

Multifunktionsmessgerät oder mehrere Einzelgeräte?

Diese Frage lässt sich nur auf den speziellen Einzelfall bezogen beantworten. Hierbei sind insbesondere neben den rein technischen Gesichtspunkten auch die persönlichen Aspekte der prüfenden Person zu berücksichtigen.

Bei den vielfach angebotenen Multifunktionsmessgeräten ist zu prüfen, welche Messungen mit dem Gerät durchgeführt werden können und ob das angebotene Gerät den universellen Anspruch wirklich erfüllt. Auf der Basis der erforderlichen Messaufgaben und der spezifischen Prioritäten lässt sich das Angebot in aller Regel auf einige wenige Geräte eingrenzen.

In einem Versorgungsgebiet, in dem ausschließlich oder zumindest nahezu ausschließlich das TN-System zur Anwendung kommt, wird zwangsläufig besonderer Wert auf die Ermittlung der Schleifenimpedanz bzw. des Kurzschlussstroms gelegt.

Umgekehrt verhält es sich in einem Versorgungsgebiet, in dem vorwiegend das TT-System betrieben wird. Die Messung der Fehlerschleifenimpedanz und die Prüfung der Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) kann mit multifunktionalen Messgeräten besonders einfach und rationell durchgeführt werden.

Da sowohl in TN-Systemen als auch in TT-Systemen Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) eingesetzt werden, sollte ein Multifunktionsmessgerät auf jeden Fall immer die Prüfmöglichkeit von Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) von unterschiedlichen Typen (z. B. Typ A und Typ B) möglich sein.

Einzelmessgeräte

Einzelmessgeräte sind in aller Regel einfacher zu bedienen als Universalmessgeräte, bei denen die verschiedenen Messaufgaben zusätzliche Umschalter und Bedienungselemente erforderlich machen. Multifunktionsmessgeräte wiederum sind wesentlich kompakter als mehrere Einzelmessgeräte und in der Summe meist auch preiswerter als gleichwertige Einzelmessgeräte, mit denen die gleichen Messaufgaben wahrgenommen werden können. Weiterhin können Multifunktionsmessgeräte Zusatzfunktionen bieten, die es als Einzelgeräte nicht gibt.

Die Entscheidung für mehrere Einzelmessgeräte oder ein Multifunktionsmessgerät wird wesentlich durch die Struktur des jeweiligen Betriebs abhängig. Auch die Anzahl der Mitarbeiter und welcher Personenkreis auf die Messgeräte zurückgreifen muss, ist entscheidend.

Bedienung von Messgeräten

Messgeräte sollten schon nach kurzer Zeit der Einarbeitung ohne Bedienungsanleitung benutzt werden können. Häufig geht die Gebrauchsanleitung im Laufe der Zeit verloren, oder sie liegt „irgendwo“ in der Werkstatt, d. h. sie steht bei der Messung

in der Anlage vor Ort nicht zur Verfügung. Schon aus diesem pragmatischen Grund sollten Messgeräte so einfach zu bedienen sein, dass Messungen auch ohne Anleitung durchgeführt werden können. Der Aufbau von Messgeräten sollte so konzipiert sein, dass das Gerät den Prüfenden geradezu zum Messen ermuntert. Messungen sollen nicht nur möglich sein; sie sollen auch einfach, sicher und ohne langwierige Überlegungen und Recherchen in den Bedienungsanleitungen durchgeführt werden können.

Nicht zu kompliziert

Messgeräte zur Prüfung der Schutzmaßnahmen müssen für den Anwender konzipiert und gebaut sein, d. h. für Praktiker, die nicht über tiefgehende und sehr spezielle Kenntnisse der eigentlichen Messtechnik verfügen. Leider werden am Markt auch Messgeräte angeboten, die durch ihre unnötige Komplexität geradezu eine Abneigung gegen das Messen auslösen.

Als vorteilhaft haben sich Geräte erwiesen, die nur mit einer Hand bedient werden können und solche, die während des Messvorgangs um den Hals gehängt werden können. Sie erleichtern das Messen, da das Ablegen der Messgeräte während der Prüfung nicht immer problemlos möglich ist.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Messgeräte im Display eine Bedienführung und eine Bedienungsanleitung, z. B. als Schaltbild anzeigen. Das Display sollte zur leichteren Ablesbarkeit schwenkbar ausgeführt sein, sodass der Blickwinkel verändert werden kann. Darüber hinaus gibt es Prüfspitzen mit integrierter Beleuchtungseinrichtung.

Wie lässt sich das Messgerät ablesen?

Messgeräte haben in der Regel für die Anzeige von Messwerten eine digitale Anzeige. Bei Anzeigen wie Drehfeld oder Netzanalysator werden analoge Informationen angezeigt. Durch mehrstellige Messwertanzeigen wird die Genauigkeit häufig überschätzt. Eine Messwertspeicherung bietet Vorteile, da einige Messwerte nur über eine so kurze Zeit angezeigt werden, dass eine genaue Ablesung kaum möglich ist.

Wie robust ist das Messgerät?

Messgeräte zur Prüfung von Schutzmaßnahmen, Isolationswiderstandsmessgeräte usw. werden üblicherweise sehr rauen Umgebungsbedingungen ausgesetzt. Nicht selten werden Messgeräte in Werkzeugkisten aufbewahrt oder liegen schutzlos in Betriebsfahrzeugen. An so beanspruchte Geräte, die üblicherweise auf Baustellen eingesetzt werden, sind höhere Anforderungen hinsichtlich einer robusten Bauweise zu stellen als an Messgeräte in Labors oder Werkstätten. Einen unbeabsichtigten Stoß, ggf. auch Fall, muss das Gerät – ohne Schaden zu nehmen – überstehen.

Automatische Protokollierung

Zum Dokumentieren der Messwerte kann es von Vorteil sein, wenn Messgeräte mit eingebautem oder aufsteckbarem Drucker verwendet werden. Insbesondere wenn in größeren Installationen viele Messungen durchzuführen sind, kann dies Zeit und damit Prüfkosten sparen helfen.

Kalibrierung von Messgeräten

Im Rahmen vorgegebener Toleranzen muss sich die prüfende Person auf „seine“ Messgeräte verlassen können; die Anzeige falscher Werte muss ausgeschlossen sein. Dennoch kann sich bei jedem Messgerät – auch beim besten und teuersten – im Laufe der Zeit die Messgenauigkeit vermindern, zumal die Geräte häufig rauen Umgebungseinflüssen unterliegen. Die Änderung kann beispielsweise dadurch eintreten, wenn z. B. Widerstände oder Umschaltkontakte durch Oxidation einen geänderten Wert anzeigen.

Es empfiehlt sich, Messgeräte regelmäßig kalibrieren zu lassen. Bei einer solchen Kalibrierung wird die Gültigkeit der Messergebnisse z. B. von einem Kalibrierlabor anhand von Messnormalen überprüft, die ebenfalls bezüglich einer noch höheren Genauigkeit kalibriert sind, sodass letztlich die Rückführbarkeit auf ein Urnormal sichergestellt ist.

Kalibrierung = Qualitätsmanagement

Eine solche Kalibrierung ist für Firmen, die nach DIN EN ISO 9001 [119] zertifiziert sind, vor dem ersten Gebrauch der Messgeräte und danach wiederkehrend in regelmäßigen Abständen verbindlich durch die Norm vorgeschrieben. Wegen der Bedeutung des Nachweises, dass die sicherheitstechnisch wichtigen Anforderungen der DIN VDE 0100 eingehalten sind, sollte eine solche Kalibrierung der Messgeräte für die Prüfungen nach DIN VDE 0100-600 grundsätzlich durchgeführt werden. Die Kalibrierfristen lassen sich je nach Empfindlichkeit und Handhabung des Geräts, Häufigkeit des Gebrauchs, Umgebungsbedingungen und Erfahrungswerten individuell festlegen.

Referenzmessungen

Darüber hinaus können Messgeräte in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Zu diesem Zweck können in der Elektrowerkstatt „Referenzmessstellen“ geschaffen werden. Das Messgerät sollte bei jeder Überprüfung den gleichen Messwert anzeigen. Sind mehrere Messgeräte für die gleiche Messaufgabe vorhanden, sollten die gleichen Messungen mit allen Messgeräten durchgeführt werden. Ein Vergleich der Messergebnisse lässt etwaige Mängel erkennen. Werden bei der Überprüfung oder Kalibrierung Fehler festgestellt, empfiehlt es sich, das Messgerät vom Hersteller

justieren oder reparieren zu lassen. Es sollte aber auch überlegt werden, welche Messungen in der Vergangenheit mit diesem Gerät durchgeführt wurden und welche Auswirkungen evtl. falsche Messwerte auf die Sicherheit der elektrischen Anlage haben können. Gegebenenfalls müssen Prüfungen wiederholt werden.

Batterien warten

Insbesondere Messgeräte mit Batterien bedürfen einer Wartung. Die Wartungsintervalle sind in den Gebrauchsanweisungen der einzelnen Geräte angegeben. Wird ein batteriebetriebenes Gerät über eine längere Zeit nicht benutzt, sollten die Batterien dem Messgerät entnommen werden, da sie andernfalls auslaufen und das Gerät beschädigen könnten. Wieder aufladbare Batterien müssen in der Regel einer regelmäßigen Aufladung unterzogen werden.

3.2 Messen der Durchgängigkeit von Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter (Abschnitt 6.4.3.2)

Eigentlich müsste die Überschrift von Abschnitt 6.4.3.2 der Norm statt „Durchgängigkeit der Leiter“ abweichend „Widerstandsmessung der Schutz- und Schutzpotentialausgleichsleiter“ heißen, denn eine niederohmige Verbindung des Schutzleitersystems zwischen der Anschlussstelle für ein elektrisches Betriebsmittel (Endstromkreis) und der Haupterdungsschiene ist ein wesentlicher Teil des Schutzes gegen elektrischen Schlag. Auch die Schutzpotentialausgleichsverbindungen zwischen leitfähigen und fremden leitfähigen Teilen untereinander oder auch mit dem Körper von elektrischen Betriebsmitteln der Schutzklasse I sind Teil des Schutzes gegen elektrischen Schlag. Eine Messung der Fehlerschleifenimpedanz kann eine Widerstandsmessung der Schutz- und Schutzpotentialausgleichsleiter entsprechend Abschnitt 6.4.3.7.3 der Norm nicht ersetzen.

Eigenschaften des Messgeräts

Für die Durchgangsprüfung von Schutzleitern und Schutzpotentialausgleichsleitern müssen Messgeräte verwendet werden, die der Norm DIN EN 61557-4 (VDE 0413-4) entsprechend.

Bei solchen Messgeräten kann mit einer Gleich- oder Wechselspannung gemessen werden. Die Leerlaufspannung darf 24 V nicht überschreiten und 4 V nicht unterschreiten. Messgeräte, die mit einer Gleichspannung messen, sollten über einen Polumschalter verfügen. Durch die Änderung der Stromflussrichtung können unterschiedliche Werte gemessen werden.

Bei digitalen Messgeräten muss die Auflösung mindestens $0,1 \Omega$ betragen.

Um einen ausreichenden Messwert zu erreichen, sollte der Messstrom mindestens $0,2 \text{ A}$ betragen.

Messergebnisse vorher abschätzen

Bei der Durchgangsprüfung von Schutzleitern und Schutzpotentialausgleichsleitern sollte das zu erwartende Messergebnis vorher abgeschätzt werden. Nur so kann der gemessene Wert auf Richtigkeit vom Prüfer auf Plausibilität geprüft werden und der gemessene Wert als ausreichend und richtig eingestuft werden. **Tabelle 3.4** enthält spezifische Widerstandswerte von Kupferleitern bei einer Temperatur von $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

Leiterquerschnitt	Spezifischer Leiterwiderstand
$1,5 \text{ mm}^2$	$12,57 \text{ m}\Omega/\text{m}$
$2,5 \text{ mm}^2$	$7,57 \text{ m}\Omega/\text{m}$
4 mm^2	$4,74 \text{ m}\Omega/\text{m}$
6 mm^2	$3,15 \text{ m}\Omega/\text{m}$
10 mm^2	$1,88 \text{ m}\Omega/\text{m}$
16 mm^2	$1,18 \text{ m}\Omega/\text{m}$
25 mm^2	$0,75 \text{ m}\Omega/\text{m}$
35 mm^2	$0,55 \text{ m}\Omega/\text{m}$
50 mm^2	$0,40 \text{ m}\Omega/\text{m}$
70 mm^2	$0,28 \text{ m}\Omega/\text{m}$
95 mm^2	$0,20 \text{ m}\Omega/\text{m}$
120 mm^2	$0,16 \text{ m}\Omega/\text{m}$
150 mm^2	$0,13 \text{ m}\Omega/\text{m}$
185 mm^2	$0,11 \text{ m}\Omega/\text{m}$

Tabelle 3.4 Widerstandswerte zur Ermittlung der erwartenden Widerstandswerte in Abhängigkeit des Querschnitts

(Quelle: DIN VDE 0100-600:2017-06, Anhang A)

Durch die Multiplikation mit der abgeschätzten Verlegelänge des errichteten Schutzleiters kann der zu erwartende Wert berechnet werden. Besteht eine Schutzleiter- oder Schutzpotentialausgleichsverbinding aus Teilabschnitten mit unterschiedlichen Querschnitten, muss jeder Teilabschnitt mit gleichem Querschnitt einzeln berechnet werden. Die Summe der Widerstandswerte der Teilabschnitte ergibt dann den zu erwartenden Gesamtwiderstand der Verbindung.

Beispiel

Verbindung Haupterdungsschiene – Stromkreisverteiler:

- Querschnitt 10 mm^2
- Leiterlänge ca. 20 m
- erwarteter Widerstand: $1,88 \text{ m}\Omega/\text{m} \cdot 20 \text{ m} = 37,6 \text{ m}\Omega$

Verbindung Stromkreisverteiler – Steckdose

- Querschnitt $1,5 \text{ mm}^2$
- Leiterlänge ca. 15 m
- erwarteter Widerstand: $12,57 \text{ m}\Omega/\text{m} \cdot 15 \text{ m} = 188,5 \text{ m}\Omega$

zu erwartender Gesamtwiderstand: $37,6 \text{ m}\Omega + 188,5 \text{ m}\Omega = \mathbf{226,1 \text{ m}\Omega}$

Anzeige am Messgerät $\rightarrow 0,2 \Omega$

Weicht das Messergebnis vom vorher abgeschätzten Wert deutlich ab, muss der betroffene Stromkreis visuell überprüft werden. Insbesondere die Anschlussstellen und Verbindungen des Schutzleiters oder Schutzpotentialausgleichsleiters sollten im Besonderen überprüft werden. Eine Schutzleiter- oder Schutzpotentialausgleichsverbindung gilt erst dann als ausreichend, wenn zwischen dem abgeschätzten und dem gemessenen Wert keine bedeutende Differenz vorliegt.

Stromversorgung abschalten

Die Prüfung der Durchgängigkeit der Schutzleiter muss immer bei ausgeschalteter Stromversorgung erfolgen. Wenn eine Komplettabstaltung der elektrischen Anlage aus betrieblichen Gründen nicht möglich ist, reicht es aus, nur die zu messenden Stromkreise für die Messung abzuschalten.

Kalibrieren der Messleitungen

Da die Durchgangsmessung als niederohmige Messung im Bereich von einigen $100 \text{ m}\Omega$ bis mehreren Ohm erfolgt, haben die Widerstände der Messleitung einen Einfluss auf die Messung. Insbesondere wenn eine lange Messleitung von z. B. 20 m für eine Verbindung mit der Haupterdungsschiene verwendet wird, siehe **Bild 3.1**.

Zur Kalibrierung müssen die am Messgerät angeschlossenen Messleitungen kurzgeschlossen werden und am Messgerät eine Kompensation der Messleitungen ausgelöst werden. Um bei der Kalibrierung Übergangswiderstände an der Kurzschlussstelle der Messleitungen weitgehend zu vermeiden, sollte eine Klemmverbindung, z. B. durch die Verwendung eines sog. „Zeroadapters“, hergestellt werden.

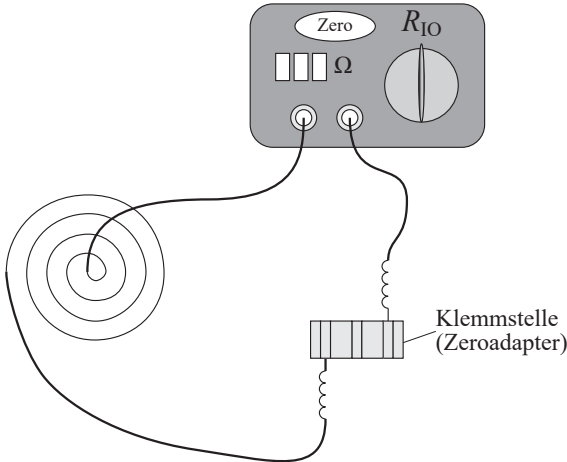


Bild 3.1 Angeschlossene kurzgeschlossene Messleitungen für die Kalibrierung

Messungen an Schutzleitern und Schutzpotentialausgleichsleitern

Wurde die Kalibrierung der Messleitungen erfolgreich abgeschlossen und liegt für jeden Endstromkreis der zu erwartende Schutzleiterwiderstand vor, kann mit der Messung begonnen werden, siehe **Bild 3.2**.

Damit kein Endstromkreis vergessen wird, sollte anhand des einpoligen Stromlaufplans der elektrischen Anlage das Messergebnis an den betroffenen Endstromkreis notiert werden. Folgende typische Stromkreise einer Wohnung/Wohnhauses sind zu messen:

- Steckdosen
- Lampenanschlussstellen
- Steckdosen im Außenbereich
- Steckdosen in Garagen
- Anschlussstelle für das Laden eines Elektrofahrzeugs
- Anschlussstellen einer Photovoltaikanlage
- fest angeschlossene elektrische Betriebsmittel, wie z. B.
 - Durchlauferhitzer
 - Brenner der Heizungsanlage
 - Elektroherd/Backofen

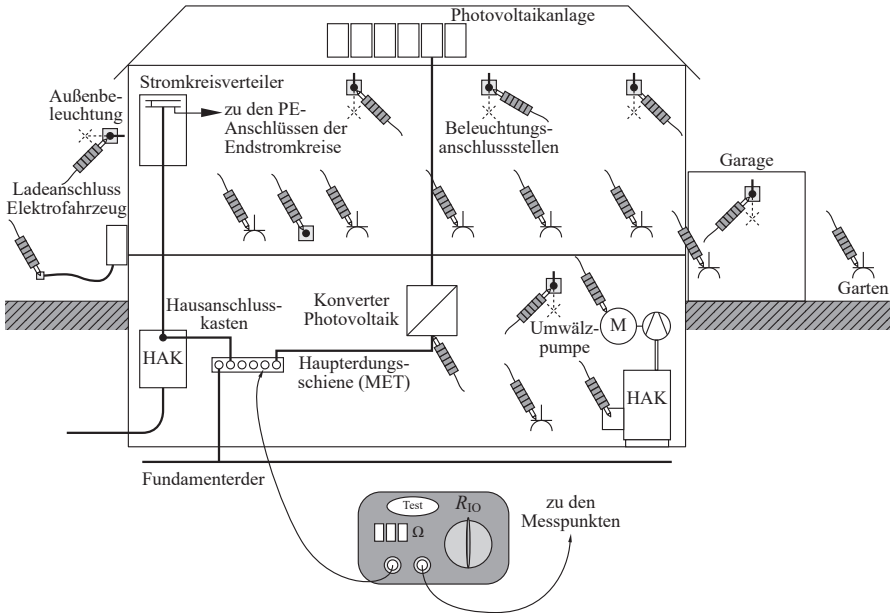


Bild 3.2 Beispiele von typischen Messpunkten für die Durchgangsprüfung in einem Wohnhaus

Stufiger Messvorgang

Vorzugsweise sollte die Messung zwischen der Haupterdungsschiene (MET = Main Earthing Terminal) und dem Schutzleiter am Ende des Endstromkreises erfolgen. Bei ausgedehnten elektrischen Anlagen, bei denen mit einer 20 m Messleitung die Haupterdungsschiene nicht mehr erreicht wird, kann auch stufenweise gemessen werden, z. B. zuerst die Verbindung von der Haupterdungsschiene bis zum Stromkreisverteiler und dann vom Stromkreisverteiler bis zum Endstromkreis. Wichtig ist, dass dann auch die Summe dieser beiden Messwerte zu bewerten ist.

Schutzpotentialausgleichsleiter

Schutzpotentialausgleichsleiter sind in Bereichen notwendig, in denen mithilfe einer Schutzeinrichtung im Fall der Gefahr eines elektrischen Schlags eine Stromquelle nicht abschalten kann, z. B. bei fremden leitfähigen Teilen, die unterschiedliche Potentiale annehmen können und gleichzeitig berührbar sind.

Ergänzende Schutzmaßnahme

An Orten mit erhöhtem Risiko, wie z. B. in feuchten und nassen Bereichen (Badezimmer, Schwimmbäder, landwirtschaftliche Betriebsstätten) ist zusätzlich zu den Schutzmaßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag mithilfe von Überstromschutzeinrichtungen und Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) ein Schutzpotentialausgleich zwischen allen fremden leitfähigen Teilen und den Körpern von elektrischen Betriebsmitteln in der Schutzklasse I herzustellen. Alle diese Verbindungen sind durch eine Durchgangsprüfung zu prüfen.

Ersatzmaßnahme

Wenn eine übergeordnete Überstromschutzeinrichtung im Kurzschlussfall nicht in der erforderlichen Zeit die Stromversorgung abschalten kann, muss ein örtlicher Schutzpotentialausgleich als Ersatzmaßnahme zum Schutz gegen elektrischen Schlag errichtet werden, der alle leitfähigen Teile die gleichzeitig berührbar sind ($\leq 2,5$ m) einschließt.

Dies ist z. B. der Fall, wenn ein Endstromkreis mit einer NH-Sicherung mit einem Bemessungsstrom von z. B. 200 A geschützt wird. Eine Sicherung mit einem solchen Bemessungsstrom kann im Regelfall bei einer Bemessungsspannung von $U_0 = 230$ V im TN-System nicht innerhalb von 0,4 s automatisch abschalten, denn hierfür ist ein Kurzschlussstrom von > 2 kA erforderlich, siehe **Bild 3.3**.

Zentraler Schutzpotentialausgleich

Bei einem zentralen Schutzpotentialausgleich sind einzelne Schutzpotentialausgleichsleiter an allen leitfähigen oder fremden leitfähigen Teilen in einem Gebäude einzeln und isoliert mit der Haupterdungsschiene (MET) verbunden.

Örtlicher Schutzpotentialausgleich

Bei einem örtlichen Schutzpotentialausgleich werden alle leitfähigen oder fremden leitfähigen Teile „vor Ort“ miteinander verbunden und zusätzlich mittels eines Schutzleiters mit einem Mindestquerschnitt von mindestens 6 mm^2 Cu mit der Haupterdungsschiene verbunden. Solche örtlichen Schutzpotentialausgleichsverbindungen sind immer dann erforderlich, wenn ein zentraler Schutzpotentialausgleich wegen zu langer Leitungen zur Haupterdungsschiene nicht ausreichend niederohmig errichtet werden kann.

Ein örtlicher Schutzpotentialausgleich in einem Badezimmer ist bei Neuanlagen immer wendiger möglich, da die leitfähigen Teile, die von außen in ein Badezimmer eingeführt werden, wie Heizungsrohre, Kalt- und Warmwasserleitung, heutzutage in

Kunststoff ausgeführt sind. Auch Badewannen und Duschtassen sind immer häufiger aus einem nicht leitfähigen Material, an dem dann auch kein Schutzpotentialausgleichsleiter angeschlossen werden kann.

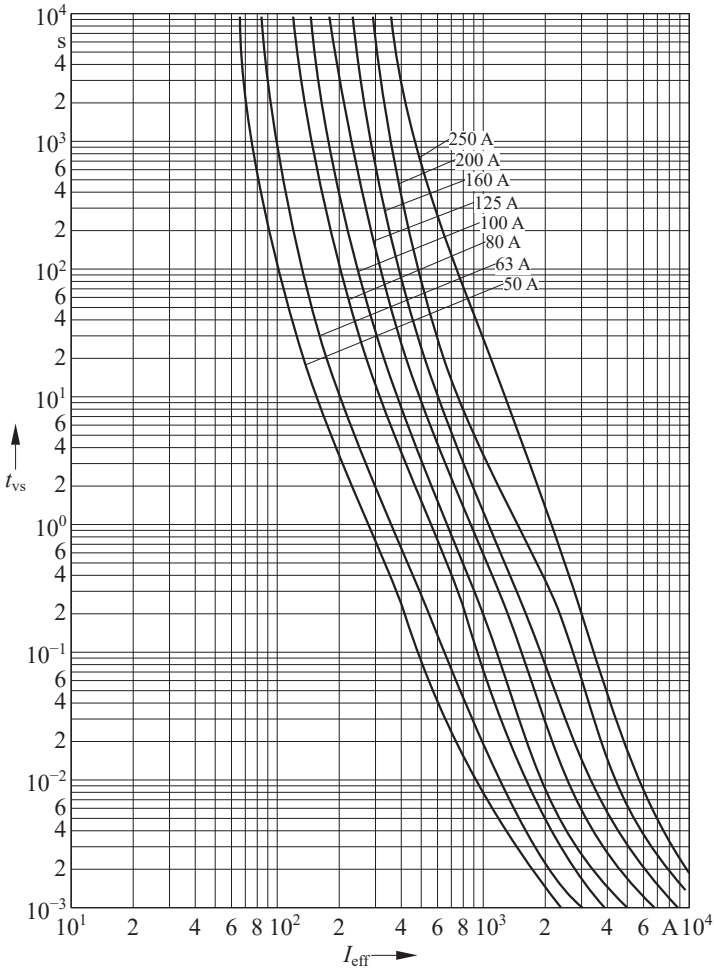


Bild 3.3 Zeit-/Strom-Kennlinie-Diagramm von NH-Sicherungen der Betriebsklasse gG (Quelle: Siemens AG)

Örtlicher Schutzpotentialausgleich in einem Hausanschlussraum

Im Hausanschlussraum (DIN 18012 [120]), der ein Raum oder eine Nische sein kann, ist in der Regel die Haupterdungsschiene mit angeschlossenem Fundamenterder angeordnet. Ein örtlicher Schutzpotentialausgleich ist hier errichtet, siehe **Bild 3.4**. Dabei werden alle die im Haus verlegten leitfähigen Teile, wie Heizungsrohre, Brauchwasserrohre und Gasleitungen (nach dem Isolierstück) an die Haupterdungsschiene angeschlossen, wenn sie aus leitfähigem Material bestehen.

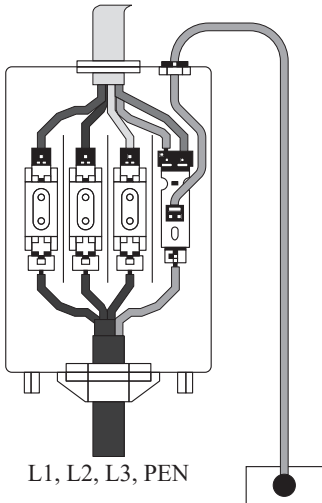


Bild 3.4 Örtlicher Schutzpotentialausgleich in einem Hausanschlussraum zwischen fremden leitfähigen Teilen und der Haupterdungsschiene
(Quelle: VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4100:2019-04, Bild D.1)

Fremde leitfähige Teile

Fremde leitfähige Teile, wie Schirme von Telefonleitungen, Breitbandnetz oder Rohre für die Wasserversorgung, die mit einem anderen Erder als dem Fundamenterder des Hauses verbunden sind, müssen mit der Haupterdungsschiene verbunden sein.

TN-C-System wird zum TN-S-System

Erfolgt die Stromversorgung als TN-C-System, wird im Hausanschlusskasten der PEN-Leiter mit dem Fundamenterder über die Haupterdungsschiene verbunden und in einen getrennt verlegten Schutzleiter und Neutralleiter aufgeteilt, siehe **Bild 3.5**. Danach dürfen diese beiden Leiter nicht mehr miteinander verbunden werden. Damit beginnt ab dem Hausanschlusskasten ein TN-S-System (VDE-Anwendungsregel VDE-AR-N 4100 [121]).

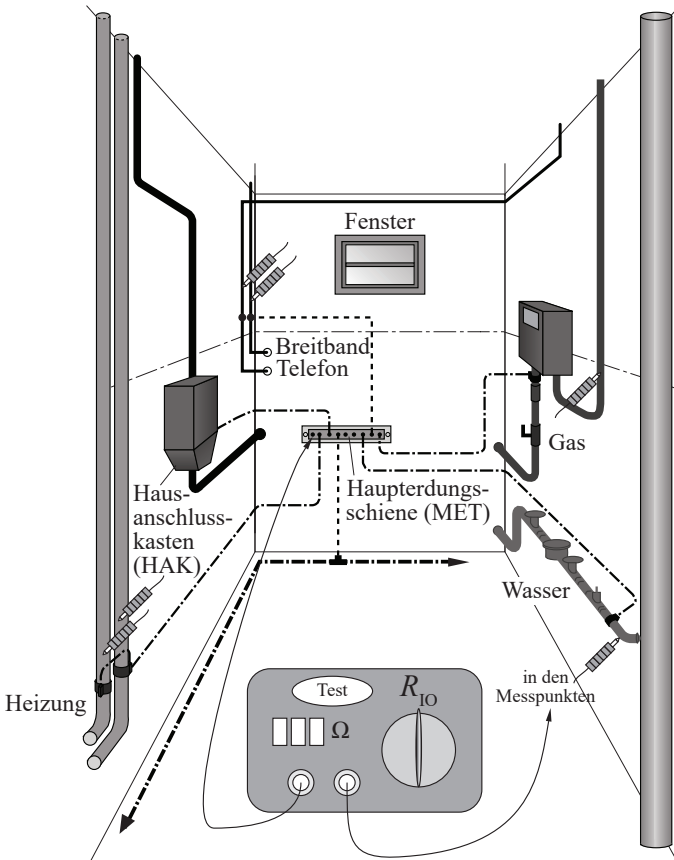


Bild 3.5 Trennung des PEN-Leiters in einen N- und PE-Leiters im Hausanschlusskasten (Quelle: DIN 18012:2008-05, Bild A.1 (zurückgezogen))

Die Verbindung des Schutzleiters von der Haupterdungsschiene (MET = Main Earthing Terminal) mit dem PEN-Leiter, bzw. PE- und N-Leiters im Hausanschlusskasten (HAK) wird bei der Durchgangsprüfung der Schutzleiter und Schutzpotentialausgleichsleiter geprüft.

Damit der Übergangswiderstand zwischen den leitfähigen Teilen und der Messspitze keinen Einfluss auf den Messwert hat, sollte vor der Messung mit der Messspitze die Oberfläche angekratzt werden, um eine sich evtl. gebildete Oxidschicht zu entfernen. Auf jeden Fall sollte der Messpunkt am leitfähigen Teil hinter dem Anschluss des Schutzpotentialausgleichsleiters vorgenommen werden.

Da die Schutzpotentialausgleichsleiter bei einem örtlichen Schutzpotentialausgleich über die Haupterdungsschiene einen Mindestquerschnitt von 6 mm^2 haben müssen und die Leiterlänge in der Regel nur mehrere Meter beträgt, ist der gemessene Widerstand $< 10 \text{ m}\Omega$, siehe Tabelle 3.4. Da in der Regel das Messgerät für die Durchgangsprüfung erst Widerstände ab $0,1 \Omega$ anzeigt, muss das Messgerät einen Messwert von 0Ω anzeigen.

Schutzpotentialausgleich zwischen elektrischen Betriebsmitteln

Der Schutzpotentialausgleichsleiter zwischen elektrischen Betriebsmitteln, deren Körper mit unterschiedlichen Erden (mit unterschiedlichem Erdpotential) verbunden sind, siehe **Bild 3.6**, muss der Schutzpotentialausgleichsleiter einen Querschnitt haben, der mindestens dem **Schutzleiterquerschnitt des kleineren Schutzleiters** der Zuleitungen zu den elektrischen Betriebsmitteln entspricht.

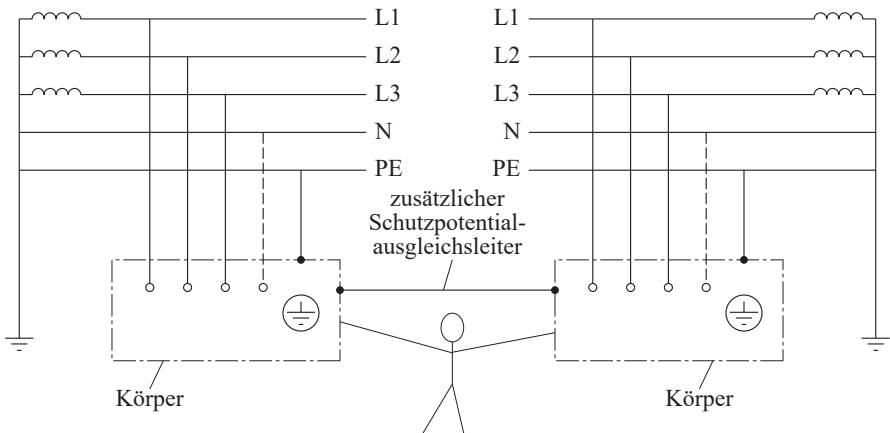


Bild 3.6 Schutzpotentialausgleich zwischen elektrischen Betriebsmitteln

Schutzpotentialausgleich zwischen einem elektrischen Betriebsmittel und fremden leitfähigen Teilen

Wird ein Schutzpotentialausgleich zwischen einem elektrischen Betriebsmittel und einem fremden leitfähigen Teil errichtet, siehe **Bild 3.7**, muss der Schutzpotentialausgleichsleiter mindestens **50 % des Schutzleiterquerschnitts** betragen.

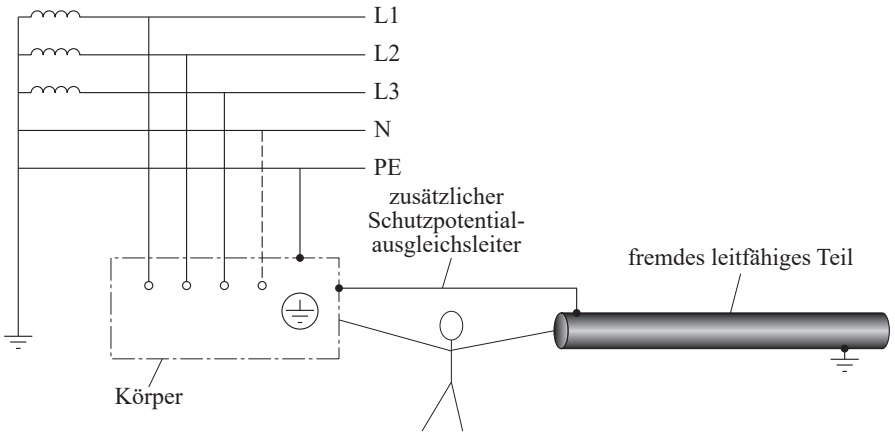


Bild 3.7 Schutzpotentialausgleich zwischen einem elektrischen Betriebsmittel und einem fremden leitfähigen Teil

Schutzpotentialausgleich zwischen fremden leitfähigen Teilen

Wird zwischen fremden leitfähigen Teilen und der Haupterdungsschiene ein Schutzpotentialausgleich errichtet, siehe **Bild 3.8**, muss der Schutzpotentialausgleichsleiter einen Querschnitt von **mindestens 6 mm² Cu** haben.

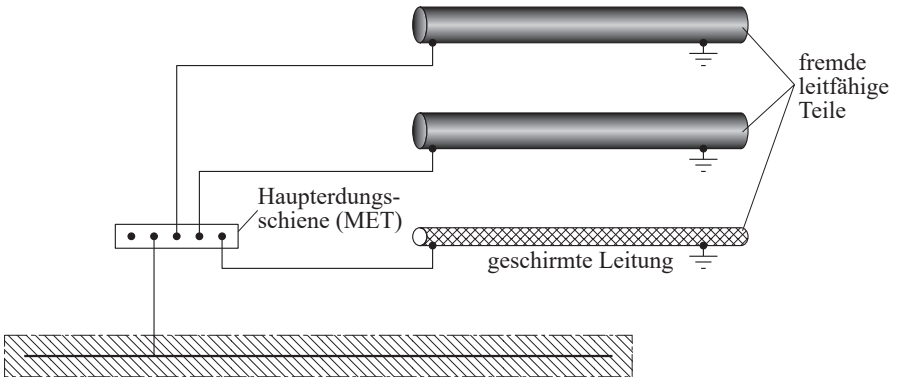


Bild 3.8 Schutzpotentialausgleich zwischen fremden leitfähigen Teilen und der Haupterdungsschiene

Schutzpotentialausgleich mit einer Antenne

Jede Antenne, die das Gebäude überragt, muss am Mast geerdet werden. Zwischen der Antenne und den Schirmen der Antennenleitungen muss eine Verbindung zur Haupterdungsschiene mit einem Schutzpotentialausgleichsleiter mit einem Mindestquerschnitt von 6 mm^2 ein Schutzpotentialausgleich hergestellt sein, siehe **Bild 3.9**.

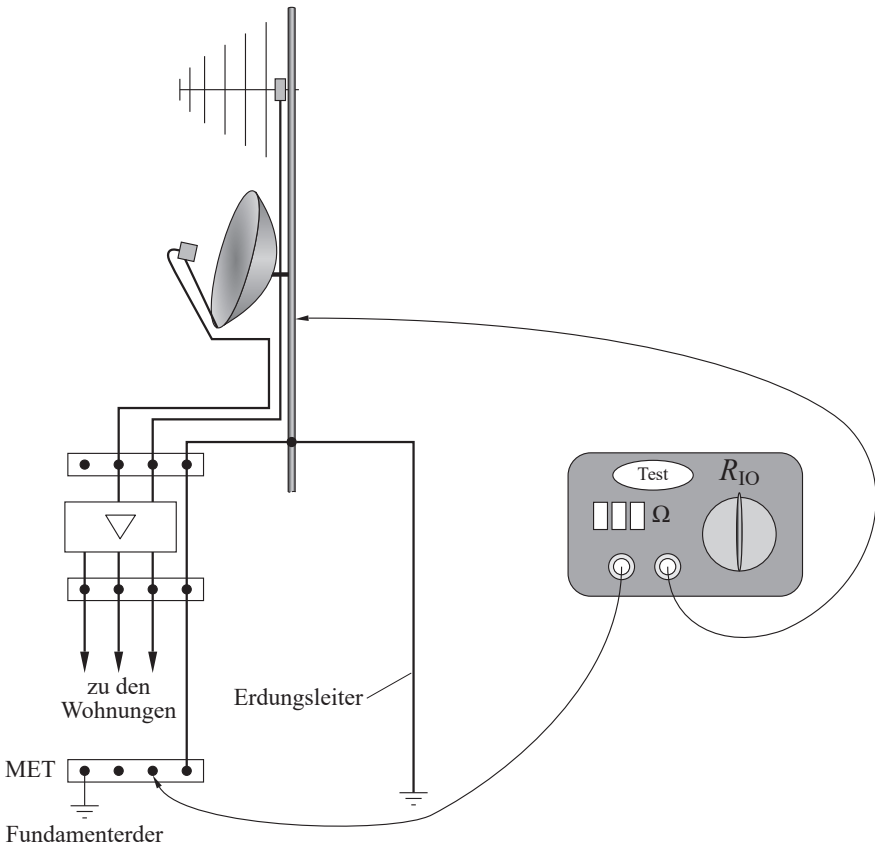


Bild 3.9 Messung des Schutzpotentialausgleichs bei einer Antenne

Für die Durchgangsprüfung muss aufgrund der großen Entfernung der Messpunkte sicherlich eine lange Messleitung verwendet werden.