

# Grundlegende Installationsprüfung

## Anwendungsbericht

Die wachsende Bedeutung der öffentlichen Sicherheit und die zunehmende Komplexität moderner ortsfester elektrischer Anlagen an privaten, kommerziellen und industriellen Standorten führen zu einer noch höheren Verantwortung der Elektriker und Elektroinstallateure, denen es obliegt, die Konformität mit den heutigen, strengen internationalen Normen zu überprüfen.

Die Verwendung geeigneter Prüf- und Messgeräte für die von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) und vom Europäischen Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) vorgeschriebenen strengen Prüfungen ist daher von großer Wichtigkeit.



In der IEC 60364 und in den entsprechenden einzelstaatlichen europaweit veröffentlichten Normen (siehe Tabelle 1) sind die Anforderungen an ortsfeste elektrische Anlagen in Gebäuden festgelegt. In Abschnitt 6.61 dieser Norm werden die Anforderungen für die Prüfung der Übereinstimmung elektrischer Anlagen mit der IEC 60364 beschrieben.

Tabelle 1

### Europäische Äquivalente der IEC 60364 (6.61)

Belgien	A.R.E.I. / R.G.I.E.
Dänemark	Stærkstrømbekendtgørelsen 6
Deutschland	DIN VDE 0100
Finnland	SFS 6000
Frankreich	NF C 15-100
Großbritannien	BS 7671 / 16th Edition IEE Wiring Regulations
Italien	CEI 64-8
Niederlande	NEN 1010
Norwegen	NEK 400
Österreich	ÖVE/ÖNORM E8001
Portugal	HD 384
Schweden	SS 4364661 / ELSÄK-FS 1999:5
Schweiz	NIN / SN SEV 1000
Spanien	UNE 20460

### Die grundlegenden Anforderungen der IEC 60364.6.61

Für elektrische Anlagen zuständige Elektriker und Elektroinstallationsunternehmen sind möglicherweise bereits mit der IEC 60364.6.61 bzw. mit den entsprechenden einzelstaatlichen Normen vertraut. Diese Norm besagt, dass die Prüfung elektrischer Anlagen in der folgenden Reihenfolge auszuführen ist:

1. Sichtprüfung
2. Folgende Prüfungen:
  - Durchgang der Schutzleiter
  - Isolationswiderstand
  - Schutz durch Trennung der Stromkreise
  - Boden- und Wandwiderstand
  - automatisches Abschalten der Versorgung
  - Polarität
  - Funktionelle Betriebseigenschaften

Darüber hinaus werden die folgenden Prüfungen in Erwägung gezogen:

- Test der elektrischen Spannungsfestigkeit
- Spannungsabfall

Zur Prüfung der o. g. Schutzmaßnahmen verweist die IEC 60364.6.61 auf die IEC/EN 61557.



### Die grundlegenden Anforderungen der IEC/EN 61557

Die Europäische Norm EN 61557 regelt die Anforderungen an Prüf- und Messgeräte, die beim Prüfen elektrischer Anlagen zur Anwendung kommen. Die Norm enthält allgemeine Anforderungen an Prüfgeräte (Teil 1), spezifische Anforderungen an kombinierte Messgeräte (Teil 10) sowie spezifische Anforderungen an die Ausführung von Messungen und Prüfungen:

1. Isolationswiderstand (Teil 2)
2. Schleifenimpedanz (Teil 3)
3. Widerstand des Erdungsanschlusses (Teil 4)
4. Erdungswiderstand (Teil 5)
5. Funktion der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung in TT- und TN-Systemen (Teil 6)
6. Drehfeldrichtung (Teil 7)
7. Isolationsüberwachungsgeräte für IT-Systeme (Teil 8)

Die Multifunktions-Installationstester der Serie Fluke 1650 sind Messgeräte im Sinne von Teil 10 der EN 61557, und drei Modelle dieser Serie entsprechen den einschlägigen Teilen dieser Norm. Die Geräte wurden zur sicheren und effizienten Ausführung der in der IEC 60364.6.61 und in den daraus abgeleiteten jeweiligen staatlichen Normen und Vorschriften vorgeschriebenen Tests entwickelt. Die Geräte sind robust aber dennoch leicht und bieten aufgrund ihrer einzigartigen ergonomischen Form und ihres Trageriemens einen hohen Komfort bei der Anwendung vor Ort.

### Prüfen elektrischer Anlagen

Zunächst ist eine Sichtprüfung vorzunehmen, um festzustellen, ob fest verdrahtete elektrische Anlagen den Sicherheitsvorschriften entsprechen und keine sichtbaren Beschädigungen aufweisen, und ob Brandschutzvorrichtungen sowie Geräte und Einrichtungen für Schutz, Kontrolle, Isolation und Schaltung einschließlich der relevanten Dokumente vollständig vorhanden sind. Nach der Sichtprüfung kann die eigentliche elektrische Prüfung beginnen. Bitte beachten Sie, dass die hier beschriebenen Prüfverfahren in der IEC 60364.6.61 als Referenzverfahren aufgeführt sind. Andere Verfahren sind nicht ausgeschlossen, sofern sie gleichwertige Ergebnisse bieten. Für die Prüfung elektrischer Anlagen muss ein Elektriker oder Elektroinstallateur gemäß IEC 60364.6.61 über die entsprechende Ausbildung und Erfahrung verfügen, Sicherheitskleidung tragen und die richtigen Mess- und Prüfinstrumente verwenden. Voraussetzung für die Ausführung von Prüfungen sind entsprechende Sicherheitsvorkehrungen zur Vermeidung von Verletzungen und Sachschäden sowie zur Vermeidung einer Gefährdung Unbeteiligter.

### Durchgangsprüfung

Die Durchgangsprüfung von Schutzleitern erfolgt in der Regel mithilfe eines Instruments, das in der Lage ist, eine Leerlaufspannung im Bereich 4 bis 24 V (DC oder AC) bei einem Mindeststrom von 0,2 A zu erzeugen. Üblicherweise wird bei der Durchgangsprüfung der Widerstand der Schutzleiter gemessen, wobei zuerst der Durchgang

aller Schutzleiter in der Anlage und anschließend die Haupt- und die Zusatzpotenzialausgleichsleiter geprüft werden. Alle Schaltkreisleiter im Endstromkreis werden ebenfalls geprüft. Da bei Durchgangsprüfungen sehr niedrige Widerstände gemessen werden, muss der Widerstand der Messleitungen kompensiert werden. Die Modellreihe 1650 verfügt über die zeitsparende Funktion zum automatischen Nullabgleich, bei der einfach die Messleitungen verbunden werden und die Nulltaste gedrückt wird; dadurch wird der Widerstand der Messleitungen gemessen und gespeichert, auch wenn das Messgerät ausgeschaltet ist.

### Isolationswiderstand elektrischer Anlagen

Eine einwandfreie Isolation ist maßgeblich für die Vermeidung von Stromschlägen. In der Regel wird die Isolation zwischen den stromführenden Leitern und zwischen jedem stromführenden Leiter und Erde gemessen. Zur Messung des Isolationswiderstands zwischen stromführenden Leitern und Erde ist die gesamte elektrische Anlage auszuschalten, alle Lampen sind zu entfernen und alle angeschlossenen Geräte zu trennen. Sicherungen müssen eingebaut bleiben, Leistungsschalter und Endstromkreisschalter müssen geschlossen sein.

Messungen werden mit Gleichstrom mithilfe eines Mess- und Prüfgeräts durchgeführt, das je nach Nennspannung des Stromkreises Prüfspannungen von 1000, 500 oder 250 V liefern kann. Bei Systemen mit einphasiger Speisung wird die Isolationsprüfung normalerweise mit einer Prüfspannung von 500 V durchgeführt. Vor dem Prüfen müssen Geräte abgetrennt und Maßnahmen getroffen werden, um zu verhindern, dass die Prüfspannung spannungsempfindliche Geräte wie Dimmer, Verzögerungsschalter und elektronische Starter für Leuchtstofflampen beschädigt.

Die Geräte der Serie 1650 erzeugen die erforderlichen Prüfspannungen (wählbar) und, einzigartig für Installationstester dieser Art, bieten die Modelle 1653 und 1654 auch Prüfspannungen von 50 und 100 V, wie sie zum Prüfen von Telekommunikationsanlagen erforderlich sind. Zur Verbesserung der Sicherheit enthalten die Installationstester der Serie 1650 eine Spannungsanzeige, um den Benutzer zu warnen, wenn noch Spannung anliegt. Wenn Spannung anliegt, wird die Prüfung automatisch gesperrt. Beim Messen zeigt die Doppelanzeige sowohl den Isolationswiderstand als auch die angelegte Prüfspannung an.

Gemäß IEC 60364.6.61 sollten die Widerstandswerte bei einer Prüfspannung von 1000 V über 1 M $\Omega$  liegen, bei 500 V über 0,5 M $\Omega$  und bei 250 V über 0,25 M $\Omega$ .

### Schutz durch Trennung der Stromkreise

Die Trennung stromführender Teile von anderen Stromkreisen und von Erde sollte durch eine Messung des Isolationswiderstands überprüft werden. Die erhaltenen Widerstandswerte sollten mit den zuvor genannten Werten übereinstimmen, wobei soweit möglich alle Geräte angeschlossen sein müssen.

### Boden- und Wandwiderstand

Sofern zutreffend, sollten mindestens drei Boden- und Wandwiderstandsmessungen pro Ort durchgeführt werden, eine in einem Abstand von etwa 1 Meter von allen zugänglichen fremden leitfähigen Teilen an diesem Ort, die anderen beiden Messungen in einem größeren Abstand. Diese Messreihe wird für jede relevante Oberfläche des Orts wiederholt.

Die Isolationsmessfunktion der Serie 1650 mit einer Leerlaufspannung von 500 V (oder 1000 V, wenn die Nennspannung der Anlage 500 V übersteigt) wird als Gleichspannungsquelle verwendet. Der Widerstand wird zwischen einer Prüfelektrode (wie z. B. einer 250 mm<sup>2</sup> großen Metallplatte mit einem 270 mm<sup>2</sup> großen feuchten, wasserabsorbierenden Stück Papier, von dem alles überschüssige Wasser entfernt wurde) und einem Schutzleiter der Anlage gemessen.

### Überprüfung des Schutzes durch automatisches Abschalten der Versorgung

Die Überprüfung der Effektivität der Schutzmaßnahmen gegen indirekten Kontakt durch automatisches Abschalten der Versorgung ist abhängig vom Systemtyp. Sie erfolgt gemäß folgender Übersicht:

- **Für TN-Systeme:** Messung des Fehlers der Schleifenimpedanz und Überprüfung der Eigenschaften der zugehörigen Schutzvorrichtung, d. h. Sichtprüfung der Nennstromeinstellung für Leistungsschalter, der Stromauslegungswerte für Sicherungen und Prüfung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs).
- **Für TT-Systeme:** Messung des Erdleiterwiderstands für offen liegende leitende Teile der Anlage und Überprüfung der Eigenschaften der zugehörigen Schutzvorrichtungen (d. h. Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen durch Sichtprüfung und Messung).
- **Für IT-Systeme:** Berechnung oder Messung des Fehlerstroms.

### Messung des Erdleiterwiderstands

Die Messung des Erdleiterwiderstands erfolgt durch eine geeignete Methode, z. B. mit Hilfe von zwei Hilfserdelektroden (sog. Erdspießen). Diese Elektroden sind als Zubehörsatz für die Verwendung mit den Modellen 1653 und 1654 erhältlich. Vor dem Prüfen muss der Erdungsstab von der Haupterdungsklemme der Anlage getrennt werden. Daraufhin ist die Anlage folglich nicht mehr geerdet und muss vor dem Prüfen vollständig spannungsfrei geschaltet werden. Die Messung des Erdungswiderstands darf nicht in einem stromführenden System ausgeführt werden.

Eine Hilfelektrode wird in einer festgelegten Entfernung von der Erdungselektrode platziert, die andere bei 62 % des Abstands zwischen diesen beiden in einer geraden Linie. Der Test misst den Erdungswiderstand und stellt auch die Spannung zwischen den beiden Hilfelektroden fest. Wenn diese 10 V übersteigt, wird der Test verhindert.

### Messung des Fehlers der Schleifenimpedanz

Die Messung des Fehlers der Schleifenimpedanz wird bei der gleichen Frequenz wie die Nennfrequenz des Stromkreises (50 Hz) ausgeführt. Bei der Erdschleifenimpedanzprüfung wird der Widerstand des Pfades gemessen, den ein Fehlerstrom zwischen Leiter und Schutzerde nehmen würde; dieser muss niedrig genug sein, um einen ausreichenden Stromfluss zu ermöglichen, damit Schutzvorrichtungen wie Leistungsschalter ausgelöst werden können. Darüber hinaus verfügt das Modell 1654 über eine mΩ-Auflösung für die Messung kurzer Erdungsschleifen in geringem Abstand zu einem Spannungstransformator. Mit den Instrumenten der Serie 1650 werden diese Tests mithilfe von drei separaten Messleitungen oder der Leitung mit einem Netzstecker ausgeführt. Dabei wird der unbeeinflusste Fehlerstrom (PFC) gemessen und in der unteren Hälfte des Displays angezeigt. Die Bestimmung des PFC ist wichtig, um sicherzustellen, dass die Kapazität der Sicherungen und Überstrom-Leistungsschalter nicht überschritten wird. Mit den Installationstestern der Serie 1650 kann auch der Erdungswiderstandsanteil des gesamten Schleifenwiderstands und die Leitungsimpedanz (Quellenimpedanz zwischen Leiter und Erde oder Impedanz zwischen Leitern in Dreiphasensystemen) gemessen sowie der unbeeinflusste Kurzschlussstrom (PSC) berechnet werden, der im Falle eines Kurzschlusses zwischen einer Leitung und Erde fließen würde.

Die Messung der Schleifenimpedanz kann Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) im getesteten Schaltkreis auslösen und dadurch weitere Messungen verhindern. Um das zu vermeiden, nutzt das Modell Fluke 1650 innovative und patentierte Technologie. Dadurch werden die Ergebnisse konsistenter und wiederholbar.

### Überprüfung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) werden oft als zusätzlicher Schutz eingebaut, um Ströme zur Erde festzustellen, die zu klein sind, um Überstrom-Schutzvorrichtungen auszulösen oder Sicherungen durchbrennen zu lassen, aber immer noch groß genug, um einen gefährlichen elektrischen Schlag zu verursachen oder genug Hitze zu erzeugen, um ein Feuer zu verursachen. Ein grundlegender Test der Funktion von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) ist das Bestimmen der Auslösezeit (in Millisekunden) durch das Einführen eines Fehlerstroms in den Stromkreis.

Die Multifunktions-Installationstester der Serie 1650 führen auch einen vorgeschalteten Test aus, um zu bestimmen, ob der tatsächliche Test eine Fehlerspannung über dem Sicherheitsgrenzwert von 25 oder 50 V verursacht. Zur manuellen Messung der Auslösezeit werden mithilfe der Menüschaltflächen der Typ und der Nenn-Auslösestrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, ein Teststrommultiplikator und die Phaseinstellung des Teststroms ausgewählt. Da einige Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in einer Halbwelle empfindlicher reagieren als in der anderen, wird der Test sowohl für 0°- als auch für 180°-Phaseinstellungen durchgeführt. Die längste Auslösezeit wird gespeichert.

Um Prüfungen zu vereinfachen, haben die Modelle 1652, 1653 und 1654 einen automatischen Modus zur Messung von Auslösezeiten, bei dem automatisch sechs Tests nacheinander ausgeführt werden. Das bedeutet, dass der Messtechniker nicht immer wieder zum Installationstester zurückkehren muss, nachdem er eine ausgelöste Fehlerstrom-Schutzeinrichtung zurückgesetzt hat. Das Gerät erkennt, wenn die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) zurückgesetzt wurde, und leitet den nächsten Test der Sequenz ein. Die Ergebnisse werden in einem flüchtigen Speicher abgelegt und können mit Hilfe der Pfeiltasten abgerufen werden. Die Modelle 1653 und 1654 verfügen ebenfalls über einen internen Speicher, in dem die Messergebnisse für einen späteren Wiederabruf gespeichert werden können. Mit den Modellen 1652, 1653 und 1654 kann auch der Auslösestrom gemessen werden, indem der angelegte Strom langsam gesteigert wird, bis die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung auslöst (das bezeichnet man im Allgemeinen als Rampentest).

#### **Polaritätstest**

Wenn regionale Bestimmungen die Installation von einpoligen Lastschaltern im Neutralleiter verbieten, muss ein Polaritätstest durchgeführt werden, um sicherzugehen, dass all diese Schalter nur in der Phase installiert wurden. Eine falsche Polarität führt dazu, dass ein Teil der Anlage an einen stromführenden Leiter angeschlossen bleibt, selbst wenn der einpolige Lastschalter ausgeschaltet ist oder eine Überstrom-Schutzeinrichtung ausgelöst hat. Die Polaritätsprüfung der Multifunktions-Installationstester der Serie 1650 nutzt den Durchgangsprüfungsmodus.

#### **Funktionsprüfung**

Alle Baugruppen wie zum Beispiel Schalt- und Steuergeräte-Kombinationen, Antriebe, Steuerungen und Verriegelungen, sollten auf ihre Funktion überprüft werden, um zu zeigen, dass sie gemäß den entsprechenden Anforderungen der Norm ordnungsgemäß befestigt, eingestellt und installiert sind. Schutzvorrichtungen müssen auf ihre Funktion überprüft werden, um festzustellen, ob sie ordnungsgemäß installiert und eingestellt sind.

#### **Die der Multifunktions-Installationstester der Serie 1650**

Die der Multifunktions-Installationstester der Serie 1650 messen bis zu 500 V Wechselspannung und zeigen gleichzeitig Leiterspannung (Hauptanzeige) und Frequenz (zweite Anzeige) an. Sie können einfach für Messungen eingerichtet werden: Mit einer deutlich markierten Drehknopfeneinstellung für den Bereich und einer

einfachen Benutzeroberfläche mit klaren Menüs zum Einstellen der Testbedingungen. Auch der große Betrachtungswinkel des Displays trägt zur Bedienungsfreundlichkeit bei. Die Bedienfeldkennzeichnung ist in fünf Sprachen erhältlich (Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch) und weist allgemein anerkannte grafische Symbole auf.

Es stehen vier Modelle zur Auswahl: Das Modell 1651 führt alle grundlegenden Installationstests durch, das Modell 1652 verfügt zusätzlich über Funktionen zum Testen von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, und das Modell 1653 bietet auch Messungen von Isolationswiderstand und Erdungswiderstand bei Niederspannung und einen Drehfeldrichtungsanzeiger für Dreiphasensysteme. Darüber hinaus verfügt Modell 1653 über einen internen Speicher für bis zu 444 Messungen. Die Modelle 1653 und 1654 verfügen über eine PC-Schnittstelle, die zusätzliche Möglichkeiten für Dokumentation und Berichterstellung bietet. Dadurch wird (in Verbindung mit der optionalen Software FlukeView™ Forms oder einer Software der DMS-Serie) das Erstellen von Berichten, die die gesetzlichen Anforderungen für dokumentierte Ergebnisse erfüllen, vereinfacht. Das Modell 1654 bietet darüber hinaus eine Erdschleifenimpedanzprüfung in mΩ-Auflösung, Tests für gleichstromempfindliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (Typ B) und einen Speicher für 1500 Messergebnisse. Alle Modelle bieten ein spezielles Design der Tastköpfe mit einem integrierten Messknopf, der einhändige Messungen an schwer zu erreichenden Messpunkten vereinfacht und dadurch die Sicherheit steigert, indem er das Risiko verringert, versehentlich einen stromführenden Leiter zu berühren. Zusätzlich zu diesem intelligenten Tastkopf werden ein vollständiger Satz Messleitungen plus Krokodilklemmen, eine robuste Tragetasche, ein Trageriemen und eine geeignete Standard-Netzanschlussleitung mitgeliefert. Eine Anleitungskarte und ein Benutzerhandbuch auf CD-ROM sind enthalten. Die Modelle 1653 und 1654 sind außerdem mit einem IR-Schnittstellenadapter zum Anschluss an einen PC ausgestattet.

#### **Achtung!**

**Dieser Anwendungsbericht soll die anerkannten Normen IEC 60364 (und ihre einzelstaatlichen Äquivalente) nicht ersetzen oder ablösen, sondern lediglich einen Überblick über die allgemeinen Anforderungen geben.**

**Bitte beachten Sie, dass nicht alle Tests aufgeführt sind.**

**Lesen Sie im Zweifelsfall immer in der entsprechenden Normenveröffentlichung nach.**

**Fluke. Damit Ihre Welt intakt bleibt.**

© Copyright 2014, Fluke Corporation. Alle Rechte vorbehalten.  
Änderungen ohne Ankündigung vorbehalten. Literaturnummer  
(Pub\_ID): 10641-ger.

In den Engematten 14  
79286 Glottertal  
Telefon: (069) 2 22 22 02 00  
Telefax: (069) 2 22 22 02 01  
E-Mail: info@de.fluke.nl  
Web: www.fluke.de

**Beratung zu Produkteigenschaften  
und Spezifikationen:**  
Tel: (07684) 8 00 95 45  
Beratung zu Anwendungen, Software  
und Normen: Tel: 0900 1 35 85 33  
(€ 0,99 pro Minute aus dem  
deutschen Festnetz, zzgl. MwSt.,  
Mobilfunkgebühren können abweichen)  
E-Mail: hotline@fluke.com

**Fluke Vertriebsgesellschaft m.b.H.**  
Liebermannstraße F01  
A-2345 Brunn am Gebirge  
Telefon: (01) 928 95 00  
Telefax: (01) 928 95 01  
E-Mail: info@as.fluke.nl  
Web: www.fluke.at

**Fluke (Switzerland) GmbH**  
Industrial Division  
Hardstrasse 20  
CH-8303 Bassersdorf  
Telefon: 044 580 75 00  
Telefax: 044 580 75 01  
E-Mail: info@ch.fluke.nl  
Web: www.fluke.ch