

Installationsbestimmungen für elektrische Anlagen (4)

In den ersten Teilen des Beitrags standen die allgemeinen Anforderungen an elektrische Anlagen, der Schutz gegen elektrischen Schlag und die Schutzarten für elektrische Betriebsmittel im Vordergrund. Dieser Teil enthält allgemeine Anforderungen an Kabel- und Leitungsanlagen sowie zur Verwendung von Elektroinstallationsrohren.

Anforderungen an Kabel- und Leitungsanlagen

Bei der Errichtung sind die allgemeinen Anforderungen an die Verlegung der Kabel und Leitungen und die Verlegehinweise des Herstellers zu beachten. Dieses gilt insbesondere für folgende Punkte:

- Einhaltung der zulässigen Befestigungsabstände und Biegeradien,
- Berücksichtigung von mechanischen Beanspruchungen am Einbauort,
- Vermeidung von unzulässigen Zugbeanspruchungen,
- Vermeidung von Beschädigungen des Außenmantels, der Leiterisolierungen und der Leiter durch mechanische Beanspruchungen oder Knicken,
- Eignung für die höchste und niedrigste Umgebungstemperatur, Berücksichtigung von äußeren Wärmequellen,
- Berücksichtigung der minimal und maximal zulässigen Temperaturen für die Lagerung, den Transport und die Verlegung.

Fest innerhalb von Wänden verlegte Kabel und Leitungen sind waagrecht, senkrecht oder parallel zu den Raumkanten zu führen. In der Decke oder im Fußboden darf der kürzeste Weg gewählt werden darf. Bei der Verlegung in Wohnungen sind die Installationszonen nach DIN 18015-3 einzuhalten.

Auswahl-Kriterien

Leitungen und Kabel sind nach ihrem Verwendungszweck, insbesondere nach ihrer mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchung auszuwählen (Tafel 1).

Kennzeichnung

Die Adern von Kabeln und Leitungen sind farbig oder durch den Aufdruck von Nummern gekennzeichnet (Tafeln 2 und 3). Für **Leiter mit Schutzfunktion (Schutz- oder PEN-Leiter)** ist ausschließlich die

Tafel 1 Leitungen und Kabel für feste Verlegung

Bauart und Nennspannung U_0/U	Kurzzeichen	Verwendung	
		Einsatzort	Hinweise und zulässige Beanspruchung
PVC-Verdrahtungsleitungen 300/500 V	H05V-U H05V-K	Für die innere Verdrahtung von Geräten und geschützte Verlegung in und an Leuchten. Ferner für die Verlegung in Rohren in trockenen Räumen auf und unter Putz, jedoch nur für Signalanlagen.	Aderleitung für geringe mechanische Beanspruchung
PVC-Aderleitungen 450/750 V	H07V-U H07V-R H07V-K	In Rohren oder in geschlossenen Elektro-Installationskanälen auf und unter Putz in trockenen Räumen. In Geräten, Schaltanlagen und Verteilern sowie in und an Leuchten mit einer Nennspannung bis 1000 V AC oder bis 750 V DC gegen Erde.	Die direkte Verlegung auf Pritschen, Rinnen und Wannen ist, außer bei Verwendung als Potentialausgleichsleitungen, nicht zulässig.
Stegleitungen 230/400 V	NYIF	In und unter Putz in trockenen Räumen mit Ausnahme der Verlegung in Bade- und Duschräumen. Ohne Putzabdeckung in Hohlräumen von Decken und Wänden aus nicht brennbaren Baustoffen.	Die Bestimmungen nach DIN VDE 0100-520 müssen eingehalten werden. Nicht zulässig in Holzhäusern und in landwirtschaftlich genutzten Gebäuden.
Mantelleitungen 300/500 V	NYM	Für die Verlegung auf, in und unter Putz sowie in Mauerwerk in trockenen, feuchten, nassen, feuer- und explosionsgefährdeten Betriebsstätten.	Die Verlegung im Freien ist zulässig, sofern die Leitung vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt ist. Nicht zulässig ist die direkte Verlegung in Schütt-, Rüttel- oder Stampfbeton bzw. im Erdreich oder im Wasser.
Mantelleitungen 300/500 V	NHXMH	Halogenfreie Mantelleitung mit verbessertem Verhalten im Brandfall für den vorwiegenden Einsatz in Gebäuden mit hoher Personen- und/oder Sachwertkonzentration. Für die Verlegung auf, in und unter Putz sowie in Mauerwerk in trockenen, feuchten, nassen, feuer- und explosionsgefährdeten Betriebsstätten.	Eine Verlegung im Freien ist zulässig. Nicht zulässig ist die direkte Verlegung in Schütt-, Rüttel- oder Stampfbeton bzw. im Erdreich oder im Wasser.
Energie- und Steuerkabel 0,6/1 kV	YYY NYYY	In trockenen, feuchten und nassen Räumen, im Erdreich, im Freien, im Wasser sowie in landwirtschaftlichen, feuer- und explosionsgefährdeten Betriebsstätten.	Geeignet für die direkte Verlegung in Schütt-, Rüttel- oder Stampfbeton bzw. im Erdreich. Besonders geeignet in Fällen, bei denen bei der Verlegung und Anwendung die Gefahr hoher mechanischer Einwirkungen, z. B. durch steinigtes Erdreich, auszu-schließen ist.
Energiekabel 0,6/1 kV	NYCWY NAYCWY NYCY	In trockenen, feuchten und nassen Räumen, im Erdreich, im Freien, im Wasser sowie in landwirtschaftlichen, feuer- und explosionsgefährdeten Betriebsstätten. Verwendung in Industrie- und Schaltanlagen, Ortsnetzen und Kraftwerken.	Mit wellenförmig aufgebrachtem Leiter ist das Kabel für Abzweige, z. B. innerhalb von Muffen, ungeschnitten montierbar. Durch konzentrischen Leiter erhöhter Schutz gegen Berührungsspannungen im Schadensfall. Empfohlen zur Anwendung in feuergefährdeten Betriebsstätten und aus Gründen der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).

Tafel 2 Kennzeichnung der Adern in mehradrigen Kabeln und Leitungen mit grün-gelber Ader nach DIN VDE 0293-308 (VDE 0293-308) und DIN EN 50334 (VDE 0293-334)

Anzahl der Adern	Farben der Adern ^{b)}				
	Schutzleiter	aktive Leiter			
4	grün-gelb	blau	braun		
4	grün-gelb	–	braun	schwarz	grau
4 ^{a)}	grün-gelb	blau	braun	schwarz	
5	grün-gelb	blau	braun	schwarz	grau
7 und mehr	grün-gelb	Numerische Kennzeichnung durch Aufdruck von Zahlen			

a) Nur für bestimmte Anwendungen.
b) Blanke konzentrische Leiter, wie metallene Mäntel, Armierungen oder Schirme, werden nach dieser Tabelle nicht als Leiter betrachtet. Ein konzentrischer Leiter ist durch seine Anordnung gekennzeichnet. Bei Verwendung als Schutzleiter sollten nach DIN EN 60446 (VDE 0198) die Enden mit grün-gelben Markierungen, PE oder graphischen Symbolen versehen werden.

Tafel 3 Kennzeichnung der Adern in mehradrigen Kabeln und Leitungen ohne grün-gelbe Ader nach DIN VDE 0293-308 (VDE 0293-308) und DIN EN 50334 (VDE 0293-334)

Anzahl der Adern	Farben der Adern				
2	blau	braun			
3	–	braun	schwarz	grau	
3 ^{a)}	blau	braun	schwarz		
4	blau	braun	schwarz	grau	
5	blau	braun	schwarz	grau	schwarz
7 und mehr	Numerische Kennzeichnung durch Aufdruck von Zahlen				

a) nur für bestimmte Anwendungen
Weil nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) in allen Kabeln und Leitungen ein Schutzleiter mitzuführen ist, haben Kabel und Leitungen ohne grün-gelb gekennzeichnete Ader künftig keine Bedeutung mehr.

Tafel 4 Kleinster Biegeradius (innerer Radius) für Kabel und Leitungen bei fester Verlegung nach DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520)

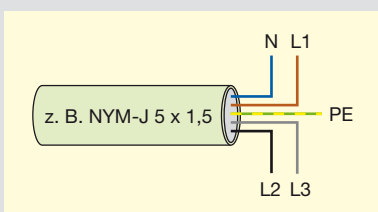
Art der Leitungen oder Kabel	Leistungs- oder Kabeldurchmesser		
	$D \leq 8 \text{ mm}$	$8 \text{ mm} < D \leq 12 \text{ mm}$	$D > 12 \text{ mm}$
Leitungen mit starren Leitern	$4 \times D$	$5 \times D$	$6 \times D$
Leitungen mit flexiblen Leitern	$3 \times D$	$3 \times D$	$4 \times D$
einadrige Kabel NYY oder NYCWY	15 x Kabeldurchmesser		
mehradrige Kabel NYY oder NYCWY	12 x Kabeldurchmesser		

Die Festlegungen gelten für eine Leistungs- oder Kabeltemperatur von $20^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$. Bei Kabeln ist eine Verringerung der Radien um 50 % zulässig bei einmaligem Biegen, fachgerechter Verlegung, Erwärmung auf mindestens 30°C und Biegen über eine Schablone.

Tafel 5 Maximal zulässige Befestigungsabstände für Kabel und Leitungen nach DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520)

Art	Außendurchmesser D	maximaler Befestigungsabstand	
		waagrecht	senkrecht
Leitungen	$D \leq 9 \text{ mm}$	250 mm	400 mm
	$9 \text{ mm} < D \leq 15 \text{ mm}$	300 mm	400 mm
	$15 \text{ mm} < D \leq 20 \text{ mm}$	350 mm	450 mm
	$20 \text{ mm} < D \leq 40 \text{ mm}$	400 mm	550 mm
Kabel		$20 \times D$ bis max. $0,8 \text{ m}^{\text{a)}$	max. $1,5 \text{ m}$

Die Befestigungsabstände gelten auch für die Verlegung in abgehängten Decken und anderen Hohlräumen, insbesondere aber auch innerhalb von senkrecht angeordneten Kabelführungssystemen und -schächten.
a) Gilt auch für die Verlegung von Kabeln auf Pritschen und Gerüsten.



1 Zuordnung der Leiterfarben in einem Drehstromsystem (Empfehlung)

grün-gelb gekennzeichnete Ader zu verwenden. Diese Farbkennzeichnung darf, mit Ausnahme für Erdungs- und Potentialausgleichsleiter, für keine anderen Zwecke genutzt werden.

PEN-Leitern müssen an den Anschlussstellen zusätzlich mit einer blauen Markierung versehen werden, um auf die Doppelfunktion des Leiters (PE- und N-Leiter) hinzuweisen.

Wird ein **Neutralleiter** benötigt, muss – sofern vorhanden – hierfür die blaue Ader verwendet werden. Bei vieladrigen Kabeln und Leitungen ist für den Neutralleiter eine der schwarzen Adern zu verwenden. Die Nummer der Ader für den Neutralleiter ist normativ nicht festgelegt. Die Ader, die als Neutralleiter verwendet wird, ist an ihren Anschlussstellen zusätzlich blau zu kennzeichnen.

Farbkennzeichnung in Drehstromsystemen. Die Farbkennzeichnung der Adern für die Außenleiter in Drehstromsystemen ist normativ nicht festgelegt. Empfohlen wird im Allgemeinen die im Bild 1 gezeigte Zuordnung: L1 = braun, L2 = schwarz, L3 = grau.

Biegeradien und Befestigungsabstände

Durch Einhalten der zulässigen Biegeradien (Tafel 4) und Befestigungsabstände (Tafel 5) soll eine Überbeanspruchung der Leiter, der Leiterisolierung und des Mantels von Kabeln und Leitungen vermieden werden.

Strombelastbarkeit, Spannungsfall und Mindestquerschnitte

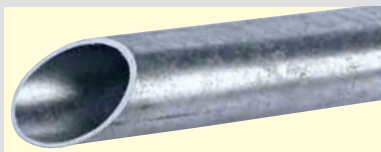
Die zulässige Strombelastbarkeit der Kabel und Leitungen ist nach Beiblatt 2 zu DIN VDE 0100-520 oder DIN VDE 0298-4 zu bestimmen. Der Spannungsfall in der Verbraucheranlage, d. h. zwischen Haus-einführung und Verbrauchsmittel sollte 4 %, zwischen dem Zähler und der Verbraucheranlage 3 % nicht überschreiten. Für festverlegte Kabel- und Leitungsanlagen sind als Mindestquerschnitte $1,5 \text{ mm}^2$ Cu oder 16 mm^2 Al festgelegt. Auf weitere Details zur Bestimmung der Leitungsquerschnitte soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden, weil das komplexe Thema in einer weiteren Beitragsserie behandelt wird.

Installationen mit Elektroinstallationsrohren

Elektroinstallationsrohre sind entsprechend der mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchung am Verlegeort auszuwählen. Zur Definition der Merkmale wurde in DIN EN 61386-1 (VDE 0605-1) ein dreizehnstelliger Klassifizie-



② Flexibles Kunststoffrohr für Unterputz-Installationen
Klassifizierung entsprechend Tafel ⑥: 22322



③ Starres Metallrohr für hohe Druckbelastung
Klassifizierung entsprechend Tafel ⑥: 44561



④ Verlegung von Elektroinstallationsrohren auf einer Rohbetondecke

Bilder: Fränkische Rohrwerke

rungscode festgelegt, der in Tafel ⑥ auszugsweise wiedergegeben ist. Die Mindestanforderungen an die Druckfestigkeit, Flammenausbreitung und UV-Beständigkeit von Elektroinstallationsrohren sind in DIN VDE 0100-520 festgelegt (Tafel ⑦). Die Bilder ② und ③ zeigen entsprechende Beispiele mit den zugehörigen Klassifizierungscodes.

Geschlossenes System

Bei Unterputz-, Hohlwand- und Betoninstallationen müssen die Elektroinstallationsrohre mit den Dosen und Kästen ein geschlossenes, lückenloses System bilden (Bild ④). In keinem Fall dürfen die Rohre vor den Dosen oder Kästen enden. Die Rohrenden sind vor dem Verlegen sorgfältig zu entgraten, damit eine Beschädigung der Umhüllung bzw. der Isolierung der eingezogenen Kabel und Leitungen vermieden wird.

Rohrdurchmesser

Der Innendurchmesser der Rohre ist unter Berücksichtigung einer ausreichenden Reserve so zu wählen, dass die vorgesehenen Kabel und Leitungen problemlos und ohne Beschädigungen eingezogen werden können. Empfohlen wird ein maximaler Füllfaktor von 60 %. Teilweise sind die Mindestanforderungen an den Innendurchmesser normativ festgelegt, wie

Tafel ⑥ Beispiel für die Bezeichnung eines biegsamen Kunststoffrohrs mit mittlerer Druck- und Schlagfestigkeit sowie einer Gebrauchstemperatur zwischen -25 °C und +60 °C zur Verlegung im Beton [Auszug aus dem dreizehnstelligen Klassifizierungscode nach DIN EN 61386-1 (VDE 0605-1)]

1. Ziffer		2. Ziffer		3. Ziffer		4. Ziffer		5. Ziffer	
Druckfestigkeit		Schlagfestigkeit temperatur		minimale Gebrauchstemperatur		maximale Gebrauchstemperatur		Biegeverhalten	
1	sehr leicht (125 N)	1	sehr leicht (0,5 kg/100 mm)	1	+5 °C	1	+60 °C	1	starr
2	leicht (320 N)	2	leicht (1,0 kg/100 mm)	2	-5 °C	2	+90 °C	2	biegsam
3	mittel (750 N)	3	mittel (2,0 kg/100 mm)	3	-15 °C	3	+105 °C	3	biegsam, sich selbst zurückbildend
4	schwer (1250 N)	4	schwer (2,0 kg/300 mm)	4	-25 °C	4	+120 °C	4	flexibel
5	sehr schwer (4000 N)	5	sehr schwer (6,8 kg/300 mm)	5	-45 °C	5	+150 °C		
						6	+250 °C		
						7	+400 °C		

Klassifizierungsbeispiel: 3 3 4 1 2

Tafel ⑦ Auswahl von Elektro-Installationsrohren entsprechend ihrer Druckfestigkeit, Flammenausbreitung und UV-Beständigkeit nach DIN VDE 0100-520

Verlegeort	Minstdruckfestigkeit [Klassifizierung nach DIN EN 61386-1 (VDE 0605-1)]	Anforderungen an die Flammenausbreitung und UV-Beständigkeit
in Beton	3	
auf Putz	2	Kunststoffe dürfen <u>nicht</u> flammenausbreitend sein
in und unter Putz	2	
in Hohlwänden, auf Holz, in oder auf brennbaren Materialien	2	Kunststoffe dürfen <u>nicht</u> flammenausbreitend sein
unter Estrich	2	
in Heiasphalt	3	Temperaturbeständigkeit beachten
in abgehängten Decken	2	Kunststoffe dürfen <u>nicht</u> flammenausbreitend sein
im Erdreich	3	
im Außenbereich und im Freien	2	Kunststoffe müssen im Freien UV-stabilisiert sein

Elektroinstallationsrohre aus flammenausbreitenden Kunststoffen müssen in ihrem ganzen Verlauf mit Putz, Beton oder anderen nicht brennbaren Baustoffen bedeckt sein. Flammenausbreitende Kunststoffrohre müssen orange eingefärbt sein. Nicht flammenausbreitende Werkstoffe dürfen jede Farbe außer Gelb, Orange oder Rot haben, es sei denn, sie sind auf dem Produkt eindeutig als nicht flammenausbreitend gekennzeichnet.

z. B. für Telekommunikations- und Empfangsverteilanlagen in der Norm DIN 18015-1. Bei der Auswahl der Rohre ist zu berücksichtigen, dass von den Herstellern vielfach nicht die für die Praxis relevanten Innendurchmesser, sondern nur die nach DIN EN 60423 genormten Außendurchmesser angegeben werden.

Einziehbarkeit

Rohre, die nicht zugänglich sind und die eine Länge von mehr als 15 m bei mehr als zwei Richtungsänderungen aufweisen, sollten mit Durchzugsdosen oder -kästen unterbrochen werden. Der Innenradius einer Biegung muss mindestens das 6-Fache des inneren Rohrdurchmessers betragen. Damit wird das Einziehen der

Kabel und Leitungen erheblich erleichtert. Grundsätzlich sollte das Einziehen erst erfolgen, wenn das Verlegen der Rohre abgeschlossen ist.

Schutzleiteranschluss

Eine Verlegung von Aderleitungen, z. B. vom Typ H07V-U, in Metallrohren ist nur zulässig, wenn die Rohre durchverbunden und an einen Schutzleiter angeschlossen sind. W. Baade

Fortsetzung **ep** LERNEN & KÖNNEN
Elektroinstallationskanäle