Selbstüberwachende FI-Schutzschalter

H. Senkbeil, Berlin

Auf der Messe „Light + Building“ wurde im März dieses Jahres der Öffentlichkeit erstmalig ein selbstüberwachender FI-Schutzschalter vorgestellt. Ausgehend vom gegenwärtigen Stand wird in diesem Beitrag auf das Ziel dieser Entwicklung, die damit zu erreichenden Vorteile und die Arbeitsweise der neuen FI-Schutzschalter eingegangen.



❶ Selbstüberwachender Fehlerstrom-Schutzschalter NSFI

Übersicht über den derzeitigen Stand

Seit der im Jahre 1943 erfolgten Produktionsaufnahme hat der FI-Schutzschalter in ständig zunehmendem Maße in der Anlagentechnik Anwendung gefunden. Zu danken ist das seiner Eigenschaft, auch beim Auftreten sehr kleiner Fehlerströme eine Anlage in extrem kurzer Zeit vom Netz trennen zu können. Der FI-Schutzschalter, inzwischen auch als spannungsunabhängige RCD bezeichnet, ist überall dort unentbehrlich, wo Personen und Nutztiere vor gefährlichen elektrischen Durchströmungen oder Gebäude, Anlagen und andere Sachwerte gegen Brände besonders geschützt werden müssen. Dieser Schutz wird auch bei einer Unterbrechung des Neutralleiters gewährleistet.

In einer Vielzahl von Normen ist deshalb der Einsatz von FI-Schutzschaltern gefordert, wobei sehr häufig die Vorgabe lautet, dass sie einen Bemessungs-Differenzstrom $I_{\Delta n}$ von 30 mA aufweisen müssen (Tafel ❶). Der FI-Schutzschalter wird damit im Ernstfall zum „Rettungsboot“. Die Entwicklung zeigt hier einen anhaltenden Trend. Nach DIN VDE 0100 Teil 482 [1] werden in feuergefährdeten Betriebsstätten zum Schutz gegen Auswirkungen von Isolationsfehlern ebenfalls FI-Schutzschalter gefordert. Bei besonderen Brandgefährdungen ist auch hier an Stelle von $I_{\Delta n}$ = 300 mA ein Bemessungs-Differenzstrom $I_{\Delta n}$ = 30 mA einzusetzen (Tafel ❶). Sowohl in ihrer äußeren Gestalt, in den Formen und Abmessungen als auch in den technischen Daten haben sich erhebliche Wandlungen vollzogen, wenn man die erste Ausführung mit den derzeitigen FI-Schutzschaltern vergleicht. Den jeweiligen Anforderungen entsprechend werden Geräte mit unterschiedlicher Auslösecharakteristik, Stoßstrom- und Kurzschlussfestigkeit bereitgestellt, die Wechsel- und pulsierende Gleichfehlerströme (Typ A) abzuschalten vermögen.

Der umfassende Einsatz in den Anlagen setzt eine hohe Qualität und Zuverlässigkeit der FI-Schutzschalter voraus. Nach den Sicherheitsbestimmungen für diese Erzeugnisse waren und sind deshalb viele Prüfungen zu erfüllen [2][3][4]. Besonders zu erwähnen ist die Prüfung der Fehlerstromauslösung, der jeder Schalter in einer Stückprüfung zu unterziehen ist.

Autor

Obering. *Heinz Senkbeil* ist freier Fachjournalist, Berlin.

Funktionskontrolle durch Betätigung der Prüftaste

Ein FI-Schutzschalter ist ein hochemfindliches Gerät, in dem als wesentliche Teile eine Prüfeinrichtung, ein Auslösestromkreis und ein Schaltmechanismus vereinigt sind. Er wird an unterschiedlichen Orten in Innenräumen und im Freien, z. B. auf Baustellen, angewendet und ist dabei zahlreichen Einflüssen ausgesetzt. Auch wenn er beim Einbau seine Schutzfunktion normgemäß voll erfüllt, die Erstprüfung der Anlage nach DIN VDE 0100-610 [6] und geforderte Wiederholungsprüfungen bestanden werden, so können doch Fehler auftreten. Durch mechanische Einflüsse (z. B. Erschütterungen) und klimatische Bedingungen (darunter Temperaturschwankungen, salzhaltige Luft und Feuchtigkeit vor allem bei längerem Einsatz) sind Schäden an den Schaltern nicht auszuschließen – mit der Folge einer Funktionsbeeinträchtigung. Auch bei Markenprodukten ist dies nicht ganz auszuschließen, wie Untersuchungsergebnisse zeigen [9]. Da der Ausfall eines FI-Schutzschalters als Schutzorgan im störungsfreien Betrieb nicht bemerkt wird, könnten auf diese Weise Anlagen über längere Zeit ohne Schutzmaßnahme weiterbetrieben werden. Der fehlende Schutz beim indirekten Berühren bzw. der Brand- und Zusatzschutz wird erst durch eine Prüfung der Schutzmaßnahmen bei einer Wiederholungsprüfung oder bei einem hoffentlich niemals eintretenden Ernstfall offensichtlich.

Die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik hat deshalb in der BGV A2 (früher VBG 4) vor allem in Anlagen mit erhöhtem Gefährdungspotential eine regelmäßige Funktionskontrolle der FI-Schutzschalter in einem zeitlich definierten Prüfzyklus [7] vorgesehen und diese den Wiederholungsprüfungen zugeordnet (Tafel ❷). Ähnliche Forderungen werden auch vom Verband der Schadensversicherer, Versicherungsgesellschaften und anderen Einrichtungen erhoben. Auf die Notwendigkeit dieser Maßnahme auch im privaten Bereich wird ebenfalls seit langem hingewiesen.

Die Funktionskontrolle der FI-Schutzschalter durch das Betätigen der Prüftaste ersetzt nicht die generell gemäß [7] notwendigen Wiederholungsprüfungen der Gesamtanlage. Sie ist zusätzlich erforderlich und kann insbesondere bei dezentraler Anordnung der Schutzeinrichtungen sehr aufwendig sein. In jedem Fall sind damit zusätzliche Personalkosten verbunden. Durch das Auslösen des Schalters wird zwangsläufig der Betrieb unterbrochen. Das stößt in Betrieben und öffentlichen Einrichtungen auf wenig Gegenliebe. Es ist auch nicht auszuschließen, dass aus Unkenntnis, Fahrlässigkeit oder bei Personalausfall diese Kontrollen unterbleiben.

Bei den Betreibern privater Elektroanlagen besteht weitgehende Skepsis gegen die empfohlene regelmäßige Betätigung der Prüftaste, weil nach der Unterbrechung der Stromversorgung Radiowecker, Schaltuhren ohne Gangreserve und diverse andere elektronische Geräte neu programmiert werden müssen.

Selbstüberwachung bei unterbrechungsfreiem Betrieb

Bei den unter der Typbezeichnung „NSFI“ (Bild ❶) vorgestellten 4-poligen FI-Schutz-

Tafel 1 Vorgaben in Normen für den Einsatz von FI-Schutzschaltern

DIN-VDE-Norm	Gültigkeitsbereich	zulässiger $I_{\Delta n}$
0100 Teil 559:1983-03	Vorführstände von Leuchten – Zusatzschutz	 ≤ 30 mA
0100 Teil 701:1984-05 0100 Teil 701:2000-03 (E)	Räume mit Bad, Dusche – Zusatzschutz Steckdose – alle Stromkreise	 ≤ 30 mA ≤ 30 mA
0100 Teil 702:1992-06	Schwimmanlagen, -hallen, -becken	≤ 30 mA
0100 Teil 704:1987-11	Baustellen – Steckdosenstromkreise $I_n \leq 16$ A – sonstige Steckdosenstromkreise	 ≤ 30 mA ≤ 500 mA
MBL 25 (BGFE) ZH1/271	Regeln für den Betrieb auf Baustellen – Steckdosen bis 32 A	 ≤ 30 mA
0100 Teil 705/10.92 IEC 364-7-705	Landwirtschaft/Gartenbau – allgemeiner Brandschutz – Steckdosenstromkreise	 ≤ 300 mA ≤ 30 mA
0100 Teil 706:1992-06 IEC 364-7-706	Leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewe-gungsfreiheit, Betriebsmittel Skl. II	≤ 30 mA
0100 Teil 708:1993-10	Campingplätze, in Caravans – Steckdosen	 ≤ 30 mA
0100 Teil 482:1997-08 (VDS 2034)	Brandschutz bei besonderen Risiken oder Gefahren – Allgemein – Besondere Brandgefährdung dito	 ≤ 300 mA ≤ 30 mA ≤ 300 mA
0100 Teil 721:1984-04	Caravans, Boote, Jachten und ihre Stromversorgung (Überführung in Teil 708)	 ≤ 30 mA
0100 Teil 722:1984-05	Fliegende Bauten, Wagen und Wohnwagen nach Schaustellerart	≤ 500 mA $R_A \leq 30\ \Omega$
0100 Teil 723:1990-11	Unterrichtsräume; Experimentierstände	≤ 30 mA
0100 Teil 728:1990-03	Ersatzstromversorgungsanlagen	≤ 500 mA $R_A \leq 30\ \Omega$
0100 Teil 737:1990-11	Feuchte und nasse Bereiche/Räume	≤ 30 mA
0100 Teil 738:1988-04	Springbrunnen – allgemein – Schaltgeräte und Steckdosen	 ≤ 500 mA ≤ 30 mA
0100 Teil 739:1989-06 (Leitlinie, keine Bestimmung, sondern Empfehlung)	Wohnräume, Stromkreise mit Steckdosen < 32 A in neuen und bestehenden Anlagen	 ≤ 30 mA
0104:1989-10	Prüfanlagen	≤ 30 mA
0107:1994-10	Medizinisch genutzte Räume – Stromkreise $I_n \leq 63$ A – Stromkreise > 63 A	 ≤ 30 mA ≤ 300 mA
0108 Teil 2:1989-10	Versammlungsstätten, diverse Räume Leuchten im Handbereich	 ≤ 30 mA
0118 Teil 1:1990-09	Bergbauanlagen	≤ 500 mA
0160:1998-04	Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln	Verträglichkeit mit Art des Fehlerstroms
0832:1990-03	$I_n \leq 25$ A Straßenverkehrssignalanlagen im Freien	≤ 300 mA

schaltern 25, 40 und 63 A mit den Bemessungs-Differenzströmen $I_{\Delta N}$ = 30 mA und $I_{\Delta N}$ = 300 mA handelt es sich um die Prototypen einer neuen Generation von FI-Schutzschaltern. Aus der Bezeichnung ist erkennbar, dass es sich auch bei diesen Erzeugnissen um spannungsunabhängige RCD handelt. Sie entsprechen wie die bisherigen Ausführungen den Normen [3][4] und sind damit gemäß dem Nationalen Vorwort zu DIN VDE 0100-510 [5] generell verwendbar (Tafel 1). Da sich die konventionellen Schalter mit ihren technischen Eigenschaften bewährt haben, werden die entsprechenden Baugruppen aus den bisherigen Erzeugnissen auch in den neuen Schaltern in vollem Umfang eingesetzt.

Ziel der Entwicklung war es, das Betätigen der Prüftaste überflüssig zu machen und die damit verbundenen vorgenannten Probleme zu beseitigen. Die Selbstüberwachung erfolgt durch eine im Schalter vorgesehene spezielle elektronische Baugruppe. Die ordnungsgemäße Funktion kann aber wie bei den konventionellen Ausführungen auch bei den selbstüberwachenden FI-Schutzschaltern durch Betätigen einer Prüftaste manuell getestet werden, wobei das Schaltschloss und der Kontaktapparat einbezogen sind. Das ist aber nicht mehr an bestimmte Prüffristen gebunden und lässt sich somit dem Betriebsablauf anpassen.

Funktionsprinzip der Selbstüberwachung

Das Funktionsprinzip der Selbstüberwachung ist der Prinzipschaltung (Bild 2) zu entnehmen. Der Elektronik-Baustein testet und überwacht die ordnungsgemäße Funktion aller Teile des gesamten Auslösekreises mit dem Summenstromwandler und dem Auslöserelais. Im Normalfall ist der Notaktor inaktiv. Er nimmt eine Abschaltung dann vor, wenn eine ordnungsgemäße Auslösung in den normgemäß zulässigen Grenzen nicht gewährleistet ist. Funktionsprinzip und Wirkungsweise lassen sich wie folgt umreißen:

1. Nach jedem Einschalten des FI-Schutzschalters, bei Spannungswiederkehr nach Netzausfall und einmal täglich wird das Auslöserelais mit Testimpulsen beaufschlagt. Bei einwandfreiem Auslöserelais führt dieses zu einem geringfügigen Abheben des Ankers. Die Antwortsignale des Relais werden einem Soll-Istwert-Vergleich unterzogen.
   Während dieses Prüfvorgangs blinkt die grüne Leuchtdiode. Sie bleibt dauernd angesteuert, wenn kein Fehler festgestellt worden ist. Vorgesehen ist, das Signal „grün“ über ein Zwischenrelais nach außen zu führen, damit das Prüfungsergebnis auch extern erfaßt werden kann.
2. Wird aus der Antwortreaktion des Auslöserelais ein „unkritischer“ Fehler festgestellt, der eine Abschaltung nicht behindert (beispielsweise als Folge von Bauteiltoleranzen oder bei einer Beeinträchtigung des Auslöserelais), dann signalisiert eine rotblinkende LED im Gerät, dass die Elektroanlage zu überprüfen ist und der FI-Schutzschalter ggf. ausgewechselt werden muss.
   In diesem Zustand ist der Schalter noch immer in der Lage, beim Auftreten eines

Anzeige

Niederbayern (Nähe Österreich):

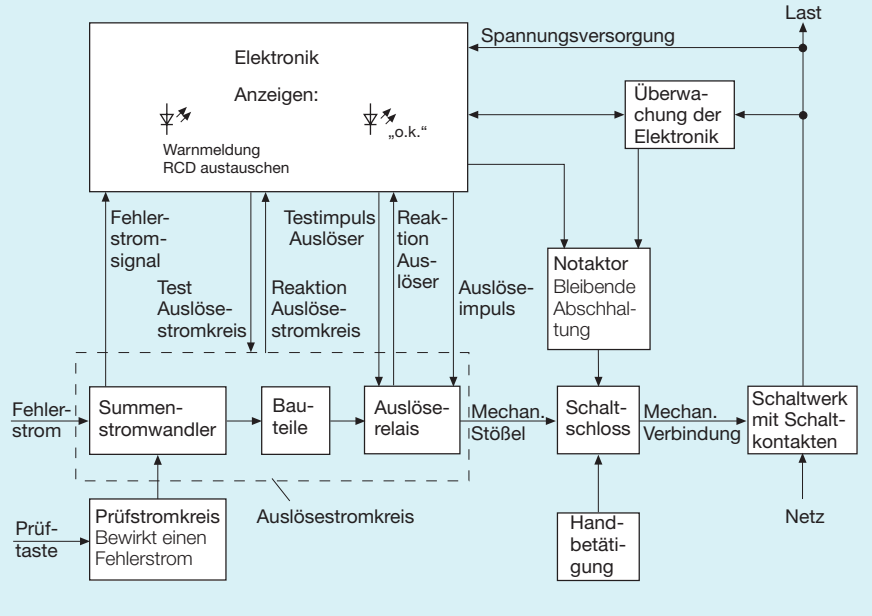
Aus Altersgründen und fehlendem Nachfolger zu verkaufen:

Wohn-/Geschäftsobjekt einschließlich Elektrogeschäft, tätig in allen Bereichen – Regieumsatz ca. 600 000 DM, 40 Jahre Tätigkeit, bester Kundenstamm.

Näheres unter Fax **08505/6834**

Tafel 2 Wiederholungsprüfungen ortsfester elektrischer Anlagen und Betriebsmittel [7]

Anlage/Betriebsmittel	Prüffrist	Art der Prüfung	Prüfer
Elektrische Anlagen und ortsfeste Betriebsmittel	4 Jahre	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft
Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel in „Betriebsstätten, Räumen und Anlagen besonderer Art“ (DIN VDE 0100 Gruppe 700)	1 Jahr		
Schutzmaßnahmen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in nichtstationären Anlagen	1 Monat	auf Wirksamkeit	Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte
Fehlerstrom-, Differenzstrom- und Fehlerspannungs-Schutzschalter – in stationären Anlagen – in nichtstationären Anlagen	6 Monate arbeitstäglich	auf einwandfreie Funktion durch Betätigen der Prüfeinrichtung	Benutzer



2 Selbstüberwachender FI-Schutzschalter NSFI (Prinzipschaltbild) (Bilder: Schupa GmbH)

Fehler- oder Ableitstroms sicher abzuschalten.

3. Diagnostiziert die Elektronik einen kritischen Fehler, der beim Auftreten eines Fehler- oder Ableitstroms eine Auslösung in den zulässigen Grenzen in Frage stellt, dann erfolgt eine zwangsweise und irreversible Abschaltung durch den Notaktor. Die Anlage wird sofort vom Netz getrennt und das Schaltschloss unwirksam gemacht. Ein erneutes Zuschalten wird somit verhindert.
   Dieser Sicherheitsaspekt ist besonders zu erwähnen, weil es bei den marktüblichen konventionellen FI-Schutzschaltern von der Entscheidung des Betreibers oder Nutzers abhängt, ob ein als defekt erkanntes Gerät weiter verwendet oder ersetzt wird.
4. Zur Überwachung gehört, dass die Bauteile des Auslösestromkreises (Wandler, Auslöserelais und Elektronik) ständig auf Leiterunterbrechungen und -kurzschluss geprüft werden.
5. Der an Netzspannung liegende Selbstüberwachungsbaustein ist in „Ein-Fehler-Sicherheit“ ausgeführt und überwacht sich kontinuierlich selbst. Bei einem Fehler an der Elektronik oder einem Bauteil erfolgt wie bei kritischen Fehlern im Auslöserelais (siehe 3.) eine Abschaltung über den Notaktor.
6. Beim Ausfall der Spannung am Überwachungsbaustein bleibt der FI-Schutzschalter ohne Selbstüberwachung in Betrieb. Dieser Zustand ist am Erlöschen der grünen LED optisch erkennbar.

Selbstüberwachung bedeutet höhere Sicherheit

Da die Selbstüberwachung täglich erfolgt und nicht mehr an das Einhalten von Prüffristen zum Betätigen der Prüftaste gebunden ist, wird im Vergleich zu konventionellen Ausführungen des FI-Schutzschalters eine höhere Sicherheit der elektrischen Anlagen erreicht. Das geringfügige Abheben des Ankers des Auslöserelais sichert den Funktionserhalt des Schalters. Höhere Sicherheit wird in besonderem Maße dort erreicht, wo bisher aus unterschiedlichen Gründen auf manuelle Funktionskontrollen der vorgenannten Art und Wiederholungsprüfungen verzichtet wurde und fehlerbedingte Abschaltungen nicht zu verzeichnen waren.
Gleichzeitig wird auch die Verfügbarkeit der Anlagen verbessert, weil bei der Selbstüberwachung die Schaltkontakte geschlossen bleiben.
Die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik stimmt dem Einsatz dieser Erzeugnisgeneration zu. Sie verzichtet im gewerblichen Bereich auf das bisher vorgeschriebene regelmäßige Betätigen der Prüftaste unter der Voraussetzung, dass die Geräte den Normen entsprechen [3][4] und zusätzlich nach ISO 23 849-1 (DIN EN 954-1, Kategorie 3) geprüft sind. Ein entsprechendes ISO-Zeichen wird auf den Geräten angebracht [8].
Betreiber und Nutzer dürften diese Eigenschaften aus folgenden Gründen zu schätzen wissen:

1. Die höhere Sicherheit und Verfügbarkeit der Anlagen wird durch die selbstüberwachenden FI-Schutzschalter und damit geräteseitig erreicht.
   Von den höheren Anschaffungskosten abgesehen entstehen Betreibern und Nutzern keinerlei zusätzliche Aufwendungen.
2. Durch den Wegfall bisher vorgeschriebener manueller Funktionskontrollen durch Betätigen der Prüftaste gemäß Vorgaben in der BGV A2 (Tafel 1) werden Betriebsunterbrechungen, Personal und Betriebskosten eingespart. Die Höhe der möglichen Einsparungen wird in den jeweiligen Betrieben und öffentlichen Einrichtungen unterschiedlich groß sein und ist nur dort zu ermitteln.
3. Nach wie vor kann auch künftig mit Hilfe der Prüftaste die dann nicht mehr geforderte Funktionskontrolle vorgenommen werden.

Vorgenannte Vorteile sollten keinesfalls dazu verleiten, die Anlage sich selbst zu überlassen und auf die vorgeschriebenen Wiederholungsprüfungen der gesamten Anlage zu verzichten [7].
Die Leuchtdioden ermöglichen zusätzlich eine optische Kontrolle der Schalterfunktionen.

Einsatzgebiete

Selbstüberwachende FI-Schutzschalter lassen sich generell an Stelle von konventionellen Schalterausführungen einsetzen. Unter Beachtung der veränderten Abmessungen können auch konventionelle FI-Schutzschalter durch sie ersetzt werden. Ihr Einsatz ist natürlich überall zu empfehlen. Vor allem ist er aber dort angebracht, wo entgegen allen Normen prinzipiell weder Anlagen geprüft noch Prüftasten betätigt werden.

Es versteht sich zum anderen von selbst, selbstüberwachende Schalter vorrangig dort zu verwenden, wo Fehlerströme Personen und Sachwerte in besonderem Maße gefährden können. Hierzu zählen u. a. Anlagen in Räumen und Betriebsstätten besonderer Art, die in den Normen des Teils 7 der Reihe DIN VDE 0100 erfasst sind, sowie Anlagen in feuergefährdeten Betriebsstätten nach DIN VDE 0100 Teil 482 [1]. Berücksichtigt man in besonderem Maße wirtschaftliche Gesichtspunkte, so ist eine Anwendung in weit verzweigten Anlagen mit hohem Überwachungs- und Prüfaufwand besonders zu empfehlen.

Derzeitiges Sortiment

Die selbstüberwachenden FI-Schutzschalter werden in folgenden Ausführungen unter der Typbezeichnung NSFI angeboten:

- Vierpolig, 3,5 TE (61,5 mm)
  Kurzschlussfestigkeit 10 kA
  Bemessungsströme:
  I_n = 25 und 40 A
  Bemessungsfehlerströme.
  $I_{\Delta n}$ = 30 und 300 mA
- Vierpolig, 4,5 TE (79 mm)
  Kurzschlussfestigkeit 10 kA
  Bemessungsströme:
  I_n = 63 A
  Bemessungsfehlerströme:
  $I_{\Delta n}$ = 30 und 300 mA

Alle sonstigen technischen Daten entsprechen weitgehend konventionellen Ausführungen.

Zusammenfassung

Selbstüberwachende FI-Schutzschalter sind geeignet,

- die Sicherheit im Personen- und Sachschutz weiter zu erhöhen und
- eine höhere Verfügbarkeit in den Anlagen zu erreichen.

Die manuellen Funktionskontrollen durch Betätigung der Prüftaste lassen sich damit ablösen. Sie werden im gewerblichen Bereich nicht mehr gefordert.

Literatur

[1] DIN VDE 0100-482:1997-08 Elektrische Anlagen von Gebäuden; Schutzmaßnahmen; Auswahl von Schutzmaßnahmen als Funktion äußerer Einflüsse; Brandschutz bei besonderen Risiken und Gefahren

[2] DIN VDE 0664 Teil 1: 1985-10 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, Fehlerstrom-Schutzschalter für Wechselspannung bis 500 V und 63 A (abgelöst durch [2][3]).

[3] DIN EN 61 008-1 (VDE 0664 Teil 10):1999-12 Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen; Allgemeine Anforderungen.

[4] DIN EN 61 008-2-1 (VDE 0664 Teil 11): 1999-12 –; Anwendung der allgemeinen Anforderungen auf netzspannungsunabhängige RCCBs.

[5] DIN VDE 0100-510:1997-01 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Allgemeine Bestimmungen.

[6] DIN VDE 0100-610:1994-04; Prüfungen; Erstprüfungen.

[7] BGV A2 (früher VBG 4) Elektrische Anlagen und Betriebsmittel.

[8] Prävention durch Innovation: Selbstüberwachende Fehlerstrom-Schutzschalter. Information für die Sicherheitsfachkraft (2000)2, S. 5.

[9] *Kieback, D.; Lappe, U.:* Zuverlässigkeit von FI-Schutzschaltern (RCCB). Elektropraktiker, Berlin 50(1996)6, S. 464-467.