

# Kapitel 13

# Regeln der Technik

## 13.9

# Leiter und Leitungen

**6 Auflage.**  
20. August 2017



**Bearbeitet durch:**

Berufsgruppe Montageelektriker  
GIBZ  
Gewerblich-industrielles Bildungszentrum Zug  
Baarerstrasse 100  
6300 Zug

**Ansprechperson:**

Niederberger Hans-Rudolf  
dipl. Elektroingenieur FH/HTL/STV  
dipl. Betriebsingenieur HTL/NDS  
dipl. Berufsfachschullehrer EHB  
Vordergut  
8772 Nidfurn

Telefon	055 644 38 43	P
	041 728 33 33	G
Telefax	041 728 30 39	G
E-Mail	hans- ruedi.niederberger@gibz.ch	
Web	www.ibn.ch	P
	www.gibz.ch	G

# Inhaltsverzeichnis

## 13 REGELN DER TECHNIK

### 13.9 Leiter und Leitungen

- 13.9.1 Kennzeichnung der Leiter und Leitungen
- 13.9.2 Kurzzeichen der Leiter und Leitungen
- 13.9.3 Zulässige Temperaturen der Leiter und Leitungen
- 13.9.4 Bemessung der Rohre
- 13.9.5 Rohrbeschriftungen
- 13.9.6 Verlegearten
- 13.9.7 Strombelastbarkeit
- 13.9.8 Querschnitte nach Verlegearten
- 13.9.9 Bezeichnung der Leitungsabschnitte
- 13.9.10 Ortsfeste Leitungen
- 13.9.11 Ortsveränderliche Leitungen
- 13.9.12 Halogenfreies Material



#### BiVo

Probleme umfassend bearbeiten  
Verstehen und anwenden  
Erinnern

BAF Betriebliche Aufgaben und Funktionen  
1.3 Organisation und Zuständigkeit

1.3.2 Elektrotechnische Organisationen

- Internationale Organisationen:  
Internationale Elektrotechnische Kommission IEC,  
Internationale Fernmelde Union ITU
- Europäische Organisationen:  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung CENELEC,  
Europäische Normungsinstitut Fernmeldewesen ETSI
- Schweizerische Organisationen:  
electrosuisse/SEV,  
Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik,  
Schweizerisches Elektrotechnisches Komitee CES (Nationalkomitee der IEC),  
Technische Komitees TK (u. a. TK 64),  
Schweizerischer Verband der Telekommunikation asut,  
Schweizerische Normenvereinigung SNV

TD Technische Dokumentation  
4.3 Regeln der Technik

4.3.1 Gesetze, Verordnungen, Normen

Die Lernenden erklären die Zusammenhänge zwischen Gesetz, Verordnungen, Normen und ergänzenden Weisungen der Netzbetreiber.

4.3.2 NIV

Die Lernenden erklären den Inhalt und die Bedeutung der NIV und zeigen deren Verwendung auf. Die Lernenden.

4.3.3 Gliederung der NIN

Die Lernenden beschreiben die Gliederung der Niederspannungs-Installations-Norm (NIN) und erläutern im Grundsatz die Bedeutung der einzelnen Kapitel in Bezug auf die praktische Tätigkeit.

4.3.4 Bestimmungen Erstellung, Betrieb und Unterhalt

Die Lernenden erläutern und begründen die wesentlichen Bestimmungen der Niederspannungs-Installations-Norm (NIN) für die Erstellung und den Unterhalt von elektrischen Installationen.

4.3.5 Personen- und Sachenschutz

Die Lernenden erläutern und begründen die Bestimmungen der NIV und der NIN zum Schutz von Personen und Sachen.

4.3.6 Prüfen elektrischer Anlagen

Die Lernenden erläutern die Bestimmungen zum Prüfen von elektrischen Anlagen.

4.3.7 Richtlinien für die Installation von Kommunikationsanlagen (RIT)

Die Lernenden erläutern und begründen Richtlinien, welche bei informations- und kommunikationstechnischen Anlagen angewendet werden (RIT).

BET Bearbeitungstechnik  
2.1 Werkstoffe

2.1.2 Thermisches Verhalten

- Schmelzpunkt
- Siedepunkt
- Hitzebeständigkeit
- Wärmekapazität
- Wärmeleitfähigkeit

## Änderungen

Pos.	Titel	Bemerkung	Änderung durch	Datum der Änderung
1	13.9.7 Strombelastbarkeit	Inhalt angepasst	AMPE	20.08.17
2	Bearbeitet, Ansprechperson Änderungsliste	Änderungsliste eingefügt	NIHA	21.08.17
3				
4				
6				
7				

# 13 Regeln der Technik

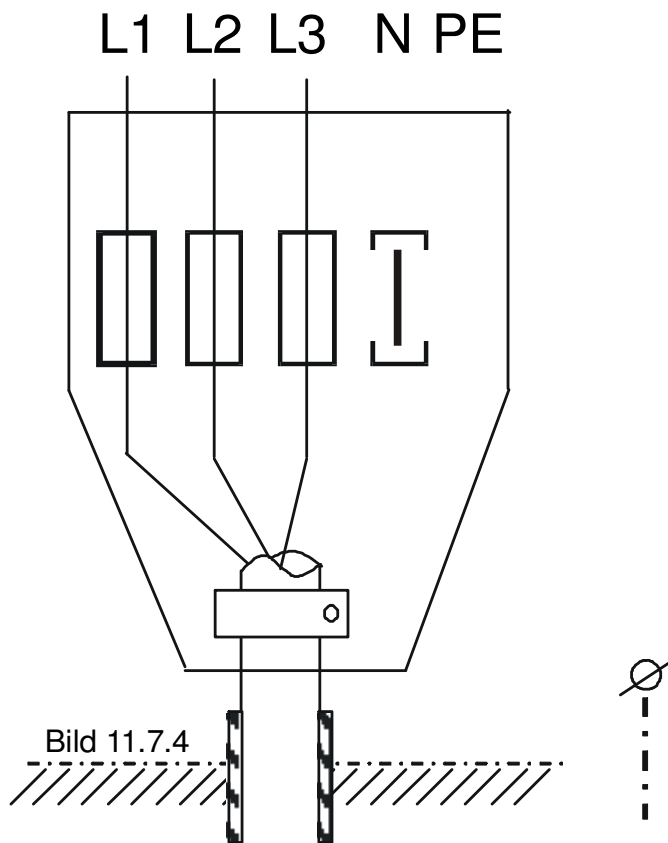
## 13.9 Leiter und Leitungen

### 13.9.1 Kennzeichnung der Leiter und Leitungen

## TN-S

Ergänzen Sie die fehlenden Verbindungen und Bezeichnungen. Als Erder ist ein Fundamenterder zu verwenden. Alle Leiterfarben sind richtig zu wählen.

Was bedeutet TN-S:

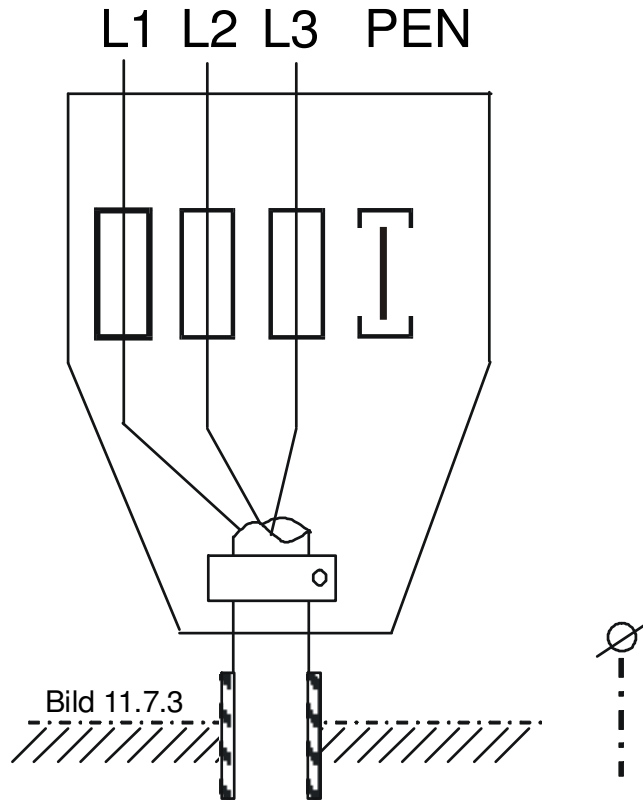


**Wichtige Vorschriften:**

# TN-C

Ergänzen Sie die fehlenden Verbindungen und Bezeichnungen. Als Erder ist ein separater Erder im Betonfundament (zB. Bändereder) einzuzeichnen. Alle Leiterfarben sind richtig zu wählen.

Was bedeutet TN-C:



**Wichtige Vorschriften:**

## 13.9.2 Kurzzeichen der Leiter und Leitungen

Tabelle der wichtigsten Kurzzeichen für Leiter und Kabel nach schweizerischen Gegebenheiten. In der NIN unter 5.2.1.2.2 wird auf die möglichen Arten der Leiter und Leitungen hingewiesen.

Kurzzeichen	Bemerkungen und Erläuterungen
B	Baumwolle
F	Fassungsadern
G	Gummi
J	Jute
P	Papier
Pb	Bleimantel
S	Seide
T	Thermoplast

Kurzzeichen	Bemerkungen und Erläuterungen
a	Armirt
c	Korrosionsbeständig
d	Doppelt
f	Flach
i	Imprägniert
k	Kältebeständig
l	Leicht
r	Rund
t	Torquiert (verdrillt)
v	Verstärkt (elektrisch oder mechanisch)
w	Wärmebeständig

Bild Tdlr
Bild GrBB
Bild Tlf
Bild Gdv

Beispiele 1: Was bedeutet die Abkürzung Tdlr? T _____ d _____ l _____ r _____	Beispiele 1: Was bedeutet die Abkürzung GrBB? G _____ r _____ B _____ B _____
Beispiele 1: Was bedeutet die Abkürzung Tlf? T _____ l _____ f _____	Beispiele 1: Was bedeutet die Abkürzung Gdv? G _____ d _____ v _____

### 13.9.3 Zulässige Temperaturen der Leiter und Leitungen

Tabelle der Höchstzulässigen Temperaturen  
 an der Leiteroberfläche

Kurzzeichen	Isolierstoff	Betrieb [°C]	Kurzschluss [°C]
PVC	Polyvinylchlorid, Thermoplast	70	150
VPE	Vernetztes Polyethylen	90	250
EPR	Äthylen-Propylen-Kautschuk	90	250
PUR	Schlauchleitung mit Polyurethan	60	150
Mineral	mit PVC Schutzhülle	70	150
Mineral	nicht in Kontakt mit brennbaren Stoffen	105	150

NIN NIN  
 5.2.3.1.1.4 5.2.1.2.3.4

## 13.9.4 Bemessung der Rohre

Tabelle 5.2.1.3.5 Bemessung der Rohre

Rohrdurchmesser in mm		maximale Anzahl isolierter Leiter									
M-Gewinde		Querschnitt der Leiter in mm <sup>2</sup>									
Rohr Nr.	minimal										
DN	di	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	
16	9,5	3	(5)	3	2	1					
20	13	7	(9)	5	3	2	1	1			
25	18	13		8	4	3	3	1	1	1	
32	24				7	5	4	2	2	1	1
40	31					7	5	5	3	2	2
50	39						7	7	5	5	3
63	51								7	7	7

() Leiterzahl für AP verlegte Rohre



## 13.9.5 Rohrbeschriftungen

Online-Normendienst  
 für ep<sup>PLUS</sup>-Abonnenten  
 Bestellen Sie  
 auf Seite 426

FORTBILDUNG

### KOMMENTARE

#### Elektroisolierrohre

DIN EN 61386-1 2009-03  
 (VDE 0605-1)

#### Elektroinstallationsrohrsysteme für elektrische Energie und für Informationen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Die neu herausgegebene Norm – als Ersatz für DIN EN 61386-1 (VDE 0605-1):2004-07 – enthält Anforderungen und Prüfungen für Elektroinstallationsrohre, inklusive Rohre und Zubehörteile, die zum Schutz und zur Führung von isolierten Leitern oder Leitungen und Kabeln in elektrischen Anlagen oder Kommunikationssystemen eingesetzt werden. Die Norm gilt sowohl für metallene als auch für nicht-metallene Rohrsysteme mit oder ohne Gewinde.

#### Klassifizierung

Neben den umfangreichen Ausführungen und den Prüfbestimmungen für Rohrsysteme, die im Wesentlichen für den Hersteller von Bedeutung sind, legt die Norm ebenfalls den für den Anwender wichtigen, dreizehnstelligen Klassifizierungscode fest. Dieser lautet wie folgt:

#### Erste Stelle – Widerstand gegen Druckbelastung

- 1 sehr leichte Druckfestigkeit
- 2 leichte Druckfestigkeit
- 3 mittlere Druckfestigkeit
- 4 schwere Druckfestigkeit
- 5 sehr schwere Druckfestigkeit

#### Zweite Stelle – Widerstand gegen Schlagbeanspruchung

- 1 sehr leichte Schlagbeanspruchung
- 2 leichte Schlagbeanspruchung
- 3 mittlere Schlagbeanspruchung
- 4 schwere Schlagbeanspruchung
- 5 sehr schwere Schlagbeanspruchung

#### Dritte Stelle – Mindesttemperaturbereich

- 1 +5 °C
- 2 –5 °C
- 3 –15 °C
- 4 –25 °C
- 5 –45 °C

#### Vierte Stelle – Höchsttemperaturbereich

- 1 +60 °C
- 2 +90 °C
- 3 +105 °C
- 4 +120 °C
- 5 +150 °C
- 6 +250 °C
- 7 +400 °C

#### Fünfte Stelle – Widerstand gegen Biegung

- 1 starr
- 2 biegsam
- 3 biegsam/sich selbst zurückbildend
- 4 flexibel

#### Sechste Stelle – Elektrische Eigenschaften

- 0 nicht erklärt
- 1 mit elektrischen Leiteigenschaften
- 2 mit elektrischen Isolationseigenschaften
- 3 mit elektrischen Leit- und Isolationseigenschaften

#### Siebte Stelle – Widerstand gegen das Eindringen von Festkörpern

- 3 geschützt gegen feste Fremdkörper von 2,5 mm Durchmesser und größer
- 4 geschützt gegen feste Fremdkörper von 1,0 mm Durchmesser und größer
- 5 staubgeschützt
- 6 staubdicht

#### Achte Stelle – Widerstand gegen das Eindringen von Wasser

- 0 nicht erklärt
- 1 Schutz gegen vertikal fallende Wassertropfen
- 2 Schutz gegen vertikal fallende Wassertropfen, wenn das Rohrsystem bis zu 15° gekippt ist
- 3 Schutz gegen sprühendes Wasser
- 4 Schutz gegen spritzendes Wasser
- 5 Schutz gegen Wasserstrahlen
- 6 Schutz gegen kraftvolle Wasserstrahlen
- 7 Schutz gegen die Auswirkungen von zeitweiligem Eintauchen in Wasser

#### Neunte Stelle – Widerstand gegen Korrosion

- 1 geringer Schutz innen und außen
- 2 mittlerer Schutz innen und außen

Tafel 1 Auszug aus Tabelle 1 der DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520):2003-06

Verlegeort	Mindestanforderung an die Druckfestigkeit nach DIN EN 61386-1 (VDE 0605-1)
auf Putz	2
in Hohlwänden oder auf brennbaren Materialien	2
in und unter Putz	2
in Beton	3
in Erde	3



1 Kunststoffrohr FBY-EL für die Unterputzmontage

Quelle: Fränkische Rohrwerke

Tafel 2 wesentliche Eigenschaften des FBY-EL

2232	2240	0020	Flammenausbreitung: flammenausbreitend
			Biegung: biegsam
			Höchsttemperatur: +90 °C
			Mindesttemperatur: –15 °C
			Schlagbeanspruchung: leicht
			Druckbelastung: leicht

- 3 mittlerer Schutz innen, hoher Schutz außen
- 4 hoher Schutz innen und außen

#### Zehnte Stelle – Zugfestigkeit

- 0 nicht erklärt
- 1 sehr leichte Zugfestigkeit
- 2 leichte Zugfestigkeit
- 3 mittlere Zugfestigkeit
- 4 schwere Zugfestigkeit
- 5 sehr schwere Zugfestigkeit

#### Elfte Stelle – Widerstand gegen Flammenausbreitung

- 1 nicht flammenausbreitend
- 2 flammenausbreitend

#### Zwölfte Stelle – Hängelast-Aufnahmefähigkeit

- 0 nicht erklärt
- 1 sehr leichte Hängelast-Aufnahmefähigkeit
- 2 leichte Hängelast-Aufnahmefähigkeit
- 3 mittlere Hängelast-Aufnahmefähigkeit
- 4 schwere Hängelast-Aufnahmefähigkeit
- 5 sehr schwere Hängelast-Aufnahmefähigkeit

#### Dreizehnte Stelle – Brandfolgeerscheinungen in Vorbereitung

Der vorstehende Klassifizierungscode ist bei der Auswahl von Elektroinstallationsrohren, beispielsweise nach DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520):2003-06, zu beachten.

Danach müssen Elektroinstallationsrohre aus nicht flammwidrigem Kunststoff in ihrem ganzen Verlauf mit Putz, Beton oder ähnlichem bedeckt sein. Auf Putz oder ohne eine nicht brennbare Abdeckung dürfen nur Rohre aus nicht brennbaren Werkstoffen oder flammwidrigen Kunststoffen verlegt werden. Weiter ist die Mindestdruckfestigkeit in Abhängigkeit von der Art der Verlegung der Rohre zu beachten (Tafel 1).

Es soll als Beispiel ein flexibles Elektroinstallationsrohr aus Kunststoff unter Putz verlegt werden. Hierzu wird ein biegsames Kunststoffrohr der Fränkischen Rohrwerke für die Unterputz-Installation mit der Bezeichnung FBY-EL „Highspeed“ 2232 ausgewählt (Bild 1). Dieses Rohr besitzt einen **Klassifizierungscode 223222400020** mit den wesentlichen Eigenschaften in Tafel 2.

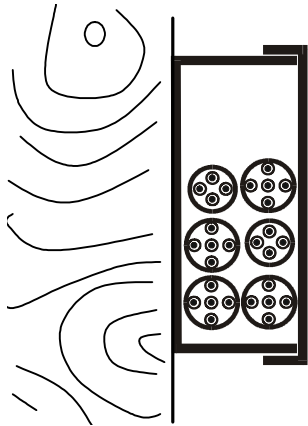
#### Kennzeichnung

Jedes Rohr muss vom Hersteller entsprechend mit dem Namen des Herstellers und einer Produktkennung versehen werden. In der Dokumentation sind mindestens die ersten 4 Ziffern des Klassifizierungscodes anzugeben. (bfe – TIB<sup>1</sup>)

<sup>1</sup> Normeninformationsdienst des Bundestechnologiezentrums für Elektro- und Informationstechnik, Oldenburg  
 Tel.: 0441 340920  
 Fax: 0441 34092129

### 13.9.6 Verlegearten

Ordnen Sie den nachfolgenden Verlegearten die entsprechenden Kurzzeichen der Referenzverlegearten zu und beschreiben Sie stichwortartig die dargestellten Verlegeart.



---

---

---

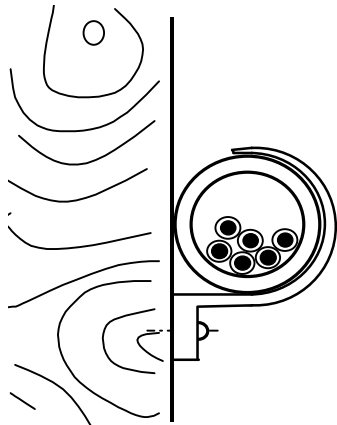
---

---

---

---

---



---

---

---

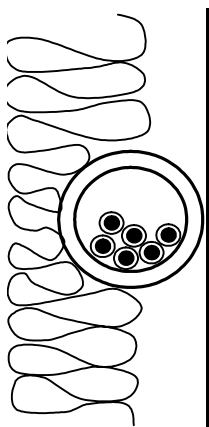
---

---

---

---

---



---

---

---

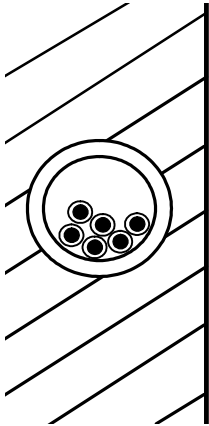
---

---

---

---

---



---

---

---

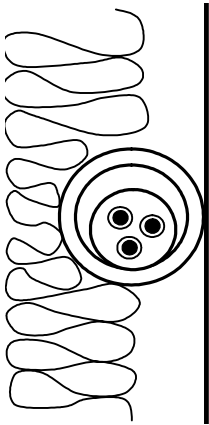
---

---

---

---

---



---

---

---

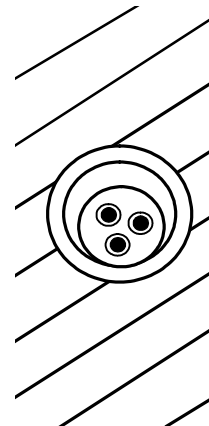
---

---

---

---

---



---

---

---

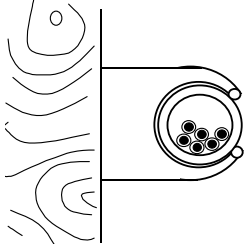
---

---

---

---

---



---

---

---

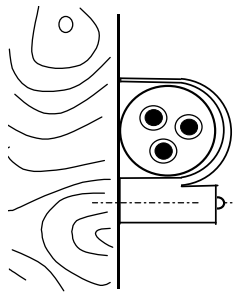
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

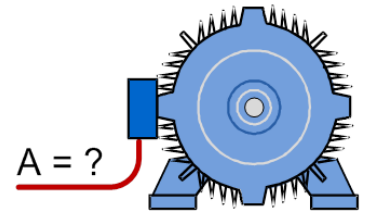
---

## 13.9.7 Strombelastbarkeit

Zur Erhaltung der Lebensdauer der Leiter und zum Brandschutz dürfen Kabel und Leitungen nur mit einem begrenzten Strom betrieben werden. Die Bestimmung der Strombelastbarkeit kann mit folgenden 7 Schritten bestimmt werden:

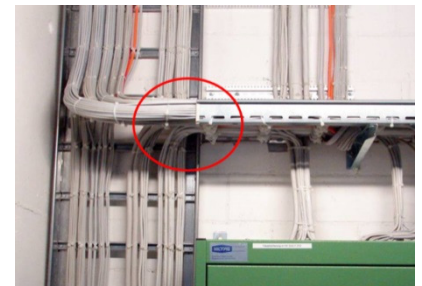
### 1. Bemessungsstrom

Welcher Strom muss über die Leitung übertragen werden können? Der Bemessungsstrom steht in Abhängigkeit der angeschlossenen Verbraucher, z.B. eines Motors, Steckdose, Kochherd etc.



### 2. Häufung (NIN 5.2.3.1.1.8.3)

Je mehr Kabel im gleichen Kabelkanal / Trasse verlegt werden, umso mehr erwärmen sich diese gegenseitig. Berücksichtigt werden nur Kabel, die voll belastet sind. Um dies in der Querschnittswahl zu berücksichtigen, wird ein Faktor für die Häufung  $k_H$ , gemäss nebenstehender Tabelle, in die Berechnung mit eingebracht. Für Kabel mit weniger als 30% Belastung kann der Häufigkeitsfaktor  $k_H$  vernachlässigt werden. Beispielsweise bei Steuerleitungen und Thermostatenleitungen.

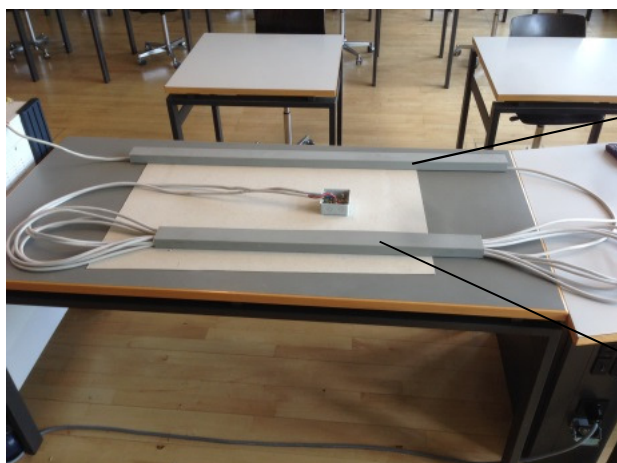


Daraus erfolgt:

Anzahl	Faktor $k_H$
1	1
2	0.8
3	0.7
4	0.65
5	0.60
6	0.57
7	0.54

Ein Versuch verdeutlicht dies:

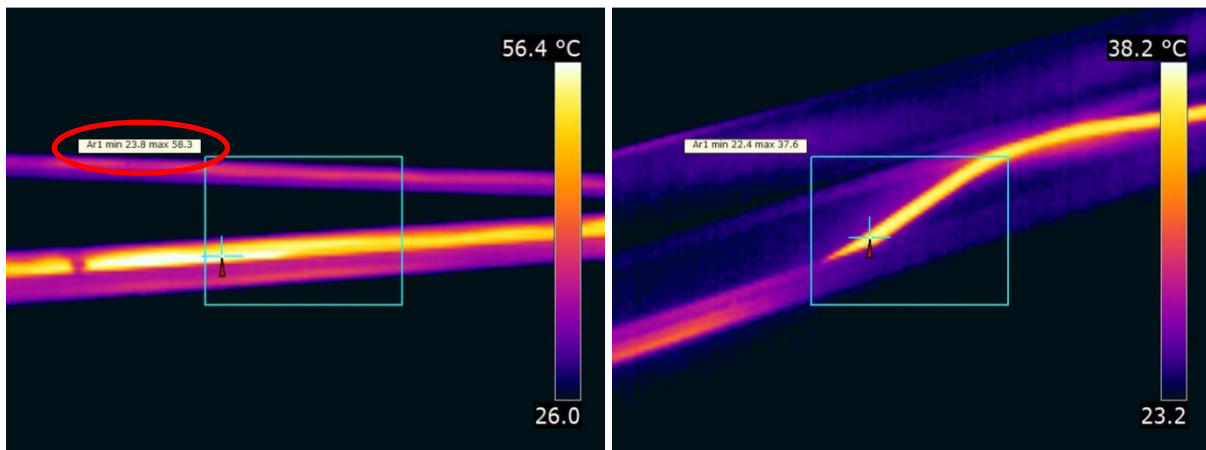
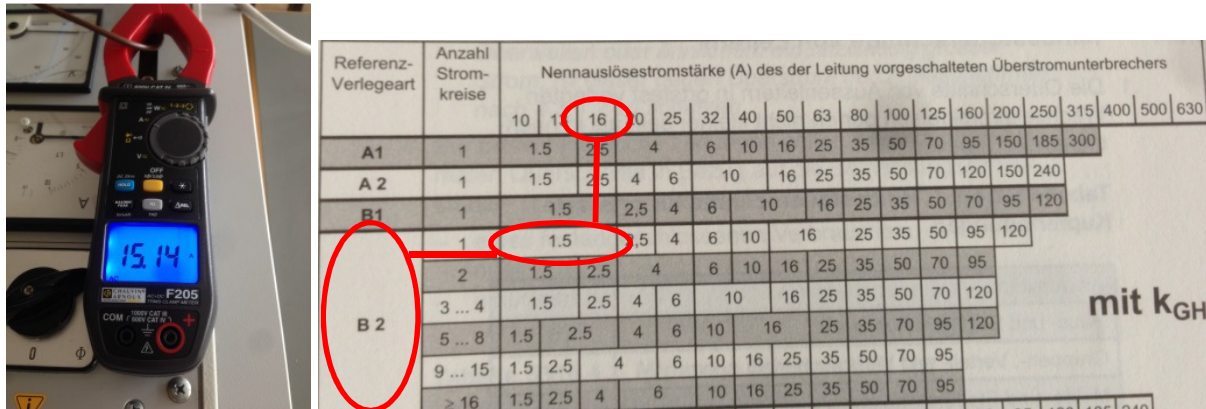
In einem Installationskanal werden 10 PVC-Kabel à 1.5mm<sup>2</sup> zu 100% belastet. Bei einer Verlegeart von B2 würde dies bedeuten mit \_\_\_\_\_ A. Nach ca. 5-10min. erreichen die Leiter ihre höchst zulässige Betriebstemperatur von 70°C. Mit der Wärmebildkamera kann deutlich erkannt werden, dass die Oberflächentemperatur im Kanal mit zehn anderen Kabeln, rund 60°C beträgt und somit wesentlich höher liegt als das einzelne Kabel im andern Kanal mit ca. 34°C.



Installationskanal  
30/60mm

Installationskanal  
30/60mm  
mit 10 Kabel à 1.5mm<sup>2</sup>

Gemäss NIN Compact 5.2.3.1.1.15.5 kann man ein 1.5mm<sup>2</sup> Cu-Kabel in Installationskanal (B2) verlegt, mit 16 A absichern. Im Versuch wird das Kabel mit etwas mehr als 15 A belastet.



Im linken Bild sieht man, dass die Häufung von mehreren Kabel die Wärmeabfuhr zusätzlich vermindert, wodurch sich die Kabel schneller erwärmen.

Beim rechten Bild wird das Kabel ohne Häufung weniger stark erwärmt, was einer korrekten Dimensionierung entspricht.

### 3. Gleichzeitigkeit (NIN 5.2.3.1.1.14)

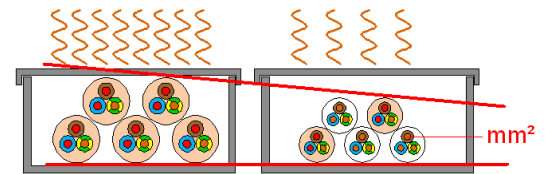
Werden die Kabel im gleichen Kabelkanal, Rohr oder Trasse nicht alle gleichzeitig belastet, können diese besser auskühlen.

Daraus erfolgt: \_\_\_\_\_

Im Wohnungsbau, wo kaum alle Geräte wie Tumbler, Kochherd, und Beleuchtung gleichzeitig eingeschaltet sind, kann der Leitungsquerschnitt angepasst werden.

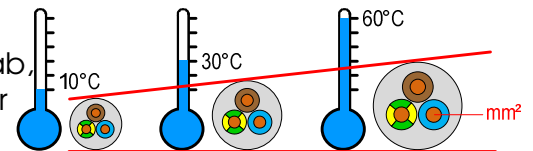
In Industrie- und Gewerbebauten muss die Elektrofachkraft genau abklären welche Gleichzeitigkeit zu erwarten ist. Siehe Fachteil F3.1 Tabelle 3.1.a.

Stromkreise	Faktor $k_G$
1	1
2, 3	0.9
4, 5	0.8
6 – 9	0.7
10 – 13	0.63
14 – 19	0.58
>20	0.54



### 4. Umgebungstemperatur (NIN 5.2.3.1.1.12)

Die in den Tabellen angegebene Strombelastbarkeit gilt für 30 °C. Weicht die Umgebungstemperatur von 30 °C ab, muss die Strombelastbarkeit mit dem Umrechnungsfaktor für Umgebungstemperatur angepasst werden:



Daraus erfolgt bei höherer Temperatur: \_\_\_\_\_

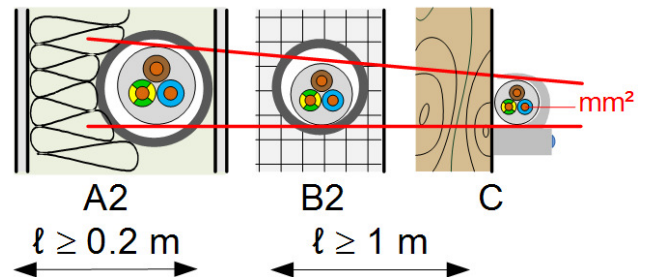
Temperatur	Faktor $k_T$	
	PVC	VPE, EPR
10 °C	1.22	1.15
20 °C	1.12	1.08
<b>30 °C</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
40 °C	0.87	0.91
50 °C	0.71	0.82
60 °C	0.51	0.71



### 5. Verlegeart (NIN 5.2.3.1.1.7.1)

Je mehr ein Kabel in wärmedämmendes Material eingebettet ist, umso weniger Wärme kann an die Umgebung abgegeben werden. Für die Verlegungsart gilt das Leitungsstück mit der ungünstigsten thermischen Eigenschaft. Berücksichtigt werden Leitungslängen  $\geq 1\text{ m}$ . Als Ausnahme gilt wärmedämmender Stoff.

Hier ist die massgebende Distanz  $\geq 0.2\text{ m}$ .



Daraus erfolgt bei weniger Wärmedämmung:

### 6. Anzahl Leiter (NIN 5.2.3.4)

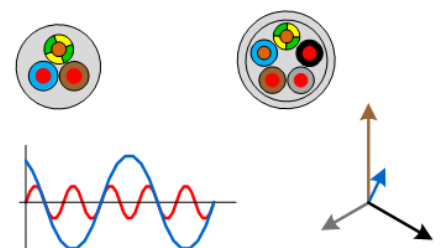
Je nach Anzahl belasteter Leiter im **gleichen Kabel** ergeben sich andere Tabellenwerte für die Strombelastbarkeit. Der Neutraleiter wird nur berücksichtigt bei starken Oberschwingungen oder unsymmetrischer Belastung.

- 2 belastete Drähte (L-N) oder
- drei belastete Drähte (3L)

Maximalstrom:

14 A

13 A

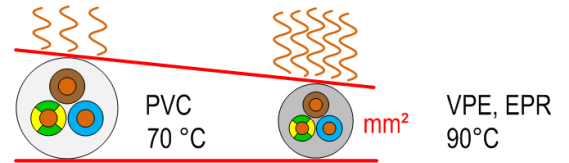


Daraus erfolgt bei mehr belastete Leiter pro Leitung:



7. Höchste Betriebstemperatur des Leiters (NIN 5.2.3.1.1.4)

Je nach Isolationsmaterial halten die Leiter verschiedene Temperaturen aus. Die in den NIN-COMPACT aufgeführten Tabellen für die Strombelastbarkeit beziehen sich auf PVC, Leitertemperatur 70 °C und Umgebungstemperatur 30 °C.



Daraus erfolgt dass bei VPE und EPR-Leitungen:

8. Formel zur Strombelastbarkeit

Aus den beschriebenen Punkte kann folgende Formel abgeleitet werden:

$$I = \frac{\text{Betriebsstrom} \cdot \text{Gleichzeitigkeitsfaktor}}{\text{Häufung} \cdot \text{Temperaturfaktor}} = \frac{I_B \cdot k_G}{k_H \cdot k_T}$$

Querschnittsbestimmung

Zusammenfassung aus B+E 5.2.3.1.1.11.1/3/9

Voraussetzungen

- Leitermaterial Cu
- Leiterisolation PVC (TT oder Tdc)
- Raumtemperatur max 30 °C
- Sicherungen Typ gG oder LS Typ B, C oder D

Querschnitte auch direkt aus 5.2.3.1.1.15.2.2 (k<sub>G</sub>) 5.2.3.1.1.15.5 (k<sub>H</sub>)

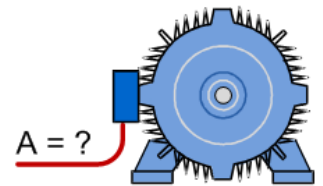
Verlegungsart → belastete Leiter →

mm <sup>2</sup>	A1	A2	B1	B2	C	E
1,5	13,5	14,5	13	14	15,5	17,5
2,5	18	19,5	17,5	18,5	21	24
4	24	26	23	25	28	32
6	31	34	29	32	36	41
10	42	46	39	43	50	57
16	56	61	52	57	68	76
25	73	80	68	75	89	101
35	89	99	83	92	110	125
50	108	119	99	110	134	151
70	136	151	125	139	171	192
95	Tabellenwerte: Strombelastbarkeit in Ampere		150	167	207	232
120			172	192	239	269

→ Querschnitte für Kabel, die eine höhere Temperatur als 70 °C (PVC) aushalten, sind mit B+E ab 5.2.3.1.1.11... zu bestimmen.

Beispiel 1:

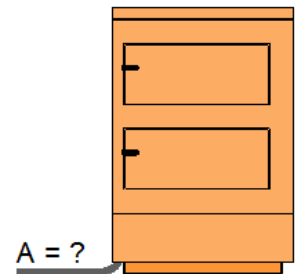
**Drehstrommotor** mit Bemessungs-Stromstärke  $I_B = 38A$ . Installation: PVC-Kabel 3L+PE, Montage direkt auf eine Wand.  $T = 30^\circ C$ . Gesucht: Nächst höhere Strombelastbarkeit und Querschnitt des Leiters.



$k_T =$		$k_H =$		$k_G =$		Verlegeart =		Belastete Leiter =	
---------	--	---------	--	---------	--	--------------	--	--------------------	--

Beispiel 2:

**Kochherd** mit Bemessungs-Stromstärke  $I_B = 13.3A$ . Installation: Drähte 3LNPE, Rohr in wärmegeämmter Wand.  $T = 40^\circ C$ . Gesucht: Nächst höhere Strombelastbarkeit und Querschnitt des Leiters.



$k_T =$		$k_H =$		$k_G =$		Verlegeart =		Belastete Leiter =	
---------	--	---------	--	---------	--	--------------	--	--------------------	--

Beispiel 3:

Ein **PVC Kabel** 3LNPE ist in einem Installationskanal mit 6 weiteren Kabel verlegt. Bis auf ein Steuerkabel haben alle Kabel eine vergleichbare Belastung. Über das Kabel wird ein Verbraucher mit 16.5A versorgt. Die Kabel sind nicht alle gleichzeitig belastet. Gesucht ist der Querschnitt des Leiters.



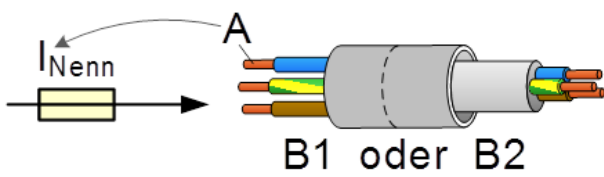
$k_T =$		$k_H =$		$k_G =$		Verlegeart =		Belastete Leiter =	
---------	--	---------	--	---------	--	--------------	--	--------------------	--


9. Faustformel für Wohnungsbau

Für die einfache und schnelle Querschnittbestimmung für Installationen im Wohnungsbau kann unter folgenden Bedingungen diese Tabelle angewendet werden.

Bedingt:

- Der Leiter wird über die vorgeschaltete Sicherung bestimmt
- Cu Leiter Drähte oder Kabel mit PVC Isolation
- Umgebungstemperatur von nicht mehr als 30°C
- Verlegeart B1, B2 und keine Häufung und keine Wärmedämmung



A mm <sup>2</sup>												
 A	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125

## 13.9.8 Querschnitte nach Verlegearten

Strombelastbarkeit bzw. Wahl des Anschlussüberstromunterbrechers nach NIN Tabelle 5.2.3.1.1.15.5 und für Verlegearten nach NIN Tabelle 5.2.3.1.1.9, PVC-Isolierung, drei belastete Kupferleiter mit einer Leitertemperatur von 70 °C und einer Umgebungstemperatur von 30 °C.

Aderleitung in Rohr mit Wärmedämmung	Kabel in Rohr mit Wärmedämmung	Aderleitung in Rohr auf Holzwand	Aderleitung in Rohr auf Holzwand	Aderleitung in Rohr in Beton oder Mauerwerk	Kabel in Rohr in Beton oder Mauerwerk	Kabel in Installationskanal	Ein- oder mehradriges Kabel auf Holzwand oder Mauerwerk	Kabel in Kabelwanne nicht gelocht

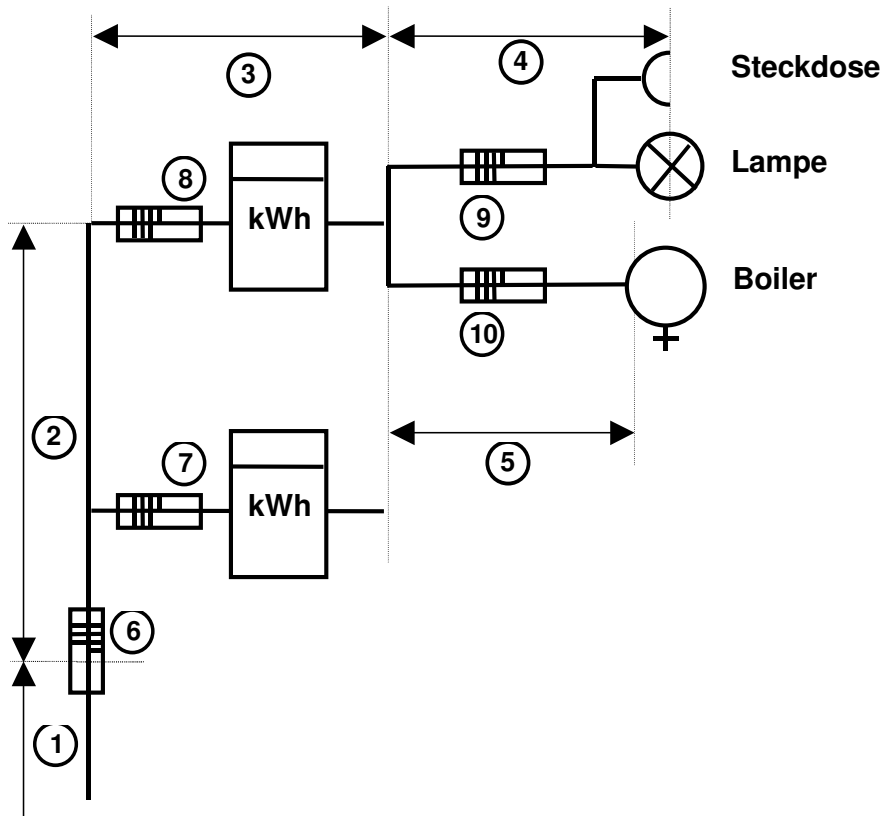
Maximaler Anschlussüberstromunterbrecher nach Verlegeart					Polleiter Aussenleiter L1-L2-L3 Leistungs- und Lichtstromkreise	PEN-Leiter	Neutralleiter Mittelpunktleiter	Schutzleiter	Erdungsleiter	Schutzpotentialausgleichsleiter SPA	SPA-Leiter mit Verbindung zur Blitzschutzanlage		
(in Wärmedämmung) [A]		(in Beton) [A]		(auf Wand) [A]	Haus-Zuleitung 5.4.3.4 [mm <sup>2</sup> ]	5.4.3.4 5.2.3.7 [mm <sup>2</sup> ]	Haus-Zuleitung 5.2.3.7 5.2.4.3 [mm <sup>2</sup> ]	Haus-Zuleitung 5.4.3.1.2 5.4.2.3 [mm <sup>2</sup> ]	5.4.2.3 [mm <sup>2</sup> ]	5.4.4.1 [mm <sup>2</sup> ]	5.4.4.1 [mm <sup>2</sup> ]		
A1	A2	B1	B2	C									
13	13	16	16	16	1,5		1,5	1,5	16	6	10		
16	16	20	20	25	2,5		2,5	2,5	16	6	10		
20	20	25	25	32	4	4	4	4	16	6	10		
32	25	32	32	40	6	6	10	6	16	6	10		
40	40	50	40	50	10	10	10	10	16	6	10		
50	50	63	63	63	16	16	16	16	16		10		
63	63	80	80	80	25	25	16	25	16	25	16	16	
80	80	100	100	100	35	35	16	35	16	35	16	16	
100	100	125	100	125	50	50	25	50	25	50	25	25	16
125	125	160	125	160	70	70	35	70	35	70	35	35	16
160	125	200	160	200	95	95	50	95	50	95	50	50	16
160	160	225	200	250	120	120	70	120	70	120	70	50	16
200	200	250	200	250	150	150	95	150	95	150	95	50	16
250	200	250	250	315	185	185	95	185	95	185	95	50	16
250	250	315	250	400	240	240	120	240	120	240	120	50	16
315	250	400	315	400	300	300	150	300	150	300	150	50	16

4) 5) 5) 2) 1)

- 1) 50% des Hauptschutzleiters, aber mindestens 6mm<sup>2</sup> und nicht grösser als 16mm<sup>2</sup>
- 2) 16mm<sup>2</sup> ist der kleinste und 50mm<sup>2</sup> der grösste Querschnitt, ansonsten gleich wie der Schutzleiter
- 3) Schutzleiter ≤16 Querschnitt wie Polleiter, 16mm<sup>2</sup> für Querschnitte ≤ 35mm<sup>2</sup>, Halber Polleiterquerschnitt ab 50mm<sup>2</sup>. Der Schutzleiterquerschnitt muss mit Rechnung nachgewiesen werden.
- 4) Mindestquerschnitt für PEN-Leiter 10mm<sup>2</sup> oder bei Konzentrischem Kabel 4mm<sup>2</sup>
- 5) Bemessung von PEN- und Neutralleiter wie Polleiter. Eine Reduktion des Querschnittes ist nur zulässig, sofern kein grösserer Strom als 50% des Stromes im Aussenleiter fliesst.

### 13.9.9 Bezeichnung der Leitungsabschnitte

Beschreiben Sie alle Sicherungen und Leitungen.



- |   |       |   |       |
|---|-------|---|-------|
| ① | _____ | ⑥ | _____ |
| ② | _____ | ⑦ | _____ |
| ③ | _____ | ⑧ | _____ |
| ④ | _____ | ⑨ | _____ |
| ⑤ | _____ | ⑩ | _____ |

## 13.9.10 Ortsfeste Leitungen

### NIN 5.2.4.3 Minimal notwendige Querschnitte bei fester Verlegung

#### NIN 1.3.2.6 Dimensionierung Leiterquerschnitte

Die Leiterquerschnitte müssen bestimmt werden, entsprechend:

- ihrer zulässigen maximalen Leitertemperatur;
- dem zulässigen Spannungsfall;
- den elektromechanischen Beanspruchungen, die wahrscheinlich bei Kurzschlussströmen entstehen;
- anderen mechanischen Beanspruchungen, denen die Leiter ausgesetzt sein können;
- der maximalen Impedanz für das Funktionieren des Schutzes bei Körper-, Erd- und Kurzschluss;
- der Verlegeart.

Arten von Leitungen		Anwendung des Stromkreises	Leiter	
			Werkstoff	Mindestquerschnitt [mm <sup>2</sup> ]
Feste Verlegung	isolierte Leiter und Kabel	Hausleitungen	Cu Al	6 16
		Leistungs- und Lichtstromkreise	Cu Al	1,5 2,5 <sup>1)</sup>
		Melde- und Steuerstromkreise	Cu	0,5 <sup>2)</sup>
	blanke Leiter	Leistungsstromkreise	Cu Al	10 16
		Melde- und Steuerstromkreise	Cu	4
		Bewegliche Leitungen mit isolierten Leitern und Kabeln	für ein besonderes Betriebsmittel	Cu
		für andere Anwendungen	Cu	0,75 <sup>3)</sup>
		für besondere Anwendung von Schutz- und Funktionskleinspannung	Cu	0,75

- 1) Aluminium hat die Eigenschaft, unter Druck zu fließen. Demzufolge ist entsprechend geprüftes Verbindungsmaterial zu verwenden. Für kleinere Querschnitte als 16 mm<sup>2</sup> ist zurzeit kein geeignetes Material erhältlich.
- 2) In Melde- und Steuerstromkreisen für elektronische Betriebsmittel ist ein Mindestquerschnitt von 0,1 mm<sup>2</sup> zulässig.
- 3) Für mehradrige, flexible Leitungen mit sieben oder mehr Adern gilt 2)

## 13.9.11 Ortsveränderliche Leitungen

### Mintesquerschnitt von ortsveränderlichen Leitern

Für ortsveränderliche Leitungen sind die minimalen Querschnitte der Leiter aus Kupfer in Bezug auf den Bemessungsstrom eines festangeschlossenen Verbrauchsmittels oder einer Geräte- bzw. Kupplungssteckdose wie folgt festgelegt.

Bemessungsstrom der Verbrauchsmittel, Gerätesteckdosen und Kupplungssteckdosen [A]	Minimaler Querschnitt der Leiter [mm <sup>2</sup> ]
bis 6	0,75
bis 10	1
bis 16	1,5
bis 25	2,5
bis 32	4

PVC- oder VPE/EPR-Isolation, freiliegend und höchstens 30 °C Umgebungstemperatur (NIN 5.2.4.4)

### Ortsveränderliches Betriebsmittel

Elektrisches Betriebsmittel, das während des Betriebes bewegt wird oder leicht von einem Platz zu einem anderen gebracht werden kann, während es an den Versorgungsstromkreis angeschlossen ist. (NIN 2.1.16.04)

### Ortsveränderliche Leitungen

Leiter und Leitungen, die bei ihrer Benützung bewegt werden können. (2.2.1.43)

### Transportable schwere Verbrauchsmittel

Leitungen zum Anschluss transportabler schwerer Verbrauchsmittel wie Elektrowerkzeuge, Motoren und schwerer landwirtschaftlicher Geräte müssen einen Querschnitt der Leiter von  $\geq 2,5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$  aufweisen. (NIN 5..2.4.5)

## 13.9.12 Halogenfreies Material

Im Vergleich zu herkömmlichen PVC-Materialien besitzen halogenfreie Materialien im Brandfall eine ganze Reihe von Vorteilen. Denn die Sicherheit eines Gebäudes im Brandfall hängt nicht nur von der Funktionsfähigkeit bestimmter elektrischer Anlagen ab, sondern auch davon, ob Fluchtwege durch dichten Rauch verqualmt sind oder der Brand durch Kabel in andere Brandabschnitte übertragen werden kann.

In diesem Zusammenhang muß man allerdings oft hören, "wenn's brennt, ist sowieso alles zu spät". Dies ist aber die falsche Einstellung, denn im Brandfall zeigen halogenfreie Materialien klar Ihre Vorzüge.

Im Vergleich zu herkömmlichen PVC-Materialien, besitzen halogenfreie Materialien im Brandfall eine ganze Reihe von Vorteilen:

- keine korrosiven Brandgase
- keine Folgeschäden durch Salzsäuren
- flammwidrig und geringe Brandfortleitung
- minimale Rauchentwicklung
- geringe Verbrennungswärme als bei PVC-Kabeln
- ökologisch unbedenklich

Alle diese besonderen Eigenschaften müssen durch entsprechende Prüfungen nach DIN VDE 0472 nachgewiesen werden.

Verheerende Folgen bei Bränden in Verbindung mit Kunststoffen werden durch halogenfreie pyrofil-Sicherheitskabel nahezu ausgeschlossen bzw. drastisch reduziert.

Was heißt nun eigentlich halogenfrei?

Halogenfrei heißt, daß die Kabel vollkommen frei sind von den reaktionsfreudigen Elementen Brom, Jod, Fluor und Chlor.

Den halogenfreien Materialien gehört die Zukunft!