

Belegsatz

IT-System-Elektroniker (AO 2020)

IT-System-Elektronikerin (AO 2020)

1205

2 Anbindung von Geräten, Systemen und Betriebsmitteln an die Stromversorgung

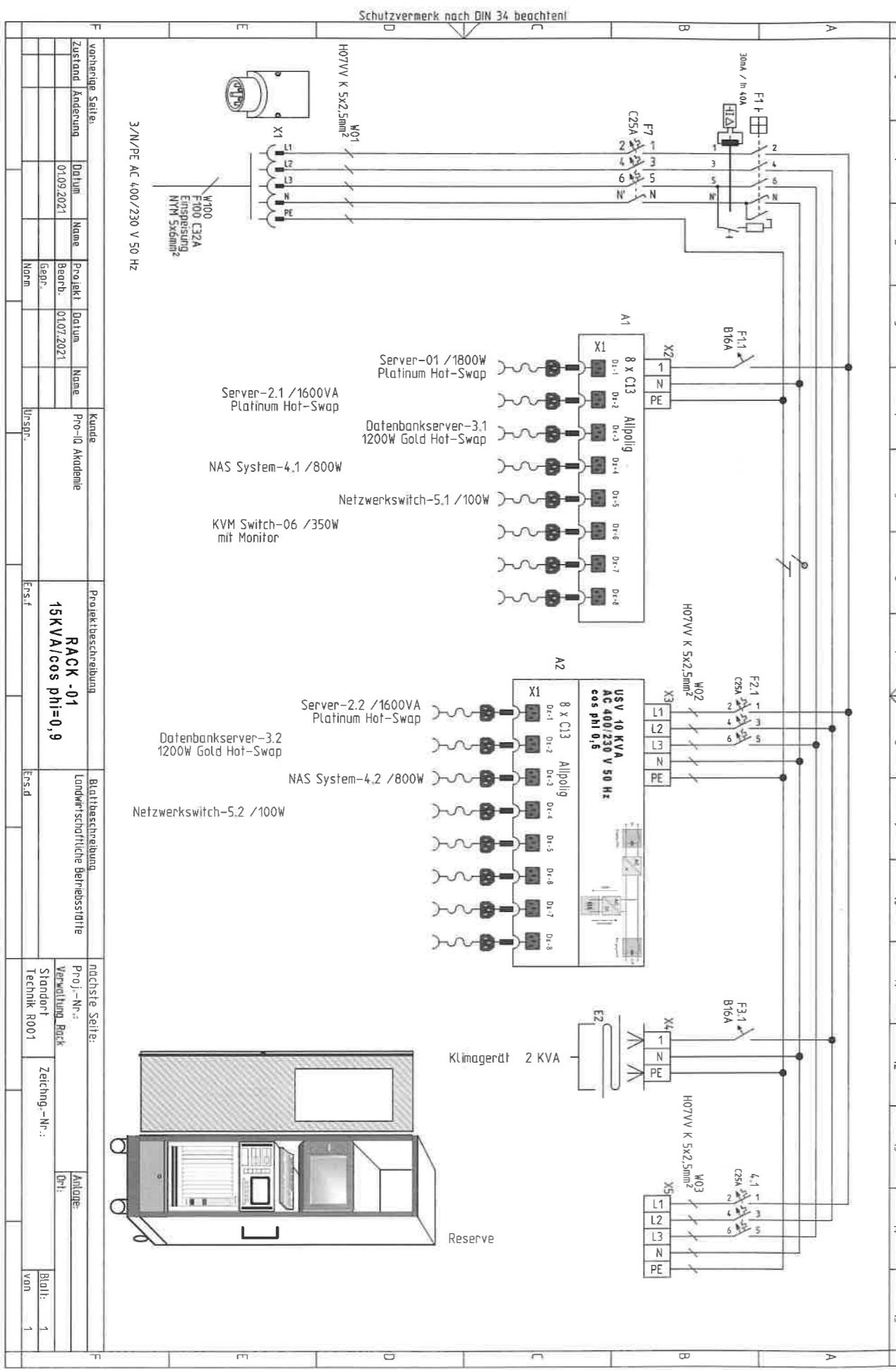
Teil 2 der Abschlussprüfung

Inhalt

1. Aufgabe	
Stromlaufplan mit Einspeisung für das Rack.	2
2. Aufgabe	
Gerätestecker	3
Wirkungsgrade von Netzteilen, Initiative 80plus	4
Formeln	
Leistung bei induktiver Last	5
Leistung bei symmetrischer Last	5
Formeln zur Berechnung des Spannungsfalls	5
Zulässiger Spannungsfall	5
Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit	5
Maximale Abschaltzeiten im TN System nach DIN VDE 0100, Teil 410	5
Tabellen	
Verlegearten und Strombelastbarkeit	6
Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen	7
Auslösekennlinien von Überstromschutzeinrichtungen	8
Stromwirkung auf den Menschen	9
Maximale Ladeleistung der Anschlusspunkte	9

1. Aufgabe

Stromlaufplan mit Einspeisung für das Rack.



2. Aufgabe

Gerätestecker

Bezeichnung	Steckerbild	Kontakt-abstand	Schutzklasse/ Erdungs-anchluss	Pola- rität geg.?	max. strom	max. Tempe- ratur	Bemerkungen/Beispiele
Buchse	Stecker	nicht maß-schlüssig					
C1	C2	↔ 6,6 mm	<input type="checkbox"/> Nein	Nein	0,2 A		Rasierapparate
C3	C4	↔ 10 mm	<input type="checkbox"/> Nein	Ja			
C5	C6	↔ 10 mm ↑ 4,5 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	Ja	2,5 A		
C7	C8	↔ 8,6 mm	<input type="checkbox"/> Nein	Nein		70 °C	Monitore, Laptops und Netzteile: Als „Mickey-Mouse“- oder „Kleeblatt“-Stecker bekannt.
C7P	C8P	↔ 8,6 mm	<input type="checkbox"/> Nein	Ja			
C9	C10	↔ 10 mm	<input type="checkbox"/> Nein	Nein	6 A		
C11	C12	↔ 10 mm	<input type="checkbox"/> Nein	Ja	10 A		
C13	C14		<input checked="" type="checkbox"/> Ja			70 °C	Sehr häufig im IT-Bereich verwendet, im professionellen Audio- und Videosektor und in der Bühnentechnik. Auch als „Kaltgerätekabel“ oder „Kaltgeräte-Anschlusskabel“ bekannt.
C15	C16	↔ 14 mm ↑ 4 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Ja		10 A	120 °C	Wärme-Apparateverbindung
C15A	C16A	↔ 14 mm ↑ 4 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Ja			155 °C	Heiß-Apparateverbindung
C17	C18		<input type="checkbox"/> Nein			70 °C	Kaltgerätekabel ohne Schutzkontakt: in Geräte mit Buchse ohne Schutzkontakt (C17) passen auch Kaltgerätekabel mit Schutzkontakt (C14), nicht aber umgekehrt die Kabel ohne Schutzkontakt (C18) in Geräte mit Buchse mit Schutzkontakt (C13).
C19	C20		<input checked="" type="checkbox"/> Ja			70 °C	Verwendung im IT-Bereich. Höhere Belastbarkeit
C21	C22	↔ 13 mm ↑ 8 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	Ja	16 A	155 °C	Heiß-Apparateverbindung
C23	C24		<input type="checkbox"/> Nein			70 °C	

Quelle: Wikipedia

Wirkungsgrade von Netzteilen, Initiative 80plus

Mindestwirkungsgrad bei gegebener Spannung und Last

Spannung	nicht redundant				redundant/Industrie				Zertifikat
	10 % Last	20 % Last	50 % Last	100 % Last	10 % Last	20 % Last	50 % Last	100 % Last	
230 V	-	82 %	85 % ¹	82 %	n/a				80 PLUS
	-	85 %	88 % ¹	85 %	-	81 %	85 % ¹	81 %	80 PLUS Bronze
	-	87 %	90 % ¹	87 %	-	85 %	89 % ¹	85 %	80 PLUS Silver
	-	90 %	92 % ¹	89 %	-	88 %	92 % ¹	88 %	80 PLUS Gold
	-	92 %	94 % ¹	90 %	-	90 %	94 % ²	91 %	80 PLUS Platinum
	90 %	94 % ²	96 %	94 %	90 %	94 % ²	96 %	91 %	80 PLUS Titanium

¹ Der Leistungsfaktor der PFC muss mindestens 90 % betragen.

² Der Leistungsfaktor der PFC muss mindestens 95 % betragen.

Quelle: Wikipedia

Formeln

Leistung bei induktiver Last

Leistungen bei induktiver Last			
$S^2 = P^2 + Q_L^2 \Rightarrow S = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$		$S = U \cdot I$	
$\cos \varphi = \frac{P}{S}$	$P = S \cdot \cos \varphi$	$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
$\sin \varphi = \frac{Q_L}{S}$	$Q_L = S \cdot \sin \varphi$	$Q_L = U \cdot I \cdot \sin \varphi$	
$\tan \varphi = \frac{Q_L}{P}$		$Q_L = P \cdot \tan \varphi$	
S Scheinleistung		$[S] = VA = W$	
P Wirkleistung		$[P] = W$	
Q_L induktive Blindleistung		$[Q_L] = \text{var}^1 = W$	
φ Phasenverschiebungswinkel			

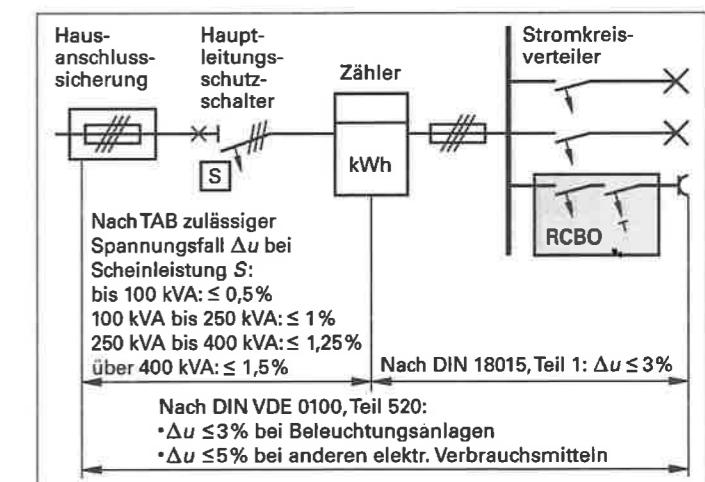
Leistung bei symmetrischer Last

Leistungen 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

Formeln zur Berechnung des Spannungsfalls ΔU	
Gleichstrom	$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot A}$
Einphasenwechselstrom	$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A}$
Drehstrom	$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot A}$
Prozentualer Spannungsfall	$\Delta u = \frac{\Delta U \cdot 100 \%}{U}$
ΔU Spannungsfall in V	I Leiterstrom
Δu Spannungsfall in %	A Leiterquerschnitt
U Netznennspannung	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 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	Leitfähigkeit γ in $\text{m} / (\Omega \cdot \text{mm}^2)$
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 V < $U_0 \leq 120$ V 120 V < $U_0 \leq 230$ V 230 V < $U_0 \leq 400$ V $U_0 > 400$ V	0,8 s 0,4 s 0,2 s 0,1 s
Verteilungsstromkreise	–	5 s

* Endstromkreis, an dem direkt ein Stromverbrauchsmittel 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 wärmegedämmten Wänden • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr, • Aderleitungen in Formleisten oder in Formteilen.	
A2		• Mehradriges Kabel oder mehradriges Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr, • mehradriges Kabel oder mehradriges Mantelleitungen in einer wärmegedämmten Wand.	
B1		Referenzverlegeart: Verlegung in Elektroinstallationsrohren • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr auf oder in der Wand, • Aderleitungen, einadriges Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal.	
B2		• Mehradriges Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr auf und in der Wand, • mehradriges Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal, • mehradriges Kabel oder Mantelleitungen im Sockelleisten- oder im Unterflurkanal.	
C		Referenzverlegeart: Verlegung direkt auf dem Untergrund (Wand) • Ein- oder mehradriges Kabel oder Mantelleitungen auf oder in der Wand oder unter der Decke, • Stegleitungen im oder unter Putz.	
D		Referenzverlegeart: Verlegung in der Erde • Mehradriges Kabel oder mehradriges ummanteltes Installationsleitung im Elektroinstallationsrohr oder im Kabelschacht in der Erde.	
E		Referenzverlegeart: Verlegung frei in der Luft • Mehradriges Kabel oder mehradriges 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		• Einadriges Kabel oder einadriges Mantelleitungen mit gegenseitiger Berührung verlegt und mit einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand.	
G		• Einadriges Kabel oder einadriges 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 wärmegedämmten Wänden oder frei in der Luft

Tabelle 2: Mindestquerschnitte von elektrischen Leitern DIN VDE 0100, Teil 520

Kabel und Leitungen		Stromkreisart	Leiter Werkstoff	Mindestquerschnitt in mm ²
Bei fester Verlegung	Kabel, Mantelleitungen und Aderleitungen	Leistungs- und Beleuchtungsstromkreise	Cu Al	1,5 16 ¹
		Melde- und Steuerstromkreise	Cu	0,5
	blanke Leiter	Leistungsstromkreise	Cu Al	10 16 ¹
		Melde- und Steuerstromkreise	Cu	4
Bewegliche Leitungen		Cu		0,75
Schutzzpotenzialausgleichsleitungen, Erdungsleitungen				
Schutzzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene		Cu		6
zusätzlicher Schutzzpotenzialausgleich 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 $A = 25 \text{ mm}^2$

Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen

**Strombelastbarkeit, Umrechnungsfaktoren von Kabeln und isolierten Leitungen**DIN VDE 0298
Teil 4 (Auszug)

Tabelle 1: • Bemessungswert I_r 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							
Nennquerschnitt in mm ² Cu	Bemessungswert I_r der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen in A												
	Bemessungsstrom I_N der zugehörigen Überstrom-Schutzeinrichtungen in A												
1,5	I_r	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_r	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_r	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_r	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_r	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_r	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_r	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_r 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 mehtradigen 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		

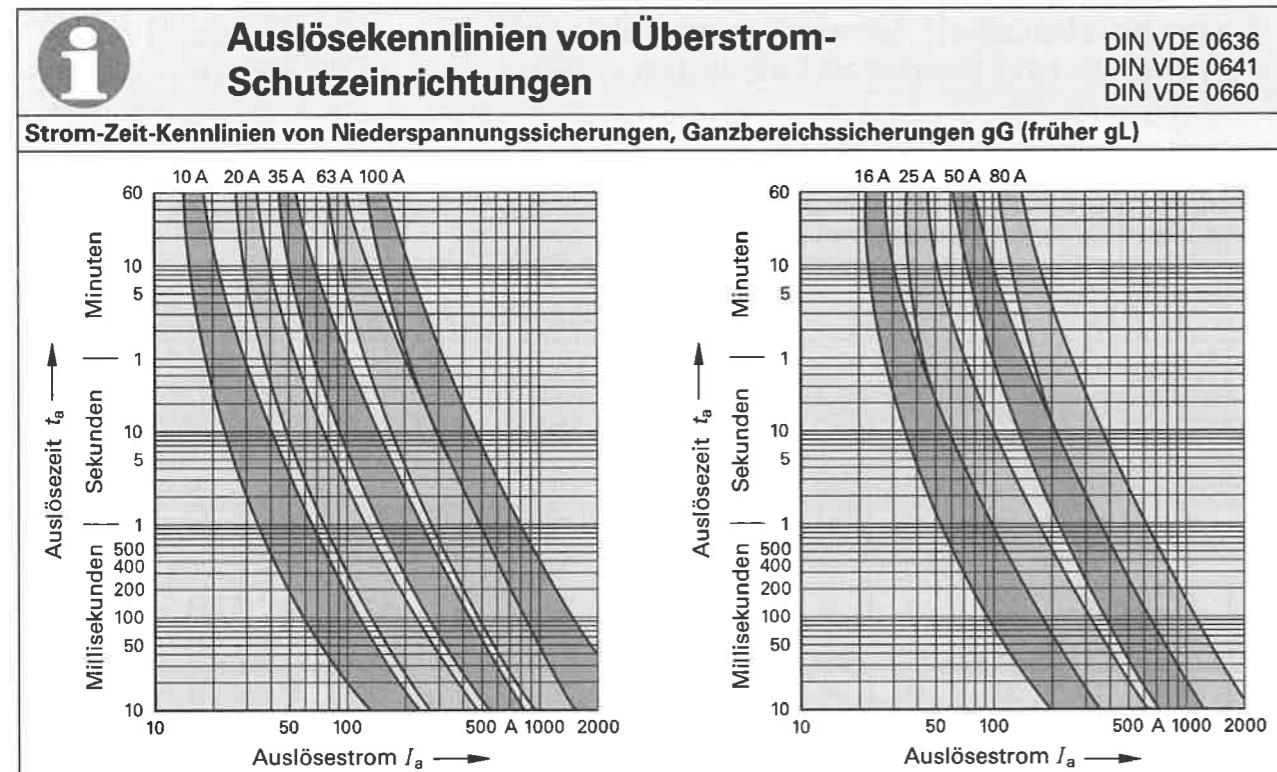
Umrechnungsfaktoren für weitere Leitungsanordnungen: Tabellenbuch Elektrotechnik oder DIN VDE 0298, Teil 4

Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren f_3 für mehtradig belastete Kabel und Leitungen¹

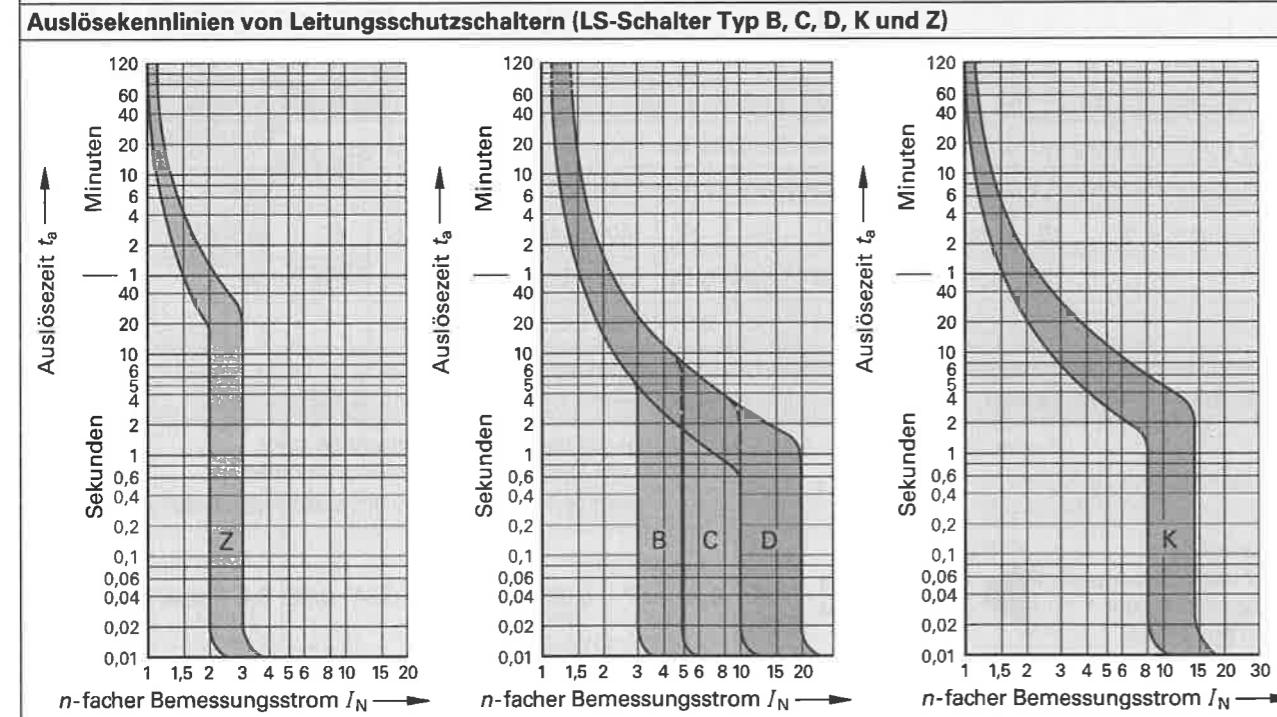
Anzahl der belasteten Adern	2	3	5	7	10	14	19	24	40	61
Umrechnungsfaktor f_3	1	1	0,75	0,65	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3

Bei 2 und 3 belasteten Adern sind die Bemessungswerte I_r der Tabelle 1 zu entnehmen, ¹ Verlegung in Luft

Auslösekennlinien von Überstromschutzeinrichtungen



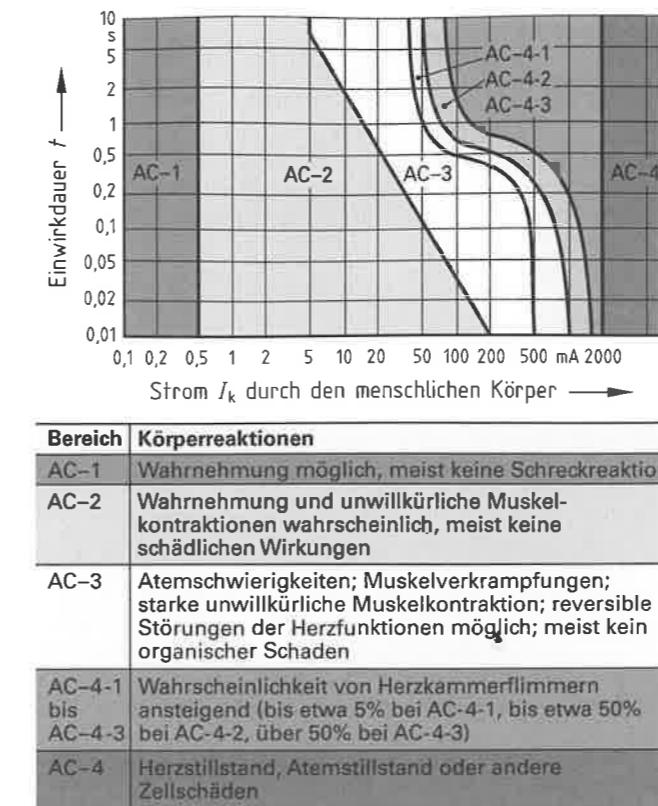
Kennlinie der Schmelzsicherung gG 13 A (nach DIN VDE 0636, Teil 3): Seite 314



Abschaltströme; χ -Faktoren ¹ von LS-Schaltern zur Berechnung des Abschaltstromes I_a (Auswahl)					Anwendungsbeispiele (Charakteristik):	
Charakteristik	Z	B	C	D	K	Z: Halbleiterschutz, Spannungswandler B: Hausinstallation C: Kleintransformatoren, Motoren, Beleuchtungsstromkreise D, K: Motorstromkreise oder Transformatoren mit hohem Einschaltstrom
χ -Faktor	1,20	1,45	1,45	1,45	1,20	
Abschaltstrom I_a	$3 \cdot I_N$	$5 \cdot I_N$	$10 \cdot I_N$	$20 \cdot I_N$	$14 \cdot I_N$	

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



Maximale Ladeleistung der Anschlusspunkte

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