

❸ Ein hoher Lochanteil ermöglicht eine gute Belüftung und Wasserdurchlässigkeit



❹ Besondere Anforderungen bestehen in sicherheitsrelevanten Bereichen

Quelle: Obo Bettermann

den Kabelvolumens sollte eine Volumenreserve für die Nachinstallation oder Erweiterung von mindestens 30 % berücksichtigt werden. In speziellen Bereichen wie Datenzentralen und Verteilerräumen sollte die Reserve noch größer ausgelegt werden. Der Platzbedarf ist ebenfalls großzügiger zu berechnen, wenn Abzweigungen wie Bögen, T-Stücke und Kreuzungen im Streckenverlauf liegen. Um das geplante Kabelvolumen im Bereich von Häufungsstellen ordentlich einzulegen und das verfügbare Volumen ideal auszunutzen, gibt es von Obo Bettermann beispielsweise spezielle Formteile wie 90°-Bögen (Bild ❶). Diese ermöglichen das Einhalten geeigneter Biegeradien von Kabeln und Leitungen sowie deren saubere Verlegung. Um verschiedene Spannungsebenen in einer Kabelrinne zu separieren, können Trennstege eingebracht werden, die sich durchlaufend anordnen und über Stoßstellen hinwegführen lassen. Zum Anbringen der Stege gibt es sowohl Steckl ösungen (Bild ❷) als auch konventionelle Schraubbefestigungen, wenn es die Installationsart erfordert.

Ausführungen an Gegebenheiten abstimmen

Generell werden gelochte und ungelochte Kabelrinnen unterschieden. Gelochte Kabelrinnen werden wesentlich häufiger eingesetzt. Diese bieten den Vorteil, das Kabel und Leitungen besser belüftet werden. Zudem bietet ein großer Lochanteil eine gute Wasserdurchlässigkeit. Eine Kabelrinne mit einem Lochanteil von mindestens 30 % wird beispielsweise in der Richtlinie 2092 des Verbands der Sachversicherer (VdS) gefordert, damit Kabelrinnen unter Sprinkleranlagen montiert werden dürfen (Bild ❸).
Um zu vermeiden, dass sich Schmutz auf eingebrachte Kabel und Leitungen absetzt, werden in Räumen mit erhöhter Verschmutzung vorwiegend ungelochte und gedeckelte Systeme eingesetzt. Ein weiterer Vorteil von geschlossenen zu offenen Kabeltragsystemen ist die nachgewiesene, bessere elektromagnetische Verträglichkeit. Die Beeinflussung der Umgebung durch Leiter sowie die Beeinflussung sensibler Leitungen durch die Umgebung sind aufgrund der Schirmwirkung bei diesen Systemen wesendlich geringer.

Kabelrinnen in Sicherheitsrelevanten Bereichen

Besondere Anforderungen bestehen in sicherheitsrelevanten Bereichen. Hier sind die DIN 4102 Teil 12 und die Prüfung nach der Muster-Leitungs-Anlagenrichtlinie kurz MLAR verbindlich. In diesen Bereichen lassen sich geprüfte Kabelrinnen-Systeme einsetzen, die je nach Anforderung einen Funktionserhalt von bis zu 90 min garantieren. Oberhalb von Brandschutzdecken können geprüfte und zertifizierte Systeme eingesetzt werden, die mit bis zu 90 kg/m belegt werden dürfen (Bild ❹). Diese stellen sicher, dass die Kabelrinnen trotz der erheblichen Belastung nicht auf die Brandschutzdecke fallen und diese zerstören. *T. Sachs*

Mess- und Prüfgeräte für normgerechte Prüfungen

Elektrofachkräfte benötigen für die Prüfung von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln geeignete Mess- und Prüfgeräte. Diese müssen normativen Anforderungen bezüglich EMV und elektrischer Sicherheit entsprechen sowie die geforderten Messungen ermöglichen. Vorteilhaft ist es, wenn sich Prüfabläufe automatisieren lassen, um die ordnungsgemäße Durchführung der Prüfungen zu beschleunigen und zu vereinfachen.

Normative Anforderungen

Nach § 5 Absatz 1 der Unfallverhütungsvorschrift BGV A3 sind Unternehmer dazu verpflichtet, ihre elektrischen Anlagen und Betriebsmittel auf ordnungsgemäßen Zustand zu prüfen. Die Anweisungen zur Durchführung dieser Prüfungen sind in unterschiedlichen Teilen der DIN-VDE-Normen beschrieben. Für eine Erstprüfung ist die DIN VDE 0100-610 [1] bindend, während die Wiederholungsprüfung durch DIN VDE 0105-100 geregelt [2] wird. Verwendbare Mess- und Prüfgeräte müssen zudem DIN EN 61557-1 [3] entsprechen und die in DIN EN 61010-1 [4] sowie DIN EN 61326 [5] beschriebenen Anforderungen an elektrische Sicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit erfüllen. Normgerechte Mess- und Prüfgeräte, ermöglichen:

- Messung des Isolationswiderstands (R_{iso}),
- Messung des Niederohmwiderstands eines PE-Leiters (R_{pe}),
- Prüfung der RCD (FI-Schutzschalter) Typen A, AC und B,
- Messung der Impedanz oder des Netzinnen- und Fehlerschleifenwiderstands,
- Prüfung des Erdungswiderstands nach der Vierleitermethode mit einer Stromzange; Dreileitermethode mit zwei Erdspießen; Zweileitermethode, Schleifenwiderstandsmessung mit Hilfe zweier Stromzangen,
- Messung des spezifischen Erdwiderstands sowie
- Überprüfung von Spannung, Frequenz und Drehfeld.

Gerätetypen

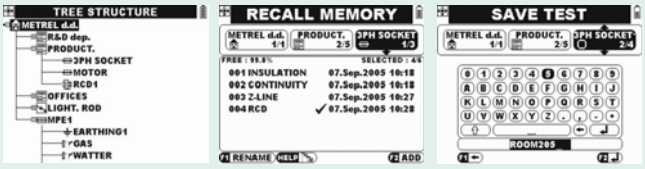
Die meisten Messgeräte arbeiten heute digital. In der oberen Preisklasse verfügen sie über interne Speichermodule und ermöglichen das Übertragen gespeicherter Messdaten auf einen Recher. Es sind unterschiedliche Gerätetypen verfügbar, die sich in drei Hauptkategorien unterteilen:

1. Indikatoren zur Steckdosenprüfung,
2. Einzelfunktionsprüfgeräte für einzelne, bestimmte Messungen sowie
3. Multifunktionsgeräte, für eine komplette Prüfung (Bild ❶).

Einzelprüfgeräte können nur für bestimmte Messungen nach DIN VDE 0100 verwendet werden.
Einige Ausführungsvarianten bieten aber auch Prüffunktionen, die



❶ Multifunktionsprüfgerät mit Zubehör



❷ Speicherstruktur des Messgeräts
Bis zu zehn Ebenen für insgesamt maximal 2000 Messergebnisse

sonst für Multimeter typisch sind. Häufig bevorzugen Elektrofachkräfte Mehrfunktionsprüfgeräte, die für sich alle erforderlichen Messungen eignen und über ein Speichermodul verfügen. Mit entsprechender Software können die Messdaten auf den Rechner übertragen werden, um daraus den Prüfbericht zu erstellen.

Technische Eigenschaften

Abmessung und Gewicht. Das Messgerät sollte leicht sein, denn bei ganztägigem Einsatz belastet zusätzliches Gewicht den Anwender und reduziert seine Konzentration. An einigen Geräten befindet sich daher ein Tragegurt – dadurch hat der Benutzer die Hände frei, um die Prüfungen durchzuführen.

Das LCD-Display sollte so groß wie möglich sein. Durch Hintergrundbeleuchtung können die Prüfungen auch bei schlechten Lichtverhältnissen vorgenommen werden.

Der Sicherheitsgrad des Geräts wird durch Schutzklasse, maximale Spannung, Messkategorie, Schutzgrad und EMV definiert. Im Lieferumfang sollten Zertifikate enthalten sein, die die Genauigkeit und Sicherheit des Geräts nachweisen.

Zusatzfuntionen sind z. B.:

- integriertes Online-Hilfe-Menü, das Anschlussbilder und andere Hinweise enthält,
- Spannungsanzeige, um während der Messung die Spannung zwischen den Phasen zu beobachten,
- Schleifenwiderstands- bzw. Impedanzmessung ohne das Auslösen der RCD-Einrichtung,
- automatische Beurteilung der gemessenen Werte durch Vergleich mit gesetzlichen Grenzwerten,
- Überprüfung der Steckdosenverdrahtung (Verwechslung von L- und PE-Leiter erkennen)
- Möglichkeiten zum Messen in unterschiedlichen Systemen (IT, TN, TT),
- aufladbare Batterien (Akkus) zum Messen unabhängig von der Stromversorgung vor Ort,
- beliebig einstellbarer Sicherheitsfaktor (bei einigen Geräten möglich).

Zubehör. Zur Durchführung aller erforderlichen Messungen wird Standardzubehör benötigt, das die Messungen beschleunigt und die Elektrofachkraft gegen elektrische Gefahren schützt. Zum Standardzubehör zählen folgende Komponenten:

- Prüfleitungen, Prüfspitzen und Krokodilklemmen,
- Messadapter zum Prüfen unterschiedlicher Steckdosen ohne Umstecken der üblichen Messleitungen,
- RS-232-/USB-Schnittstelle und Softwarepaket zur Übertragung der Messergebnisse auf einen Rechner,
- Stromzange zum Messen der Ströme im Bereich von mA bis zu einigen Hundert A (sowohl für Ableitströme, Ströme in Erdungssysteme als auch für Lastströme)
- Adapter zum Prüfen der Netzinnen- und Fehlerschleifenimpedanz mit hohen Prüfströmen (Prüfen kleiner Schleifenwiderstände bei größeren Industriebetrieben).

Um den Zustand von elektrischen Anlagen zu beurteilen, können neben den marktüblichen Sicherheitstestern auch andere Messgeräte wie z. B. Stromzangen, Spannungsprüfer, Multimeter, kontaktlose Temperaturmessgeräte und Thermovisionskameras verwendet werden.

Durchführen der Messung

Während des Prüfvorgangs muss die ausführende Elektrofachkraft alle notwendigen Sicherheitsmaßnahmen berücksichtigen und entsprechende Messinstrumente, Werkzeuge sowie Schutzausrüstung bzw. Schutzbekleidung verwenden. Das normgerechte Messverfahren umfasst sowohl das Messen an der elektrischen Anlage im spannungsfreien Zustand (R_{iso}, R_{pe}) als auch unter Spannung liegend (Z_i, Z_s, FI-Prüfung, R_e, Drehfeld). Um diese Messungen so schnell wie möglich durchführen zu können, muss zunächst eine bestimmte Reihenfolge ausgewählt und dann an jedem Stromkreis bzw. jeder Steckdose abgearbeitet werden.

In der Praxis wird meistens mit der Ermittlung von R_{iso} und R_{pe} an der Schaltschrankseite begonnen. Anschließend kann die Messung von Z_i, Z_s und die Überprüfung der FI-Schutzschalter erfolgen. Zudem ist auch das Drehfeld dreiphasiger Steckdosen und bei einem TT-System der Erdungswiderstand zu prüfen.

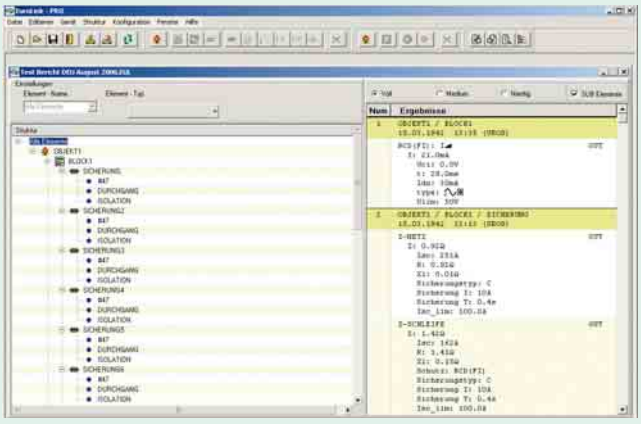
Speichern der Messergebnisse. Die Messergebnisse müssen festgehalten werden – entweder schriftlich per Hand in einen Prüfbericht oder durch Speichern in der Gerätespeicherstruktur. Eine solche Speicherstruktur besteht üblicherweise aus mehreren Ebenen und ist gegliedert in Objekt, Verteiler und Stromkreis. Dabei ist es von Vorteil, wenn sich die Speicherstruktur-Namen vor Ort umbenennen lassen.

Die neuste Geräte-Generation ermöglicht es, die Speicherstruktur direkt am Messgerät umzubenennen oder zu unterteilen (Bild ❷). Darüber hinaus können auch neue Strukturteile hinzugefügt werden (z. B. Schaltanlagen, Lampen, Stromkreise, Potentialausgleichssysteme). Dadurch besteht die Möglichkeit, eine Installationsstruktur im Messgerät zu speichern und im Anschluss mit dem Schaltplan zu vergleichen.

Automatische Prüfung

Um das DIN-VDE-0100-Prüfverfahren und dessen Protokollierung zu erleichtern und zu beschleunigen, hat Metrel eine entsprechende Produkt-Palette entwickelt. Die Geräte Eurotest AT und Eurotest XA sind ergonomisch gestaltet und ermöglichen die automatische Prüfung von elektrischen Anlagen.

Mit Hilfe der Funktion „Auto Se-



❸ **Software zur Auswertung der Messungen sowie zum Erstellen der Prüfberichts** Quellen: Metrel

quence“ können alle Prüfungen normgerecht und automatisiert durchgeführt werden. So ist eine schnelle Beurteilung der elektrischen Sicherheit einer Anlage möglich. Für die am häufigsten auszuführenden Prüfvorgänge sind Sequenzen im Gerät hinterlegt. Weiterhin besteht zusätzlich auch die Möglichkeit, einzelne Prüfsequenzen eigenständig zu programmieren, diese zu speichern und abzurufen.

Durch Einstellen der geforderten Grenzwerte und Betätigen des Startknopfes wird ein programmiertes Prüfverfahren durchgeführt. Bis zu 2000 Messergebnisse können im Gerätespeicher gespeichert werden. Die im Gerät hinterlegten Kennlinien von Sicherungen und FI-Schutzschaltern ermöglichen die sofortige Bewertung der Messergebnisse mit einer Richtig/Falsch-Aussage. Zusammen mit der Software Eurolink Pro Pc ist die Erstellung des kompletten Prüfberichts inklusive Sichtprüfung in weniger als fünf Minuten möglich (Bild ❸).

Erstellen des Prüfberichts

Das Erstellen eines Prüfberichts beansprucht oft mehr Zeit als die Prüfungen, denn die gesetzlichen Grenzwerte müssen eingetragen und mit den aktuellen Messergebnissen verglichen werden.

Einige Geräte können diesen Vergleich automatisch vornehmen. Sie verfügen dazu im Speicher über entsprechende Kennlinien der Sicherungen bzw. FI-Schutzschalter.

Software zur Auswertung der Messungen am PC ist in verschiedenen Versionen erhältlich:

- Basissoftware ermöglicht das Übertragen der Messdaten auf den PC sowie das Erstellen des Prüfberichts, der sich durch zusätzliche Beschreibungen und Kommentare ergänzen lässt.
- Professionelle Software bietet neben den zuvor genannten Funktionen weitere Optionen und führt den Anwender meist durch die komplette DIN-VDE-0100-Prüfung, inklusive der Sichtprüfung. Auch kundenspezifische Dateien können zur weiteren Verwendung in einer Datenbank gespeichert und zu jeder Zeit abgerufen werden.

Falls Mess- und Prüfgeräte unterschiedlicher Hersteller verwendet werden, sollten standardisierte Softwarepakete zum Einsatz kommen, die mit mehreren Gerätetypen kompatibel sind.

Literatur

[1] DIN VDE 0100-610 (VDE 0100-610):2004-04 Errichten von Niederspannungsanlagen; Teil 6-61: Prüfungen – Erstprüfungen.

[2] DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100):2005-06 Betrieb von elektrischen Anlagen; Teil 100: Allgemeine Festlegungen.

[3] DIN EN 61557-1 (VDE 0413-1) Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen.

[4] DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1): 2002-08 Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Allgemeine Anforderungen.

[5] DIN EN 61326 (VDE 0843-20) Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen.

M. Lewandowski

Mit Einzelraumregelungen Energie einsparen

Sowohl beim Neubau von Gebäuden als auch bei der Sanierung im Bestand stellt sich die Frage nach Konzepten der Energieerzeugung ebenso wie die der effizienten Energienutzung. Im Normalfall macht sich jedoch kaum jemand die Mühe und dreht Thermostatventile zu oder auf. Auch durch geöffnete Fenster geht viel Wärme verloren. Frische Luft gehört aber zur Behaglichkeit und schützt die Bausubstanz. Hier liegt großes Einsparpotential, das es zu erschließen gilt.

Energieeffizienz und Service

Herzstück des Hausautomationssystems „Riecon“ der Firma Dr. Riedel Automatisierungstechnik ist eine Einzelraumtemperaturregelung. Dieses System kommt gleichermaßen im mehrgeschossigen Wohnungsbau, in öffentlichen Gebäuden sowie im Einfamilienhaus zum Einsatz. Die Zielstellung besteht darin, die Energieverbräuche der Raumheizung deutlich zu senken und gleichzeitig die Aufwendungen für Verwaltung, Instandhaltung und Wartung sowie für die Abrechnung der Energieverbräuche zu minimieren. Dazu wird ein elektronisches Einzelraumregelungssystem mit integrierter Erfassung der Verbräuche für Raumheizung sowie für Warm- und Kaltwasser mit der Steuerung der Heizungs- und Lüftungszentralen vernetzt. In den Heizungszentralen übernehmen Digitalregler die Wärmeleistungsregelungen sowie die bedarfsgerechte Aufbereitung des Warmwassers. Zur Minimierung des Heizenergieverbrauchs jeder Liegenschaft werden die relevanten Informationen aus den Räumen analysiert und daraus die optimalen Betriebszustände ermittelt. Gleichfalls werden die optimalen Sollwerte für die zentralen Abluftventilatoren aus den Bedarfsanforderungen der einzelnen Räume berechnet. Ein PC-basiertes Diensteportal dient als Plattform für alle nachgelagerten Dienstleistungen. Die Visualisierung der Betriebszustände und der Zugriff auf sie erfolgt mit Internet-Technologie, so dass von beliebiger Stelle auf die Anlagen steuernd eingewirkt werden kann. Über einen Störmeldeserver erfolgt die automatische Weiterleitung auftretender Störungen an die dafür zuständigen Techniker. Wartungsfirmen für die Heiz- und Lüftungszentralen können auf diese Weise Fehlerursachen diagnostizieren und dann aus der Ferne steuernd auf die Anlagen einwirken. Das Abrechnungsunternehmen für die Heizkosten erfasst online die indivi-



❶ **Wohnungsmanager, an dem Nutzungszeiten sowie gewünschte Temperaturen festgelegt und auch abgelesen werden können**