

Umrechnung und Berechnung: Rundes Kabel, Draht und Leitung

• Durchmesser in Kreis-Querschnitt und Querschnitt in Durchmesser •

Der Querschnitt ist einfach eine zwei-dimensionale Sicht als Schnittdarstellung eines Objekts.

Eine häufige Frage: Wie rechnet man den Durchmesser d oder den Radius r eines **runden** Drahts

(Leiters) in den Drahtquerschnitt A oder die Querschnittsfläche A in den Drahtdurchmesser d um?

Die Größe eines Widerstands ist umgekehrt proportional zur Querschnittsfläche eines Drahts.

Bei Dezimal-Eingabe ist der Punkt zu verwenden

Klar ist, dass man auch an die Dicke der Isolierung und die Trennungsluft bei **Litzen** denken

muss. Leitungen aus Litzen müssen wegen der aneinanderliegenden Einzeldrähte einen um etwa 14 % größeren Gesamtdurchmesser gegenüber einem Volldraht aufweisen.



Der Querschnitt oder die Querschnittsfläche ist der Flächeninhalt der bei einem solchen Schnitt freigelegten Fläche. Es muss jedoch nicht unbedingt ein Kreis sein. Für Draht wird auch Kabel, Leiter oder Leitung gesagt.

Berechnung Querschnitt A aus Durchmesser d : (Runder Kabelquerschnitt aus Leitungsdurchmesser)

$$A = r^2 \cdot \pi = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \approx 0,7854 \cdot d^2$$

r = Radius des Drahts (Drahtradius)

d = Durchmesser der Drahts (Drahtdurchmesser)

Berechnung Durchmesser d aus Querschnitt A : (Kabeldurchmesser aus rundem Leitungsquerschnitt)

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{A}{\pi}} = 2r \approx 1,1284 \cdot \sqrt{A}$$

Querschnitt A des runden Leiters in mm^2 eingesetzt ergibt den Durchmesser d in mm.

Eine genaue Formel, um den **minimalen Kabelquerschnitt** aus der **maximalen Stromstärke** zu berechnen, gibt es nicht! Das hängt von vielen Umständen ab, wie zum Beispiel, ob die Berechnung für Gleichstrom, Wechselstrom oder gar für Drehstrom sein soll, ob das Kabel frei liegt oder unter Putz gelegt ist. Auch kommt es auf die zulässige Stromdichte und den zulässigen Spannungsabfall an und ob Volldraht oder Litze vorhanden ist. Und immer gibt es den unbefriedigenden Rat der Fachleute: zur Sicherheit doch ein dickeres und damit teureres Kabel zu verwenden. Häufig tauchen Fragen nach dem Spannungsfall auf Leitungen auf.

Spannungsabfall ΔU

Die Spannungsabfall-Formel mit der **elektrischen Leitfähigkeit** kappa κ ist:

$$\Delta U = I \cdot R = I \cdot (2 \cdot l / (\kappa \cdot A))$$

I = Stromstärke in Ampere

l = Leitungslänge in Meter (mal 2, weil es einen Hin- und einen Rückleiter L + N gibt)

κ = kappa, elektrische Leitfähigkeit (Leitwert) von Kupfer = 58 S·m/mm²

(S = Siemens bei 1 m Länge und 1 mm² Leiterfläche) $\kappa = 1 / \rho$

A = Leiterquerschnittsfläche in mm²

Die Spannungsabfall-Formel mit dem **spezifischem Widerstand** Rho ρ ist:

$$\Delta U = I \cdot R = I \cdot (2 \cdot e \cdot \rho / A)$$

ρ = rho, spezifischer Widerstand von Kupfer = 0,01724 Ohm·mm²/m

(Ohm bei $e = 1$ m Drahtlänge und $A = 1$ mm² Leiterfläche) $\rho = 1 / \kappa$

Metall-Leiter	Elektrische Leitfähigkeit	Spezifischer Widerstand
Kupfer	$\kappa = 58$	$\rho = 0,0172$
Aluminium	$\kappa = 36$	$\rho = 0,0277$
Silber	$\kappa = 62$	$\rho = 0,0161$

Siehe: Unterschied zwischen spez. Widerstand und elektr. Leitwert

Gib einfach den Wert links oder rechts ein.

Der Rechner arbeitet in beiden Richtungen des \leftrightarrow Zeichens.

Elektr. Leitfähigkeit κ:	\leftrightarrow	Spez. Widerstand ρ:
58 S · m / mm ²		0.017241 Ohm · mm ² / m
$\kappa = 1 / \rho$		$\rho = 1 / \kappa$

Der Wert der elektrischen Leitfähigkeit und des spezifischen elektrischen Widerstands ist eine temperaturabhängige Materialkonstante. Meistens wird sie bei 20 oder 25°C angegeben.

Ohmscher Widerstand $R = \rho \cdot (l / A)$ or $R = l / (\sigma \cdot A)$

Rechner: Das Ohmsche Gesetz

Tabelle für Lautsprecherkabel (Audiosignale)

Kabel-Durchmesser <i>d</i>	0,798 mm	0,977 mm	1,128 mm	1,382 mm	1,784 mm	2,257 mm	2,764 mm	3,568 mm
Kabel-Nennquerschnitt <i>A</i>	0,5 mm ²	0,75 mm ²	1,0 mm ²	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4,0 mm ²	6,0 mm ²	10,0 mm ²
Maximale Stromstärke	3 A	7,6 A	10,4 A	13,5 A	18,3 A	25 A	32 A	-

Wie groß muss der Leitungsquerschnitt sein?
Diese Frage hängt von mehreren Komponenten ab:

- von der zu übertragenden Leistung
- von der Lautsprecherimpedanz
- von der Verlegungsart des Kabels
- von der Leitungslänge

Prinzipiell gilt: mit höherer Leistung und größerer Leitungslänge - aber auch mit geringerer Impedanz - muss der Leitungsquerschnitt vergrößert werden. Hier ist eine Tabelle für den zu erwartenden prozentualen Leistungsverlust.

Kabellänge in m	Querschnitt in mm ²	Widerstand in Ohm	Leistungsverlust bei		Dämpfungsfaktor bei	
			Impedanz 8 Ohm	Impedanz 4 Ohm	Impedanz 8 Ohm	Impedanz 4 Ohm
1	0,75	0,042	0,53%	1,05%	98	49
	1,50	0,021	0,31%	0,63%	123	62
	2,50	0,013	0,16%	0,33%	151	75
	4,00	0,008	0,10%	0,20%	167	83
2	0,75	0,084	1,06%	2,10%	65	33
	1,50	0,042	0,62%	1,26%	85	43
	2,50	0,026	0,32%	0,66%	113	56
	4,00	0,016	0,20%	0,40%	133	66
5	0,75	0,210	2,63%	5,25%	32	16
	1,50	0,125	1,56%	3,13%	48	24
	2,50	0,065	0,81%	1,63%	76	38
	4,00	0,040	0,50%	1,00%	100	50
10	0,75	0,420	5,25%	10,50%	17	9
	1,50	0,250	3,13%	6,25%	28	14
	2,50	0,130	1,63%	3,25%	47	24
	4,00	0,080	1,00%	2,00%	67	33
20	0,75	0,840	10,50%	21,00%	9	5
	1,50	0,500	6,25%	12,50%	15	7
	2,50	0,260	3,25%	6,50%	27	13
	4,00	0,160	2,00%	4,00%	40	20

Die Dämpfungsfaktor-Werte zeigen, was von einem angenommenen Dämpfungsfaktor von 200 übrig bleibt, in Abhängigkeit von der Kabellänge, dem Kabelquerschnitt und der Impedanz des Lautsprechers.

Nach VDE 0100 Teil 520 = DIN 57100 Teil 520 gelten folgende Werte für den Leitungs-Mindestquerschnitt	
Verlegungsart	Mindestquerschnitt in mm ²
	bei Kupfer
Feste, geschützte Verlegung	1,5
Leitungen in Schaltanlagen und Verteilern bei Stromstärken bis 2,5 A	0,5
Über 2,5 A bis 16 A	0,75
Über 16 A	1,0
Offene Verlegung (auf Isolatoren) Abstand der Befestigungspunkte bis zu 20 m	4
über 20 m bis 45 m	6
Bewegliche Leitungen für den Anschluss von leichten Handgeräten bis 1 A Stromaufnahme und einer größten Länge der Anschlussleitung von 2 m, wenn dieses in den entsprechenden Gerätebestimmungen festgelegt ist	0,1
Geräte bis 2,5 A Stromaufnahme und einer größten Länge der Anschlussleitung von 2 m, wenn dieses in den entsprechenden Gerätebestimmungen festgelegt ist	0,5
Geräte bis 10 A Stromaufnahme für Gerätesteck- und Kupplungsdosen bis 10 A Nennstrom	0,75
Geräte über 10 A Stromaufnahme bei Mehrfachsteckdosen, Gerätesteckdosen und Kupplungsdosen bis 16 A Nennstrom	1,0
Leitungen für Leistungs- und Lichtstromkreise müssen bei fester, geschützter Verlegung nach DIN 57100 Teil 520 einen Mindestquerschnitt von 1,5 mm ² Kupfer haben.	

Umrechnung von Kabeldurchmesser in AWG-Nummer und AWG-Nummer in Durchmesser in mm



Bei Dezimal-Eingabe ist der Punkt zu verwenden

Vorzugsweise werden Drahtstärken mit geraden Nummern verwendet, so wie 18, 16, 14, usw.

Bei einem ungeraden Ergebnis, so wie 17, 19, usw., wähle die nächst niedrige gerade Nummer.

AWG steht für American Wire Gauge und bezieht sich auf die Stärke von Drähten.

Diese AWG-

Nummer gibt den Durchmesser bzw. Querschnitt eines Drahtes kodiert wieder. Generell ist diese Kabelbezeichnung nur in den USA üblich, aber gelegentlich findet man diese Angabe auch in Katalogen oder Datenblättern in Europa.

Drahtstärke AWG-Nummer	Durchmesser (Ø) in mm	Querschnitt in mm ²
000000 (6/0) (-5)	14,733	170,0
00000 (5/0) (-4)	13,13	135,0
0000 (4/0) (-3)	11,684	103,8
000 (3/0) (-2)	10,40	85,0
00 (2/0) (-1)	9,27	67,5
0 (1/0) (0)	8,25	53,4
1	7,34	42,2
2	6,55	33,7
3	5,82	26,6
4	5,18	21,0
5	4,62	16,9
6	4,115	13,25
7	3,66	10,25
8	3,26	8,34
9	2,90	6,6
10	2,59	5,27
11	2,30	4,15
12	2,05	3,3
13	1,83	2,63
14	1,63	2,08
15	1,45	1,65
16	1,29	1,305
17	1,14	1,01
18	1,02	0,79
19	0,91	0,65
20	0,81	0,51
21	0,72	0,407
22	0,64	0,32
23	0,57	0,255

24	0,51	0,205
25	0,455	0,162
26	0,40	0,125
27	0,36	0,102
28	0,32	0,080
29	0,287	0,646
30	0,254	0,0516
31	0,226	0,040
32	0,203	0,0324
33	0,180	0,0255
34	0,160	0,020
35	0,142	0,0158
36	0,127	0,0127
37	0,114	0,010
38	0,101	0,008
39	0,089	0,0062
40	0,079	0,0049
41	0,071	0,00395
42	0,064	0,00321
43	0,056	0,00246
44	0,050	0,00196
45	0,0447	0,001569
46	0,0399	0,001249
47	0,0355	0,000987
48	0,0316	0,000783
49	0,0281	0,000621
50	0,0250	0,000492

Eine häufige Frage: Wie ist denn der Kabelquerschnitt zu berechnen?

$$\text{Querschnittsfläche } A = (I \cdot \rho \cdot 2 \cdot L) / U_v$$

I = Maximale Stromstärke in Ampere

ρ = Spezifischer Widerstand von Kupfer $0,0172 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$

$2 \cdot L$ = Benötigte Kabellänge (zweidrig - hin und zurück)

U_v = Angenommener zulässiger Spannungsverlust z. B. 0,5 V.

(zulässig zwischen 3 % bis 5 %, Angabe in Volt); $U_v = R \cdot I$

Der Stromverbrauch ist der Quotient aus der Leistung P und der Spannung U .

$$I = P / (U \cdot \cos \text{phi}); \text{angenommen } \cos \text{phi} = 1$$

Ein Kabel kann nie zu dick sein - nur zu dünn.

Die Verlegungsart spielt auch eine große Rolle. Erdreich? Unterputz?

Manchmal wird auch mit gegebener Stromdichte gerechnet.

Stromdichte J = Stromstärke I / Querschnitt A

Bei gewählten 5 A/mm^2 Dichte und max. 1 A wäre dann der Querschnitt

(Der übliche Wert liegt bei 5 bis 6 Ampere pro mm²)

Stromstärke / Dichte = 1 / 5 = 0,2 mm²

Widerstand des Kabels pro Meter: (l = Kabellänge)

$R = l / (58 \cdot A)$ in Ohm: 58 S · m / mm² = Elektrische Leitfähigkeit von Kupfer

Spannungsabfall bei 1 Ampere:

$$U = I \cdot R$$

Größe des Widerstands	
$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$	
R = Widerstand	Ω
ρ = Spezifischer Widerstand	$\Omega \cdot m$
l = Leitungslänge	m
A = Querschnittsfläche	m ²

Die abgeleitete SI-Einheit für den spezifischen Widerstand ρ ist $\Omega \cdot m$, gekürzt aus dem anschaulichen $\Omega \cdot m^2/m$. Der Kehrwert des spezifischen Widerstands ist die elektrische Leitfähigkeit.

Elektrische Leitfähigkeit (elektr. Leitwert) κ oder $\sigma = 1/\rho$ Spezifischer Widerstand $\rho = 1/\kappa = 1/\sigma$

Metall-Leiter	<u>Elektrische Leitfähigkeit</u>	<u>Spezifischer Widerstand</u>
Kupfer	$\kappa = 58$	$\rho = 0,0172$
Aluminium	$\kappa = 36$	$\rho = 0,0277$
Silber	$\kappa = 62$	$\rho = 0,0161$

Siehe: Unterschied zwischen spez. Widerstand und elektr. Leitwert

Gib einfach den Wert links oder rechts ein.

Der Rechner arbeitet in beiden Richtungen des \leftrightarrow Zeichens.

Elektr. Leitfähigkeit κ:	\leftrightarrow	Spez. Widerstand ρ:
58 S · m / mm ²		0.017241 Ohm · mm ² / m
$\kappa = 1/\rho$		$\rho = 1/\kappa$

Der Wert der elektrischen Leitfähigkeit und des spezifischen elektrischen Widerstands ist eine temperaturabhängige Materialkonstante. Meistens wird sie bei 20 oder 25°C angegeben.

Ohmscher Widerstand $R = \rho \cdot (l / A)$ or $R = l / (\sigma \cdot A)$

Bei allen Leitern ändert sich der spezifische Widerstand mit der Temperatur.

Er ist in einem jeweils begrenzten Temperaturbereich näherungsweise linear:

$$\rho(T) = \rho(T_0) \cdot (1 + \alpha \cdot (T - T_0))$$

wobei α der Temperaturkoeffizient, T die Temperatur und T_0 eine beliebige Temperatur, z. B.

$T_0 = 293,15 \text{ K} = 20^\circ\text{C}$, bei welcher der spezifische elektrische Widerstand $\rho(T_0)$ bekannt ist.