Einsatz von FI-Schutzschaltern in nassen elektrischen Anlagen

K. Bödeker, Berlin

Elektrofachbetriebe stehen in den Gebieten der Hochwasserkatastrophe vor der Frage, was von den durchnässten Leitungen und Geräten weiter verwendet werden kann und unter welchen Bedingungen dies vertretbar ist. Können und dürfen sie Kompromisse hinsichtlich der Sicherheit eingehen, um den Bürgern schnell und mit möglichst wenig Aufwand das Benutzen der noch nassen elektrischen Anlagen zu ermöglichen? Wir fragen: Ist eine ausreichende Sicherheit gewährleistet, wenn ein durchnässter Stromkreis über einen FI-Schutzschalter versorgt und überwacht wird?

1 Normengerechter Einsatz

FI-Schutzschalter (RCD) werden nach den in den Errichtungsnormen vorgegebenen Kriterien ausgewählt und eingesetzt. Durch sie soll gewährleistet werden, dass

- bei einem Isolationsfehler abgeschaltet wird, bevor es zu einem Schaden kommt,
- im Fall einer Durchströmung der Mensch keinen Gesundheitsschaden erleidet und
- der Fehlerstrom nicht zur Entzündung brennbarer Materialien führt.

Allerdings gelten die Vorgaben der Normen zum Einsatz der FI-Schutzschalter für den Fall, dass an einer insgesamt ordnungsgemäßen trockenen Anlage ein Isolationsfehler auftritt. Es gibt keine allgemeingültigen Normenvorgaben, mit denen in speziellen Fällen – z. B. bei nassen Anlagen – dem RCD direkt die Überwachung des Zustands (Isolationswiderstand) von Teilen einer elektrischen Anlage oder von elektrischen Geräten übertragen wird.

Durch den FI-Schutzschalter wird der nach dem Ohmschen Gesetz in einem Stromkreis entstehende Strom nicht begrenzt.

Ein FI-Schutzschalter (RCD)

- schaltet im Fehlerfall einen langsam ansteigenden Strom ab, wenn dieser die Größe seines Auslösestroms erreicht (z. B. ca. 21 mA bei $I_{\Delta n}$ = 30 mA).
- schaltet im Kurzschlussfall (L - PE) sofort den Kurzschlussstrom ab, der z. B. bei einem Schleifenwiderstand von 1 Ω gleich 230 V/1 Ω = 230 A beträgt.
- schaltet auch bei einer direkten Berührung eines aktiven Leiters durch eine Person mit dem Körperwiderstand von 1000 Ω den entstehenden Strom von 230 V/1000 Ω = 230 mA ebenso sofort ab.

Welchen Schutz FI-Schutzschalter beim Einsatz in einer durchnässten Anlage bieten, ist nirgendwo festgelegt.

Nun müssen oder sollen die vom Hochwasser erfassten elektrischen Anlagen und Geräte wieder in Betrieb genommen werden. Dass Derartiges zum großen Teil ohne die Konsultation einer Elektrofachkraft geschieht, aus welchen Gründen auch immer, ist Realität. Es muss außerdem damit gerechnet werden, dass allen Warnungen sowie den Empfehlungen zum Prüfen und Erneuern nicht gefolgt wird. Dies ist letztlich auch nachvollziehbar, da alles schnell gehen muss und möglichst wenig kosten darf. Neuinstallationen hingegen dauern ihre Zeit und sind teuer.

Wichtig ist, dass jede mit dieser Frage konfrontierte Elektrofachkraft bei ihren Arbeiten und Empfehlungen weiß, was zu tun ist,

- um in Übereinstimmung mit den Normen zu bleiben (der Sicherheitsmaßstab soll ja nicht herabgesetzt werden),
- um nicht durch übertriebene Sicherheitsforderungen auf eine Wiederinbetriebnahme verzichten zu müssen und
- um den Betreiber der Anlage von der Notwendigkeit dieser Maßnahmen überzeugen zu können.

2 Überwachung des Isolationswiderstands

Die Abschaltung eines defekten Anlagenteils/Gerätes durch einen Fehlerstromschutzschalter erfolgt, wenn der bei einem Isolationsfehler entstehende Fehlerstrom den Wert des Auslösestroms (Nennfehlerstrom) des RCD erreicht. Selbst bei den empfindlichsten Schaltertypen ($I_{\Delta n}$ = 10 bzw. 30 mA) müssen die Isolationswiderstände R_{iso} auf sehr geringe Werte abgesunken sein, ehe durch den dann fließenden Fehlerstrom das Abschalten erfolgt. Diese Werte betragen:

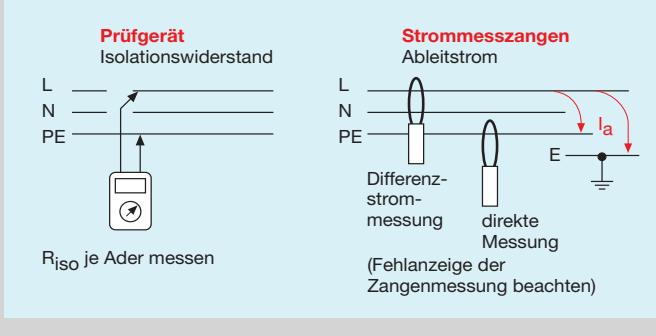
$R_{iso} = U/I = 230\ V/0{,}03\ A$
$\approx 8000\ \Omega = 0{,}008\ M\Omega$ bzw.
$R_{iso} = 230\ V/0{,}01\ A = 23000\ \Omega$
$= 0{,}023\ M\Omega$.

Werden die üblicherweise an einer trockenen Anlage gemessenen Isolationswiderstände (> 20 MΩ) und die zulässigen Mindestwerte (0,5 MΩ) aus den Normen DIN VDE 0100 Teil 610 und DIN VDE 0702 mit diesen wesentlich geringeren „Abschalt-Werten“ verglichen, so wird klar, dass die FI-Schalter in allen im Einsatz befindlichen elektrischen Anlagen nur dann abschalten, wenn z. B. durch Nässe bereits eine erhebliche Verminderung des Isolationswiderstands eingetreten ist. RCDs lassen den Betrieb von Stromkreisen zu, die nach den Vorgaben der Prüfnormen nicht mehr „in Ordnung“ sind.

3 Sicherheitsmaßstäbe für Anlagen in nassen Räumen

1. Sicherheitsmaßstab. In der Norm DIN VDE 0105 Teil 100 wird für den Isolationswiderstand von Anlagen in nassen Räumen ein Grenzwert von $R_{iso} \approx 0{,}03\ M\Omega$ (150 Ω/V) zugelassen. Das entspricht einem Ableit-/Fehlerstrom (Bild ❶) von 230 V/30000 Ω, d. h. etwa 7mA.

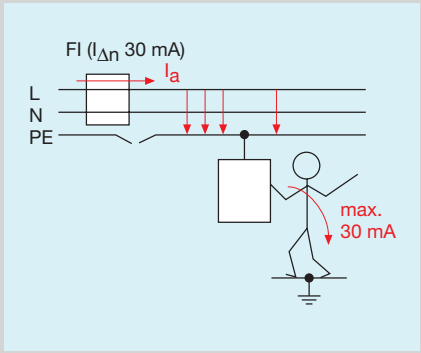
Es spricht nichts dagegen, diese Normenvorgabe auch zum Maßstab der Sicherheit bei den durchnässten Anlagen zu machen. Somit ist es zulässig, bei ihnen FI-Schutzschalter mit 10 mA Nennfehlerstrom (Auslösestrom ca. 7 mA) einzusetzen, um den Zustand (Isoliervermögen) der Stromkreise zu überwachen. Es wird abgeschaltet, wenn sich aus irgend einem Grund noch schlechtere Isolationswiderstände bzw. höhere Ableitströme ergeben.



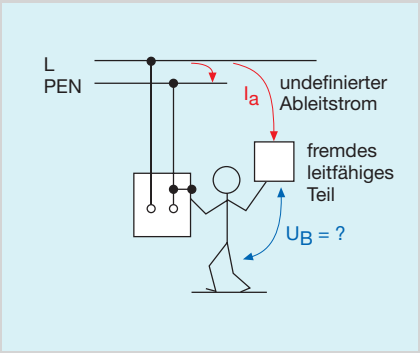
❶ **Messverfahren zum Bewerten des Isoliervermögens**

Autor

Dipl.-Ing. *Klaus Bödeker* ist freier Fachjournalist, Berlin.



❷ **Bei einer Schutzleiterunterbrechung wird der Ableitstrom zum Berührungsstrom – Zusatzschutz durch einen FI-Schutzschalter**



❸ **Im TN-C-System ist aufgrund undefinierter Ableitströme kein Schutz durch einen Fehlerstrom-Schutzschalter möglich**

2. Sicherheitsmaßstab. Wie oben dargelegt, kann davon ausgegangen werden, dass RCDs mit $I_{\Delta n} = 30$ mA (Auslösestrom meist ca. 21 mA) ihre Schutzfunktion hinsichtlich Fehler- und Zusatzschutz bei Einsatz in einer bereits durchnässten Anlage ebenso wahrnehmen wie bei einer bisher normalen, trockenen und plötzlich beschädigten Anlage. Sie bewirken auch in diesem Fall eine „normengerechte" Abschaltung bei den gleichen Fehler-/Ableit-/Körperströmen (30/21 mA) bzw. Isolationswiderständen (≈ 0,01 MΩ) wie es bei den „normalen" Anlagen als zulässig angesehen wird. Es spricht somit auch nichts dagegen, FI-Schutzschalter mit einem Nennfehlerstrom 30 mA (Auslösestrom ca. 21 mA) einzusetzen, um den Zustand (Isoliervermögen) der nassen Stromkreise zu überwachen. Das Betreiben mit noch schlechteren Isolationswiderständen bzw. höheren Ableitströmen wird durch Abschalten verhindert.

4 Empfehlungen zur Wiederinbetriebnahme

Aus den vorstehenden Überlegungen lassen sich für das Gewährleisten der Sicherheit elektrischer Anlagen in den vom Hochwasser durchnässten Bauten folgende Regeln ableiten:

- Es ist erforderlich, Stromkreise in durchnässten Räumen bzw. mit durchnässten Leitungen/Betriebsmitteln vor ihrer Wiederinbetriebnahme mit Fehlerstrom-Schutzschaltern ($I_{\Delta n}$ möglichst 10 mA, höchstens 30 mA) auszurüsten. Dies führt zu einer den Normenvorgaben entsprechenden Sicherheit.
- Es sollen auch Stromkreise, bei denen die Messwerte der Isolationswiderstände über den Grenzen der Normen (0,5 MΩ) aber noch unter den sonst üblichen Werten einer trockenen Anlage (20 MΩ) liegen, mit RCDs ausgestattet werden.

- Stromkreise, bei denen Ableitströme über 21 mA festgestellt werden (Bild ❶) oder bei denen ein FI-Schutzschalter mit $I_{\Delta n}$ = 30 mA (Auslösestrom ca. 21mA) auslöst oder bei denen Isolationswiderstände unter ≈ 0,01 MΩ auftreten, sind in diesem Zustand nicht in Betrieb zu nehmen. Bei ihnen kann die erforderliche Sicherheit nicht gewährleistet werden.

Die Empfehlungen gelten für Anlagen im TN-S- und TT-System. Beim TN-C-System ist der Einsatz von RCDs nicht möglich, so dass nur das Erneuern durchnässter Leitungszüge oder das Einschalten erst nach dem Trocknen vertretbar sind (Bild ❸).

Achtung! Der vorstehend empfohlene Einsatz von FI-Schutzschaltern ist nicht als Ersatz für den ordnungsgemäßen trockenen Zustand der elektrischen Anlage/Geräte/Räume gedacht. Er ist eine ordnungsgemäße und unverzichtbare Schutzmaßnahme für die elektrischen Anlagen in den hier betrachteten nassen Räumen. Andererseits ist die Nässe in den Leitungen und die nasse Umgebung der elektrischen Anlage in jedem Fall ein Mangel. Dieser darf nun nicht etwa toleriert werden, weil RCDs mit $I_{\Delta}n$ = 30 mA eingesetzt wurden. Er ist vielmehr entsprechend der Vorgaben der BGV A2 „...unverzüglich zu beheben...“

In Übereinstimmung mit Betreiber/Besitzer/Mieter sollten alsbald Wiederholungsprüfungen vorgenommen werden, um dann erneut über den sinnvollen Fortgang der Dinge und das Beseitigen der Mängel entscheiden zu können.

5 Voraussetzungen

Der vorstehend empfohlene Einsatz von FI-Schutzschaltern zur Überwachung des Zustands (Isolationswiderstand/Ableitstrom) des durchnässten Stromkreises ist wie jede andere Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag an folgende Voraussetzungen gebunden, die aber wegen der aufgetretenen Ereignisse besondere Bedeutung haben:

- Eine sorgfältige **Prüfung der Anlage** vor der Wiederinbetriebnahme ist unerlässlich. Die Anlage muss sich, abgesehen von der Nässe, in einem völlig normgerechten Zustand befinden. Anderenfalls kann die Schutzwirkung der FI-Schutzschalter eingeschränkt sein.
- Der **Schutzleiter** des betreffenden Stromkreises muss sich in einem ordnungsgemäßen Zustand befinden, damit ein Ableit-/Fehlerstrom (7...10 bzw. 20...30 mA) bei einer Berührung eines mit dem Schutzleiter verbundenen Teiles (Gerätekörper) nicht zum Berührungsstrom werden kann (Bild ❷).
- LS- und FI-Schutzschalter, die überflutet worden sind, müssen ausgetauscht werden. Selbst wenn sie zunächst noch ordnungsgemäß funktionieren, kann sich dies infolge chemischer Reaktionen an den mechanischen Teilen in kürzester Zeit ändern. Auch ein tägliches Prüfen bzw. Auslösen der RCDs durch die Prüftaste bringt keine ausreichende Garantie. Für die Aufgabe der Überwachung des Isolationswiderstands/Ableitstroms dürfen nur einwandfreie FI-Schutzschalter verwendet werden.

Bei den vorstehenden Empfehlungen wird davon ausgegangen, dass sich der Zustand der nassen elektrischen Anlagen/Betriebsmittel und somit die Sicherheit Schritt für Schritt verbessern wird. Leitungsanschlüsse, Klemmkörper usw. sind soweit wie möglich zu trocknen (Öffnen aller Dosen usw., Anwenden von Entfeuchtungsspray). Diese Entwicklung ist durch regelmäßige Prüfungen (Messungen) zu kontrollieren.

Achtung! Bei allen Anlagen und Geräten, die von Hochwasserschädigung betroffen sind, muss damit gerechnet werden, dass sich Nässe und etwaige Verschmutzungen erst im Laufe der Zeit auswirken. Durch das Zusammenwirken mit der Elektrizität können aufgrund von Entladungen, Kriechströmen und Erwärmungen weitere Spätfolgen entstehen.

Isolationswiderstand und Ableitstrom

Der **Isolationswiderstand** ist ein Maßstab für die Qualität der Isolierungen. Nur indirekt kann aus dem Wert des Isolationswiderstandes auf bestehende Gefährdungen für Personen, Nutztiere oder Sachen geschlossen werden.

Der **Ableitstrom** hingegen entspricht einer unmittelbaren Angabe der möglichen Gefährdung. Er kann – unter unglücklichen Umständen – zu einem Berührungs- bzw. Körperstrom werden (Bild ❸). Insofern muss beim Bewerten der Sicherheit einer Anlage in erster Linie der gemessene Ableitstrom berücksichtigt werden, wofür allerdings aus verschiedenen technischen Gründen kein Grenzwert festgelegt werden kann. Bezüglich der Qualität der Anlage sind bereits Ableitströme eines Stromkreises von wenigen (...3...5...) mA als unzulässig anzusehen und die Ursache sollte festgestellt werden. Bezüglich der Sicherheit sind Ableitströme dann unzulässig, wenn sie zu einer Auslösung des für die Sicherheit zuständigen FI-Schutzschalters führen.

6 Weitere Informationen

- Erfahrungsgemäß wird der Isolationswiderstand der betroffenen Stromkreise – in Abhängigkeit von den Materialien der Anlage und der Gebäude – noch über Wochen oder sogar Monate unterhalb der sonst üblichen Werte liegen.
- Beim Bewerten der Messergebnisse ist besonders der Ableitstrom zu beachten, da von ihm eine unmittelbare Gefährdung ausgehen kann (Bild ❷). Er ist direkt im Schutzleiter und auch als Differenzstrom der aktiven Leiter zu messen. Beide Messwerte müssen infolge der vielfältigen möglicherweise durch die Nässe entstandenen Schäden nicht gleich groß sein. Der größere Messwert ist zu berücksichtigen.
- Bei den Messungen ist zu beachten, dass die Messspannung und die Betriebsspannung infolge der Nässe über das Mauerwerk verschleppt werden können.
- Die Messungen mit Strommesszangen sind durchzuführen, wenn am betreffenden Stromkreis und an den anderen Stromkreisen des Verteilers keine Verbraucher eingeschaltet sind. Anderenfalls beeinflussen die Felder der Lastströme die Messung des Ableitstroms.
- Zur Verbesserung des Isoliervermögens, vor allem im Bereich der Leitungsanschlüsse, Abzweigdosen und Klemmen, kann das sogenannte „3M Entfeuchtungs-Universalspray Scotch TM 1605“ eingesetzt werden.
- Elektrische Verbrauchsgeräte, die überflutet worden sind, sollten immer erst nach einer Prüfung (Öffnen unerlässlich) und nur an Stromkreisen mit einem RCD ($I_{\Delta n} \leq 30$ mA) oder über einen mobilen FI-Schutzschalter ($I_{\Delta n}$ = 10 mA) betrieben werden.
- Es ist im Sinn des Zusatzschutzes zu empfehlen, auch Stromkreise mit nicht durchnässten Leitungen mit einem FI-Schutzschalter mit einem Nennfehlerstrom von $I_{\Delta n}$ = 30 mA auszustatten, wenn die Fußböden der Räume dem Wasser ausgesetzt waren.

Achtung! Eine Elektrofachkraft, die Laien informiert oder bei einer wie beschrieben geschädigten Anlage die genannten oder ähnliche Lösungen vorschlägt und durchführt, muss sich über die weitere Entwicklung des Zustands der Anlage und Geräte informieren sowie dem Betreiber die dann weiter erforderlichen Maßnahmen vorschlagen. Mit ihrem fachlichen Rat übernimmt die Fachkraft die Rolle des so genannten „Beschützergaranten“, da der betreffende Bürger natürlich annimmt, dass der Elektrotechniker das Nötige erkennen und ggf. dann auch weitere Maßnahmen veranlassen wird.