

Merkblatt

**Verlegung von
Kabel und Leitungen in Starkstromanlagen
und Datennetzwerken**

Stand: 05/2006

Merkblatt zur Verlegung von Kabel und Leitungen in Starkstromanlagen und Datennetzwerken

Die Inhalte unserer Merkblätter informieren zu bestimmten Sachthemen. Sie basieren auf den derzeit gültigen Vorschriften und Bestimmungen sowie auf unseren eigenen Prüfergebnissen. Eine allgemeingültige Rechtsverbindlichkeit kann aus dieser Unterlage nicht abgeleitet werden.

Unsere heutige Arbeitswelt beruht in wesentlichen Bereichen auf der Verfügbarkeit von elektrischer Energie und Anschlußmöglichkeiten an Datennetzwerke. Die dafür notwendigen Verkabelungen erreichen schon in kleinen und mittleren Nutzungseinheiten mehrere hundert Meter oder sogar Kilometer an Länge. Verlegt in Installationssystemen im Wand-, Decken und Unterflurbereich bilden sie ein engmaschiges Netz.

Aus vielerlei Gründen – Schutz gegen elektrischen Schlag, Brandverhütung und aus Gründen der Funktionssicherheit – stellen Vorschriften aus dem Bereich der DIN VDE und des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (VdS Richtlinien) strenge Anforderungen an die Leitungen, deren Verlegung und Handhabung sowie den Betrieb von Starkstromanlagen.

Errichtungsbestimmungen für Datennetzwerke (DIN EN 50173) regeln den Aufbau und definieren deren Leistungsparameter. Bestimmungen für die Leitungsverlegung innerhalb und außerhalb von Gebäuden sind in Vorbereitung (EN50174).

1 Schutzziele der Normung

Primäre Schutzziele der Errichtungsnormen sind

- die Sicherheit für das Leben
- die Verhütung von Bränden
- die Aufrechterhaltung der Funktionen

2 Der Brandschutz

Im Bereich von Starkstromanlagen kommt dem Brandschutz und den Brandschutzmaßnahmen ein hoher Stellenwert zu.

Zu den Hauptbrandursachen bei elektrischen Leitungen zählen:

- Unvollkommene Kurz- und Erdschlüsse, z.B. an mechanisch oder thermisch beschädigten Kabeln oder Leitungen
- fehlerhafte elektrische Anschlüsse und Verbindungen (Wackelkontakt)
- Neutralleiterunterbrechungen
- Vorschädigung von Isolierungen durch Überspannungen
- Überlast
- Wärmestau

Anhand dieser Auflistung wird deutlich, welche Auswirkungen die Leitungsverlegung und die spätere Nutzung der Leitungsanlage auf deren Betriebssicherheit haben. Werden z.B. Leitungen durch Überlast gestresst, so sinkt ihre Lebensdauer

**Merkblatt zur Verlegung von
Kabel und Leitungen in Starkstromanlagen und Datennetzwerken**
(= Isolierfähigkeit der Ummantelung) rapide ab mit der Folge von Kurz- und
Erdschlüssen.

3 Verlegung von Leitungen für Starkstromanlagen

Die Verlegearten von elektrischen Leitungen werden in der DIN VDE 0100-520 hinlänglich geregelt. Fremde Einflüsse auf die Leitungsanlage sollen durch die Installation so weit wie möglich vermieden werden. Dazu dient die Führung von Leitungen in Kanalsystemen, Kabeltragesysteme, Rohren, innerhalb von Wänden, die Befestigung durch Schellen und die Nutzung geschützter Leitungen.

Für den Bereich der Doppel- und Hohlrumböden ist die ungeschützte Verlegung von Leitungen zulässig, vorausgesetzt, die mechanischen Belastungen überschreiten nicht die Grenzwerte der Kabel.

4 Einflüsse auf Leitungen und Kabel

Leitungen und Kabel sind während der Montage und im Betriebsfall folgenden Belastungen ausgesetzt:

- Thermische Beanspruchung
- Mechanische Beanspruchung
- Äußere Einflüsse

Zu den thermischen Beanspruchungen gehören hohe Umgebungstemperaturen, Temperaturen aufgrund der elektrischen Lasten und der Verlegung. Richtlinien für die Strombelastbarkeit enthält die DIN VDE 0298 Teil 4.

5 Mechanische Belastungen

Zu den mechanischen Belastungen gehören die Zugbelastung während der Installation und während einer möglichen späteren Änderung der elektrischen Anlage, die Biegeradien und die Befestigung von Leitungen durch Schellen, Zugentlastungen, etc.

5.1 Zugbelastung

Die Zugbelastung elektrischer Leiter beim Verlegen darf 50 N/mm² für feste Installationen und 15 N/mm² für ortsveränderliche Betriebsmittel nicht überschreiten (DIN VDE 0298 Teil 3).

Für eine Leitung 3 x 1,5 mm² ergibt sich damit eine maximale Zugbelastung von 225 N während der Installation!

Zu hohe Zugkräfte führen zum Fließen des Leitermaterials. Veränderungen im Materialgefüge und Leiterquerschnitts-Verringerung führen zu einer höheren Stromdichte und Erwärmung der Leiter und damit zur vorzeitigen Alterung der Leiterisolierung.

5.2 Biegeradien

In der Produktnorm DIN VDE 0298 Teil 3 sind die zulässigen Biegeradien für elektrische Leitungen in Abhängigkeit des Leitungsdurchmessers \varnothing festgelegt.

Zulässige Biegeradien:

Für mehradrige Leitungen kunststoffisolierter Kabel: $4 \times \varnothing$

Für flexible Leitungen bei freier Bewegung:

$\varnothing = 8$ bis 12 mm: $4 \times \varnothing$

$\varnothing = 12$ bis 20 mm: $5 \times \varnothing$

Für flexible Leitungen bei fester Verlegung:

$\varnothing = 8$ bis 12 mm: $3 \times \varnothing$

$\varnothing = 12$ bis 20 mm: $4 \times \varnothing$

Werden Biegeradien bei der Leitungsverlegung nicht eingehalten, kommt es durch Materialstreckungen und Stauchungen zu Veränderungen im mechanischen Aufbau der Kabel mit der Folge einer Beeinträchtigung der elektrischen Eigenschaften.

5.3 Befestigung von Leitungen

Die Befestigung von Leitungen durch Schellen, Kabelbinder, Zugentlastungen, etc. müssen so durchgeführt werden, dass die elektrischen Eigenschaften der Kabel und Leitungen bei den im Betrieb zu erwartenden Beanspruchungen (einschließlich Überlastungs- und Kurzschlußfall) nicht verloren gehen.

Für den Anschluß ortsveränderlicher Betriebsmittel sind flexible Leitungen einzusetzen. Anders als bei der festen Verlegung muß wegen der Beweglichkeit mit Zugkräften auf die Klemmstellen gerechnet werden. Grundsätzlich müssen daher die elektrischen Betriebsmittel mit entsprechenden Zugentlastungen ausgerüstet sein (z. B. Zugentlastungen an Gerätebechern).

Deren Funktion wird lt. Produktbestimmung DIN VDE 0606 geprüft, in dem eine Zugkraft von 100 N (25 mal in Achsrichtung ohne Ruck) auf die Leitung ausgeübt wird. Nach dem Test darf die Leitung (Ummantelung) nicht beschädigt sein und innerhalb der Zugentlastung um nicht mehr als 2 mm verschoben sein.

6 Kabel und Leitungen für Datennetzwerke

An Kabel und Leitungen für Datennetzwerke werden besondere Anforderungen hinsichtlich ihrer Übertragungseigenschaften gestellt. In der Errichtungsbestimmung DIN EN 50173 ist der (**einmalige**) Aufbau und die Qualität eines Netzwerkes für alle drei Installationsebenen beschrieben: Primär-, Sekundär- und Tertiär-Ebene.

Nach dem Errichten der Anlage werden als Nachweis einer ordnungsgemäßen Erst-Installation die Funktion und die Übertragungseigenschaften anhand von festgelegten Parametern durch eine Messung belegt.

Nach einer späteren Änderung der Verkabelung sieht die DIN EN 50173 eine erneute Messung der Übertragungseigenschaften vor.

Während der Errichtung werden neben Verlegearten, Verlegetemperaturen auch **Zugbelastungen** und zulässige **Biegeradien** für die Leitungen festgelegt.

6.1 Zugbelastungen

Die zulässigen Zugbelastungen sind in den Kabelspezifikationen der Hersteller festgelegt und reichen für Cu-Kabel von 190 bis 380 N, bei LWL-Kabel von 100 bis 500 N je nach Kabeltyp und Aufbau.

6.2 Biegeradien

Die DIN EN 50173 definiert die Biegeradien für Cu-Kabel:

Kleinster Biegeradius während der Installation: 8-facher Kabeldurchmesser.

Kleinster Biegeradius nach Installation (nur einmal): 4-facher Kabeldurchmesser.

Für LWL-Kabel geben die Hersteller einen minimale Biegeradius von 30 mm für Einzeladerleitungen an. Bei Bündeladerleitungen sind grundsätzlich Biegeradien vom 15 bis 20fachen des Außendurchmessers einzuhalten.

7 Planung und Installation

Eine dauerhafte und funktionelle Elektroinstallation für Starkstromanlagen und Datennetzwerke hängt also von der ordnungsgemäßen und normgerechten Installation ab. Grundlage dafür ist die Planung, in der nicht nur die Ausführung (also wie viele Anschlußpunkte an welcher Stelle) sondern auch die spätere Nutzung festgelegt wird.

7.1 Kabel und Leitungen in Starkstromanlagen

Für den Einsatz von Leitungen und Kabeln im Doppelboden gibt es, wie eingangs erwähnt, keine speziellen Anforderungen hinsichtlich ihrer Leitungsführung. Die sogenannte offene Verlegung wird als praxisnahe Installationsform anerkannt, wenn die Einhaltung der Verlegevorschriften gewährleistet ist.

So ist z.B. das Ziehen an Leitungen zum Zwecke der Installation und der Identifizierung bestimmter Leitungen möglich, **das Durchziehen** kompletter Anschlusseinheiten (Gerätebecher mit Installationsgeräten) durch Hohlräume wegen der auftretenden hohen Belastungen für Kabel und Klemmen jedoch **nicht zulässig**.

Die relativ geringen zulässigen Zugbelastungen für die Leitungen lassen aufgrund der zu erwartenden Hindernisse wie z.B. andere verlegte Leitungen, Rohre, Doppelbodenstützen u.ä. eine Schädigung der Leitungen und Kabel erwarten, mit dem sich daraus ergebenden Schadenspotential.

7.2 Kabel und Leitungen in Datennetzwerken

Im Bereich der Datennetzwerke ist die Verkabelung mit besonderer Sorgfalt zu behandeln, um deren zukünftige Nutzung durch schnellere Dienste und höhere Übertragungsraten nicht zu gefährden.

Datenleitungen zur statischen Netzwerkverkabelung (nicht Patchkabel) verändern nach mechanischen Belastungen durch Ziehen, Biegen und erneuter Verlegung ihre übertragungstechnischen Eigenschaften. Häufige Störungen und längere Antwort- und Reaktionszeiten aufgrund häufiger (automatischer) Wiederholungen der Datenübertragung können spürbare und sichtbare Ergebnisse der Veränderungen sein.

Nach der Erstinstallation ist das Ziehen an den Datenleitungen daher grundsätzlich zu vermeiden.

Merkblatt zur Verlegung von Kabel und Leitungen in Starkstromanlagen und Datennetzwerken

Anlage – Übersicht der Normen und Richtlinien

Sicherheitsnormen

DIN VDE 0100	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
DIN VDE 0107	Starkstromanlagen in Krankenhäusern und medizinisch genutzten Räumen außerhalb von Krankenhäusern
DIN VDE 0108	Starkstromanlagen und Sicherheitsstromversorgung in baulichen Anlagen
DIN VDE 0113	Sicherheit von Maschinen, Elektrische Ausrüstung von Maschinen
DIN VDE 0116	Elektrische Ausrüstung von Feuerungsanlagen
DIN VDE 0132	Brandbekämpfung im Bereich elektrischer Anlagen
DIN VDE 0160	Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln

Richtlinien

VdS 2025	Kabel- und Leitungsanlage, Richtlinien zur Schadenverhütung
VdS 2097-8	Installationskanäle und Kabelanlagen mit Funktionserhalt

Errichtungsbestimmungen

DIN VDE 0100-520	Kabel und Leitungssysteme (-anlagen)
DIN EN 50173	Leistungsanforderungen an anwendungsneutrale Verkabelungssysteme
EN 50174	Installation von Verkabelungsanlagen

Produktbestimmungen Leitungen (für Starkstromanlagen)

DIN VDE 0250	Isolierte Starkstromleitungen
DIN VDE 0250-816	Wärmebeständige Silikon-Schlauchleitungen
DIN VDE 0267	Halogenfreie Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall,
DIN VDE 0276	Starkstromkabel
DIN VDE 0298	Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen
DIN VDE 0472	Prüfung an Kabel und isolierten Leitungen

Produktbestimmungen

DIN VDE 0603 und DIN VDE 0606	Installationskleinverteiler und Zählerplätze
DIN VDE 0604, DIN VDE 0634	Elektroinstallationskanäle
DIN VDE 0605	Elektroinstallationsrohre
DIN VDE 0606, DIN VDE 0609	Verbindungsmaterial
DIN VDE 0619	Kabelverschraubungen

Merkblatt zur Verlegung von Kabel und Leitungen in Starkstromanlagen und Datennetzwerken

Bezugsquellen von Normen und Bestimmungen

DIN VDE Normen	VDE-Verlag GmbH Merianstraße 29 63069 Offenbach oder Beuth-Verlag GmbH Burggrafenstraße 4-10 10772 Berlin
VBG Vorschriften	Carl-Heymanns Verlag KG Luxemburger Straße 449 50939 Köln
MLAR	Veröffentlichung in den DIBt Mitteilungen Deutsches Institut für Bautechnik Kolonnenstraße 30L 10829 Berlin Bezug von DIBt Mitteilungen bei Verlag Ernst & Sohn Bühningstraße 310 13086 Berlin
VdS-Richtlinien	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) Amsterdamer Straße 174 50735 Köln