



Fehlerstromschutzschalter für besondere Umgebungsbedingungen

Manfred Kleemeier

Schadgase in der Atmosphäre, z. B. in besonderen Bereichen in der Industrie, wirken in Verbindung mit Luftfeuchte korrosiv auf Metallteile. Sie können daher die korrekte Funktion der FI-Schutzschalter beeinträchtigen und so deren frühzeitigen Austausch erfordern. Jetzt stehen auch langlebige Varianten für diese besonderen Umgebungsbedingungen zur Verfügung.

Eine höhere Lebensdauer der FI-Schutzschalter beim Einsatz in besonderen Umgebungsbedingungen lässt sich vor allem durch Verbesserung des Haltemagnetsystems erreichen. Um die Korrosion der Metallteile des Auslöserelais zu verhindern, muss man die Kondensation der Feuchtigkeit auf den Metallteilen unterbinden. Eine um einige °C höhere Oberflächentemperatur der Metallteile gegenüber der Umgebungstemperatur verhindert die Kondensation. Die direkte Beheizung des Haltemagnetauslösers mit minimaler Leistung erzielt den gewünschten Effekt. Da keine Kondensation auftritt, können auch die Schadgase keine Korrosion bewirken.

Die derart aufgebauten Fehlerstromschutzschalter »Sigres« aus der Reihe der »Beta«-Installationseinbaugeräte von Siemens erzielen gegenüber den Standardausführungen eine deutlich höhere Lebensdauer. Diese Fehlerstromschutzschalter mit dem zum Patent angemeldeten, aktivem Kondensationsschutz führen als Kennzeichnung ein . Sie stehen in einer Produktpalette von 2,5 A bis 80 A in zweipoliger (1+N) und vierpoliger (3+N) Ausführung zur Verfügung. Mit Bemessungsfehlerströmen von jeweils 30 mA und 300 mA (300 mA auch als selektive Ausführung ) decken in allen Fällen geeignete Geräte die verschiedenen Schutzaufgaben ab (Tabelle).

Funktionsprinzip der Fehlerstromschutzschalter

Ein Fehlerstromschutzschalter (RCCB = Residual Current Operated Circuit Breaker) besteht aus fünf wesentlichen Funktionsgruppen, welche ihn befähigen, gefährliche Fehlerströme zu erkennen und die Stromkreise anschließend auch sicher zu unterbrechen (Bild 1):

- Summenstromwandler zur Fehlerstromerfassung,
- Auslösekreis zur Auswertung des Fehlerstromes und zum Anpassen an das Auslöserelais,
- Auslöserelais zur Umwandlung der elektrischen Messgröße in eine mechanische Entklinkung,
- Schaltschloss mit den entsprechenden Kontakten,
- Prüfstromkreis.

Einsatzorte für Fehlerstromschutzeinrichtungen

Anwendungsbereich	Einsatz von FI-Schutz-einrichtungen gefordert nach	Geforderter Bemessungsfehlerstrom $I_{\Delta N}$ in mA	Art des besonderen Umgebungseinflusses	
Schwimmbäder Bereich 1 und 2	VDE 0100-702	≤ 30	Hohe Luftfeuchtigkeit mit Cl ₂ , O ₃	
Landwirtschaftliche und gartenbauliche Anwesen allgemein	• Steckdosenstromkreise	≤ 500	Hohe Luftfeuchtigkeit mit NH ₃	
		≤ 30		
Chemische Industrie			Luftfeuchtigkeit mit diversen Schadgasen und Lösemitteln	
Galvanikbetriebe			Hohe Luftfeuchtigkeit mit div. Schadgasen	
Baustellen	• Steckdosenstromkreise (Einquasenbetrieb) bis 32 A und für handgehaltene Betriebsmittel	VDE 0100-704	Luftfeuchtigkeit mit Umweltschadgasen SO ₂ , NO _x , chem. Baustoffe	
		• Steckdosenstromkreise bis 32 A und sonst. Steckdosenstromkreise		BG FE, BGI 608
Straßenverkehrssignalanlagen	• Klasse T1	≤ 300	Luftfeuchtigkeit mit Umweltschadgasen SO ₂ , NO _x	
		• Klasse U1		≤ 30
Fliegende Bauten, Wagen, Wohnwagen nach Schaustellerart, Speisepunkte	VDE 0100-722	≤ 500	Luftfeuchtigkeit mit Umweltschadgasen SO ₂ , NO _x	
Springbrunnen	• Bereich 2 allgemein	≤ 500	Luftfeuchtigkeit mit Umweltschadgasen SO ₂ , NO _x	
		• Steckdosen im Bereich 2		≤ 30
		• Bereiche 0 und 1		≤ 30
Nahrungsmittelindustrie			Hohe Luftfeuchtigkeit mit diversen Schadgasen, z. B. H ₂ S	
Bergbauanlagen	VDE 0118-100	≤ 500	Luftfeuchtigkeit mit Schadgasen	

Ausgewählte Einsatzorte, bei denen der Einsatz von Fehlerstromschutzeinrichtungen gefordert ist und bei denen erhöhte Schadgaskonzentrationen auftreten können

Manfred Kleemeier,
Siemens AG, Regensburg

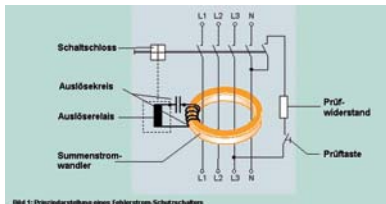


Bild 1: Prinzipdarstellung eines Fehlerstromschutzschalters

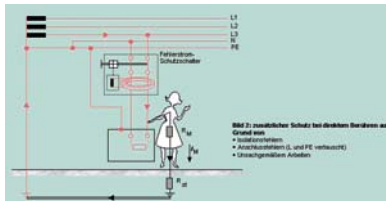


Bild 2: Zusätzlicher Schutz bei direkter Berührung aufgrund von Isoliationsfehlern, fehlerhafter Installation, unterbrochenem Schutzleiter (PE-Leiter)

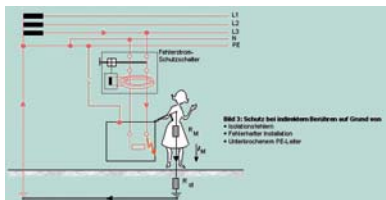


Bild 3: Schutz bei indirekter Berührung auf Grund von Isoliationsfehlern, Anschlussfehlern (Außenleiter L und Schutzleiter PE vertauscht), unsachgemäßem Arbeiten

Der Summenstromwandler umfasst alle stromführenden Leiter des zu schützenden Stromkreises inklusive des Neutralleiters. In einer fehlerfreien Anlage heben sich im Summenstromwandler die magnetischen Wirkungen der stromdurchflossenen Leiter auf. Es wird keine Spannung in die Sekundärwicklung des Wandlers induziert.

Erst wenn z.B. durch einen Isolationsfehler in der zu schützenden Anlage ein Fehlerstrom fließt, entsteht in der Sekundärwicklung eine Spannung, die über den Auslösekreis auf das Auslöserelay wirkt. Bei Erreichen der Auslösebedingungen (Fehlerstrom > Ansprechwert) entklinkt das Auslöserelay das Schalt Schloss und schaltet den fehlerhaften Stromkreis ab. Die Abschaltung

muss entsprechend der Gerätebestimmung VDE 0664 Teil 10 beim Bemessungsfehlerstrom innerhalb von 300 ms erfolgen.

Die Funktion des RCCB lässt sich über die bei jedem Gerät vorhandene Prüftaste kontrollieren. Das Drücken der Prüftaste erzeugt einen künstlichen Fehlerstrom, der die Auslösung bewirkt. Der Schutzschalter muss bei Inbetriebnahme der Anlage und in regelmäßigen Abständen, mindestens halbjährlich, im Interesse der eigenen Sicherheit auf korrekte Funktion geprüft werden.

Schutz für alle Anwendungsbereiche

Damit beim Umgang mit elektrischer Energie die Gefahren unter dem Grenfrisiko bleiben, fordert die DIN VDE 0100 Teil 410 Schutzmaßnahmen. Hier hat sich die Fehlerstrom-Schutzschaltung mit Abschaltung im Fehlerfall jahrzehntelang bewährt. Man kann sie in allen Netzsystemen einsetzen:

- TT-System,
- TN-System,
- IT-System.

Entsprechend den unterschiedlichen Schutzzielen unterscheidet man Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD = Residual Current Device) nach Bemessungsfehlerströmen $I_{\Delta N}$, wobei der Grenzstrom für die Hauptanwendung bei $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$ liegt.

- $I_{AN} \leq 30 \text{ mA}$: als zusätzlicher Schutz bei direktem Berühren (**Bild 2**),
- $I_{AN} > 30 \text{ mA}$: als Fehlerschutz bzw. Schutz bei indirektem Berühren (**Bild 3**),
- $I_{AN} \leq 300 \text{ mA}$: Schutz vor elektrisch gezündeten Bränden auf Grund von Isolationsfehlern gegen Erde.

Wegen der überragenden Schutzwirkung und der jahrelangen positiven Erfahrungen beim Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen werden sie in vielen Anwendungsgebieten zwingend vorgeschrieben.

Anwendungen in aggressiver Umgebung

Die Gerätenorm DIN EN 61008-1 (VDE 0664 Teil 10) definiert die Standardbedingungen für den Betrieb der RCCB. Bezüglich der Umwelteinflüsse trifft sie lediglich Aussagen zur Umgebungstemperatur (-5°C bzw. -25°C bis $+40^\circ\text{C}$), relativer Feuchte (50 % bei 40°C) und dem äußeren Magnetfeld (max. fünffaches Erdmagnetfeld).

Zum Einfluss durch Schadgase in der Umgebungsluft trifft sie keine Aussagen und leitet daher auch keine Forderungen ab. In der Praxis sind die RCCB aber durchaus verschiedenen Schadgase in unterschiedlichen Konzentrationen ausgesetzt.

Die DIN VDE 0100 Teil 510 »Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel, Kapitel 51: Allgemeine Bestimmungen« fordert entsprechend der Festlegung des Anwendungsbereiches (Abschnitt 510.1), die Betriebsmittel so auszuwählen und zu errichten, dass die Schutzmaßnahmen und ein zufriedenstellender Betrieb der Anlage bei bestimmungsgemäßer Verwendung hinsichtlich der zu erwartenden äußeren Einflüsse sichergestellt bleibt. Hier liegt also die Verantwortung beim Errichter der Anlage. Er muss bei der Auswahl der Betriebsmittel, so auch des RCCB, die Umgebungsbedingungen beachten (Tabelle).

Auswirkungen von Korrosion

Feldversuche belegen, dass das Auslöserelais am empfindlichsten auf äußere Einflüsse reagiert. Durch Schadgase in der Atmosphäre in Verbindung mit Luftfeuchte kann es insbesondere in den Lastpausen zur Kondensation an den Metallteilen des FI-Schutzschalters kommen. Auch auf die Metallflächen des Haltemagnet-Auslösers wirkt diese korrosionsfördernde Kondensation. Unter ungünstigen Bedingungen kann ein früher Geräteausfall und damit ein notwendiger Austausch des RCCB folgen.

Im praktischen Betrieb der Anlage kann man z. B. auch bei gekapseltem Aufbau nicht verhindern, dass durch Wartung, Reparaturen, Erweiterungen oder sonstige Umstände Schadgase ins Innere der Kapselung gelangen. Die korrosive Wirkung der Umgebungsluft lässt sich an den Betriebsmitteln der Anlage erkennen. Deshalb muss man die äußere Umgebung und den möglichen Schadgaseinfluss auch bei der Auswahl der Schutzschalter berücksichtigen.