

tigt, wenn man sich vor Augen führt, dass beim Arbeiten an einem Transformator (eventuell bei Reparaturen, Austauscharbeiten oder einer Fehlersuche usw.) durchaus Bewegungen der Verbindungsleitungen zwischen den Transformatoren entstehen können, die die Anschlussklemme an einem benachbarten Transformator, der von diesen Arbeiten gar nicht betroffen ist, unzulässig belastet, ohne dass die Fachkraft, die diese Arbeiten ausführt, dies bemerken muss.

In DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520), Abschnitt 526.1 [1] heißt es wörtlich: „Verbindungen zwischen Leitern sowie zwischen Leitern und Anschlussstellen an Betriebsmitteln müssen für dauerhafte Stromübertragung und angemessene mechanische Festigkeit und Schutz bemessen sein.“

Und im nachfolgenden Abschnitt 526.6 wird diesbezüglich noch folgendes gefordert: „Anschluss- und Verbindungsstellen von Kabeln und Leitungen sind von mechanischer Beanspruchung zu entlasten. Zugentlastungsmittel müssen derart gestaltet sein, dass jegliche mechanische Beschädigung der Kabel, Leitungen oder Leiter vermieden wird.“

Eine Zugentlastung, die direkt auf die basisisolierten Leiter einer Mantelleitung einwirkt, verbietet sich selbstverständlich schon von selbst.

Die Lösung bei dem eventuell notwendigen Austausch einer Leuchte bzw. eines Transformators, vor den Transformatoren eine Abzweigdose zu setzen, um die Durchgangsverdrahtung an den Anschlussklemmen der Transformatoren zu vermeiden, ist sicher ein probates Mittel, weil dadurch eine entsprechende Zugentlastung möglich sein sollte.

Ob allerdings die zuvor erwähnten Bedenken dazu führen müssen, sämtliche Zuleitungen bei allen vorhandenen Transformatoren auszutauschen, ist eine Frage, die pauschal und aus der Ferne nicht leicht zu beantworten ist. Grundsätzlich ist ein solcher Aufwand natürlich aus sicherheitstechnischen Gründen zu befürworten. Aber der Betreiber fragt unter Umständen bei einem entsprechend hohen Aufwand, ob die Gefährdungslage tatsächlich diese Mehrkosten rechtfertigt. Die zuvor zitierte Stelle aus DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520) [1] spricht ja von einer „mechanischen Beanspruchung“, die es zu vermeiden gilt. Kann eine solche Belastung jedoch während des laufenden Betriebs ausgeschlossen werden und werden darüber hinaus Vorkehrungen getroffen, dass bei Arbeiten an der Leuchte bzw. am Transformator keine derartigen Belastungen bei benachbarten Transformatoren verursacht werden (z. B. indem sichergestellt wird, dass stets mit entspre-

chender Sorgfalt gearbeitet wird), könnte man den Zustand des vorhandenen Anlagenteils vorläufig bis zu einem zukünftigen Austausch belassen.

Doch diese Entscheidung kann natürlich nur vor Ort vom Betreiber gefällt werden. Fehlt ihm die nötige Fachkenntnis, muss er eine Elektrofachkraft hinzuziehen. Dies kann die für die elektrische Anlage verantwortliche Elektrofachkraft sein bzw. die externe Elektrofachkraft, die den zuvor beschriebenen Austausch vornimmt und in diesem Zusammenhang die nicht vom Austausch betroffenen Bereiche der Beleuchtungsanlage bewerten muss.

#### Literatur

[1] DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520):2013-06 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen.

H. Schmolke

## Hat sich Bezeichnung „Fußboden“ geändert?

**?** Ich meine in einer Norm gelesen zu haben, dass die Bezeichnung „Fußboden“ durch „Oberkante fertige Decke“ als Bezug für Aufmaße (z. B. Leitungsverlegung) abgelöst wurde. Ist das korrekt?

**I** Um die direkte Antwort auf die Frage vorwegzunehmen: Aus den verschiedenen Begriffen abzuleiten, dass die Bezeichnung „Fußboden“ abgelöst und durch den Begriff „Oberkante fertige Decke“ ersetzt wurde, ist meiner Meinung nach nicht korrekt.

Zum „Dauerbrenner Fußboden“ aus Sicht eines Elektrikers einige Bemerkungen: Ich habe in einigen Normen beispielsweise folgende Beschreibungen für den Fußboden gefunden:

- I** fertiger Fußboden;
- I** Rohfußboden;
- I** Oberkante Fertigdecke;
- I** betretbare Nutzschrift;
- I** raumseitige Nutzfläche.

Das Baurecht versteht unter einem Fußboden ein Bauteil, das in der Regel aus mehreren Schichten besteht, die mit einem begehbaren Belag abgeschlossen sind. Die Schichten erfüllen Aufgaben des Schall-, Wärme- und Brandschutzes und müssen außerdem statisch hinreichend tragfähig sein.

Man rechnet z. B. mit Verkehrslasten

- I** in Wohnungen von 1,5 kN/m<sup>2</sup>
- I** in Büros von 2 kN/m<sup>2</sup>

**I** in Klassenräumen von 3,5 kN/m<sup>2</sup>

**I** in Gewerberäumen, Krankenhäusern und Verkaufsstätten von 2–7,5 kN/m<sup>2</sup>.

Der Fußbodenbelag wird nach Beständigkeit gegen die vorgesehene Beanspruchung ausgewählt, aber auch nach ästhetischen Gesichtspunkten. In einigen Anlagen, wie in explosionsgefährdeten und ausgewählten medizinischen Bereichen oder in Räumen mit sensibler Elektronik, erfüllt der Belag auch Schutz gegen gefährliche elektrostatische Aufladungen.

Bodenbelagsarbeiten sind in den Vergabe- und Vertragsbedingungen VOB – DIN 18365 [1] beschrieben.

Da der Fußboden kein simples Bauteil ist, können gerade bei Maßangaben leicht Missverständnisse entstehen.

Um Irrtümer auszuschließen, sollten daher immer die Begriffserklärungen im Augen behalten werden, die im Vorspann der Normen enthalten sind.

Die Varianten eines Fußbodenaufbaus können unterschiedlicher nicht sein und richten sich nach der Raumnutzung. In Sportstätten wird sicher ein anderer Aufbau des Fußbodens zu erwarten sein, als in Wohnungen, Industriebauten, Klassenräumen oder Gartenlauben. Allein die unterschiedlichen Verkehrslasten machen individuelle Lösungen erforderlich. Gemeinsam aber ist, dass der Fußboden sich seit jeher für die bequeme Unterbringung von Installationen, wie z. B. Elektro- oder Rohrleitungen geradezu anbietet.

Wenn der Umfang unterzubringender Systeme allerdings groß wird, schafft man mittels Unterkonstruktionen eigene Hohlräume für die Aufnahme derartiger Systeme (Hohlboden oder Doppelboden).

Oft wird in modernen Bauten auf einer Stahlbetonplatte ein Estrich gegossen, auf den der Belag aufgebracht ist (Verbundestrich). Wird der Estrich auf einer Dämmschicht ohne eine Verbindung zu angrenzenden Bauteilen gegossen, spricht man von einem schwimmenden Estrich.

Natürlich dürfen die fremden Systeme die geforderten Fußboneigenschaften, wie z. B. seine Tragfähigkeit, nicht infrage stellen.

Nur allzu leicht aber werden dabei Fehler gemacht, sodass Regelungen notwendig wurden, um die eigentliche Aufgabe des Fußbodens als Verkehrsweg und Raumabschluss sicherzustellen.

Für das Unterbringen von Elektroleitungen auf der Decke unabhängig vom Fußbodenaufbau hält DIN 18015-3 [2] Vorgaben aus dem Baurecht bereit. Um Missverständnisse auszuschließen, sind die dort angegebenen Maßgaben strikt einzuhalten, auch um bei-

spielsweise die Tragfähigkeit der Fußböden zu gewährleisten und die Lage der im Fußboden untergebrachten Systeme abschätzen zu können.

**Literatur**

- [1] DIN 18365:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bodenbelagsarbeiten.
- [2] DIN 18015-3:2016-09 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 3 Leitungsführung und Anordnung der Betriebsmittel.

F. Schmidt

## Berechnung des Leiterwiderstands

**?** Ich möchte wissen, wie sich die Widerstandswerte für Kupferleitungen pro Meter ergeben. Beispiel: Querschnitt  $A = 1,5 \text{ mm}^2$ ; Länge  $l = 1 \text{ m}$ , Leitermaterial = Kupfer, spezifische Leitfähigkeit  $\kappa_{\text{Cu}} = 56 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ . Verwende ich die allgemein bekannte Formel:  $R = l/(\kappa_{\text{Cu}} \cdot A)$ , komme ich auf einen Wert  $R = 11,9 \text{ m}\Omega$ . Allerdings finde ich sowohl im ep-Sonderheft „Messen und Prüfen“ im Fachbeitrag von K. Rohlof und M. Lochthofen als auch im Fachbuch „Prüfung ortsfester und ortsveränderlicher Geräte“ [1] für dieses Beispiel einen Wert von  $R = 13,3 \text{ m}\Omega$ . Auch die anderen Widerstandswerte weichen von meiner Berechnung ab.

**I** Die in der Tabelle genannten Widerstandswerte wurden nicht von uns errechnet, sondern sind den Normvorgaben für „Leiter für Kabel und isolierte Leitungen“ entnommen. In dieser Norm werden Vorgaben über die elektrische Leitfähigkeit von Leitungen festgelegt, unter anderem definiert über den Widerstandswert, den ein Leiter als Höchstwert erreichen darf. Es wird also sowohl im Fachbeitrag als auch im Fachbuch [1] mit den Vorgaben gerechnet, die die Hersteller der Leitungen einhalten müssen.

Diese Werte als Referenz zu nehmen, ist außerdem für die befähigte Person vor Ort in der Praxis sehr viel einfacher, als mit der Formel zu rechnen. Die Autorin erinnert noch lebhaft, welche Verwirrungen es in der Berufsschule gab, weil in einigen Tabellenbüchern  $\kappa_{\text{Cu}}$  mit  $56 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$  angegeben war, und in anderen mit  $58 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ . Letztendlich ist es in der Praxis für die Messung des Schutzleiterdurchganges relativ gleich, ob ein Widerstandswert von  $11,9$  oder  $13,3 \text{ m}\Omega$  pro Meter angenommen wird.

### ep TIPP

Lesen Sie bitte ergänzend hierzu auch den Fachbeitrag „Querschnitt von Leitern – elektrisch oder geometrisch?“ von M. Lochthofen auf S. 450.

Schon durch die Übergangswiderstände der Sonde mit dem PE des Prüflings kommen ein paar Milliohm hinzu. So extrem genau ist die Messtechnik in diesem Bereich nicht – und muss sie auch gar nicht sein, um bewerten zu können, ob ein Schutzleiter gut und durchgängig angeschlossen ist oder nicht. Allerdings sind Widerstandswerte von Leitungen tatsächlich ein interessanter Bereich, zu dem es in der Praxis öfter Fragen gibt.

**Literatur**

- [1] Bödeker, K.; Lochthofen, M.: Prüfung ortsfester und ortsveränderlicher Geräte; 9., durchgesehene Auflage 2018, Nachdruck der 9. Auflage: 2016; Huss-Medien, Berlin.

K. Rohlof

## Anschluss einer Steckdosenzuleitung mit 4 mm<sup>2</sup>

**?** Im Zuge der Fassaden- und Dachsanierung einer Allzweckhalle wurden wir beauftragt, eine Steckdose im Dachspeicher zu installieren. Die Leitungsverlegung erfolgt im Gebäude auf einer Gitterrinne (ca. 20 m), entlang der Fassade (Vollwärmeschutz) (ca. 10 m) und auf Putz im Rohr im Dachspeicher (ca. 10 m). Daraus ergibt sich unserer Berechnung nach eine Zuleitung von NYM-J 3 x 4 mm<sup>2</sup>. Wie kann der Anschluss der erforderlichen 4 mm<sup>2</sup> an einer Steckdose mit Klemmen für maximal 2,5 mm<sup>2</sup> erfolgen? Wäre eine Querschnittsreduzierung kurz vor der Steckdose zulässig?

**I** Vorweg. Es stellt sich für mich die Frage, wieso für die Steckdosenzuleitung ein Querschnitt von 4 mm<sup>2</sup> notwendig sein sollte. Siehe hierzu die Ausführungen weiter unten.

**Mögliche Querschnittsverjüngung.** Ich sehe normativ keine Probleme, wenn für eine Unterputzsteckdose eine Schalterdose ausgewählt wird, in welcher Verbindungsklemmen untergebracht werden können, um an dieser Stelle dann den Querschnitt von 4 mm<sup>2</sup> auf 2,5 mm<sup>2</sup> oder sogar auf 1,5 mm<sup>2</sup> zu verrin-

gern. Allerdings könnte bei Aufputzsteckdosen eine zusätzliche Verbindungsdose vor der Steckdose notwendig sein, um den Übergang von 4 mm<sup>2</sup> auf 2,5 mm<sup>2</sup> oder 1,5 mm<sup>2</sup> zu realisieren.

Bei dieser Vorgehensweise wird ja nicht die Strombelastbarkeit durch die Verjüngung reduziert. Fakt ist, dass auch ein Querschnitt von 1,5 mm<sup>2</sup>, in Abhängigkeit von der Verlegebedingung, mit 16 A bei Überlast und Kurzschluss geschützt werden kann und darf. Somit ist eine Verjüngung des Querschnittes in einem solchen Fall kein Verstoß gegen Abschnitt 433.2.1 von DIN VDE 0100-430 (VDE 0100-430) [1], wo folgendes festgelegt ist: „Eine Einrichtung zum Schutz bei Überlast muss an der Stelle angeordnet werden, an der die Strombelastbarkeit reduziert wird, wie z. B. durch eine Änderung des Leiterquerschnitts, der Bauart, der Verlegeart oder Anordnung der Kabel oder Leitungen [...]“.

Der größere Querschnitt ist ja ggf. nur notwendig, weil sich auf der Strecke die Verlegebedingungen so geändert haben könnten, dass für diese Teilstrecken ein größerer Querschnitt notwendig wird. Ggf. ist der größere Querschnitt, auch aufgrund des zulässigen Spannungsfalls, notwendig.

Es empfiehlt sich hierbei, einen entsprechenden Hinweis im Verteiler anzubringen, dass trotz des größeren abgehenden Querschnittes, der Stromkreis nicht höher als mit 16 A geschützt werden darf.

**Ermittlung eines kleineren Querschnitts.** Wie bereits eingangs erwähnt, stellt sich für mich die Frage, wieso für die Steckdosenzuleitung ein Querschnitt von 4 mm<sup>2</sup> notwendig sein sollte. Nachfolgend die Ermittlung eines möglichen kleineren Querschnittes, unter Beachtung der Vorgaben im vorgesehenen Anwendungsfall. Zu betrachtende Vorgaben:

1. maximaler Betriebsstrom;
2. maximal zulässige Strombelastbarkeit in Abhängigkeit von Umgebungstemperatur, Verlegeart und Häufung;
3. Fehlerschutz;
4. Kurzschlusschutz;
5. Spannungsfall.

**Zu 1.)** Als maximaler Betriebsstrom gelten die 16 A, vorgegeben durch die Überstrom-Schutzeinrichtung.

**Zu 2.)** Für die Bemessung gilt die ungünstigste Verlegebedingung, die aber nur bedingt von mir, aufgrund fehlender Angaben, erkannt werden kann bzw. zur Anwendung kommen kann. Daher nachfolgend für die, vom Anfragenden angegebenen Verlegevarianten, die Ermittlung der Strombelastbarkeit:

**a) Verlegung auf der Gitterrinne.** (vermutlich ist eine gelochte Kabelrinne gemeint). Diese