

Inhalt

Inhalt

Kurzzeichen	Seite	4 - 12
Aderkennzeichnungen	Seite	13 - 20
Litzenleiteraufbau	Seite	21
Drähte und Litzenleiter	Seite	22 - 24
Leiterwiderstandswerte	Seite	25
Belastbarkeiten	Seite	26 - 29
Eigenschaften von Isolier- und Mantelwerkwerkstoffen	Seite	30 - 31
Chemische Beständigkeiten	Seite	32 - 33
Biegeradien für Flachkabel	Seite	34
Grundformeln der Elektrotechnik	Seite	35 - 36
Stichwortverzeichnis	Seite	37 - 42
Brandlastwerte	Seite	42
Britische und US-amerikanische Maße	Seite	43 - 44
Kupferberechnung	Seite	45
Kabeltrommeln, Abmessungen, Füllmengen	Seite	46 - 48
Registrierte Warenzeichen	Seite	49
Kabelaufdrucke	Seite	50
Einbauempfehlung für Leitungen in Energieführungsketten	Seite	51 - 53
Montagehinweise für trommelbare Leitungen	Seite	54 - 55
Allgemeine Zahlungs- und Lieferbedingungen	Seite	56 - 58

Kurzzeichen

Kabel und Leitungen

-O	Kabel ohne grün-gelben Schutzleiter
-OZ	Kabel ohne grün-gelb Schutzleiter mit Ziffernbedruckung
ö	ölbeständig
OZY	Schaum-PE-Isolierhülle aus PE
Q	Stahldrahtgeflecht
(R..)	Runddraht, Durchmesser in mm
RAGL-	Ausgleichsleitung für Thermoelemente
RD-	Rhenomatic-Kabel
RE	Rechnerkabel
RG-	Koaxialkabel nach MIL-Spezifikation
re	rund, eindrätig
rm	rund, mehrdrätig
RS-	Rechnerschaltkabel
S	Seidenbespinnung
S	Signalkabel
(S..)	Betriebskapazität, Nennwert in (nF/km)
-S	Signalkabel für Deutsche Bahn
S-	Schaltkabel
SL	Schlauchleitung
2S	Seidenbespinnung aus 2 Lagen
St	Sternvierer für Phantomausnutzung
St I	Sternvierer in Fernsprechkabeln für größere Entfernungen
ST III	Sternvierer in Ortskabeln
(St)	statischer Schirm
Staku	Stahl-Kupfer-Leiter
Staku-Li	Stahl-Kupfer-Litze
..t	Termitenschutz
T	Tragorgan für Luftkabel
T-	Aufstellungskabel
TF	Trägerfrequenz-Paar oder Vierer
TIC	Dreier im Kupferdrahtgeflecht
TIMF	Dreier in Metallfolie
U	Umflechtung aus Textilfaden
VGD	vergoldet
VN	vernickelt
VS	versilbert
VZK	verzinkt
VZN	verzinkt
W	Stahlwellmantel
W	erhöhte Wärmebeständigkeit
W	Wellmantel

X	vernetztes Polyvinylchlorid (X-PVC) oder andere Materialien
XPE	vernetztes Polyethylen (X-PE)
2X	vernetztes Polyethylen
7X	vernetztes Ethylentetrafluorethylen (X-ETFE)
10X	vernetztes Polyvinylidenfluorid (X-PVDF)
Y	PVC, Polyvinylchlorid
Yu	PVC, Polyvinylchlorid, unbrennbar, flammwidrig
Yv	PVC, Polyvinylchlorid, mit verstärktem Mantel
YV	Schaltkabel mit verzinnem Kupferleiter
Yw	PVC, Polyvinylchlorid, wärmebeständig bis 90°C
2Y	Polyethylen (PE)
2Yv	Polyethylen, verstärkter Mantel
02Y	Schaum-PE, Zellpolyethylen
02YS	PE mit Skinschicht, Foam-Skin
2YHO	Isolation aus Polyethylen mit Hohlraum
3Y	Isolation aus Polystrol (PS), Styroflex®
4Y	Isolation und Mantel aus Polyamid (PA)
5Y	Isolation und Mantel aus Polytetrafluorethylen (PTFE), Teflon®
5YX	Perfluoralkoxy (PFA)
6Y	Perfluorethylen-Propylen (FEP), Teflon®
7Y	Isolation oder Mantel Ethylentetrafluorethylen (ETFE)
8Y	Isolierhülle aus Polyimid (PI), Kapton®
9Y	Polypropylen (PP)
10Y	PVDF, Polyvinylidenfluorid
11Y	Polyurethan (PUR)
12Y	TPE-E, TPE auf Basis Polyether-Ester
13Y	TPE-EE, TPE auf Basis Polyether-Ester
31Y	TPE-S, TPE auf Basis Polystyrol
41Y	TPE-A, TPE auf Basis Polyamid
51Y	PFA, Perfluor-Alkoxylalkan
71Y	ECTFE, Monochlortrifluorethylen
91Y	TPE-O, TPE auf Basis Polyolefine
-Z	Ziffernbedruckte Adern
Z	Zwillingsleitungen
(Z)	Zugfestes Geflecht aus Stahldrähten
(ZG)	Zugentlastungselement aus Glasgarn
(ZN)	Zugentlastung aus nichtmetallenen Elementen

Kurzzeichen

Fernmeldekabel, Schaltdrähte und Litzen

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

1. Kabelgrundtypen und Typen mit Zusatzangaben

A	Außenkabel
AB	Außenkabel mit Blitzschutzforderungen
AD	Außenkabel mit Differentialschutz
AJ	Außenkabel mit Induktionsschutz-Forderungen
G	Grubenkabel
I	Installationskabel
IE	Installationskabel für Industrie Elektronik
IE-H	siehe IE zus. halogenfrei
S	Schaltkabel
T	Aufteilungskabel
YV/Li	Schaltdrähte/Schaltlitze

2. Isolierung

Y	PVC
2Y	PE
3Y	Polystyrol
5Y	PTFE
6Y	FEP
7Y	ETFE
02Y	Zell-PE
02YS	Zell-PE mit Skin-Schicht
P	Trockenes Papier

3. Schirm

C	Schirm aus Cu-Geflecht
D	Schirm aus Cu-Bespinnung
F	Petrolatfüllung
(K)	Schirm aus Cu-Band über PE-Innenmantel
(L)	Aluminiumband
(ms)	magnetischer Schirm aus Eisenband
(St)	Statischer Schirm aus kst.-kaschiertem Metallband
(Z)	Zugfestes Stahldrahtgeflecht

4. Mantel

L	glatter Aluminiummantel
(L)2Y	PE-beschichteter Al-Schichtenmantel
LD	Al-Wellmantel
M	Bleimantel
Mz	Bleimantel mit Erhärtungszusatz
W	Stahlwellmantel

5. Schutzhülle

Y	PVC-Mantel
Yv	PVC-Mantel verstärkt
Yw	PVC-Mantel wärmebeständig
Yu	PVC-flammwidrig (unbrennbar)
2Y	PE-Mantel
2Yv	PE-Mantel verstärkt
E	Schicht mit eingebettetem Kunststoffband
C	Jutehülle und Masse

6. Verseilelement Anzahl

..x1x	Einzelader
..x2x	Paar (Doppeladern) usw.

7. Leiter-Durchmesser in mm

8. Verseilart und Ausführung

F	Sternvierer mit Phantorausnutzung für Deutsche Bahn
S	Signalkabel (Deutsche Bahn)
StO	Sternverseilung allgemein
St	Sternvierer mit Phantorausnutzung für größere Entfernungen
St I	Sternvierer ohne Phantorausnutzung
St II	wie St III, jedoch mit höheren kapazitiven Kopplungen
St III	Sternvierer für Ortskabel
St IV	Sternvierer für Übertragungsbereich bei f = 120 kHz
St V	Sternvierer für Übertragungsbereich bei f = 550 kHz
St VI	Sternvierer für Übertragungsbereich bei f = 17 MHz
DM	Dieselhorst-Martin-Vierer
TF	Sternvierer für Trägerfrequenz
P	Paarverseilung
PIMF	Paare in Metallfolie
ViMF	Vierer in Metallfolie
BdiMF	Bündel in Metallfolie
Kx	Koaxialpaar

9. Verseilanordnung

Lg	Lagenverseilung konzentrisch
Bd	Bündelverseilung

10. Bewehrung

A	Lage Al-Drähte für Ind.-Schutz
b	Bewehrung
B	Bewehrung aus Stahlband für Ind.-Schutz
1B	1 Lage Stahlband Dicke 0,3 mm
2B	2 Lagen Stahlband Dicke 0,5 mm
D	Lage Cu-Drähte für Ind.-Schutz (Reuse)
(T)	Tragseil a. Stahldrähten in Luftpaket

Kurzzeichen

Steuerleitungen

- 1 2 3 4 5 6 7 x 8

1. Grundtype

N (N) oder X	VDE Norm in Anlehnung an VDE
-----------------	---------------------------------

2. Isolierwerkstoff

Y	Thermoplastische Kunststoffe
X	Vernetzte thermoplastische Kunststoffe
G	Elastomere
HX	Halogenfreie Werkstoffe

3. Leitungsbezeichnung

A	Aderleitung
D	Massivdraht
AF	Aderleitung feindrätig
F	Fassungsader
L	Leuchtröhrenleitung
LH	Anschlussleitung, leichte mechanische Belastung
MH	Anschlussleitung, mittlere mechanische Belastung
SH	Anschlussleitung, schwere mechanische Belastung
SSH	Anschlussleitung, spezielle Belastung
SL	Steuerleitung/Schweißleitung
S	Steuerleitung
LS	leichte Steuerleitung
FL	Flachleitung
Si	Silikonleitung
Z	Zwillingsleitung
GL	Glasseide
Li	Litzenleiter nach VDE 0812
LiF	Litzenleiter nach VDE 0812 feinstdrätig

4. Besonderheiten

T	Tragorgan
Ö	erhöht ölbeständig
U	flammwidrig
w	wärmebeständig, witterungsbeständig
FE	Isolationserhalt für eine bestimmte Zeit
C	Abschirmgeflecht
D	Abschirmung als Umlegung mit Cu-Draht
S	Stahldrahtgeflecht als mechanischer Schutz

5. Mäntel

wie Punkt 2. Isolierwerkstoff

P/PUR	Polyurethan
-------	-------------

6. Schutzleiter

-O	ohne Schutzleiter
-J	mit Schutzleiter

7. Aderzahl

... Anzahl der Adern

8. Leiterquerschnitt

Angabe in mm²

Kurzzeichen

Starkstromkabel nach DIN VDE 0271/0276

Bauartkurzzeichen

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Kennzeichnung												
N (N)	DIN VDE Norm-Typ in Anlehnung an DIN VDE-Norm											
2 Leiterart												
A -	Aluminiumleiter Kupfer											
3 Isolierwerkstoff												
Y 2X	PVC vernetztes PE (VPE)											
4 Konzentrischer Leiter, Schirm												
C CW CE S SE H (F)	Konzentrischer Leiter aus Cu, im Längsschlag Konzentrischer Leiter aus Cu, wellenförmig Konzentrischer Leiter aus Cu pro Einzelader Cu-Schirm Cu-Schirm pro Einzelader bei mehradrigen Kabel leitfähige Schicht längswasserdichter Schirm											
5 Bewehrung												
B F G R	Bewehrung aus Stahlband Flachdraht verzinkt Gegenwendel aus verzinktem Stahlband Runddraht verzinkt											
6 Mantel												
A K KL Y 2Y	Schutzhülle aus Faserstoffen Bleimantel Aluminiummantel PVC PE											
7 Schutzleiter												
J O	mit Schutzleiter ohne Schutzleiter											
8 Aderanzahl												
9 Leiter-Nennquerschnitt in mm²												
10 Leitertyp												
r... s... o... ..e... ...m ..h /V	runder Leiter Sektor-Leiter ovaler Leiter eindrätiger Leiter mehrdrätiger Leiter Hohlleiter verdichteter Leiter											
11 Nennspannung												
0,6/1 kv 3,6/6 kv 6,0/10 kv 12/20 kv 18/30 kv												

Kurzzeichen

Harmonisierte Leitungen nach DIN VDE 0281/DIN VDE 0282/DIN VDE 0292

Bauartkurzzeichen



1. Kennzeichnungen der Bestimmung

A	Anerkannter nationaler Typ
H	Harmonisierte Typen

2. Nennspannung U

01	100 V
03	300/300 V
05	300/500 V
07	450/750 V

3. Isolierwerkstoff

B	(EPR) Ethylen-Propylen-Kautschuk
G	(EVA) Ethylen-Vinylacetat-Copolymer
N2	(CR) Chloropren-Kautschuk für Schweißleitungen
R	(NR u./o. SR) Natur- u./o. Synthetischer Kautschuk
S	(SiR) Silikon-Kautschuk
V	(PVC) Polyvinylchlorid
V2	(PVC) Polyvinylchlorid wärmebeständig, +90 °C
V3	(PVC) Polyvinylchlorid kältebeständig
V4	(PVC) Polyvinylchlorid vernetzt
Z	(PE) Polyethylen vernetzt
E	(PE) Polyethylen

4. Aufbauelemente

C	Schirm
Q4	(PA) Zusätzliche Polyamidaderumhüllung
T	Zusätzliches Textilgeflecht über verseilten Adern
T6	Zusätzliches Textilgeflecht über Einzelader

5. Mantelwerkstoff

B	(EPR) Ethylen-Propylen-Kautschuk
J	Glasfasergeflecht
N	(CR) Chloropren-Kautschuk
N2	(CR) Chloropren-Kautschuk für Schweißleitungen
N4	(CR) Chloropren-Kautschuk wärmebeständig
Q	(PUR) Polyurethan
R	(NR u./o. SR) Natur- u./o. Synthetischer Kautschuk
T	Textilgeflecht
T2	Textilgeflecht mit flammwidriger Masse
V	(PVC) Polyvinylchlorid
V2	(PVC) Polyvinylchlorid wärmebeständig
V3	(PVC) Polyvinylchlorid kältebeständig
V4	(PVC) Polyvinylchlorid vernetzt
V5	(PVC) ölbeständig

6. Besonderheiten im Aufbau

D3	Zugentlastungselemente (Tragorgan)
D5	Kerneinlauf (kein Tragelement)
FM	Fernmeldeadern in Starkstromleitungen
H	Flache, aufteilbare Leitung (Zwillingsleitung)
H2	Flache, nicht aufteilbare Leitung (zweiadrige Mantelleitung)
H6	Flache, nicht aufteilbare Leitung (mehr- und vieladrige Mantelleitung)
H7	Isolierhülle zweischichtig
H8	Wendelleitungen

7. Leiterart

D	Feindrähtig, für Schweißleitungen
E	Fein(st)drähtig, für Schweißleitungen
F	Feindrähtig bei flexiblen Leitungen
H	Fein(st)drähtig bei flexiblen Leitungen
K	Feindrähtig bei Leitungen für feste Verlegung
R	Mehrdrähtig, rund, Klasse 2
U	Eindrähtig, rund, Klasse 1
Y	Lahnlitze, DIN 47104

8. Aderanzahl

9. Schutzleiter

G	mit Schutzleiter
X	ohne Schutzleiter

10. Leiter-Nennquerschnitt in mm²

Beispiele:

H07V-U 2,5 schwarz (nach DIN VDE 0281)
Harmonisierte PVC-Aderleitung einadrig 2,5 mm²
Eindrähtig, Nennspannung 750 V

H07RN-F 3G 1,5 (nach DIN VDE 0282)
Harmonisierte Gummischlauchleitung für mittlere Beanspruchungen
Dreiadrig 1,5 mm² feindrähtig, Schutzleiter grün-gelb,
Nennspannung 750 V

Kurzzeichen

Harmonisierte Kabel und Leitungen nach DIN 0292 und HD 361 S2/S3

Dieses System für Kurzzeichen wurde bei CENELEC für harmonisierte Starkstromkabel und isolierte Starkstromleitungen entwickelt und im Harmonisierungsdokument HD 361 S2 bzw. 361 S3 festgelegt.

Art der Normen	
Zeichen	Zuordnung zu Normen
H	Kabel oder Leitungen nach harmonisierten Normen
A	Anerkannter nationaler Kabel- oder Leitungstyp

Leiterwerkstoff	
kein Zeichen	Kupfer
-A	Aluminium
-Z	Leiter besonderen Werkstoffs und/oder besonderer Form

Leiter und Leiterform	
-D	feindrätige Leiter für Schweißleitungen
-E	feinstdrätiger Leiter für Schweißleitungen
-F	feindrätiger Leiter einer flexiblen Leitung nach DIN VDE 0295, Klasse 5
-H	feinstdrätiger Leiter einer flexiblen Leitung nach DIN VDE 0295, Klasse 6
-K	feindrätiger Leiter einer Leitung für feste Verlegung (wenn nichts anderes festgelegt ist, entsprechend DIN VDE 0295, Klasse 5)
-M	Milliken-Leiter
-R	mehrdrätiger Rundleiter
-S	mehrdrätiger Sektorleiter
-U	eindrätiger Rundleiter
-W	eindrätiger Sektorleiter
-Y	Lahnleiter
-Z	Leiter besonderer Form und/oder besonderen Werkstoffs

Zeichen	Aderzahl und Nennquerschnitt der Leiter
Ziffer	Anzahl der Adern
X	Malzeichen bei Ausführungen ohne grün-gelbe Ader
G	Malzeichen bei Ausführungen mit grün-gelber Ader
Y	Lahnleiter, dessen Nennquerschnitt nicht festgelegt ist

Isolier- und Mantelwerkstoffe	
B	Ethylenpropylen- Gummi für Temp. von +90° C
B2	Ethylenpropylen-Kautschuk, hart eingestellt
B3	Buthyl-Kautschuk (Isobutyl-Isopren-Kautschuk)
E	Polyethylen
E2	Polyethylen, hoher Dichte
E4	Polytetrafluorethylen
E5	Perflour (Ethylen-Propylen)-Copolymere
E6	Ethylentetrafluorethylen-Copolymere
E7	Polypropylen

Werkstoff	
G	Ethylvinylacetat
J	Glasfaserbeflechtung
J2	Glasfaserbewicklung
M	Mineralisolierung
N	Chloropren-Gummi (oder gleichwertiger Werkstoff)
N2	Spezialmischung aus Chloropren-Kautschuk
N4	Chlorosulfiniertes oder chloriertes Polyethylen
N5	Nitril-Kautschuk
N6	Fluor-Kautschuk
N7	PVC-Nitril-Kautschuk-Mischung
N8	Spezial-Polychloropren-Gummimischung wasserbeständig
P	Massegetränkte Papierisolierung bei mehradrigen Gürtelkabeln
Q	Polyurethan
Q2	Polyethylenterephthalat
Q3	Polystyrol
Q4	Polyamid
Q5	Polyimid
Q6	Polyvinylidenfluorid
R	Ethylenpropylen-Gummi oder gleichwertiges synthetisches Elastomer für Temperaturen von + 60° C, für Dauerbetriebstemperatur von 60° C
S	Silikon-Gummi
T	Textilbeflechtung über den verseilten Adern, getränkt/ungetränkt
T2	Textilbeflechtung mit flammwidriger Masse, getränkt
T3	Textillagen, Bewicklung oder Band
T4	Textillagen, jedoch mit flammwidriger Masse, getränkt
T5	Korrosionsschutz
T6	Textilbeflechtung über jeder Ader einer mehradrigen Leitung, getränkt/ungetränkt
V	PVC weich
V2	PVC weich, erhöht Temperatur beständig, +90° C
V3	PVC weich, für niedrige Temperatur
V4	PVC weich, vernetzt
V5	PVC weich, ölbeständig
X	Vernetztes Polyethylen
Z	Vernetzte Mischung auf der Basis eines Polyolefins, die im Brandfall wenig korrosive Gase und wenig Rauch entwickelt
Z1	Thermoplastische Mischung auf der Basis eines Polyolefins, die im Brandfall wenig korrosive Gase und wenig Rauch entwickelt

Kurzzeichen

Harmonisierte Kabel und Leitungen nach DIN 0292 und HD 361 S2/S3

Dieses System für Kurzzeichen wird bei CENELEC für harmonisierte Starstromkabel und isolierte Starkstromleitungen entwickelt und im Harmonisierungsdokument HD 361 S2 bzw. 361 S3 festgelegt.

Metallmantel, konzentrische Leiter und Schirme

Zeichen	Metallmantel
A2	Aluminiummantel, gepresst oder geschweißt, glatt
A3	Aluminiummantel, gepresst oder geschweißt, gewellt
A4	Aluminiummantel auf jeder Ader
A5	Aluminiummantel aus Band
C2	Kupfermantel
C3	Kupfermantel, gewellt
F	Stahlmantel
F3	Stahlmantel, gewellt
K	Zinkmantel
L	legierter Bleimantel für allgem. Anwendung
L2	unlegierter Bleimantel, handelsübliches reines Blei
L4	legierter Bleimantel auf jeder Ader
L5	unlegierter Bleimantel auf jeder Ader
L6	legierter Bleimantel, jedoch von anderer Zusammensetzung als oben

Konzentrische Leiter

A	konzentrischer Aluminiumleiter
A6	konzentrischer Aluminiumleiter, mäanderförmig
C	konzentrischer Kupferleiter
C6	konzentrischer Kupferleiter, mäanderförmig
C9	aufgeteilter konzentrischer Kupferleiter

Zeichen	Schirm
A7	Aluminiumschirm
A8	Aluminiumschirm auf jeder Ader
C4	Kupferschirm als Geflecht über den verseilten Adern
C5	Kupferschirm als Geflecht über jeder Ader
C7	Kupferschirm aus Bändern, Rund- oder Profildrähte über den verseilten Adern
C8	Kupferschirm wie C7, über jeder Ader
D	Schirm aus einem oder mehreren dünnen Stahlbändern, die direkt über den verseilten Adern liegen und Kontakt mit einem mitverseilten blanken Leiter haben

Bewehrung (vgl. DIN VDE 0292)

Z2	Bewehrung aus runden Stahldrähten (mit Gegenwendel wenn vorgeschrieben), verzinkt/unverzinkt
Z3	Bewehrung aus flachen Stahldrähten (mit Gegenwendel wenn vorgeschrieben), verzinkt/unverzinkt
Z4	Bandeisenbewehrung, verzinkt/unverzinkt
Z5	Beflechtung aus Stahldrähten, verzinkt/unverzinkt
Z6	Traggeflecht aus Stahldrähten
Z7	Bewehrung aus Formstahldrähten
Y2	Bewehrung aus runden Aluminiumdrähten (mit Gegenwendel wenn vorgeschrieben)
Y3	Bewehrung aus flachen Aluminiumdrähten (mit Gegenwendel wenn vorgeschrieben)
Y5	Bewehrung aus besonderen Werkstoffen
Y6	Bewehrung aus Stahldrähten und/oder Stahlbändern und Kupferdrähten

Spezielle Aufbauelemente

D2	Tragelemente aus Textil oder aus Stahldrähten über der Kabel- und Leitungsseele
D3	Textiltrageelement aus einem oder mehreren Aufbauelementen, angeordnet im Kern einer Rundleitung oder aufgeteilt in einer Flachleitung
D4	Selbsttragendes Kabel oder selbsttragende Leitung, deren Leiter die Funktion des Zugentlastungselements übernehmen
D5	Kerneinlauf (kein Tragelement), bestimmt für Aufzugsteuerleitung
D7	Wie D3, Tragelement jedoch von außen mit dem Kabel oder der Leitung verbunden
D8	Wie D7, jedoch ergibt ein Schnitt senkrecht zur Achse des Kabels oder der Leitung die Ziffer "8"

Sonderausführungen

k..Z.	Runde Leitungsstruktur
H	Flache Ausführung aufteilbarer Leitungen mit oder ohne Mantel
H2	Flache Ausführung nicht aufteilbar
H3	Stegleitung
H4	Flache vieladrige Leitung mit einem blanken Leiter
H5	Anordnung von zwei oder mehr miteinander verseilten Aderleitungen
H6	Flache Leitung nach HD 359 oder EN 50214 mit 3 oder mehr Adern
H7	Leitung mit extrudierter zwei schichtiger Isolierhülle
H8	Wendelleitung

Internationaler Farbcode (für UL-/CSA-Steuerleitungen)

Ader Nr.	Farbe der Ader	Ader Nr.	Farbe der Ader
1	schwarz	31	grün-rot
2	braun	32	grün-orange
3	rot	33	grün-blau
4	orange	34	grün-violett
5	gelb	35	grün-grau
6	grün	36	grün-weiß
7	blau	37	gelb-schwarz
8	violett	38	gelb-braun
9	grau	39	gelb-rot
10	weiß	40	gelb-orange
11	weiß-schwarz	41	gelb-blau
12	weiß-braun	42	gelb-violett
13	weiß-rot	43	gelb-grau
14	weiß-orange	44	gelb-weiß
15	weiß-gelb	45	grau-schwarz
16	weiß-grün	46	grau-braun
17	weiß-blau	47	grau-rot
18	weiß-violett	48	grau-orange
19	weiß-grau	49	grau-gelb
20	braun-schwarz	50	grau-grün
21	braun-rot	51	grau-blau
22	braun-orange	52	grau-violett
23	braun-gelb	53	grau-weiß
24	braun-grün	54	orange-schwarz
25	braun-blau	55	orange-braun
26	braun-violett	56	orange-rot
27	braun-grau	57	orange-gelb
28	braun-weiß	58	orange-grün
29	grün-schwarz	59	orange-blau
30	grün-braun	60	orange-violett

Aderkennzeichnung

Aderkennzeichnung für Niederspannungskabel und -Leitungen nach DIN VDE 0293 - 308

Mit der europäischen Normung zu Vereinheitlichung der Aderkennzeichnung (HD 308 S2) ist ein gemeinsamer Schritt zu einer europaweiten gemeinsamen „Sprache“ der Kabel und Leitungen produzierenden Betriebe und der kabelverarbeitenden Branchen gelungen. Die Verbindlichkeit des neuen Farbschemas machen die Produkte zukünftig über die Ländergrenzen hinweg vergleichbar.

Die Neuerung

Ein wesentliche Neuerung ist die Einführung der Aderfarbe grau für Außenleiter zur besseren Unterscheidbarkeit der Ader. Unverändert bleibt die Regelung der Farben für Adern mit reduziertem Querschnitt grün-gelb oder blau, je nach Ausführung.

Die neuen Aderkennzeichnungsfarben von 2- bis 5-adrigen Kabeln und Leitungen sehen Sie in der folgenden Übersicht:

Aderkennzeichnung für Kabel und Leitungen mit grün-gelber Ader

Anzahl der Adern	Farben der Adern				
	Schutzleiter	andere Leiter			
3	grün-gelb	blau	braun		
4	grün-gelb		braun	schwarz	grau
5	grün-gelb	blau	braun	schwarz	grau

Aderkennzeichnung für Kabel und Leitungen ohne grün-gelber Ader

Anzahl der Adern	Farben der Adern				
2	blau	braun			
3		braun	schwarz	grau	
4	blau	braun	schwarz	grau	
5	blau	braun	schwarz	grau	schwarz

Die Übergangsphase

Die neue Norm ist bereits seit Januar 2003 gültig. Dennoch gelten für die Übergangsphase lange Fristen, d.h. Kabel und Leitungen mit bisheriger Aderkennzeichnung können noch bis zum 01.04.2006 völlig gleichwertig eingesetzt werden. Anwender von Kabel und Leitungen sowie Hersteller und Handel haben während der Übergangsfrist die Möglichkeit, begonnene Projekte mit jeweiligen bereits verwendeten Produkten zu Ende zu führen. Für weitere Auskünfte steht Ihnen unser techn. Support zur Verfügung.

Aderkennzeichnung

Aderfarben nach DIN IEC 304

Die festgelegten Farben sollen DIN IEC 304 entsprechen.

- **Einadrige Kabel und Leitungen**

- Nennspannung U₀/U 300/500 V

Für Verdrahtungsleitungen werden folgende Farben empfohlen:

schwarz, blau, braun, orange, rosa, türkis, violett, weiß, mit Einschränkung auch grün, wie es die jeweils betreffenden Sicherheitsbestimmungen zulassen. Grün ist zur Kennzeichnung von Lichterketten erlaubt.

Alle zweifarbigen Kombinationen der obigen Einzelfarben sind zulässig.

-Nennspannung U₀/U 450/750 V

Für Aderleitungen werden folgende Farben empfohlen:

schwarz, blau, braun, orange, rosa, türkis, violett und weiß. Zweifarbige Kombinationen sind nicht zulässig, mit Ausnahme von grün-gelb.

- **Einadrige Kabel und einadrige ummantelte Leitungen**

Die Farbe ist schwarz oder grün-gelb, ausgenommen bei Illuminations- und Lichterkettenleitungen, hier ist die Farbe braun erlaubt.

Hinweis

- bei vieladrigen Kabeln und Leitungen muss die grün-gelb gekennzeichneten Adern in der Außenlage liegen.

- die Zählweise und Anordnung der zahlenbedruckten Adern erfolgt von innen, beginnend mit Nr.1, durch alle Lagen gleichsinnig fortlaufend nach außen gezählt.

Farb- Kurzzeichen nach DIN IEC 757, identisch mit CENELEC-HAR-Dokument HD 457

Farbe	Kurzzeichen bisher nach DIN 47002	Kurzzeichen neu nach DIN IEC 757
Schwarz	sw	BK
Braun	br	BN
Rot	rt	RD
Orange	or	OG
Gelb	ge	YE
Grün	gn	GN
Blau	bl	BU
Violett	vi	VT
Grau	gr	GY
Weiß	ws	WH
Rosa	rs	PK
Türkis	tk	TQ
Grün-Gelb	gnge	GNYE
Silber	-	SR

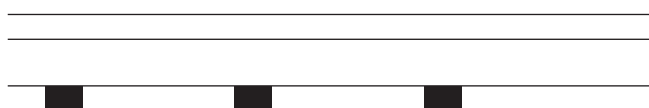
Aderkennzeichnung

Kennzeichnung nach VDE 0813 Lagenverseilt

Die Adern sind in Farbgruppen so gekennzeichnet, dass sich je 4, 5, 6, 10 verschiedene Aderfarben wiederholen, fortlaufend nach folgendem Schema:

Anzahl der Adern in einer Farbgruppe	Aderfarbenfolge
4	blau, rot, grau, grün
5	blau, rot, grau, grün, braun
6	blau, rot, grau, grün, braun, schwarz
10	blau, rot, grau, grün, braun, schwarz, gelb, weiß, rosa, violett

Die Kennzeichnung der Adern erfolgt durch schwarze Ringe.



Kennzeichnung nach VDE 0813 Bündelverseilt

Bündel Nr.	Laufende Nummer des Verseilelements					Ringfarbe der a-Ader	Ringfarbe der b-Ader
	1	2	3	4	5		
1	1	2	3	4	5	blau	weiß
2	6	7	8	9	10	gelb	weiß
3	11	12	13	14	15	grün	weiß
4	16	17	18	19	20	braun	weiß
5	21	22	23	24	25	schwarz	weiß
6	26	27	28	29	30	blau	grau
7	31	32	33	34	35	gelb	grau
8	36	37	38	39	40	grün	grau
9	41	42	43	44	45	braun	grau
10	46	47	48	49	50	schwarz	grau
	blau	gelb	grün	braun	schwarz		
	Ringfarbe der b-Adern Ringfarbe der c-Adern rot Ringfarbe der d-Adern rosa Ringfarbe der e-Adern schwarz						

Ab dem 51. Verseilelement beginnt die Farbwiederholung mit dem 1. Verseilelement.

Verseilelemente sind Paare, Dreier, Fünfer

Paare a- und b-Adern

Dreier a-, b- und c-Adern

Fünfer a-, b- c-, d- und e- Adern

Je 5 Verseilelemente mit der gleichen Ringfarbe der a- Adern sind zu einem Bündel zusammengefasst.

Die Kennzeichnung der Adern erfolgt durch Ringe.



Aderkennzeichnung

Ader-Ident-Code nach VDE-Farbcode für Telefonkabel

VDE 0815 und 0816 Bündelverseilung Farbcode für Kabeltypen J-YY, J-2Y(ST)Y, A-2Y(L)2Y, A-2YF(L)2Y

Die Kennzeichnung der Adern erfolgt durch Ringe

Stamm 1



Stamm 2



Grundfarben der Aderisolation der 5 Sternvierer eines Bündels

- Vierer 1 rot
- Vierer 2 grün
- Vierer 3 grau
- Vierer 4 gelb
- Vierer 5 weiß

Die Zahlbündel sind mit roten Wendeln gekennzeichnet

VDE 0815 Farbcode für Telefon-Innenkabel J-Y(ST)Y...LG (Paare in Lagen verseilt, Zahlenweise von außen nach Innen)

- a-Adern: 1. Paar jeder Lage rot,
bei allen anderen Paaren weiß
- b-Ader: blau, gelb, grün, braun, schwarz
in fortlaufender Wiederholung

- Ausnahme: Das zweipaarige Installationskabel
ist Stern Vierer verseilt.
- Stamm 1 (Paar 1): a-Ader rot b-Ader schwarz
- Stamm 2 (Paar 2): a-Ader weiß b-Ader gelb

VDE 0815 Farbcode für Industrie-Elektronikkabel JE...

Kennzeichnung:
Die Adern der Paare je Bündel sind durch die Grundfarben der Isolierhülle gekennzeichnet, die sich in jedem Bündel in gleicher Folge wiederholen.

Grundfarben der Paare

Paar	1	2	3	4
a-Ader	blau	grau	grün	weiß
b-Ader	rot	gelb	braun	schwarz

Die Bündel sind durch die Farbe der Ringe auf den Aderisolierhüllen und die Anordnung der Farbringe in Gruppen gekennzeichnet. Die Ringgruppen haben etwa 60 mm Abstand.

Bei Kabeln mit mehr als 12 Bündeln erhalten das 13. und die folgenden Bündel farbige Wendeln.

Beim Zählen der Bündel beginnt man in der innersten Lage.

Bündel	Ringfarbe	Ringgruppe	Bündel-wendel	Bündel	Ringfarbe	Ringgruppe	Bündel-wendel
1	rosa		-	12	violett		-
2	rosa		-	13	rosa		blau
3	rosa		-	14	rosa		blau
4	rosa		-	15	rosa		blau
5	orange		-	16	rosa		blau
6	orange		-	17	orange		rot
7	orange		-	18	orange		rot
8	orange		-	19	orange		rot
9	violett		-	20	orange		rot
10	violett		-				
11	violett		-				

Aderkennzeichnung

TKD Ader-Farbcode für ÖPVC-JB-Leitungen, Adern farbig und mit grün-gelbem Schutzleiter

Der TKD-Farbcode und deren Farbkombinationen bis zu 102 Adern, wurde in Abstimmung auf die Forderungen der verarbeitenden Industrie aufgebaut.

Diese Farbkombination besteht aus 11 Grundfarben.

Um jede Ader deutlich von der anderen unterscheiden zu können, erfolgt die Kennzeichnung ab Ader-Nr.12 durch einen oder zwei farbige Ringe oder Längsstreifen, mit einer Ringbreite von ca. 2 mm.

Zählweise: Adern werden in der Innenlage beginnend, durch alle Lagen fortlaufend gleichsinnig nach außen gezählt.

Schutzleiter: Der grün-gelbe Schutzleiter liegt als letzte Ader in der Außenlage.

Ab 6 Adern gilt nachstehender TKD-Farbcode:

Ader-Nr.	Aderfarbe	Ader-Nr.	Aderfarbe	Ader-Nr.	Aderfarbe		
0	grün-gelb	36	orange-grün	71	blau-weiß-rot		
1	schwarz	37	braun-grün	72	gelb-weiß-rot		
2	blau	38	rot-gelb	73	grün-weiß-rot		
3	braun		blau-gelb	74	braun-weiß-rot		
4	beige	39	violett-gelb	75	rot-weiß-schwarz		
5	gelb	40	weiß-gelb		76	blau-weiß-schwarz	
6	grün	41	braun-gelb		77	gelb-weiß-schwarz	
7	violett	42			78	grün-weiß-schwarz	
8	rosa	43	rot-blau		79	violett-weiß-schwarz	
9	orange		44		weiß-blau	80	orange-weiß-schwarz
10	transparent	45	orange-blau	81	braun-weiß-schwarz		
11	rot-weiß	46	braun-blau	82	rot-weiß-grün		
12	blau-weiß	47	gelb-violett		83	gelb-weiß-grün	
13	gelb-weiß		48		grün-violett	84	violett-weiß-grün
14	grün-weiß	49	weiß-violett		85	orange-weiß-grün	
15	violett-weiß	50	orange-violett		86	braun-weiß-grün	
16	orange-weiß	51	braun-violett		87	rot-weiß-blau	
17	braun-weiß	52	schwarz-weiß	88		gelb-weiß-blau	
18	blau-rot	53	schwarz-gelb	89		orange-weiß-blau	
19	gelb-rot	54	schwarz-rot	90		braun-weiß-blau	
20	grün-rot	55	schwarz-grün	91		gelb-weiß-violett	
21	weiß-rot	56	schwarz-blau			92	grün-weiß-violett
22	orange-rot	57	schwarz-violett		93	orange-weiß-violett	
23	braun-rot	58	grau-weiß		94	braun-weiß-violett	
24	rot-schwarz		59		grau-schwarz	95	blau-rot-schwarz
25	blau-schwarz	60	grau-gelb		96		gelb-rot-schwarz
26	gelb-schwarz	61	grau-rot	97	grün-rot-schwarz		
27	grün-schwarz	62	grau-blau	98	weiß-rot-schwarz		
28	violett-schwarz	63	grau-violett	99	braun-rot-schwarz		
29	weiß-schwarz	64	rot-grau	100	gelb-rot-grün		
30	orange-schwarz		65		blau-grau	101	weiß-rot-grün
31	braun-schwarz		66		gelb-grau	102	orange-rot-grün
32	rot-grün		67		grün-grau		
33	grau-grün		68		violett-grau		
34	violett-grün		69		weiß-grau		
35	weiß-grün	70	orange-grau				

Aderkennzeichnung

Farbcode nach DIN 47100 (adrigre Verseilung) Mit Farbwiederholung/ohne Farbwiederholung

Die Aderkennzeichnung und die Farbe der Isolierhüllen sind nach DIN 47002 und DIN IEC304 (entspricht Harmonisierungsdokument HD 402 S2) aufgeführt.

Die Anordnung der Adern bzw. Aderpaare erfolgt nach den unten aufgeführten Tabellen.

Zur besseren Kenntlichmachung und auch aus Sicherheitsgründen ist **die hellere Farbe (die erste Farbe) als Grundfarbe** und die **dunklere Farbe (zweite Farbe) als Deckfarbe** festgelegt.

Die Farbkombination besteht aus 10 Grundfarben. Ab Ader-Nr.11 erfolgt die Kennzeichnung durch einen oder zwei farbige Ringe, mit einer Ringbreite von 2-3 mm. Der Ringabstand beträgt ca. 7 mm.

Zählweise: Die Reihenfolge und Zählung beginnt in der Außenlage fortlaufend und in gleicher Richtung, durch alle Lagen nach innen.

Farbcode nach DIN 47100 mit Farbwiederholung ab \geq 45. Ader

Ader-Nr.	Aderfarbe	Ader-Nr.	Aderfarbe	Ader-Nr.	Aderfarbe	Ader-Nr.	Aderfarbe
1	weiß	17	weißgrau	33	grünrot	49	grau
2	braun	18	graubraun	34	gelbrot	50	rosa
3	grün	19	weißbrosa	35	grünschwarz	51	blau
4	gelb	20	rosabraun	36	gelbschwarz	52	rot
5	grau	21	weißblau	37	graublau	53	schwarz
6	rosa	22	braunblau	38	rosablau	54	violett
7	blau	23	weißrot	39	graurot	55	graurosa
8	rot	24	braunrot	40	rosarot	56	rotblau
9	schwarz	25	weißschwarz	41	grauschwarz	57	weißgrün
10	violett	26	braunschwarz	42	rosaschwarz	58	braungrün
11	graurosa	27	graugrün	43	blauschwarz	59	weißgelb
12	rotblau	28	gelbgrau	44	rotschwarz	60	gelbbraun
13	weißgrün	29	rosagrün	45	weiß	61	weißgrau
14	braungrün	30	gelbrosa	46	braun		
15	weißgelb	31	grünblau	47	grün		
16	gelbbraun	32	gelblau	48	gelb		

Hinweis: Eine Ausnahme bildet die 4-adrige Leitung, die in der Farbfolge weiß, gelb, braun und grün zu kennzeichnen ist.

Farbcode in Anlehnung an DIN 47100 ohne Farbwiederholung

Ader-Nr.	Aderfarbe	Ader-Nr.	Aderfarbe	Ader-Nr.	Aderfarbe	Ader-Nr.	Aderfarbe
1	weiß	17	weißgrau	33	grünrot	49	weißgrünschwarz
2	braun	18	graubraun	34	gelbrot	50	grünbraunschwarz
3	grün	19	weißbrosa	35	grünschwarz	51	weißgelbschwarz
4	gelb	20	rosabraun	36	gelbschwarz	52	gelbbraunschwarz
5	grau	21	weißblau	37	graublau	53	weißgrauschwarz
6	rosa	22	braunblau	38	rosablau	54	graubraunschwarz
7	blau	23	weißrot	39	graurot	55	weißrosaschwarz
8	rot	24	braunrot	40	rosarot	56	rosabraunschwarz
9	schwarz	25	weißschwarz	41	grauschwarz	57	weißblauschwarz
10	violett	26	braunschwarz	42	rosaschwarz	58	braunblauschwarz
11	graurosa	27	graugrün	43	blauschwarz	59	weißbrotschwarz
12	rotblau	28	gelbgrau	44	rotschwarz	60	braunrotschwarz
13	weißgrün	29	rosagrün	45	weißbraunschwarz	61	schwarzweiß
14	braungrün	30	gelbrosa	46	gelbgrünschwarz		
15	weißgelb	31	grünblau	47	graurosaschwarz		
16	gelbbraun	32	gelblau	48	blaurotschwarz		

Bitte beachten: ab der 45. Ader immer angeben, ob mit oder ohne Farbwiederholung!

Aderkennzeichnung

Farbcode nach DIN 47100 (Paarverseilung) mit Farbwiederholung

Die Aderkennzeichnung und die Farben der Isolierhülle sind nach DIN 47002 und DIN IEC 304 (entspricht Harmonisierungsdokument HD 402 S2) aufgeführt.

Die Anordnung der Adern bzw. Aderpaare erfolgt nach unten aufgeführten Tabellen.

Zur besseren Kenntlichmachung und auch aus Sicherheitsgründen ist **die hellere Farbe (die erste Farbe) als Grundfarbe** und die **dunklere Farbe (zweite Farbe) als Deckfarbe** festgelegt.

Die Farbkombination besteht aus 10 Grundfarben. Ab Ader-Nr.11 erfolgt die Kennzeichnung durch einen oder zwei farbige Ringe, mit einer Ringbreite von 2-3mm. Der Ringabstand beträgt ca. 7 mm.

Zählweise: Die Reihenfolge und Zählung beginnt in der Außenlage fortlaufend und in gleicher Richtung durch alle Lagen nach innen.

Paar- Nummer	Farben der Paare			
	a-Ader	b-Ader		
1	23	45	weiß	braun
2	24	46	grün	gelb
3	25	47	grau	rosa
4	26	48	blau	rot
5	27	49	schwarz	violett
6	28	50	graurosa	rotblau
7	29	51	weißgrün	braungrün
8	30	52	weißgelb	gelbbraun
9	31	53	weißgrau	graubraun
10	32	54	weißrosa	rosabraun
11	33	55	weißblau	braunblau
12	34	56	weißrot	braunrot
13	35	57	weißschwarz	braunschwarz
14	36	58	graugrün	gelbgrau
15	37	59	rosagrün	gelbrosa
16	38	60	grünblau	gelbblau
17	39	61	grünrot	gelbrot
18	40		grünschwarz	gelbschwarz
19	41		graublau	rosablau
20	42		graurot	rosarot
21	43		grauschwarz	rosaschwarz
22	44		blauschwarz	rotschwarz

Bitte beachten: ab der 45. Ader immer angeben ob mit oder ohne Farbwiederholung!

Litzenleiteraufbau

Cu-Litzenleiteraufbau nach DIN VDE 0295 und IEC 228

Der Litzenleiteraufbau nach DIN VDE 0295 wurde in Übereinstimmung mit IEC 228 für Leiterklasse 2 Spalte 1, Leiterklasse 5 Spalte 3 und Leiterklasse 6 Spalte 4 - ab 0,5 mm² festgelegt.

Die Durchmesser der Einzeldrähte jedes Leiters dürfen den für jeden Nennquerschnitt angegebenen Maximalwert nicht überschreiten, siehe Tabelle unten.

Querschnitt	Mehrdrätige Rundleiter VDE 0295 Klasse 2 ²⁾ Spalte 1	Vieldrätige Litzen Standardaufbau Spalte 2	Feindrätige Litzen VDE 0295 Klasse 5 ¹⁾ Spalte 3	Feinstdrätige Litzen			
				VDE 0295 Klasse 6 ¹⁾ Spalte 4	Standardaufbau		
					Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7
0,035		7 x 0,08					
0,05						14 x 0,07	26 x 0,05
0,08							40 x 0,05
0,09					7 x 0,124	24 x 0,07*	
0,14			18 x 0,10	18 x 0,10	18 x 0,10	36 x 0,07	72 x 0,05
0,25			14 x 0,15	32 x 0,10	32 x 0,10	65 x 0,07	128 x 0,05
0,34		7 x 0,25	19 x 0,15	42 x 0,10	42 x 0,10	88 x 0,07	174 x 0,05
0,38		7 x 0,27	12 x 0,20	21 x 0,15	48 x 0,10	100 x 0,07	194 x 0,05
0,5	7 x 0,30	7 x 0,30	16 x 0,20	28 x 0,15	64 x 0,10	131 x 0,07	256 x 0,05
0,75	7 x 0,37	7 x 0,37	24 x 0,20	42 x 0,15	96 x 0,10	195 x 0,07	384 x 0,05
1,0	7 x 0,43	7 x 0,43	32 x 0,20	56 x 0,15	128 x 0,10	260 x 0,07	512 x 0,05
1,5	7 x 0,52	7 x 0,52	30 x 0,25	84 x 0,15	192 x 0,10	392 x 0,07	768 x 0,05
2,5	7 x 0,67	19 x 0,41	50 x 0,25	140 x 0,15	320 x 0,10	651 x 0,07	1280 x 0,05
4	7 x 0,85	19 x 0,52	56 x 0,30	224 x 0,15	512 x 0,10	1040 x 0,07	
6	7 x 1,05	19 x 0,64	84 x 0,30	192 x 0,20	768 x 0,10	1560 x 0,07	
10	7 x 1,35	49 x 0,51	80 x 0,40	320 x 0,20	1280 x 0,10	2600 x 0,07	
16	7 x 1,70	49 x 0,65	128 x 0,40	512 x 0,20	2048 x 0,10	4116 x 0,07	
25	7 x 2,13	84 x 0,62	200 x 0,40	800 x 0,20	3200 x 0,10	6370 x 0,07	
35	7 x 2,52	133 x 0,58	280 x 0,40	1120 x 0,20	4410 x 0,10	9100 x 0,07	
50	19 x 1,83	133 x 0,69	400 x 0,40	705 x 0,30			
70	19 x 2,17	189 x 0,69	356 x 0,50	990 x 0,30			
95	19 x 2,52	259 x 0,69	485 x 0,50	1340 x 0,30			
120	37 x 2,03	336 x 0,67	614 x 0,50	1690 x 0,30			
150	37 x 2,27	392 x 0,69	765 x 0,50	2123 x 0,30			
185	37 x 2,52	494 x 0,69	944 x 0,50	1470 x 0,40			
240	61 x 2,24	627 x 0,70	1225 x 0,50	1905 x 0,40			
300	61 x 2,50	790 x 0,70	1530 x 0,50	2385 x 0,40			
400	61 x 2,89		2034 x 0,50				
500	61 x 3,23		1768 x 0,60				
630	91 x 2,97		2228 x 0,60				
						Maximal zulässiger größter Einzeldraht-Ø	
						Nenndraht-Ø	Größtwert der Einzeldraht-Ø
						mm	mm
						0,2	0,21
						0,25	0,26
						0,3	0,31
						0,4	0,41
						0,5	0,51
						0,6	0,61

* Alternativ 19 x 0,08

Hinweis:

¹⁾ Die DIN VDE 0295 in Übereinstimmung mit IEC 228 legt für **Leiterklasse 5 und 6** nur den maximalen Einzeldrahtdurchmesser fest. Die Anzahl der Drähte ist grundsätzlich unverbindlich.

²⁾ Für **Leiterklasse 2** gilt jedoch die Mindestanzahl der Einzeldrähte im Rundleiter und nicht der Einzeldrahtdurchmesser.

Maßgebend sind die geforderten Höchstwerte des Leiterwiderstandes jedes Leiters bei 20°C. Der jeweilige Nennquerschnitt der festgelegten Größenwerte darf nicht überschritten werden.

Erläuterungen zu feinstdrätig Litzenleiter, Klasse 6

Spalte 4 Flexibel-Standardaufbau nach DIN VDE

Spalte 5 Sehr flexibel

Spalte 6 Höchst flexibel

Spalte 7 Extrem flexibel

Drähte und Litzenleiter

Desina®

Funktion	Forderung	Richtwert
geschirmte Leistungsleitungen: Servoleitungen, Frequenzumrichter.etc.	orange	RAL2003
Geberleitungen: Lineare und rotatorische Geber, analoge Sensoren, etc.	grün	RAL6018
Feldbus: Hybridfeld-Bus-Leitung (vgl.D_spec 03)	violett, 4 x 1,5 mm ² Cu, 2 x POF	RAL 4001
Geschaltete Peripherie, Sensorik: pneumatische/hydraulische Ventile, Näherungsschalter, Druckschalter, etc	gelb, 4 x 0,34 mm ²	RAL1021
Leistungsleitungen: Gerätezuführung, Drehstrommotoren	schwarz	RAL 9005
Steuerleitungen: 24V Versorgung	grau	RAL 7040

AWG Drähte und Litzenleiter

AWG Nr.	AWG-Aufbau n x AWG	Leiteraufbau n x Draht-Ø mm	Leiterquerschnitt mm ²	Leiter-Außen-Ø mm	Leiterwiderstand Ω/km	Leitergewicht kg/km
36	massiv	massiv	0,013	0,127	1460,0	0,116
36	7/44	7 x 0,05	0,014	0,152	1271,0	0,125
34	massiv	massiv	0,020	0,160	918,0	0,178
34	7/42	7 x 0,064	0,022	0,192	777,0	0,196
32	massiv	massiv	0,032	0,203	571,0	0,284
32	7/40	7 x 0,078	0,034	0,203	538,0	0,302
32	19/44	19 x 0,05	0,037	0,229	448,0	0,329
30	massiv	massiv	0,051	0,254	365,0	0,45
30	7/38	7 x 0,102	0,057	0,305	339,0	0,507
30	19/42	19 x 0,064	0,061	0,305	286,7	0,543
28	massiv	massiv	0,080	0,330	232,0	0,71
28	7/36	7 x 0,127	0,087	0,381	213,0	0,774
28	19/40	19 x 0,078	0,091	0,406	186,0	0,81
27	7/35	7 x 0,142	0,111	0,457	179,0	0,988
26	massiv	massiv	0,128	0,409	143,0	1,14
26	10/36	10 x 0,127	0,127	0,533	137,0	1,13
26	19/38	19 x 0,102	0,155	0,508	113,0	1,38
26	7/34	7 x 0,160	0,141	0,483	122,0	1,25

Drähte und Litzenleiter

AWG Drähte und Litzenleiter

AWG Nr.	AWG-Aufbau n x AWG	Leiteraufbau n x Draht-Ø mm	Leiterquerschnitt mm ²	Leiter-Außen-Ø mm	Leiterwiderstand Ω/km	Leitergewicht kg/km
24	massiv	massiv	0,205	0,511	89,4	1,82
24	7/32	7 x 0,203	0,227	0,610	76,4	2,02
24	10/34	10 x 0,160	0,201	0,582	85,6	1,79
24	19/36	19 x 0,127	0,241	0,610	69,2	2,14
24	41/40	41 x 0,078	0,196	0,582	84,0	1,74
22	massiv	massiv	0,324	0,643	55,3	2,88
22	7/30	7 x 0,254	0,355	0,762	48,4	3,16
22	19/34	19 x 0,160	0,382	0,787	45,1	3,40
22	26/36	26 x 0,127	0,330	0,762	52,3	2,94
20	massiv	massiv	0,519	0,813	34,6	4,61
20	7/28	7 x 0,320	0,562	0,965	33,8	5,00
20	10/30	10 x 0,254	0,507	0,889	33,9	4,51
20	19/32	19 x 0,203	0,520	0,940	28,3	5,47
20	26/34	26 x 0,160	0,523	0,914	33,0	4,65
20	41/36	41 x 0,127	0,20	0,914	32,9	4,63
18	massiv	massiv	0,823	1,020	21,8	7,32
18	7/26	7 x 0,404	0,897	1,219	19,2	7,98
18	16/30	16 x 0,254	0,811	1,194	21,3	7,22
18	19/30	19 x 0,254	0,963	1,245	17,9	8,57
18	41/34	41 x 0,160	0,824	1,194	20,9	7,33
18	65/36	65 x 0,127	0,823	1,194	21,0	7,32
16	massiv	massiv	1,310	1,290	13,7	11,66
16	7/24	7 x 0,511	1,440	1,524	12,0	12,81
16	65/34	65 x 0,160	1,310	1,499	13,2	11,65
16	26/30	26 x 0,254	1,317	1,499	13,1	11,72
16	19/29	19 x 0,287	1,229	1,473	14,0	10,94
16	105/36	105 x 0,127	1,330	1,499	13,1	11,84
14	massiv	massiv	2,080	1,630	8,6	18,51
14	7/22	7 x 0,643	2,238	1,854	7,6	19,92
14	19/27	19 x 0,361	1,945	1,854	8,9	17,31
14	41/30	41 x 0,254	2,078	1,854	8,3	18,49
14	105/34	105 x 0,160	2,111	1,854	8,2	18,79
12	massiv	massiv	3,31	2,05	5,4	29,46
12	7/20	7 x 0,813	3,63	2,438	4,8	32,30
12	19/25	19 x 0,455	3,09	2,369	5,6	27,50
12	65/30	65 x 0,254	3,292	2,413	5,7	29,29
12	165/34	165 x 0,60	3,316	2,413	5,2	29,51
10	massiv	massiv	5,26	2,59	3,4	46,81
10	37/26	37 x 0,404	4,74	2,921	3,6	42,18
10	49/27	49 x 0,363	5,068	2,946	3,6	45,10
10	105/30	105 x 0,254	5,317	2,946	3,2	47,32
8	49/25	49 x 0,455	7,963	3,734	2,2	70,87
8	133/29	133 x 0,287	8,604	3,734	2,0	76,57
8	655/36	655 x 0,127	8,297	3,734	2,0	73,84

Drähte und Litzenleiter

AWG Drähte und Litzenleiter

AWG Nr.	AWG-Aufbau n x AWG	Leiteraufbau n x Draht-Ø mm	Leiterquerschnitt mm ²	Leiter-Außen-Ø mm	Leiterwiderstand Ω/km	Leitergewicht kg/km
4	133/25	133 x 0,455	21,625	5,898	0,80	192,46
4	259/27	259 x 0,363	26,804	5,898	0,66	238,55
4	1666/36	1666 x 0,127	21,104	5,898	0,82	187,82
2	133/23	133 x 0,574	34,416	7,417	0,50	306,30
2	259/25	259 x 0,404	33,201	7,417	0,52	295,49
2	665/30	665 x 0,254	33,696	7,417	0,52	299,89
2	2646/36	2646 x 0,127	33,518	7,417	0,52	298,31
1	133/22	133 x 0,643	43,187	8,331	0,40	384,37
1	259/25	259 x 0,455	42,112	8,331	0,41	374,80
1	817/30	817 x 0,254	41,397	8,331	0,42	368,43
1	2109/34	2109 x 0,160	42,403	8,331	0,41	377,39
1/0	133/21	133 x 0,724	54,75	9,347	0,31	487,28
1/0	259/24	259 x 0,511	53,116	9,347	0,32	472,73
2/0	133/20	133 x 0,813	69,043	10,516	0,25	614,48
2/0	259/23	259 x 0,574	67,021	10,516	0,25	596,49
3/0	259/22	259 x 0,643	84,102	11,786	0,20	748,51
3/0	427/24	427 x 0,511	87,570	11,786	0,19	779,37
4/0	259/21	259 x 0,724	106,626	13,259	0,16	948,97
4/0	427/23	427 x 0,574	110,494	13,259	0,15	983,39

AWG Drähte (Massivleiter)

AWG Nr.	Draht-Ø mm	AWG Nr.	Draht-Ø mm	AWG Nr.	Draht-Ø mm
44	0,050	26	0,404	10	2,588
41	0,070	25	0,455	9	2,906
40	0,079	24	0,511	8	3,268
39	0,089	23	0,574	7	3,665
38	0,102	22	0,643	6	4,115
37	0,144	21	0,724	5	4,620
36	0,127	20	0,813	4	5,189
35	0,142	19	0,912	3	5,827
34	0,160	18	1,024	2	6,543
33	0,180	17	1,151	1	7,348
32	0,203	16	1,290	1/0	8,252
31	0,226	15	1,450	2/0	9,266
30	0,254	14	1,628	3/0	10,404
29	0,287	13	1,829	4/0	11,684
28	0,320	12	2,052		
27	0,363	11	2,304		

Leiterwiderstandswerte

Leiterwiderstandswerte nach VDE 0295 und IEC 228

Leiterwiderstandswerte von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen werden nach DIN VDE 0295 in Übereinstimmung mit IEC 228, je nach Leiterklasse, ab 0,5 mm² aufgeführt.

Der Widerstand jedes Leiters darf bei 20° C den für den jeweiligen Nennquerschnitt festgelegten Maximalwert nicht überschreiten.

Die Einhaltung der Maximalwerte der Leiterwiderstände werden durch Widerstandsmessung des Leiters, des fertigen Kabels oder der fertigen Leitung geprüft. Die Messung erfolgt nach DIN VDE 0472 Teil 501.

Dies gilt nicht für Leiter von Fernmeldekabeln und Leitungen.

Leiter- Abmessung	Starkstromkabel und Leitungen						Schweißleitung	
	Cu-Leiter				Alu-Leiter		Cu-Leiter	
Nenn- Querschnitt mm ²	aus verzinn ten Drähten		aus blanken Drähten		aus blanken Drähten		aus blanken	aus verzinn ten
	Klasse 1 Klasse 2 Ω/km	Klasse 5 Klasse 6 Ω/km	Klasse 1 Klasse 2 Ω/km	Klasse 5 Klasse 6 Ω/km	Klasse 1 Ω/km	Klasse 2 Ω/km	Drähten Ω/km	Drähten Ω/km
0,05	-	~380,0	-	~360,0	-	-	-	-
0,08	-	~240,0	-	~230,0	-	-	-	-
0,09	-	~230,0	-	~215,0	-	-	-	-
0,14	-	~140,0	-	~138,0	-	-	-	-
0,22	-	~96,8	-	~95,0	-	-	-	-
0,25	-	~79,3	-	~77,8	-	-	-	-
0,34	-	~57,1	-	~56,0	-	-	-	-
0,5	36,7	40,1	36,0	39,0	-	-	-	-
0,75	24,8	26,7	24,5	26,0	-	-	-	-
1,0	18,2	20,0	18,1	19,5	-	-	-	-
1,5	12,2	13,7	12,1	13,3	-	-	-	-
2,5	7,56	8,21	7,41	7,98	-	-	-	-
4,0	4,70	5,09	4,61	4,95	-	-	-	-
6,0	3,11	3,39	3,08	3,30	-	-	-	-
10,0	1,84	1,95	1,83	1,91	-	-	-	-
16,0	1,16	1,24	1,15	1,21	-	1,91 ²⁾	1,16	1,19
25,0	0,734	0,795	0,727 ¹⁾	0,780	1,20	1,20	0,758	0,780
35,0	0,529	0,565	0,524 ¹⁾	0,554	0,868	0,868	0,536	0,552
50,0	0,391	0,393	0,387 ¹⁾	0,386	0,641	0,641	0,379	0,390
70,0	0,270	0,277	0,268 ¹⁾	0,272	0,443	0,443	0,268	0,276
95,0	0,195	0,210	0,193 ¹⁾	0,206	0,320	0,320	0,198	0,204
120,0	0,154	0,164	0,153 ¹⁾	0,161	0,253	0,253	0,155	0,159
150,0	0,126	0,132	0,124 ¹⁾	0,129	0,206	0,206	0,125	0,129
185,0	0,100	0,108	0,0991	0,106	0,164	0,164	0,102	0,105
240,0	0,0762	0,0817	0,0754	0,0801	0,125	0,125	-	-
300,0	0,0607	0,0654	0,0601	0,0641	0,100	0,100	-	-
400,0	0,0475	0,0495	0,0470	0,0486	-	0,0778	-	-
500,0	0,0369	0,0391	0,0366	0,0384	-	0,0605	-	-
630,0	0,0286	0,0292	0,0283	0,0287	-	0,0469	-	-

¹⁾ gilt für mineralisierte Leitungen der Klasse 1

²⁾ nur für Leiter mit vermindertem Querschnitt bei NAYCWY 4 x 25/16

Erläuterung

Klasse1 - für eindrähtige Leiter

Klasse2 - für mehrdrähtige Leiter

Klasse5 - für feindrähtige Leiter

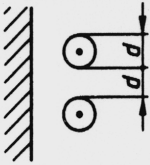
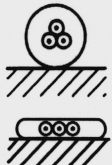

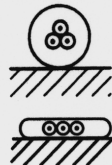
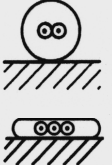
Klasse6 - für feinstdrähtige Leiter

Belastbarkeit

Grundtabelle

für Kabel	VDE 0276 Teil1000
für Leitungen für feste Verlegung	VDE 0298 Teil 4
für flexible Leitungen	VDE 0298 Teil 4
für Fernsprech- und Datenleitungen	VDE 0891
für elektr. Ausrüstung in Maschinen	DIN VDE 0113 Teil 1

Tabelle 1: Strombelastbarkeit bei Umgebungstemperatur +30° C in Anlehnung an VDE

Verlegeart	A	B		C	D
					
Anzahl der belasteten Adern	1	2	3	2 oder 3	
Nennquerschnitt in mm ²	Belastbarkeit in A				
0,08 ¹⁾	1,5	-	-	1	-
0,14 ¹⁾	3	-	-	2	-
0,25 ¹⁾	5	-	-	4	-
0,34 ¹⁾	8	-	-	6	-
0,5	12 ²⁾	3	3	9 ¹⁾	-
0,75	15	6	6	12	-
1	19	10	10	15	-
1,5	24	16	16	18	23
2,5	32	25	20	26	30
4	42	32	25	34	41
6	54	40	-	44	53
10	73	63	-	61	74
16	98	-	-	82	99
25	129	-	-	108	131
35	158	-	-	135	162
50	198	-	-	168	202
70	245	-	-	207	250
95	292	-	-	250	301
120	344	-	-	292	-
150	391	-	-	335	-
185	448	-	-	382	-
240	528	-	-	453	-
300	608	-	-	523	-
400	726	-	-	-	-
500	830	-	-	-	-
Belastbarkeit aus	DIN VDE 0100-523: 1981-06; Gruppe 3	HD 21.1 S2 bzw HD 22.1 S2		DIN VDE 0100-523: 1981-062; Gruppe 2	in Anlehnung an DIN VDE 0100-523: 1981-06; Gruppe 2

Die Darstellung in der Tabelle weicht von der Normdarstellung ab. Bitte die Umrechnungsfaktoren unbedingt beachten.

Umrechnungsfaktoren für

abweichende Umgebungstemperaturen	siehe Tabelle 2
vieladrige Leitungen	siehe Tabelle 3
Häufung	siehe Tabelle 4

1. Für kleinere Querschnitte Strombelastbarkeit in Anlehnung an VDE 0891 Teil 1.
2. In Anlehnung VDE 0100 Teil 523 erweiterter Bereich, der nicht durch VDE 0298 abgedeckt ist.

Belastbarkeit

Reduktionstabelle

Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren

Für abweichende Umgebungstemperaturen in Anlehnung an VDE 0298 (für Leitungen mit erhöhter Wärmeständigkeit gilt Tabelle 5)

Umgebungstemperatur °C	Zulässige bzw. empfohlene Betriebstemperatur			
	60° C	70° C	80° C	90° C
	Umrechnungsfaktoren, anzuwenden auf die Belastbarkeitsangaben in Tabelle 1			
10	1,29	1,22	1,18	1,15
15	1,22	1,17	1,14	1,12
20	1,15	1,12	1,10	1,08
25	1,08	1,06	1,05	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,91	0,94	0,95	0,96
40	0,82	0,87	0,89	0,91
45	0,71	0,79	0,84	0,87
50	0,58	0,71	0,77	0,82
55	0,41	0,61	0,71	0,76
60	-	0,50	0,63	0,71
65	-	0,35	0,55	0,65
70	-	-	0,45	0,58
75	-	-	0,32	0,50
80	-	-	-	0,41
85	-	-	-	0,29

Tabelle 3: Umrechnungsfaktoren

Für vieladrige Kabel und Leitungen mit Leiterquerschnitt bis 10 mm² (in Anlehnung an VDE 0298)

Anzahl der belasteten Adern	Umrechnungsfaktoren
5	0,75
7	0,65
10	0,55
14	0,50
19	0,45
24	0,40
40	0,35
61	0,30

Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren

Für Häufung in Anlehnung an VDE 0298

Anordnung	Anzahl der mehradrigen Leitungen oder Anzahl der Wechsel- oder Drehstromkreise aus einadrigen Leitungen (2 bzw. 3 stromführende Leiter)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	
Gebündelt direkt auf der Wand, dem Fußboden, im Elektroinstallationsrohr 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 o. 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 Fußboden, mit Zwischenraum gleich Leitungsdurchmesser	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 Leitungsdurchmesser	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	

Belastbarkeit

Reduktionstabelle

Tabelle 5: Umrechnungsfaktoren

Für die Belastbarkeit von Leitungen mit erhöhter Wärmebeständigkeit in Anlehnung an VDE 0298

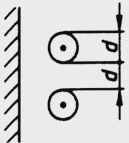


Isolierwerkstoff	erhöht wärmebest. PVC		Silikon SIR	
	Einzeladern	Leitung	Einzeladern	Leitung
Produkte	Einzeladern	Leitung	Einzeladern	Leitung
Anzahl der belasteten Adern	1	2 oder 3	1	2 oder 3
Verlegeart				
Umgebungstemperatur in °C				
50		1,00		1,00
55		0,94		1,00
60		0,87		1,00
65		0,79		1,00
70		0,71		1,00
75		0,61		1,00
80		0,50		1,00
85		0,35		1,00
90		-		1,00
95		-		1,00
100		-		1,00
105		-		1,00
110		-		1,00
115		-		1,00
120		-		1,00
125		-		1,00
130		-		1,00
135		-		1,00
140		-		1,00
145		-		1,00
150		-		1,00
155		-		0,91
160		-		0,82
165		-		0,71
170		-		0,58
175		-		0,41

Tabelle 6: Umrechnungsfaktoren

für aufgewickelte Leitungen (in Anlehnung an VDE 0298)

Anzahl der Lagen auf der Spule/Trommel	1	2	3	4	5
Umrechnungsfaktoren	0,80	0,61	0,49	0,42	0,38

Belastbarkeit

Strombelastbarkeit für flexible Leitungen (die in den vorherigen Tabellen nicht aufgeführt sind!)

Zulässige Strombelastung isolierter Starkstromleitungen mit Kupferleitern bei Umgebungstemperaturen bis 25°C nach DIN VDE 0100, 0812 und 0890. Die Werte gelten als Richtwerte. Maßgebend und verbindlich sind die DIN VDE-Bestimmungen.

Strombelastung und Sicherung in Ampere (A) bis 25° C

Nenn- querschnitt	Gruppe 1 Eine oder mehrere in Rohr verlegte einadrige Leitungen, z.B. H07V-U		Gruppe 2 Mehradrileitungen, z.B. Mantelleitungen, Stegleitungen, bewegliche Leitungen		Gruppe 3 Einadrige Leitungen frei in Luft verlegt, wobei die Leitungen mit Zwischenraum von mindestens Leitungsdurchmesser verlegt sind, sowie einadrige Verdrahtungen in Schalt- und Verteilungsanlagen	
	mm ²	Strombelastung A	Sicherung A	Strombelastung A	Sicherung A	Strombelastung A
0,08	2,5		0,5	-	-	-
0,14	6,0		1,5	-	6,0	-
0,25	8,5		2,5	-	8,5	-
0,34	9		3,5	-	10	-
0,50	10		5	-	12	-
0,75	11		13	10	16	16
1	12	10	16	16	20	20
1,5	16	16	20	20	25	25
2,5	21	20	27	25	34	35
4	27	25	36	35	45	50
6	35	35	47	50	57	63
10	48	50	65	63	78	80
16	65	63	87	80	104	100
25	88	80	115	100	137	125
35	110	100	143	125	168	160
50	140	125	178	160	210	200
70	175	160	220	224	260	250
95	210	200	265	250	310	310
120	250	250	310	300	365	355
150	-	-	355	355	415	425
185	-	-	405	355	475	425
240	-	-	480	425	560	500
300	-	-	555	500	645	600
400	-	-	-	-	770	630
500	-	-	-	-	890	850

Zulässige Dauerbelastung isolierter Leitungen bei Umgebungstemperaturen über 25 °C

Umgebungs- temperatur °C	zulässige Dauerbelastbarkeit in % der o.g. Tabellenwerte		
	Kunststoffisolierung %	Gummiisolierung %	Leitungen mit Grenztemperatur 100° C %
ab 25 bis 30	94	92	100
> 30 bis 35	88	85	100
> 35 bis 40	82	75	100
> 40 bis 45	75	65	100
> 45 bis 50	67	53	100
> 50 bis 55	58	38	100
> 55 bis 65	-	-	100
> 65 bis 70	-	-	92
> 70 bis 75	-	-	85
> 75 bis 80	-	-	75
> 80 bis 85	-	-	65
> 85 bis 90	-	-	53
> 90 bis 95	-	-	38

Eigenschaften

Eigenschaften* von Isolier- und Mantelwerkstoffen

Bezeichnung			elektrisch					thermisch					
VDE Kurz Bez. zeichen	Werkstoff	Dichte g/cm ³	Durchschlagfestigkeit kV/mm	Spez. Durchg. Widerst. $\Omega \cdot \text{cm}$ 20 °C	Dielektrizitätskonst. 50 Hz/ 20 °C	Verlustfaktor $\tan \delta$	Gebrauchstemperatur		Schmelztemperatur + °C	Brennverh.	Sauerstoffindex LOI (% O ₂)	Heizwert Ho MJ·kg ⁻¹	
							Dauer °C	kurz °C					
Y	PVC Polyvinylchlorid-Mischungen	1,35-1,5	25	10 ¹³ -10 ¹⁵	3,6-6	4x10 ⁻² bis	- 30 + 70	+ 100	> 140	selbst verlösch	23-42	17-25	
Yw	PVC Wärmebeständig 90°C	1,3-1,5	25	10 ¹² -10 ¹⁵	4-6,5	1x10 ⁻¹	- 20 + 90	+ 120	> 140	end	23-42	16-22	
Yw	PVC Wärmebeständig 105°C	1,3-1,5	25	10 ¹² -10 ¹⁵	4,5-6,5		- 20 + 105	+ 120	> 140		24-42	16-20	
Yk	PVC Kältebeständig	1,2-1,4	25	10 ¹² -10 ¹⁵	4,5-6,5		- 40 + 70	+ 100	> 140		24-42	17-24	
2Y	LDPE PE niedriger Dichte (low density)	0,92-0,94	70	10 ¹⁷	2,3	2x10 ⁻⁴	- 50 + 70	+ 100	105-110	ent flamm-	≤ 22	42-44	
2Y	HDPE PE hoher Dichte (high density)	0,94-0,98	85	10 ¹⁷	2,3	3x10 ⁻⁴	- 50 + 100	+ 120	130	bar	≤ 22	42-44	
2X	VPE vernetztes Polyethylen	0,92	50	10 ¹² -10 ¹⁶	4-6	2x10 ⁻³	- 35 + 90	+ 100	-		≤ 22	42-44	
O2Y	geschäumtes Polyethylen	~0,65	30	10 ¹⁷	~1,55	5x10 ⁻⁴	- 40 + 70	+ 100	105		18-30	42-44	
3Y	PS Polystrol	1,05	30	10 ¹⁶	2,5	1x10 ⁻⁴	- 50 + 80	+ 100	> 120		≤ 22	40-43	
4Y	PA Polyamid	1,02-1,1	30	10 ¹⁵	4	2x10 ⁻² bis - 1x10 ⁻³	- 60 + 105	+ 125	210		≤ 22	27-31	
9Y	PP Polypropylen	0,91	75	10 ¹⁶	2,3-2,4	4x10 ⁻⁷	- 10 + 100	+ 140	160		≤ 22	42-44	
11Y	PUR Polyurethan	1,15-1,2	20	10 ¹⁰ -10 ¹²	4-7	23x10 ⁻⁷	- 55 + 80	+ 100	150		20-26	20-26	
TPE-E (12Y/13Y)	Polyester Elastomer	1,2-1,4	40	>10 ¹⁰	3,7-5,1	18x10 ⁻²	- 50 + 100	+ 140	190		≤ 29	20-25	
TPE-O (18 Y)	Polyolefin Elastomer	0,89-1,0	30	>10 ¹⁴	2,7-3,6	18x10 ⁻²	- 50 + 100	+ 130	150		≤ 25	23-28	
G	NR SBR Naturkautschuk Styrol-Butadien-Kau- tschuk-Mischungen	1,5-1,7	20	10 ¹² -10 ¹⁵	3-5	1,9x10 ⁻²	- 65 + 60	+ 120	-	ent- flamm- bar	≤ 22	21-25	
2G	SIR Silikonkautschuk	1,2-1,3	20	10 ¹⁵	3-4	6x10 ⁻³	- 60 + 180	+ 260	-	schwer entfl.	25-35	17-19	
3G	EPR Ethylen-Propylen Mischpolymere-Misch.	1,3-1,55	20	10 ¹⁴	3-3,8	3,4x10 ⁻³	- 30 + 90	+ 160	-	ent- flamm-	≤ 22	21-25	
4G	EVA Ethylen-Vinylacetat Copolymer-Mischung	1,3-1,5	30	10 ¹²	5-6,5	2x10 ⁻²	- 30 + 125	+ 200	-	bar	≤ 22	19-23	
5G	CR Polychloropren- Mischungen	1,4-1,65	20	10 ¹⁰	6-8,5	5x10 ⁻²	- 40 + 100	+ 140	-	selbst verlösch-	30-35	14-19	
6G	CSM Chlorsulfoniertes Polyethylen-Mischungen	1,3-1,6	25	10 ¹²	6-9	2,8x10 ⁻²	- 30 + 80	+ 140	+160	end	30-35	19-23	
10Y	PVDF Polyvinylidenfluorid Kynar®/Dyflor®	1,7-1,9	20	10 ¹⁴	9-7	1,4x10 ⁻²	- 40 + 135	+ 160	> 170	nicht ent-	40-45	15	
7Y	ETFE Ethylen-tetrafluor- ethylen Tefzel®	1,6-1,8	36	10 ¹⁶	2,6	8x10 ⁻⁴	- 100 + 150	+ 180	>265	flamm- bar	30-35	14	
6Y	FEP Perfluorethylen- propylen Teflon®	2,0-2,3	25	10 ¹⁸	2,1	3x10 ⁻⁴	- 100 + 205	+ 230	> 225		> 95	5	
5YX	PFA Perfluoralkoxy Teflon®	2,0-2,3	25	10 ¹⁸	2,1	3x10 ⁻⁴	- 190 + 260	+ 280	> 290		> 95	5	
5Y	PTFE Polytetrafluorethylen Teflon®	2,0-2,3	20	10 ¹⁸	2,1	3x10 ⁻⁴	- 190 + 260	+ 300	> 325		> 95	5	
H HX	unver- netzt halogenfreie Polymer-Mischung	1,4-1,6	25	10 ¹² -10 ¹⁴	3,4-5	~10 ⁻³	- 30 + 70	+ 100	> 130	selbst- verlösch-	≤ 40	17-22	
H HX	ver- netzt halogenfreie Polymer-Mischung	1,4-1,6	25	10 ¹³ -10 ¹⁴	3,4-5	10 ⁻² -10 ⁻³	- 30 + 90	+ 150	-	end	≤ 40	16-25	

*Eigenschaften gelten für unverarbeitetes Material

Eigenschaften

Eigenschaften* von Isolier- und Mantelwerkstoffen

Bezeichnung			thermisch			mechanisch					Halogen-freiheit	Witterung				
Bez.	zei- chen	Werkstoff	Wärme- leitfähig- keit $W \cdot K^{-1} \cdot m^{-1}$	korrosive Gase bei Brand	Strahlen- beständig- keit max. Mrad	Zug- festig- keit N/mm ²	Reiß- dehnung %	Shore- Härte	Abrieb- ver- halten	Wasser- auf- nahme %	halogen frei	Wetter- bestän- digkeit	Kälte- ver- halten			
Y	PVC	Polyvinylchlorid- Mischungen	0,17	Chlor- wasser- stoff	80	10 - 25	130 - 350	70 - 95 (A)	mittel	0,4	nein	mäßig, in schwarz: gut	mäßig-gut			
Yw	PVC	Wärmebeständig 90°C														
Yw	PVC	Wärmebeständig 105°C														
Yk	PVC	Kältebeständig													sehr gut	
Thermoplaste	2Y	LDPE	PE niedriger Dichte (low density)	0,3	nein	100	10 - 20	400 - 600	43 - 50 (D)	mittel	ja	-	gut			
	2Y	HDPE	PE hoher Dichte (high density)	0,4			20 - 30	500 - 1000	60 - 63 (D)	gut						
	2X	VPE	vernetztes Polyethylen	0,3			12,5-20	300 - 400	40 - 45 (D)	mittel						
	O2Y		geschäumtes Polyethylen	0,25			8 - 12	350 - 450	-	-				-	bedingt ¹⁾	
	3Y	PS	Polystrol			80	55 - 65	300 - 400	35 - 50 (D)	gut	0,4	ja	mäßig gut	mäßig gut		
	4Y	PA	Polyamid	0,23		10	50 - 60	50 - 170	-	sehr gut	1,0-1,5		gut	gut		
	9Y	PP	Polypropylen	0,19			20 - 35	300	55 - 60 (D)	mittel	0,1		mäßig			
	11Y	PUR	Polyurethan	0,25			100 (500)	30 - 45	500 - 700	70 - 100 (A)	sehr gut	1,5		sehr gut	sehr gut	
	TPE-E (12Y/13Y)		Polyester Elastomer	0,5			10	30	> 300	85 (A) 70 (D)	gut					
	TPE-O (18 Y)		Polyolefin Elastomer	1,5				20		55 (A) 70 (D)						
Elastomere	G	NR SBR	Naturkautschuk Styrol-Butadien-Kau- tschuk-Mischungen	-	nein	100	5 - 10	300 - 600	60 - 70 (A)	mäßig	1,0	nein	mäßig	sehr gut		
	2G	SIR	Siliconkautschuk	0,22			50	300 - 600	40 - 80 (A)						ja	gut
	3G	EPR	Ethylen-Propylen Mischpolymere-Misch.	-			200	200 - 400	65 - 85 (A)							sehr gut
	4G	EVA	Ethylen-Vinylacetat Copolymer-Mischung	-		100	8 - 12	250 - 350	70 - 80 (A)		gut					
	5G	CR	Polychloropren- Mischungen	-		50	10 - 20	400 - 700	55 - 70 (A)	mittel	1,0	nein	sehr gut	mäßig gut		
	6G	CSM	Chlorsulfoniertes Polyethylen-Mischungen	-				350 - 600	60 - 70 (A)		1,5			mäßig		
Hochtemp. Werkstoffe	10Y	PVDF	Polyvinylidenfluorid Kynar®/Dyflor®	0,17	Fluor- wasserst.	10	50 - 80	150	75 - 80 (D)	sehr gut	0,01	ja	mäßig, in schwarz: gut	mittel		
	7Y	ETFE	Ethylentetrafluor- ethylen Tefzel®	0,24	ja	10	40 - 50	150	70 - 75 (D)		0,02					
	6Y	FEP	Perfluorethylen- propylen Teflon®	0,26	ja	1	15 - 25	250	55 - 60 (D)		0,01					
	5YX	PFA	Perfluoralkoxy Teflon®	0,21	ja	0,1	25 - 30	250	55 - 60 (D)							
	5Y	PTFE	Polytetrafluorethylen Teflon®	0,26	ja	0,1	80	50	55 - 60 (D)							
Halogenfreie Mischungen	H	unver- netzt	halogenfreie Polymer-Mischung	0,17	nein	100	8 - 13	150 - 250	65 - 95 (A)	mittel	0,2-1,5	ja	mäßig, in schwarz: gut	mittel		
	HX	ver- netzt	halogenfreie Polymer-Mischung	0,20	nein	200	8 - 13	150 - 250								

*Eigenschaften gelten für unverarbeitetes Material

¹⁾ Treibmittel können z.B. fluorierte Chlorkohlenwasserstoffe sein²⁾ je nach Mischungstyp

Chemische Beständigkeit

Chemische Beständigkeit bei organischen Stoffen

Substanz										
	Konzentration in %	Temp. bis in °C	PVC	PE	PUR	H	Silicon	Neopren Gummi	Teflon	PETP
Aceton		20	-		O			O		
Äthylalkohol	100	20	-	+	O	-	+	+	+	+
Äthylchlorid		50	-		O					
Äthylenglykol		100	O		-	+				
Ameisensäure	30	20	-	+	-			+	+	-
Anilin		50	-							
Benzin		50	-	-	+	-	O	-	+	+
Benzol		50	-		-		-			
Bernsteinsäure, wässrig	kaltg.	20	+						+	
Bremsflüssigkeit		100	O		-					
Butan		20	+				O			
Butter		50	+		O		+		+	
Chlorbenzol		30	-		-		-			
Chloropren		20	-		-		-			
Diäthylenglykol		20	O		+		-			
Dieselöl			-		+	-	O		+	O
Eisessig	20	50	-		-		+		+	+
Essigsäure	20		O	O		-			+	+
Frigen		20	-		O		-			
Getriebeöl		100	+		O		O			O
Glycerin	jede	50	+		+		+			
Hydraulik-Öl		20	-		O*	-	-		+	
Isopropylalkohol	100	20	-	+	O*		O	O	+	+
Kerosin		20			+					
Maschinenöl		20	O		O	-	+	O	+	O
Methanol		20	-		-		+			+
Methylalkohol	100		O	+	O	O		O	+	+
Methylenchlorid		20	-		-		-			O
Milchsäure	10		-		-		-		+	O
Mineral-Öl					O*					+
Motoren-Öl		120	+	-		-		+		+
Olivenöl		50	+	+	+		+		+	-
Oxalsäure	kaltg.	20	+O		O		O	+		
Paraffin-Öl					+					
pflanzliche Öle			+	+	+	-		O	+	O
pflanzliche Fette			+	+	+	-		O	+	O
Schneid-Öl			O		+*	-	+	O	+	
Teersäure		20	+		-					
Tetrachlorkohlenstoff	100	20	+		-		-			
Toluol							-			O
Trichloräthylen	100	20	+				+			
Weinsäure, wässrig			+			O	+	+	+	+
Zitronensäure			+			O	+	+	+	+

+ beständig
O bedingt beständig
- nicht beständig
* im Einzelfall zu prüfen

jede = jede Konzentration
kaltg. = kalt gesättigt
wässr. = wässrig

Diese Angaben sind nach bestem Wissen und aufgrund langjähriger Erfahrungen zusammengestellt. Wir weisen jedoch darauf hin, dass diese Angaben unverbindlich sind. Die endgültige Beurteilung kann in vielen Fällen nur unter praxisorientierten Bedingungen erfolgen.

Chemische Beständigkeit

Chemische Beständigkeit bei anorganischen Stoffen

Substanz										
	Konzentration	Temp. bis	PVC	PE	PUR	H	Silicon	Neopren Gummi	Teflon	PETP
	in %	in °C								
Alaune	kaltg.	20	+			O	O	-	+	+
Aluminiumsalze	jede	20	+				O			+
Ammoniak, wässr.	10	20	+			+	-	+	+	+
Ammoniumacetat, wässr.	jede	20	+					+		+
Ammoniumcarbonat, wässr.	jede	20	+						+	+
Ammoniumchlorid, wässr.	jede	20	+			+			+	+
Bariumsalze	jede	20	+		+	+	O	+	+	+
Borsäure	100	20	+	+	O	O	+	+	+	+
Calciumchlorid, wässr.	kaltg.	20	+		+	O	O		+	+
Calciumchlorid, wässr.	10-40	20				+				
Calciumnitrat, wässr.	kaltg.	20	+		+		O		+	+
Chromsalze, wässr.	kaltg.	20	+							+
Kaliumcarbonat, wässr.		20	+		+			+	+	+
Kaliumchlorat, wässr.	kaltg.	20	+		O		O		+	+
Kaliumchlorid, wässr.	kaltg.	20	+	+	+	-		+		+
Kaliumdichromat, wässr.		20	+	+				+	+	+
Kaliumjodid, wässr.		20	+		+		O	+	+	+
Kaliumnitrat, wässr.	kaltg.	20	+	+	+	+	O	+	+	+
Kaliumpermanganat, wässr.		20	O		+	-			+	+
Kaliumsulfat, wässr.		20	+		+	+	O	+	+	+
Kupfersalze	kaltg.	20	+		+	+	O	+	+	+
Magnesiumsalze	kaltg.	20	+		+	O	O			+
Natriumbicarbonat, wässr.		20	+		O	O		+	+	+
Natriumbisulfat, wässr.		20	+		+	-		+	+	+
Natriumchlorid, wässr.		20	+		+	+	O	+	+	+
Natriumthiosulfat, wässr.		20	+		+	O		+	+	+
Natronlauge	50	50	+							+
Nickelsalze, wässr.	kaltg.	20	+		+	+	O	+	+	+
Nitr-Benzol	100	50	-			-				
Phosphorsäure	50	20	+		+	-		O		+
Quecksilber	100	20	+	+	+	+	+	+	+	+
Quecksilbersalze	kaltg.	20	+	+	+	O	+	+	+	+
Salpetersäure	30	20	-	-	-	-	-	-	+	O
Salzsäure	konz.	20	-	+	-	-	-	-	+	O
Schwefeldioxid		20	+	O	-	-	-	-	+	O
Schwefelkohlenstoff		20	-		-	-	-	-	-	+
Schwefelsäure	50	50	+							+
Schwefelwasser		20	+		+				+	+
Seewasser		20	+		+	+	O	+	+	+
Silbersalze, wässr.		20	+		+	+	O	+	+	+
Waschmittellaugen	2	100	-		-		-			+
Wasser (dest.)		20	+							+
Wasserstoffperoxid, wässr.		20	+		O		+	+	+	+
Zinksalze, wässr.		20	+		-	O		+	+	+
Zinn-II-Chlorid		20	+				O	+	+	+

+ beständig
 O bedingt beständig
 - nicht beständig
 * im Einzelfall zu prüfen

jede = jede Konzentration
 kaltg. = kalt gesättigt
 wässr. = wässrig

Diese Angaben sind nach bestem Wissen und aufgrund langjähriger Erfahrungen zusammengestellt. Wir weisen jedoch darauf hin, dass diese Angaben unverbindlich sind. Die endgültige Beurteilung kann in vielen Fällen nur unter praxisorientierten Bedingungen erfolgen.

Biegeradien

Kleinste zulässige Biegeradien für Flachkabel nach DIN VDE 0298 Teil 3

Leitungsart	Nennspannung bis 0,6/1 kV				Nennspannung über 0,6/1 kV
	Außendurchmesser der Leitung oder Dicke der Flachleitung in mm				
Leitungen für feste Verlegung	Außendurchmesser der Leitung oder Dicke der Flachleitung in mm				6 d
	bis 10	über 10 bis 25	über 25		
bei fester Verlegung	4 d	4 d	4 d		6 d
bei Ausformen	1 d	2 d	3 d		4 d
Flexible Leitungen	Außendurchmesser der Leitungen oder Dicke der Flachleitungen in mm				6 d
	bis 8	über 8 bis 12	über 12 bis 20	über 20	
bei fester Verlegung	3 d	3 d	4 d	4 d	6 d
bei freier Bewegung	3 d	4 d	5 d	5 d	10 d
bei Einführung	3 d	4 d	5 d	5 d	10 d
bei zwangsweiser Führung ¹⁾					
wie Trommelbetrieb	5 d	5 d	5 d	6 d	12 d
Leitungswagenbetrieb	3 d	4 d	5 d	5 d	10 d
Schleppkettenbetrieb	4 d	4 d	5 d	5 d	10 d
Rollenumlenkung	7,5 d	7,5 d	7,5 d	7,5 d	15 d

Anmerkungen:

d = Außendurchmesser der Leitung oder Dicke der Flachleitung.

¹⁾ Die Eignung für diese Betriebsart muss durch besondere Aufbau Merkmale sichergestellt sein.

Bei Leitungsbauarten, für die mehrere Verwendungsarten möglich sind, ist gegebenenfalls Rücksprache mit dem Hersteller erforderlich.

Grundformeln der Elektrotechnik

Querschnitt- und Durchmesserberechnung von Litzen

$$A = d^2 \cdot 0,785 \cdot n$$

A = Litzenquerschnitt in mm²

Z = Litzendurchmesser in mm

n = Anzahl der Einzeldrähte

d = Einzeldraht-Ø in mm

$$Z = \sqrt{1,34 \cdot n \cdot d}$$

Leiterwiderstand

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

$$R = \frac{L}{\kappa \cdot S}$$

R = elektrischer Widerstand in Ω

G = elektrischer Leitwert in S

S = Leiterquerschnitt in mm²

L = Länge des Leiters in m

ρ = spezifischer Widerstand (Rho)

κ = Leitfähigkeit (Kappa)

$$G = \frac{1}{R}$$

$$\rho = \frac{1}{\kappa}$$

Beispiel

gegeben
gesucht

L = 800 m, R = 100 Ω , S = 0,15 mm²

κ = Leitfähigkeit

Rechenweg

$$\kappa = \frac{L}{R \cdot S} = \frac{800 \text{ m}}{100 \cdot 0,15 \text{ mm}^2} = 53,3 \frac{\text{m}}{\Delta \cdot \text{mm}^2}$$

Ohmsches Gesetz

$$I = \frac{U}{R}$$

I = elektr. Strom in A

U = elektr. Spannung in V

R = elektr. Widerstand in Ω

d = Einzeldraht-Ø in mm

Beispiel

U = 220 V ; R = 980 Ω

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{980 \Omega}$$

$$I = 0,22 \text{ A}$$

Wellenwiderstand

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Z = Wellenwiderstand in Ω

L = Induktivität in H

C = Kapazität in F

$$Z = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{D}{d}$$

ϵ_r = Dielektrizitätskonstante

ln = natürlicher Logarithmus

D = Ø über dem Dielektrikum

d = Ø des Innenleiters

Betriebskapazität Leiter / Masse

$$C = \frac{\epsilon_r \cdot 10^3}{18 \cdot \ln \frac{D}{d}}$$

C = Kapazität in pF/m

ϵ_r = Dielektrizitätskonstante

D = Ø über Dielektrikum

d = Ø des Innenleiters

ln = natürlicher Logarithmus

Widerstand/Temperatur

$$R_W = R_K (1 + \alpha \cdot \Delta \theta)$$

R_K = Kaltwiderstand bei +20°C in Ω

R_W = Warmwiderstand in Ω

ΔR = Widerstandsänderung in Ω

$\Delta \theta$ = Temperaturänderung in °C

α = Temperaturbeiwert

$$R_W = R_K + \Delta R$$

$$\Delta R = \alpha \cdot R_K \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta \theta = \frac{R_W - R_K}{R_K \cdot \alpha}$$

$\alpha_{Cu} = 0,0039 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

$\alpha_{Alu} = 0,00467 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

Beispiel

$\Delta \theta = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

$R_K = 100 \Omega$

$\alpha = 0,0039 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

$R_W = R_K \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta \theta)$

$R_W = 100 \text{ W} (1 + 0,0039 \cdot 70)$

$R_W = 127,3 \Omega$

Reihenschaltung von ...

Widerständen

$$R_g = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Kondensatoren

$$\frac{1}{L_g} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots$$

Induktivitäten

$$L_g = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$$

Parallelschaltung von ...

Widerständen

$$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

zwei Widerständen

$$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Kondensatoren

$$C_g = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

Induktivitäten

$$\frac{1}{L_g} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots$$

Zehnerpotenzen

10 ¹²	Tera	T	1 000 000 000 000
10 ⁹	Giga	G	1 000 000 000
10 ⁶	Mega	M	1 000 000
10 ³	kilo	k	1 000
10 ²	hekto	h	100
10 ¹	deka	da	10
10 ⁰			1
10 ⁻¹	dezi	d	0,1
10 ⁻²	centi	c	0,01
10 ⁻³	milli	m	0,001
10 ⁻⁶	mikro	µ	0,000 001
10 ⁻⁹	nano	n	0,000 000 001
10 ⁻¹²	piko	p	0,000 000 000 001

Grundformeln der Elektrotechnik

Spannungsabfall (Starkstromtechnik)		
Zeichen	Bezeichnung und Einheit	Formeln
u	Spannungsabfall in V	
bei gegebenem Strom		
- für Gleichstrom		$u = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\kappa \cdot q}$
- für Einphasen Wechselstrom		$U = \frac{2 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\kappa \cdot q}$
- für Drehstrom		$u = \frac{1,732 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\kappa \cdot q}$
bei gegebener Leistung		
- für Gleichstrom		$u = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U}$
- für Einphasen Wechselstrom		$u = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U}$
- für Drehstrom		$u = \frac{I \cdot P}{\kappa \cdot q \cdot U}$
I	Betriebsstrom in A	
l	einfache Länge der Leitungsstrecke in m	
κ (Kappa)	Leitfähigkeit des Leiters ($m/\Omega \cdot mm^2$) (κ -Cu-Leiter: 56, κ -Al-Leiter: 33)	
u	Spannungsabfall in Volt (V)	
U	Betriebsspannung in V (V)	
P	Leistung in Watt (W)	
q	Leiterquerschnitt in mm^2	
Nennspannung (Dauernennspannung wird durch Angabe von zwei Wechselspannungswerten U_0/U in V ausgedrückt)		
U_0/U	= Leiter-Erd/Leiter-Leiterspannung	
U_0	Spannung zwischen Leiter und Erde oder metallischer Umhüllung (Schirme, Bewehrung, konzentrischer Leiter)	
U	Spannung zwischen den Außenleitern	
U_0	$U/3$ für Drehstrommomente	
U_0	$U/2$ für Einphasen und Gleichstrommomente	
U_0/U_0	ein Außenleiter geerdet, für Einphasen und Gleichstrommomente	

Mathematische Zeichen			
=	gleich	<	kleiner als
≠	nicht gleich	>	größer als
~	proportional	≤	kleiner od. gleich
≈	nahezu gleich	≥	größer od. gleich
Σ	Summe	∞	unendlich
Δ	Differenz	π	(≈ 3,14)
		sin	Sinus
		cos	Cosinus
		tan	Tangens
		cot	Cotangens
		∩	Schnittmenge
		∪	Vereinigungsmenge

Leiterquerschnitt (Starkstromtechnik)		
Zeichen	Bezeichnung und Einheit	Formeln
q	Leiterquerschnitt in mm^2	
bei gegebenem Strom		
- für Gleichstrom und Einphasen Wechselstrom		$q = \frac{2 \cdot I \cdot l}{\kappa \cdot u}$
- für Drehstrom		$q = \frac{1,732 \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot l}{\kappa \cdot u}$
bei gegebener Leistung		
- für Gleichstrom und Einphasen Wechselstrom		$q = \frac{2 \cdot I \cdot P}{\kappa \cdot u \cdot U}$
- für Drehstrom		$u = \frac{I \cdot P}{\kappa \cdot u \cdot U}$
I	Betriebsstrom in A	
l	einfache Länge der Leitungsstrecke in m	
κ (Kappa)	Leitfähigkeit des Leiters ($m/\Omega \cdot mm^2$) (κ -Cu-Leiter: 56, κ -Al-Leiter: 33)	
u	Spannungsabfall in Volt (V)	
U	Betriebsspannung in V (V)	
P	Leistung in Watt (W)	
q	Leiterquerschnitt in mm^2	

Elektrische Arbeit			
Formelzeichen	Bezeichnung	Kurzzeichen	Formeln
W	elektr. Arbeit	Ws	$W = P \cdot t$
P	elektr. Leistung	W	$W = \frac{U^2 \cdot t}{R}$
t	Zeit (Dauer)	S	
I	Stromstärke	A	
U	Spannung	V	$W = I^2 \cdot R \cdot t$
R	Widerstand	Ω	$W = U \cdot I \cdot t$
Beispiel	gegeben gesucht	$t = 0,05 \text{ s}$, $U = 220 \text{ V}$, $I = 0,25 \text{ A}$ elektr. Arbeit W s (Wattsekunden)	
Rechenweg	$W = U \cdot I \cdot t$ $W = 220 \text{ V} \cdot 0,25 \text{ A} \cdot 0,05 \text{ s} = 2,25 \text{ Ws}$		

Stichwortverzeichnis

Stichwort	Erklärung/Verweis	
A.C. Adressbus	Alternate Current = Wechselstrom Auf dem Adressbus wird die Adresse der jeweils angesprochenen Funktionsbaugruppe signalisiert.	
Ampere Amplitude AS-Interface	Maßeinheit der elektrischen Stromstärke (I) Schwingungsweite (größter Ausschlag) eines Schwingungsvorgangs (Aktuator Sensor Interface) ist für die Vernetzung von Aktuatoren (Magnetventile, Schütze, etc.) und Sensoren (optisch, induktiv, kapazitiv etc.) konzipiert.	
ATEX Außenleiter AWG	Atmosphäre Explosible ATEX EG-Richtlinien Leiter, der konzentrisch um den Innenleiter eines Koaxialpaares angeordnet ist. American Wire Gauge; Ausdruck für den Drahtdurchmesser. Je größer die AWG-Zahl, desto kleiner ist der Drahtdurchmesser. Der Leiteraufbau (Drahtanzahl) bestimmt den tatsächlichen Querschnitt (mm).	s. Kapitel 3
AWM Beilaufzitze	Appliance Wiring Material (UL-Bezeichnung) Die Beilaufzitze ist i.d.R. verzinkt und hat auf der gesamten Leitungslänge Kontakt mit dem Schirm. Sie dient zur Erdung des Schirmes und zur Überbrückung bei evtl. Schäden des Schirmes.	
Betriebskapazität	Kapazität zwischen einem Leiter und allen anderen miteinander verbundenen Leitern eines Kabels.	
Betriebsspannung	Tatsächliche Spannung in einem Stromnetz. Sie kann um bis zu 5% durch unterschiedliche Inanspruchnahme von Verbrauchern schwanken.	
Betriebsstrom Bewehrung	Höchster zulässiger Strom, der in einem Stromnetz übertragen werden darf. Schutz einer Leitung oder eines Kabels gegen mechanische Beschädigungen. Dieser kann auch als Nagetierschutz ausgelegt sein. Gebräuchlich sind Geflechte, Bänder und Drähte aus Stahldraht. Diese befinden sich i.d.R. unter dem Außenmantel.	
Bitrate Brandlast	Übertragungsgeschwindigkeit (Bitfolge) eines Binärsignals. Energie, die beim Verbrennen von Leitungen, Kabeln und anderen Baumaterialien frei wird. S. a. VDE 0108, Beiblatt 1 und Datenblätter "Brandlast".	s. Technischer Anhang "Formeln"
Brennverhalten	Prüfung, die nach VDE 0472 T804 bzw. IEC erfolgt. Beschrieben wird das Verhalten von Kabeln und Leitungen unter (direkter) Flammeinwirkung.	
Bruchdehnung Bruchlast Bus / Bussystem	Verhältnis der Verlängerung zur Ausgangslänge bei Bruch Produkt aus Zugfestigkeit und Nennquerschnitt eines Kabels oder einer Leitung Netzwerk, bei dem eine einzelne Leitung zu allen Arbeitsstationen führt. Im Bussystem werden Informationen als Datenpakete übertragen.	s. auch Adressbus, Datenbus, Steuerbus
Byte CAN (-Bus) CE CENELEC Crimpen	1 Byte = 8 Bit. Dateneinheit, die geschlossen verarbeitet wird. Controller Area Network; Bussystem nach ISO 11898 Europäische Konformität; z.B. Europäische Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG. Comité Europeen de Normalisation Electrotechnique mechanische Quetschverbindung zwischen Leiter und Metallhülse (z.B. Stecker, Aderendhülse etc.)	Niederspannungsrichtlinie
D.C. Dämpfung	Direct Current = Gleichstrom Reduktion der Signalamplitude während der Übertragung innerhalb eines Mediums. Sie nimmt mit steigender Frequenz und Kabellänge zu. Dadurch verschlechtert sich der Signalpegel.	s. auch Gleichstrom
Datenbus	Auf dem Datenbus werden die Datensignale zwischen der CPU und den einzelnen Funktionsbaugruppen übertragen.	
Datenübertragungsrate	Einheit für die Übertragungsgeschwindigkeit von Daten. Die Angabe erfolgt in bit/Sekunde oder byte/Sekunde)	s. Bitrate
Dehnung	Verlängerung eines Körpers unter Einwirkung mechanischer Kräfte.	s. auch Zugbelastung, Zugfestigkeit, zugbelastbare Kabel und Leitungen, s. Kapitel 6
DEL (-Notierung)	Deutsches Elektrolytkupfer für Leitzwecke. Reinheitsgrad 99,5%.	s. Technischer Anhang "Kupferberechnung"
Dielektrikum	Substanz zwischen dem Außenleiter (Schirmung) und dem Innenleiter (Kabelseele) eines Koaxialkabels, durch die die Eigenschaften des Kabels bestimmt werden.	
DIN	Deutsches Institut für Normung	

Stichwortverzeichnis

Stichwort	Erklärung/Verweis	
Elektrischer (Leiter-) Querschnitt	Ermittlung erfolgt durch Berechnung des ohmschen (elektrischen) Widerstandes an den Leitern	
Elektrischer Widerstand	Auch ohmscher Widerstand; Widerstand, der dem Strom an einem Leiter entgegengesetzt wird.	
Elektrische Felder	Entstehen durch das Anlegen von Spannungen an Leitungen. Diese können unterschiedliche Formen annehmen.	s. auch EMV
EMK	Elektromotorische Kraft	
EMV (Elektromagn. Verträglichkeit)	Vermeidung von Ausbreitung elektromagnetischer Felder an elektrischen Einrichtungen durch Abschirmungen	
Endverschlüsse	Für den Anschluss von Leitungstrossen in Innenräumen und Freiluft	
Energieführungskette (auch Schleppkette)	Baugruppe aus beweglichen Gliedern zur richtungsgebundenen Führung von Leitungen. Diese bedürfen einer besonderen Konstruktion.	
Erdung	leitende Verbindung zwischen elektrischen Einrichtungen zum Schutz gegen Strom- oder Blitzschlag.	
Extrusion / Extruder	Verfahren zur Aufbringung von Kunststoffen oder Metallen auf Leiter, Adern, Verseilverbände etc. Granulat wird durch den Extruder plastifiziert und um das zu extrudierende Objekt gespritzt. Es wird grob unterschieden in Druck- und Schlauchextrusion.	
Feldbus	spezielle Bussysteme für den industriellen Einsatz. Sie unterscheiden sich in den Zugriffsverfahren.	
Flammwidrig	Material, bei dem entstehende Flammen nach der Flammeinwirkung von selbst verlöschen (selbstverlöschend, z.B. PVC)	
Flechtichte	prozentuale Bedeckung der Oberfläche einer Leitung oder eines Kabels durch einen (Ge-)Flechtschirm	
Flechtschirm (auch Geflechschim)	Einzelne Drähte werden mittels eines Flechters zu einem Geflecht verarbeitet. Die Anzahl und Stärke der einzelnen Drähte sowie der Flechtwinkel bestimmen die Dichte und damit die Qualität des Flechtwerkes.	
Flechtwinkel	Winkel zwischen Flechtdraht und Querrichtung einer Leitung oder eines Kabels	
Flexibilität	Beweglichkeit einer Leitung oder eines Kabels im laufenden Betrieb. Für Anwendungen mit Dauerbewegung werden Leitungen für Energieführungsketten (auch schlepptaugliche Leitungen genannt) benötigt.	s. auch Energieführungsketten
Folienschirm	I.d.R. handelt es sich um metallkaschierte Kunststofffolien oder kunststoffkaschierte Metallfolien oder reine Metallfolien die um das zu schirmende Element drallförmig gewickelt oder axial (längslaufend) gelegt werden.	
Frequenz / Frequenzband	Anzahl der Schwingungen in einer Sekunde innerhalb einer bestimmten (Frequenz-)Bandbreite.	
Geometrischer (Leiter-) Querschnitt	Summe der Maße aller Leiter	
Gleichstrom	Wird hauptsächlich durch Generatoren erzeugt. Er hat immer die gleiche Richtung. Gleichstrommotoren lassen sich besser regeln als z.B. Drehstrommotoren	
Halogenfrei	Im Brandfall entstehen keine korrosiven Gase, die Toxizität ist gering. Die Rauchentwicklung kann dabei trotzdem hoch, die Brandfortleitung schnell sein. Halogene sind Fluor, Chlor, Brom, Jod und Astat.	
Harmonisierung	Festlegung einheitlicher EG-Normen durch CENELEC	s. CENELEC
Henry	Maßeinheit für die Induktanz (Formelzeichen = H).	
Hertz	Kurzzeichen = Hz; Einheit für die Frequenz pro Sekunde	
Hochfrequenz	Abkürzung = HF; Wechselstrom von sehr hoher Schwingungszahl in der Nachrichten- / Datentechnik.	
Hybridkabel	Kabel (oder Leitung), dass sich aus unterschiedlichen Leitern zusammen setzt. Z.B. Versorgungs- und Steueradern oder Kupfer- und LW-Leiter.	s. Kapitel 4 und 5
IEC	International Electrotechnical Commission	
Impedanz	Wechselstromwiderstand eines Stromkreises.	
Induktanz	Induktiver Widerstand eines Stromkreises	s. auch Kapazitätz und Reaktanz
Induktion	Elektromagnetischer Vorgang, bei dem innerhalb eines Leiters eine elektromotorische Kraft erzeugt wird. Bei geschlossenem Stromkreis entsteht ein Induktionsstrom	
Induktive Kopplung	Gegeninduktivität zweier Sprechkreise (Nachrichtentechnik)	
Interface	Schnittstelle zwischen verschiedenen Hardwareinheiten	
ISO	International Organization for Standardization	

Stichwortverzeichnis

Stichwort	Erklärung/Verweis	
Isolation	Werkstoffe, die den Leiter zur elektrischen Trennung zu anderen Leitern umgeben. Innen- und Außenmäntel bestehen häufig aus dem gleichen Isolationswerkstoff. Dieser dient auch als Berührungsschutz.	
Isolationswiderstand	Der Isolationswiderstand ist längenabhängig, er wird in $\Omega \times m$ bzw. $G\Omega \times km$ angegeben. Seine Werte sollten bei $1 G\Omega \times km$ liegen. Bedingt durch die Längenabhängigkeit sinkt der Isolationswiderstand mit größer werdenden Strecken. Er ist ein Maß für die Güte des Isoliermaterials zwischen zwei Leitern oder zwischen einem Leiter und der Schirmung. Das Isolationsmaterial bestimmt im wesentlichen den Isolationswiderstand.	
Kabel oder Leitung Kabeltrommel	In den DIN-Normen gibt es keine eindeutige Definition zu diesen Begriffen. mit Motor- oder Federkraft angetriebene Spulvorrichtung für trommelbare Leitungen und Leitungstrossen. Spulenarten spiralig oder zylindrisch.	s. Leitungstrommeln s. auch Induktanz und Reaktanz
Kapazitätanz	kapazitiver Widerstand (Wechselstromwiderstand) eines Kondensators	
Kilo	1000	
Koaxialkabel	Besteht aus einem zylindrischen Innenleiter und einem oder mehreren hohlen Außenleitern (unsymmetrischen Kupferleitern). Dies ermöglicht eine erhöhte Unempfindlichkeit gegenüber Fremdeinkopplungen. Koax-Kabel dienen zur Übertragung von unsymmetrischen Signalen.	
Kondensanz	kapazitiver Blindwiderstand eines Wechselstromkreises	
Konduktanz	Wirkleitwert eines Wechselstromkreises	
Konzentrischer Leiter	wird als vierter Leiter und teilweise gleichzeitig als Bewehrung eingesetzt.	
Kopplung	Elektrische Beeinflussung von zwei oder mehreren räumlich nahe liegenden Leitern (z.B. Fernmeldekabel). Sie bewirken das Nebensprechen.	
Galvanische Kopplung	Es besteht eine unmittelbare Verbindung zwischen zwei Stromkreisen.	
Kapazitive Kopplung	Verbindung zweier Stromkreise über einen Kondensator.	
Induktive (magnetische) Kopplung	Verbindung zweier Stromkreise durch einander gegenüberliegende Spulen.	
Kopplungswiderstand	Maß für die Güte der Schirmung, wird definiert als das Verhältnis der Spannung längs des Schirms des gestörten Systems zum Strom des störenden Systems.	
Kupferumlegung	Drallförmige Umlegung durch parallel verlaufende Kupferdrähte.	s. auch Schirme
Kurzschlussfest	Ein Betriebsmittel gilt als kurzschlussfest, wenn es den thermischen und dynamischen (mechanischen) Wirkungen des an seinem Einbauort zu erwartenden Kurzschlussstromes standhält, ohne dass seine Funktionsfähigkeit beeinträchtigt wird.	
Kurzschlussicher	Strombahnen und Betriebsmittel sind kurzschlussicher, wenn unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen kein Kurzschluss auftreten kann.	
Kurzschlussstrom	Fehlerstrom zwischen zwei oder mehreren Leitern	
kV	Kilovolt = 1.000 Volt Spannung	
KVA	Kilovolt x Ampere	
kW	Kilowatt = 1.000 Watt	
LAN	Local Area Network (lokales Netzwerk)	
Längswasserdichtigkeit	Einarbeiten von quellfähigem Material in Leitungen um Eindringen von Wasser bei beschädigtem Außenmantel zu verhindern. Hauptsächlich in Fernmeldekabeln.	
Laufzeit	Zeit, die ein Signal für eine bestimmte Strecke benötigt	
Leiterarten	eindrätzig, mehrdrätzig, feindrätzig, feinstdrätzig, sektorförmig	s. Techn. Anhang, Seite 23 ff
Leiterformen	re: runder, eindrätziger Leiter rm: runder, mehrdrätziger Leiter se: sektorförmiger, eindrätziger Leiter sm: sektorförmiger, mehrdrätziger Leiter	
Leiterwiderstand	Gleichstromwiderstand von elektromagnetischen Wellen im Vakuum	
Leitung oder Kabel	In den DIN-Normen gibt es keine eindeutige Definition zu diesen Begriffen.	
Leitungstrommeln	mit Motor- oder Federkraft angetriebene Spulvorrichtung für trommelbare Leitungen und Leitungstrossen. Spulenarten spiralig oder zylindrisch.	s. Kabeltrommel s. Kapitel 6
Leitungstrossen	Drei- oder vieradrige flexible gummiisolierte Leitungen für den Nieder- und Hochspannungsbereich.	
LON	Local Operating Network	

Stichwortverzeichnis

Stichwort	Erklärung/Verweis	
MAN	Metropolitan Area Network; größeres, meist lokales Netzwerk	
MAU	Medium Attachment Unit; aktive Komponente eines Ethernet-LANs zum Anschluss von Endgeräten an das Buskabel	
MCM	Maßangabe für größere AWG-Querschnitte; 1 MCM = 1.000 circular mills = 0,5067 mm ²	
Mechanische Beanspruchung von Kupferleitern	Sie haben die besten mechanischen Eigenschaften für hohe Beanspruchungen durch Wechselbiegungen, Trommeln oder axialer Verdrehung (Torsion) durch hohe Biegefestigkeit. Durch entsprechenden Leiteraufbau wird eine lange Lebensdauer garantiert.	s. auch Energieführungsketten
Mega 1 Million (1.000.000)		
Megarad	1 Million Rad	
Mhz	Megahertz	s. Hertz
Modulation	Verfahren, um einen Informationsinhalt auf eine Trägerwelle zu geben. Dazu kann man entweder die Ausschlagweite (Amplitude) der Trägerwelle verändern (Amplitudenmodulation = AM) oder auch ihre Frequenz beeinflussen (Frequenzmodulation = FM). Bei der digitalen Modulation wird die Nachricht in ein Digitalsignal umgeformt, das nach geeigneter Verschlüsselung entweder als pulsartiges Signal direkt übertragen oder einer Trägerschwingung aufgeprägt wird. Auf der Empfangsseite wird die Nachricht mit einem Demodulator und einem Digital-Analog-Wandler wieder zurückgewonnen.	
MTW Machine Tool Wire Mylar® (Nah-)Nebensprechen Nennquerschnitt	Polyesterfolie (Handelsname von Du Pont) siehe Kopplung elektrisch wirksamer Leiterquerschnitt bei +20 °C Umgebungstemperatur	s. auch Elektrischer (Leiter-) Querschnitt
Nennspannung	Spannung, für die Kabel und Leitungen ihrer Konstruktion hinsichtlich der elektrischen Eigenschaften nach ausgelegt sind. Die Angabe erfolgt in U ⁰ /U in kV	
Nennstromstärke	Wirksamer Wert des durch einen Leiter fließenden Stromes.	
Niederspannungsrichtlinie	Europäische Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG. Gültig für 50 - 1.000 V Wechselstrom bzw. 75 - 1.500 V Gleichstrom	
Nullleiter (Erdleiter)	Stromloser Leiter in Stromkreisen mit mehr als zwei Leitern. Sie können von den anderen Leitern abweichende Formen und Querschnitte besitzen.	
Ohm	Einheit für den elektrischen Widerstand	s. auch Resistanz
Paar / Paarverseilung	Zwei miteinander verseilte Leiter, die einen Stromkreis bilden	
PimF	Paare in Metallfolie	
Potential	Eine Spannung zwischen einem Messpunkt und einem Bezugspunkt (z.B. Erde).	
Potentialausgleich	Potentialausgleich bedeutet Teile mit einem unterschiedlichen Potential auf ein gleiches oder annähernd gleiches Niveau zu bringen, indem man die Punkte unterschiedlichen Potentials miteinander verbindet. (Beseitigung von Potentialunterschieden zwischen Körpern und fremden leitfähigen Teilen, auch untereinander)	
Press- (Druckextrusion) Profibus	feste Umspritzung der Isolation auf das zu isolierende Element Process Field Bus; Feldbussystem mit 3-schichtigem Aufbau und vollständigem Netzwerkmanagement	s. auch Schlauchleitungen
Prüfspannung	Spannungswert, mit dem ein Kabel oder eine Leitung geprüft wird. Er ist (um ein Vielfaches) höher als der Wert der Nennspannung.	
Pumpenleitung	auch Tauchmotorenleitung; besonderes Merkmal ist der wasserfeste Innen- und Außenmantel	s. Kapitel 7
Rad	Einheit für die Stahlungsbeständigkeit	
Reaktanz	Summe aus Induktanz und Kapazität	s. auch Induktanz und Kapazität
Resistanz	Widerstand gegenüber einem Gleichstrom (auch Wirkwiderstand oder ohmscher Widerstand)	
Schachtbeleuchtung Schirme	Beleuchtung von Aufzugsschächten entsprechend DIN EN 81 Sie dienen zur Vermeidung von inneren oder äußeren Störeinflüssen durch elektrische Felder. Hauptsächlich werden Geflechtschirme (C-Schirme), Kupferumlegungen (D-Schirme) und Folienschirme (F-Schirme) eingesetzt. Abschirmungen aus Kupferdrähten sind i.d.R. verzinkt.	

Stichwortverzeichnis

Stichwort	Erklärung/Verweis	
Schlaglänge	Länge, auf der ein Verseilelement (z.B. Ader) einmal um 360 ° um die Verseilachse läuft.	
Schlagrichtung	Laufrichtung der verseilten Elemente. Man unterscheidet in Linksschlag (S-Schlag) und Rechtsschlag (Z-Schlag). Verseilelemente aus mehreren Lagen haben oft gegenläufige Schlagrichtungen (Gegenschlag) zur Verbesserung der Flexibilität und Stabilität der gesamten Leitung.	
Schlauchleitung	Flexible, ein- oder mehradrige Leitungen für den Anschluss an ortsveränderliche Betriebsmittel.	s. auch Extrusion / Extruder
Schleifenwiderstand	Summe der Gleichstromwiderstände von zwei Adern. Hin- und Rückleitung eines Leitungskreises.	
Schnittstelle	Anschlusspunkt (Schnittstelle) zwischen verschiedenen Hardwareeinheiten	s. auch Interface
Spannung	Elektrische Spannung ist der Druck oder die Kraft auf freie Elektronen. Spannung (Druck) entsteht durch das Ausgleichsbestreben von elektrischen Ladungen. Sie ist die Ursache des elektrischen Stromes. Die Angabe erfolgt in der Maßeinheit Volt (V).	
Spannungsabfall	Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten eines Leiters	
Staku	Verkupferter Stahldraht (Elektrolytisches Verfahren)	
Starkstrombeeinflussung	Es entstehen starke elektrische Felder, die andere Leiter negativ beeinflussen.	s. auch Schirme
Steuerbus	Über den Steuerbus wird die jeweilige adressierte Funktionsbaugruppe angewiesen, eine Funktion auszuführen.	
Strombelastbarkeit	Höchster zulässiger Strom, der in einem Stromnetz übertragen werden darf.	s. auch Betriebsstrom
Trägerfrequenz	Die Trägerfrequenz ist die Grundfrequenz, die mit der Modulationsfrequenz moduliert wird. Sie trägt das modulierte Signal. Die Trägerfrequenz ist eine Festfrequenz, die je nach Modulation in ihrer Amplitude, Phasenlage oder Frequenz im Rhythmus der Modulationsfrequenz geändert wird.	
Tragorgan	Konstruktives Element, das Zugkräfte eines Kabels oder einer Leitung aufnimmt. Es kommen unterschiedliche Werkstoffe (z.B. Stahlseil, Hanfseil, Kunststoffäden) zum Einsatz. Die Anordnung kann z.B. zentral, aussenliegend oder im Außenmantel liegend sein.	
Transceiver	zusammengesetztes Wort aus den Begriffen Transmitter und Receiver; Gerät das gleichzeitig Signale senden und empfangen kann.	
Transceiverkabel	15-polige Verbindung zwischen Transceiver und Ethernet-Controller. Maximale Länge von ca. 50 m. Die Impedanz beträgt 78 Ω.	
Triaxialkabel	Dreileiterkabel, mit einem zentrischen Innenleiter und zwei elektrisch voneinander getrennten konzentrischen Leitern	
Nennspannung	Abkürzung für den Effektivwert der Nennspannung zwischen einem oder mehreren Außenleiter und der Erde (U_0).	
VDE	Verband der Elektrotechnik	
Verlegetemperaturen	Bei der Verlegung von elektrischen Kabeln ist besonders auf die Kabeltemperatur zu achten. Kunststoffisolierte Kabel und Leitungen sind schlag- und kälteempfindlich.	
Verlustfaktor	Verhältnis zwischen Wirk- und Blindleistung bei gleichförmiger (sinusförmiger) Spannung. Er ist abhängig von Kapazität, Frequenz und Temperatur des Leiters.	
Verlustleistung	Die in Wärme oder sonstige Verlustenergie umgesetzte Leistung.	
Verseilen	Verdrillen von zwei oder mehreren Elementen (einzelne Adern oder Verseilverbände). Dadurch wird eine Leitung flexibel und biegsam.	
Verseilverbund	Zwei oder mehrere miteinander verdrillte Elemente.	s. auch Paar / Paarverseilung
Volt	Maßeinheit für die elektrische Spannung	s. auch Spannung
WAN	Wide Area Network; sehr großes / globales Netzwerk. Verschiedene LANs werden meist durch WANs miteinander verbunden.	
Wanddicke / Wandstärke	Dicke (Stärke) einer Leiter- oder Mantelisolierung	
Watt	Maßeinheit der Leistung	
Wellenbereich	Unterteilung von Frequenzbändern in einzelne Bereiche	s. auch Frequenz / Frequenzband
Wellenlänge	Abstand zwischen zwei gleichen aufeinanderfolgenden Schwingungen einer periodischen Wellenbewegung.	
Wellenleiter	Koaxialleitung; Leiter aus einem leitenden und einem dielektrischen Werkstoff zur verlustarmen Übertragung hochfrequenter Signale	

Stichwortverzeichnis, Brandlastwert

Stichwort	Erklärung/Verweis
Wellenwiderstand	Verhältnis von Spannungs- und Stromstärke der längs einer homogenen Leitung fortlaufenden elektrischen Welle, gemessen in Ohm; zugleich Eingangswiderstand einer unendlich langen Leitung, bzw. Widerstand, mit dem eine endlich lange Leitung abgeschlossen werden muss.
Zugbelastung Zugentlastung / Zugentlastungselemente	Maximale Zugkraft die bauartbedingt auf ein Kabel oder eine Leitung einwirken darf.
Zugfestigkeit	Konstruktive Maßnahmen um Zugkräfte bei verbauten Kabeln oder Leitungen aufzufangen.
Zugkraftregelung	Querschnittsabhängige Zugspannung über eine bestimmte Zeit ohne dass das Element reißt.
Zugspannung ZVEI Zwickelfüllung	Produktionsbedingt wirkende Zugkräfte an Fertigungseinrichtungen auf Adern, Verseilverbände bzw. Kabel und Leitungen werden durch elektronisch geregelte Antriebe und Abzugeinrichtungen minimal gehalten Kraft, die auf die gesamte Fläche des Leiterquerschnittes bei Zugbelastung wirkt. Zentralverband der Deutschen Elektrohandwerke e.V. Blindadern zum Ausfüllen von Freiräumen um einen Verseilverband.

s. auch Tragorgan

Ermittlung des Brandlastwertes

z.B. KAWEFLEX® 4220-SK-C-PUR 4 G 10

Formel:
(Kabelgewicht - CU-Gewicht) x Heizwert des ungünstigsten Materials

Beispiel:

Gesamtgewicht: 656,0 kg/km
- Cu-Gewicht: - 464,0 kg/km
Kunststoffeinsetzung = 212,0 kg/km

Heizwert Hu für PELON® = 25 kJ/g
Heizwert Hu für PU = 25 - 29 kJ/g (normal bis flammwidrig)
PUR Mittelwert wird angenommen mit 27 kJ/g entspricht 27.000 kJ/kg

Rechnung:

$27.000 \text{ kJ/kg} \times 212,0 \text{ kg/km} = 5.724.000,0 \text{ kJ/km} = 5.724,0 \text{ MJ/km}$
daraus ergibt sich der Wert:
 $5.724 \text{ MJ/km} = 1.591,27 \text{ kWh/km}$ (alte Maßeinheit)

Der Brandlastwert beträgt = 1,59 kWh/m

Heizwerte in kJ/kg:

PVC	15,3 kJ/g
PE	46,5 kJ/g
PP	46,0 kJ/g
PELON®	25,0 kJ/g
PUR	25,0 - 29,0 kJ/g

Umrechnung:

1 MJ/m ²	entspricht	0,278 kWh/m ²
1 kWh/m ²	entspricht	3,6 MJ/m ²
1 Wh/m ²	entspricht	3,6 kJ/m ²

Britische und US-amerikanische Maße

Die Maßangaben erfolgen in den USA meist in AWG-Nummern (AWG = American Wire Gauge).
Diese AWG-Nummern stimmen mit den britischen B&S-Nummern (BS = Brown&Sharp) überein.

AWG Nr.	Querschnitt mm ²	Durchmesser mm	Leiterwiderstand Ω/km
1000 MCM*	507	25,4	0,035
750	380	22,0	0,047
600	304	19,7	0,059
500	254	20,7	0,07
400	203	18,9	0,09
350	178	17,3	0,10
300	152	16,0	0,12
250	127	14,6	0,14
4/0	107,20	11,68	0,18
3/0	85,00	10,40	0,23
2/0	67,50	9,27	0,29
0	53,40	8,25	0,37
1	42,40	7,35	0,47
2	33,60	6,54	0,57
3	26,70	5,83	0,71
4	21,20	5,19	0,91
5	16,80	4,62	1,12
6	13,30	4,11	1,44
7	10,60	3,67	1,78
8	8,366	3,26	2,36
9	6,63	2,91	2,77
10	5,26	2,59	3,64
11	4,15	2,30	4,44
12	3,30	2,05	5,41
13	2,62	1,83	7,02
14	2,08	1,63	8,79
15	1,65	1,45	11,20
16	1,31	1,29	14,70
17	1,04	1,15	17,80
18	0,8230	1,0240	23,0
19	0,6530	0,9120	28,3
20	0,5190	0,8120	34,5
21	0,4120	0,7230	44,0
22	0,3250	0,6440	54,8
23	0,2590	0,5730	70,1
24	0,2050	0,5110	89,2
25	0,1630	0,4550	111,0
26	0,1280	0,4050	146,0
27	0,1020	0,3610	176,0
28	0,0804	0,3210	232,0
29	0,0646	0,2860	282,0
30	0,0503	0,2550	350,0
31	0,0400	0,2270	446,0
32	0,0320	0,2020	578,0
33	0,0252	0,1800	710,0
34	0,0200	0,1600	899,0
35	0,0161	0,1430	1125,0
36	0,0123	0,1270	1426,0
37	0,0100	0,1130	1800,0
38	0,00795	0,1010	2255,0
39	0,00632	0,0897	2860,0
40	0,00487	0,079	3802
42	0,00317	0,064	5842
44	0,00203	0,051	9123

4/0 wird auch geschrieben: 0000; 1 mil= 0,001 inch = 0,0254 mm

*bei größerem Querschnitt Maßangabe in MCM (circular mils)

1 CM = 1 Circ. Mil. = 0,0005067 mm²

1 MCM = 1000 Circ. Mils = 0,5067 mm²

Britische und US-amerikanische Maße

Masse			
1 grain	= 64,8 mg		
1 dram	= 1,77 g		
1 oz (ounce)	= 28,35 g		
1 lb (pound)	= 0,4536 Kp		
1 stone	= 6,35 Kp		
1 qu (quart)	= 12,7 Kp		
1 US-cwt (hundred-weight)	= 45,36 Kp		
1 US ton (short ton)	= 0,907 t		
1 brit ton (long ton)	= 1,016 t		
Länge			
1 mil	= 0,0254 mm		
1 in (inch)	= 25,4 mm		
1 ft (foot)	= 0,3048 m		
1 yd (yard)	= 0,9144 m		
1 ch (chain)	= 20,1 m		
1 mm	= 0,039370 in		
1 m	= 39,370079 in		
1 mile (Landmeile)	= 1,609 km		
1 mile (Seemeile)	= 1,852 km		
Fläche			
1 CM (circ.mil)	= 0,507x0,001 mm ²		
1 MCM	= 0,5067 mm		
1 sq. inch	= 645,16 mm ²		
Temperatur			
F (Fahrenheit)	= (1,8xC) + 32°		
C (Celsius)	= 0,5556 x (F - 32°)		
Geschwindigkeit			
1 mile/h	= 1,609 km/h		
1 Knoten	= 1,852 km/h		
Volumen			
1 cu. Inch	= 16,387 cm ³		
1 cu. Foot	= 28,3167 dm ³		
1 cu. Yard	= 0,764551 m ³		
1 gallon (US)	= 3,78540 l		
1 gallon (brit.)	= 4,546 l		
1 quart (US)	= 0,946 l		
1 barrel (US)	= 158,8 l		
1 m ³	= 35,3148 cu.ft.		
1 dm ³	= 61,0239 cu. in.		
Elektrische Einheiten			
1 ohm/1000 yd	= 1,0936 Ω/km		
1 ohm/1000 ft	= 3,28 Ω/km		
1 μF/mile	= 0,62 μF/km		
1 megohm/mile	= 1,61 MΩ/km		
1 μF/foot	= 3,28 pF/m		
1 decibel/mile	= 71,5 mN/m		
Kraft			
1 lb	= 4,448 N		
1 brit. Ton	= 9954 N		
1 pdl (poundal)	= 0,1383 N		
1 kp	= 9,81 N		
1 N	= 1,02 kp		
Arbeit			
1 hp x h	= 1,0139 PS x h		
	= 2,684 x 100000 J		
	= 746 W x h		
	= 1055 Joul		
1 BTU (brit.therm. unit)			
Leistung			
1 PS	= 0,736 kW		
1 kW	= 1,36 PS		
1 hp	= 0,7457 kW		
1 kW	= 1,31 hp		
Gewicht pro Längeneinheit			
1 lb/mile	= 0,282 kg/m		
1 lb/yard	= 0,496 kg/m		
1 lb/foot	= 1,488 kg/m		
Druck			
1 psi(lb/sq.)	= 68,95 mbar		
1 lb/sq. ft.	= 0,478 mbar		
1 pdl/sq. ft.	= 1,489 N/m ²		
1 in Hg	= 33,86 mbar		
1 ft H2O	= 2,491 mbar		
1 in H2O	= 2,491 mbar		
1 N/mm2	= 10 bar		
1 kp/mm2	= 1422 psi		
1 at	= 1 kp/cm ²		
1 Torr	= 1 mm Hg		
1 bar	= 0,1 H Pa		
1 Pa	= 1 N/m ²		
Dichte			
1 lb/cu. ft.	= 16,02 kg/m ³		
1 lb/su. In.	= 27,68 t/m ³		
Gewicht			
1 ounce (oz)	= 28,35 p		
1 pound (lb)	= 0,4536 kp		
1 quarter	= 12,7 kp		
1 hundredweight (centweight, cwt)	= 50,802 kp		
1 kp	= 2,2046 lbs.		
	= 35,274 oz.		

Kupferberechnung

Der Kupferpreis

Kabel und Leitungen werden zu Tageskupferpreisen verkauft (DEL). Die DEL ist die Börsennotierung für Deutsches Elektrolytkupfer für Leitzwecke, d.h. 99,5 % reines Kupfer. Die DEL ist in Euro je 100 kg angegeben. Sie steht im Wirtschaftsteil der Tageszeitungen unter der Rubrik „Warenmärkte“.

Beispiel: DEL 161,40 bedeutet:
100 kg Kupfer (Cu) kosten 161,40 Euro

Zur Tagesnotierung kommen bei Kabel und Leitungen noch 1 % Bezugskosten hinzu.

Die Kupferbasis

Im Listenpreis vieler Kabel und fast aller Leitungen ist bereits ein Anteil des Kupferpreises enthalten. Er wird ebenfalls in Euro je 100 kg angegeben.

- Euro 150,00/100 kg für die meisten Leitungen
- Euro 100,00/100 kg für Fernsprechkabel
- Euro 000,00/100 kg für z.B. Erdkabel (z.B. Starkstromkabel NYY), also Hohlpreis

Die Kupferzahl

Die Kupferzahl ist das Kupfergewicht eines Kabels oder einer Leitung (sie ist zu jedem Katalogartikel angegeben).

Beispiel: KAWEFLEX® 3130
4 G 1,5 mm²
Kupferzahl laut Katalog = 60 kg/km
Das in 1 km Leitung enthaltene Kupfer wiegt also 60 kg.

Formel zur Berechnung des Kupferzuschlages

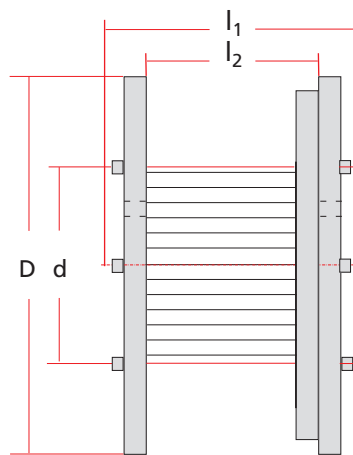
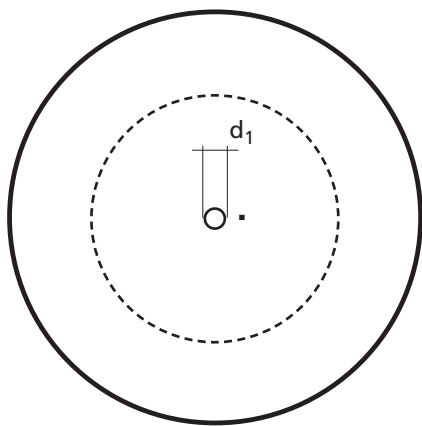
$\text{Kupferzahl (kg/km)} \times (\text{DEL} + 1\% \text{ Bezugskosten} - \text{Kupferbasis}) : 100 = \text{Kupferzuschlag in Euro/km}$

Beispiel:	KAWEFLEX® 3130	4 G 1,5 mm ²
	DEL	400,00 Euro/100 kg
	Cu-Basis	150,00 Euro/100 kg
	Cu-Zahl	60 kg/km

$60 \text{ kg/km} \times (400,00 + 4,0 - 150,00) : 100 = 152,4 \text{ Euro/km}$

Dieser Betrag wäre, bei einer angenommenen DEL-Notierung von 400,00 Euro der Kupferzuschlag für 1 km KAWEFLEX® 3130 4 G 1,5 mm². Auf Rechnungen wird der Kupferzuschlag i.d.R. separat ausgewiesen.

Übersicht von Holz- und Kunststoff-Trommeln / Maße, Gewichte und Tragfähigkeit



D = Flansch- \emptyset
d = Kern- \emptyset
d₁ = Bohrungs- \emptyset
l₁ = Breite über alles
l₂ = Wickelbreite

Kunststofftrommeln

Trommel Nenngröße	Flansch- \emptyset mm	Kern- \emptyset mm	Breite über alles l ₁ mm	Wickelbreite l ₂ mm	Trommel- leergewicht ca. kg	Maximale Tragfähigkeit kg
050/7	500	150	456	404	4	100
070	710	355	510	400	15	250
080	800	400	510	400	16	350
090	900	450	680	560	23	400
100	1000	500	704	560	32	500

Holz-Trommeln (Standard)

Trommel Nenngröße	Flansch- \emptyset mm	Kern- \emptyset mm	Breite über alles l ₁ mm	Wickelbreite l ₂ mm	Trommel- leergewicht ca. kg	Maximale Tragfähigkeit kg
051	500	150	470	410	8	100
071	710	355	520	400	25	250
081	800	400	520	400	31	400
091	900	450	690	560	47	750
101	1000	500	710	560	71	900
121	1250	630	890	670	144	1700
141	1400	710	890	670	175	2000
161	1600	800	1100	850	280	3000
181	1800	1000	1100	840	380	4000
201	2000	1250	1350	1045	550	5000
221	2240	1400	1450	1140	710	6000
250	2500	1400	1450	1140	875	7500
251	2500	1600	1450	1130	900	7500
281	2800	1800	1635	1280	1175	10000

Fasungsvermögen von KTG-Kabeltrommeln / Aufspulbare Längen in Metern, in Abhängigkeit von Trommelgröße und Kabel-Ø

Kabel-Ø mm	071 07	081 08	091 09	101 10	121 12	141 14	161 16/8	181 18/10	201 20/12	221 22/14	250 25/14	251 25/16	281 28/18	
6	2024	2755												6
7	1481	2340												7
8	1064	1463	2731											8
9	892	1152	2202	2866										9
10	677	980	1768	2349										10
11	564	761	1404	1912										11
12	468	643	1206	1540										12
13	385	542	1032	1339	2727									13
14	364	454	881	1159	2255	2967								14
15	297	430	749	1000	1991	2479								15
16	239	358	632	860	1756	2205								16
17	228	294	603	736	1545	1959								17
18	218	281	505	705	1355	1737								18
19	172	228	485	599	1184	1535	2722							19
20	165	219	402	576	1139	1352	2435	2831						20
21	159	211	387	485	991	1304	2172	2527						21
22	122	167	315	468	856	1145	1931	2248						22
23	117	161	304	389	827	999	1869	2172	2953					23
24	113	156	294	377	709	967	1657	1927	2608					24
25	110	151	285	365	688	839	1608	1867	2522					25
26	80	116	228	299	668	814	1419	1650	2218					26
27	78	113	221	290	567	700	1244	1450	2150	2861				27
28	76	109	215	282	551	681	1211	1409	1879	2777				28
29	73	106	209	226	462	663	1180	1371	1826	2450				29
30	71	103	162	220	450	564	1028	1197	1583	2383				30
31		76	157	214	438	550	1003	1166	1540	2089				31
32		74	153	209	428	537	866	1009	1500	2035	2978	2491		32
33		72	150	204	352	451	846	985	1289	1984	2908	2428		33
34			146	158	344	441	828	962	1257	1726	2605	2134		34
35			108	154	336	431	707	824	1227	1685	2547	2083	2890	35
36			105	151	329	422	692	806	1041	1646	2271	2035	2822	36
37			103	148	265	348	678	788	1017	1418	2223	1774	2759	37
38				144	259	341	664	772	994	1386	1969	1735	2432	38
39				107	254	334	560	653	972	1356	1930	1697	2379	39
40				105	249	327	549	640	812	1328	1892	1466	2329	40
41				102	244	264	539	627	795	1130	1664	1435	2036	41
42				100	190	259	529	615	779	1107	1633	1406	1995	42
43					187	254	437	511	763	1085	1603	1199	1956	43
44					183	249	430	502	749	1064	1574	1175	1693	44
45					180	245	422	492	611	890	1373	1153	1661	45
46					177	240	415	484	600	874	1349	1131	1630	46
47					174	187	408	475	589	858	1326	1110	1600	47
48					129	184	330	386	578	842	1144	931	1367	48
49					127	181	325	380	568	828	1125	914	1343	49
50					125	178	319	373	558	678	1107	898	1320	50
51					123	175	314	367	442	666	1089	883	1298	51
52					121	172	310	361	435	655	1072	869	1276	52
53						170	305	356	428	644	912	713	1073	53
54						126	239	280	421	634	898	701	1055	54
55						124	235	276	414	624	885	690	1039	55
56						122	232	271	408	614	872	679	1022	56
57						121	228	267	401	488	860	668	1006	57
58						119	225	263	304	480	719	658	991	58
59						117	222	260	300	473	709	649	815	59
60							219	256	295	466	699	639	803	60
61							216	252	291	460	689	609	791	61
62							161	190	287	453	680	501	780	62
63							159	187	282	447	671	494	769	63
64							157	184	279	441	663	487	759	64
65							155	182	275	335	541	481	748	65
66							153	180	271	330	534	474	739	66
67							151	177	267	326	528	468	589	67
68								175	264	321	521	462	581	68
69								173	186	317	515	456	574	69
70								171	184	313	509	450	566	70
71								168	182	309	503	343	559	71
72								166	179	305	497	338	552	72
73								164	177	301	491	334	545	73
74								162	175	298	486	330	539	74

K_D = Kern · Ø der Trommel
 D = Kabel · Ø

Registrierte Warenzeichen

® eingetragene Warenzeichen von HPM Kabel GmbH

DATATRONIC®
PAARTRONIC®

® eingetragene Warenzeichen von Kabel Wächter GmbH & Co. KG

KAWEFLEX®
PELON®

Weitere registrierte Warenzeichen, sowie Warenzeichen anderer Unternehmen sind:

HYPALON®	(DuPont)
KAPTON®	(DuPont)
KEVLAR®	(DuPont)
NEOPRENE®	(DuPont)
TEFLON®	(DuPont)
TEFZEL®	(DuPont)
THERMI-POINT®	(AMP)
MAXI-THERMI-POINT®	(AMP)
KYNAR®	(Atofina)
STYROFLEX®	(BASF)
DYFLOR®	(Degussa)
INTERBUS-S®	(Phoenix Contact)
SUCCOnet P®	(Klöckner-Möller)
MODULINK P®	(Weidmüller)
VariNet-P®	(Pepperl+Fuchs)
INTERBUS-P®	(Phoenix Contact)
SINCE®	(SIEMENS)
F.I.P®	(F.I.P. Nutzergruppe)
PROFIBUS®	(PROFIBUS® Nutzerorganisation, PNO)
Thinwire (net)®	(Digital Equipment Corporation)
DeviceNet™	(Open Device Vendors Association, ODVA)
ETHERNET®	(Xerox)
SIMATIC®	(SIEMENS)
SafetyBUS p®	(Pilz)
DESINA®	VDW Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken
CORDAFLEX®	(Prysmian Cables + sytems)
RONDOFLEX®	(Prysmian Cables + sytems)
SPREADERFLEX®	(Prysmian Cables + sytems)
BASKETHEAVYFLEX®	(Prysmian Cables + sytems)

Kabelaufdrucke

Kurzschreibweise von Datumsangaben in Anlehnung an DIN EN 60062

Durch unsere modernen INK-JET-Drucker können wir jeden beliebigen Text auf eine Leitung aufdrucken. Die Schrifthöhe und der Abstand der Schriftblöcke ist frei wählbar. Firmenlogos können ebenfalls aufgedruckt werden. Hierzu ist es jedoch notwendig, ein EPROM zu programmieren.

Sinnvoll ist auch der Aufdruck des Fertigungsdatums. Standardmäßig fügen wir dem Aufdruck das nach DIN EN 60062 verschlüsselte Herstellungsdatum hinzu.

Jahr	Code	Jahr	Code
2001	N	2007	V
2002	P	2008	W
2003	R	2009	X
2004	S	2010	A
2005	T	2011	B
2006	U	2012	C

Monat	Code	Monat	Code
Januar	1	Juli	7
Februar	2	August	8
März	3	September	9
April	4	Oktober	O
Mai	5	November	N
Juni	6	Dezember	D

Beispiel: „U3“ bedeutet Herstellungsdatum März 2006

Schrifthöhe: 1/3 des Kabeldurchmesser, min. 3 mm

Aufdruck: per INK-JET

Einbauempfehlungen für Leitungen in Energieführungsketten

Grundsätzliche Empfehlungen zur Handhabung von Leitungen

- Leitungen dürfen nie durch Zug oder Torsion belastet werden. Es sei denn, sie sind für diese Beanspruchung konstruiert und gefertigt.
- Steckverbindungen sind immer durch Zug am Stecker, nicht durch Zug an der Leitung, zu trennen.
- Leitungen dürfen niemals geknickt werden. Die Unterschreitung des, in unseren Datenblättern angegebenen, minimalen Biegeradius ist nicht zulässig. Dies gilt auch für die Lagerung. Bitte beachten Sie die Kerndurchmesser der Trommeln und Ringe.
- Leitungen sollen keinen großen Temperaturunterschieden und extremen Witterungseinflüssen ausgesetzt werden. Die Lagerung im Freien ist zu vermeiden.
- Leitungen müssen von Trommeln oder Ringen immer abgerollt werden. Beim Abheben in Schleifen „über Kopf“ entstehen Klanken die zu Ausfällen führen können.
- Nach mechanischen Beschädigungen durch Druck, Klemmung oder Quetschung dürfen Leitungen nicht mehr eingesetzt werden.

Auswahl- und Verlegeempfehlung für Leitungen in Energieführungsketten

Beim Einbau von Leitungen in Energieführungsketten ist sehr viel mehr zu beachten. Der Stellenwert eines Energieführungssystems in komplexen Maschinenanlagen wird meist erst in einer Stör- oder Ausfallsituation deutlich. Ohne die sachkundige Auswahl von Schleppketten und den dazugehörigen schleppkettentauglichen Leitungen, sowie deren fachgerechter Montage, sind teure Stillstandzeiten und Produktionsausfall vorprogrammiert.

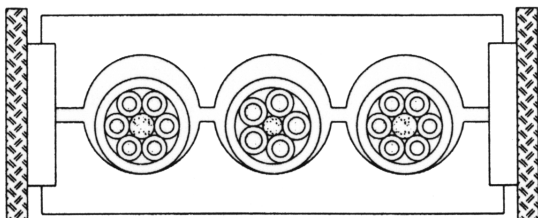
Sie finden die Leitungen in unseren entsprechenden Katalogteilen. Falls nicht, fragen Sie uns. Wir stehen Ihnen jederzeit gerne, bei der Auswahl, der für Ihre Anwendung am besten geeigneten Typen mit Rat und Tat zur Seite. Am besten Sie nutzen unsere Erfahrung bereits in der Entwicklungs- und Konstruktionsphase. Wir finden dann zusammen die optimalen Lösungen für Ihren Kabelschlepp.

Das Einbringen der Leitungen in die Energieführungsketten muß mit größter Sorgfalt vorgenommen werden. Die nachfolgenden Verlegeempfehlungen basieren auf unseren jahrelangen praktischen Erfahrungen mit Leitungen im Schleppketteneinsatz sowie aus der gemeinsamen Forschung und dem Erfahrungsaustausch mit Kettenherstellern und mit vielen Anwendern von beweglichen Energieführungssystemen.

1. Die Leitungen müssen sehr sorgfältig ausgewählt werden. Verwenden Sie nur Leitungen, welche für Ihren Einsatz, in Ihren Energieführungsketten geeignet sind.
2. Einlagige Leitungen sind viellagigen Konstruktionen vorzuziehen. Falls viele Adern erforderlich sind, sollten diese, wenn möglich, auf mehrere einlagige Leitungen aufgeteilt werden. Dadurch erreicht man kleinere Biegeradien und mehr Biegezyklen.
3. Für die Dimensionierung des minimalen Biegeradius der Kette ist die Leitung mit dem größten Außendurchmesser ausschlaggebend. Die Angaben des kleinsten Biegeradius für Dauerwechselbiegung in unseren Datenblättern ist zu beachten.
4. Das drallfreie Einlegen, ohne Zugbelastung der Leitungen, ist äußerst wichtig. Leitungen von Ringen oder von Trommeln müssen abgerollt werden. Sie dürfen keinesfalls „über Kopf“ in Schleifen abgehoben werden (Klankenbildung). Wir empfehlen die Leitungen vor dem Einbau auszulegen, besser noch auszuhängen. Damit wird der Eigendrall der Leitungen zurückgebildet. Eine axiale Verdrehung der Leitung muß auf jeden Fall vermieden werden. Erst dann wird die Leitung direkt in die ausgelegte Schleppkette eingebracht. Danach wird die bestückte Kette in die Maschine montiert.

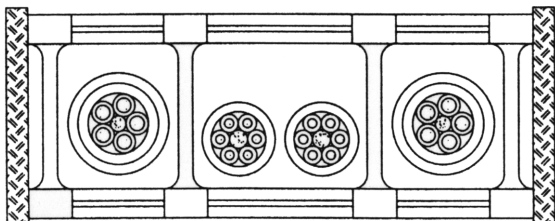
Achtung: Der Aufdruck der Leitungen verläuft produktionstechnisch bedingt, in einer leichten Spirale um die Leitung herum. Er kann daher nicht als Richtlinie für drallfreie Ausrichtung der Leitung genutzt werden.

5. Die Leitungen dürfen sich in der Kette nicht kreuzen und dürfen auch nicht übereinanderliegen. Eine Zwangsführung in der Kette muß vermieden werden, das heißt die Leitungen müssen, sowohl in der Breite als auch in der Höhe, vor allem im Bereich des Krümmungsradius, frei beweglich sein. Der Gesamtquerschnitt der Kette bzw. des Steg- oder des Lochsegmentes sollte maximal zu 80-85 % mit Leitungen ausgefüllt sein. Die Leitungen dürfen in der Kette weder befestigt noch zusammengebunden werden.

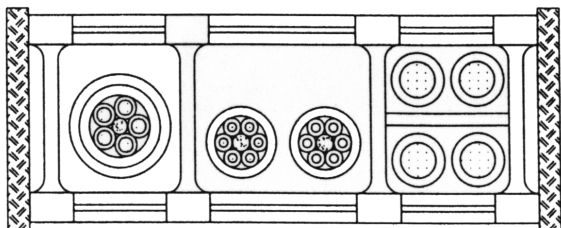


Einbauempfehlungen für Leitungen in Energieführungsketten

6. Die Gewichtsverteilung in der Schleppkette muß möglichst symmetrisch sein. Schwere Leitungen sind außen, die leichteren innen zu verlegen.



7. Bei einer Kettenbelegung mit Leitungen, welche sehr verschiedene Durchmesser aufweisen, empfiehlt es sich Ketten mit geteilten Kammern oder Stegen einzusetzen. Bei Durchmesserunterschieden bis zu $\pm 20\%$ ist dies nicht unbedingt erforderlich. Bei Mehrlagenbelegung sollten zwischen den Lagen Trennstäbe montiert werden.



8. Vor der Befestigung der Leitungen am Festpunkt ist es ratsam, die Energieführungskette ca. 10-20 Zyklen zu betreiben, um die Leitungen zu entspannen und in eine neutrale Lage zu bringen. Nach ca. 24 Stunden Laufzeit sollte, wenn möglich, eine Längennachjustierung der Leitungen vorgenommen werden.
9. Nach einem Kettenausfall empfiehlt es sich alle Leitungen auszutauschen. Es ist sonst mit einer verkürzten Lebensdauer durch eventuelle Überdehnung der Leitungen zu rechnen.
10. Die Befestigung bzw. die Führung der Leitungen soll an beiden Enden, mit einem Mindestabstand von 30x Leitungsdurchmesser vom Endpunkt der Biegebewegung entfernt, erfolgen.

Es gibt unterschiedliche Befestigungsarten, die alle ihre Berechtigung haben. Letztendlich muß der Konstrukteur entscheiden, welche Befestigungsart für seine Anwendung die meisten Vorteile bringt. Wir empfehlen:

Leitungen mit hoher Flexibilität bzw. geringer Eigensteifigkeit:
Klemmung auf der Mitnehmerseite und am Festpunkt.

Leitungen in vertikal montierten Energieführungsketten:
Klemmung auf der Mitnehmerseite und am Festpunkt.

Bei Verfahrwegen innerhalb des freitragenden Bereichs der Kette:
Klemmung auf der Mitnehmerseite und am Festpunkt.

Bei größeren Verfahrwegen, ausgenommen Leitungen mit hoher Flexibilität, bzw. geringer Eigensteifigkeit:
Klemmung auf der Mitnehmerseite, Führung am Festpunkt.

Die Klemmung soll großflächig, über den Außenmantel erfolgen. Das heißt der Aderverband (Seele) darf nicht gequetscht werden, eine Verschiebung der Leitung soll jedoch nicht mehr möglich sein. Eine Quetschung der Adern verkürzt die Lebensdauer der Leitungen erheblich.

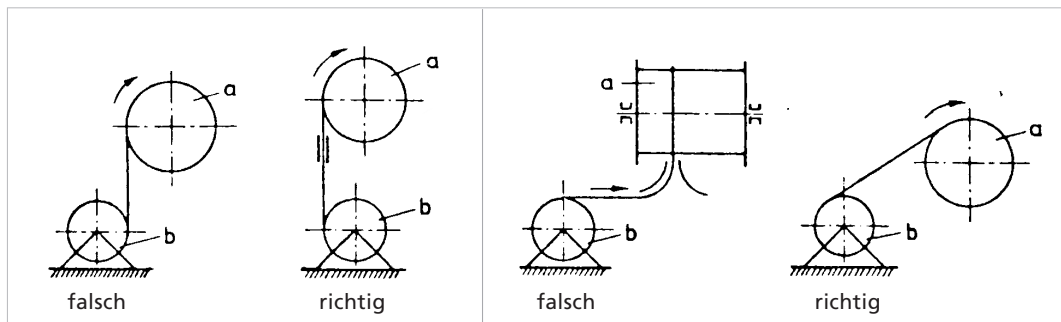
Führung bedeutet, daß sich die Leitung vor und zurück, nicht aber seitlich bewegen kann.

Haben Sie noch Fragen?
Rufen Sie an. Wir beraten Sie gerne.

Montage-Hinweise

für Trommelleitungen, Leitungstrossen und trommelbare-Gummischlauchleitungen

- Liefertrommel mit Kabeltransportwagen oder Lkw an den Einsatzort bringen.
Nur in Sonderfällen rollen. Pfeil auf der Trommel bestimmt Rollrichtung.
- Vor dem Auflegen auf die Gerätetrommel Leitung möglichst gestreckt, eventuell unter Verwendung von Kabellegerollen auslegen. Nur von oben abziehen.
- Kann die Leitung aus Platzgründen nicht gestreckt ausgelegt werden, ist folgendermaßen zu verfahren:
Abstand zwischen Liefertrommel und Gerätetrommel möglichst groß halten. Leitung von der Liefertrommel nur von oben abziehen. Beim Auflegen nicht S-förmig oder in eine andere Ebene umlenken (siehe Bild).
- Bei konfektionierten Leitungen wird zuerst der Endenabschluß an der Gerätetrommel (Schleifringkörper) drallfrei angeschlossen, die Leitung angeschellt, auf die Gerätetrommel gewickelt und dann an der Einspeisung drallfrei angeschlossen und befestigt.
Endenabschlüsse nicht über den Boden schleifen.
- Werden Leitungen ohne Endenabschlüsse geliefert, so sind diese nach dem Auflegen zu montieren.
- Im ausgefahrenen Zustand des Gerätes sollen auf der Gerätetrommel noch mindestens zwei Leitungswindungen verbleiben.
- Liegt die Einspeisung
 - unterirdisch in der Fahrbahnmitte, sind nach dem Einführungstrichter ein bis zwei Leitungswindungen um eine Ausgleichsscheibe zu legen. Danach wird die Leitung angeschellt und angeschlossen.
 - oberirdisch am Fahrbahnde sollte bei Endstellung des Gerätes die nicht mehr getrommelte Leitungsstrecke vor der Befestigungsschelle an der Einspeisung mindestens **40 x Leitungsdurchmesser** sein, oder die Leitung mit ein bis zwei Windungen über eine Ausgleichsscheibe geführt, dann angeschellt und angeschlossen werden.
- Leitung vor äußerer Beschädigung während der Montage und des Betriebes schützen.









Leistungsbelegung der Betriebstrommel (a) von der Liefertrommel (b)

Montage-Hinweise

für Leitungen auf fahrbaren Leitungsträgern Trommelbare-Gummischlauchleitungen

- Leitungsträger überprüfen:
Einwandfreier Bewegungsablauf, kein Verkanten auf der Strecke; leichte Gängigkeit der Umlenkrollen; Rillenbreite der Umlenkrollen muss mindestens 12% größer als Leitungsdurchmesser sein.
- Liefertrommel mit Kabeltransportwagen oder Lkw an den Einsatzort bringen. Nur in Sonderfällen rollen. Pfeil auf der Trommel bestimmt Rollrichtung.
- Einsatzlängen drallfrei auf Montagetrommel wickeln. Leitung **nicht** über Trommelscheibe abziehen,
Wickelvorrichtung benutzen!
Dabei Biegedurchmesser beachten. Bei Leitungen bis 21,5 mm Ø Biegedurchmesser = 10 x Leitungsdurchmesser;
bei Leitungen über 21,5 mm Ø Biegedurchmesser = 12,5 x Leitungsdurchmesser (VDE 0100).
- Leitung nicht im losen Ring oder gestreckt auf die Anlage ziehen.
Montagetrommel auf der Anlage, am Ende des Leitungsträgers so lagern, dass Leitung von oben abgezogen werden kann.
Standort der Trommel jeweils am gegenüberliegenden Ende der zu belegenden Seite.
- Neue Leitung entweder mit Zugseil oder mit abzulegender Leitung (Verbindung mit Ziehstrumpf) über die Oberseite des Leitungsträgers und die Umlenkrolle zur unteren Befestigungsstelle hin auf den Leitungsträger legen.
Verdrehen und Knicken der Leitung unbedingt vermeiden.
- In der Mittelstellung des Leitungsträgers losen Durchhang der Leitung einstellen.
- Nach Möglichkeit vor dem Befestigen der Leitungen Gerät langsam mehrmals verfahren und anschließend Leitungen mit großflächigen Schellen befestigen – **nicht oval quetschen.**
- Jede Einsatzlänge einzeln auflegen.

Einsatzgebiete für trommelbare Leitungen

Leitungsführungssysteme	Trommel						
Belastung	einfach	hoch	extrem				
FESTOONFLEX PUR_HF	+	o	-	++	o	++	-
Trommelflex (K) - NSHTÖU	++	+	o	++	o	+	-
Cordaflex (SMK) - (N)SHTÖU	+	++	++	+	++	-	++
Trommelflex PUR-HF	+	++	++	+	++	+	++

++ Hauptanwendung

+ geeignet

o bedingt geeignet - nach Absprache

- nicht geeignet

ALLGEMEINE ZAHLUNGS- UND LIEFERUNGSBEDINGUNGEN

I. Abwehrklausel / Anwendungsbereich

- Wir liefern Kabel, Leitungen und Zubehör (im folgenden: Ware) ausschließlich zu nachstehenden Bedingungen; abweichende oder zusätzliche Bedingungen sind für uns unverbindlich, auch wenn wir ihnen nicht widersprechen. Wenn wir ausnahmsweise abweichende oder zusätzliche Bedingungen akzeptieren, gilt dies nur für das jeweilige einzelne Geschäft.
- Diese Bedingungen gelten nur für Unternehmer, die bei Abschluss des Vertrages in Ausübung ihrer gewerblichen oder selbständigen beruflichen Tätigkeit handeln, für juristische Personen des öffentlichen Rechts und für öffentlich-rechtliche Sondervermögen.

II. Angebot / Bestellung

- Unsere Angebote sind freibleibend. Auch ohne unsere schriftliche Bestätigung ist der Besteller jedoch zwei Wochen an seine Bestellung gebunden.
- Bestellungen (auch ihre Ergänzungen und Änderungen) sind erst angenommen, wenn wir sie schriftlich bestätigt haben; der Zugang einer Rechnung beim Käufer sowie die Ausführung der Lieferung gelten als Bestätigung.
- Ist im Einzelfall Probefreilieferung vereinbart, wird der Kaufvertrag wirksam, wenn der Besteller nicht binnen acht Werktagen ab Eingang der Ware seine Missbilligung erklärt und wir den Besteller zuvor auf die Bedeutung seines Stillschweigens hingewiesen haben. Kommt der Kaufvertrag nicht zustande, verpflichtet sich der Besteller, die Ware frachtfrei in demselben Zustand an uns zurückzusenden.
- An Kostenvorschlägen, Konstruktionszeichnungen, Mustern und ähnlichen Unterlagen (im folgenden: Unterlagen) behalten wir uns alle Eigentums- und Urheberrechte vor. Unterlagen dürfen erst nach unserer schriftlichen Zustimmung Dritten zugänglich gemacht oder in sonstiger Weise verwertet werden und sind, wenn der Kaufvertrag nicht zustande kommt, aufgehoben wird oder abgewickelt ist, uns zurückzugeben. Das gilt entsprechend für Unterlagen des Bestellers. Wir dürfen diese aber an Dritte weitergeben, denen wir zulässigerweise die Lieferung übertragen haben.

III. Preise und Metallzuschläge / Zahlungs- und Lieferkonditionen / Annahmeverzug

- Die Preisangaben verstehen sich in EURO ausschließlich gesetzlicher Umsatzsteuer, die gesondert ausgewiesen wird. Die Regelungen in Nr. 2 und Nr. 5 bleiben unberührt.
- Zusätzlich zu den vereinbarten Preisen dürfen wir Metallzuschläge erheben. Die Preise für Kupferkabel enthalten eine Kupferbasis von EUR 150/100 kg Kupfer, ausgenommen Fernmeldekabel mit Kupfer EUR 100/100 kg Kupfer, Erdkabel Hohlpreis, sofern bei der Preisangabe keine anderslautenden Werte genannt werden. Berechnungsgrundlage für den Verkaufspreis ist die veröffentlichte DEL-Börsennotierung für Kupfer vom Vortag des Auftragsbeginns zzgl. 1% für Metallbezugskosten. Der Verkaufspreis erhöht oder ermäßigt sich um die Differenz zwischen Kupferbasis und DEL-Notierung. Die Preisbasis für Metallartikel aus Messing ist die Metallnotiz für MS 58 von EUR 150,-. Erhöht sich die Metallnotiz um jeweils EUR 13,- nach oben, so wird ein Zuschlag von jeweils 5% gerechnet. Bei Verwendung anderer Metalle (z. B. Aluminium, Blei) erfolgt die Abrechnung analog der Kupferpreishandhabung. Ausgangsbasis sind die im Angebot angegebenen Werte. Metall- bzw. Rohstoffpreis, Zu- und Abschläge gelten stets rein netto.
- Unsere Lieferungen erfolgen grundsätzlich AB WERK bzw. EX WORKS – EXW – IN-COTERMS 2000, es sei denn, im Einzelfall ist anderes vereinbart. Grundsätzlich geht die Gefahr zufälligen/r Untergangs oder Verschlechterung der Ware mit Mitteilung der Versandbereitschaft auf den Besteller über, bei Versandkauf mit Übergabe an die den Transport besorgende Anstalt oder Person.
- Ein Recht des Bestellers, aufzurechnen oder Zurückbehaltungsrechte auszuüben, besteht nur dann, wenn die Gegenforderung unbestritten, entscheidungsreif oder rechtskräftig festgestellt ist. Zurückbehaltungsrechte des Bestellers wegen Mängeln der Ware bleiben davon unberührt.
- Die Lieferung von Mehr- oder Minderlängen bis zu +/- 10% behalten wir uns vor und berechnen den Preis entsprechend. Bei Festlängenbestellungen richten sich die zulässigen Abweichungen nach den jeweiligen Vereinbarungen. Die Lieferung kann in verschiedenen, produkttechnisch oder kommerziell bedingten Teillängen erfolgen. Bei Sonderanfertigungen behalten wir uns die Lieferung bis zu 15% der Bestellmenge in Unter- und Überlängen vor. Die längenbedingte Messtoleranz beträgt +/- 0,4%.
- Soweit dem Besteller zumutbar, sind wir zu Teillieferungen berechtigt, die wir dem Besteller gesondert in Rechnung stellen.

IV. Lieferfristen / Schadensersatz statt der Leistung / Rücktritt

- Liefertermine und -fristen gelten – wenn sie nicht oder nur unverbindlich vereinbart sind – nur annähernd. Lieferfristen beginnen nicht vor Klärung aller finanziellen und technischen Fragen, insbesondere nicht vor Eingang eventuell erforderlicher Unterlagen des Bestellers gemäß II. Nr. 4. Wird eine Freigabe durch den Besteller gemäß Nr. 2 Satz 3 erforderlich, beginnen Lieferfristen nicht vor der Freigabe. Unsere Lieferpflicht ruht, solange der Besteller mit einer nicht unwesentlichen Zahlung im Rückstand ist.
- Der Besteller ist verpflichtet, uns bei Sonderanfertigungen in schriftlicher Form zu beschreiben, wie die Ware beschaffen sein soll und hat uns die in II. Nr. 4 genannten Unterlagen zu übergeben. Wir sind nicht verpflichtet, die Unterlagen des Bestellers zu prüfen und vor Fertigung nochmals vom Besteller freigeben zu lassen. Das gilt nicht bei offensichtlichen Fehlern der Unterlagen; in diesem Fall werden wir dem Besteller einen Korrekturvorschlag machen, den der Besteller freigeben muss.
- Die Lieferfrist und der -termin sind eingehalten, wenn die Mitteilung der Versandbereitschaft gemäß III. Nr. 3 rechtzeitig erfolgt, bei Versandkauf bei rechzeitigem Eintreffen an der vereinbarten Stelle.
- Wir geraten nur dann in Verzug, wenn uns der Besteller nach Fälligkeit unserer Lieferung gemahnt hat. Verzugs-Schadensersatzansprüche des Bestellers richten sich nach VII. Nr. 1.
- Erbringen wir eine Leistung nicht oder nicht vollständig, kann der Besteller Schadensersatz statt der (ganzen) Leistung (§ 281 Abs. 1 BGB) – oder Ersatz vergeblicher Aufwendungen (§ 284 BGB) – erst dann verlangen, wenn der Besteller zuvor vergeblich eine angemessene Frist zur Leistung mit einer Schadensersatzandrohung gesetzt hat; damit verliert jedoch der Besteller seinen Anspruch auf die Leistung noch nicht. Das gilt nicht
 - wenn eine Fristsetzung entbehrlich ist (etwa bei Unmöglichkeit oder unserer ernstlichen und endgültigen Verweigerung der Leistung oder bei Vorliegen besonderer Umstände, die die sofortige Geltendmachung von Schadensersatz rechtfertigen);
 - in den Fällen der Lieferung einer mangelhaften Ware (Schlechtleistung); hierfür gelten die Regelungen in VI. Nr. 4 und Nr. 5. Der Schadensersatz statt der Leistung – bzw. Ersatz vergeblicher Aufwendungen – richtet sich nach VII. Nr. 2.
- Erbringen wir eine Leistung verspätet, kann der Besteller nach den gesetzlichen Bestimmungen (§§ 323, 324 BGB; also grundsätzlich nur nach Ablauf einer vom Besteller gesetzten angemessenen Frist) nur zurücktreten, wenn wir die Verspätung zu vertreten haben; eine Umkehr der Beweislast zu Lasten des Bestellers ist damit nicht verbunden.

V. Eigentumsvorbehalt

- Wir behalten uns das Eigentum an den Waren vor bis zur vollständigen Erfüllung unserer sämtlichen Forderungen aus dem Kaufvertrag einschließlich aller Forderungen aus einer laufenden Geschäftsbeziehung. Die Diskontierung uns begebener Wechsel und Schecks stellt erst dann eine Erfüllung dar, wenn der Wechsel am Verfalltag bezahlt wird oder der Scheckbetrag unwiderruflich einem unserer Konten gutgeschrieben ist.
- Der Besteller ist widerruflich ermächtigt, die Ware im Rahmen seines ordentlichen Geschäftsverkehrs weiter zu veräußern. Er tritt bereits jetzt alle Forderungen in Höhe seiner Rechnung – höchstens aber in Höhe unserer Forderung gegen den Besteller - an uns ab; wir nehmen die Abtretung an. Der Besteller ist ermächtigt, die Forderungen selbst einzuziehen. Wir dürfen die Forderungen selbst einzuziehen und die Ermächtigung widerrufen, wenn der Besteller in Verzug gerät.

ALLGEMEINE ZAHLUNGS- UND LIEFERUNGSBEDINGUNGEN

3. Der Besteller ist widerruflich ermächtigt, die Ware im Rahmen seiner ordnungsgemäßen Produktion zu be- oder zu verarbeiten. Die Be- oder Verarbeitung geschieht in unserem Namen und Auftrag. Erfolgt eine Verbindung mit Sachen des Bestellers, so erwerben wir an diesen Sachen Miteigentum im Verhältnis des Werts unserer Ware zum Wert der Sache.
4. Wir verpflichten uns, Eigentumsvorbehalts-Ware oder nach Nr. 2 abgetretene Forderungen oder nach Nr. 3 erworbenes Miteigentum auf Verlangen des Bestellers unter Vorbehalt der Auswahl insoweit freizugeben, als der Sicherungswert der Eigentumsvorbehalts-Ware oder der nach Nr. 2 abgetretenen Forderungen oder des nach Nr. 3 erworbenen Miteigentums unsere Kaufpreisforderung übersteigt. Der Sicherungswert entspricht der Höhe des Kaufpreises abzüglich 10% für Wiederverwertungsverluste und -kosten. Die Freigabe geschieht durch (Rück-)Übereignung bzw. Rückabtretung.
5. Bei Zahlungsverzug dürfen wir
 - a) nach einer erfolglosen weiteren Mahnung die Herausgabe der Eigentumsvorbehalts-Ware verlangen; das Herausgabeverlangen gilt aber nicht als Rücktritt vom Vertrag;
 - b) oder vom Vertrag mit dem Besteller zurücktreten und die Eigentumsvorbehalts-Ware heraus verlangen

VI. Mängel der Ware

1. Die Ware ist mangelfrei, wenn sie der vereinbarten Beschaffenheit entspricht.
 - a) Sofern mit dem Besteller nichts anderes vereinbart ist, ergibt sich die vereinbarte Beschaffenheit bei Sonderanfertigungen ausschließlich aus den Unterlagen des Bestellers gemäß II. Nr. 5 und IV. Nr. 2, ansonsten nur aus unseren Produktbeschreibungen.
 - b) Eigenschaften, die der Besteller aufgrund unserer öffentlichen Äußerungen, insbesondere in Werbeaussagen oder durch die Kennzeichnung der Ware, erwarten kann, gehören nicht zu der vereinbarten Beschaffenheit.
 - c) Alle Angaben über Durchmesser und Gewichte der Waren sind verbindlich; Abweichungen bis zu +/- 20% davon stellen keinen Mangel dar, sofern nicht bestimmte Durchmesser oder Gewichte vereinbart wurden. Die Regelungen in IX. bleiben unberührt.
2. Wir übernehmen keine Garantie für die Beschaffenheit oder Verwendbarkeit der Ware. Wir übernehmen auch keine Haltbarkeitsgarantie dafür, dass die Ware für eine bestimmte Dauer ihre Beschaffenheit behält.
3. Weist die Ware einen Mangel auf, werden wir diesen nach unserer Wahl durch Beseitigung des Mangels oder Nachlieferung (Nacherfüllung) beseitigen, wozu wir zweimal berechtigt sind. Der Besteller ist verpflichtet, uns - sofern wir dies verlangen - eine Untersuchung der Ware, auch durch Dritte, zu gestatten. In der Zeit zwischen unserem Verlangen und unserer Erklärung, der Mangel sei nicht vorhanden oder er sei beseitigt oder unserer Weigerung, den Mangel zu beseitigen, ist die Verjährungsfrist gemäß Nr. 7 gehemmt.
4. Schlägt die Nacherfüllung fehl, ist der Besteller berechtigt, den Kaufpreis zu mindern oder – bei erheblichen Mängeln – vom Kaufvertrag zurücktreten. Bei unerheblichen Mängeln kann er vom Vertrag nicht zurücktreten und nicht Schadensersatz statt der ganzen Leistung verlangen.
5. Unbeschadet weitergehender kaufmännischer Untersuchungs- und Rügeobliegenheiten gemäß § 377 HGB und unserer Herstellerpflichten ist der Besteller verpflichtet, vor der Verwendung der Ware sie darauf zu untersuchen, ob sie den vereinbarten Spezifikationen entspricht und sich für die vom Verwender vorgesehene Verwendung eignet.
6. § 377 HGB gilt mit der Maßgabe, dass uns der Besteller offensichtliche Mängel binnen einer Frist von zwei Wochen ab Empfang der Ware anzeigen muss. Erst bei der Untersuchung – die unverzüglich sein muss - entdeckte Mängel müssen zwei Wochen ab Entdeckung angezeigt werden.
7. Die Verjährungsfrist für alle vertraglichen Rechte des Bestellers wegen Mängeln (Gewährleistungsfrist) beträgt ein Jahr ab Ablieferung der Ware; das gilt nicht
 - wenn wir – ausnahmsweise entgegen Nr. 2 – eine Garantie übernommen haben,
 - wenn wir einen Mangel arglistig verschwiegen haben,
 - wenn der Mangel von uns, unseren gesetzlichen Vertretern oder Erfüllungsgehilfen vorsätzlich oder grob fahrlässig verursacht wurde,
 - oder wenn ein von uns zu vertretender Mangel zu einem Schaden an Leib, Leben oder Gesundheit führte.
 Bei Ware, die entsprechend ihrer üblichen Verwendungsweise für ein Bauwerk verwendet wurde und dessen Mangelhaftigkeit verursacht hat, beträgt die Gewährleistungsfrist jedoch fünf Jahre. Die Verjährungsfrist im Falle unserer außervertraglichen Haftung ergibt sich aus VII. Nr. 3.

VII. Haftung / Unmöglichkeit / Verjährung

1. Für außervertragliche Ansprüche wegen Mängeln, für Ansprüche aus Verzug, wegen sonstigen Verletzungen von Pflichten aus dem Schuldverhältnis und aus unerlaubter Handlung gilt:
 - a) Für schuldhaft von uns, unseren gesetzlichen Vertretern, Erfüllungs- oder Verrichtungsgehilfen verursachte Schäden des Bestellers an Leib, Leben und Gesundheit ist unsere Haftung nicht beschränkt.
 - b) Unsere Haftung für sonstige Schäden ist im Falle der leicht fahrlässigen Verletzung – auch unserer gesetzlichen Vertreter, Erfüllungs- oder Verrichtungsgehilfen – von wesentlichen Vertragspflichten (Kardinalpflichten) beschränkt auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden. Im Falle der leicht fahrlässigen Verletzung von nicht wesentlichen Vertragspflichten ist unserer Haftung ausgeschlossen.
2. Der Schadensersatz statt der Leistung – bzw. der Ersatz vergeblicher Aufwendungen – wenn wir nicht leisten können oder nicht zu leisten brauchen (Unmöglichkeit), ist beschränkt auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden – bzw. Aufwand –; das gilt nicht:
 - a) in den Fällen von Nr. 1 a);
 - b) wenn wir das Leistungshindernis kannten oder grob fahrlässig nicht kannten;
 - c) oder wenn wir ein Beschaffungsrisiko übernommen haben (II. Nr. 4 bleibt unberührt).
3. Für alle Ansprüche gegen uns beträgt die regelmäßige Verjährungsfrist zwei Jahre; sie beginnt mit Ende des Kalenderjahres, in dem der Anspruch entstanden ist und der Besteller von den Anspruchs-tat-sachen Kenntnis hat oder ohne grobe Fahrlässigkeit haben müsste. Dies gilt nicht
 - a) für rechtskräftig festgestellte Ansprüche, auch aus vollstreckbaren Vergleichen, Urkunden und einer Insolvenztabelle;
 - b) für vertragliche Ansprüche wegen Mängeln; insofern bleibt es bei den Gewährleistungsfristen gemäß VI. Nr. 7;
 - c) wenn uns – auch einem gesetzlichen Vertreter, Erfüllungs- und Verrichtungsgehilfen – Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit zur Last fällt;
 - d) für Ansprüche wegen schuldhafter Verletzung von Leib, Leben, Gesundheit und Freiheit oder einer vertragswesentlichen Pflicht (Kardinalpflicht).
4. Unsere Haftung und die Verjährung nach dem Produkthaftungsgesetz bleibt unberührt.

VIII. Leihtrömmeln und -gebühren

1. Wir behalten uns vor, die Ware auf eigenen Trömmeln oder auf Leihtrömmeln der Kabeltrommel GmbH & Co. KG (KTG) zu liefern.
2. Wird die Lieferung auf Leihtrömmeln der KTG durchgeführt, hat der Besteller die von KTG gemäß deren Allgemeinen Bedingungen berechnete Trömmelmierte unmittelbar an KTG zu zahlen. Die KTG erwirbt insofern ein eigenes Forderungsrecht gegen den Besteller. Wir stellen dem Besteller auf Wunsch einen Abdruck der Allgemeinen Bedingungen der KTG zur Verfügung.
3. Nach Freiwerden der KTG-Trömmeln ist der Besteller verpflichtet, die Trömmeln unverzüglich der KTG freizumelden.
4. Für unsere eigenen Trömmeln berechnen wir keine Miete. Der Besteller ist zu deren Rückgabe nicht verpflichtet. Er ist zur Rückgabe nur bei entsprechender Vereinbarung und nur dann berechtigt, wenn unsere Leihtrömmel wiederverwendbar ist und der Besteller die Rücksendekosten trägt.

ALLGEMEINE ZAHLUNGS- UND LIEFERUNGSBEDINGUNGEN

IX. Ausführbeschränkungen

1. Unsere Ware entspricht den in der Bundesrepublik Deutschland geltenden, auch europäischer Bestimmungen über die Herstellung und Verwendbarkeit elektrischer Kabel.
2. Wir leisten keine Gewähr dafür, dass die Waren in das Ausland exportiert oder dort verwendet werden können. Ausfuhr- und Einfuhrbeschränkungen nach dem deutschen Außenwirtschaftsgesetz oder dem Außenwirtschaftsrecht der U.S.A. hat der Besteller vor einem Export selbst zu beachten.

X. Gerichtsstand/Anwendbares Recht

1. Ausschließlicher Gerichtsstand sind die jeweiligen Firmensitze in der Bundesrepublik Deutschland. Wir sind aber berechtigt, auch im allgemeinen oder einem besonderen Gerichtsstand des Bestellers Klage zu erheben.
2. Auf unsere Geschäftsbeziehungen mit dem Besteller findet deutsches Recht Anwendung. Die Geltung des UN-Kaufrechts (UN-Convention for Contracts on the International Sale of Goods – CISG) ist jedoch ausgeschlossen.

Copyrights

Die Unternehmen der TKD Twentsche Kabel Deutschland behalten sich sämtliche Rechte, insbesondere an Texten, Bildern, Grafiken sowie deren Gestaltung vor. Der Katalog einschließlich seiner Gestaltungsmerkmale unterliegt dem Schutz des Urheberrechts und anderer Schutzgesetze. Der Inhalt dieses Katalogs darf nicht zu kommerziellen Zwecken kopiert, verbreitet, verändert oder Dritten zugänglich gemacht werden. Einige Inhalte des Katalogs unterliegen außerdem dem Copyright Dritter. Alle Inhalte, insbesondere alle Bilder, dürfen ohne vorheriges, schriftliches Einverständnis der Unternehmen der TKD Twentsche Kabel Deutschland nur für persönliche, private Zwecke verwendet werden.

Irrtümer und Änderungen vorbehalten

Alle in diesem Katalog gezeigten Bilder, Texte, technischen Angaben und sonstige Darstellungen entsprechen dem Produktprogramm der Unternehmen der TKD Twentsche Kabel Deutschland zum Zeitpunkt der Erstellung. Dabei handelt es sich um eine unverbindliche Information. Später erfolgte Änderungen bleiben vorbehalten. Für Irrtümer übernehmen die Unternehmen der TKD Twentsche Kabel Deutschland keine Haftung. Die Unternehmen der TKD Twentsche Kabel Deutschland schliessen jegliche Haftung für Schäden, die direkt oder indirekt aus der Benutzung dieses Katalogs entstehen, aus, soweit diese nicht nachweislich auf Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit der Unternehmen der TKD Twentsche Kabel Deutschland beruhen.

