

Belegsatz

IT-System-Elektroniker (AO 2020)

IT-System-Elektronikerin (AO 2020)

1205

2

Anbindung von Geräten, Systemen und Betriebsmitteln an die Stromversorgung










Teil 2 der Abschlussprüfung

Inhalt

Leitungstypen	2/3
Formeln	4
Leistung bei induktiver Last	4
Leistung bei symmetrischer Last	4
Formeln zur Berechnung des Spannungsfalls	4
Zulässiger Spannungsfall	4
Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit	4
Maximale Abschaltzeiten im TN System nach DIN VDE 0100, Teil 410	4
Tabellen	5
Verlegearten und Strombelastbarkeit	5
Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen	6
Auslösekennlinien von Überstromschutzeinrichtungen	7
Stromwirkung auf den Menschen	8
Maximale Ladeleistung der Anschlusspunkte	8
Datenblätter	9
PT100	9
PT1000	9

Leitungstypen

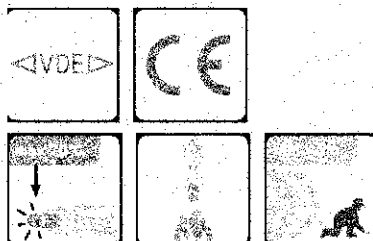
Auf der Website Ihres Lieferanten finden Sie nachfolgend aufgelisteten Leitungen und Kabel zur Auswahl.

Nr.	Bild	Kurz-Zeichen	Bezeichnung	Aderzahl	A in mm ²	Verwendung
1		NYIF	Stegleitung	2 ... 5	1,5 bis 4	Nur in trockenen Räumen zur Verlegung im Putz oder unter Putz. Nicht auf Holz, auf Metall, in Hohlräumen, im Bad.
2		NYM-J	Mantelleitung	1 ... 7	1,5 bis 35	Zur Verlegung unter Putz, im Putz und auf Putz in trockenen, feuchten, nassen, feuer- und explosionsgefährdeten Räumen. Einschränkung: nicht im Erdreich.
3		NHXH-J	Mantelleitung Halogenfrei	1 ... 7	1,5 bis 35	Zur Verlegung unter Putz, im Putz und auf Putz in trockenen, feuchten, nassen, feuer- und explosionsgefährdeten Räumen. Zur Verringerung der Brandlast. Einschränkung: nicht im Erdreich.
4		H03VV-F	leichte Kunststoffschlauchleitung	2 ... 3	0,5 bis 0,75	Bei geringen mechanischen Beanspruchungen für Haushaltsgeräte und Büromaschinen. Nicht geeignet für Koch- und Raumheizgeräte.
		H05VV-F	mittlere Kunststoffschlauchleitung	2 ... 5	0,5 bis 4	Bei mittleren mechanischen Beanspruchungen für Haushaltsgeräte und Büromaschinen, z.B. Waschmaschinen, Kühlschränken, Wärmegeräte.
5		NYY-J	PVC-Erdkabel	1 ... 5	1,5 bis 16	Isolierung und Außenmantel aus PVC, für feste Verlegung in trockenen oder feuchten Räumen, sowie im Freien, in der Erde und im Wasser.
6		H05RR-F	Gummischlauchleitung	2 ... 5	0,75 bis 6	Bei geringer mechanischer Beanspruchung für Haushaltsgeräte und Büromaschinen, z.B. Staubsauger, LötKolben, Küchengeräte.
7		SAT/BK	75 Ohm koaxial Kabel	1	d= 1,02	Einsatz bei breitband SAT, KTV, GA und GGA TV – Netzwerken. Zur Erd-/ Außen- und im Haus Montage. Für Erdverlegung zusätzlicher mechanischen Schutz empfohlen.
8		SAT/BK	75 Ohm koaxial Kabel	1	d= 1,02	Für den Einsatz bei breitband SAT, KTV, GA und GGA TV - Netzwerken.
9		J-02YSCH	CAT-7 Verlegekabel	4x2 AWG 23/1	d= 0,56	Datenleitung/ Verlegekabel für feste Verlegung. Paarigkeit nach EIA/TIA 568-TSB 36. Vor Sonneneinstrahlung schützen.

Leitung NYIF nach VDE 0250-204



Leiter-Material: Cu, blank
Aderisolation: PVC TI1
Mantelmaterial: vernetzte Gummimischung
Flammwidrigkeit: VDE 0482-332-1-2/IEC 60332-1
Zul. Kabelaußentemperatur, fest verlegt: 70 °C
Zul. Kabelaußentemperatur, in Bewegung: 5 - 60 °C



Nennspannung U₀: 230 V
Nennspannung U: 400 V
Prüfspannung: 2 kV
Aderkennzeichnung: Farbe VDE 0293

Verwendung: Zur Verlegung in und unter Putz in trockenen Räumen.

Mantelleitungen NYM nach VDE 0250-204



Leiter-Material: Cu, blank
Aderisolation: PVC TI1
Mantelmaterial: PVC YM1
Mantelfarbe: grau RAL 7035
Flammwidrigkeit: VDE 0482-332-1-2/IEC 60332-1
Zul. Kabelaußentemperatur, fest verlegt: 70 °C
Zul. Kabelaußentemperatur, in Bewegung: 5 - 70 °C



Nennspannung U₀: 300 V
Nennspannung U: 500 V
Prüfspannung: 2 kV
Aderkennzeichnung: Farbe VDE 0293

NYM-O
Nennspannung U₀: 300 V
Nennspannung U: 500 V
Prüfspannung: 2 kV
Aderkennzeichnung: Farbe VDE 0293

Verwendung: Zur Verlegung auf, über, im und unter Putz in trockenen, feuchten und nassen Räumen sowie im Mauerwerk und in Beton (ausgenommen Schüttel-, Rüttel- und Stampfbeton). Auch für Verwendung im Freien, wenn sie vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt sind.

Formeln

Leistung bei induktiver Last

$$S^2 = P^2 + Q_L^2 \rightarrow S = \sqrt{P^2 + Q_L^2} \quad S = U \cdot I$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \Rightarrow P = S \cdot \cos \varphi \quad P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$\sin \varphi = \frac{Q_L}{S} \Rightarrow Q_L = S \cdot \sin \varphi \quad Q_L = U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$\tan \varphi = \frac{Q_L}{P} \quad Q_L = P \cdot \tan \varphi$$

S	Scheinleistung	$ S = VA = W$
P	Wirkleistung	$ P = W$
Q_L	induktive Blindleistung	$ Q_L = \text{var}^1 = W$
φ	Phasenverschiebungswinkel	

Leistung bei symmetrischer Last

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

$$|S| = V \cdot A = VA = W$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$|P| = W$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$|Q| = \text{var} = W$$

S	Scheinleistung
U	Leiterspannung
I	Leiterstrom
P	Wirkleistung
Q	Blindleistung
$\cos \varphi$	Wirkfaktor
$\sin \varphi$	Blindfaktor
φ	Phasenverschiebungswinkel

Formeln zur Berechnung des Spannungsfalls

$$\text{Gleichstrom} \quad \Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot A}$$

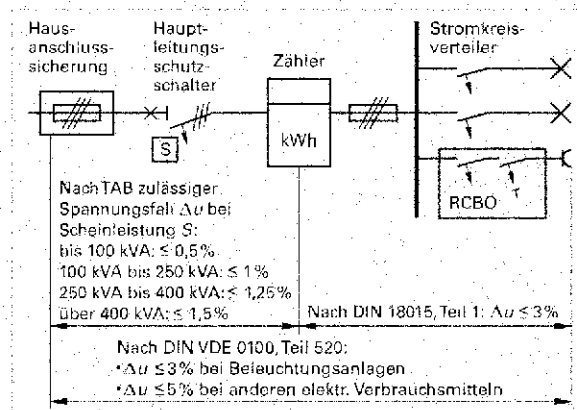
$$\text{Einphasenwechselstrom} \quad \Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A}$$

$$\text{Drehstrom} \quad \Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A}$$

$$\text{Prozentualer Spannungsfall} \quad \Delta U = \frac{\Delta U \cdot 100 \%}{U}$$

ΔU	Spannungsfall in V	I	Leiterstrom
Δu	Spannungsfall in %	A	Leiterquerschnitt
U	Netznominalspannung	l	Leitungslänge
γ	elektr. Leitfähigkeit	$\cos \varphi$	Wirkfaktor

Zulässiger Spannungsfall



Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit

Tabelle 1: Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit

Material	Spezifischer Widerstand ρ in $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	Leitfähigkeit γ in $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$
Aluminium (Al)	0,0278	36,0
Kupfer (Cu)	0,0178	56,0
Silber (Ag)	0,0167	60,0
Gold (Au)	0,022	45,7

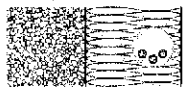



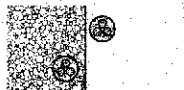

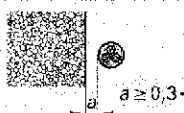

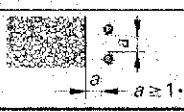
Maximale Abschaltzeiten im TN System nach DIN VDE 0100, Teil 410

Stromkreis	Nennwechselspannung U_0	Abschaltzeit t_a
Endstromkreise mit einem Bemessungsstrom bis einschließlich 32 A	$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$	0,8 s
	$120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$	0,4 s
	$230 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$	0,2 s
	$U_0 > 400 \text{ V}$	0,1 s
Verteilungsstromkreise	–	5 s



* Endstromkreis, an dem direkt ein Stromverbrauchsmitel oder Steckdosen angeschlossen sind.
 U_0 Nennwechselspannung zwischen Außenleiter und Erde

Tabellen

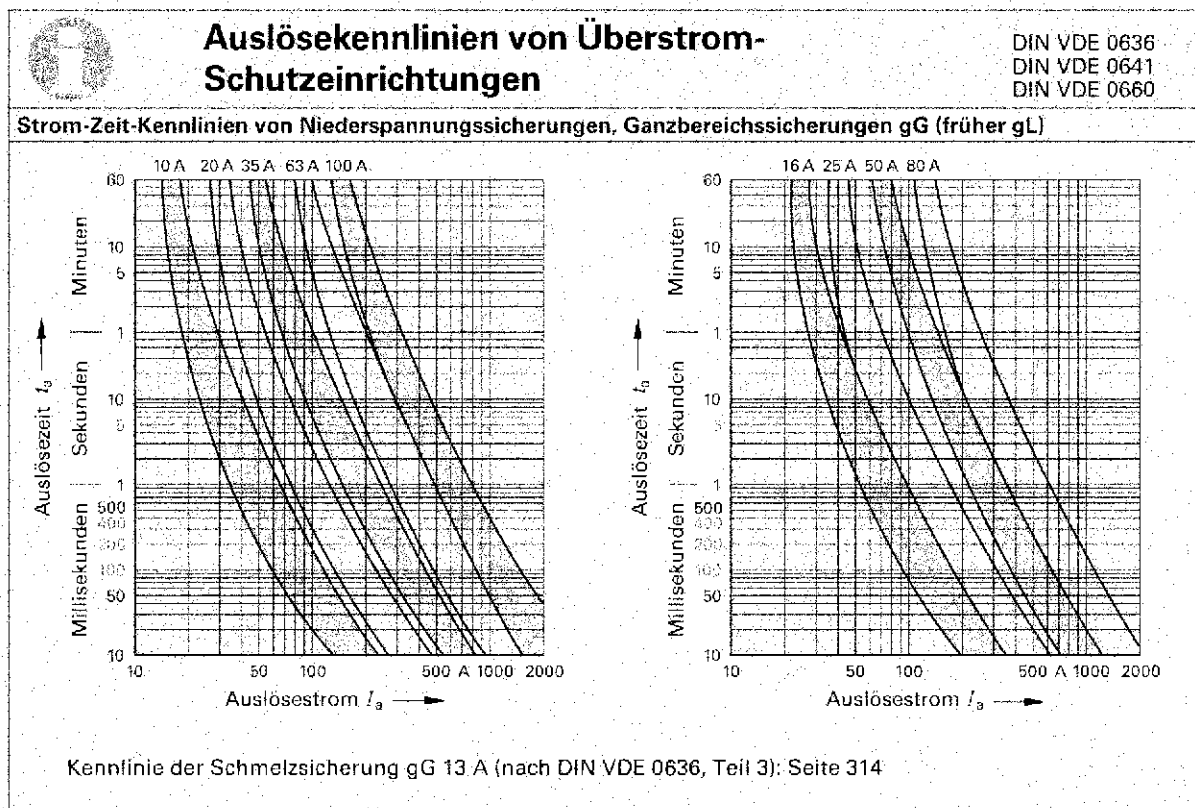
Verlegearten und Strombelastbarkeit

Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter		DIN VDE 0298, Teil 4 DIN VDE 0100, Teil 520	
Tabelle 1: Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen		DIN VDE 0298, Teil 4	
Verlegeart		Verlegebedingungen (Wichtige Beispiele)	
A1		Referenzverlegeart: Verlegung in wärmeisolierten Wänden. • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr, • Aderleitungen in Formleisten oder in Formteilen.	
A2		• Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr, • mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen in einer wärmeisolierten Wand.	
B1		Referenzverlegeart: Verlegung in Elektroinstallationsrohren. • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr auf oder in der Wand, • Aderleitungen, einadrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal.	
B2		• Mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr auf und in der Wand, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Sockelleisten- oder im Unterflurkanal.	
C		Referenzverlegeart: Verlegung auf oder in der Wand oder unter der Decke. • Ein- oder mehradrige Kabel oder Mantelleitungen auf oder in der Wand oder unter der Decke, • Stagleitungen im oder unter Putz.	
D		Referenzverlegeart: Verlegung in der Erde. • Mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung im Elektroinstallationsrohr oder im Kabelschacht in der Erde.	
E		Referenzverlegeart: Verlegung frei in der Luft. • Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen frei in der Luft verlegt mit einem Mindestabstand $a \geq 0,3 \cdot d$ zur Wand (d = Leitungsdurchmesser), • Kabel oder Leitungen auf gelochten Kabelrinnen oder auf Kabelkonsolen.	
F		• Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit gegenseitiger Berührung verlegt und mit einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand.	
G		• Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit einem gegenseitigen Abstand $a \geq 1 \cdot d$ verlegt und einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand, • blanke Leiter oder Aderleitungen auf Isolatoren.	
* Referenzverlegeart: Grundsätzliches Merkmal der Verlegeart, z. B. in wärmeisolierten Wänden oder frei in der Luft			
Tabelle 2: Mindestquerschnitte von elektrischen Leitern		DIN VDE 0100, Teil 520	
Kabel und Leitungen		Leiter	
		Werkstoff	Mindestquerschnitt in mm²
Bei fester Verlegung	Kabel, Mantelleitungen und Aderleitungen	Leistungs- und Beleuchtungsstromkreise	Cu 1,5
		Al 16¹	
	blanke Leiter	Melde- und Steuerstromkreise	Cu 0,5
		Leistungsstromkreise	Cu 10
		Al 16¹	
Bewegliche Leitungen		Cu	4
			Cu 0,75
Schutzpotenzialausgleichsleitungen, Erdungsleitungen			
Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene		Cu	6
zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich in Baderäumen: – geschützt verlegt		Cu	2,5
– ungeschützt verlegt		Cu	4
PEN-Leiter		Cu	10
¹ In Deutschland beginnen Kabelbauarten mit Aluminiumleiter ab einem Leiterquerschnitt von A = 25 mm²			

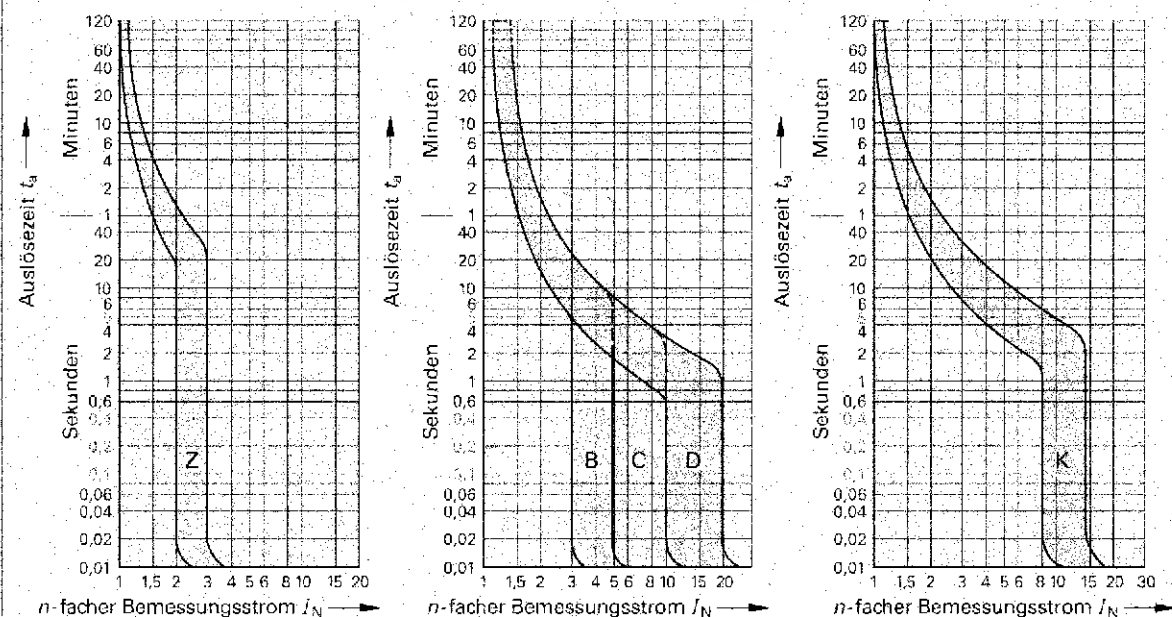


Strombelastbarkeit, Umrechnungsfaktoren von Kabeln und isolierten Leitungen													DIN VDE 0298 Teil 4 (Auszug)	
Tabelle 1: • Bemessungswert I_t der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen (PVC-isoliert) für feste Verlegung in den Verlegearten A1, A2, B1, B2, C und E. • Bemessungsstrom I_N der Überstrom-Schutzeinrichtung in A (Leitungsschutzsicherungen gG und LS-Schaltern Typ B, C und D mit einem Abschaltstrom $I_a \leq 1,45 \cdot I_N$). • Betriebstemperatur: 70 °C, Umgebungstemperatur: 30 °C.														
Verlegeart		A1		A2		B1		B2		C		E		
belastete Adern		2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
Nennquerschnitt in mm ² Cu		Bemessungswert I_t der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen in A												
		Bemessungsstrom I_N der zugehörigen Überstrom-Schutzeinrichtungen in A												
1,5	I_t	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18,5	
	I_N	13	13	13	13	16	13	16	13	16	16	20	16	
2,5	I_t	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	30	25	
	I_N	16	16	16	16	20	20	20	20	25	20	25	25	
4	I_t	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	40	34	
	I_N	25	20	25	20	32	25	25	25	35	32	40	32	
6	I_t	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	51	43	
	I_N	32	25	32	25	40	35	35	32	40	40	50	40	
10	I_t	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	70	60	
	I_N	40	40	40	35	50	50	50	40	63	50	63	50	
16	I_t	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	94	80	
	I_N	50	50	50	50	63	63	63	50	80	63	80	80	
25	I_t	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	119	101	
	I_N	80	63	63	63	100	80	80	80	100	80	100	100	
Bemessungswerte I_t für die Verlegearten F und G siehe DIN VDE 0298, Teil 4 oder Tabellenbuch Elektrotechnik.														
Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren f_1 für abweichende Umgebungstemperaturen														
Umgebungstemperatur in °C		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
PVC-Isolierung		1,22	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,5	0,35	–
Gummi-Isolierung		1,29	1,22	1,15	1,08	1,0	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41	–	–	–
Tabelle 3: Umrechnungsfaktoren f_2 bei Häufung von Kabeln oder Leitungen auf der Wand, im Rohr oder im Kanal verlegt														
Anordnung der Leitungen		Anzahl der mehradrigen Leitungen oder Anzahl der Wechsel- oder Drehstromkreise												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Gebündelt direkt auf der Wand, auf dem Fußboden, im Elektroinstallationskanal oder -rohr, auf oder in der Wand			1,0	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,48		
Einlagig ohne Zwischenraum auf der Wand oder auf dem Fußboden ohne Zwischenraum			1,0	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7		
Umrechnungsfaktoren für weitere Leitungsanordnungen: Tabellenbuch Elektrotechnik oder DIN VDE 0298, Teil 4														
Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren f_3 für mehradrig belastete Kabel und Leitungen ¹														
Anzahl der belasteten Adern		2	3	5	7	10	14	19	24	40	61			
Umrechnungsfaktor f_3		1	1	0,75	0,65	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3			
Bei 2 und 3 belasteten Adern sind die Bemessungswerte I_t der Tabelle 1 zu entnehmen, ¹ Verlegung in Luft														

Auslösekennlinien von Überstromschutzeinrichtungen



Auslösekennlinien von Leitungsschutzschaltern (LS-Schalter Typ B, C, D, K und Z)



Abschaltströme: χ -Faktoren¹ von LS-Schaltern zur Berechnung des Abschaltstromes I_a (Auswahl)

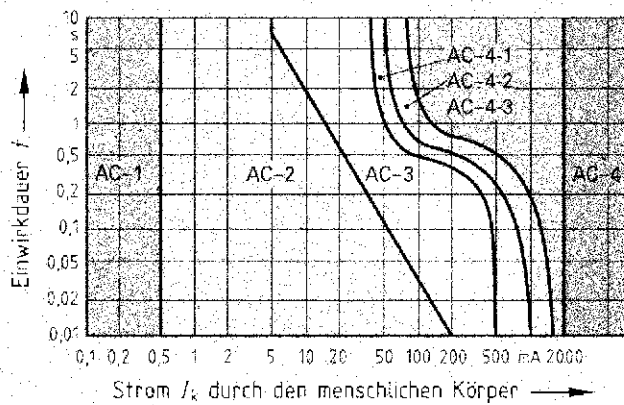
Charakteristik	Z	B	C	D	K	Anwendungsbeispiele (Charakteristik):
χ -Faktor	1,20	1,45	1,45	1,45	1,20	Z: Halbleiterschutz, Spannungswandler
Abschaltstrom I_a	$3 \cdot I_N$	$5 \cdot I_N$	$10 \cdot I_N$	$20 \cdot I_N$	$14 \cdot I_N$	B: Hausinstallation
						C: Kleintransformatoren, Motoren, Beleuchtungsstromkreise
						D, K: Motorstromkreise oder Transformatoren mit hohem Einschaltstrom

¹ Griechischer Kleinbuchstabe chi

LS-Schalter Typ Z und K ($\chi = 1,2$) lösen im Überlastbereich früher aus als LS-Schalter des Typs B, C und D ($\chi = 1,45$)



Stromwirkung auf den Menschen



Bereich	Körperreaktionen
AC-1	Wahrnehmung möglich, meist keine Schreckreaktion
AC-2	Wahrnehmung und unwillkürliche Muskelkontraktionen wahrscheinlich, meist keine schädlichen Wirkungen
AC-3	Atemschwierigkeiten; Muskelverkrampfungen; starke unwillkürliche Muskelkontraktion; reversible Störungen der Herzfunktionen möglich; meist kein organischer Schaden
AC-4.1 bis AC-4.3	Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern ansteigend (bis etwa 5% bei AC-4.1, bis etwa 50% bei AC-4.2, über 50% bei AC-4.3)
AC-4	Herzstillstand, Atemstillstand oder andere Zellschaden

Maximale Ladeleistung der Anschlusspunkte

Tabelle: Maximale Ladeleistungen an AC-400/230-V-Anschlusspunkten

Anschlusspunkt		FI/LS-Schalter
einphasig	dreiphasig	
3,7 kW	11,0 kW	16 A
-	13,8 kW	20 A
-	17,3 kW	25 A
7,4 kW	22,0 kW	32 A
-	27,7 kW	40 A
14,5 kW	43,5 kW	63 A

Datenblätter

PT100

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-50	80,503	80,703	81,100	81,497	81,894	82,290	82,687	83,083	83,479	83,875	84,271
-40	84,271	84,666	85,062	85,457	85,853	86,249	86,644	87,039	87,432	87,827	88,222
-30	88,222	88,616	89,010	89,404	89,798	90,191	90,586	90,980	91,373	91,767	92,160
-20	92,160	92,553	92,945	93,338	93,732	94,124	94,517	94,909	95,302	95,694	96,086
-10	96,086	96,478	96,870	97,261	97,653	98,044	98,436	98,827	99,218	99,609	100,000
0	100,000	100,391	100,781	101,172	101,562	101,953	102,343	102,733	103,123	103,513	103,903
10	103,903	104,292	104,682	105,071	105,460	105,849	106,238	106,627	107,016	107,405	107,794
20	107,794	108,182	108,570	108,958	109,347	109,735	110,123	110,510	110,898	111,286	111,673
30	111,673	112,060	112,447	112,835	113,221	113,608	113,995	114,382	114,768	115,155	115,541
40	115,541	115,927	116,313	116,699	117,085	117,470	117,856	118,241	118,627	119,012	119,397
50	119,397	119,782	120,167	120,552	120,938	121,321	121,706	122,090	122,474	122,859	123,242
60	123,242	123,626	124,009	124,393	124,777	125,160	125,543	125,926	126,309	126,692	127,075
70	127,075	127,458	127,840	128,223	128,605	128,987	129,370	129,752	130,133	130,515	130,897
80	130,897	131,279	131,660	132,041	132,422	132,803	133,184	133,565	133,946	134,326	134,707
90	134,707	135,087	135,468	135,849	136,229	136,609	136,989	137,367	137,747	138,126	138,506
100	138,506	138,885	139,264	139,643	140,022	140,400	140,779	141,158	141,536	141,914	142,293
110	142,293	142,671	143,049	143,426	143,804	144,182	144,559	144,937	145,314	145,691	146,068
120	146,068	146,445	146,822	147,199	147,575	147,951	148,328	148,704	149,080	149,456	149,833

PT1000

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-50	803,06	807,09	811,00	814,97	818,94	822,90	826,87	830,83	834,79	838,75	842,71
-40	842,71	846,66	850,62	854,57	858,53	862,48	866,43	870,38	874,32	878,27	882,22
-30	882,22	886,16	890,10	894,04	897,98	901,92	905,86	909,80	913,73	917,67	921,60
-20	921,60	925,53	929,46	933,39	937,32	941,24	945,17	949,09	953,02	956,94	960,86
-10	960,86	964,78	968,70	972,61	976,53	980,44	984,35	988,27	992,18	996,09	1000,00
0	1000,00	1003,91	1007,81	1011,72	1015,62	1019,53	1023,43	1027,33	1031,23	1035,13	1039,03
10	1039,03	1042,92	1046,82	1050,71	1054,60	1058,49	1062,38	1066,27	1070,16	1074,06	1077,94
20	1077,94	1081,82	1085,70	1089,59	1093,47	1097,35	1101,23	1105,10	1108,98	1112,86	1116,73
30	1116,73	1120,60	1124,47	1128,35	1132,21	1136,08	1139,95	1143,82	1147,69	1151,55	1155,41
40	1155,41	1159,27	1163,13	1166,99	1170,85	1174,70	1178,56	1182,41	1186,27	1190,12	1193,97
50	1193,97	1197,82	1201,67	1205,52	1209,36	1213,21	1217,06	1220,90	1224,74	1228,58	1232,42
60	1232,42	1236,26	1240,09	1243,93	1247,77	1251,60	1255,43	1259,26	1263,09	1266,92	1270,75
70	1270,75	1274,58	1278,40	1282,23	1286,05	1289,87	1293,70	1297,52	1301,33	1305,15	1308,97
80	1308,97	1312,78	1316,60	1320,41	1324,22	1328,03	1331,84	1335,65	1339,46	1343,26	1347,07
90	1347,07	1350,87	1354,68	1358,48	1362,28	1366,08	1369,87	1373,67	1377,47	1381,26	1385,06
100	1385,06	1388,85	1392,64	1396,43	1400,22	1404,00	1407,79	1411,58	1415,36	1419,14	1422,93
110	1422,93	1426,71	1430,49	1434,26	1438,04	1441,82	1445,59	1449,37	1453,14	1456,91	1460,68
120	1460,68	1464,45	1468,22	1471,99	1475,75	1479,51	1483,28	1487,04	1490,80	1494,56	1498,32

