

## Messen der Fehlerschleifenimpedanz

Deshalb ist auch das Messen der Fehlerschleifenimpedanz bei Anwendung einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) für den Schutz bei indirektem Berühren im TN-System nicht erforderlich. Bei dem Versuch, die Fehlerschleifenimpedanz zu messen, wird meist die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) ausgelöst. Durch Erzeugen eines Fehlerstroms hinter der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) ist nachzuweisen, dass die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mindestens bei Erreichen ihres Bemessungsdifferenzstroms  $I_{\Delta n}$  auslöst ( $I_{\Delta} \leq I_{\Delta n}$ ).

Siehe hierzu Kapitel 13.5.4 dieses Buchs.

### Achtung

Die Berührungsspannung  $U_B$  ist bei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen im TN-System wegen der Niederohmigkeit der Fehlerschleife sehr niedrig. Eine Anzeige am Messgerät ist daher im Allgemeinen nicht möglich und die Bedingung  $U_B \leq U_L$  immer erfüllt (siehe Kapitel 13.5.4.2 dieses Buchs).

## 13.7 Durchführung der Prüfungen

### 13.7.1 Allgemeines

Je nach Schutzzweck der verwendeten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) ist der richtige Typ und der Einbauort zu prüfen.

### 13.7.2 Besichtigen

Das vor dem Erproben und Messen bei üblicherweise vollständig spannungsloser Anlage durchzuführende Besichtigen erstreckt sich hinsichtlich der verwendeten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) darauf, dass eine leichte Zugänglichkeit zur Bedienung und Wartung gemäß DIN VDE 0100-510 [28], DIN VDE 0100-729 [68] und DIN EN 50274 (VDE 0660-514) [69] gegeben sein muss.

Außerdem ist zu prüfen, ob Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) entsprechend den Normen für die Errichtung von Niederspannungsanlagen (Normenreihe DIN VDE 0100) vorhanden sind und der Bemessungsdifferenzstrom und das Zeitverhalten richtig ausgewählt wurden.

Bei der Anwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) in IT-Systemen ist darüber hinaus zu prüfen, ob die Körper der Verbrauchsmittel einzeln oder gemeinsam geerdet sind und damit im Fehlerfall die Bedingungen des TN- oder des TT-Systems eingehalten werden.

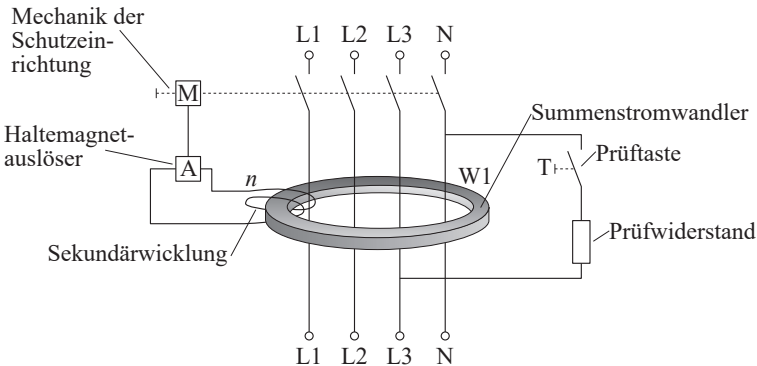
### 13.7.3 Erproben

Das Erproben der Abschaltung durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) erfolgt durch Betätigen der Prüftaste der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD).

Alle Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) verfügen über eine solche Prüfeinrichtung. Beim Drücken der Prüftaste T wird über einen Prüf Widerstand ein Strom am Summenstromwandler vorbeigeführt und somit ein Fehlerstrom  $I_F$  simuliert. Das dadurch erzielte magnetische Wandlerungleichgewicht führt zur gewollten Auslösung.

Hierdurch wird geprüft, ob die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) elektromechanisch arbeitet. Eine Kontrolle der richtigen Funktion der gesamten angewendeten Schutzmaßnahmen (TT- oder TN-System) ist damit nicht möglich. Das so herbeigeführte Abschalten beweist lediglich, dass die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) elektromechanisch funktioniert. Die Prüftastenbetätigung gibt keinen Aufschluss über die Beschaffenheit des Erders und des Erdungsleiters.

Die Prüftaste ist bei den Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) so konzipiert, dass auch bei längerem Drücken die Belastung nur kurzzeitig erfolgt, siehe **Bild 13.13**.



**Bild 13.13** Prinzipschaltbild einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)  
(Quelle: Siemens AG, Technik-Fibel Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen [50])

## 13.7.4 Messen

### 13.7.4.1 Allgemeines

#### TN-System

Für das Messen bei TN-Systemen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) gilt der Abschnitt 6.4.3.7.1 a) der DIN VDE 0100-600:2017-06. Hiernach ist die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme durch Erzeugen eines Differenzstroms von maximal  $I_{\Delta n}$  mit geeigneten Messgeräten (d. h. solchen nach DIN EN 61557-6 (VDE 0413-6) [32]) zu prüfen.

#### TT-System

Für das Messen bei TT-Systemen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) gilt der Abschnitt 6.4.3.7.1 b) der DIN VDE 0100-600:2017-06. Hiernach ist die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme durch Erzeugen eines Differenzstroms von maximal  $I_{\Delta n}$  mit geeigneten Messgeräten (d. h. solchen nach DIN EN 61557-6 (VDE 0413-6) [32]) zu prüfen.

#### IT-System

Für das Messen bei IT-Systemen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) erfolgt in Abschnitt 6.4.3.7.1 c) der DIN VDE 0100-600:2017-06 ein Verweis auf die Messungen im TN- bzw. TT-System, je nachdem, ob bei einem zweiten Fehler in einem anderen Außenleiter ähnliche Bedingungen wie im TN- bzw. TT-System auftreten. Dies ist nach DIN VDE 0100-410:2018-06, Abschnitt 411.6.4, davon abhängig, ob die Körper der angeschlossenen Verbrauchsmittel einzeln oder gemeinsam (bzw. in Gruppen gemeinsam) geerdet sind.

### 13.7.4.2 Messung der Auslösezeit und der Fehlerspannung

Hinter der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) ist ein Fehlerstrom  $I_F$  zu erzeugen. Mit dem simulierten Fehlerstrom  $I_F$  werden zwei Nachweise erbracht:

#### 13.7.4.2.1 Auslösezeit $I_{\Delta} \leq I_{\Delta n}$

Die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) löst beim Erreichen ihres Bemessungsdifferenzstroms  $I_{\Delta n}$  aus ( $I_{\Delta} \leq I_{\Delta n}$ ). Der Nachweis, dass die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mindestens bei Erreichen ihres Bemessungsdifferenzstroms  $I_{\Delta n}$  auslöst, kann auf zweierlei Art und Weise erbracht werden.

## Methode A) mit ansteigendem Prüfstrom

Der Auslösestrom  $I_{\Delta}$  der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) wird durch Erzeugen eines simulierten Fehlerstroms  $I_F$  (ansteigender Prüfstrom) hinter der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) durch Messen ermittelt. Er muss beim Abschalten der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)  $\leq I_{\Delta n}$  sein. Dies setzt voraus, dass das zur Prüfung herangezogene Messgerät auch den Auslösestrom  $I_{\Delta}$  messen kann.

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) nach VDE 0664 müssen bei Wechselfehlerströmen spätestens beim Bemessungsdifferenzstroms  $I_{\Delta n}$  ausgelöst haben. Üblicherweise legen sich die Hersteller von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen bei der Fertigung etwa in die Mitte der zulässigen Bandbreite des Auslösestroms (etwa  $0,75 \cdot I_{\Delta n}$ ). Bei pulsierenden Gleichfehlerströmen müssen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) nach VDE 0664 beim 1,4-Fachen des Bemessungsdifferenzstroms  $I_{\Delta n}$  ausgelöst haben (bei  $I_{\Delta n} \leq 10$  mA beim zweifachen Wert).

## Methode B) Impulsmessung

Am Messgerät wird der Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  der zu prüfenden Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) fest eingestellt und mit einem Fehlerstrom  $I_F$  in Höhe des Bemessungsdifferenzstroms  $I_{\Delta n}$  die Auslösung erreicht. Anstelle des bis zur Auslösung ansteigenden simulierten Fehlerstroms wird hier ein Impuls von maximal 200 ms erzeugt. Die heutige Generation der Messgeräte zum Prüfen der Wirksamkeit von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen nach DIN EN 61557-6 (**VDE 0413-6**) verwendet dieses Prinzip fast ausschließlich.

### 13.7.4.2.2 Fehlerspannung $U_B \leq U_L$

Die für die Anlage vereinbarte Grenze der dauernd zulässigen Berührungsspannung  $U_L$  (50 V bzw. 25 V) darf beim Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  nicht überschritten werden ( $U_B \leq U_L$ ).

Wurde die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme hinter der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) an einer Stelle nachgewiesen, so genügt es, den Nachweis zu erbringen, dass alle anderen durch diese Fehlerstrom-Schutzeinrichtung zu schützenden Anlageteile über den Schutzleiter mit dieser Messstelle zuverlässig verbunden sind. Dieser Nachweis kann z. B. durch Messen der Berührungsspannung  $U_B$  an allen anderen Anlageteilen erbracht werden, die durch die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung geschützt sind. Hierzu eignen sich besonders die Messgeräte, die die auf den Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  bezogene Berührungsspannung  $U_B$  anzeigen, ohne dass die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) auslöst (fester Prüfstrom  $< 0,5 \cdot I_{\Delta n}$ ). Eine andere Möglichkeit des Nachweises ist die Durchführung der Prüfung der Durchgängigkeit der Schutzleiter (siehe Kapitel 9).

Der Nachweis, dass die für die Anlage vereinbarte Grenze der dauernd zulässigen Berührungsspannung  $U_L$  (50 V bzw. 25 V) nicht überschritten wird ( $U_B \leq U_L$ ), kann ebenfalls auf zweierlei Art und Weise erbracht werden.

### Methode A) mit ansteigendem Prüfstrom

Die auftretende Berührungsspannung  $U_B$  wird beim Auslösestrom  $I_\Delta$  (ansteigender Prüfstrom) gemessen. Bei den älteren Generationen der Messgeräte zum Prüfen der Wirksamkeit von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) wurde dieses Prinzip fast ausschließlich angewendet.

### Methode B) Impulsmessung

Die auftretende Berührungsspannung  $U_B$  wird mit einem fest eingestellten Prüfstrom während des Impulses gemessen. Ist dieser fest eingestellte Prüfstrom nicht der Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$ , so wird die Anzeige von  $U_B$  durch eine Rechenoperation im Messgerät auf den Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  bezogen. Liegt die Höhe des Stromimpulses unterhalb der Auslöseschwelle der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) (siehe **Tabelle 13.4**), so führt diese Methode nicht zur Auslösung der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD).

Die Berührungsspannung  $U_B$  wird also diskret gemessen. Übliche Werte für solche Prüfströme sind  $0,3 \cdot I_{\Delta n}$  bis  $0,5 \cdot I_{\Delta n}$ , wobei es an der oberen Grenze bei vorhandenen Ableitströmen bereits zu einer Auslösung kommen kann. Die Prüfung wird so ausgeführt, dass an den verschiedenen Punkten eines Stromkreises der Berührungsstrom gemessen wird und anschließend eine Prüfung mit Auslösung durchgeführt wird.

Die Höhe der gemessenen Berührungsspannungen  $U_B$  ist bei den beiden Messmethoden unterschiedlich. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen:

### Beispiel

Vorhanden:

Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n} = 0,5 \text{ A}$ ,  
Erdungswiderstand  $R_A = 80 \ \Omega$ ,

dauernd zulässige Berührungsspannung  $U_L \leq 50 \text{ V}$ .

Gemessen:

Auslösestrom $I_\Delta = 0,32 \text{ A}$ Berührungsspannung $U_B = 25,6 \text{ V}$ bei Auslösestrom $I_\Delta$	Methode A mit Messen des Auslösestroms $I_\Delta$ und der dabei auftretenden Berührungsspannung $U_B$ .
Berührungsspannung $U_B = 40 \text{ V}$ bezogen auf Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n}$	Methode B mit Anzeige der auf den Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n}$ bezogenen Berührungsspannung $U_B$ .

Ohne weitere Überlegung würde man bei **Methode A** mit ansteigendem Prüfstrom und Anzeige der Berührungsspannung  $U_B$  bei Auslösestrom  $I_{\Delta n}$  zu der Feststellung kommen, dass alles in Ordnung ist. Von der dauernd zulässigen Berührungsspannung  $U_L = 50 \text{ V}$  ist man mit der gemessenen Berührungsspannung  $U_F = 25,6 \text{ V}$  weit entfernt.

Die **Methode B** mit der Impulsmessung mit einer auf dem Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  bezogenen Berührungsspannung  $U_B$  liegt mit der gemessenen Berührungsspannung von  $U_B = 40 \text{ V}$  deutlich näher an der Grenze der dauernd zulässigen Berührungsspannung von  $U_L = 50 \text{ V}$ .

Wie sind die unterschiedlichen Messergebnisse der beiden Methoden zu bewerten? Handelt es sich doch um ein und dieselbe Anlage mit demselben Erdungswiderstand  $R_A$ !

Bei **Methode A** mit ansteigendem Prüfstrom und Anzeige der Berührungsspannung  $U_B$  bei Auslösestrom  $I_{\Delta}$  ergibt sich die auftretende Berührungsspannung  $U_B$  zu:

$$\begin{aligned} U_B &= R_A \cdot I_{\Delta} \\ &= 80 \Omega \cdot 0,32 \text{ A} \\ &= \underline{\underline{25,6 \text{ V}}} \end{aligned}$$

Bei **Methode B** mit der Impulsmessung mit einer auf den Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  bezogenen Berührungsspannung  $U_B$  ergibt sich die auftretende Berührungsspannung  $U_B$  zu:

$$\begin{aligned} U_B &= R_A \cdot I_{\Delta n} \\ &= 80 \Omega \cdot 0,5 \text{ A} \\ &= \underline{\underline{40 \text{ V}}} \end{aligned}$$

Es lässt sich erkennen, dass die voneinander abweichenden Berührungsspannungen  $U_B$  durch den Unterschied zwischen Auslösestrom  $I_{\Delta}$  und Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  vorgegeben sind (der Widerstand  $R_A$  ist ja konstant). Die gemessenen Berührungsspannungen  $U_B$  verhalten sich wie die zugehörigen Ströme:

Darin bedeuten:

- $I_{\Delta}$  Auslösestrom  $I_{\Delta}$  der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD),
- $I_{\Delta n}$  Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD),
- $U_{B \text{ Methode A}}$  Berührungsspannung gemessen bei Auslösestrom  $I_{\Delta}$ ,
- $U_{B \text{ Methode B}}$  Berührungsspannung gemessen bei Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$ .

Die Messung mit Methode B (Anzeige der Berührungsspannung  $U_B$  bezogen auf den Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$ ) liegt auf der sicheren Seite. Wird die für die Anlage vereinbarte Grenze der dauernd zulässigen Berührungsspannung  $U_L$  bei dieser Messung nicht überschritten, so ist auch der maximal zulässige Erdungswiderstand  $R_A$  in Abhängigkeit vom Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  der geprüften Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) (siehe Tabelle 13.5) eingehalten. Er braucht nicht zusätzlich noch einmal durch Rechnung kontrolliert zu werden.

Die Messung mit Methode A mit ansteigendem Prüfstrom und Anzeige der Berührungsspannung  $U_B$  bei Auslösestrom  $I_{\Delta}$  bedarf jedoch einer zusätzlichen Rechnung. Mit der so gemessenen Berührungsspannung  $U_B$  muss nun zusätzlich die Berührungsspannung beim Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  berechnet werden. Diese darf dann die für die Anlage vereinbarte Grenze der dauernd zulässigen Berührungsspannung  $U_L$  nicht überschreiten.

Aus den nach Methode A gemessenen Werten kann aber auch der Erdungswiderstand (zwangsläufig einschließlich Widerstand von Schutzleiter, Außenleiter und Klemmstellen) berechnet werden. Dabei dürfen die maximal zulässigen Werte der Tabelle A.1 von DIN VDE 0100-600 (siehe Tabelle 13.5) nicht überschritten werden.

## Beispiel

Vorhanden:

Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n} = 0,5 \text{ A}$ , Erdungswiderstand  $R_A = 120 \ \Omega$  (unzulässig hoch!), dauernd zulässige Berührungsspannung  $U_L = 50 \text{ V}$ .

Gemessen:

Auslösestrom $I_{\Delta} = 0,32 \text{ A}$ Berührungsspannung $U_B = 38,4 \text{ V}$ bei Auslösestrom $I_{\Delta}$	Methode A mit Messen des Auslösestroms $I_{\Delta}$ und der dabei auftretenden Berührungsspannung $U_B$ .
--	---

Die erste Bedingung „Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) muss mindestens bei Erreichen ihres Bemessungsdifferenzstroms  $I_{\Delta n}$  auslösen“ ist erfüllt. Die zweite Bedingung „Nichtüberschreiten der für die Anlage vereinbarten Grenze der dauernd zulässigen Berührungsspannung  $U_L$  von  $50 \text{ V}$ “ muss überprüft werden.

Hierzu wird zusätzlich die bei Auslösestrom  $I_{\Delta}$  gemessene Berührungsspannung  $U_B$  auf den für den Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  gültigen Wert hochgerechnet. Für die auf den Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  hochgerechnete Berührungsspannung  $U_{Bn}$  ergibt sich die Beziehung:

$$\begin{aligned}
 U_{\text{Bn}} &= U_{\text{B}} \cdot \frac{I_{\Delta\text{n}}}{I_{\Delta}} \leq U_{\text{L}} \\
 &= 38,4 \text{ V} \cdot \frac{0,5 \text{ A}}{0,32 \text{ A}} = 60 \text{ V} \\
 &= \underline{\underline{60 \text{ V}}}
 \end{aligned}$$

Darin bedeuten:

- $I_{\Delta}$  Auslösestrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD),
- $I_{\Delta\text{n}}$  Bemessungsdifferenzstrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD),
- $U_{\text{B}}$  Berührungsspannung gemessen bei Auslösestrom  $I_{\Delta}$ ,
- $U_{\text{Bn}}$  Berührungsspannung bei Messung mit Auslösestrom  $I_{\Delta}$ ,  
hochgerechnet auf Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta\text{n}}$ ,
- $U_{\text{L}}$  Vereinbarte Grenze der dauernd zulässigen Berührungsspannung  
(50 V oder 25 V).

Da  $U_{\text{Bn}} > U_{\text{L}}$ , ist die zweite Bedingung „Nichtüberschreiten der für die Anlage vereinbarten Grenze der dauernd zulässigen Berührungsspannung  $U_{\text{L}}$  von 50 V“ nicht erfüllt. Der nach DIN VDE 0100-600 zu erbringende Nachweis  $U_{\text{B}} \leq U_{\text{L}}$  ist nicht erbracht. Der Nachweis, dass  $U_{\text{B}} \leq U_{\text{L}}$  ist, kann auch über die Kontrolle der Einhaltung der maximal zulässigen Erdungswiderstände  $R_{\text{A}}$  erfolgen.

Es gilt für den Erdungswiderstand  $R_{\text{A}}$  bei Messung des Auslösestroms  $I_{\Delta}$  (Methode A mit ansteigendem Prüfstrom):

$$\begin{aligned}
 R_{\text{A}} &= \frac{U_{\text{B}}}{I_{\Delta}} \\
 &= \frac{38,4 \text{ V}}{0,32 \text{ A}} \\
 &= \underline{\underline{120 \Omega}}
 \end{aligned}$$

Der für die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit einem Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta\text{n}} = 0,5 \text{ A}$  nach Tabelle A.1 von DIN VDE 0100-600 (siehe **Tabelle 13.5**) maximal zulässige Erdungswiderstand  $R_{\text{A}}$  von  $100 \Omega$  ist nicht eingehalten. Der vorhandene Erdungswiderstand  $R_{\text{A}} = 120 \Omega$  erfüllt die Anforderungen nicht.

Der Nachweis der dauernd zulässigen Berührungsspannung  $U_{\text{L}}''$  durch die **Methode A** (Messen des Auslösestroms  $I_{\Delta}$  und der dabei auftretenden Berührungsspannung  $U_{\text{B}}$ ) ist relativ umständlich, da immer zusätzlich gerechnet werden muss. Entweder ist



die beim Auslösestrom  $I_{\Delta}$  gemessene Berührungsspannung  $U_B$  auf den Wert beim Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  umzurechnen, oder es muss der Erdungswiderstand  $R_A$  berechnet werden.

Einfacher ist die Messung der dauernd zulässigen Berührungsspannung  $U_L''$  mit der **Methode B** (Auslösung durch fest eingestellten Prüfstrom und Messen (Ablesen) der auf  $I_{\Delta n}$  bezogenen Berührungsspannung  $U_B$ ). Ein Beispiel soll dies verdeutlichen:

### Beispiel

Vorhanden:

Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n} = 0,5 \text{ A}$ , Erdungswiderstand  $R_A = 120 \Omega$  (unzulässig hoch), dauernd zulässige Berührungsspannung  $U_L = 50 \text{ V}$ .

Gemessen (angezeigt):

Berührungsspannung $U_B = 60 \text{ V}$	Methode B mit Anzeige der auf den Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n}$ bezogenen Berührungsspannung $U_B$ .
---	--

Auf den ersten Blick ist ohne zusätzliche Rechnung zu erkennen, dass der Nachweis 2 nicht erfüllt ist:

$$U_B \leq U_L$$

Es ist klar, dass in diesem Fall der Erdungswiderstand  $R_A$  unzulässig hoch ist ( $120 \Omega$ ). Er braucht aber nicht zusätzlich noch einmal durch eine Rechnung kontrolliert zu werden. Bei einigen modernen Messgeräten wird dies bereits neben der Berührungsspannung mit angezeigt.

### Hinweis

Bei der Messung der Berührungsspannung  $U_B$  zur Kontrolle von  $U_B \leq U_L$  ist im TN-System wegen der Niederohmigkeit der Fehlerschleife eine Anzeige am Messgerät nicht oder nur selten möglich. Selbst bei extrem ungünstigen Umständen, z. B.  $Z_s = 1 \Omega$  und  $I_{\Delta n} = 1 \text{ A}$ , ergibt sich ein  $U_B$  von  $1 \text{ V}$ . Bei einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit einem Bemessungsdifferenzstrom von  $I_{\Delta n} = 0,5 \text{ A}$  beträgt die Berührungsspannung gar nur  $U_B = 0,5 \text{ V}$ . Solch niedrige Werte können von den Messgeräten nur selten angezeigt werden. Das Messergebnis wird meist „null Volt“ sein, da die Berührungsspannung oft unterhalb der Anzeigegrenze des Messgeräts liegt. Dies ist jedoch ein Zeichen für eine ordnungsgemäße Installation.

Auf die Messung der Berührungsspannung  $U_B$  kann daher im TN-System verzichtet werden. Trotzdem ist sie zum Nachweis der ordnungsgemäßen Installation von Nutzen!

### 13.7.4.3 Vorteile zwischen Methoden A und B bei der Messung der Berührungsspannung

Beide Methoden zur Messung der Berührungsspannung

- **Methode A** mit ansteigendem Prüfstrom  
und
- **Methode B** mit Impulsmessung

sind nach DIN VDE 0100-600 zulässig. Auch die Baubestimmung für Messgeräte DIN EN 61557-6 (**VDE 0413-6**) beschreibt beide Methoden (siehe auch Kapitel 13.6 dieses Buchs).

Gemeinsam gilt für beide Methoden, dass sie über den Erdungswiderstand  $R_A$  die Berührungsspannung anzeigen, wenn ein durch das jeweilige Messgerät erzeugter Fehlerstrom fließt. Große Unterschiede bestehen im Messablauf.

#### Vorteile der Methode A mit ansteigendem Prüfstrom

Bei dieser Methode wird der zum Zeitpunkt der Auslösung fließende Fehlerstrom gemessen. Die Kenntnis des bei Auslösung fließenden Fehlerstroms (Auslösestrom  $I_\Delta$ ) kann für die Beurteilung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme sowie vorhandener Fehler, die zur Nichtauslösung führen, sehr wichtig sein:

- Sofern der zur Auslösung führende Auslösestrom  $I_\Delta$  den Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  übersteigt, kann beurteilt werden, ob das Übersteigen des Bemessungsdifferenzstroms  $I_{\Delta n}$  geringfügig oder erheblich erfolgt. Auf diese Art und Weise kann erkannt werden, ob der Fehler in der Mechanik der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) oder in der elektrischen Anlage (Verbindung zwischen N und PE oder Vorbelastung durch vorhandene Ableitströme) liegt.
- Im Falle von Fehlauflösungen oder eines Verdachts auf Fehlauflösungen kann festgestellt werden, bei welchem Auslösestrom  $I_\Delta$  innerhalb des zulässigen Auslösebereichs von 0,5- bis einfachem Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  die Auslösung wirklich erfolgt.
- Falls bei der Messung der Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  nicht erreicht wird, kann der Erdungswiderstand  $R_A$  zu hoch sein.

#### Vorteile der Methode B mit Impulsmessung

Bei dieser Methode ist die Möglichkeit gegeben, dass es nicht zwangsläufig auch zur Auslösung der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) kommt (Höhe des Stromimpulses liegt unterhalb der Auslöseschwelle der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung). Diese Möglichkeit führt zu einigen bedeutenden Vorteilen:

- Das in vielen Fällen lästige Wiedereinschalten der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) nach jeder erfolgten Messung entfällt.
- Zwangsläufig können somit Betriebsunterbrechungen bei wiederkehrenden Prüfungen während der Messung vermieden werden.
- Im Vergleich zur auch zugelassenen niederohmigen Messung nach erfolgtem Nachweis der Wirksamkeit der Schutzmaßnahme hinter der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung an einer Stelle ist die Messzeit bei Verwendung von Messgeräten mit Impulsmessung deutlich kürzer.
- Die kurzen Messzeiten und der damit verbundene schnelle Messvorgang führen zu einer besseren Akzeptanz der Messungen.
- Der Messvorgang erfolgt mit einer deutlich niedrigeren Berührungsspannung als zulässig, sofern der fest eingestellte Prüfstrom nicht der Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  ist.

## Fazit

Sowohl die **Methode A** mit ansteigendem Prüfstrom als auch die **Methode B** mit Impulsmessung bieten Vorteile.

Wird eine schnelle Prüfung von elektrischen Anlagen mit vielen Verbrauchsmitteln verlangt, so bietet sich die **Methode B** mit der Impulsmessung ohne Auslösung der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) an. Soll dagegen das Messgerät auch zur Beurteilung oder Fehlersuche eingesetzt werden, so hat **Methode A** mit ansteigendem Prüfstrom Vorteile.

Es gibt auch Messgeräte am Markt, die wahlweise nach beiden Methoden arbeiten. Ein solches Messgerät ist zu empfehlen, wo alle vorgenannten Vorzüge benötigt werden. Es ermöglicht die Ermittlung sowohl

- der Berührungsspannung  $U_B$  bezogen auf den Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n}$  ohne zusätzlichen Rechengang als auch
- des zur Auslösung der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung führenden Auslösestroms  $I_{\Delta}$ .

### 13.7.4.4 Auslösezeit

Das Feststellen der Auslösezeit von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) wird im Rahmen der Erstprüfungen vor Inbetriebnahme empfohlen. Mitunter wird bei einigen der auf dem Markt befindlichen Messgeräte die Möglichkeit geboten, auch die Auslösezeit der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) festzustellen. Eine solche Messung kann insbesondere in TT-Systemen wichtig sein, wenn Abschaltzeiten von  $\leq 200$  ms bei  $U_0 = 230$  V erreicht werden müssen.