

mehr oder weniger ungenau. Das muß der Prüfer wissen und bei der Beurteilung seiner Meßergebnisse berücksichtigen.

Dies erklärt auch die Großzügigkeit bei der Handhabung der 30%. Ob Sie nun bei einer Messung mit den Meßergebnissen $Z_S = 1 \Omega$, $I_a = 230 \text{ A}$

- auf den Meßwert der Schleifenimpedanz 30 % aufschlagen $1,0 \Omega \rightarrow 1,3 \Omega$ (errechnet würde damit ein Kurzschlussstrom von $230 \text{ V}/1,3 \Omega = 176 \text{ A}$) oder weil es ein einfacheres Verfahren ist und im Sinne einer höheren Sicherheit wirkt
- vom Wert des angezeigten Kurzschlussstromes 30 % abziehen ($230 \text{ A} \rightarrow 161 \text{ A}$), ist daher für das Endergebnis unwesentlich und bleibt Ihnen überlassen. Eine exaktere Betrachtung wird nur dann notwendig, wenn der korrigierte Wert zu einer ungünstigen Auslegung z. B. der Schutzeinrichtung führt.

Abschließend muß nochmals gesagt werden, daß es kein seelenloses Anwenden der Tabellen geben darf. Die Zusammenhänge müssen jeder Elektrofachkraft klar sein, um richtig entscheiden zu können. Dies zu erklären ist zweifellos nicht immer einfach, ich kenne das aus meinen Meßseminaren.

K. Bödeker

FI-Schutzeinrichtungen bei klassischer Nullung im Bad?

? Als Planungsbüro haben wir den Auftrag erhalten, in verschiedenen Wohnblöcken die Ofenheizung durch ein modernes Heizungssystem mit metallenen Rohrleitungen zu ersetzen. Die vorhandene Elektroinstallation mit Zweileiterwechselstromkreisen soll aus finanziellen Gründen noch für ein bis zwei Jahre erhalten bleiben. Mit Ausnahme der klassisch genullten Steckdosen im Badezimmer und in der Küche sind nur Steckdosen ohne Schutzkontakt vorhanden. Der Auftraggeber fordert nun, in die Zuleitung zum Wohnungsverteiler eine FI-Schutzeinrichtung mit einem Bemessungsfehlerstrom $\leq 30 \text{ mA}$ einzubauen. Sie soll bis zur Neuinstallation den Schutz gegen elektrischen Schlag übernehmen. Wir haben Bedenken gegen diese Ausführung.

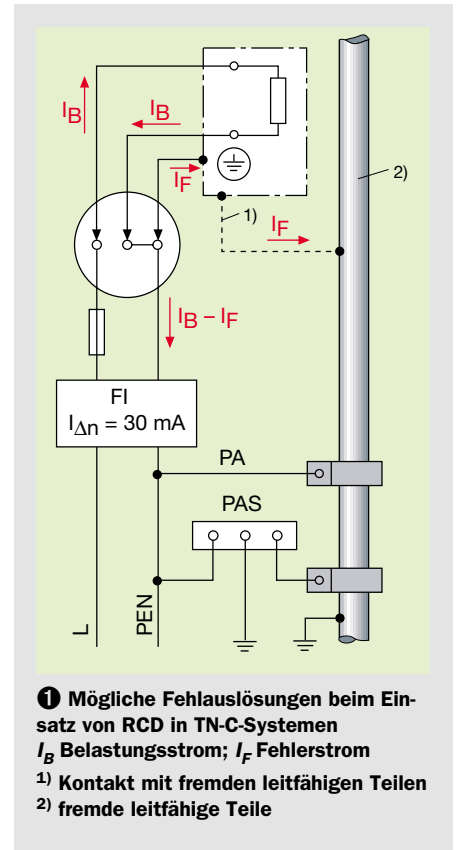
! Die beschriebene Wohnungsinstallation war nach alten Normen zulässig. Sie könnte den „Schutz durch nichtleitende Räume“ auch in Neuanlagen gewährleisten, wozu allerdings weitere, in Altanlagen nicht vorgeschriebene und nicht sehr praktikable Festlegungen in DIN VDE 0100-410, Abschn. 413.3, eingehalten werden müßten [1]. Sie ist deshalb nicht üblich. Wohnräume mit isolierendem Fußboden galten und gelten als erdfrei und nichtlei-

tend, wenn der Standortübergangswiderstand $50 \text{ k}\Omega$ (in Anlagen bis 500 V Nennspannung) nicht unterschritten wird. Im Raum durften und dürfen sich dabei keine mit Erde in Verbindung stehende Einrichtungsgegenstände, z. B. Heizkörper und/oder metallene Rohrleitungen befinden. Diese Bedingungen sind in der vorhandenen Anlage nicht mehr gewährleistet, wenn ein modernes Heizsystem der genannten Art eingebaut wird. Der Schutz beim indirekten Berühren muß deshalb durch eine andere Schutzmaßnahme unter Einhaltung der Festlegungen in [1] und DIN VDE 0100-470 [2] sichergestellt werden.

Werden die neuen Normen zugrunde gelegt, dann läßt sich der allgemein übliche Schutz durch automatische Abschaltung im TN-System bei Leitungsquerschnitten unter $10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ in alten Anlagen natürlich nicht realisieren, weil nach DIN VDE 0100 Teil 540, Abschnitt 8.2.1, eine Aufteilung in N- und PE-Leiter erfolgen müßte [3].

Einbau einer FI-Schutzeinrichtung in eine 2adrige Wohnungszuleitung (vorgeschlagene Lösung) geht vermutlich auf die Festlegung im Abschnitt a) im Beiblatt 2 zu DIN VDE 0100 zurück [4]. Danach ist eine vorübergehende provisorische Verbesserung des Schutzes durch RCD mit einem Bemessungsfehlerstrom $\leq 30 \text{ mA}$ zur Erfüllung der Anpassungsforderungen ohne Verlegung eines Schutzleiters zugelassen. Als spätester Endtermin für die Umrüstung ist der 1. März 2002 festgelegt. Diese Lösung ist aber nicht zulässig, wenn hinter der Schutzeinrichtung klassisch genullte Steckdosen oder andere Betriebsmittel (TN-C-System) angeschlossen sind. Der PEN-Leiter wäre damit durch die RCD geführt. Gemäß Abschnitt 413.1.3.8 in [1] ist das in TN-C-Systemen nicht zulässig. Auch in der Vorgängernorm gab es eine sinn gemäß gleiche Festlegung. Würde dennoch in dieser Weise verfahren, dann sind beim Betrieb von Verbrauchern der Schutzklasse I Fehlerlösungen nicht auszuschließen, wenn ein Teil des Belastungsstroms nicht über den PEN-Leiter, sondern über parallele Erdverbindungen des Potentialausgleichs fließt (Bild 1).

FI-Schutzschalter in die Wohnungszuleitung einzubauen wäre mit der Konsequenz verbunden, die Schutzleiterverbindungen in Bad und Küche zu entfernen. Damit ist nicht nur die bestehende Schutzmaßnahme „TN-C-System mit Überstromschutz einrichtung“ aufgehoben, sondern der Schutz beim indirekten Berühren völlig beseitigt. Im Fehlerfall könnte dann eine Abschaltung durch den FI-Schutzschalter nur erfolgen, wenn die zu schützende Person selbst als Schutzleiter fungiert und mit einem Körperstrom – mindestens in Höhe des Auslösestroms der RCD ($\geq 0,5 \times$ Bemess-



sungsfehlerstrom) – durchströmt wird. Wenn man dabei an die erhöhte Gefährdung im Badezimmer denkt, kann niemand ernsthaft in Erwägung ziehen, diesen Zusatzschutz mit der Konsequenz einzuführen, den bereits bestehenden Fehlerschutz gleichzeitig aufzuheben. Das widerspricht auch den Grundforderungen in [1], wonach der Schutz beim indirekten Berühren generell zu gewährleisten ist.

FI-Schutzeinrichtung für die Wohnräume. Die vorübergehende provisorische Verbesserung des Schutzes gegen elektrischen Schlag ist gemäß [4] nur in den Räumen und auch dort nur bedingt geeignet, in denen durch den Einbau der Heizung die isolierende Beschaffenheit des Fußbodens aufgehoben wird. Die FI-Schutzeinrichtung müßte dann speziell diesen Stromkreisen zugeordnet werden.

In Bad und Küche die klassische Nullung zu belassen, und in Wohnräumen den Zusatzschutz mit RCD (ohne Fehlerschutz!) einzuführen, dieses mutet paradox an.

Lösungsvorschlag. Die provisorische Lösung gemäß [4] sollte nur dort in Erwägung gezogen werden, wo kein PEN-Leiter zur Verfügung steht, z. B. bei zwei Außenleitern im $230/133 \text{ V}$ -Netz. Dort ist in alten Anlagen auch in Bad und Küche in der Regel der geforderte Fehlerschutz zumindest hinsichtlich der Abschaltzeiten in Frage zu stellen, sofern nicht FU-Schutz-

schalter eingebaut sind. Unter der Voraussetzung, daß die Prüfung der vorhandenen Anlage eine Weiternutzung gestattet, ist zu empfehlen, die Steckdosen ohne Schutzkontakt gegen solche mit Schutzkontakt auszuwechseln. Sie lassen sich bei der in ein bis zwei Jahren vorgesehenen Neuinstallation weiterverwenden. Dieses Auswechseln gilt nicht als Errichten einer Neuanlage, so daß mit dieser Lösung die vorhandene klassische Nullung aktiviert, aber nicht neu eingeführt wird [5]. In besonders gefährdeten Bereichen, z. B. im Badezimmer, bietet sich der Einsatz von FI-Steckdosen an.

Literatur

- [1] DIN VDE 0100-410:1997-01 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Schutzmaßnahmen; Schutz gegen elektrischen Schlag.
- [2] DIN VDE 0100-470:1996-02 –; –; Anwendung von Schutzmaßnahmen.
- [3] DIN VDE 0100 Teil 540:1991-11 –; Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter.
- [4] Beiblatt 2 zu DIN VDE 0100:1992-10 –; Verzeichnis der einschlägigen Normen.
- [5] *Senkbeil, H.*: Modernisierung der Elektroinstallation in Wohngebäuden (Teil 2 und Schluß). Elektropraktiker, Berlin 52(1998)4 S. 336-339.

H. Senkbeil

Darstellung der FI-Schutzschalter

? In vielen Literaturstellen wird bei der Darstellung von RCDs mit Schutzleiterüberwachung der Schutzleiter mit mehr Windungen (durch den Summenstromwandler) dargestellt als beim L oder N. Warum wird das so gemacht?

Ich bin der Ansicht, daß solche Darstellungen irreführend sind. Natürlich muß der Schutzleiter so durch den Wandler geführt werden, daß sich eine Addition mit der Wirkung der Fehlerströme im L ergibt. Mit einer einfachen Messung kann man jedoch nachweisen, daß bei Verwendung des eigenen PE-Anschlusses (der RCD) die Auslösung genau bei der Hälfte des Stroms stattfindet, der bei Verwendung eines fremden PE-Potentials zur Auslösung führt. Damit wäre aber auch bewiesen, daß die Windungszahlen von L, N und PE identisch sind.

! Sie haben recht, die Darstellungen der FI-Schutzschalter mit überwachtem Schutzleiter sind recht unterschiedlich. Lassen Sie aber bitte Milde walten, Prospekte und auch Fachbeiträge werden zumeist nicht von denen gemacht, die für die konstruktive Gestaltung der Schalter zuständig sind. Sie sollten auch nicht verlangen, daß die Einzelheiten des inneren Aufbaus – also auch nicht Anzahl und Richtung der Windungen – dargestellt werden. In Abhängigkeit von der Qualität der Magnetwerkstoffe

sind bei sonst gleichen Schaltern ohnehin andere Windungszahlen nötig. Was nützt es dem Anwender, dies zu wissen? Hauptsache, der angegebene Bemessungsfehlerstrom stimmt. Natürlich können Sie keinem Hersteller und keinem Fachautor vorschreiben, wie er den Schalter darstellt, ob er diesen Zusammenhang überhaupt aufzeigt oder nicht. Um die Funktionsweise der Schutzleiterüberwachung zu erläutern, bedarf es ohnehin einer ausführlichen Beschreibung. Allein die Innenschaltung des Schalters reicht da nicht, egal, ob sie richtig oder falsch dargestellt wurde.

Übrigens läßt sich mit der Anzahl und der Richtung der Windungen des Schutzleiters bezüglich des Bemessungsfehlerstroms viel gestalten. Der gleiche Magnetkreis hat dann aber jeweils eine andere Summe der ihn erregenden Ströme, und somit ergibt sich ein anderer Bemessungsfehlerstrom des Schalters. Jede praktizierte Variante darzustellen (zu verraten) ist unnötig. Eine über alle Hersteller und Typen allgemeingültige Darstellung im Prospekt oder Fachbeitrag ist somit ja auch gar nicht möglich. Es kann nur auf das von dem „normalen“ FI-Schutzschalter abweichende Prinzip aufmerksam gemacht werden, und das wird mit jeder der möglichen Darstellungen des überwachten PE erreicht.

Machen Sie doch mal das (Gedanken-)Experiment und führen Sie an einem vierpoligen FI-Schutzschalter ($I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$) den Schutzleiter über einen der im zweipoligen Betrieb freibleibenden Schalterbahnen. Bei welchem (Bemessungs-)Fehlerstrom spricht dieser Schalter mit Schutzleiterüberwachung dann in den beiden möglichen Fällen an?

K. Bödeker

Aufstellung von Bleiakkumulatoren

? In einem Einfamilienhaus ist eine Photovoltaikanlage zu installieren. Auf speziellen Kundenwunsch hin soll die Anlage im Inselbetrieb arbeiten und ausgewählte Verbraucher mit solar gewonnener Elektroenergie direkt und über einen Inselwechselrichter versorgen. Nach einem Kundengespräch und einer Energiebedarfsermittlung sind wir zu dem Schluß gekommen, die Elektroenergie in vier Akkumulatoren zu speichern. Es handelt sich dabei um Blei-Akkus mit Flüssigsäure des Herstellers Bärenbatterie.

Da wir bisher nur Erfahrungen mit PV-Anlagen im Netzparallelbetrieb haben, entstehen bei der Vorplanung dieses interessanten Projekts für uns mehrere Probleme:

1. Ab wann ist für eine natürliche bzw. künstliche Be- und Entlüftung des Raumes zu sorgen, um die Entstehung eines explosionsfähigen Gasgemischs zu vermeiden?

2. Welche besonderen Anforderungen werden an den Raum gestellt, in dem die Akkus aufgestellt werden?

3. Auf Kundenwunsch hin soll die Versorgung der Verbraucher im Bedarfsfall aus dem öffentlichen Netz erfolgen, da es sich in erster Linie um Kühlgeräte handelt.

Welche Besonderheiten sind bei der Realisierung der Umschaltung zu beachten?

! Für die von Ihnen angesprochenen Fragen zur Aufstellung von Bleiakkumulatoren ist die DIN VDE 0510/01.77 relevant. DIN VDE 0510/01.77 gilt für den Bau, die Aufstellung und Unterbringung sowie den Betrieb und die Prüfung von Akkumulatoren und Batterieanlagen. Nach Abschnitt 5 dieser Norm (der nicht für gasdichte Akkumulatoren gilt) sind Batterien so unterzubringen, daß das beim Laden und Entladen oder in Ruhe entstehende Gasgemisch durch natürliche oder künstliche Belüftung so verdünnt wird, daß es mit Sicherheit seine Explosionsfähigkeit verliert.

Eine untere Grenze z. B. hinsichtlich Kapazität, Zellenanzahl oder ähnlichem ist nicht genannt. Das heißt, daß die Aussagen dieser Norm auch für die von Ihnen beschriebenen Bleibatterien und deren Aufstellung gelten.

Im Abschnitt 5.7 ist eine „Zahlenwertgleichung“ aufgeführt, nach der der erforderliche Volumenstrom (Luftbedarf) Q zu berechnen ist, der eine ausreichende Belüftung gewährleistet. Diese Formel hier aufzuführen, hätte praktisch keinen Sinn, da bezüglich der Ladestromstärke eine umfangreiche Tabelle in dieser Norm zu berücksichtigen ist. Es bleibt Ihnen daher nur die Möglichkeit, diese Norm heranzuziehen und entsprechend der dort aufgeführten Berechnungsangaben zu überprüfen, ob der von Ihnen vorgesehene Raum zur Batterieaufstellung hinsichtlich der Belüftung geeignet ist.

Die besonderen Anforderungen an den zur Unterbringung der Batterien vorgesehenen Raum finden Sie im Abschnitt 6 von DIN VDE 0510/01.77. Einen kurzen Überblick über die wichtigsten Anforderungen gibt Ihnen die nachstehende Aufstellung.

- Batterien müssen zugänglich, leicht zu kontrollieren und zu warten sein.
- Batterien müssen gegen herabfallende Gegenstände, Eindringen von Tropfwasser und Verschmutzung geschützt sein.
- Die Raumtemperaturen dürfen nicht zu hoch und nicht zu tief sein (Herstellerrangaben beachten).
- Batterien müssen so aufgestellt und belüftet werden, daß Elektrolytnebel oder verspritzter oder ausgelaufener Elektrolyt keinen Schaden anrichten kann.
- In Büroräumen oder ähnlichen Räumen (z. B. Wohnräumen) ist das Laden von Batterien nicht gestattet, außer