

ABZ-Lösungen ET 3/26:13 Aufgaben zum Thema **Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen****Lösungen Aufgabe 1**

75% der heute registrierten Elektrounfälle oder der elektrisch gezündeten Brände könnten mit konsequentem Einsatz einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung vermieden werden.

Die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung schaltet bei Fehlerströmen bereits in mA-Bereich ab, lange bevor es für Mensch oder Sachen gefährlich wird. Ist nur ein Schutz durch automatische Abschaltung (Nullung) installiert, können bei einem Isolationsfehler die Ströme so gross werden, dass Personenleben unmittelbar gefährdet sind oder Brände entstehen können.

Lösungen Aufgabe 2

Mögliche Ursachen sind:

- Abnutzung, Überlastung und Alterung
- Schmutz und Feuchtigkeit
- Beschädigte Abdeckungen, Gehäuse oder defekte Isolationen
- Falsche Verwendung von z.B. Kabelrollen, Heizgeräten, Scheinwerfern
- Fahrlässigkeit des Benutzers oder gefährliche Laieninstallationen
- Manipulationen und unsachgemässe Eingriffe an elektrischen Anlagen und Geräten
- Fehlerhafte Anschlüsse
- Nicht angeschlossene oder unterbrochene Schutzleiter

Die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (Schutzebene III) bietet bei den beschriebenen gefährlichen Situationen einen hohen zusätzlichen Schutz.

Lösungen Aufgabe 3

Das Prinzip der Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) beruht auf dem Vergleich zwischen den zu- und abfliessenden Strömen im Aussenleiter und im Neutralleiter. Wird dieses Gleichgewicht gestört, z.B. weil ein Strom durch einen menschlichen Körper abfliest oder in einem Schutzleiter, unterbricht die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung sofort die Stromzufuhr – damit können Elektrounfälle grösstenteils vermieden werden.

Lösungen Aufgabe 4

Sobald eine Differenz zwischen dem zufließenden (Vorlauf) und dem rückfließenden (Rücklauf) Wasser entsteht, sind die beiden Wasserflüsse unterschiedlich. Dabei ist anzunehmen, dass ein Fehler vorliegt. Der Fehler kann infolge eines Leitungsdefekt bei einem Wasserkreislauf erkennbar sein. Der Vorteil beim Wasser ist, dass der Fehler mittels Sichtprüfung meistens erkennbar ist und so keine Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen eingebaut werden müssen. Zudem ist Wasser viel ungefährlicher als der elektrische Strom.

Lösungen Aufgabe 5

Als der FI-Schutzschalter 1976 in der Schweiz auf allen Baustellen obligatorisch wurde, sank die Zahl der tödlichen Elektrounfälle auf Baustellen innert kurzer Zeit von zehn auf zwei pro Jahr. Zudem sind seit 2010 alle freizügig verwendbaren Steckdosen bis und mit 32A ebenfalls mittels RCD von max. 30mA zu schützen. Was anfangs zu grössten Diskussionen geführt hat, zeigte heute bereits beste Wirkungen und rettete sicherlich weitere Menschenleben.

Bereits 1928 meldete die RWE AG (Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG) eine Fehlerstromschutzschaltung zum Patent an. Doch es dauerte bis 1951, also noch 23 Jahre, bis die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung in ihrer heute bekannten Form in Serie ging.

Lösungen Aufgabe 6

Deshalb müssen berührbare leitfähige Teile wirksam mit dem Schutzleiter verbunden sein. Tritt in einem Betriebsmittel ein Isolationsdefekt auf, fließt ein Fehlerstrom über den Körper und den Schutzleiter. Der Fehlerstrom teilt sich an jenem Punkt auf, an dem der PEN-Leiter der Anschlussleitung geerdet ist. Ein Teilstrom fließt über den PEN-Leiter, der übrige Teilstrom über die Erde zum Transformator zurück. Bei einem niederohmigen Erdschluss in den Betriebsmitteln ist der Fehlerstrom so gross, dass das vorgeschaltete Überstromschutzorgan den fehlerhaften Stromkreis schnell abschaltet.

Lösungen Aufgabe 7

Von einer direkten Berührung spricht man dann, wenn eine Person ein blankes spannungsführendes Teil berührt. Dies kann z.B. ein blanker Draht sein. Der Berührungsstrom wird durch die Spannung gegen Erde, sowie den Widerstand bestimmt, über den der Strom zum Sternpunkt des Transformators fließt. Solche Berührungsströme sind meist so hoch, dass für die betroffene Person akute Lebensgefahr besteht. In diesem Fall ist der Einsatz einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung RCD $\leq 30\text{mA}$ die einzige zuverlässige Massnahme, die einen eventuell tödlichen Unfall verhindert.

Eine indirekte Berührung liegt vor, wenn im Normalbetrieb spannungsfreie Teile elektrischer Betriebsmittel, die jedoch im Fehlerfall Spannung annehmen können, berührt werden. Die Berührung dieser Teile, der sogenannten Körper, erfolgt beim Umgang mit elektrischen Betriebs- und Verbrauchsmitteln fast zwangsläufig. Im Fehlerfall teilt sich der Stromfluss zwischen dem Schutzleiter des elektrischen Gerätes und der berührenden Person auf. Wobei anzumerken ist, dass die Person einen Widerstand von rund 1000Ω aufweist und dadurch einen viel kleineren Stromfluss erfährt als der niederohmige Schutzleiter. Aber je nach Aufteilung der Widerstände ist auch dieser Zustand gefährlich.

Lösungen Aufgabe 8

Grundsätzlich ergibt sich eine gefährliche Situation, wenn ein Mensch (oder ein Tier) infolge eines Defektes an einem Betriebsmittel, einer defekten Isolation oder aus Unachtsamkeit oder Leichtsinn sich einer gefährlichen Berührung aussetzt. Durch seinen Körper fließt ein Strom, dessen Gefährlichkeit von der Stromstärke und der Dauer abhängt. Es wird zwischen indirekter und direkter Berührung unterschieden.

Lösungen Aufgabe 9

Auf Baustellen herrschen harte Bedingungen. Zumal sind Baustellen vielfach im Freien (Aussenbereich) was durch unterschiedliche Temperaturen, ändernden Witterungseinflüsse (Sonne, Regen, Schnee) das eingesetzte Material stark auf die Probe stellt. Zudem sind unterschiedliche Gewerke im Einsatz, was die Koordination nicht einfacher macht. Weiter werden zum Teil grosse Leistungen für die elektrischen Geräte benötigt. Und als letzter Punkt sind die langen Leitungslängen ein grosses Problem ohne RCD für die automatische Abschaltung im Fehlerfall. Auch heute werden teilweise defekte und beschädigte Kabel auf Baustellen verwendet, was eine erhöhte Gefahr darstellt. Abhilfe würde hier eine regelmässige Geräteprüfung der eingesetzten Betriebsmittel schaffen.

Und man geht davon aus, dass Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ihre Aufgaben auch in einem Baustromverteiler bei -20 Grad oder bei $+40$ Grad zuverlässig erfüllen, selbst wenn die Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen möglicherweise unsanft von Baustelle zu Baustelle transportiert worden sind.

Lösungen Aufgabe 10

Die Sättigung der magnetischen Auslöseeinrichtung ist eine Folge von Gleichfehlerströmen, was zu einer bedenklichen und unzulässigen Reduktion der Sensitivität auf alle Fehlerstromarten bzw. bis zur «Erblindung» der Schutzeinrichtung führen kann. Zu hohe Gleichfehlerströme führen zum NICHT-Auslösen der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung!

Lösungen Aufgabe 11

Zur eigenen Sicherheit sollten elektrische Geräte immer mit einem FI-Schutzschalter betrieben werden. Auf Baustellen oder im Freien ist dies schon seit Jahren Pflicht. Bei älteren Installationen oder bei Umbauten, die vor Inkrafttreten des Obligatoriums für FI-Schutzschalter erstellt wurden, fehlt vielfach der fest installierte FI-Schutzschalter. In diesen Fällen ist ein Anschluss- oder Zwischenstecker mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung aus der eigenen Werkzeugkiste einzusetzen. Dieser kann zwischen Steckdose des Kunden und den mitgebrachten elektrischen Geräten gesteckt werden.

Lösungen Aufgabe 12

Erfassung von Fehlerströmen wie Typ A, jedoch mit zusätzlichen Eigenschaften:

- Erfassung von Frequenzgemischen aus AC-Anteilen 10/ 50/ 1000Hz
- Kurzzeitverzögerte (10ms) Abschaltung bei hohen Fehlerströmen
- Stossstromfestigkeit mind. 3kA (8/ 20 μ s)
- «Immunität» bei Überlagerung mit >10mA DC (bei Typ A >6mA)

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen Typ F gewährleisten einen sicheren Personen- und Brandschutz bei Verbrauchsmitteln mit einphasigen Frequenzumformern wie:

- Waschmaschinen
- Geschirrspülern
- Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) oder LED-Treibers
- Heizungsumwälzpumpen
- Haushaltsgeräten
- Handgeführten Elektrowerkzeugen

Lösungen Aufgabe 13

Alle Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) tragen keine Aufschrift im Sinne von «FI-Schutzschalter gelegentlich testen». Bei der Installation von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen muss der Installateur den Anwender über die regelmässige Prüfung mit der Prüftaste instruieren. Feldstudien haben belegt, dass bei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, welche regelmässig betätigt werden, kaum Ausfälle zu verzeichnen sind. Die Sommer-/ Winterzeitumstellung bietet sich als idealer Zeitpunkt, den Testknopf an Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen zu betätigen. Instandhaltungspläne in Betrieben sollen das mehrmalige Testen von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ebenso enthalten. Dabei ist die Dokumentation der Prüfung nicht zu unterlassen.