

Elektrische Leitungsanlagen

Richtlinien zur Schadenverhütung



Kurzreferat

Diese Richtlinien enthalten Anforderungen an Planung, Auswahl, Errichtung sowie Betrieb von Kabel- und elektrischen Leitungsanlagen (im Nachfolgendem kurz Leitungsanlagen genannt) und wenden sich an die betreffenden Elektrofachkräfte.

Die nachfolgend beschriebenen Anforderungen sind Mindestanforderungen und gelten sowohl während der Bauphase als auch bei Betrieb und bei Änderungen bestehender Anlagen.

Ziel ist es, Wege aufzuzeigen, wie der Entstehung von Bränden, deren Ausdehnung und den Folgeschäden durch Rauch, aggressive und toxische Brandgase sowie Löschmittel vorgebeugt werden kann.

Unverbindliche Bekanntgabe des GDV zur fakultativen Verwendung.
Abweichende Inhalte/Vereinbarungen sind möglich.

Elektrische Leitungsanlagen

Richtlinien zur Schadenverhütung

Inhalt

Kurzreferat	2
1 Anwendungsbereich	4
2 Allgemeines	4
3 Schadenursachen	4
4 Begriffe	4
4.1 Brandwände	4
4.2 Brandabschnitte	4
4.3 Brandlast.....	4
4.4 Installationskanäle	5
4.5 Installationsschächte	5
4.6 Leitungsanlagen	5
4.7 Kabelböden (Doppelböden)	5
4.8 Kabelgeschosse	5
4.9 Kabelkanäle	5
4.10 Kabelabschottungen	5
4.11 Kabelschächte	6
4.12 Komplextrennwände	6
4.13 Musterrichtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (MLAR)	6
5 Planung und Errichtung	6
5.1 Gesetzliche Bestimmungen, Normen, Richtlinien und Sicherheitsvorschriften	6
5.2 Grundsätzliche Anforderungen zur Leitungsverlegung	6
5.3 Leitungsdurchführungen durch Wände und Decken	7
5.4 Kanäle, Schächte, Kabelgeschosse und -böden	9
5.5 Anlagen für Sicherheitszwecke	10
5.6 Leitungsanlagen in besonderen Bereichen	10
5.7 Brandlast	11
6 Betrieb	11
Anhang A – Literaturverzeichnis	12
Anhang B – Auswahl von Kabel und Leitungen	14
B1 Querschnitts- und Nennstromberechnung nach DIN VDE 0100 - 520, DIN VDE 0298 - 4 und DIN VDE 0100 – 430	14
B2 Ermittlung der maximal zulässigen Kabel- und Leitungslängen	20
B3 Ermittlung der zulässigen Biegeradien bei fester Verlegung und der Befestigungsabstände	24
Anhang C – Darstellung der brandschutztechnischen Qualität verschiedener Kabel- und Leitungsarten	25

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinien gelten für die Planung, Auswahl, Errichtung sowie den Betrieb von Kabel- und elektrischen Leitungsanlagen (im Nachfolgenden kurz Leitungsanlagen genannt, siehe Abschnitt 4.6) und wenden sich insbesondere an die Elektrofachkraft.

Diese Hinweise können lediglich unverbindlichen Charakter haben. Ihre Anwendung entbindet nicht von der Beachtung der einschlägigen DIN-Normen und sonstiger Regeln bzw. Vorschriften. Gesetzliche und behördliche Vorschriften sowie die Vereinbarungen mit dem Versicherer bleiben unberührt.

Sie sollen auch während der Bauphase sowie bei bestehenden Anlagen Anwendung finden.

2 Allgemeines

Leitungsanlagen müssen so geplant, ausgewählt, errichtet und betrieben werden, dass von ihnen keine Gefahr ausgeht, d.h., der Entstehung oder Ausbreitung von Bränden und deren Folgeschäden vorgebeugt wird, siehe auch DIN VDE 0100-300. Um dieses Ziel zu erreichen, sind entsprechende Maßnahmen in das bestehende Brandschutzkonzept zu integrieren. Solche Maßnahmen müssen über die bestimmungsgemäßen Schutzmaßnahmen im Bereich der Elektroinstallation (z.B. DIN VDE 0100-410; -430) hinaus einen wirkungsvollen Schutz gegen Feuer- und Rauchausbreitung gewährleisten.

3 Schadenursachen

Die Brandentstehung oder -ausbreitung bei Leitungsanlagen kann häufig auf folgend genannte Ursachen zurückgeführt werden:

- Unsachgemäße Verlegung und/oder unzureichende Sicherheitsabstände zu äußeren Wärmequellen (DIN VDE 0100-520)
- Fehlerhafte und/oder verschmutzte elektrische Verbindungen (DIN VDE 0100-520)
- Betriebliche Überlastung (DIN VDE 0100-430, VdS 2046)
- Widerstandsbehaftete Kurzschlüsse und Lichtbogenkurzschlüsse, z.B. infolge von Isolationsfehler (VdS 2349)
- Beschädigungen der Leitungsanlagen durch äußere thermische, mechanische und che-

mische Einflüsse, wie z.B. Wärmestrahlung, Hitze oder Kälte, zu kleine Biegeradien oder scharfkantige Unterlagen, Beaufschlagung mit Sonnenlicht (UV-Strahlung), Chemikalien sowie andere aggressive Medien (DIN VDE 0100-520)

- Entzündung der Kabel- und Leitungsisolierung durch äußere thermische Einflüsse wie z.B. Schweißen oder sonstige feuergefährliche Arbeiten (VdS 2008, VdS 2047)
- Unzureichende Wärmeableitung, z.B. infolge von Leitungshäufungen und/oder Schmutzablagerungen sowie Verlegung in Wärme dämmenden Materialien (DIN VDE 0298-4, DIN VDE 0100-430, VdS 2023)
- Beschädigungen durch Tiere (DIN VDE 0100-520)
- Fehlende oder unzureichende Kabelabschottungen (DIN VDE 0100-520, VdS 2234)
- Reduzierung des Isolationsvermögens durch Alterung.

4 Begriffe

4.1 Brandwände

einschließlich der sie aussteifenden Bauteile entsprechen der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102. Sie verhindern eine Brandausbreitung durch Flammeneinwirkung, Wärmeleitung, Wärmestrahlung und durch Brandgase für mindestens 90 Minuten. (Musterbauordnung-MBO; Brand- und Komplextrennwände, Merkblatt für die Anordnung und Ausführung, VdS 2234)

Hinweis: Brandwände unterteilen Gebäude in Brandabschnitte. Außenwände eines Brandabschnitts müssen nicht unbedingt Brandwände sein.

4.2 Brandabschnitte

werden von einem oder mehreren Gebäuden, Gebäudeabschnitten oder Lägern im Freien gebildet, die untereinander keine, jedoch zu anderen Gebäuden, Gebäudeabschnitten oder Lägern eine räumliche oder bauliche Trennung aufweisen.

4.3 Brandlast

ist die Wärmemenge (kJ bzw. MJ), die sich bei der vollständigen Verbrennung aller brennbaren Baustoffe und aller anderen brennbaren Materialien (die sich in der Regel in einem Gebäude befinden) frei setzt.

Hinweis: Ein Maß für die Brandlast pro m² ist der Heizwert der brennbaren Materialien in kWh/m² (3,6 MJ/m²).

4.4 Installationskanäle

sind bauliche Anlagen zur Aufnahme von Leitungsanlagen und sonstigen Rohrleitungen sowie anderen Installationen, die in der Regel waagrecht unterhalb von Räumen oder im Freien im Erdboden verlaufen.

Hinweis:

Elektroinstallationskanäle sind vorgefertigte Installationsteile (Baueinheiten) nach DIN 40150 und gelten als elektrische Betriebsmittel nach DIN EN50085-1 VDE 0604-1 (Elektroinstallationskanäle für Wand und Decke) sowie DIN VDE 0634 (Unterflur-Elektroinstallation). Sie können aus Kunststoffformmassen und/oder Metall bestehen. Eine Baueinheit besteht aus einem Unterteil und einer Abdeckung.

Es können Halteklammern und Trennwände dazu gehören. Elektroinstallationskanäle sind Installationskanäle ausschließlich für Kabel und elektrische Leitungen.

Installationskanäle geprüft nach DIN 4102-11 sind nicht begehbare, vorwiegend waagerechte Bauteile zur Umhüllung von Elektroinstallationen, die durch mehrere Räume hindurchgehen können. Sie werden gemäß DIN 4102-11 geprüft und in Feuerwiderstandsklassen eingeteilt. Die Einteilung erfolgt durch Angabe der Feuerwiderstandsdauer in Minuten (I 30, I 60, I 90 oder I 120).

4.5 Installationsschächte

sind bauliche Anlagen zur Aufnahme von Leitungsanlagen, Rohrleitungen und anderen Installationen. Sie verlaufen in der Regel senkrecht durch mehrere Geschosse.

Hinweis:

Installationsschächte im Sinne von DIN 4102-11 sind vom übrigen Baukörper getrennte oder auf den Geschoßdecken aufgesetzte Bauteile. Sie werden unterschieden nach:

- solchen nur für nichtbrennbare Installationen,
- solchen für beliebige Installationen sowie
- Elektroinstallationsschächten.

Installationsschächte werden gemäß DIN 4102-11 geprüft und in Feuerwiderstandsklassen eingeteilt. Die Einteilung erfolgt durch Angabe der Feuerwiderstandsdauer in Minuten (I 30, I 60, I 90 oder I 120).

4.6 Leitungsanlagen

bestehen aus Kabeln, elektrischen Leitungen, Stromschienen, Schienenverteiler, dem zugehörigen Installationsmaterial wie Klemmen, Elektroinstallationsdosen, -kästen, -rohren sowie -kanälen, Tragekonstruktionen (z.B. Kabelpritschen), und dem erforderlichen Befestigungsmaterial. Zu diesen Anlagen gehören auch Hausanschluss-einrichtungen, Verteilungen sowie deren dazugehörigen Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen. Bauliche Bestandteile von Leitungsanlagen sind Kabelabschottungen, Installationskanäle und -schächte, Kabelgeschosse und -böden sowie Kabelbeschichtungen.

4.7 Kabelböden (Doppelböden)

sind Konstruktionen, bei denen auf nichtbrennbaren Unterkonstruktionen - überwiegend metallene Ständer - Bodenplatten aufgelegt sind. Der Hohlraum dient im Allgemeinen zur Aufnahme von Leitungsanlagen.

Hinweis: Anforderungen an Doppelböden sind in der Muster-Systembödenrichtlinie (MSysBöR) erfasst. In dieser werden Doppelböden auch als Systemböden bezeichnet.

4.8 Kabelgeschosse

sind begehbare bauliche Anlagen, in denen Leitungsanlagen aus darüber- oder darunterliegenden elektrischen Anlagen, z.B. Leitwarten, Schaltanlagen und Antriebsmaschinen, verlaufen.

4.9 Kabelkanäle

sind bauliche Anlagen zur Aufnahme von Leitungsanlagen, die in der Regel waagrecht und unterhalb von Räumen im Bodenbereich verlaufen oder im Freien im Erdboden verlaufen.

4.10 Kabelabschottungen

verschließen die für die Durchführung von Leitungsanlagen erforderlichen Öffnungen durch Decken sowie Wände und verhindern im Brandfall die Ausbreitung von Feuer sowie Rauch in angrenzende Bereiche. Die Abschottungen werden entsprechend der Prüfung nach DIN 4102-9 in Feuerwiderstandsklassen von S 30 bis S 180 klassifiziert und müssen vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBT), Berlin, allgemein bauaufsichtlich zugelassen sein.

Hinweis: Eine Zusammenstellung der allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Kabelabschottungen enthält die Publikation „Baulicher Brandschutz, Produkte und Anlagen, Teil 6: Kabel- und Rohrabschottungen“ (VdS 2097-6).

4.11 Kabelschächte

sind bauliche Anlagen, die dazu dienen, Leitungsanlagen aufzunehmen, die in der Regel senkrecht und durch mehrere Geschosse verlaufen.

4.12 Komplextrennwände

unterteilen Gebäude in Komplexe und erfüllen höhere Anforderungen als Brandwände (Brand- und Komplextrennwände, Merkblatt für die Anordnung und Ausführung, VdS 2234).

4.13 Musterrichtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (MLAR)

ist das Muster einer Leitungsanlagenrichtlinie. Sie wird von der „Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU)“ erarbeitet und herausgegeben und in der Regel von den Baubehörden der Bundesländer komplett oder mit geringen Änderungen übernommen. Inhalt dieser Richtlinie sind die Anforderungen an

- die Leitungsverlegung in Flucht- und Rettungswegen einschließlich der Errichtungsanforderungen für Verteiler in diesen Bereichen,
- die Führung von Leitungen durch Wände und Decken, an die brandschutztechnische Anforderungen gestellt sind,
- den Funktionserhalt von elektrischen Leitungsanlagen im Brandfall.

Über die brandschutztechnischen Qualitäten von üblichen Kabel- und Leitungstypen gibt Anhang C Auskunft.

5 Planung und Errichtung

5.1 Gesetzliche Bestimmungen, Normen, Richtlinien und Sicherheitsvorschriften

Bei der Planung sowie Errichtung von Leitungsanlagen sind außer diesen und den folgend genannten Richtlinien die brandschutztechnischen

Rechtsvorschriften, die behördlichen Auflagen und die DIN VDE-Bestimmungen zu beachten.

Dies sind im Wesentlichen die

- Landesbauordnungen, Sonderbauverordnungen und ggf. spezielle Richtlinien, z.B. die im jeweiligen Bundesland geltende Leitungsanlagenrichtlinie (sie stimmt in den meisten Bundesländern mit der Musterrichtlinien über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (MLAR) überein),
- Normenreihe DIN VDE 0100, Errichten von Niederspannungsanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V,
- DIN VDE 0101, Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV,
- Normenreihe DIN VDE 0105, Betrieb von elektrischen Anlagen,
- VdS 2046 Sicherheitsvorschriften für Starkstromanlagen bis 1000 V,
- VdS 2349 Störungsarme Elektroinstallation zur Berücksichtigung der EMV,
- VdS 2023 Elektrische Anlagen in baulichen Anlagen mit vorwiegend brennbaren Baustoffen.

5.2 Grundsätzliche Anforderungen zur Leitungsverlegung

5.2.1 Grundsätzliche Anforderungen an die Leitungsverlegung werden in VDE-Normen beschrieben. Beispiele und nähere Angaben, z.B. Tabellen hierzu, sind in Anhang B zu finden. Hervorzuheben sind die Berücksichtigung

- von notwendigen Biegeradien in Abhängigkeit der Leitungsart und -querschnitt nach DIN VDE 0100-520:2003-06, Abschnitt 522.8.1.2,
- von Befestigungsabständen in Abhängigkeit der Leitungsart und -querschnitt nach DIN VDE 0100-520:2003-06, Abschnitt 521.7,
- der korrekten Verlegeart in Abhängigkeit der Leitungsart und -querschnitt sowie Häufung und Umgebungstemperatur DIN VDE 0298-4, DIN VDE 0100-430 und DIN VDE 0100-520, Tabelle 52.H,
- der maximalen Leitungslänge in Abhängigkeit des Spannungsfalls nach DIN VDE 0100-520 und DIN 18015-1, der Gewährleistung des Schutzes bei Kurzschluss (DIN VDE 0100-430) sowie des Schutzes gegen elektrischen Schlag (DIN VDE 0100-410).

5.2.2 Leitungsanlagen sind so anzuordnen, zu schützen und die Leiterquerschnitte so zu bemessen, dass sie weder bei vorschriftsgemäßem Betrieb noch im Fehlerfall mechanisch und/oder thermisch beschädigt werden.

5.2.3 Die gemäß Normenreihe DIN VDE 0298 zulässige Dauertemperatur für Kabel und elektrische Leitungen darf im Normalbetrieb nicht überschritten werden; unter Umständen ist es erforderlich, zusätzliche Maßnahmen für eine Wärmeableitung zu treffen.

5.2.4 Leitungsanlagen müssen gegen Umgebungs- und Betriebseinflüsse, wie hohe Temperaturen, Staub und Schmierstoffablagerungen, Funken, Schweißperlen, z.B. durch ausreichenden Abstand oder Abdeckungen geschützt werden. Es sind Maßnahmen zu ergreifen, durch welche die Ablagerung gefährlicher Mengen brennbarer Stoffe wie Kohlenstaub, Sägespäne verhindert wird.

5.2.5 Leitungsanlagen sollen aus brandschutztechnischen Gründen so geplant und errichtet werden, dass sie nicht auf Dauer in der unmittelbaren Nähe von leicht entzündlichen Stoffen nach der Publikation „Elektrische Anlagen in feuergefährdeten Betriebsstätten und diesen gleichzustellende Risiken“ (VdS 2033) verlaufen.

5.2.6 Ist kein Schutz gegen Überstrom nach DIN VDE 0100-430 vorhanden, sind Kabel und elektrische Leitungen gemäß VdS 2033 kurz- und erdschlusssicher zu verlegen.

5.2.7 Einrichtungen (z.B. Lüftungsgitter), mit deren Hilfe Wärme aus Kabel- und elektrischen Leitungsanlagen abgeleitet werden soll, müssen so ausgeführt werden, dass weder Menschen noch Betriebsanlagen durch Brandgase gefährdet werden.

5.2.8 In Installationskanälen und -schächten sowie sonstigen Hohlräumen, die nicht ausschließlich zur Aufnahme von Leitungsanlagen bestimmt sind, muss deren Verlegung so erfolgen, dass benachbarte Anlagenteile wie Wasser- und Dampfleitungen keine schädigenden Einflüsse ausüben können.

In Kanälen und Schächten mit brennbaren Rohrleitungen (z.B. Druckluft in PE-Rohren) oder Rohrleitungen mit brennbaren Medien (z.B. Ölleitungen) dürfen Leitungsanlagen nicht verlegt werden.

5.2.9 Kabel und elektrische Leitungen sind möglichst von unten in Schalt- und Steuerschränke einzuführen.

5.2.10 Um die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) zu erreichen, sollten die Haupt- und Hilfsstromkreise getrennt verlegt werden. Weitere Hinweise zur EMV sind in der Publikation „Störungsarme Elektroinstallationen“ (VdS 2349) enthalten.

5.2.11 In Bereichen in denen Beschädigungen durch den Betriebsablauf oder durch Tiere zu erwarten sind, sind geeignete Maßnahmen erforderlich, wie

- die Auswahl der Kabel- und Leitungsanlage mit erhöhten mechanischen Eigenschaften (z.B. NYCWY),
- den Errichtungsort (z.B. unter Putzverlegung),
- zusätzlicher mechanischer Schutz (z.B. Kanäle oder Rohre).

5.2.12 Vorbeugende Brandschutzmaßnahmen wie z. B. Kabelabschottungen, Feuerschutzabschlüsse, Kabel- u. Leitungskanäle sind bereits während der Errichtung der Leitungsanlagen für fertig gestellte Teilbereiche vorzunehmen.

5.2.13 Informationen zum Schutz von Kabeln und Leitungen gegen Isolationsfehler (erd- und kurzschlussichere Verlegung von Kabeln und Leitungen) oder zum Schutz bei Isolationsfehlern enthalten VdS 2033 und VdS 2349. Ein Isolationsfehlerschutz sollte darüber hinaus auch in Bereichen angewendet werden, wo äußere Einflüsse, die zu Beschädigungen von Leitungsanlagen führen können, wahrscheinlich sind.

5.3 Leitungsdurchführungen durch Wände und Decken

5.3.1 Leitungsdurchführungen durch Wände und Decken ohne brandschutztechnische Anforderungen sind mit nichtbrennbaren Materialien zu verschließen.

5.3.2 Leitungsdurchführungen durch Wände und Decken mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse (z.B. feuerhemmend F30, hochfeuerhemmend F60 oder feuerbeständig F90).

5.3.2.1 Wänden und Decken sind so zu verschließen, dass die Feuerwiderstandsdauer der durchbrochenen Bauteile nicht gemindert wird.

5.3.2.2 Werden einzelne Kabel oder Leitungen durch Wände oder Decken geführt, so sind die Durchführungsöffnungen mit Baustoffen aus Mineralfasern oder mit einer im Brandfall aufschäumenden Brandschutzmasse vollständig zu verschließen

Werden andere Stoffe verwendet, so müssen diese eine Schmelztemperatur von mindestens 1000 °C aufweisen.

5.3.2.3 Werden Leitungsanlagen durch Wände oder Decken, an die brandschutztechnische Anforderungen gestellt werden, geführt, sind allgemein bauaufsichtlich zugelassene Kabelabschottungen erforderlich.

Mögliche Ausführungsformen sind:

- Plattenschott (Weichschott, s. Bild 1)
- Mörtelschott (Hartschott)
- Modulschott
- Kabelschott mit speziellen Systemrahmen
- Kabelschott mit brandschutztechnischen Stopfen oder Blöcken
- Schottmasse, aufschäumend
- Sonderformen, z.B. Sandtasse (Bild 2)
- Kombischott.

5.3.2.4 Durchführungen durch Brand- und Komplextrennwände sind mit Kabelabschottungen mindestens der Feuerwiderstandsklasse S 90 gemäß DIN 4102-9 zu verschließen. Ob an Wände und Decken brandschutztechnische Anforderungen gestellt werden, ist bei dem für das Bauobjekt Verantwortlichen, z.B. dem Architekten oder dem leitenden Bauingenieur, zu erfragen.

5.3.2.5 Die Kabelabschottungen sind nach den Bestimmungen der allgemein bauaufsichtlichen Zulassung sowie den Herstellerangaben auszuführen.

5.3.2.6 Die Zulassung des Kabelschotts muss in Kopie auf der Baustelle vorhanden sein.

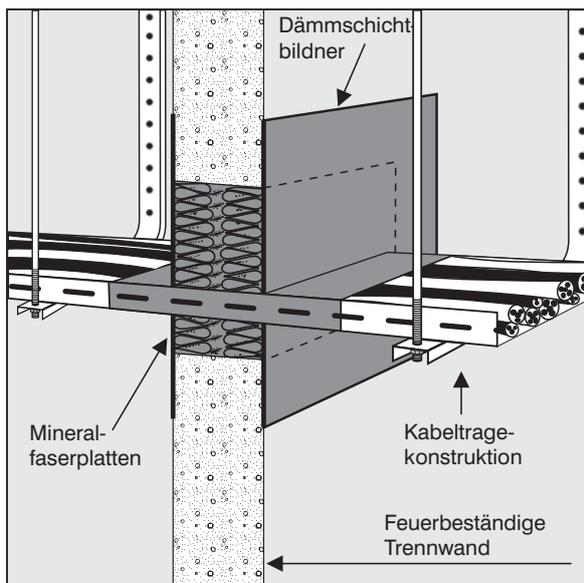


Bild 1: Plattenschott

5.3.2.7 Kabelschotts dürfen maximal bis 60 % belegt werden. Ist eine höhere Belegung möglich,

muss dies durch die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (ABZ) des Kabelschotts belegt sein.

5.3.2.8 Jede zugelassene Abschottung muss dauerhaft mit einem Schild gekennzeichnet sein. Folgende Angaben müssen auf dem Schild enthalten sein:

- Bezeichnung der Abschottung
- Feuerwiderstandsklasse
- DIBt Zulassungsnummer
- Name desjenigen, der die Abschottung errichtet hat
- Herstellungsjahr der Abschottung

5.3.2.9 Der Errichter muss mit einer sogenannten Übereinstimmungserklärung bestätigen und dokumentieren, dass er die Abschottung zulassungsgerecht eingebaut hat.

5.3.2.10 Leitungsanlagen in Kanälen oder Schächten dürfen durch Wände und Decken, an die brandschutztechnische Anforderungen gestellt werden, ohne Abschottungsmaßnahmen nur hindurchgeführt werden, sofern diese mindestens die Feuerwiderstandsklasse des durchdrungenen Bauteils aufweisen. Die Kanäle und Schächte sind z.B. nach DIN 4102-11, VdS 2097 auszuwählen.

5.3.2.11 Kabelabschottungen sind so auszuwählen, dass Erweiterungen (Nachverlegungen) ohne Beschädigung der bereits verlegten Kabel und elektrischen Leitungen möglich sind.

5.3.2.12 Werden bei Kabelabschottungen nachträglich Änderungen der Leitungsbelegung vorgenommen, sind die dabei entstehenden Öffnungen so zu verschließen, dass der bestimmungsgemäße Zustand der Abschottung wiederhergestellt wird.

5.3.2.13 Leitungsanlagen und Rohrleitungen dürfen nur in allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Kombischotts gemeinsam verlegt werden.

5.3.2.14 Bei Sandtassen muss der Abstand zwischen Abschottungen durch einen Pfeiler aus mindestens 24 cm dickem Mauerwerk oder mindestens 14 cm dickem Beton sichergestellt werden. Bei allen anderen Schotts ist der Mindestabstand der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (ABZ) zu entnehmen.

5.3.2.15 Für Kabelkanäle und Installationskanäle, die unterhalb von Brandwänden und Komplextrennwänden durchgeführt werden, sind Abschottungen mindestens der Feuerwiderstandsklasse S 90 gemäß DIN 4102-9 einzusetzen.

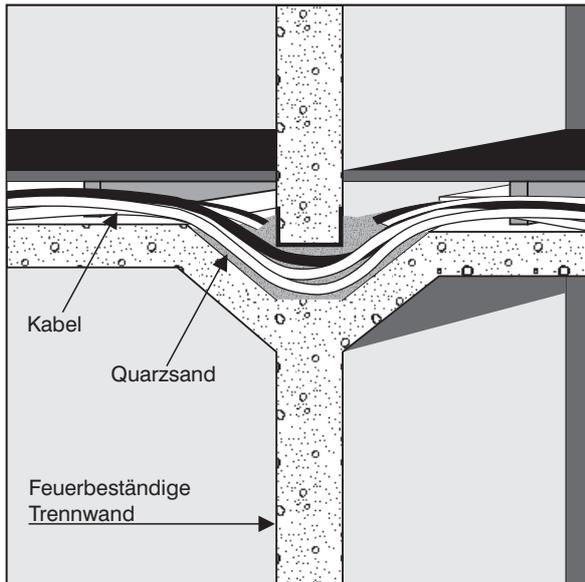


Bild 2: Sandtasse

5.3.2.16 Um während der Bauzeit die Gefahr einer Brandausweitung in andere Gebäudeabschnitte, Brandabschnitte oder Geschosse zu verhindern, sind die Wand- und Deckendurchbrüche mit dafür allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Kabelabschottungssystemen zu verschließen, z.B. mit Brandschutzkissen (Bild 3).

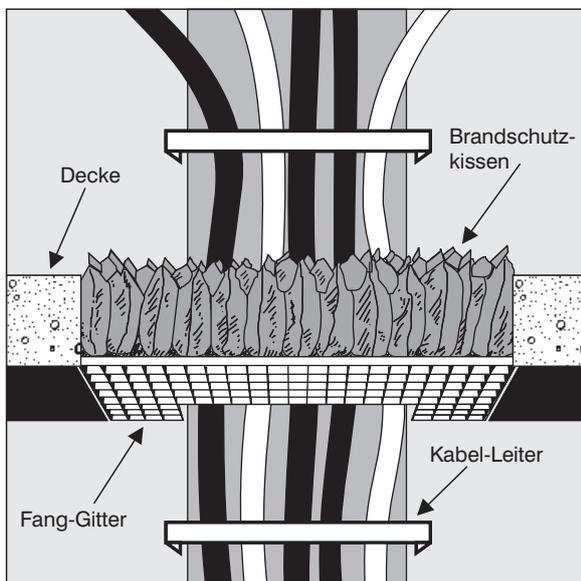


Bild 3: Brandschutzkissen

5.3.2.17 Werden Kabel und elektrische Leitungen durch Kabelabschottungen hindurchgeführt, sind diese bzw. deren Tragesysteme (z.B. Kabelwannen) vor und hinter dem Schott ausreichend zu befestigen, damit das Schott bei einem Brand nicht durch thermische Bewegungen der Leitungsanlage vorzeitig beschädigt wird. Es wird empfohlen, für diese Kabel und Leitungen Verlegesysteme zu

verwenden, die eine bauaufsichtliche Zulassung im Zusammenhang mit Kabel und Leitungen mit integriertem Funktionserhalt besitzen.

Kabelträgersysteme (z.B. Kabelwannen) dürfen nur durch Kabelabschottungen geführt werden, wenn dieser Einsatz durch die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (ABZ) abgedeckt ist. Beim montieren der Kabeltragesysteme sind die Vorgaben aus der Produktbeschreibung unbedingt einzuhalten. Ist eine durchgehende Verbindung der Trassen z. B. im Zusammenhang mit Maßnahmen für die elektromagnetische Verträglichkeit erforderlich, so sollte dies auf andere Weise erfolgen (z. B. mit entsprechenden Massebändern).

5.4 Kanäle, Schächte, Kabelgeschosse und -böden

5.4.1 Die Bemessung ist so vorzunehmen, dass kein Wärmestau entsteht. Gegebenenfalls ist für Be- und Entlüftung zu sorgen. Es ist ein ausreichender Raum für spätere Erweiterungen einzuplanen.

5.4.2 Sie sind so auszuwählen und zu errichten, dass keine Fremdstoffe (z.B. Staub, Funken, Schweißperlen) eindringen können.

5.4.3 Es wird der Einbau einer Brandmeldeanlage empfohlen, s. „Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen, Planung und Einbau“ (VdS 2095). Bei ausgedehnten Anlagen sollten ortsfeste Löschanlagen installiert werden. Bei Anlagen mit räumlich begrenzter Ausdehnung (< 200 m²) sollten großvolumige, fahrbare Feuerlöschgeräte vorgehalten werden oder Einrichtungen für tragbare Löschgeräte (z.B. Feuerlöscher) vorgesehen werden.

Gefahrenhinweise und Einsatzbeschränkungen zum Einsatz von Feuerlöschgeräten sind der Norm „Brandbekämpfung im Bereich elektrischer Anlagen“ (DIN VDE 0132) zu entnehmen.

5.4.4 Es sind Brandabschnitte durch Brandwände (F 90-A gemäß DIN 4102) gemäß den Landesbauordnungen (LBO) zu bilden.

5.4.5 Ist eine automatische Feuerlöschanlage vorgesehen, können größere Brandabschnitte von maximal 100 m Länge entsprechend der Publikation „Richtlinien für Sprinkleranlagen, Planung und Einbau“ (VdS CEA 4001) gebildet werden.

5.4.6 Begehbare Kabelkanäle und -geschosse sind als eigene Brandabschnitte auszubilden, s. „Brand- und Komplextrennwände“ (VdS 2234).

5.4.7 Ausgedehnte begehbare Kabel- und Installationskanäle sind im Bereich von Kreuzungen und Abzweigungen mindestens feuerhemmend (F 30 gemäß DIN 4102) abzutrennen.

5.4.8 In begehbaren Kabel- und Installationskanälen sind an den Ein- und Ausgängen selbsttätig schließende und feuerbeständige Feuerschutzabschlüsse (T 90 gemäß DIN 4102) vorzusehen.

5.4.9 In Kabel- und Installationskanälen sind, um die Brandbekämpfung sicherzustellen, ausreichende Zugangsmöglichkeiten einzurichten, z.B. leicht entfernbare Abdeckungen.

In begehbaren Kabel- und Installationsschächten sind Rauchabzugsmöglichkeiten vorzusehen.

5.5 Anlagen für Sicherheitszwecke

5.5.1 Leitungsanlagen müssen so geplant und errichtet werden, dass die notwendigen Sicherheitseinrichtungen, z.B. Ersatzstromversorgungen, Feuerwehraufzüge, Löschwasserpumpen und Brandmeldeanlagen, im Falle eines Brandes nicht vorzeitig ausfallen. Es sind die relevanten Normen und Richtlinien zu beachten, insbesondere DIN VDE 0100-560, DIN VDE 0100-710, DIN VDE 0100-718, VdS CEA 4001, 2095 und CEA 4020.

5.5.2 Die Bauordnungen der Bundesländer sehen für bauliche Anlagen und Räume besonderer Art und Nutzung weitergehende Brandschutzmaßnahmen vor, die in Sonderbauverordnungen und Richtlinien konkretisiert werden.

Dies sind z.B. die Versammlungsstättenverordnung oder die Hochhausrichtlinie. Für Rettungswege ist die aktuell gültige Leitungsanlagenrichtlinie des jeweiligen Bundeslandes, die in der Regel der Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (MLAR) entspricht, zu berücksichtigen.

Auskünfte darüber, welche Bereiche als Rettungswege gelten, geben der für das Bauobjekt verantwortliche Architekt oder der leitende Bauingenieur. Informationen zu den Rettungswegen sind im Brandschutzkonzept enthalten, welches auf den baurechtlichen Anforderungen basiert.

5.6 Leitungsanlagen in besonderen Bereichen

5.6.1 In Bereichen mit Menschenansammlungen sowie in Bereichen mit unwiederbringlichen oder hohen Sach- und Vermögenswerten (s. auch VdS

2033 – „gleichzustellende Risiken“) sind hinsichtlich der Installation folgende Maßnahmen anzuwenden:

- Verlegen von nichtbrennbaren Leitungen

Anmerkung: Als nichtbrennbar gelten mineralisolierte Leitungen gemäß DIN EN 60702-1 VDE 0284-1

- Verlegen von Leitungsanlagen mit verbessertem Verhalten im Brandfall (korrosions- und raucharm)

Anmerkung: Diese Anforderungen werden zur Zeit von halogenfreien Kabeln und Leitungen erfüllt. Sie weisen folgende Besonderheiten auf:

- Keine Abspaltung von korrosiven Halogenverbindungen
- Wenig toxische und korrosive Brandgase
- Raucharm; geringe Beeinträchtigung der Fluchtwege und der Löscharbeiten sowie geringe Verschmutzung der Räume und des Inventars
- Schwer entzündbar; zudem verlöschen die Kabel und Leitungen unmittelbar nach Entzug der Zündquelle (geringe Brandfortleitung; Brennverhalten mindestens nach DIN EN 50266-2-4 VDE 0482-266-2-4; Prüffart C oder vorzugsweise nach DIN 4102-1:1998-05 in Verbindung mit DIN 4102-16:1998-05 Baustoffklasse B 1 – schwerentflammbare Baustoffe)

- Geschützte Verlegung von Leitungsanlagen

Anmerkung: Als geschützt gilt die Verlegung von Leitungsanlagen:

- in massiven, nichtbrennbaren Wänden, Decken und Böden sowie
- in Bereichen, die durch nichtbrennbare Umhüllungen mit einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 30 Minuten abgetrennt sind.

Die vorstehend aufgezeigten Maßnahmen sind erforderlich, weil in den zuvor genannten Bereichen ansonsten ein Brand besondere Personen-, Sach- und/oder Vermögensschäden verursachen kann, z.B. infolge Panik, Hitze, Rauch.

Darüber hinaus können korrosive Brandgase Sachwerte beschädigen oder zerstören, die sich nicht im unmittelbaren Brandbereich befinden.

Falls die Maßnahmen in bestehenden Anlagen nicht umgesetzt werden können, ist eine gewisse

Verbesserung des Brandschutzes durch reaktive Brandschutzsysteme (Ablations- oder dämmschichtbildende Anstriche) möglich. Bei Verwendung von derartigen Anstrichen ist auf eine eventuell reduzierte Strombelastbarkeit der Leitungsanlage zu achten. Häufig reicht es aus, die Strombelastbarkeit um eine Stufe zu reduzieren (z.B. statt Verlegeart C wird Verlegeart B2 gewählt).

5.6.2 Die im Abschnitt 5.6.1 genannten Maßnahmen sind auch für andere Bereiche, besonders bei Häufung von Kabeln und elektrischen Leitungen sowie in senkrechten Installations- und Kabelschächten zu empfehlen.

5.6.3 Aufputzverlegte Kabel und Leitungen in feuergefährdeten Betriebsstätten müssen gegen jede Art von mechanischen Beschädigungen geschützt sein. Im Bereich bis 2,5 m über Fertigflur sind sie in Rohren oder Kanälen aus nichtbrennbarem oder aus nicht flammenausbreitendem Material zu führen, wenn der Schutz nicht auf andere Weise gewährleistet werden kann bzw. eine Gefährdung grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden kann.

5.7 Brandlast

Nach DIN 4102 und den „Richtlinien für Sprinkleranlagen“ (VdS CEA 4001) wird für bestimmte Bereiche eine Brandlastbegrenzung vorgeschrieben, z.B. in Zwischendecken- und Zwischenbodenbereichen.

Zur Berechnung der Brandlast können die Richtlinien „Verbrennungswärme der Isolierstoffe von Kabeln und Leitungen“ (VdS 2134) herangezogen werden.

Über die brandschutztechnischen Qualitäten von üblichen Kabel- und Leitungstypen gibt Anhang C Auskunft.

6 Betrieb

6.1.1 Leitungsanlagen sind nach den Vorgaben der DIN VDE-Bestimmungen, z.B. DIN VDE 0105, DIN VDE 0800 (VDE 0800), den brandschutztechnischen Rechtsvorschriften sowie behördlichen Auflagen zu betreiben und in ordnungsgemäßem Zustand zu halten.

6.1.2 Sie sind sauber zu halten und von nicht zum Betrieb der Anlage gehörenden Materialien, z.B. Verpackungen, Holzspäne freizuhalten.

6.1.3 An Kabeln und elektrischen Leitungen dürfen keine Gegenstände gehängt oder andere Teile (wie Ölleitungen, flexible Anschlussschnüre, Druckluftleitungen) befestigt werden.

6.1.4 Es ist sicherzustellen, dass die Voraussetzungen, die für die Bemessung der Leiterquerschnitte von Kabeln und elektrischen Leitungen (z.B. maximale Umgebungstemperatur, Häufung, Abstände zwischen Kabeln und elektrischen Leitungen) zugrunde gelegt worden sind, erhalten bleiben.

6.1.5 Zugänge zu Leitungsanlagen, elektrischen Schalt- und Versorgungsanlagen, Hydranten, Feuerlöschern, Brandmeldern, Feuerleitern und ähnliches sind zu kennzeichnen und unbedingt frei zu halten.

6.1.6 Bei feuergefährlichen Arbeiten wie Schweißen, Schneiden, Löten, Trennschleifen, Auftauen und ähnlichen Arbeiten, in der Nähe oder an Leitungsanlagen sind die Sicherheitsvorschriften „Feuergefährliche Arbeiten“ (VdS 2047) sowie die Richtlinien „Feuergefährliche Arbeiten, Richtlinien für den Brandschutz“ (VdS 2008) zu beachten.

6.1.7 Leitungsanlagen sind durch Angaben über Zugangsmöglichkeiten, Löscheinrichtungen usw. in die Brandschutzpläne einzubeziehen.

6.1.8 Durch regelmäßige Kontrollen ist zu prüfen, z. B. durch die Prüfung der elektrischen Anlage nach Klausel 3602 „Elektrische Anlagen“, ob alle getroffenen Brandschutzmaßnahmen eingehalten werden.

Darüber hinaus wird empfohlen, durch regelmäßige thermografische Untersuchungen die elektrischen Anlagen im Rahmen der zustandorientierten Wartung und Instandhaltung zu überprüfen (siehe Merkblatt 2858)

6.1.9 Die zuständigen Feuerwehren sind mit den Leitungsanlagen vertraut zu machen (z.B. mit der Lage der Kanäle, Schächte, Böden, Geschosse, u. dgl.). Von Zeit zu Zeit sollten gemeinsame Übungen durchgeführt werden.

Die Lage der Kanäle, Schächte, Böden, Geschosse u.dgl. sollten im Feuerwehreinsatzplan und auf den Laufkarten der Brandmeldeanlage gekennzeichnet sein.

6.1.10 Es ist darauf zu achten, dass in der Nähe von Leitungsanlagen und Brandschotts keine leicht entzündlichen Stoffe lagern.

Anhang A – Literaturverzeichnis

Gesetze und Verordnungen, behördliche Richtlinien, Regeln und Empfehlungen

Musterbauordnung (MBO) und Landesbauordnungen (LBO)

MLAR Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen

Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Systemböden - Muster-Systembödenrichtlinie (**MSysBöR**)

Normen

DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

- **Teil 1** Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- **Teil 9** Kabelabschottungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- **Teil 11** Rohrummantelungen, Rohrabschottungen, Installationsschächte und -kanäle sowie Abschlüsse ihrer Revisionsöffnungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- **Teil 16** Durchführung von Brandschachtprüfungen

DIN 18015-1 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden; Planungsgrundlagen

DIN 40150 Begriffe zur Ordnung von Funktions- und Baueinheiten

DIN VDE 0100 Errichten von Niederspannungsanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V

- **Teil 300** Bestimmungen allgemeiner Merkmale
- **Teil 410** Schutzmaßnahmen; Schutz gegen elektrischen Schlag
- **Teil 420** Schutzmaßnahmen; Schutz gegen thermische Einflüsse
- **Teil 430** Schutzmaßnahmen; Schutz von Kabeln und Leitungen bei Überstrom
- **Teil 482** Auswahl von Schutzmaßnahmen; Brandschutz bei besonderen Risiken oder Gefahren
- **Teil 520** Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Kabel- und Leitungsanlagen
- **Teil 560** Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel; Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke
- **Teil 710** Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art; Medizinisch genutzte Bereiche
- **Teil 718** Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art; Bauliche Anlagen für Menschenansammlungen
- **Teil 724 (DIN 57100-724)** Elektrische Anlagen in Möbeln und ähnlichen Einrichtungsgegen-

ständen, z.B. Gardinenleisten, Dekorationsverkleidung

DIN VDE 0101 Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV

Reihe DIN VDE 0105 Betrieb von elektrischen Anlagen

DIN VDE 0132 Brandbekämpfung im Bereich elektrischer Anlagen

DIN VDE 0250-204 Isolierte Starkstromleitungen; PVC-Installationsleitung NYM

DIN VDE 0250-214 Isolierte Starkstromleitungen; Installationsleitung NHXMH mit verbessertem Verhalten im Brandfall

DIN VDE 0250-215 Isolierte Starkstromleitungen; Installationsleitung NHMH mit speziellen Eigenschaften im Brandfall

DIN VDE 0266 Starkstromkabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall; Nennspannungen U_0/U 0,6/1 kV

DIN VDE 0276-603 Starkstromkabel; Energieverteilungskabel mit Nennspannungen U_0/U 0,6/1 kV

DIN EN 60702-1 VDE 0284-1 Mineralisolierte Leitungen mit einer Bemessungsspannung bis 750 V; Leitungen

Reihe DIN VDE 0298 Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen

DIN VDE 0472 Beiblatt1 Prüfung an Kabeln und isolierten Leitungen; Verzeichnis der Normen der Reihe DIN VDE 0472

DIN EN 50266-2-4 VDE 0482-266-2-4 Allgemeine Prüfverfahren für Kabel und isolierte Leitungen im Brandfall; Prüfung der senkrechten Flammenausbreitung von senkrecht angeordneten Bündeln von Kabeln und isolierten Leitungen; Prüfmethode C

DIN EN 50267-2-2 VDE 0482-267-2-2 Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall; Prüfung der bei der Verbrennung der Werkstoffe von Kabeln und isolierten Leitungen entstehenden Gase; Prüfverfahren; Bestimmung des Grades der Azidität von Gasen bei Werkstoffen durch die Messung von pH-Wert und Leitfähigkeit;

DIN EN 50085-1 VDE 0604-1 Elektro-Installationskanalsysteme für elektrische Installationen; Allgemeine Anforderungen

Reihe DIN VDE 0634 Unterflur-Elektroinstallation

DIN VDE 0800-1 Fernmeldetechnik; Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte

VDE-Verlag GmbH, Berlin-Offenbach
Bismarckstr. 33, 10625 Berlin
Internet: www.vde-verlag.de

GDV- und VdS-Publikationen

VdS 2000 Brandschutz im Betrieb

VdS 2008 Feuergefährliche Arbeiten, Richtlinien für den Brandschutz

VdS 2018 Textilbetriebe, Richtlinien für den Brandschutz

VdS 2023 Elektrischer Anlagen in baulichen Anlagen mit vorwiegend brennbaren Baustoffen, Richtlinien zur Schadenverhütung

VdS 2024 Errichtung elektrischer Anlagen in Möbeln und ähnlichen Einrichtungsgegenständen, Richtlinien zur Schadenverhütung

VdS 2033 Elektrische Anlagen in feuergefährdeten Betriebsstätten und diesen gleichzustellende Risiken, Richtlinien zur Schadenverhütung

VdS 2038 Allgemeine Sicherheitsvorschriften der Feuerversicherer für Fabriken und gewerbliche Anlagen (ASF)

VdS 2046 Sicherheitsvorschriften für Starkstromanlagen bis 1000 Volt

VdS 2047 Sicherheitsvorschriften für Feuergefährliche Arbeiten

VdS 2057 Sicherheitsvorschriften für elektrische Anlagen in landwirtschaftlichen Betrieben – Intensiv - Tierhaltungen Sicherheitsvorschriften gemäß Abschnitt B § 8 AFB 2008

VdS 2082 Brandschutzkonzept für Hotel- und Beherbergungsbetriebe, Richtlinien für die Planung und den Betrieb

VdS 2095 Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen, Planung und Einbau

VdS 2097-6 Baulicher Brandschutz, Produkte und Anlagen; Teil 6: Kabel- und Rohrabschottungen, Erläuterungen und Verzeichnisse

VdS 2134 Verbrennungswärme der Isolierstoffe von Kabeln und Leitungen, Merkblatt für die Berechnung von Brandlasten

VdS 2226 Krankenhäuser, Pflegeheime und ähnliche Einrichtungen zur Unterbringung oder Behandlung von Personen, Richtlinien für den Brandschutz

VdS 2234 Brand- und Komplextrennwände, Merkblatt für die Anordnung und die Ausführung

VdS 2349 Störungsarme Elektroinstallationen, Richtlinien zur Schadenverhütung

VdS 2858 Thermografie in elektrischen Anlagen

VdS CEA 4001 VdS CEA Richtlinien für Sprinkleranlagen, Planung und Einbau

VdS CEA 4020 VdS CEA Richtlinien für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA) Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (NRA), Planung und Einbau

Folgende Publikationen enthalten Anforderungen zum Funktionserhalt von Leitungsanlagen:

VdS 0195 Technischer Leitfaden der Feuer und Feuerbetriebsunterbrechungs-Versicherung; Risiken, Schutzziele, Schutzkonzepte und Schutzmaßnahmen

VdS 2095 Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen; Planung und Einbau

VdS 2108 Richtlinien für Schaumlöschanlagen; Planung und Einbau

VdS 2109 Richtlinien für Sprühwasserlöschanlagen; Planung und Einbau

VdS 2304 Einrichtungsschutz für elektrische und elektronische Systeme Richtlinien für Planung und Einbau

VdS 2380 Richtlinien für Feuerlöschanlagen, Feuerlöschanlagen mit nicht verflüssigten Inertgasen; Planung und Einbau

VdS 2381 Richtlinien für Feuerlöschanlagen, Feuerlöschanlagen mit halogenierten Kohlenwasserstoffen; Planung und Einbau

VdS 2496 Richtlinien für die Ansteuerung von Feuerlöschanlagen

VdS CEA 4001 VdS CEA Richtlinien für Sprinkleranlagen, Planung und Einbau

VdS Schadenverhütung Verlag
Amsterdamer Straße 174, 50735 Köln
Internet: www.vds.de

Titelbilder mit freundlicher Unterstützung von:

Fa. Promat GmbH
Scheifenkamp 16, 40878 Ratingen

Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik e.V. (bfe)
Donnerschweer Str. 184, 26123 Oldenburg

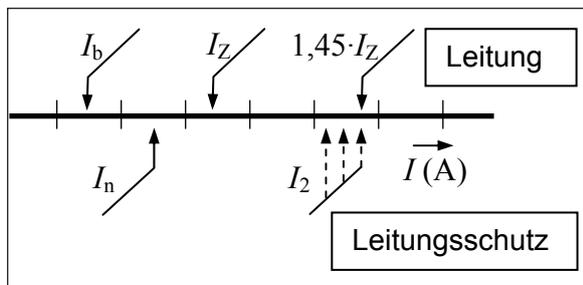
Anhang B – Auswahl von Kabel und Leitungen

B1 Querschnitts- und Nennstromberechnung nach DIN VDE 0100 - 520, DIN VDE 0298 - 4 und DIN VDE 0100 - 430

Nachdem der Betriebsstrom I_b berechnet wurde, ist die Strombelastbarkeit des Leiterquerschnittes unter Berücksichtigung der folgenden Bedingungen zu ermitteln:

- 1) Leitungsart (zulässige Betriebstemperatur am Leiter z.B. 60°C, 70°C oder 90°C),
- 2) Verlegeart,
- 3) Umgebungstemperatur (Umrechnungsfaktor f_1),
- 4) Häufung von Kabel oder Leitung (Umrechnungsfaktor f_2),
- 5) Anteil von Oberschwingungen (Umrechnungsfaktor f_3),
- 6) Anzahl der belasteten Adern (Umrechnungsfaktor f_4).

Folgende Formeln müssen gemäß DIN VDE 0100-430 eingehalten werden, um den Schutz vor Überlast zu gewährleisten (bei handelsüblichen Sicherungen der Betriebsklasse gG, gL in Installationsverteiltern oder LS-Schaltern, Typ B oder C ist die zweite Formel automatisch erfüllt):



$$(1) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$(2) \quad I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

I_b Betriebsstrom des angeschlossenen Verbrauchers

I_n Nennstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung

I_z Strombelastbarkeit des Kabels bzw. der Leitung

I_2 großer Prüfstrom

zu 1) Je nach Bauart des Kabels oder der Leitung sind unterschiedliche Temperaturen am Leiter zulässig. Eine Übersicht der Kabel und Leitungsbauarten mit den zulässigen Betriebstemperaturen am Leiter enthält die Tabelle 1a und 1b der DIN VDE 0298-4. Typische Kabel und Leitungen wie z.B. NYCWY, NYY und NYM haben eine zulässige Betriebstemperatur am Leiter von 70°C.

zu 2) In Deutschland wird im Allgemeinen eine Umgebungstemperatur von 25°C (Wohngebäude und ähnliche Nutzungseinheiten) angenommen. Um die Strombelastbarkeit (I_z) bei Berücksichtigung aller o.g. Einflüsse zu erhalten, muss der sich aus der Strombelastbarkeitstabelle (Tabelle 1) ergebende Wert (Bemessungswert I_r) mit den Umrechnungsfaktoren f_1 bis f_4 multipliziert werden:

$$(3) \quad I_z = I_r \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

I_r · Strombelastbarkeit laut Tabelle 1 (Bemessungsstrom)

Kennziffer der Verlegeart ¹	1		2		3	31	42	3A	31A	72	11	52		
	71	51	4	32	43	4	32	4A	32A	75	11A	53		
	73		5	33	72		33	5A	33A		12			
	74			34	75		34		34A					
Verlegeart bzw. Referenzverlegeart														
	Verlegung in wärmege- dämmten Wänden, z.B. in Hohlwänden, die mit Mineralwolle, Styropor o. dgl. ausgefüllt sind		Verlegung in Elektroinstallations- rohren oder in Wänden, in Kanälen für Unterflurverlegung, in Kabelkanälen oder in Gebäudeholrräumen		Verlegung auf oder in Wänden, unter Decken oder in ungeloch- ten Kabelwannen bei ein- oder mehradrigem Kabel oder ein- oder mehradriger Mantelleitung (Auch Stegleitung in oder unter Putz oder in Hohlräumen)		Aderleitung oder einad- rige Kabel/ Mantellei- tung im E- lektroinstal- lationsrohr		Mehradriges Kabel oder mehradrige Mantelleitung direkt oder in einem Elekt- roinstallati- onsrohr		Aderleitung oder einadrige Kabel/ Mantelleitung		Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantellei- tung	
	A1		A2		B1		B2		C					
Belastete Adern	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3		
Nennquerschnitte in mm ²	Belastbarkeit I _r (I _z) in A													
1,5	16,5	14,5	18,5	14	18,5	16,5	17,5	16	21	18,5				
2,5	21	19	19,5	18,5	25	22	24	21	29	25				
4	28	25	27	24	34	30	32	29	38	35				
6	36	33	34	31	43	38	40	36	49	43				
10	49	45	46	41	60	53	55	49	67	60				
10²								50		63				
16	65	59	60	55	81	72	73	66	90	81				
25	85	77	80	72	107	94	95	85	119	102				
35	105	94	98	88	133	117	118	105	146	126				
50	126	114	117	105	160	142	141	125	178	153				
70	160	144	147	133	204	181	178	158	226	195				
95	193	174	177	159	246	219	213	190	273	236				
120	223	199	204	182	285	253	246	218	317	275				
150	254	229	232	208					365	317				
185	289	260	263	236					416	361				
240	339	303	308	277					489	427				
300	389	348	354	316					562	492				
¹ Die Kennziffern entsprechen den Referenzarten aus Tabelle 52H von DIN VDE 0100-520 ² Wenn das Kabel (die Leitung) nicht auf einer Holzwand oder eine Unterlage mit ähnlich schlechtem Wärmeleitwert verlegt wird, sind für 10 mm ² folgende Werte ebenso möglich. ³ Bei Kabeln mit konzentrischem Leiter können die Strombelastbarkeitswerte aus dieser Tabelle nur dann entnommen werden, wenn es sich um mehradrige Kabel handelt.														
Tabelle 1 (Fortsetzung nächste Seite): Strombelastbarkeit von Kabel und Leitungen ³ mit einer zulässigen Betriebstemperatur von 70°C (z.B. NYM, NYY NYIF, NYIFY, H07V-K, H07V-R u.ä) bei einer Umgebungstemperatur von 25°C (bei Verlegeart D: 20°C) gemäß DIN VDE 0298-4														

Kennziffer der Verlegeart ¹	61 62 63	15 16 17	15 16 17	15 16 17	15 16 17	15 16 17	15 16 17	15 16 17	15 16 17	
Verlegeart bzw. Referenzverlegeart										
	Mehradrige Kabel / Leitungen Verlegung in Elektroinstallationsrohr oder Kabelschacht im Erdboden		Verlegung frei in der Luft, an Tragseilen sowie auf Kabelpritschen, oder -konsolen, ein- oder mehradrige Kabel oder Mantelleitung		gelochte Kabelwannen Mit Abstand von mindestens des Außendurchmesser d zur Wand		gelochte Kabelwannen Kabel und Leitungen berühren sich untereinander		Kabel und Leitungen berühren sich nicht untereinander	
	D		E		F		G			
Belastete Adern	2	3	2	3	2	3	3	3	3	
Nennquerschnitte in mm ²	Belastbarkeit I _r (I _z) in A									
1,5	18,5	15,5	23	19,5						
2,5	25	21	32	27						
4	32	27	42	36						
6	40	34	54	46						
10	54	45	74	64						
16	69	59	100	85						
25	88	76	126	107	139	121	117	155	138	
35	106	91	157	134	172	152	145	192	172	
50	126	108	191	162	208	184	177	232	209	
70	156	133	246	208	266	239	229	298	269	
95	184	161	299	252	322	292	280	361	330	
120	209	183	348	293	373	340	326	420	384	
150	236	205	402	338	430	394	377	483	444	
185	265	231	460	386	491	453	434	552	509	
240	307	266	545	456	579	537	514	652	603	
300	347	298	629	527	667	622	595	752	699	
¹ Die Kennziffern entsprechen den Referenzarten aus Tabelle 52H von DIN VDE 0100-520 ² Wenn das Kabel (die Leitung) nicht auf einer Holzwand oder eine Unterlage mit ähnlich schlechtem Wärmeleitwert verlegt wird, sind für 10 mm ² folgende Werte ebenso möglich. ³ Bei Kabeln mit konzentrischem Leiter können die Strombelastbarkeitswerte aus dieser Tabelle nur dann entnommen werden, wenn es sich um mehradrige Kabel handelt.										
Fortsetzung Tabelle 1: Strombelastbarkeit von Kabel und Leitungen³ mit einer zulässigen Betriebstemperatur von 70°C (z.B. NYM, NYY NYIF, NYIFY, H07V-K, H07V-R u.ä) bei einer Umgebungstemperatur von 25°C (bei Verlegeart D: 20°C) gemäß DIN VDE 0298-4										

Umgebungs- temperatur in °C	Zulässige Betriebstemperatur des Kabels (der Leitung):		
	60°C	70°C	90°C
10	1,19	1,15	1,11
15	1,13	1,10	1,08
20 ¹	1,07	1,06	1,04
25	1	1	1
30	0,93	0,94	0,96
35	0,84	0,89	0,92
40	0,76	0,82	0,88
45	0,66	0,75	0,84
50	0,54	0,67	0,79
55	0,38	0,58	0,73
60		0,47	0,68
65		0,33	0,63
70			0,56
75			0,48
80			0,39
85			0,28

¹ Räume, bei denen eine Umgebungstemperatur von 20°C angegeben wird, sind keine typischen Kühl- oder Kellerräume. Hier sollte man sicherheitshalber ebenfalls mit einer Umgebungstemperatur von 25°C rechnen.

Tabelle 2: Umrechnungsfaktor f_1 für andere Umgebungstemperaturen als 25°C und bei üblichen Kabel- und Leitungstypen (sinngemäß nach DIN VDE 0298-4)

zu 3) Weicht die Umgebungstemperatur von 25°C ab, muss der Umrechnungsfaktor f_1 aus Tabelle 2 verwendet werden. Die zulässige Betriebstemperatur von 70°C kommt dabei am häufigsten vor (NYM oder NYY).

Eine zulässige Betriebstemperatur von 60°C haben häufig Gummischlauchleitungen (beispielsweise H07RN-F).

Kabel und Leitungen mit erhöhter Betriebstemperatur sind beispielsweise N2XY oder N2CWY.

Weitere Umrechnungsfaktoren für andere Umgebungstemperaturen können der DIN VDE 0298-4 entnommen werden.

zu 4) Werden Kabel und Leitungen gebündelt verlegt, so muss aus der Tabelle 3 oder 4 der Umrechnungsfaktor f_2 ausgewählt werden. Die Umrechnungsfaktoren sind bei gleichartigen und ähnlich belasteten Kabel oder Leitungen in derselben Verlegeart anzuwenden. Die Leiterquerschnitte dürfen sich dabei höchstens um eine Querschnittstufe unterscheiden. Eine Häufung kann vernachlässigt werden oder die Anzahl der belasteten Kabel und Leitungen kann verringert werden wenn:

- der lichte Abstand zwischen benachbarten Kabeln, Leitungen oder Elektroinstallationsrohren mindestens das zweifache des jeweiligen Außendurchmessers beträgt,
- der Betriebsstrom der parallelen Kabel, Leitungen $\leq 30\%$ der maximalen Belastung beträgt,
- bei einer Belastung von $> 30\%$ und $\leq 100\%$ kann statt der realen Anzahl der parallelen Kabel und Leitungen eine Anzahl multipliziert mit dem Faktor der durchschnittlichen Belastung (z.B. 0,7 bei einer durchschnittlichen Belastung von 70 %) berücksichtigt werden,
- die Anzahl der gleichzeitig belasteten parallelen Kabel und Leitungen kann durch Multiplikation mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor reduziert werden.

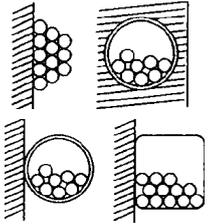
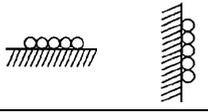
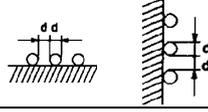
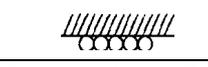
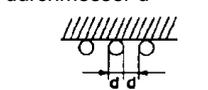
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Verlegeanordnung	Anzahl der mehradrigen Kabel oder Leitungen oder Anzahl der Wechsel- oder Drehstromkreise aus einadrigen Kabeln oder Leitungen (2 bzw. 3 stromführende Leiter)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Umrechnungsfaktoren f_2														
Gebündelt direkt auf der Wand, auf dem Fußboden, im E-Installationsrohr oder -kanal, auf oder in der Wand 	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,48	0,45	0,43	0,41	0,39	0,38
Einlagig auf der Wand oder auf dem Fußboden, mit Berührung 	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Einlagig auf der Wand oder auf dem Fußboden, mit Zwischenraum gleich dem Außendurchmesser d 	1,00	0,94	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Einlagig unter der Decke, mit Berührung 	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Einlagig unter der Decke, mit Zwischenraum gleich dem Außendurchmesser d 	0,95	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85

Tabelle 3: Umrechnungsfaktor f_2 für Häufung auf der Wand, im Rohr und Kanal, auf dem Fußboden und unter der Decke (gemäß DIN VDE 0298-4)

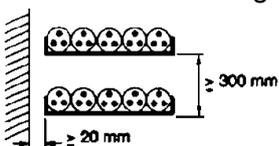
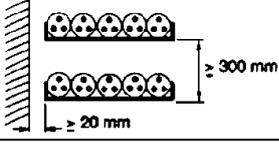
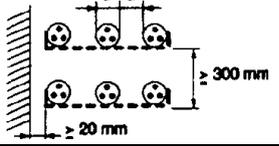
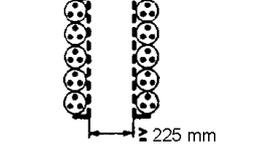
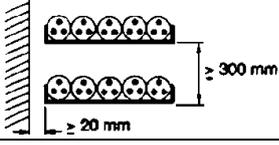
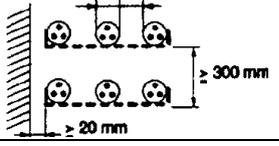
1		2	3	4	5	6	7	8
Verlegeanordnung		Anzahl der Wannen oder Prit- schen	Anzahl der mehradrigen Kabel oder Leitungen					
			1	2	3	4	6	9
			Umrechnungsfaktoren f_2					
Ungelochte Kabelwanne	 <p>mit Berührung</p>	1	0,97	0,84	0,78	0,75	0,71	0,68
		2	0,97	0,83	0,76	0,72	0,68	0,63
		3	0,97	0,82	0,75	0,71	0,66	0,61
		6	0,97	0,81	0,73	0,69	0,63	0,58
Gelochte Kabelwanne	 <p>mit Berührung</p>	1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
		2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
		3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
		6	1,00	0,84	0,77	0,73	0,68	0,64
	 <p>mit Abstand</p>	1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	-
		2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-
		3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	-
	 <p>mit Berührung</p>	1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72
		2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
		1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87	-
		2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-
	Kabelprit- schen	 <p>mit Berührung</p>	1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79
2			1,00	0,86	0,81	0,78	0,76	0,73
3			1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
6			1,00	0,83	0,76	0,73	0,69	0,66
 <p>mit Abstand</p>		1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
		2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-
		3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	-

Tabelle 4: Umrechnungsfaktor f_2 für Häufung von mehradrigen Kabeln oder Leitungen auf Wannen und Pritschen (gemäß DIN VDE 0298-4)

Prozentualer Leistungsanteil von Verbrauchern, die 3./6./9. Oberschwingungen erzeugen, an der insgesamt angeschlossenen Leistung		Umrechnungsfaktor f_3
bei Leistungsangabe in VA	bei Leistungsangabe in W	
0...15	0...10	1,00
15...33	11...22	0,86
34...45	23...30	0,70
46...50	31...34	0,67
51...55	35...38	0,61
56...60	39...41	0,56
61...65	42...44	0,51
66...70	45...47	0,48
71...75	48...50	0,44
76...80	51...54	0,42
> 80	> 54	0,37

Tabelle 5: Umrechnungsfaktor f_3 zur Berücksichtigung von Verbrauchern die 3./6./9. Oberschwingungen erzeugen (sinngemäß DIN VDE 0298-4)

Anzahl der belasteten Adern	5	7	10	14	19	24	40
Reduktionsfaktor f_4	0,75	0,65	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35

Tabelle 6: Umrechnungsfaktor f_4 für mehr als drei belastete Adern in einem Kabel oder Leitung (gemäß DIN VDE 0298-4)

zu 5) Um die Auswirkungen von Oberschwingungen in die Berechnung mit einzubeziehen, ist der Umrechnungsfaktor f_3 aus Tabelle 5 zu entnehmen.

Erreicht die Gesamtleistung der nichtlinearen elektrischen Verbraucher 20 % (Watt-Angabe) oder 40 % (VA-Angabe) der Bemessungsleistung des Stromversorgungssystems, sind bereits Schutzmaßnahmen nach der Publikation „Störungsarme Elektroinstallationen“ (VdS 2349) erforderlich, z.B. darf in diesem Fall der Neutralleiterquerschnitt nicht reduziert werden.

Dieser Umrechnungsfaktor ist nur bei 3-phasigen Wechselstromkreisen zu berücksichtigen bei denen ein Neutralleiter bzw. PEN-Leiter zugeordnet werden kann.

zu 6) Werden mehr als 3 Adern in einem Kabel, einer Leitung belastet ist dies mit dem Umrechnungsfaktor f_4 aus Tabelle 6 zu berücksichtigen.

B2 Ermittlung der maximal zulässigen Kabel- und Leitungslängen

Die maximal zulässige Kabel- und Leitungslängen sind abhängig:

- 1) von der Gewährleistung des Schutzes bei Kurzschluss und der automatischen Abschaltung der Stromversorgung zum Schutz gegen elektrischen Schlag.

Eine Ermittlung der maximal zulässigen Kabel- oder Leitungslänge ist nur bei sehr trägen Schutzeinrichtungen z.B. LS-Schalter Typ C notwendig (siehe Beiblatt 2 DIN VDE 0100-520), ansonsten stellt die Ermittlung der zulässigen Kabel- oder Leitungslänge nach dem vorgegebenen Spannungsfall den ungünstigsten Fall dar.

Maximal zulässige Leitungslängen l_{\max} in m (für 3-phasige Wechselstromkreise)											
S in mm ²	Betriebsstrom bzw. Nennstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung:										
	6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	35 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A
1,5	92	55	34	28	21	15	12	10	7		
2,5	150	90	56	45	36	25	21	17	13	10	8
4	241	141	88	70	56	40	35	28	21	16	12
6	356	212	132	106	85	60	53	41	32	24	20
S in mm ²	Betriebsstrom bzw. Nennstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung:										
	25 A	35 A	40 A	50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A	200 A	250 A
10	142	101	89	71	56	42	34	27	20	16	12
16	225	160	140	112	89	70	55	43	32	25	19
25	354	255	220	176	140	110	88	69	53	42	31
35	490	352	309	242	192	151	121	97	73	58	43
S in mm ²	Betriebsstrom bzw. Nennstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung:										
	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A	200 A	250 A	315 A	400 A	500 A	630 A
50	257	203	162	130	101	80	63	50	38	32	20
70	375	287	229	183	143	115	92	72	56	43	33
95	508	401	322	246	192	154	123	98	81	65	51
120	621	489	389	311	234	188	150	119	94	80	65

Tabelle 7: Maximal zulässige Kabel- und Leitungslängen bei einem Spannungsfall von 3 % (gemäß Beiblatt 2 DIN VDE 100-520)

- 2) vom vorgegebenen Spannungsfall im Normalbetrieb.

Hinter der Messeinrichtung bis zum Anschlusspunkt eines Verbrauchers soll nach DIN 18015-1 der Spannungsfall 3 % der Nennspannung der Anlage nicht überschreiten. Daraus ergibt sich eine maximal zulässige Kabel- bzw. Leitungslänge.

Für typische Kabel und Leitungen z.B. NYY, NYM können diese Längen der Tabelle 7 entnommen werden. Die Werte gelten für 3-phasige Wechselstromkreise. Bei 1-phasigen Wechselstromkreisen müssen die Tabellenwerte mit 0,5 multipliziert werden.

Beispiel 1

Querschnitts- und Nennstromberechnung:

Steckdosenstromkreis, Absicherung 16 A (LS-Schalter Typ B), Umgebungstemperatur 25°C.

Eine NYM Leitung wird teilweise in einem Schutzrohr in Beton sowie direkt im Mauerwerk verlegt. Parallele Verlegung mit 4 anderen Leitungen (ohne Abstand zueinander), davon werden 3 Leitungen unter 30 % belastet. Die 4. Leitung wird mit dieser Leitung zu 50% der Betriebszeit gleichzeitig voll belastet. Wie groß muss der Leiterquerschnitt der Leitung sein?

I_n ist mit 16 A vorgegeben, nach Formel 1 muss damit $I_z \geq 16$ A sein. Um den Querschnitt aus Tabelle 1 ablesen zu können, wird Formel (3) nach I_z umgestellt:

$$I_r = \frac{I_Z}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4}$$

$f_1 = 1$ (keine abweichende Umgebungstemperatur von Tabelle 1),

$f_2 = 1$ (3 Leitungen können unberücksichtigt bleiben, bleibt eine Bündelung von 2 Leitungen diese Anzahl kann mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,5 reduziert werden),

$f_3 = 1$ (muss nur bei 3-phasigen Wechselstromkreisen berücksichtigt werden)

$f_4 = 1$ (es sind nicht mehr als 3 belastete Adern in der Leitung)

$$I_r = \frac{16A}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 16A$$

Ablesen des Querschnitts aus Tabelle 1 wobei der Bemessungswert der Tabelle größer sein muss als der errechnete $I_r = 16A$.

Bei einem Querschnitt von 1,5 mm² Cu, 2 belasteten Adern und der Referenzverlegeart B2 (Kennziffer 5A) ist $I_r = 17,5 A (> 16 A)$ und der Referenzverlegeart C (Kennziffer 52) ist $I_r = 21 A (> 16 A)$. Somit ist der Überlastschutz nach Formel (1) gewährleistet.

Fazit

Für die NYM - Leitung ist ein Mindestquerschnitt von 1,5 mm² Cu bei einer Absicherung mit üblichen Überstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Nennstrom von 16 A nach Formel (1) ausreichend bei üblichen Umgebungstemperaturen und ohne Berücksichtigung der Häufung im Allgemeinen ausreichend.

Ermittlung der maximal zulässigen Leitungslänge nach Tabelle 7

Schutz bei Kurzschluss und Schutz gegen elektrischen Schlag

Durch den Einsatz eines LS-Schalter Typ B muss die maximal zulässige Leitungslänge bei Kurzschluss bzw. Schutz gegen elektrischen Schlag nicht ermittelt werden, da die Ermittlung der maximalen Leitungslänge bei einem Spannungsfall den ungünstigsten Fall darstellt.

Spannungsfall

Bei einem Spannungsfall von 3 % ist bei einem Querschnitt von 1,5 mm² und einem Betriebsstrom von 16 A eine maximal Länge der Leitung von 17 m (Tabellenwert $34 \cdot 0,5$, da der Stromkreis einphasig ist) zulässig.

Beispiel 2

Steckdosenstromkreis, Absicherung 16 A, Umgebungstemperatur 25°C. Verlegeart A2 (Kennziffer 2). Diese Verlegeart ist typischerweise bei Trockenbauwänden (mit Wärme- bzw. Geräuschdämmung), Dachausbauten oder in Ständerbauweise erbauten Häusern zu berücksichtigen. 3 Leitungen liegen direkt beieinander und werden voll belastet. Wie groß muss der Leiterquerschnitt der Leitung sein?

I_n ist mit 16 A vorgegeben, nach Formel (1) muss damit $I_Z \geq 16 A$ sein. Um den Querschnitt aus Tabelle 1 ablesen zu können, wird Formel (3) nach I_r umgestellt:

$$I_r = \frac{I_Z}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4}$$

$f_1 = 1$ (keine abweichende Umgebungstemperatur von Tabelle 1),

$f_2 = 0,7$ (Wert aus Tabelle 3 bei einer Bündelung von 3 Leitungen),

$f_3 = 1$ (muss nur bei 3-phasigen Wechselstromkreisen berücksichtigt werden)

$f_4 = 1$ (es sind nicht mehr als 3 belastete Adern in der Leitung)

$$I_r = \frac{16A}{1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1} = 23A$$

Um Formel (1) einzuhalten, muss $I_r > 23 A$ sein. Dies ist nach Tabelle 1 (Verlegeart A2, 2 belastete Adern) erst bei einem Leiterquerschnitt von 4 mm² ($I_r = 27 A$) gegeben.

Anmerkung:

Tabelle 1 gibt für einen Querschnitt von 1,5 mm² bei Verlegeart A2 und 2 belasteten Adern eine Strombelastbarkeit von 18,5 A an. Aus diesem Wert geht zusätzlich hervor, dass eine NYM - Leitung mit einem Leiterquerschnitt von 1,5 mm² Cu und einer Absicherung von 16 A in wärmegeprägten Decken oder Wänden **nicht** verlegt werden kann,

sobald eine Häufung berücksichtigt werden muss ($f_2 < 1$). D.h. mehrere solcher Leitungen müssen mit genügend Abstand zueinander verlegt werden.

3-phasige Verbraucher können in wärmege-dämmten Decken oder Wänden bei einer Absi-cherung von 16 A überhaupt nicht über eine Lei-tung mit einem Querschnitt von 1,5 mm² ($I_r = 14$ A) angeschlossen werden.

Auch bei einer Umgebungstemperatur von 30°C ($f_1 < 1$) ist dieser Querschnitt bei einer Absi-cherung von 16 A in wärmege-dämmten Decken oder Wänden nicht möglich.

Die Berechnung der maximalen Leitungslänge er-folgt wie in Beispiel 1.

Beispiel 3

9 Kabel, jeweils mit einem Betriebsstrom von 25 A sollen zusammen auf einer:

- geschlossenen Kabelwanne
- gelochten Kabelwanne
- Kabelpritsche (wobei die Kabel auf Abstand zu-einander gelegt sind)

liegen. Die Ermittlung der Strombelastbarkeit soll bei einer Umgebungstemperatur von 25°C und 35°C erfolgen.

Gemäß Formel (1) muss I_n und $I_z \geq I_b$ sein. Um den Querschnitt aus Tabelle 1 ablesen zu kön-nen, wird Formel (3) nach I_r umgestellt:

$$I_r = \frac{I_z}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4}$$

Für die Umrechnungsfaktoren gilt:

- $f_1 = 1$ Umgebungstemperatur 25° C
- $f_1 = 0,89$ Umgebungstemperatur 35° C nach Tabelle 2
- $f_2 = 0,68$ Kabelwanne geschlossen mit Berüh-rung nach Tabelle 4
- $f_2 = 0,73$ Kabelwanne gelocht mit Berührung nach Tabelle 4
- $f_2 = 1$ Kabelpritsche (Kabel liegen mit Ab-stand zueinander) nach Tabelle 4
- $f_3 = 1$ Anschluss von nicht elektronisch ge-regelten Motoren
- $f_4 = 1$ 3-adrige Kabel

Für den Einfluss der Umgebungstemperatur und des Kabeltragsystems gilt:

Umgeb. Temp.	Reale Strombelastung	Ablesen des Querschnitts aus Tabelle 1
25°C	a) $I_r = \frac{25A}{1 \cdot 0,68 \cdot 1 \cdot 1} = 37A$	a) $I_z = 43$ A (Verlegart C) \Rightarrow 6 mm ²
	b) $I_r = \frac{25A}{1 \cdot 0,73 \cdot 1 \cdot 1} = 34A$	b) $I_z = 36$ A (Verlegart E) \Rightarrow 4 mm ²
	c) $I_r = \frac{25A}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 25A$	c) $I_z = 27$ A (Verlegart E) \Rightarrow 2,5 mm ²
35°C	a) $I_r = \frac{25A}{0,89 \cdot 0,68 \cdot 1 \cdot 1} = 41A$	a) $I_z = 43$ A (Verlegart C) \Rightarrow 6 mm ²
	b) $I_r = \frac{25A}{0,89 \cdot 0,73 \cdot 1 \cdot 1} = 39A$	b) $I_z = 46$ A (Verlegart E) \Rightarrow 6 mm ²
	c) $I_r = \frac{25A}{0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 28A$	c) $I_z = 36$ A (Verlegart E) \Rightarrow 4 mm ²

Anmerkung: Die Gegenüberstellung zeigt, dass erhöhte Umgebungstemperaturen einen starken Einfluss auf die Größe des zu wählenden Leiter-querschnittes haben. Durch die Auswahl geeig-ner Kabeltragsysteme können teilweise gerin-gere Leiterquerschnitte gewählt werden.

Die Berechnung der maximalen Kabellänge er-folgt wie in Beispiel 1.

B3 Ermittlung der zulässigen Biegeradien bei fester Verlegung und der Befestigungsabstände

Die Biegeradien werden nach Abschnitt 522.8.1.2 der DIN VDE 0100-520 wie folgt ermittelt:

Kabel:

einadrige Kabel	15-facher Kabeldurchmesser
mehradrige Kabel	12-facher Kabeldurchmesser

Leitungen:

	Leitungsdurchmesser in mm		
	D ≤ 8	8 < D ≤ 12	D > 12
Leitungen mit starren Leitern	4 D	5 D	6 D
Leitungen mit flexiblen Leitern	3 D	3 D	4 D

Die Befestigungsabstände werden nach Abschnitt 521.7 der DIN VDE 0100-520 wie folgt ermittelt:

Kabel:

Waagerechter Abstand zwischen Schellen	20-facher Kabeldurchmesser; maximal 80 cm
Senkrechter Abstand zwischen Schellen	maximal 1,5 m

Leitungen:

Außendurchmesser der Leitungen in mm	Maximaler Abstand der Befestigung in mm	
	waagerecht	senkrecht
D ≤ 9	250	400
9 < D ≤ 15	300	400
15 < D ≤ 20	350	450
20 < D ≤ 40	400	550

Beispiel

Kabel NYY (DIN VDE 0276-603):

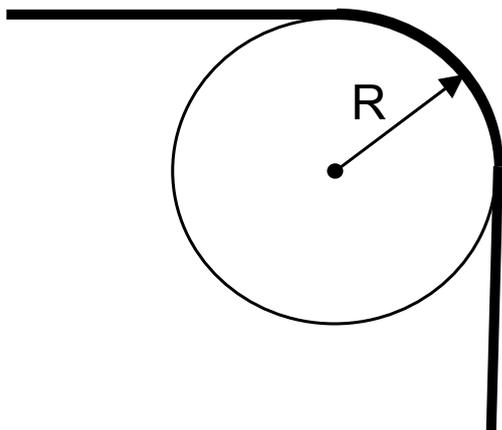
5 x 4 mm² Durchmesser D = 18 mm; Biegeradius R = 18mm x 12 = 220 mm

Leitung NYM (DIN VDE 0250-204):

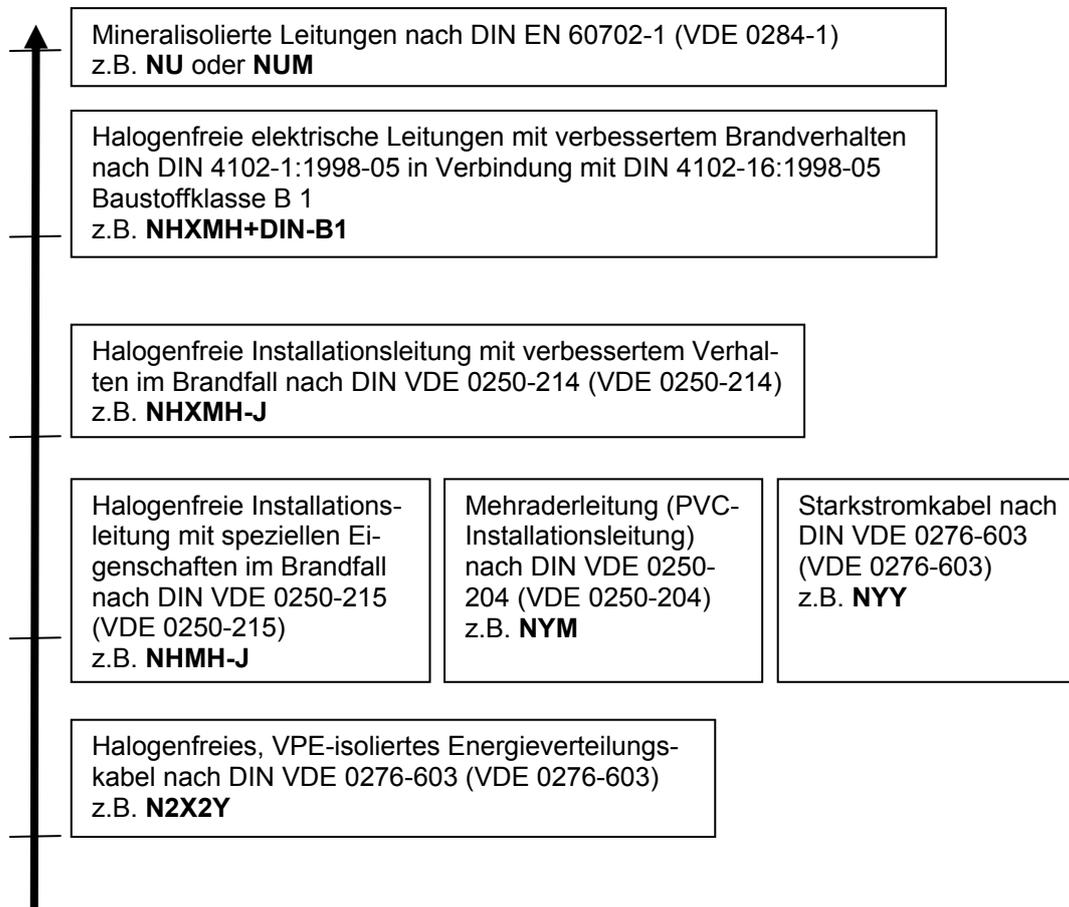
3 x 1,5 mm² Durchmesser D = 9,9 mm; Biegeradius R = 9,9 mm x 5 = 50 mm

5 x 2,5 mm² Durchmesser D = 13,3 mm; Biegeradius R = 13,3 mm x 6 = 80 mm

4 x 10 mm² Durchmesser D = 19,5 mm; Biegeradius R = 19,5 mm x 6 = 120 mm



Anhang C – Darstellung der brandschutztechnischen Qualität verschiedener Kabel- und Leitungsarten



Die Brandschutzqualität wird aufsteigend, also in Pfeilrichtung besser

Anmerkung:

Die Bezeichnung **NHXMH+DIN-B1** ist eine Herstellerbezeichnung (Firma Nexans), da eine Prüfung der höherwertigen Brandschutzqualität dieser Leitung nach VDE-Normen nicht vorgesehen ist; statt dessen wurde hier die wesentlich härtere Brandschachtprüfung nach Baustoffklassifizierung entsprechend DIN 4102 vorgenommen, so dass diese Leitung als schwerentflammbarer Baustoff B 1 einzuordnen ist.

Herausgeber: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV)

Verlag: VdS Schadenverhütung GmbH
Amsterdamer Str. 174 • D-50735 Köln
Telefon: (0221) 77 66 - 0 • Fax: (0221) 77 66 - 341
Copyright by VdS Schadenverhütung GmbH. Alle Rechte vorbehalten.