

Endstromkreise ohne Steckvorrichtungen und Anschlussdosen

PRÜFTECHNIK ELEKTRISCHER ANLAGEN NACH DIN VDE 0100-600 (TEIL 14) Bei Endstromkreisen, entsprechend Beleuchtungsanlagen und Motorstromkreisen, die keine unmittelbare elektrische Kontaktierung über Steckvorrichtungen oder Anschlussdosen ermöglichen, können die Messungen für Auslösezeiten, Auslöseströme und Berührungsspannungen direkt an den RCDs erfolgen.

Die Messungen zur Mindestkurzschlussstromhöhe (I_k) erfolgen üblicherweise an der entferntesten Stelle des Stromkreises, zum Beispiel wo sich der größte Messwert bei der Messung zur Durchgängigkeit des Schutzleiters zeigte (mit zentralem Messpunkt an der Haupterdungsschiene) oder bei einem Stromkreis mit durchgeschleiften Steckdosen an der letzten Steckdose.

Die I_k -Messung an der entferntesten Stelle gewährleistet, dass der gesamte Stromkreis an jeder vor der Messstelle liegende Stelle durch ausreichenden und sogar gegenüber der Messstelle größeren Kurzschlussstrom verfügt. Für Endstromkreise ohne unmittelbare elektrische Kontaktierung können die I_k -Messungen ausgangsseitig der jeweiligen Überstromschiefeinrichtungen erfolgen und durch eine Berechnung auf die Verhältnisse an der ungünstigsten Stelle des Stromkreises korrigiert werden.

Diese Vorgehensweise vermeidet bei wiederkehrenden Prüfungen das stetige Öffnen der Anschlussbereiche von Motoren und beugt mögliche Schädigungen bei der Montage und Demontage vor.

Bild 67 zeigt die Messung zur Ermittlung des möglichen Kurzschluss-

stromes ausgangsseitig an einem dreipoligen Leistungsschalter mit einem Einstellbereich von 2,5A bis 4A im Verwendungszweck »Motorschutz für einen Drehstrommotor«. Die Messung wurde zwischen zwei Außenleitern mit 400V vorgenommen, so dass neben der Korrektur zur ungünstigsten Stelle zusätzlich die Korrektur der zugrundeliegenden Spannung im Fehlerfall (Körperschluss) auf 230V erfolgen muss. Die gemessenen 311A werden im ersten Schritt mit folgender Berechnung auf die Verhältnisse an der ungünstigsten Stelle, quasi dem Standort des Drehstrommotors, korrigiert:

$$I_{k \text{ korrigiert}} = \frac{U_{\text{Messstelle}}}{\left(\frac{U_{\text{Messstelle}}}{I_{k \text{ Mess}}} + 2 \cdot R_{\text{PLUS}} \right)}$$

$$238,54 \text{ A} = \frac{400 \text{ V}}{\left(\frac{400 \text{ V}}{311 \text{ A}} + 2 \cdot 0,1954 \Omega \right)} \quad (1)$$

» $2 \cdot R_{\text{PLUS}}$ « entspricht dem zweifachen Widerstand der nach der Schutzeinrichtung noch folgenden Leitungslänge, bzw. einer Ader der vieradrigen Leitung, bis zum Standort des Drehstrommotors. In diesem Fall ist die noch folgende Leitungslänge 17m mit einem Aderquerschnitt von 1,5mm² und ergibt einen Widerstandswert von $2 \cdot 0,1954 \Omega = 0,3908 \Omega$.

Im zweiten Schritt erfolgt die Korrektur für die Spannungsanpassung von 400V auf 230V mit dem Verkettungsfaktor » $\sqrt{3}$ «:

$$I_{k \text{ Spannungsanpassung}} = \frac{I_{k \text{ korrigiert}}}{\sqrt{3}}$$

$$137,72 \text{ A} = \frac{238,54 \text{ A}}{1,732} \quad (2)$$

Für die Beurteilung ausreichende Kurzschlussstromhöhe für die unverzögerte Abschaltung auf Grundlage vom Faktor 13 ($4 \text{ A} \cdot 13 \cdot 1,5 > 78 \text{ A}$) ist der Schutz bei Überstrom gewährleistet. Wie im Abschnitt »Besichtigungsweg« (»de« 8.2018, S. 76-77) beschrieben, ist für die Beurteilung der gemessenen Werte auch die maximal zulässige Kurzschlussstromhöhe in Abgleich des Bemessungsschaltvermögens der eingesetzten Schutzeinrichtungen mit der Stufung »25000«, »10000« oder »6000« zu beurteilen. Die Überschreitung des Bemessungsschaltvermögens ist in der Prüfpraxis mit üblichen I_k -Werten von 200A bis 2000A aber ein eher selten auftretendes Problem.

Einsatz von Isolierhandschuhen

Der Einsatz von Isolierhandschuhen für den Schutz gegen Körperdurchströmungen, ist im Abgleich der durch Hautkontakt zu den



Bild 67: Ermittlung des möglichen Kurzschlussstromes ausgangsseitig am LSS mit 311 A



Bild 68: Wechselstromsensitive Messung mit Faktor 5 und einem zu erwartenden Messwert für t_a von 8ms

Quelle: alle Bilder FBZ-E



Bild 69: Wechselstromsensitive Messung mit einem zu erwartenden Messwert für I_{Δ} von 24,7 mA



Bild 70: Wechselstromsensitive Messungen bei zusätzlicher Leitungslänge



Bild 71: Messung zur Höhe des möglichen Kurzschlussstromes mit 221 A



Bild 72: Messung zur Höhe des möglichen Kurzschlussstromes bei zusätzlicher Leitungslänge mit 116 A

seitlichen Kontaktflächen am Handhabungsgriff und dadurch möglichen zusätzlichen Messungen für Schutzleiter- und Potenzialerkennungen gegen Erde größer 50V entsprechend einer Gefährdungsbeurteilung abzuwägen. Der Verzicht auf Isolierhandschuhe sollte einen Berührungsschutz vom Schutzgrad IP2X oder Schutzgrad B begründen.

Einfluss von Leitungslängen

Der Einfluss von Leitungslängen auf die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen bei Schutz durch Abschaltung mit RCD, LS und LSS zeigen erhebliche Unterschiede für Fehlerstrom- und Überstromschutzrichtungen. Beginnend mit einem RCD vom Typ A mit 30 mA Bemessungsfehlerstrom zeigt **Bild 68** die Messstelle an einer Steckdose. Die Auslösezeit von 8ms bei einer Berührungsspannung von 0,1V wurde mit »Faktor 5« ermittelt. **Bild 69** für die wechselstromsensitive Messung zum Auslösestrom zeigt einen zu erwartenden Messwert von 24,7 mA. Diese Messungen werden nun unter Berücksichtigung von zusätzlichen 40m Leitung mit einem Querschnitt von 1,5mm² wiederholt. **Bild 70** zeigt die wechselstromsensitiven Messungen bei zusätzlicher Leitungslänge. Die ermittelten Werte sind unverändert und belegen, welch phantastische Schutzrichtungen RCDs sind!

Stellvertretend für die Überstromschutzrichtungen verwenden wir einen Baustromverteiler mit Steckdosenstromkreisen, abgesichert mit Überstromschutz durch Leitungsschutzschaltern vom Charakter »C« mit Nennströmen von 16A. Die Messung zur möglichen Höhe

des Kurzschlussstromes zeigt entsprechend **Bild 71** einen möglichen Kurzschlussstrom von 221 A und bei Einbringung der zusätzlichen Leitungslänge entsprechend **Bild 72** einen Rückgang auf 116A. In beiden Fällen reicht die Kurzschlussstromhöhe für die unverzügerte Abschaltung auf Grundlage vom Faktor 10 ($16A \cdot 10 \cdot 1,5 > 240A$) nicht aus. Die zusätzliche Leitungslänge zeigt einen Rückgang der möglichen Kurzschlussstromhöhe auf etwa den halben Wert.

Fazit: Die Anforderungen zur notwendigen Kurzschlussstromhöhe einschließlich zukünftig denkbarer Anlagenerweiterungen sind schon bei der Projektierung ausreichend zu berücksichtigen, damit die Überstromschutzrichtungen ihre Wirksamkeit entfalten können.

RCD-Prüftasten

Das Betätigen der RCD-Prüftasten für das Erproben der Auslösefunktionen sollte im Rahmen der Ermittlung für Auslösezeiten, Auslöseströme und Berührungsspannungen mit durchgeführt werden.

(Fortsetzung folgt)



AUTOR

E. Josef Pott
Geschäftsführer FBZ-E Fachbereichszentrum
Energietechnik GmbH, Leer