

## 3. Kabel und Leitungen

### 3.1 Allgemeines

Es wird grundsätzlich zwischen Starkstromkabel und isolierten Leitungen (kurz: Kabel und Leitungen) unterschieden. Allgemeingültige Merkmale zur Unterscheidung dieser beiden Bauarten sind im VDE – Vorschriftenwerk nicht definiert.

Generell gilt aber, dass Kabel im Vergleich zu Leitungen höheren mechanischen Beanspruchungen standhalten und in der Erde verlegt werden dürfen.

Der Prinzipaufbau einer runden, mehradrigen Leitung oder eines Kabels ist in den Hauptteilen immer gleich. Um die Leiter befindet sich eine Isolierung (Basisisolierung), zwischen der Isolierung und dem Mantel ist das Kabel oder die Leitung mit Füllmasse gefüllt.

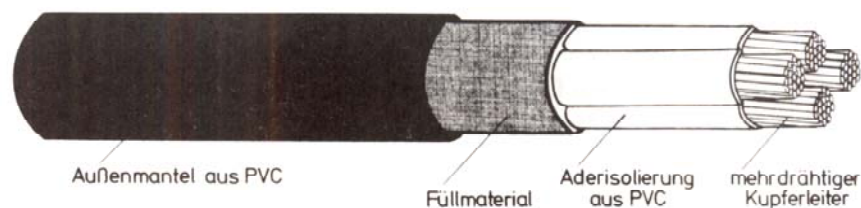


Abb. 3.1: Kunststoffkabel, Typ NYY-J

Der Werkstoff der Aderisolierung und dessen Dicke bestimmen im Wesentlichen die Nennspannung, für welche die jeweilige Type ausgelegt ist. Die eindeutige Zuordnung einer Type zur Gruppe Kabel oder Leitungen ist durch die Zuordnung (nach Herstellerangaben) zu einer entsprechenden Norm möglich. Kabel sind mindestens für eine Nennspannung 0,6/1 kV isoliert (0,6 kV = zulässige Spannung  $U_0$  eines Leiters gegen Erde; 1 kV = zulässige Spannung  $U$  zwischen jeweils zwei Leiter innerhalb des Kabels). Kabel sind nur für die feste Verlegung geeignet und besitzen einen Mantel aus Kunststoff, Gummi oder Metall. Auf dem Mantel befindet sich in regelmäßigen Abständen ein Aufdruck mit der Normnummer, nach der sie aufgebaut sind.

**Kabel** dürfen in Innenräumen installiert, in Beton eingebettet, sowie im Freien, im Erdreich und im Wasser verlegt werden. Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall – sogenannte halogenfreie Kabel – sind jedoch in der Regel für die Verlegung im Wasser und im Erdreich nicht geeignet.

**Leitungen** sind meist für Nennspannungen  $U < 1$  kV isoliert und entweder für die feste Verlegung (Installation) konzipiert oder mit flexiblen Leitern (flexible Leitungen) ausgestattet. Bauarten mit flexiblen Leitungen dienen insbesondere dem Anschluss ortsveränderlicher Betriebsmittel. Spezielle Leitungen sind auch für Nennspannungen  $U > 0,6/1$  kV erhältlich (z. B. Baggertrommelleitungen). Leitungen können ein- oder mehrdrig ausgeführt sein. Einadrige Leitungen (ohne Mantel) werden als Aderleitung oder Verdrahtungsleitung bezeichnet. Leitungen dürfen nicht im Erdreich verlegt werden.

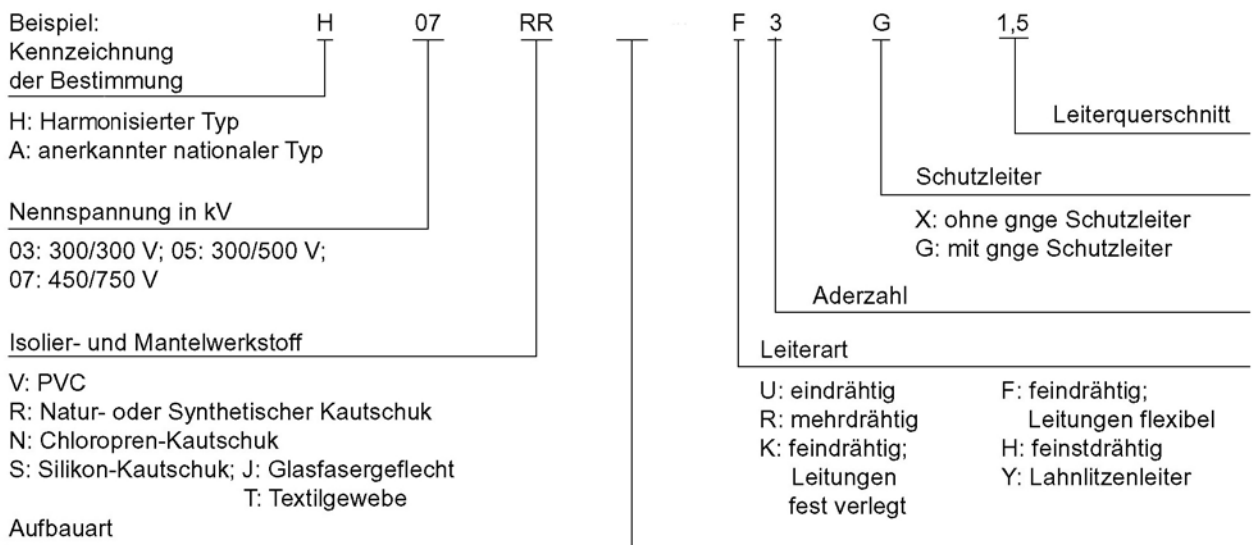
Der Haupteinsatzbereich von Leitungen sind Innenräume. Einige Typen dürfen aber auch im Freien eingesetzt werden (u. a. bestimmte Gummischlauchleitungen).

## 3.2 Kennzeichnung von harmonisierten / nicht harmonisierten Leitungen

Leitungen unterscheiden sich bei der Kennzeichnung in harmonisierte und nicht harmonisierte Typen. Harmonisierte Leitungen sind nach europäischen Normen hergestellt und tragen die Kennzeichnung „H“. Nicht harmonisierte Leitungen sind nach nationalen Normen anerkannt (nationale Typen).

Kabel und Leitungen werden durch Buchstaben- und Zahlenangaben benannt. Aus den Kurzzeichen sind der Aufbau, der Verwendungszweck und der Querschnitt zu erkennen. Die Kennzeichnung ist der Reihenfolge nach von der Angabe der Normung (N, erster Buchstabe) über die Umhüllung bis zu den Ader- und Querschnittangaben (letzte Bezeichnung) durchgeführt.

### Typenkurzzeichen



H: flache, aufteilbare Leitung; H2: flache, nicht aufteilbare Leitung

Abb. 3.2: Kennzeichnung von harmonisierten Leitungen

Beispiel: H07RR-F 3G1,5 bedeutet:

- H – Harmonisierter Typ
- 07 – 450-750V
- R - Isolierhülle aus Natur- o. Synth. Kautschuk
- R - Mantel aus Natur- o. Synth. Kautschuk
- F - feindräftiger Leiter
- 3 - Aderzahl 3
- G - Schutzleiter (grün-gelb)
- 1,5 - Querschnitt 1,5 mm<sup>2</sup>

Nachstehend sind die wichtigsten Kennbuchstaben mit zugehörigen Bedeutungen in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

### Leitungen (nichtharmonisiert)

- A Ader, Aluminiumumhüllung, Aluminiumader (Al)
- B Bleimantelleitung
- C konzentrische Leiter (abgeschirmt)
- F feindräftig, Fassungsader, Flachleitung

G	Gummihülle, 2-G-Silikonkautschuk (mit erhöhter Wärmebeständigkeit)
H	Hülle (Schirmgeflecht für Abschirmungszwecke, verwendbar für Handgeräte, z. B. Bohrmaschinen usw.)
I	Imputzverlegung
(J)	Zusatz bei Mehraderleitungen mit grün-gelben Schutzleiter
K	Korrosionsschutz-Erdkabel
L	für leichte mechanische Beanspruchung (z. B. Leuchtröhren)
M	Mantel, mittlere mechanische Beanspruchung
N	Normleitung
(O)	Zusatz bei Mehraderleitungen ohne grün-gelben Schutzleiter
ö	ölfest
P	Papierumhüllung
R	Rohrdraht, gefalzte Rohrumhüllung, gerillte Umhüllung
S	Schnur, Segeltuchhülle, für schwere mechanische Beanspruchung
T	Trosse
U	Umhüllung
u	unbrennbar
V	Verdrahtungsleitung, verdrehbeanspruchungsfest
W	wetterfest
Y	Kunststoffisolierung (Thermoplaste, wie zum Beispiel PVC usw.)
Z	Zinkmantel, Zwillingsader, Zugentlastung

**Kabel (nichtharmonisiert)**

A	nach N: Al-Leiter, am Ende: aus Jute
B	Stahlbandbewehrung
C	konzentrische Leiter bzw. Schirm aus Metalldrähten oder -bändern
CE	Einzeladerschirmung
D	Druckbandage aus Metallbändern
E	nach N: Einzeladerschirmung, am Ende: Schutzhülle aus Kunststoffband
F	Flachdrahtbewehrung
H	Kabel mit metallisierten Einzeladern (Hochstädter Kabel)
K	Kabel mit Bleimantel
L	glatter Aluminiummantel
N	Kabel nach Norm
O	offene Stahldrahtbewehrung
Ö	Ölkabel
Q	Beflechtung aus verzinktem Stahldraht
R	Runddrahtbewehrung, Rostschutzanstrich
w	wärmebeständig
Y	Kunststoffisolierung
2Y	Isolierhülle aus vernetztem Polyäthylen
YY	Kunststoffaußenmantel
Z	Bewehrung aus Stahlprofildraht

### **3.3 Kabel- und Leitungsarten**

#### **PVC – Aderleitungen**

Da Aderleitungen (H07V-U, H07V –R, H07V-K) lediglich eine Basisisolation aufweisen, muss immer ein zusätzlicher Schutz vorhanden sein. Die Verlegung erfolgt deshalb in Elektroinstallationsrohren oder –kanälen. Aderleitungen dürfen auch innerhalb von elektrischen Betriebsmitteln verlegt werden, sofern dies die Betriebsmittelbestimmungen zulassen. Die gemeinsame Verlegung von Aderleitungen und Kabel oder Leitungen in Elektroinstallationsrohren oder Zügen von Elektroinstallationskanälen ist nicht erlaubt.

#### **Stegleitung**

Stegleitungen (NYIF, NYIFZ nationaler Typ) dürfen nur im oder unter Putz und nur in trockenen Räumen verlegt werden. Sie finden im besonderen Anwendung, wenn das Erstellen von Schlitzten aus statischen Gründen nicht zulässig ist (Bauten in Spannbeton). Die Verlegung auf Holz (auch mit Putzabdeckung) oder direkt auf Streckmetall ist nicht zulässig. Beim Trockenausbau darf die Stegleitung nur dann unter Gipskartonplatten verlegt werden, wenn die Platten ausschließlich mit Gipsplaster befestigt werden. Da die einzelnen Leitungsadern nur mit einem Gummi bzw. Kunststoffsteg zusammengefasst sind, muss die Stegleitung so befestigt werden, dass eine Formänderung oder Beschädigung der Isolierung nicht erfolgen kann. Beim Nageln sind deshalb besondere Nägel mit Isolierstoffunterlegscheibe zu verwenden. Üblich ist auch das Befestigen mit Gipsplaster, Kleben oder durch Schellen aus Isolierstoff.

#### **Mantelleitung mit PVC-Isolierung**

Die Mantelleitung NYM (nationaler Typ) ist die in der Wohnungsinstallation meist verwendete Leitung. Die Farbe der äußeren Umhüllung ist grau. Die Verlegung ist auf, im und unter Putz, sowohl in trocknen als auch in feuchten Räumen zulässig. NYM darf auch im Freien (aber nicht im Erdreich) verlegt werden, wenn sie vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt ist. Die direkte Einbettung in Beton oder Estrich kann erfolgen, wenn kein Schüttel-, Rüttel- oder Stampfvorgang erfolgt. Die Befestigungsmittel müssen der Form der Leitung angepasst sein, damit Druckstellen vermieden werden. Die Befestigung mit Hilfe von Hakennägeln ist unzulässig. NYM kann auch in unterirdischen Schutzrohren – nur auf kurze Strecken – verlegt werden. Die Leitung muss dabei auswechselbar bleiben, und das Schutzrohr muss gegen das Eindringen von Wasser geschützt und belüftet sein.

#### **Mantelleitung mit VPE –Isolierung**

Die harmonisierte Mantelleitung H05VV wird langfristig den Typ NYM ersetzen. Aufgrund des Isolierwerkstoffes VPE ist die Strombelastbarkeit deutlich höher als bei dem Isolierwerkstoff PVC und bietet daher eine zusätzliche thermische Reserve. Außerdem verringert sich die Brandlast. Die Mantelleitung H05VV kann mit folgenden Einschränkungen wie NYM verlegt werden:

- Die Verlegung in Beton ist ausgeschlossen.
- H05VV darf nur in Innenräumen (trockene und feuchte Räume) verlegt werden.

#### **Gummischlauchleitungen**

Gummischlauchleitungen der Bauarten H05RN-F und H07RN-F können in trockenen, feuchten und nassen Räumen sowie im Freien verlegt werden. Gummischlauchleitungen sind flexible Leitungen. Nach VDE 0100 Teil 520 müssen ortsveränderliche Betriebsmittel, aber auch Betriebsmittel, die Bewegungen oder Vibrationen ausgesetzt sind oder zum Zwecke des Anschließens, Reinigens oder Reparierens vorübergehend von ihrem Befestigungsort entfernt werden müssen, mit flexiblen Leitungen angeschlossen werden.

Die Bauart H05RN-F wird bei geringen mechanischen Beanspruchungen (Anschluss von Elektrogeräten und Werkzeugen) verwendet. Die Bauart H07RN-F wird bei mittleren mechanischen Beanspruchungen (Anschluss gewerblich genutzter Elektrogeräte und Werkzeuge) verwendet.

### Steuerleitungen mit PVC- Isolierung

PVC- Steuerleitungen der Bauart NYSLYÖ werden bei mittleren mechanischen Beanspruchungen als Anschluss- und Verbindungsleitungen für Steuergeräte an Betriebsmitteln (Werkzeugmaschinen, Förderanlagen, Fertigungsstrassen usw.) in Industrie- und Gewerbebetrieben verwendet. Der Außenmantel weist eine hohe Beständigkeit gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit, Ölen, Fetten und Chemikalien auf. Die Verlegung ist in trockenen, feuchten und nassen Räumen, aber nicht im Freien zulässig. Die Leitung ist sowohl für feste Verlegung als auch für flexible Anwendungen bei freier Bewegung geeignet.

### Kabel mit PVC- Isolierung

PVC- Kabel der Bauart NY Y können in Innenräumen, Kabelkanälen, im Freien, in Beton und in der Erde verlegt werden. Auch die Verlegung im Wasser ist zulässig.




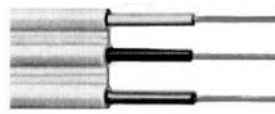


Leitungen		DIN VDE 0281 T. 1/04.85		DIN VDE 0282 T. 1/04.85	
		Isolierte Leitungen für feste Verlegung			
Bezeichnung	Abbildung	Kurzzeichen		Aderzahl	Verwendung
		alt	neu		
Kunststoff-Fassungsadern		NYFA	HO5V-U	1	Verdrahtung in Leuchten
		NYFAF	HO5V-K		
Gummiaderleitung mit erhöhter Wärmebeständigkeit		N2GAFU	HO5SJ-K	1	Verdrahtung in Leuchten, in Schalt- und Verteilern. Verlegung in Rohren in trockenen Räumen bis 180°C
Kunststoffaderleitungen		NYA	HO7V-U	1	Verdrahtung in Schalt- und Verteilern. Verlegung in Rohren in trockenen Räumen
		NYAF	HO7V-R HO7V-K		
Stegleitungen		NYIF	---	2 ... 5	Verlegung in oder unter Putz in trockenen Räumen
Mantelleitungen		NYM	---	1 ... 5	Verlegung auf, in und unter Putz in trockenen und feuchten Räumen und im Freien
Bleimantelleitungen		NYBUY	---	1 ... 5	Verlegung auf, in, unter und über Putz in trockenen und feuchten Räumen und im Freien

Abb. 3.3: Leitungsarten






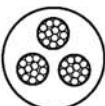




<b>Kabelarten</b>				DIN VDE 0271/06.86 DIN VDE 0100 T.540/05.86	
<b>Kabelbezeichnungen</b>					
Kurzz.	Erklärung	Kurzz.	Erklärung		
N	genormte Ausführung, folgende Buchstaben in der Reihenfolge des Kabelaufbaus angefügt	B CW	Bewehrung aus Stahlband konzentrischer, wellenförmiger aufgebrachtener Leiter		
A H E	Leiter aus Aluminium Schirmung (Höchststädter-Kabel) Mehrmantelkabel, einzeln mit Metall- und Korrosionsschutz umgebene und verseilte Adern	F FO R RO Gb	Bewehrung aus Stahlflachdraht Bewehrung aus Stahlflachdraht - offen Bewehrung aus Stahlrunddraht Bewehrung aus Stahlrunddraht - offen Gegen- oder Haltewendel aus Stahlband mit mindestens 50 % Bedeckung		
K KL E	Bleimantel gepreßter, glatter Al-Mantel Schutzhülle mit eingebetteter Schicht (Bewicklung aus Kunststoff)	Z	Bewehrung aus Z-förmigem Stahlprofil-draht		
Y	Schutzhülle in Form eines Mantels aus thermoplastischem Kunststoff	A Y	Schutzhülle bzw. äußere Schutzhülle aus Faserstoffen Mantel aus PVC		
<b>Kabelarten (Auswahl)</b>			<b>Kabelangaben über Leiterform und Leiteraufbau</b>		
Niederspannungskabel bis $U_0/U = 0,6/1$ kV			Abbildung	Kurzz.	Erklärung
Bezeichng.	Abbildung	Erklärg./Verwendg.		SM	sektorförmiger Leiter, mehrdrähtig
NKBA 0,6/1 kV		Massekabel mit äußerer Schutzhülle, Leitungsnetze			
NY Y 0,6/1 kV		Kunststoffkabel, im Freien und in der Erde, Ortsnetze		SE	sektorförmiger Leiter, eindrähtig
NAY Y 0,6/1 kV		Al-Kabel, im Freien, in der Erde, im Wasser, Ortsnetze		RM	runder Leiter, mehrdrähtig
NY CW Y NAY CW Y 0,6/1 kV		Al-Kabel mit konzentrischem Cu-Leiter, Verwendung wie NAY V		RE	runder Leiter, eindrähtig
NA K L E Y 0,6/1 kV		Massekabel mit PVC-Schutzhülle und Al-Mantel als PEN-Leiter, Verwendung wie NAY Y	<b>Zuordnung<sup>1)</sup> des Schutz- oder PEN-Leiters zum Außenleiter (Auszug)</b>		
Mittelspannungskabel $U_0/U = 17,3/30$ kV			Querschnitt in mm <sup>2</sup> von		
NKBA NAKBA 3,6/6 kV 6/10 kV	Aufbau wie Niederspannungskabel mit dickerer Isolierung	Massekabel, Innenräume, Erdverlegung in Netzen	Außenleiter		Schutz- oder PEN-Leiter
NY F G b 3,6/6 kV		Kunststoffkabel mit Stahldrahtbewehrung, Industriernetze	1,5 2,5 4 6 10 16 25	35 50 70 95 120 150 185	1,5 2,5 4 6 10 16 16 95
			1) Zuordnung gilt für isolierte Starkstromleitungen und 0,6/1 kV-Kabel mit 4 Leitern		

Abb. 3.4: Kabelarten

### Telefon-/Schwachstromleitung JY(ST)Y

Anwendungsbereich:

- Fernmeldeinstallationen innerhalb von Gebäuden in trockenen und feuchten Räumen sowie im Freien
- Übertragung von Signalen und Messwerten der Steuer- und Regeltechnik
- Übertragung von Informationen in Daten- und Prozessrechenanlagen
- Sprechstellen- und Nebenstellenausbau
- Signal- und Messdatenübertragung

Geeignet für eine feste Verlegung an Außenwänden von Gebäuden. Durch den statischen Schirm (St) sind die Übertragungskreise gegen äußere elektrische Störfelder geschützt.

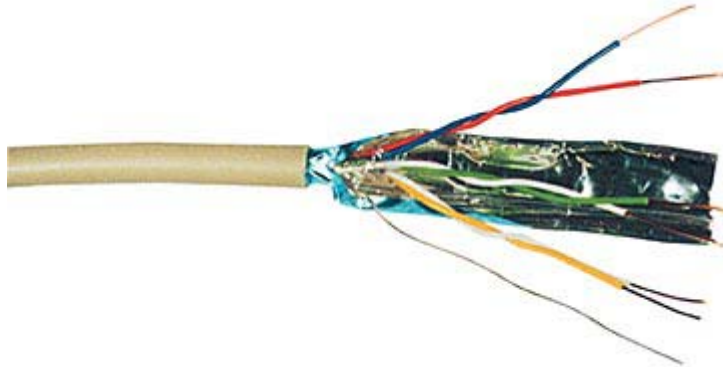


Abb. 3.5: Telefonleitung (siehe Anhang)

### Glasfaserkabel

Ein Glasfaserkabel, auch als Lichtwellenleiter bezeichnet und LWL abgekürzt, ist eine sehr feine zylindrische Faser aus hochreinem Silikatglas. Ein solcher Leiter besteht aus einem Kern mit einem bestimmten Kernradius und einem diesen umgebenden Mantel, der eine etwas geringere optische Dichte hat als der Kern. Durch diese Anordnung ist das Licht in der Lage, sich im Kern auszubreiten ohne das Glasfaserkabel zu verlassen. Zur Erhöhung der Zugfestigkeit und zum Schutz vor äußeren, mechanischen Schäden ist die Faser je nach Anforderungen von weiteren Hüllen umgeben.

Als Übertragungsmedium von Informationen erfordern Lichtwellenleiter eine grundsätzlich andere Technologie.

### Innenkabel

Zentraladerkonstruktion



Abb. 3.6: Innenkabel I-D(ZN)H n (siehe Anhang)

Anwendungsbereich I-D(ZN)H n:

- Verbindungskabel zwischen Haupt- und Endverteiler, geeignet für den Steigzonenbereich, aufsplissbar in Endverteiler

Merkmale:

- Dünnes, flexibles Innenkabel mit max. 12 Fasern, halogenfreier, flammwidriger Mantel

**Außenkabel**

metallfrei, unarmiert



Abb. 3.7: Außenkabel A-D(ZN)2Y n x m (siehe Anhang)

Anwendungsbereich A-D(ZN)2Y n x m:

- Einzug bzw. Einblasen in Kunststoffrohranlagen, Verlegen auf Pritschen und in Kabelschächte, direkte Erdverlegung

Merkmale:

- Metallfreier, leichter Aufbau, gutes Liegeverhalten, zwei Aufreisszwirne zum Öffnen des Mantels, längs- und querwasserdicht.

Vorteile:

- Unempfindlich gegenüber elektrischen und magnetischen Einflüssen
- Produziert auch selbst keine Störstrahlungen (kein Nebensprechen)
- Vollständige galvanische Entkopplung von Sender und Empfänger
- Kein Blitzschutz erforderlich
- Geeignet für den Einsatz in explosionsgefährdeten Umgebungen (bei Kabelbruch keine Gefahr der Funkenbildung)
- Hohe Abhörsicherheit
- Geringes Kabelgewicht
- Kleiner Kabelquerschnitt
- Hohe Übertragungsleistung
- Geringe Signaldämpfung, d. h. große Reichweiten ohne Einsatz von Verstärkern.

Nachteile:

- Relativ teuer
- Aufwendige Anschlusstechnik, z. T. auch wegen fehlenden Normierungen; nicht für alle Topologien geeignet (z. B. für Busnetze – problemlos aber bei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, wie in Stern- oder Ringnetzen).

**3.4 Farbkennzeichnung**

Die Aderisolationen sind folgendermaßen farblich gekennzeichnet:

Aderzahl	mit Schutzleiter	ohne Schutzleiter
2		feste Verlegung <b>sw,bl</b> ortsveränderliche Verbraucher <b>br, bl</b>
3	gn-ge, sw, bl	sw, bl, br
4	gn-ge, sw, bl, br	sw, bl, br, sw
5	gn-ge, sw, bl, br, sw	sw, bl, br, sw, sw
>5	gn-ge, 1 2 3 4 5 .....	1 2 3 4 5 6 .....
gn-ge = grün-gelb sw = schwarz bl = blau br = braun		

Abb. 3.8: Farbkennzeichnung



### **Festlegungen zum Einsatz der farblich gekennzeichneten Adern**

Der Einsatz der farblich gekennzeichneten Adern ist wie folgt festgelegt:

Bei mehr als 5 Adern sind die Aderisolationen schwarz und mit einem Zahlendruck versehen.

Der Neutralleiter (N) muss in seinem gesamten Verlauf hellblau gekennzeichnet sein.

Ist in einem Leitungsabschnitt kein neutraler Leiter erforderlich, darf die hellblaue Ader auch als Außenleiter (z. B. bei 4-adrigen Pumpenleitungen L 1, L 2, L 3) verwendet werden.

Die grün-gelbe Ader darf **nur** für Schutzleiter (PE) und für Schutzleiter mit Neutralleiterfunktion (PEN) verwendet werden; eine Verwendung für andere Zwecke ist nicht erlaubt.

Für die Außenleiter L 1, L 2 und L 3 ist die Farbe nicht festgelegt.

## **3.5 Verlegearten von Kabel und Leitungen**

### **Verlegung im und unter Putz**

In zu Wohnzwecken dienenden Räumen müssen Kabel und Leitungen nach DIN 18015 unsichtbar verlegt werden. Die Verlegung im und unter Putz ist daher hier die übliche Verlegeart. Die Verlegung der Kabel und Leitungen erfolgt senkrecht oder waagrecht parallel zu den Raumkanten innerhalb der Installationszonen. In trockenen Räumen werden überwiegend Mantelleitungen, Stegleitungen und Einzeladerleitungen in Elektroinstallationsrohren verwendet. In feuchten Räumen ist die Verlegung von Stegleitung oder Einzeladern im Elektroinstallationsrohr unzulässig. Durch Fräs- oder Stemmarbeiten darf die Standfestigkeit von Wänden nicht beeinträchtigt werden.

### **Verlegung auf Putz**

Die Verlegung von Leitungen oder Kabel auf Putz kommt bei der Installation von nicht zu Wohnzwecken dienenden Räumen oder bei der Nachinstallation auch von Wohnräumen in Frage. Typische Anwendungsorte sind z. B. Keller, landwirtschaftliche Anwesen, Gewerbe- und Industrieanlagen.

Der Leitungsverlauf ist senkrecht oder waagrecht parallel zu den Raumkanten zu Planen. In der Regel kommen Mantelleitungen zum Einsatz und in der Industrie werden auch Kabel verwendet. Diese können im Elektroinstallationsrohr oder auf Abstandschellen (feuchte Räume) verlegt werden. Auch die Verlegung von Mantelleitungen mit Hilfe von Nagelschellen ist möglich. Da die Verlegung auf Putz sichtbar ist, sollte sich ein guter optischer Gesamteindruck ergeben. Bei Mantelleitungen sollte der Schellenabstand in der Waagrechten 0,25 m und in der senkrechten 0,5 m nicht überschreiten.

### **Verlegung in Elektroinstallationsrohren**

Die Verlegung von Leitungen in Elektroinstallationsrohren bietet den Vorteil von nachträglichen Änderungs- oder Erweiterungsmöglichkeiten. Außerdem ist die Leitung zusätzlich gegen mechanische Einwirkungen geschützt. Nach VDE 0605 sind Elektroinstallationsrohre mit Buchstaben gekennzeichnet, die die möglichen Druckbeanspruchungen, den Werkstoff und das Verhalten im Brandfall wiedergeben:

- Kennzeichnung AS für schwere Druckbeanspruchung, z. B. für die Verlegung in Stampf- und Schüttelbeton.
- Kennzeichnung A für mittlere Druckbeanspruchung, z. B. für die Verlegung auf, unter oder im Putz.
- Kennzeichnung B für leichte Druckbeanspruchung, z. B. für die Verlegung unter oder im Putz.
- Kennzeichnung C für Isolierstoffrohre, vorgeschrieben für die Verlegung auf Putz und in Hohlräumen.
- Kennzeichnung F für flammwidrige Rohre, vorgeschrieben für die Verlegung auf Putz und in Hohlwänden. Rohre ohne F – Kennzeichnung dürfen nicht auf Putz verlegt werden.

Beispiel:

ACF = flammwidriges Rohr aus Isolierstoff für mittlere Druckbeanspruchung.

### **Verlegung in Beton**

In Beton, der einem Schüttel-, Rüttel-, oder Stampfprozess unterzogen wird, dürfen nur Kabel, z. B. NYY, direkt verlegt werden. Aderleitungen oder Mantelleitungen müssen in Elektroinstallationsrohre mit dem Kennzeichen AS verlegt werden. Mantelleitungen dürfen jedoch in Aussparungen, die später mit Beton bedeckt werden, verlegt werden.

### **Verlegung in Hohlwänden**

Bei der Installation von Fertighäusern oder in nachträglichen gesetzten Leichtbauwänden erfolgt die Leitungsführung innerhalb der Wandzwischenräume, Kabel und Leitungen müssen eine äußere Umhüllung aus flammwidrigen Kunststoff, z. B. PVC, aufweisen. Bei der Verlegung in Elektroinstallationsrohren müssen diese das Kennzeichen ACF nach VDE 0605 aufweisen. Nicht festverlegte Kabel und Leitungen innerhalb der Hohlwände müssen an den Anschlussstellen (z. B. Hohlwand Dosen) zugentlastet werden. Als Leitungsmaterial wird in der Regel NYM bzw. H05VV verlegt. Stegleitungen dürfen für die Hohlwandinstallation nicht verwendet werden, da die Konstruktion der Leitung hierfür ungeeignet ist.

### **Verlegung in Erde**

Im Erdreich dürfen nur Kabel, z. B. NYY, verlegt werden. Diese sind mindestens 0,6 m unter der Erdoberfläche zu verlegen; unterhalb von Straßen muss die Verlegetiefe mindestens 0,8 m betragen. Damit die Kabel im Erdreich bzw. beim Verlegen nicht beschädigt werden, erfolgt die Verlegung auf glatter steinfreier Grabensohle oder in einer Sandschicht. Die zusätzliche Abdeckung mit Kabelhauben oder der Einsatz von Trassenwarnbändern bietet Schutz bei späteren Erdarbeiten. In Ausnahmefällen kann auch Mantelleitung in unterirdischen Schutzrohren auf kurzen Strecken verlegt werden. Dabei muss die Leitung auswechselbar sein. Das Rohr muss gegen das Eindringen von Flüssigkeiten geschützt und belüftet sowie mechanisch fest sein.

### **Verlegung von Haupt- und Hilfsstromkreisen**

Bei der Verlegung von Aderleitungen dürfen nur die zu einem Hauptstromkreis gehörigen Hilfsstromkreise in einem Rohr, einem einzügigen Kanal oder in einem Zug eines mehrzügigen Kanals zusammengefasst werden.

Eine Erleichterung gilt für mehr- bzw. vieladrige Leitungen oder Kabel. Hierbei ist es gestattet mehrere Hauptstromkreise einschließlich der dazugehörigen Hilfsstromkreise in einer Leitung oder einem Kabel zusammenzufassen.

Erfolgt die Verlegung von Hilfsstromkreisen getrennt von den dazugehörigen Hauptstromkreisen, dürfen mehrere Hilfsstromkreise in einer Hülle (Rohr, mehr- bzw. vieladrige Kabel usw.) zusammengefasst werden. Das Zusammenfassen bietet Vorteile beim Anschluss von Antriebsgruppen, kann jedoch auch die Übersichtlichkeit verschlechtern. Keinesfalls dürfen einzelne Leiter eines Hauptstromkreises auf verschiedene Leitungen, Kabel, Rohre usw. aufgeteilt werden, die auch Leiter anderer Stromkreise enthalten.

Ein gemeinsamer Neutralleiter für mehrer Hauptstromkreise ist unzulässig. Es ist jedoch erlaubt aus einem Drehstromkreis mit einem Neutralleiter drei Wechselstromkreise aus je einem Außenleiter und dem Neutralleiter zu bilden. In diesem Fall muss aber die Zugehörigkeit der Stromkreise durch ihre Anordnung erkennbar bleiben, und der Drehstromkreis muss durch einen Schalter getrennt werden können. Der Schalter muss dabei alle nicht geerdeten Leiter gleichzeitig schalten. Diese Installationsart wird in der Praxis bei der Aufteilung von Leuchtengruppen auf die Außenleiter eines Drehstromkreises angewendet.

### **3.6 Leitungsverbindungen, Anschluss- und Verbindungsklemmen**

Eine Leitungsverbindung oder das Anschließen von Leitern darf nur auf isolierenden Unterlagen oder mit isolierenden Umhüllungen vorgenommen werden. Man unterscheidet Anschlussklemmen, die nur zum Anschluss von Betriebsmitteln gedacht sind und Verbindungsklemmen, die Abzweigungen und Verbindungen erlauben. Betriebsmittel, z. B. Steckdosen, die durchgeschleift werden, müssen über Verbindungsklemmen nach VDE 0620 und 0632 verfügen.

Verbindungsstellen können sein: Schraubklemmen, schraubenlose Klemmen, Kerb- oder Nietverbinder, Steckverbinder, gelötete oder geschweißte Verbindungen.

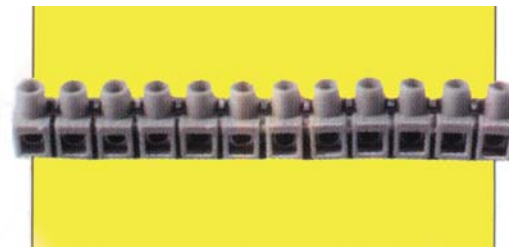


Abb. 3.9: Dosenklemmen

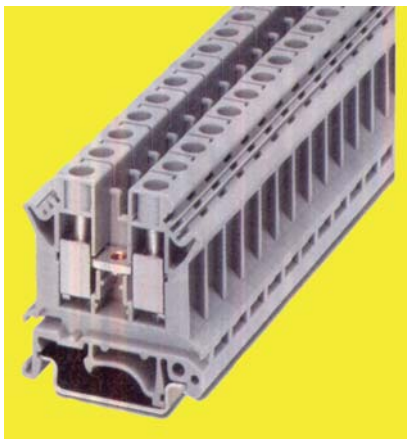


Abb. 3.10: Reihenklemmen

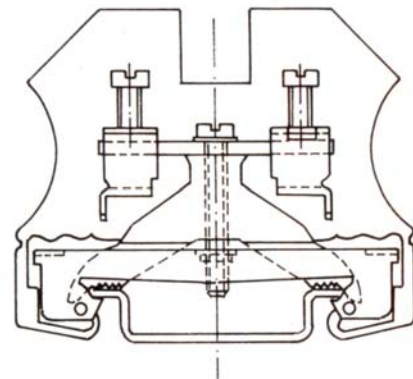


Abb. 3.11: Reihenklemme Schnittzeichnung

#### **Zugänglichkeiten von Verbindungsstellen**

Grundsätzlich müssen lösbare Verbindungen, z. B. Schraubklemmen, schraubenlose Klemmen, Press- und Steckverbinder usw., zugänglich bleiben, sofern sie nicht in der Erde (z. B. in Muffen) angeordnet sind. Vergossene Verbindungsstellen, gelötete oder geschweißte Verbindungen gelten als nicht lösbar. Als zugänglich gelten Verbindungsstellen auch dann, wenn dabei Konstruktionselemente des Gebäudeausbaus (z. B. Platten einer abgehängten Decke oder eines Doppelbodens) auf einfache Weise entfernt werden können. Die Zugänglichkeit ist auch bei Verbindungsstellen der Unterflurinstallation gegeben, wenn hierfür die Einbaueinheiten entfernt werden müssen.

Für Querschnitte bis 2,5 mm<sup>2</sup> können als Verbindungsmittel in Verbindungsdosen lose, isolierte Einzelklemmen verwendet werden. Bei Querschnitten ab 4 mm<sup>2</sup> sind nur Klemmen zulässig, die in ihren Verbindungsdosen in ihrer Lage fixiert sind. Die im Inneren der Dose angebrachte Aufschrift über den Leiterquerschnitt, der maximal zulässigen Anzahl der Klemmen und der Leiter, muss beachtet werden.

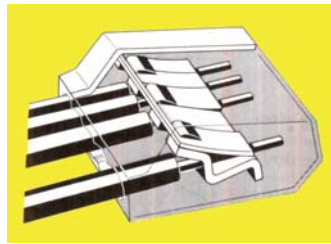


Abb. 3.12: Schraubenlose Klemme

### Zugentlastungsvorrichtungen

Auf den Schutz von Anschluss- und Verbindungsstellen vor mechanischer Beanspruchung muss besonders geachtet werden. Unzulässig ist das Verknoten der Leitung in sich oder das Anbinden der Leitung am Betriebsmittel anstelle einer ordentlichen Zugentlastung. Durch die Zugentlastung selbst darf die Leitung oder das Kabel nicht beschädigt werden. Kabelverschraubungen und Leitungseinführungen dürfen nur dann als Zugentlastungsmittel benutzt werden, wenn sie dafür vom Hersteller vorgesehen sind.

Bei ortsveränderlichen Betriebsmitteln muss der Schutzleiter der Anschlussleitung länger als die stromführenden Leiter ausgeführt werden. Dies ist erforderlich, damit bei Versagen der Zugentlastung eine Belastung oder das Abreißen des Schutzleiters erst nach den stromführenden Leitern möglich ist.

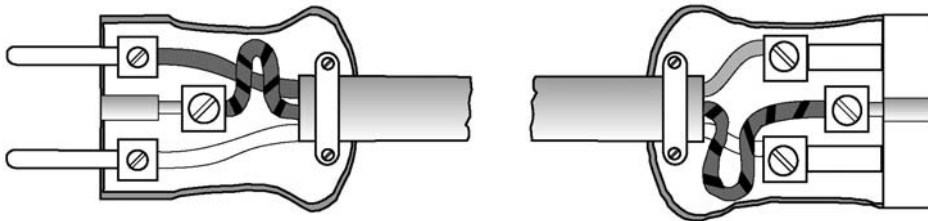


Abb. 3.13: Stecker und Kupplung mit Zugentlastung

### Anschluss von mehr-, fein- und feinstdrähtigen Leitern

Damit ein Abspalten oder Abquetschen einzelner Drähte von mehr-, fein-, oder feinstdrähtigen Leitern verhindert wird, muss eine der folgenden Maßnahmen ergriffen werden:

- Verwendung von geeigneten Klemmen für mehr-, fein-, oder feinstdrähtigen Leitern oder
- Verwendung von Aderendhülsen

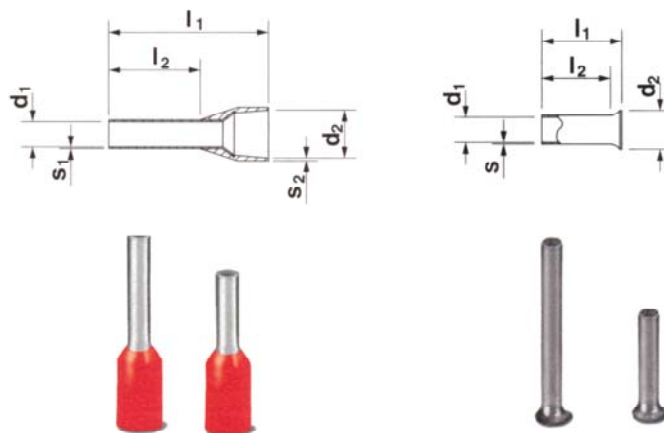


Abb. 3.14: Aderendhülsen mit und ohne Kunststoffkragen

Man unterscheidet zwischen Aderendhülsen mit und ohne Kunststoffkragen für die Leiterquerschnitte von  $0,5 \text{ mm}^2$  bis  $10 \text{ mm}^2$ .

### **3.7 Testfragen**

1. Für welche Zwecke darf eine grün/gelbe Ader in einer mehradrigen Leitung benutzt werden?
2. Was bedeutet der Aufdruck H07- auf einer Leitung?
3. Wie ist eine VDE-geprüfte Leitung gekennzeichnet?
4. Dürfen PVC – Aderleitungen direkt auf oder unter Putz verlegt werden?
5. Wo dürfen Stegleitungen nicht verlegt werden?
6. Wo dürfen Mantelleitungen mit PVC – Isolierungen bzw. VPE – Isolierungen verlegt werden?
7. Dürfen Leitungen im Erdreich verlegt werden?
8. Nennen Sie Anwendungsgebiete für Gummischlauchleitungen?
9. Darf in Wohnungen die Verlegung von Leitungen auf Putz erfolgen?
10. Was bedeutet die Kennzeichnung ACF auf einem Elektroinstallationsrohr?
11. Dürfen Haupt – und Hilfsstromkreise in eine Leitung zusammengefasst werden?
12. In welchen Fällen ist ein gemeinsamer Neutralleiter für mehrere Hauptstromkreise zulässig?
13. Wann müssen Verbindungsstellen zugänglich sein?
14. Wie muss der Anschluss von Leitern vorgenommen werden?
15. Wie müssen Leiterverbindungen ausgeführt werden?
16. Auf welche Weise werden Anschluss- und Verbindungsstellen vor mechanischer Beanspruchung geschützt?
17. Was ist beim Anschluss von ortsveränderlichen Betriebsmitteln zu beachten?
18. Ist das Verlöten von feindrätigen Leiterenden zulässig?
19. Dürfen mehrere Stromkreise in einer Verbindungsdose zusammengefasst werden?
20. Was muss beim Anschluss des Schutzleiters in einem Schutzkontaktstecker oder einer Schutzkontaktkupplung beachtet werden?

## **3.8 Übung**

### **Herstellung einer Verlängerungsleitung**

Die Auszubildenden sollen eigenständig eine fehlerfreie Verlängerungsleitung mit Schutzkontaktsteckern herstellen können. Das Lernziel gilt als erreicht, wenn der Auszubildende eine CEE-Verlängerungsleitung von 10 m Länge hergestellt hat.



Abb. 3.15: Verlängerungsleitung

#### Feinlernziele (theoretisch)

Die Auszubildenden sollen:

- die dabei zu beachtenden Regeln nennen können,
- ihre Arbeit durch Sichtkontrolle überprüfen können,
- Aderendhülsen selbstständig zum verwendeten Kabelquerschnitt auswählen können.

#### Feinlernziele (praktisch)

Die Auszubildenden sollen:

- flexible Leitungen mit Hilfe eines Kabelmessers abmanteln können,
- Drähte mit Hilfe einer Abisolierzange abisolieren können,
- Anschlusssteile (Aderendhülsen) mit Hilfe einer Aderendhülsenzange an Leitungen anbringen können,
- Leitungen mit einem Stecker durch Klemmen mittels eines Schraubendrehers verbinden können.

Die Auszubildenden sollen von der Notwendigkeit und Bedeutung des sorgfältigen Arbeitens überzeugt sein und die nötige Sorgfalt anwenden. Außerdem erkennen sie den Grund qualitätsbewusst zu arbeiten.

#### **Werkzeuge:**

- Kabelmesser
- Seitenschneider
- Abisolierzange
- Aderendhülsenzange
- Schraubendreher

**Material:**

<b>lfd. Nr.</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Material</b>	<b>Bemerkungen</b>
1	1	CEE- Stecker 16 A	
2	1	CEE- Kupplung 16 A	
3	10 m	Gummischlauchleitung	H07-RN-F 5G2,5
4	10	Aderendhülsen	2,5 mm <sup>2</sup>

Abb. 3.16: Materialliste

1. Für die einzusetzende Steckvorrichtung ist der Leitungsmantel mittels Mantelschneider für die ausgewählte Leitung auf die erforderliche Länge abzuziehen. Für die Leitungsführung im Stecker oder in der Kupplung muss eine Länge von 20 mm bis 30 mm zugegeben werden.  
Die Anschlussader für die Schutzleiterklemme muss länger als die übrigen Adern sein.  
Sichtkontrolle auf Beschädigung der Leiterisolation.
2. Mit der Abisolierzange werden die Adern auf Klemmenlänge vorsichtig abisoliert und Aderendhülsen aufgespritzt.
3. Nach dem Anklemmen der Adern muss auf festen Sitz der Anschlussschraube geachtet werden.
4. Beim Aufsetzen der Zugentlastungsschelle muss der Leitungsmantel ca. 2 mm überstehen.
5. Bei Drehstrom-Steckdosen müssen die einzelnen Adern so angeschlossen werden, dass sich ein Rechtsdrehfeld ergibt.
6. Die Überprüfung der elektrischen Parameter ist notwendig, aber nicht Bestandteil dieser Übung

