

Notwendigkeit des Fehlerstromschutzes (1)

ELEKTRISCHE ANLAGEN Stromunfälle mit tödlichem Ausgang sind über die letzten Jahrzehnte betrachtet glücklicherweise rückläufig. Das ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass es ein elektrisches Betriebsmittel gibt, das gemein hin immer noch als »FI« bezeichnet wird.



Quelle: fotolia/auremar

Waren noch in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts alleine in den alten Bundesländern ca. 180 Stromtote pro Jahr zu beklagen, so sank die Zahl auf aktuell ca. 60 im gesamten Bundesgebiet. Durch die ständige Weiterentwicklung und Verbesserung der elektrischen Betriebsmittel und der normativen Vorgaben strebt man an, die Zahl weiter zu senken.

Die Bezeichnung

Bei der schon erwähnten umgangssprachlichen Bezeichnung steht das »F« für Fehler und das »I« für das Formelzeichen der elektrischen Stromstärke. Analog dazu wurden die netzspannungsabhängigen Differenzfehlerstromschutzschalter als »DI« bezeichnet. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Verbesserung dieser elektrischen Betriebsmittel fand mit der IEC 61008-1 in internationaler und mit der EN 61008-1 in europäischer Norm ihren Niederschlag. Die Übernahme der IEC Grundlage in Europa findet sich nun u.a. mit der VDE 0664-10 in der nationalen Normung wieder.

Die deutsche Kurzbezeichnung »FI« wurde durch eine englische Kurzbezeichnung ersetzt. Der übergeordnete Begriff für alle Fehlerstromschutzsicherungen lautet nun »RCD«. Dies leitet sich aus der Bezeichnung »residual current operated device« ab. Ein Fehlerstromschutzschalter ohne Leitungsschutzschalter wird als RCCB bezeichnet. Hier ist die ausführliche Bezeichnung »residual current operated circuit-breaker«.

Schutz vor elektrischem Schlag

1. Fallbeispiel: Der Bastler

Ein »Bastler« möchte in einer zehn Jahre alten Anlage eine defekte Schutzkontakt-Steckdose selbst austauschen. Im Gegensatz zu einer

Elektrofachkraft missachtet er auch die fünf Sicherheitsregeln und schaltet den zugehörigen Stromkreis nicht frei. Er wähnt sich in Sicherheit, da dieser mit einem Leitungsschutzschalter vom Typ B16A abgesichert ist. Würde unser Laie nun die Kombination Außenleiter und Schutzleiter, bzw. Außenleiter und Neutralleiter mit seinen beiden Händen berühren, so würde der Leitungsschutzschalter keinesfalls den Stromkreis abschalten. Der Bastler würde, bedingt durch seinem Körperwiderstand von etwa $1\text{ k}\Omega$, mit einem Strom von 230 mA durchflossen werden:

$$I_{\text{Fehler}} = \frac{U_{\text{Netz}}}{R_{\text{Mensch}}}$$

$$I_{\text{Fehler}} = \frac{230\text{V}}{1000\Omega}$$

$$I_{\text{Fehler}} = 230\text{mA}$$

Ein Blick auf die Sicherheitskurve nach VDE V 140-479-1 (**Bild 1**) zeigt mögliche Folgen auf. Ab einer Durchströmungsdauer von ca. $0,3\text{ s}$ besteht in diesem Fall für den Menschen die Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern. Dies könnte, insbesondere bei längerer Durchströmungsdauer, tödliche Folgen haben.

2. Fallbeispiel: Die Küchenwand

In einer Küche wird ein Hängeschrank montiert. Die zugehörige Befestigung fällt in den Bereich der Installationszonen. Dies wird leider nicht beachtet. Bei der Bohrung für einen Dübel wird eine Leitung vom Typ NYM-J $3 \times 1,5\text{ mm}^2$ getroffen. Teilweise sind der Mantel und die Basisisolierung des Außenleiters beschädigt. Da der Außenleiter nicht durchtrennt wurde, fällt dieser Fehler durch die Verfügbarkeit der elektrischen Anlage vorerst nicht auf. Auch der zugehörige Leitungsschutzschalter schaltet den betroffenen Stromkreises nicht ab.

Der Fehler wird erst beim Kochen bemerkt. Bedingt durch die Dämpfe entsteht auf den Wandfliesen eine leitende Schicht. Menschen in der Küche könnten einen elektrischen Schlag bekommen. Die zu erwartende Fehlerstromstärke ist von vielen Faktoren abhängig und kann somit nicht exakt angegeben werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass diese in einem Bereich unterhalb der Auslösewerte eines Leitungsschutzschalters, aber oberhalb der Schädigungsgrenze von Menschen liegt, ist sehr groß.

3. Fallbeispiel: Brandschutz

In einer elektrischen Anlage ist die Basisisolierung eines Außenleiters porös. Bedingt durch die Kondensation der Umgebungsluft entsteht durch Feuchtigkeit eine leitfähige Verbindung mit einem Übergangswiderstand von:

- $R_0 = 53\Omega$ gegen Erdpotential. Der Fehlerstrom beträgt dann:
- $I_{\text{Fehler}} = 4,34\text{ A}$ – bei dieser Stromstärke schaltet ein Leitungsschutzschalter vom Typ B16A den Fehler nicht ab.

Die Folgen des Fehlers können jedoch schwerwiegend sein. Unter Vernachlässigung des Leitungswiderstandes wird an der Fehlerstelle eine Leistung von nahezu 1000W in Wärme umgewandelt. Dies ist als mögliche Zündquelle ausreichend und verursacht so unter Umständen einen Brand.

Prinzip der dreifachen Sicherheit

Die Beispiele zeigen, dass der Überstromschutz als einzige Schutzmaßnahme bei weitem nicht ausreichend ist. Um elektrische Anlagen und Betriebsmittel gefahrlos und sicher betreiben zu können, wird als Präventionskonzept das Prinzip der dreifachen Sicherheit angewendet. Diese besteht aus:

1. Basisschutz
2. Fehlerschutz
3. Zusätzlicher Schutz

Der Basisschutz nach DIN VDE 0100-410

Abschnitt 411.2 bietet Personen und Nutztieren Schutz gegen direktes Berühren. Den Basisschutz als generellen Schutz gegen den elektrischen Schlag erzielt man durch die Basisisolierung.

Der Fehlerschutz nach DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.3 bietet Personen und Nutztieren Schutz bei indirektem Berühren. Dieser verhindert, dass bei einem Versagen des Basisschutzes gefährliche Berührungsspannungen auftreten können.

In seltenen, aber durchaus möglichen, Fällen, kann es trotz des Basis- und des Fehlerschutzes zu einer Berührung mit stromführenden Teilen oder Leitungen kommen. Drei dieser Szenarien wurden eben beispielhaft aufgezeigt. Um auch hier ein Höchstmaß an Sicherheit zu erreichen, ist ein zusätzlicher Schutz (DIN VDE 0100-410 Abschnitt 411.3.3 und Abschnitt 415.1) in einphasigen und mehrphasigen Wechselspannungssystemen in Form einer Fehlerstromschutzeinrichtung mit einem Bemessungsdifferenzfehlerstrom von nicht größer als $I_{AN} = 30\text{ mA}$ vorzusehen (**Bild 2**).

Dies gilt für alle Endstromkreise für im Außenbereich verwendete tragbare elektrische Betriebsmittel mit einem Bemessungsstrom bis einschließlich 32A und für alle Steckdosen mit einem Bemessungsstrom bis einschließlich 20A, die für die allgemeine Verwendung und für die Benutzung durch elektrotechnische Laien bestimmt sind.

Durch die Eigenschaft »tragbar« sowie die Zielgruppe »elektrotechnischer Laie« wird deutlich, dass beim zusätzlichen Schutz durch Fehlerstromschutzeinrichtungen, nicht der Schutz von Stromkreisen, sondern der Schutz von Personen, welche elektrische Verbrauchsmittel an Steckdosen betreiben, im Vordergrund steht. Dies ist notwendig, da elektrotechnische Laien den sicherheitstechnischen Zustand dieser Verbrauchsmittel im Allgemeinen nicht qualifiziert beurteilen können. Eine Fehlerstromschutzeinrichtung darf nur als zusätzliche Schutzmaßnahme und nicht alleine betrieben werden.

Normative Grundlagen für die Elektrofachkraft

Die eben angeführte Norm trat bereits am 1.6.2007 in Kraft, die Übergangsfrist für im Bau oder in der Planung befindliche elektrische Anlagen endete am 1.2.2009. Nach dieser Norm ist der Schutz von

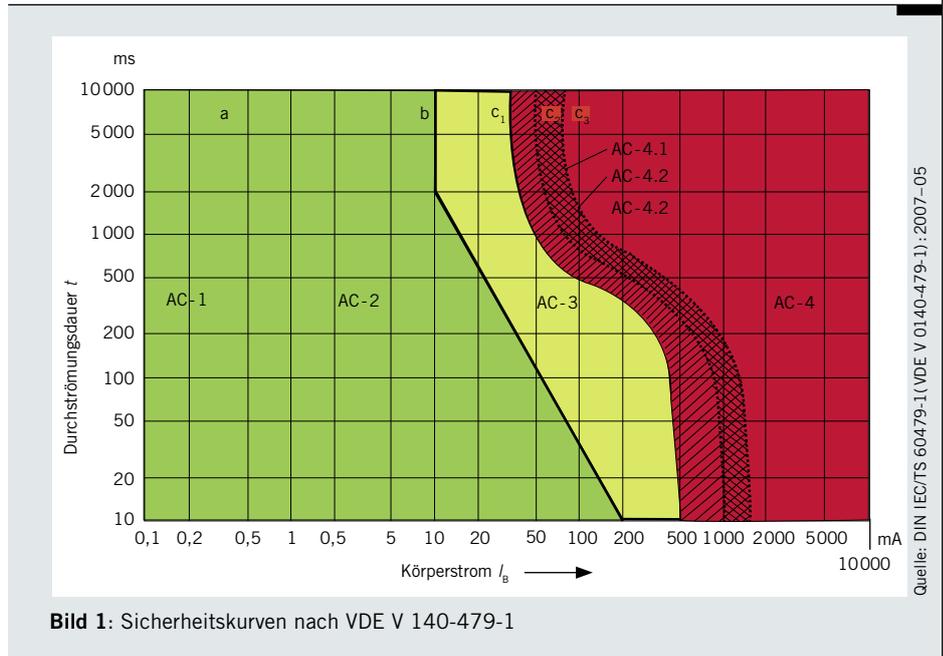


Bild 1: Sicherheitskurven nach VDE V 140-479-1



Bild 2: Beispiel einer RCCB Typ A

mehreren Stromkreisen mit einer RCD möglich. Hierbei muss man jedoch beachten, dass sich mögliche Fehlerströme addieren und dies zur Auslösung der RCD führen kann.

Um eine möglichst große Anlagenverfügbarkeit zu erreichen, wird daher in der DIN VDE 0100-300 die Aufteilung von Stromkreisen in der Art gefordert, dass Gefahren

vermieden und die Folgen von Fehlern begrenzt werden.

Man sollte also daher die Anzahl der gemeinsam von einer RCD geschützten Stromkreise möglichst gering halten. Durch Installation kombinierter Fehlerstrom-/Leitungsschutzschaltern (RCBOs), die in der dritten Folge dieser Reihe vorgestellt wird, erhält man die größtmögliche Anlagenverfügbarkeit. Werden Licht- und Steckdosenstromkreise getrennt, so können durch das Auslösen einer RCD – aufgrund eines defekten elektrischen Verbrauchsmittels – keine weiteren Gefahren durch den Ausfall der Beleuchtung entstehen. In reinen Lichtstromkreisen ist der zusätzliche Schutz durch RCDs nicht gefordert. DIN 18015-1 fordert als Planungsgrundlage für elektrische Anlagen in Wohngebäuden, dass die zugeordneten Überstrom- und Fehlerstromschutzeinrichtungen beim Auslösen im Fehlerfall nur einen kleinen Teil der Kundenanlage abschalten.

(Fortsetzung folgt)

AUTOR

Matthias Link
HHS Karlsruhe