche und einfache Funktionswahl mit einem Drehschalter
- Netzunabhängig durch Batterieversorgung

9020



Optional Software



Datenlogger



Messwert-speicher



RS 232



Drucker

### Mess- und Prüfgerät



Optional Software

UNITEST-Software ermöglicht die Auswertung und normgerechte Ausgestaltung der Messprotokolle.



Datenlogger

Datenlogger erfassen automatisch Messwerte, die aufgezeichnet werden. So kann z. B. die Netzspannung überwacht werden.



Messwert-speicher

Messwertspeicher kann Daten der durchgeführten Messungen speichern.



RS 232

Die eingebaute RS-232-Schnittstelle dient zur Übertragung der Messwerte zum PC.



Drucker

Serienmäßig eingebauter Drucker ermöglicht sofortigen Ausdruck der Messwerte.

### Textausdruck

UNITEST EXPERT-EEHA GmbH  
9020D No. U16 0441 96  
Fa. Mustermann  
Musterstr. 123  
12345 Musterstadt  
Tel.: 07601/0009-29  
Fax.: 07601/0009-19

DATUM: .....  
PRUEFER: .....  
ORT: .....  
BEMERKUNG: .....

S: 001 P: 001

Ri = .69 Ohm  
Lk = 333 A

### Technische Daten

|                                                |                                                        |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Anzeige                                        | LCD, 3½-stellig; 1999 Digits                           |
| <b>Messbereiche</b>                            |                                                        |
| Niederohmmessung                               | 0 ... 19,99 Ω                                          |
| Prüfstrom                                      | > 200 mA DC                                            |
| Isolationswiderstand                           | 0 ... 1,999/19,99/199,9 MΩ                             |
| Prüfspannung                                   | 250/500/1000 V DC                                      |
| Erdungswiderstand/Spezifischer Erdungswiderst. | 0 ... 19,99/199,9/1999 Ω                               |
| Prüfspannung                                   | ca. 40 V/125 Hz                                        |
| Messprinzip                                    | 2-, 3-, 4-polig mit Sonden                             |
| Schleifenimpedanz                              | 0,08 ... 19,99/199,9/1999 Ω                            |
| Netzzinnenwiderstand                           | 0,08 ... 19,99/199,9/1999 Ω                            |
| Kurzschlussstrom                               | 0,1 ... 2,875 kA                                       |
| Prüfstrom                                      | ca. 23 A (bei 230 V)                                   |
| RCD/FI-Bemessungsfehlerströme                  | 10/30/100/300/500/1000 mA                              |
| RCD/FI-Typen/Ströme                            | Standard, AC, DC                                       |
| <b>Erdungswiderstand</b>                       |                                                        |
| ( $R_E = U_B / I_{\Delta N}$ )                 | 0,08 ... 19,99/199,9/1999 Ω                            |
| RCD/FI-Auslösezeit                             | 0 ... 500 ms                                           |
| RCD/FI-Auslösestrom                            | 40 ... 140 % von $I_{\Delta N}$<br>(in 10 %-Schritten) |

### 2.9.5 Isolationswiderstand

Die Messung des Isolationswiderstandes [insulation resistance]  $R_{iso}$  (Abb. 2) muss in jeder elektrischen Anlage durchgeführt werden, und zwar unabhängig von der verwendeten Schutzmaßnahme. Sie dient als einzige Messung auch dem Brandschutz, da Isolationsfehler zwischen zwei Leitern leicht zu einer Erwärmung bzw. einem Brand führen können.

#### Wie wird der Isolationswiderstand gemessen?

Die Messung erfolgt mit Gleichspannung im freigeschalteten Zustand. Die Messung kann daher bereits während der Bauphase durchgeführt werden. An Schaltleitungen zu den Betriebsmitteln muss ebenso gemessen werden (z. B. in Lichtstromkreisen).

Der Isolationswiderstand muss z. B. an den Abgängen der Verteiler wie folgt gemessen werden (DIN VDE 0100-600):

- jeder Außenleiter gegen Erde
- jeder Außenleiter gegen N-Leiter
- N-Leiter gegen Erde
- Außenleiter gegeneinander

Die unteren Grenzwerte für  $R_{iso}$  in unterschiedlichen Stromkreisen sind in Abb. 1 aufgelistet.

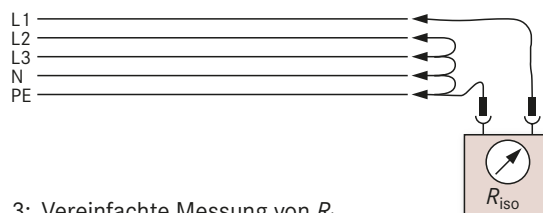
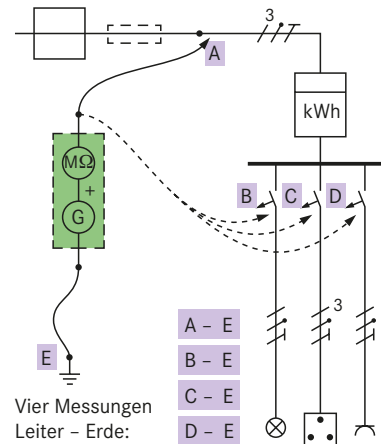
als Beispiel die Messung des Isolationswiderstandes an einem Verteilerschrank der Niederspannungshauptverteilung. Das Display zeigt bei der Messung folgende Werte an:  $R_{iso} = 15,8 \text{ M}\Omega$ ,  $U = 516 \text{ V DC}$ . Der gemessene Widerstand liegt somit weit über dem geforderten Mindestwert von  $1 \text{ M}\Omega$  für Stromkreise mit einer Spannung  $U_0 \leq 500 \text{ V}$ . Die Messspannung ist mit  $516 \text{ V DC}$  ausreichend groß.

Der Messwert wird durch den Einfluss von Feuchtigkeit (z. B. Anlagen im Freien, große Temperaturunterschiede) stark beeinflusst. Er kann dabei unter den geforderten Grenzwert sinken.

Durch eine vereinfachte Messung (Abb. 3) lässt sich die Anzahl der Messvorgänge erheblich reduzieren. Über einen **Messadapter** [measuring adapter] werden mehrere Leiter miteinander verbunden und somit  $R_{iso}$  gleichzeitig gemessen.

| Art des Stromkreises                                                                                       | Messgleichspannung DC | $R_{iso}$                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| SELV und PELV                                                                                              | $U = 250 \text{ V}$   | $\geq 0,5 \text{ M}\Omega$ |
| Netzspannung $U_0 \leq 500 \text{ V}$ , z. B. in elektrischen Anlagen mit trockenen und feuchten Bereichen | $U = 500 \text{ V}$   | $\geq 1 \text{ M}\Omega$   |
| Netzspannung $U_0 > 500 \text{ V}$ , z. B. in Anlagen mit elektrischen Maschinen                           | $U = 1000 \text{ V}$  | $\geq 1 \text{ M}\Omega$   |

1: Grenzwerte für den Isolationswiderstand



3: Vereinfachte Messung von  $R_{iso}$

#### AUFGABE

1. Beschreiben Sie die Schritte zur Messung des Isolationswiderstandes an den Verbrauchern in einer Unterverteilung.

- Der Isolationswiderstand wird in jeder Anlage unabhängig von der Schutzmaßnahme gemessen.
- Der Isolationswiderstand wird bei abgeschalteter Anlage zwischen allen aktiven Leitern und der Erde gemessen.