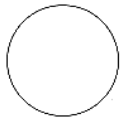
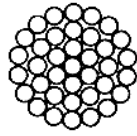
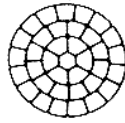


Aufbauelemente für isolierte Leitungen und Kabel**Leiterformen**

rund
eindrätzig
RE



rund
mehrdrätzig
RM



rund
mehrdrätzig
verdichtet
RM



sektorförmig
eindrätzig
SE



sektorförmig
mehrdrätzig
SM

Aufbau und Widerstandswerte der Leiter nach DIN EN 60228 (VDE 0295)**Rundleiter aus Kupfer**

Nennquerschnitt mm ²	Widerstand bei 20° C (Höchstwert)		Eindrätzig (Klasse 1)	Mehrdrätzig (Klasse 2)				
				Leitdurchmesser (Höchstwert) mm	unverdichtet		verdichtet	
					Mindestanzahl der Einzeldrähte	Leiterdurchmesser (Höchstwert)	Mindestanzahl der Einzeldrähte	Leiterdurchmesser
	blank Ohm / km	metall- umhüllt Ohm / km					Mindestwert mm	Höchstwert mm
0,5	36,0	36,7	0,9	7	1,1			
0,75	24,5	24,8	1,0	7	1,2			
1	18,1	18,2	1,2	7	1,4			
1,5	12,1	12,2	1,5	7	1,7	6		
2,5	7,41	7,56	1,9	7	2,2	6		
4	4,61	4,70	2,4	7	2,7	6		
6	3,08	3,11	2,9	7	3,3	6		
10	1,83	1,84	3,7	7	4,2	6		
16	1,15	1,16	4,6	7	5,3	6		
25	0,727	-	5,7	7	6,6	6	5,6	6,5
35	0,524	-	6,7	7	7,9	6	6,6	7,5
50	0,387	-	7,8	19	9,1	6	7,7	8,6
70	0,268	-	9,4	19	11,0	12	9,3	10,2
95	0,193	-	11,0	19	12,9	15	11,0	12,0
120	0,153	-	12,4	37	14,5	18	12,3	13,5
150	0,124	-	13,8	37	16,2	18	13,7	15,0
185	0,101	-	15,4	37	18,0	30	15,3	16,8
240	0,0775	-	17,6	37	20,6	34	17,6	19,2
300	0,0620	-	19,8	61	23,1	34	19,7	21,6
400	0,0465	-	22,2	61	26,1	53	22,3	24,6
500	-	-	-	61	29,2	53	25,3	27,6
630	-	-	-	91	33,2	53	28,7	32,5
800	-	-	-	91	37,6	53	-	-
1000	-	-	-	91	42,2	53	-	-

Sektorleiter aus Kupfer

Nennquerschnitt mm ²	Widerstand bei 20°C (Höchstwert) Ohm / km	Mehrdrätig (Klasse 2) verdichtet	Nennquerschnitt mm ²	Widerstand bei 20°C (Höchstwert) Ohm / km	Mehrdrätig (Klasse 2) verdichtet
		Mindestanzahl der Einzeldrähte			Mindestanzahl der Einzeldrähte
25	0,727	6	150	0,124	18
35	0,524	6	185	0,0991	30
50	0,387	6	240	0,0754	34
70	0,268	12	300	0,0601	34
95	0,193	15	400	0,0470	53
120	0,153	18	500	0,0366	53

Fein- und feinstdrätige Leiter aus Kupfer

Nennquerschnitt mm ²	Widerstand bei 20°C (Höchstwert)		Leiterdurchmesser (Höchstwert)	Drahtanzahl und größter Durchmesser der Einzeldrähte (Richtwerte)	
	blank Ohm / km	metallumhüllt Ohm / km		Fein- und feinstdrätig mm	Feindrätig (Klasse 5) mm
0,5	39,0	40,1	1,1	12 x 0,21	28 x 0,16
0,75	26,0	26,7	1,3	24 x 0,21	42 x 0,16
1	19,5	20,0	1,5	32 x 0,21	56 x 0,16
1,5	13,3	13,7	1,8	30 x 0,26	84 x 0,16
2,5	7,98	8,21	2,4	50 x 0,26	140 x 0,16
4	4,95	5,09	3,0	56 x 0,31	224 x 0,16
6	3,30	3,39	3,9	84 x 0,31	192 x 0,21
10	1,91	1,95	5,1	80 x 0,41	320 x 0,21
16	1,21	1,24	6,3	128 x 0,41	512 x 0,21
25	0,780	0,795	7,8	200 x 0,41	800 x 0,21
35	0,554	0,565	9,2	280 x 0,41	1120 x 0,21
50	0,386	0,393	11,0	400 x 0,41	705 x 0,31
70	0,272	0,277	13,1	356 x 0,51	990 x 0,31
95	0,206	0,210	15,1	485 x 0,51	1340 x 0,31
120	0,161	0,164	17,0	614 x 0,51	1690 x 0,31
150	0,129	0,132	19,0	765 x 0,51	2123 x 0,31
185	0,106	0,108	21,0	944 x 0,51	1470 x 0,41
240	0,0801	0,0817	24,0	1225 x 0,51	1905 x 0,41
300	0,0641	0,0654	27,0	1530 x 0,51	2385 x 0,41
400	0,0486	0,0495	31,0	2035 x 0,51	-
500	0,0384	0,0391	35,0	1768 x 0,61	-

Aluminiumleiter

Nennquerschnitt mm ²	Widerstand bei 20°C (Höchstwert) Ohm / km	Rundleiter (Klasse 2) mehrdrähtig ¹ , verdichtet			Sektorleiter (Klasse 2) mehrdrähtig ² , verdichtet
		Mindestanzahl der Einzeldrähte	Leiterdurchmesser		Mindestanzahl der Einzeldrähte
			Mindestwert mm	Höchstwert mm	
25	1,20	6	5,6	6,5	6
35	0,868	6	6,6	7,5	6
50	0,641	6	7,7	8,6	6
70	0,443	12	9,3	10,2	12
95	0,320	15	11,0	12,0	15
120	0,253	15	12,5	13,5	15
150	0,206	15	13,9	15,0	15
185	0,164	30	15,5	16,8	30
240	0,125	30	17,8	19,2	30
300	0,100	30	20,0	21,6	30
400	0,0778	53	22,9	24,6	53
500	0,0605	53	25,7	27,6	53
630	0,0469	53	29,3	32,5	53

¹⁾ Eindrängige Rundleiter (Klasse 1) sind zulässig bis 300 mm².
Die Durchmesser der unverdichteten Leiter 25 mm² bis 630 mm² sind aus der EN 60228 zu entnehmen.

²⁾ Eindrängige Sektorleiter (Klasse 1) sind zulässig von 50 mm² bis 240 mm²

Umrechnungstabelle der Normquerschnitte**Vergleich metrischer und amerikanischer Normquerschnitte**

AWG Nr.	Draht-Ø mm	Draht- Querschnitt	L-Widerstand max. Ohm/km	AWG Nr.	Draht-Ø mm	Draht- Querschnitt	L-Widerstand max. Ohm/km
28	0,320	0,0804	229	14	1,630	2,08	8,50
27	0,361	0,102	181	13	1,830	2,63	7,30
26	0,404	0,128	146	12	2,050	3,31	5,75
25	0,455	0,162	114	11	2,300	4,17	4,54
24	0,511	0,205	84	10	2,588	5,261	3,59
23	0,574	0,259	67	9	2,906	6,631	2,99
22	0,643	0,324	54	8	3,264	8,367	2,25
21	0,724	0,412	43	7	3,665	10,55	1,79
20	0,813	0,519	34	6	4,115	13,30	1,42
19	0,912	0,653	27	5	4,620	16,77	1,12
18	1,020	0,823	21	4	5,189	21,15	0,89
17	1,150	1,04	16,90	3	5,827	26,67	0,70
16	1,290	1,31	13,50	2	6,543	33,62	0,56
15	1,450	1,65	10,60	1	7,348	42,41	0,44

Belastbarkeit gemäß National Electrical Code (NEC)**Auszug aus NEC Tabelle 310-16**

Zulässige Strombelastbarkeit isolierter Kupferleiter mit Nennspannung 0-2000 V, 60°C-90°C. Nicht mehr als 3 belasteten Adern in einem Kabelkanal oder in einem mehradrigen Kabel oder in Erde verlegt. Basierend auf einer Umgebungstemperatur von 30 °C.

Auszug aus NEC Tabelle 310-17

Zulässige Strombelastbarkeit einer Einzelader mit Kupferleiter und einer Nennspannung von 0-2000 V, frei in Luft verlegt, basierend auf einer Umgebungstemperatur von 30 °C

Leiterquerschnitt AWG	Belastbarkeit [A] bei einer zulässigen Dauerterperatur am Leiter		
	60°C	75°C	90°C
18	-	-	14
16	-	-	18
14	20*	20	25
12	25*	25*	30
10	30	35*	40
8	40	50	55
6	55	65	75
4	70	85	95
3	85	100	110
2	95	115	130
1	110	130	150
1/0	125	150	170
2/0	145	175	195
3/0	165	200	225
4/0	195	230	260
250	215	255	290
300	240	285	320
350	260	310	350
400	280	355	380
500	320	380	430
600	355	420	475

Leiterquerschnitt AWG	Belastbarkeit [A] bei einer zulässigen Dauerterperatur am Leiter		
	60°C	75°C	90°C
18	-	-	18
16	-	-	24
14	25*	30*	35*
12	30*	35*	40*
10	40*	50*	55*
8	60	70	80
6	80	95	105
4	105	125	140
3	120	145	165
2	140	170	190
1	165	195	220
1/0	195	230	260
2/0	225	265	300
3/0	260	310	350
4/0	300	360	405
250	340	405	455
300	375	445	505
350	420	505	570
400	455	545	615
500	515	620	700
600	575	690	780

* Hinweis

Soweit im NEC nicht an anderer Stelle ausdrücklich erlaubt, darf der Überlastschutz der mit * gekennzeichneten Werte inklusive der Berücksichtigung der Korrekturwerte für abweichende Umgebungstemperaturen und ggf. Abweichender Anzahl belasteter Adern 15 Ampere für AWG 14 Leiter bzw. 20 Ampere für AWG 12 und 30 Ampere für AGW 10 nicht überschreiten.

Isolierung und Mantelwerkstoffe

Übersicht über die wichtigsten in der Kabeltechnik verwendeten Polymere

Thermoplaste (Plastomere)		Vernetzte Thermoplaste		Thermoplastische Elastomere	Elastomere		Duroplaste (Duromere)	
PVC	Polyvinylchlorid	VPE (XLPE)	Vernetztes Polyethylen	Blends aus Polyolefinen und Kautschuk	NR	Naturkautschuk	EP	Epoxidharz
PE	Polyethylen		Vernetzte Ethylen-Copolymere	Dreiblockpolymere (Styrol-Alkylen-Styrol)	EPM	Ethylen-Propylen-Kautschuk	PUR	Polyurethanharz
EVA	Ethylen-Vinylacetat-Copolymere (VA < 30%)			Thermoplastische Polyurethane und Polyester	SBR	Styrol-Butadien-Kautschuk		
EEA	Ethylen-Alkylacrylat-Copolymer, z.B.: Ethylen-Ethylakrylat				EPDM	Ethylen-Propylen-Terpolymer-Kautschuk		
EBA	Ethylen-Butylakrylat							
PP	Polypropylen				IIR	Butylkautschuk		
PA	Polyamid				CR	Polychloropren		
ETFE	Ethylen-Tetrafluor-ethylen-Copolymer				EVA	Ethylen-Vinylacetat-Copolymer (VA > 30%)x		
FEP	Tetrafluor-ethylen-Hexafluorpropylen-Copolymer				CSM	Chlorsulfoniertes Polyethylen		
					CM	Chloriertes Polyethylen		
					SiK	Silikonkautschuk		
					ECO	Epichlorhydrin-Kautschuk		
					NBR	Nitril-Butadien-Kautschuk		

Mechanische, thermische, elektrische und chemische Eigenschaften von Isolierungen und Mantelwerkstoffen

Bezeichnungen				Eigenschaften (Richtwerte)													
Kurzzeichen	chemisch	VDE	zulässige Betriebs-Temperatur nach VDE C°	mechanisch			thermisch			elektrisch			chemische Beständigkeit (Richtwerte)				
				Zugfestigkeit	Dehnung in mm	Abriebverhalten	Kälteverhalten	Flammwidrigkeit	korrosive Gase im Brandfall	spez. Durchgangswiderstand	Dielektrizitätskonstante	Verlustfaktor	Öle / Fette	Lösungsmittel	verdünnte Säuren / Laugen	Wasser	
	Thermoplaste																
PVC	Polyvinylchlorid -Mischungen	Y	70-105	12,5-25	125-350	mittel-gut	mäßig – gut	mittel – gut	Chlorwasserstoff	10 ¹² - 10 ¹⁵	4,0-6,5	10 ⁻² - 10 ⁻³	mäßig-mittel	mäßig	gut	mittel-gut	
LDPE	Hochdruck – Polyethylen	2Y	70,00	10-20	400-600	mittel-gut	gut	schlecht	-	> 10 ¹⁶	2,25-2,6	~ 10 ⁻⁴	mittel	mittel-gut	sehr gut	sehr gut	
HPE	Niederdruck – Polyethylen	2X	90,00	25-40	500-1000	gut	gut	schlecht	-	> 10 ¹⁶	2,4-2,5	~ 10 ⁻⁴	mittel	mittel-gut	sehr gut	sehr gut	
VPE	vernetztes Polyethylen	2X	90,00	12,5-20	300-450	mittel-gut	gut	schlecht	-	~ 10 ¹⁶	2,3-2,6	~ 10 ⁻⁴	mittel	mittel-gut	sehr gut	sehr gut	
	geschäumtes Polyethylen	02Y	70,00	8-12	350-500	-	gut	schlecht	-	~ 10 ¹⁷	~ 1,6	~ 10 ⁻⁴	mittel	mittel-gut	sehr gut	sehr gut	
PA	Polyamid	4Y	80,00	50-60	50-200	sehr gut	gut	gut	-	~ 10 ¹⁵	~ 4,0	~ 10 ⁻² - 10 ⁻³	sehr gut	gut	sehr gut	mittel	
PUR	Polyurethan	11Y	80,00	35-50	500-700	sehr gut	gut	mäßig-mittel	-	~ 10 ¹²	~6,0	~ 10 ⁻²	gut	gut	mäßig	mittel-gut	
	Elastomere																
NR	Naturkautschuk	G	60,00	5,0-10,0	300-600	mäßig-mittel	sehr gut	schlecht	-	**	**	**	schlecht	schlecht	mittel	mittel-gut	
SBR	Styrol – Butadien – Kautschuk																
SiR	Silikonkautschuk	2G	180,00	5,0-10,0	300-600	mäßig	sehr gut	mäßig-gut	-	~ 10 ⁻¹⁵	~ 3,0	~ 10 ⁻³	gut	schlecht	mäßig	sehr gut	
EPR	Ethylen – Propylen Mischpolymere – Mischungen	3G	90,00	5,0-10,0	300-500	mäßig-mittel	gut	mäßig-schlecht	-	~ 10 ¹² - 10 ¹⁵	3,0 - 3,8	~ 10 ⁻² - 10 ⁻³	mäßig-mittel	mäßig	gut	sehr gut-gut	
EVM	Ethylen – Vinylacetat - Copolymer – Mischungen	4G	120,00	8,0-12,0	200-350	mäßig-mittel	gut	mäßig-mittel	-	~ 10 ¹³	~ 6,0	~ 10 ⁻²	mäßig-mittel	mäßig	mittel	gut-mittel	
CR	Polychloropren -Mischungen	5G	60-90	5,0-20,0	500-800	mittel-gut	mäßig-gut	gut	Chlorwasserstoff	**	**	**	gut - sehr gut	mittel	gut	mäßig	
CM	Chlorierte Polyethylen - Mischungen	9G	80-100	8,0-20,0	350-650	mittel-gut	mäßig	gut	Chlorwasserstoff	**	**	**	gut - sehr gut	mittel	gut	mäßig	
CSM	Chlorsulfonierte Polyethylen – Mischungen	6G	100,00	8,0-20,0	400-700	mittel-gut	mäßig	gut	Chlorwasserstoff	**	**	**	gut - sehr gut	mittel	gut	mäßig	
	Spezial-Mischungen																
ohne	flammwidrige – halogenfreie Polymer-Mischungen – vernetzt	H	70-90	5,0-1,2	> 125	mäßig-mittel	mittel	gut - sehr gut	-	~10 ¹³ - 10 ¹⁴	~ 4	10 ⁻² - 10 ⁻³	mäßig-mittel	mäßig	gut	gut	
ohne	flammwidrige – halogenfreie Polymer-Mischungen – unvernetzt	H	70-90	5,0-1,2	> 125	mäßig-mittel	mittel	gut	-	~10 ¹² - 10 ¹⁴	~ 4	~ 10 ⁻³	mittel	mittel	gut	mittel-gut	