

Sichere Anlagen – Schutz gegen elektrischen Schlag

Teil 3: Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen für den Zusatzschutz

H. Zander, Berlin

Aufbauend auf den Erläuterungen in den ersten beiden Beitragsteilen [1] und [2] wird nachfolgend der zusätzliche Schutz durch Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom von nicht mehr als 30 mA als eine Ergänzung der Schutzmaßnahme „Automatische Abschaltung der Stromversorgung“ eingehend betrachtet.

11 Schutzziel Personenschutz

Dort, wo elektrische Verbrauchsmittel in der Hand gehalten und betrieben werden (die Eigenschaft „tragbar“ weist darauf hin), insbesondere durch Nicht-Fachleute, die den sicherheitstechnischen Zustand solcher Verbrauchsmittel im Allgemeinen nicht beurteilen können, sollte zusätzlich zur Fehlerschutzvorkehrung ein Schutz vorhanden sein. Dieser zusätzliche Schutz muss auch dann noch wirksam sein, wenn die eigentliche Fehlerschutzvorkehrung aufgrund besonderer Umstände nicht wie vorgesehen wirken kann.

Autor

Dipl.-Ing. Hartmut Zander ist Fachgebietsleiter Elektroinstallation, Gebäudesystemtechnik und Lichtanwendungen bei der HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V., Berlin.

Für Benutzer von Steckdosen soll auch dann noch ein Schutz gewährleistet sein, wenn leichtfertig oder unwissend die Fehlerschutzvorkehrung umgangen oder außer Funktion gesetzt wird. Diese Zielsetzung gilt zunächst einmal für alle Steckdosen, die üblicherweise in einer elektrischen Anlage vorhanden sind und von Nicht-Fachleuten bedient werden, unabhängig vom Ort der Steckdose im Innenbereich oder im Außenbereich eines Gebäudes. Nicht der Schutz des Stromkreises, sondern der Schutz der Person, die elektrische Verbrauchsmittel an einer Steckdose anschließt und betreibt, steht im Vordergrund dieser Maßnahme.

12 Anforderungen an die Geräte für Zusatzschutz

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) für den zusätzlichen Schutz müssen den Anforderungen aus Abschn. 531.3.6 von DIN VDE 0100-530 [3] entsprechen – insbesondere

den in Anhang A zu dieser Norm unter a) und b) aufgeführten Gerätenormen. Die folgenden Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem maximalen Bemessungsdifferenzstrom von 30 mA können demnach für den zusätzlichen Schutz eingesetzt werden:

- netzspannungsunabhängige Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) gemäß DIN EN 61008,
- netzspannungsunabhängige FI/LS-Schalter (RCBOs), also Fehlerstrom-Schutzeinrichtung sowie Leitungsschutzschalter in einem Schutzgerät gemäß DIN EN 61009 und
- Steckdosen mit integrierten netzspannungsunabhängigen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) gemäß DIN EN 61008.

Voraussetzungen für den Einsatz. Grundsätzlich ist bei Einsatz und Auswahl von Schutzgeräten DIN VDE 0100-300 [4] zu beachten. Danach müssen die Stromkreise aufgeteilt werden, um Gefahren zu vermeiden, die durch eine komplette Abschaltung aufgrund eines Fehlers in nur einem Stromkreis entstehen können. So sollen die Folgen von Fehlern begrenzt und die Kontrolle, Prüfung sowie Instandhaltung erleichtert werden.

Auch DIN 18015-1 [5] fordert, die Zuordnung von Anschlussstellen für Verbrauchsmittel zu einem Stromkreis so vorzunehmen, dass durch automatisches Abschalten der diesem Stromkreis zugeordneten Schutzeinrichtung im Fehlerfall (RCD) oder bei einer notwendigen manuellen Abschaltung lediglich ein kleiner Teil der Kundenanlage abgeschaltet wird. Dadurch wird die größtmögliche Verfügbarkeit der elektrischen Anlage für den Nutzer gewährleistet. Die angeführten Anforderungen bedingen, dass in einer elektrischen Anlage mehrere Stromkreise gebildet werden, denen sich jeweils Schutzeinrichtungen zuordnen lassen.

ZUVERLÄSSIG. EINFACH. SCHNELL. LÖSUNGSORIENTIERT.

Dies sind die Grundanforderungen an industrielle Steckverbindungen. **STEADYTEC**® wurde entwickelt, um als erste Technologie allen vier Grundanforderungen auf einmal gerecht zu werden.

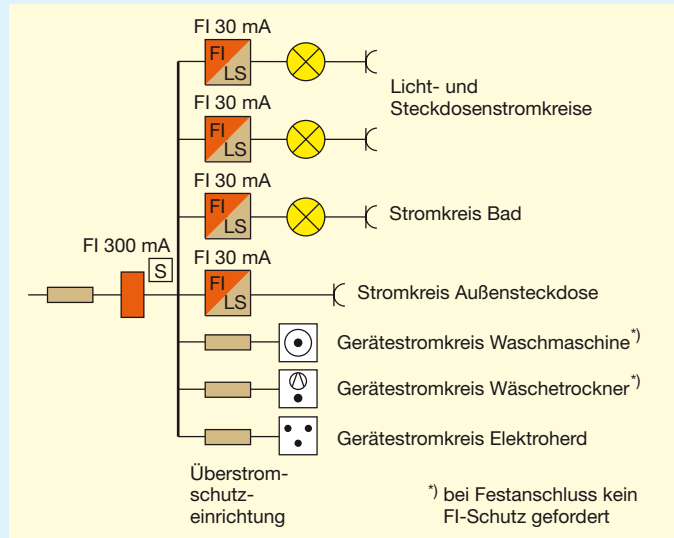
Ausführliche Informationen zum Plattform-Konzept von **STEADYTEC**® finden Sie in der Markenbroschüre: erhältlich bei allen **STEADYTEC**®-Distributionspartnern.

www.steadytec.com

STEADYTEC®
DIE ZUVERLÄSSIGE VERBINDUNGSTECHNIK



12 Beispiel für ein nicht normgerechtes und somit gefährliches Installationskonzept



13 Beispiel für ein Installationskonzept mit FI/LS-Schaltern für den Zusatzschutz

Wird für den zusätzlichen Schutz nur eine einzelne netzspannungsunabhängige Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit einem Bemessungsdifferenzstrom von nicht mehr als 30 mA als Gesamt-Schutzeinrichtung für die nachgeschaltete elektrische Anlage eingesetzt, so ist diese Konfiguration des Elektroschutzes in Bezug auf die Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit in höchstem Maße bedenklich (Bild 12). Folgeunfälle nichtelektrischer Art können durch plötzliche Abschaltung der gesamten elektrischen Anlage aufgrund eines an sich auf ein Betriebsmittel beschränkten Fehlers entstehen.

Um die Anforderungen bezüglich Verfügbarkeit und Sicherheit einer elektrischen Anlage zu erfüllen, empfiehlt sich unbedingt eine Aufteilung der Stromkreise nach Nutzungsbereichen – möglicherweise sogar getrennt nach Funktionsbereichen für Steckdosen und Beleuchtung – und die Zuordnung jeweils einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) zu jedem Steckdosenstromkreis. Diese Zuordnung geschieht dann sinnvollerweise mit FI/LS-Schaltern. Sie gewährleisten Schutz gegen elektrischen Schlag und auch Leitungsschutz in einem Gerät.

13 Zusätzlicher Schutz mit FI/LS-Schaltern

Der vermehrte Einsatz von Geräten mit elektronischen Komponenten und EMV-Filtern erhöht zusätzlich die Gefahr von unerwünschten Auslösungen, die durch eine Aufsummierung von betriebsbedingten Ableitströmen oder durch transiente Stromimpulse bei Schalthandlungen hervorgerufen werden können.

Technische Vorzüge. Durch die Zuordnung jeweils eines FI/LS-Schalters zu jedem ein-

zelnen Endstromkreis lassen sich solche unerwünschten Abschaltungen schon im Voraus durch fachgerechte Planung der Anlage vermeiden (Bild 13). Außerdem wird die Planung vereinfacht, da eine Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsfaktoren für die Belastung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) nicht erforderlich ist. Bei Abschaltung der Schutzeinrichtung im Fehlerfall oder bei notwendiger manueller Abschaltung wird nur der betroffene Stromkreis abgeschaltet. Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) – ebenso FI/LS-Schalter – trennen die Außenleiter und den Neutralleiter. Deswegen führt ein fehlerbehafteter Neutralleiter auch nur zur Abschaltung des betroffenen Stromkreises. Die fehlerfreien Stromkreise sind davon nicht betroffen und können uneingeschränkt weiter betrieben werden. Damit erhöht sich einerseits die Verfügbarkeit der in der Anlage verwendeten Verbrauchsmittel und andererseits ergeben sich Vorzüge bei der Fehlersuche, da so der fehlerbehaftete Neutralleiter des betreffenden Stromkreises zwangsläufig abgeschaltet wird.

Finanzielle Aspekte. Die zuvor beschriebenen Vorzüge reduzieren die laufenden Betriebskosten der elektrischen Anlage und rechtfertigen deshalb einen etwas höheren Platzbedarf im Stromkreisverteiler sowie auch damit verbundene höhere Investitionskosten.

Betrachtet man die Vorgaben von DIN 18015-2 [6] und RAL-RG 678 [7] für den Ausstattungsumfang 1 (jeweils mit einer Wohnfläche bis 125 m²), so zeigt sich, dass der zusätzliche Platzbedarf im Stromkreisverteiler bei der Verwendung von FI/LS-Schaltern gegenüber einer Installation mit getrennten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) und LS-Schaltern nur geringfügig größer ist.

14 Steckdosen mit internem Fehlerstrom-Schutz

Aus betrieblichen Gründen kann es gewünscht sein, die zusätzliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtung möglichst in der Nähe des zu schützenden Objekts, nämlich in der Nähe des über eine Steckvorrichtung betriebenen elektrischen Verbrauchsmittels, anzubringen. In solchen Fällen wäre die Verwendung einer Steckdose mit integrierter Fehlerstrom-Schutzeinrichtung eine gute Lösung (Bild 14). Im Fehlerfall würde nur das defekte elektrische Verbrauchsmittel abgeschaltet werden, das über diese Steckdose betrieben wird. Die übrige elektrische Anlage, die ja von dem Fehler nicht betroffen ist, bliebe weiterhin in Betrieb.

Diese Art der Elektroinstallation bietet einen hohen Grad der Verfügbarkeit elektrischer Anlagen. Steckdosen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen können für den zusätzlichen Schutz eingesetzt werden, wenn die integrierten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen den Anforderungen von DIN VDE 0100-410 [8], Abschnitt 415.1.1, sowie von [3], Anhang A, Buchstabe a) entspricht. Die im Anhang A von [3] unter Buchstabe e) aufgeführten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen nach Entwurf DIN VDE 0662 erfüllen nicht die Anforderungen an den zusätzlichen Schutz und dürfen deshalb hierfür nicht eingesetzt werden. Diese Schutzeinrichtungen dürfen allenfalls zur Schutzpegelerhöhung zum Einsatz kommen.

Allgemeine Bedingungen für den Einsatz. Wenn Steckdosen mit eingebauten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen für den zusätzlichen Schutz vorgesehen werden, so muss selbstverständlich der vorgeschaltete Stromkreis mit einer Fehlerschutzvorkehrung versehen sein. Wird dafür die Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der

Stromversorgung“ angewendet, so können die zur Fehlerschutzvorkehrung gehörenden Schutzeinrichtungen nur im Stromkreisverteiler, also am Anfang des zu schützenden Stromkreises installiert werden (Bild 15).

Einsatz bei Anlagenänderungen. Wird eine bestehende Anlage erweitert oder geändert, werden also beispielsweise zusätzliche Steckdosen errichtet, so müssen diese gemäß DIN VDE 0100-410 [8] mit einem zusätzlichen Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) versehen werden. Der Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) im Kleinverteiler könnte sich dann aufgrund von Platzmangel oder bei älteren Stromkreisen aufgrund des vorhandenen PEN-Leiters als problematisch erweisen. Steckdosen mit eingebauten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen bieten hierfür eine installationstechnisch einfache Lösung, die den normativen Anforderungen des Zusatzschutzes entspricht. Auch wenn eine bestehende elektrische Anlage an das aktuelle sicherheitstechnische Niveau angepasst werden soll, z. B. in Kinderzimmern, so ist dies relativ einfach und ohne größere Installationsarbeit durch Austausch der vorhandenen Steckdosen gegen solche mit eingebauten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen möglich.

Versorgung weiterer Steckdosen. Obwohl manche Fachleute etwas anderes behaupten, ist es durchaus zulässig, aus einer Steckdose mit integrierter Fehlerstrom-Schutzeinrichtung weitere Steckdosen zu versorgen, die dann ebenfalls über den Zusatzschutz verfügen. Geeignet wäre eine derartige Installationsart für Steckdosen, die unter einer gemeinsamen Abdeckung angeordnet sind, aber auch für weitere Steckdosen im überschaubaren Umfeld der Steckdose mit integrierter Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (zum Beispiel für Steckdosen im gleichen Raum). Diese Art des Zusatzschutzes ist besonders interessant für

die Ertüchtigung bestehender Anlagen hin zum hochwertigen Zusatzschutz. Beispielsweise können durch den Austausch einer herkömmlichen Steckdose gegen eine solche mit integrierter Fehlerstrom-Schutzeinrichtung in einem Kinderzimmer alle weiteren Steckdosen in diesem Zimmer geschützt werden, wenn diese im sogenannten „Durchschleifverfahren“ (direkte Verbindung von Steckdose zu Steckdose) installiert sind.

15 Zusatzschutz für TN- und TT-Systeme in der Praxis

Die Verwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen für den zusätzlichen Schutz schließt nicht die Notwendigkeit der Anwendung einer Schutzmaßnahme mit Basis- und Fehlerschutzvorkehrung aus ([8], Abschnitt 415). Der zusätzliche Schutz für Steckdosen, wie hier beschrieben, ergänzt die Schutzmaßnahme „Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung“ ([8], Abschnitt 411.3.3). Die zu dieser Schutzmaßnahme gehörende Fehlerschutzvorkehrung verlangt die Anwendung von Überstrom-Schutzeinrichtungen oder Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) für die automatische Abschaltung der Stromversorgung. Das heißt, dass die zur Schutzvorkehrung „zusätzlicher Schutz“ gehörende Schutzeinrichtung (Fehlerstrom-Schutzeinrichtung 30 mA) nicht zugleich auch Abschaltvorrichtung für den Fehlerschutz sein kann.

In TN-Systemen muss im Rahmen der Fehlerschutzvorkehrung gar keine „empfindliche“ Fehlerstrom-Schutzeinrichtung für die Abschaltung eingesetzt werden. Es ist meistens möglich, für den Fehlerschutz die einem oder mehreren Stromkreisen zugeordnete Überstrom-Schutzeinrichtung als Abschaltvorrichtung mit zu verwenden. Werden hierfür den-

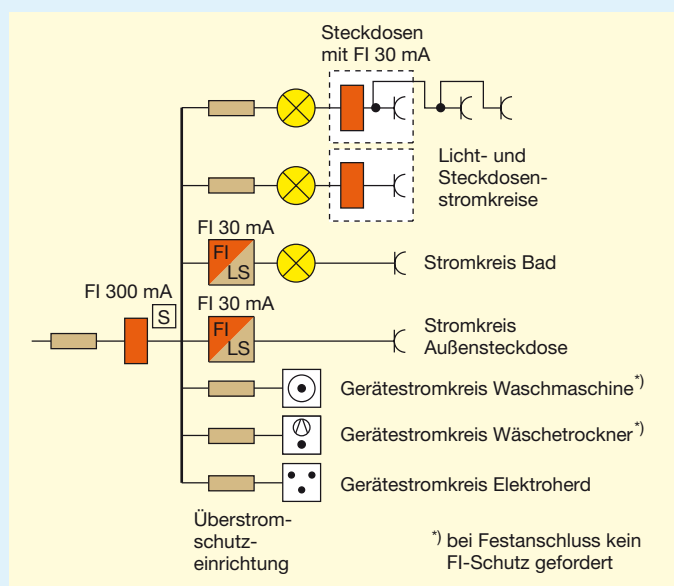
noch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen eingesetzt, dann würden durchaus Bemessungsfehlerströme von 100–300 mA geeignet sein. Der einem Stromkreis zuordenbare FI/LS-Schalter ist hier besonders praktisch. Wird er verwendet, so wird durch den „LS-Teil“ der Fehlerschutz des Stromkreises sichergestellt (im TN-System bei ausreichend geringer Schleifenimpedanz). Den „FI-Teil“ übernimmt mit einem maximalen Bemessungsdifferenzstrom von 30 mA den zusätzlichen Schutz. Zwei Funktionen in einem Gerät mit geringem Platzbedarf und ein hoher Grad an Verfügbarkeit des Gesamtsystems sind so garantiert.

In TT-Systemen wird der Fehlerschutz im Allgemeinen nicht mit einer Überstrom-Schutzeinrichtung zu verwirklichen sein. Es sind dann auch für diese Schutzfunktion Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) notwendig. Es wäre allerdings installationstechnischer Unfug, für die Fehlerschutzvorkehrung eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit dem Bemessungsfehlerstrom von nicht mehr als 30 mA auszuwählen und eine ebensolche für den zusätzlichen Schutz. Auch im TT-System sind aufgrund der möglichen Fehlerströme Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit sehr kleinem Bemessungsfehlerstrom für den Fehlerschutz nicht notwendig. Für diese Schutzfunktion sind auch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem maximalen Bemessungsfehlerstrom von 100 mA oder 300 mA ausreichend. Wenn hierfür selektive Schutzvorrichtungen mit der Kennzeichnung „S“ ausgewählt werden, so erreicht man zwischen zusätzlicher Fehlerstrom-Schutzeinrichtung und Schutzvorrichtung für den Fehlerschutz ein selektives Schaltverhalten und damit die notwendige hohe Verfügbarkeit des elektrischen Systems. Ähnliches gilt natürlich auch, wenn im TN-System eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) für den Fehlerschutz eingesetzt wird.



14 Steckdose mit integrierter Fehlerstrom-Schutzeinrichtung in der Schutzart IP 21
Foto: Busch-Jäger

15 Beispiel für ein Installationskonzept mit FI/LS-Schaltern und integrierten FI-Steckdosen für den Zusatzschutz



16 **Fazit**

Das zweistufige Schutzkonzept mit Basis- und Fehlerschutz, das für die in [8] beschriebenen Schutzmaßnahmen gilt, bietet ausreichenden Schutz gegen elektrischen Schlag, wenn normale Fehlerbedingungen vorliegen (beispielsweise bei Versagen des Basis-schutzes). Sind die das Risiko bestimmenden Einflussfaktoren derart, dass aufgrund bestimmter Umgebungsbedingungen oder anderer Sachlagen ein erhöhtes Risiko zu erwarten ist, so ist durch Anwenden eines zusätzlichen Schutzes, der den Basis- und/oder Fehlerschutz ergänzt, eine Risiko-reduzierung derart möglich, dass auch in diesen Fällen Sicherheit im Umgang mit elektrischen Anlagen erreicht wird. Der zusätzliche Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom von nicht mehr als 30 mA ist deshalb für verschiedene Anlagen, Räume und Bereiche besonderer Art, bei denen aufgrund spezieller Umgebungsbedingungen eine besondere Gefährdung vermutet werden muss (DIN VDE 0100 Gruppe 700), vorgeschrieben. Neu ist dabei der Zusatzschutz für Steckdosen bis 20 A, die durch Laien bedient werden. Fehlerstrom-Schutz-einrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom von nicht mehr als 30 mA müssen seit 01.02.2009 für alle Steckdosen dieser Art, die neu errichtet werden, unter Beachtung des geeigneten Installationskonzeptes, ohne „wenn und aber“ vorgesehen werden.

Literatur

- [1] Zander, H.: Sichere Anlagen – Schutz gegen elektrischen Schlag – Teil 1: Grundsätzliche Aufgabe Sicherheit. Elektropraktiker, Berlin 63 (2009) 4; S. 306–310.
- [2] Zander, H.: Sichere Anlagen – Schutz gegen elektrischen Schlag – Teil 2: Schutzkonzept und Zusatzschutz. Elektropraktiker, Berlin 63 (2009) 5; S. 399–403.
- [3] DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530):2005-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 530: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Schalt- und Steuergeräte.
- [4] DIN VDE 0100-300 (VDE 0100-300):1996-01 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Bestimmungen allgemeiner Merkmale.
- [5] DIN 18015-1:2007-09 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 1: Planungsgrundlagen.
- [6] DIN 18015-2:2004-08 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 2: Art und Umfang der Mindestausstattung.
- [7] RAL-RG 678:2004-09 Ausstattungsrichtlinie für elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Anforderungen.
- [8] DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-41: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag

LCN – universelle Gebäudesystemtechnik

H. Möbus, Groß Düben

Das Gebäudebussystem LCN ist seit mehr als 15 Jahren am Markt verfügbar und gehört zu den großen, universell einsetzbaren Systemen. Obwohl es sich um ein herstellerspezifisches System handelt, wird es – ganz zu Recht – in einem Atemzug mit Systemen wie EIB/KNX oder LON genannt. Bundesweit haben diverse Bildungseinrichtungen LCN-Schulungen in ihrem Angebot.

1 Universell einsetzbar

Das Kürzel LCN steht für **Local Control Network** und kann mit lokales Steuernetzwerk übersetzt werden. Diese Bezeichnung ist treffend gewählt, da der Anwendungsbereich dieses Bussystems deutlich über den der Gebäudesteuerung hinaus geht. Das von der in der Nähe von Hannover ansässigen Firma Issendorff KG entwickelte Bussystem (www.lcn.de) kann für alle Aufgaben der modernen Gebäudetechnik wie:

- Steuerung von Beleuchtungsanlagen, Dimmen, Lichtszenen, An-/Abwesenheitsschaltung usw.
- Steuerung von Jalousien und Rollläden
- Gebäudeüberwachung
- Steuerung/Regelung von Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen
- Energiemanagement
- Zutrittskontrolle
- Zeiterfassung
- zentrale Visualisierung von Zuständen u. v. a. m.

eingesetzt werden. Anwendungsfälle aus dem Bereich des Motorsports (Ampelsteuerung entlang der Rennstrecke) zeigen, dass der räumlichen Ausdehnung einer LCN-Anlage kaum Grenzen gesetzt sind und anhand von Anlagen in Konferenz- und Schulungsräumen wird deutlich, dass LCN auch mit moderner Medientechnik kombiniert werden kann.

Autor

Dr.-Ing. *Horst Möbus* ist als Honorar-dozent und Fachautor tätig, Groß Düben.

2 Systemarchitektur

Das Systemkonzept des LCN-Bussystems [1] unterscheidet sich deutlich von vergleichbaren Angeboten. Das gilt für grundsätzliche Aspekte wie etwa das verwendete Übertragungsmedium oder die Gestaltung der Anbindung der Sensorik und Aktorik an die „intelligenten“ Module – und umfasst auch Details, wie die Art und Weise der Informationsübermittlung zwischen den am Bus angeschlossenen Modulen. LCN ist als dezentrales modulares System konzipiert und zeichnet sich durch eine geradezu virtuose Kombination von UP- und REG-Modulen aus (Bild 1).

2.1 Adressierbare Module

Wichtige Aspekte der Funktion dieses Systems erschließen sich der Fachkraft anhand des Aufbaus der adressier- und programmierbaren „intelligenten“ Module (Bild 2). Diese Module, auch Bus-Module genannt, bilden das „Rückgrat“ des Systems. Die Bus-Module werden über L und N gespeist und sind über die Datenader D (und den Neutralleiter N) miteinander verbunden. Zentrale Komponente eines jeden Bus-Moduls ist ein Microcomputer, dessen Betriebsprogramm bereits bei der Auslieferung desselben installiert ist. Die bei der Programmierung des Bus-Moduls entstehenden Daten werden im Konfigurationsspeicher abgelegt. Der Konfigurationsspeicher enthält also die Anweisungen, die die Auswertung der an den Sensoreingängen (oder über die Datenleitung) ankommenden Informationen im Arbeitsspeicher des Moduls übernehmen. Über die Sensoreingänge kön-

1 LCN-Komponenten – typische Bauformen

- a) Hutschiene-Modul
- b) Unterputz-Modul

