

Messung des Isolationswiderstands – Vorüberlegungen

PRÜFTECHNIK ELEKTRISCHER ANLAGEN NACH DIN VDE 0100-600 (TEIL 5) Welchen Mindestwert muss ein Isolationswiderstand – in Abhängigkeit von der Art des Stromkreises – haben? Das ist eine der Fragen, die sich der Prüfer im Vorfeld stellen muss.

Die Isolationswiderstandsmessung ist eine Messung um den Zustand der Isolationen mit ausreichenden Isolationswerten zwischen den aktiven Leitern und den mit der Erdungsanlage verbundenen Schutzleitern zu bestätigen. Das Wort »Bestätigen« kommt den Ergebnissen der Messungen sehr nahe, da in der Regel der gemessene Isolationswiderstand den Messbereichsendwert des Prüfgerätes übersteigt. Somit ist eine Aussage zum vorhandenen Isolationswert als Zahlenwert nicht möglich.

Dies ist aber kein Problem, da Prüfgeräte oftmals einen Messbereich bis $500\text{ M}\Omega$ aufweisen und der gemessene Wert dann mit der Anzeige $> 500\text{ M}\Omega$ einen sehr guten Isolationswiderstand bedeutet. Das Überschreiten der normativen Grenzwerte von $0,5\text{ M}\Omega$ bei SELV und PELV mit einer zu verwendenden Messgleichspannung von 250 V , sowie das Überschreiten von $1\text{ M}\Omega$ bei bis einschließlich 500 V Stromkreise und FELV mit einer zu verwendenden Messgleichspannung von 500 V und bei über 500 V Stromkreisen mit einer zu verwendenden Messgleichspannung von 1000 V ist, bei einer in Ordnung befindlichen Isolation ohne weitere Einflüsse wie Feuchtigkeit oder Verschmutzung, gewährleistet. Auch die Norm verweist in diesem Zusammenhang auf die Erwartung höherer Werte gegenüber den genannten Mindestwerten für die Isolationswiderstände.

Die Messungen erfolgen im spannungsfreien Zustand der elektrischen Anlage. Der Verbund Schutzleiter/Erdungsanlage ist insofern wichtig, da bei einer nicht vorhandenen Verbindung die Isolationswiderstandsmessung ausschließlich zwischen den aktiven Leitern und dem »isolierten Schutzleiter« erfolgen würde. Hierdurch wäre ausgeschlossen, dass eine fehlerhafte Verbindung eines aktiven Leiters, mit zum Beispiel dem Mauerwerk, erkannt wird. Bei der Verbindung Schutzleiter/Erdungsanlage wird die Messspannung bei einer Messung zwischen einem aktiven Leiter und dem Schutzleiter sowohl auf dem Schutzleiter als auch auf die Bausubstanz übertragen. Mit den Ausführungen im Abschnitt »Durchgängigkeit der Leiter« zu den vermaschten Schutzleiterpotentialen besteht zwar die Möglichkeit der rückwärtigen Potentialeinspeisung, aber das ist keine Option gegenüber der leitungsgebundenen elektrischen Verbindung der Schutzleiter mit der Erdungsanlage.

Messung zwischen aktiven Leitern

Sofern möglich, sind die Isolationswerte auch zwischen den aktiven Leitern zu messen. Diese Möglichkeit eröffnet sich in Perfektion, wenn



Quelle: FBZ-E

Bild 16: Geöffneter und mit Elektronik versehener Durchlauferhitzer

die zu prüfenden Leiter noch keinen Anschluss an Verbrauchsmittel aufweisen. Sofern bei der Prüfung bereits Verbraucher angeschlossen sind und die Gefahr der Beeinflussung der Messwerte oder eine mögliche Schädigung der Verbraucher zu erwarten ist, darf auf die Messung zwischen den aktiven Leitern verzichtet werden. Stromkreise ausschließlich mit Steckdosen bieten beste Voraussetzungen für eine funktionierende Isolationswiderstandsmessung zwischen den aktiven Leitern. Aber auch eine während der Errichtung der elektrischen Anlage durchgeführte Isolationswiderstandsmessung, vor dem Anschluss von Verbrauchsmitteln, ist eine Alternative. Gilt es hier aber zu bedenken, dass nach dem Anschluss von Verbrauchsmitteln wieder Prüfungen anstehen.

Diese Prüfungen beziehen sich zumindest auf die Besichtigung und die Durchgängigkeit der Leiter. Sofern bei dem Anschluss von Verbrauchsmitteln eine weitere Leitungsverlegung erforderlich ist, bestehen Auswirkungen auf die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen durch die sich reduzierende Höhe möglicher Kurzschlussströme und es sind weitere Prüfungen erforderlich. Dieser Sachverhalt wird im Abschnitt zur Überprüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung noch im Detail behandelt.

Überlegungen zur Messung

Bei der Anwendung der Isolationswiderstandsmessung sind folgende Überlegungen zu berücksichtigen:

- **Ist sichergestellt, dass durch die Aufschaltung der Messspannung die aktiven Leiter vollständig erfasst werden?**

Sofern Schalter in Aus-Position oder netzspannungsabhängige Schalteinrichtungen und elektronische Schaltungen sich im Leitungsverlauf befinden, sind die folgenden Leitungsstrecken meist von der Messspannung entkoppelt. Die Konsequenz ist, darauf zu achten, dass elektromechanische Schalter, zum Beispiel Lichtschalter geschlossene Kontakte aufweisen, sich somit in der Ein-Position befinden.

Dieses ist nicht zwangsläufig erforderlich, wenn das diesem Stromkreis zuzuordnende Verbrauchsmittel einen Nutzwiderstand aufweist, der im spannungsfreien Zustand die Messspannung seitens des Neutralleiters rückwärtig über den Nutzwiderstand auf den Schaltdraht aufschaltet. Bei netzspannungsabhängigen Schalteinrichtungen, zum Beispiel Schütze, sind weitere Isolationswiderstandsmessungen der nicht in der Messung einbezogenen Stromkreise erforderlich.

• **Besteht die Möglichkeit, dass in den angeschlossenen Betriebsmitteln vorhandene Mikroelektronik durch die hohe Messspannung geschädigt wird?**

Die Norm weist darauf hin, dass Isolationswiderstandsmessungen bei Vorhandensein von Betriebsmitteln, durch die eine Beeinflussung der Messergebnisse möglich wäre oder durch die Prüfung beschädigt werden könnten, nicht für Isolationswiderstandsmessungen zwischen aktiven Leitern berücksichtigt werden müssen und die aktiven Leiter während der Prüfung miteinander verbunden werden dürfen. Weiterhin wird aufgeführt, dass diese Betriebsmittel vom zu prüfenden Stromkreis abgetrennt werden müssen, beziehungsweise, wenn es aus praktischen Gründen nicht sinnvoll ist, dass die Isolationswiderstandsmessung mit einer reduzierten Messgleichspannung von 250V durchzuführen ist. Die Konsequenz einer nicht durchgeführten Isolationswiderstandsmessung oder mit geringerer Messgleichspannung durchgeführten Isolationswiderstandsmessung kann eine erweiterte Besichtigung, oder besser die Messung der Ableitströme im Rückschluss zur Beurteilung, beziehungsweise zur zusätzlichen Beurteilung der Isolation der betroffenen Stromkreise, sein. Die im FBZ-E Fachbereichszentrum Energietechnik GmbH sogenannte erweiterte Besichtigung weist eine erhöhte Besichtigungstiefe auf. Die erweiterte Besichtigung umfasst den gesamten zugänglichen Leitungsverlauf einschließlich Innenverdrahtungen mit Öffnen aller im Leitungsverlauf enthaltener Verbindungs- und Anschlussbereiche. Bei der Messung der Ableitströme setzt die Beurteilung der oftmals sehr kleinen Messwerte eine gewisse Erfahrung voraus. Somit ist es erforderlich, dass Prüfer sich mit zahlreichen Übungs- und Praxismessungen über zu erwartende Werte, die durch die Leitungen und angeschlossenen Betriebsmittel beeinflusst werden, konditionieren.

Aufteilung der Stromkreise

Die Berücksichtigung dieser zwei Überlegungen soll anhand der schon im Abschnitt »Besichtigen« unter »Besichtigungsweg« dargestellten beispielhaften elektrischen Anlage mit 400V/230V erläutert werden. Diese Anlage besteht aus einem Hausanschlusskasten, einer Haupterdungsschiene, einem Schrank mit Zähleranlage mit vorgeschaltetem SLS-Schalter sowie nachfolgender Hauptleiterabzweigung und einem Stromkreisverteiler. Der Stromkreisverteiler enthält hierbei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit nachgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen in der Ausführung von Leitungsschutzschaltern und kombinierte Fehlerstrom-Überstrom-Schutzeinrichtungen (RCD-LS-Kombinationen). Der Punkt 2 der Überlegungen zur Mikroelektronik kann zur Unterscheidung der Stromkreise in robuste, halbempfindliche und empfindliche Stromkreise führen:

- Robuste Stromkreise sind Stromkreise, wo Beschädigungen durch Messspannungen mit 500V DC nicht zu erwarten sind. Hierzu zählen Steckdosen- und Motorstromkreise. Bei den Motorstromkreisen muss berücksichtigt werden, dass sich durch Vorhandensein von Frequenzumrichtern Elektronik einschleichen kann.
- Halbempfindliche Stromkreise zeichnen sich durch das Vorhandensein von elektronischen Bauteilen aus, die aber noch nicht die Feinheit und hohe Empfindlichkeit von Mikroelektronik entsprechend Mikroprozessoren, beziehungsweise EDV, aufweisen. Hierzu zählen elektronische Zähler, Überspannungsschutzgeräte, LED-Beleuchtungen und Stromkreise mit elektronischen Netzteilen.
- Empfindliche Stromkreise mit Mikroelektronik enthalten so feine elektronische Strukturen, dass durch das Vorhandensein der Messspannung zur Isolationsmessung eine Beschädigung nicht auszu-

schließen ist. Selbst wenn nicht unmittelbar nach einer Isolationsmessung eine Beschädigung einsetzt, so können nicht feststellbare Vorschädigungen eintreten, die in der Folge zu einem Ausfall führen. Hierzu zählen EDV und vergleichbare Einheiten.

Wie unterschiedlich Betriebsmittel innerhalb einer Produktgruppe aufgebaut sein können, zeigt der Vergleich zwischen einem hydraulischen und elektronischen Durchlauferhitzer. Bei dem hydraulischen Durchlauferhitzer sind in der Regel ausschließlich elektromechanische Bauteile im Einsatz, während bei einem elektronischen Durchlauferhitzer empfindliche Elektronik enthalten sein kann, die der Mikroelektronik entsprechend EDV gleicht. **Bild 16** zeigt im geöffneten Zustand des Gerätes die Elektronik eines elektronischen Durchlauferhitzers vom Hersteller Vaillant vom Typ VED 18-21. Bei Überspannungsschutzeinrichtungen und Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit enthaltener Elektronik, zum Beispiel allstromsensitiver RCD-Ausführungen vom Typ B und Typ B+, sind oft seitens des Herstellers Angaben in der Dokumentation enthalten, die eine reduzierte Messspannung oder den Ausschluss der Isolationswiderstandsmessung vorsehen. Auch bei Stromkreisen mit Frequenzumrichtern dürfen die Isolationswiderstandsmessungen nur durchgeführt werden, wenn sichergestellt ist, dass eine Schädigung des Frequenzumrichters ausgeschlossen werden kann. Entsprechende Angaben zum Ausschluss der Isolationswiderstandsmessung können in der Dokumentation des Frequenzumrichters enthalten sein.

Beurteilung der Stromkreise

Die Beurteilung für den Prüfer, ob Stromkreise mit Elektronik »halbempfindlich« oder »empfindlich« sind, ist nicht immer einfach und sollte im Zweifelsfall für die höhere Empfindlichkeit stehen. Es gilt zu bedenken, dass bei den zu prüfenden Stromkreisen weiterhin abgewägt werden muss, ob die enthaltene Elektronik während der Messung abgetrennt werden kann. Die Abtrennung kann zum Beispiel durch Ziehen von Einsätzen des Überspannungsschutzes oder durch Abklemmen von Anschlusspunkten bei Verbrauchsmitteln erfolgen. Das Abklemmen bezieht alle aktiven Leiter ein, zum Beispiel L+N, L1+L2+L3 oder L1+L2+L3+N entsprechend der Stromkreisausführung.

Die Abwägung für einen umfänglichen Stromkreis, aber mit nur einem enthaltenen empfindlichen Betriebsmittel, legt den Schluss nahe, dass dieses während der Isolationswiderstandsmessung abgetrennt wird. Die Beschreibung »umfänglicher Stromkreis« soll verdeutlichen, dass die im Stromkreis enthaltene Leitungsmenge und Anzahl der Betriebsmittel so groß sind, dass es schade wäre, diesen nicht einer Isolationswiderstandsmessung zu unterziehen, da ein einziges empfindliches Betriebsmittel dies verhindert. Anders sieht das bei einem Stromkreis aus, der leitungsmäßig nur wenige Meter aufweist und somit in der Abwägung einer zu bevorzugenden erweiterten Besichtigung und/oder einer ergänzenden Ableitstrommessung fällt, da mit dem jeweiligen Abklemmen und Wiederanschluss die Gefahr einer zukünftigen Leiterunterbrechung größer wird.

(Fortsetzung folgt)



AUTOR

E. Josef Pott

Geschäftsführer FBZ-E Fachbereichszentrum Energietechnik GmbH, Leer