

lung des jeweiligen elektrischen Geräts zu begründen.

Diese Übergangswiderstände haben – wie oben dargelegt – praktisch keinen Einfluss auf die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag, da sie die im Fehlerfall vorhandenen Abschaltbedingungen (Schleifenimpedanz der Anlage) nicht beeinflussen.

Die vorstehende Feststellung gilt jedoch nicht für Steck- oder Gleitkontakte, die beschädigt bzw. verschlissen sind oder durch andere Einflüsse in ihrer Funktion beeinträchtigt wurden. Sie sollte auch nicht angewandt werden, wenn zusätzlich weitere Gründe zum Überschreiten des ursprünglichen, im Neuzustand vorhandenen Werts des Schutzleiterwiderstands geführt haben.

Ob ein Steck- oder Gleitkontakt im Schutzleiter den grundsätzlichen Anforderungen an die Sicherheit genügt und insbesondere unter betriebsmäßigen Belastungen/Beanspruchungen zuverlässig funktioniert, ist im Rahmen der Wiederholungsprüfung nach DIN VDE 0702 nicht zu beurteilen. Ausgangspunkt für den Prüfer ist, dass der Prüfling den für ihn geltenden Produktnormen entspricht, und dass diese Übereinstimmung durch eine Prüfstelle (GS-Zeichen) bzw. vom Hersteller (CE-Zeichen) bestätigt wurde.

Eine trotz positiv verlaufener Wiederholungsprüfung negative Beurteilung des Prüflings bzw. der prinzipiellen Gestaltung/Ausführung des Schutzleiterkontakts kann allerdings vom Prüfer erwartet werden, wenn es sich um eine nach seiner Ansicht fragwürdige Lösung handelt. In diesem Fall sollte er seine Bedenken dem Betreiber des Geräts mitteilen.

Zu bemerken ist noch, dass in solch einem Fall sicherlich auch die Steckkontakte der anderen Leiter Übergangswiderstände aufweisen. Ob diese bei bestimmungsgemäßem Gebrauch (Nennbelastung) zu einer unzulässigen Erwärmung führen, sollte gegebenenfalls kontrolliert werden. *K. Bödeker*

NORMENAUSZÜGE

Auszüge aus DIN-VDE-Normen sind für die angemeldete limitierte Auflage wiedergegeben mit Genehmigung 042.002 des DIN und des VDE. Für weitere Wiedergaben oder Auflagen ist eine gesonderte Genehmigung erforderlich.

Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE VERLAG GMBH, Bismarkstr. 33, 10625 Berlin und der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin erhältlich sind.

Potentialausgleich in Ex-Anlagen

Um einen festen, sicheren und funkenhemmenden Anschluss der Potentialausgleichsleitungen an Rohren und Konstruktionsteilen in explosionsgefährdeten Bereichen zu gewährleisten, werden von uns in der Regel angeschweißte Fahnen, Bolzen oder Gewindebohrungen vorgesehen und die Leitungen mit Kabelschuhen und Schrauben befestigt. In Altanlagen (teilweise auch in fremdinstallierten Neuanlagen) treffen wir immer wieder auf die Situation, dass ein Anschluss über „normale“ Rohrschellen hergestellt ist.

Ist ein solcher Anschluss ordnungsgemäß und fachgerecht befestigt sowie der Bereich „Rohr – Rohrschelle – Leitungsanschluss“ zusätzlich z. B. mit selbstverschweißendem Isolierband umwickelt und gesichert, so sollten meines Erachtens die Bedingungen eines funkensicheren Anschlusses gegeben sein. Können Sie diese Aussage so bestätigen, oder raten Sie von dieser Lösung ab?

Zunächst habe ich die Begriffe „funkenhemmend“ und „funktensicher“ im Zusammenhang mit Verbindungen im Potentialausgleichssystem nicht finden können.

Das Umwickeln der Anschlüsse mit selbstverschweißendem Isolierband ist im Allgemeinen nicht gefordert. Hinsichtlich der Qualität der Verbindungen für Schutz- und Potentialausgleichsleiter gibt es jedoch eine Reihe von Grundsätzen, die einzuhalten sind:

- In DIN VDE 0100-540 [1], Abschnitt 5.2, wird eine Bauart verlangt, die sicherstellt, dass die durchgehende elektrische Verbindung auch unter mechanischen, chemischen und elektrochemischen Einflüssen erhalten bleibt.
- In Abschnitt 4.3 und seiner Erläuterung im Anhang dieser Norm wird auf die Erdungsschelle eingegangen. Ihre Verbindung muss zuverlässig und elektrotechnisch einwandfrei ausgeführt sein. Der Anschluss eines Erdungs- oder Potentialausgleichsleiters ist mit mindestens 1 x M10 vorzunehmen (siehe auch DIN VDE 0185-3 [2]).
- Interessant sind auch die Ausführungen in DIN VDE 0165-1 [3], wo es in Abschnitt 6.3 heißt:

„Körper elektrischer Betriebsmittel müssen nicht gesondert an das PA-System angeschlossen werden, wenn sie festen und gesicherten metallischen Kontakt mit Konstruktionsteilen oder Rohrleitungen haben, die ihrerseits mit dem PA-System verbunden sind.“

Das heißt, dass beispielsweise Flansche unter den eben genannten Voraussetzungen nicht unbedingt mit einem gesonderten PA-Leiter überbrückt werden müssen.

Ob die technologische Verbindung ausrei-

Tafel 1 Mindestquerschnitte für den Blitzschutzpotentialausgleich nach [2]

Schutzklasse	Werkstoff	Querschnitt
Mindestabmessungen von Leitern, die verschiedene Potentialausgleichsschienen miteinander oder mit der Erdungsanlage verbinden (Tabelle 9 von [2])		
I bis IV	Kupfer	16 mm ²
	Aluminium	25 mm ²
	Stahl	50 mm ²
Mindestabmessungen von Leitern, die innere metallene Installationen mit der Potentialausgleichschiene verbinden (Tabelle 10 von [2])		
I bis IV	Kupfer	6 mm ²
	Aluminium	10 mm ²
	Stahl	16 mm ²
Anmerkung: Soweit nicht nach mitgeltenden Normen, z. B. mit der Klassifikation VDE 0100, größere Querschnitte gefordert werden.		

chend ist, kann leicht mit einer Messung festgestellt werden, zu denen ja DIN VDE 0100-610 ohnehin verpflichtet.

Außerdem: Die Verbindungen müssen gegen Selbstlockern gesichert sein, z. B. mit Federring, Feder- oder Zahnscheibe.

? Ist eine eigens für den Ex-Bereich industriell hergestellte Potentialausgleichsschiene hier anders zu beurteilen als ein ordnungsgemäßer, gegen Selbstlockern gesicherter Leitungsanschluss mittels Rohrschelle?

Werden die nach der Betriebssicherheitsverordnung geforderten wiederkehrenden Prüfungen ordnungsgemäß durchgeführt, sollte doch von einer fachgerechten Installation einer Rohrschelle keine Gefährdung ausgehen.

Ex-Anlagen sind gewöhnlich mit Blitzschutzanlagen ausgerüstet. Daher ist der Potentialausgleich nicht nach DIN VDE 0100-540 mit Querschnitten zwischen 6 mm² und 25 mm², sondern als Blitzschutzpotentialausgleich mit Mindestquerschnitten aus den Tabellen 9 und 10 von [2] (Tafel 1) auszuführen.

Die Werte in Tabelle 9 von [2] gelten auch für äußere leitende Teile. Diese müssen möglichst nahe an der Eintrittsstelle in die bauliche Anlage in den Potentialausgleich einbezogen werden.

Für Ex-Anlagen sind nach [2] Abschnitt 4.3.1.5 Anschlüsse und Verbindungen mit Rohrleitungen so auszubilden, dass beim Blitzstromdurchgang keine Funken entstehen. Geeignete Anschlüsse sind angeschweißte Fahnen oder Bolzen oder Gewindebohrungen in den Flanschen zur Aufnahme von Schrauben. Anschlüsse mittels Schelle sind nur zulässig, wenn durch Prüfungen Zündsicherheit bei Blitzströmen nachgewiesen wird.

Hierzu beschreibt DIN VDE 0185-201 [4] beschreibt die Rohrschellen, denen auch Eigenfertigungen hinsichtlich Querschnitt, Korrosionsschutz, elektrischer Verbindung und mechanischer Festigkeit entsprechen müssen

(siehe DIN V VDE 0185-3 [2], Abschnitt 4.5.2). Nach den Abschnitten 5.4, 5.6 und 6.3 von [4] müssen die Rohrschellen sicher befestigt werden können, so bemessen sein, dass sie die Leiter und/oder Rohre sicher verbinden ohne sie zu beschädigen und einen Übergangswiderstand von $\leq 1 \text{ m}\Omega$ (bei mindestens 10 A Messstrom) haben. Diese Messung darf nur im ex-freien Betrieb durchgeführt werden (Betreibererklärung!).

Literatur

- [1] DIN VDE 0100-540:1991-11 Erdung, Schutzleiter, Potentialausgleichsleiter.
- [2] DIN V VDE 0185-3:2002-11 Blitzschutz, in Verbindung mit Änderung A1:2005-05.
- [3] DIN VDE 0165-1:2004-07 Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche.
- [4] DIN V VDE 0185-201:2000-04 Blitzschutzbauteile. *F. Schmidt*

Mangelhafter Leiteranschluss an LS-Schalter

? Ist die im Bild ❶ dargestellte, häufig vorkommende Installation unterhalb von fingersicheren Leitungsschutzschaltern zulässig?

Als Sachverständiger beanstande ich diese mit der Begründung, dass ein fingersicheres Betriebsmittel durch solche „falschen“ Drahtbrücken nicht einmal mehr handrücken-sicher wird. Die Installation befindet sich zwar hinter der Abdeckung, aber in der Praxis muss oft an unter Spannung stehenden Verteilern gearbeitet werden.

! Bild ❶ regt schon zum Nachdenken an. Unabhängig von Festlegungen in Normen stellt man sich die Frage, was einen Anlagenerrichter bewegen haben mag, die abisolierten Leiterenden einer Verdrahtung so zu gestalten, dass nach Einführen der aktiven Leiter in ein fingersicheres Betriebsmittel (LS-Schalter) die blanken Leiter im Widerspruch zur Klemmnausführung nicht nur mit dem Finger, sondern auch mit dem Handrücken berührt werden können.

Nach DIN EN 60 898-1 (VDE 0641 Teil 1) sind die Klemmen von LS-Schaltern für Bemessungsströme bis einschließlich 50 A ausgeführt, so dass sie ein- und mehrdrähtige Leiter klemmen und auch flexible Leiter aufnehmen können [1]. Möglicherweise sollen die Aderendhülsen dazu dienen, dass Lichtbogenüberschläge durch Whiskerbildung an den Eingangsklemmen verhindert werden sollen. Das ist zulässig, darf aber nicht dazu führen, dass das Isoliervermögen in der hier dargestellten Form herabgesetzt wird. Gefordert werden sichere Klemmverbindungen und die Wahrung des Isoliervermögens. Da hier nach der Begründung gefragt wird, sei auf die Normen und die Nachteile hingewiesen, die mit dieser hier dargestellten Lösung verbunden sind.

Festlegungen in Normen. Es trifft natürlich zu, dass die frei liegenden und nicht mit einem Handrücken-schutz versehenen Leiteranschlüsse sich hinter den Abdeckungen befinden, die den Schutz durch Abdeckungen und Umhüllungen gewährleisten, wie er im Unterabschnitt 412.2.1 in DIN VDE 0100-410 [2] gefordert wird. Auch die fingersicheren Klemmen sind so geschützt. Ein unbeabsichtigtes Berühren aktiver Teile durch Laien wird damit verhindert, wenn unzulässige Eingriffe durch Entfernung der Abdeckung ausgeschlossen werden.

Die zum Einsatz kommenden Anschlussleitungen sind nicht vollständig isoliert bis an die Anschlussklemmen geführt. Es gibt in DIN VDE 0100-520 keine Festlegungen, die das Verlegen nur teilweise isolierter Leitungen mit frei liegenden blanken Adern gestatten [3]. Die Tabelle 52 F in [3] lässt blanke Adern nur in Sonderfällen zu, die hier nicht zutreffen.

In Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen sind blanke Leiter in Form von Sammelschienen möglich und werden herstellerseitig eingebaut. Mit der im Bild ❶ gezeigten Lösung ist diese Ausführung nicht zu vergleichen.

Nachteile beim Betrieb von Anlagen. Die hier zur Debatte stehende Lösung entspricht nicht den Anforderungen, die an eine moderne Elektroinstallation gestellt werden. Wird im Zuge des Betriebes zur Durchführung von Wartungs-, Reparatur- und Instandsetzungsarbeiten die Abdeckung abgenommen, so ist der Berührungsschutz der aktiven Teile nicht



❶ Mangelhafter Leiteranschluss an LS-Schalter, durch welchen die Fingersicherheit aufgehoben wird – nicht einmal Handrücken-sicherheit ist noch vorhanden