

Belegsatz

IT-System-Elektroniker (AO 2020)

IT-System-Elektronikerin (AO 2020)

1205

2

Anbindung von Geräten, Systemen und Betriebsmitteln an die Stromversorgung

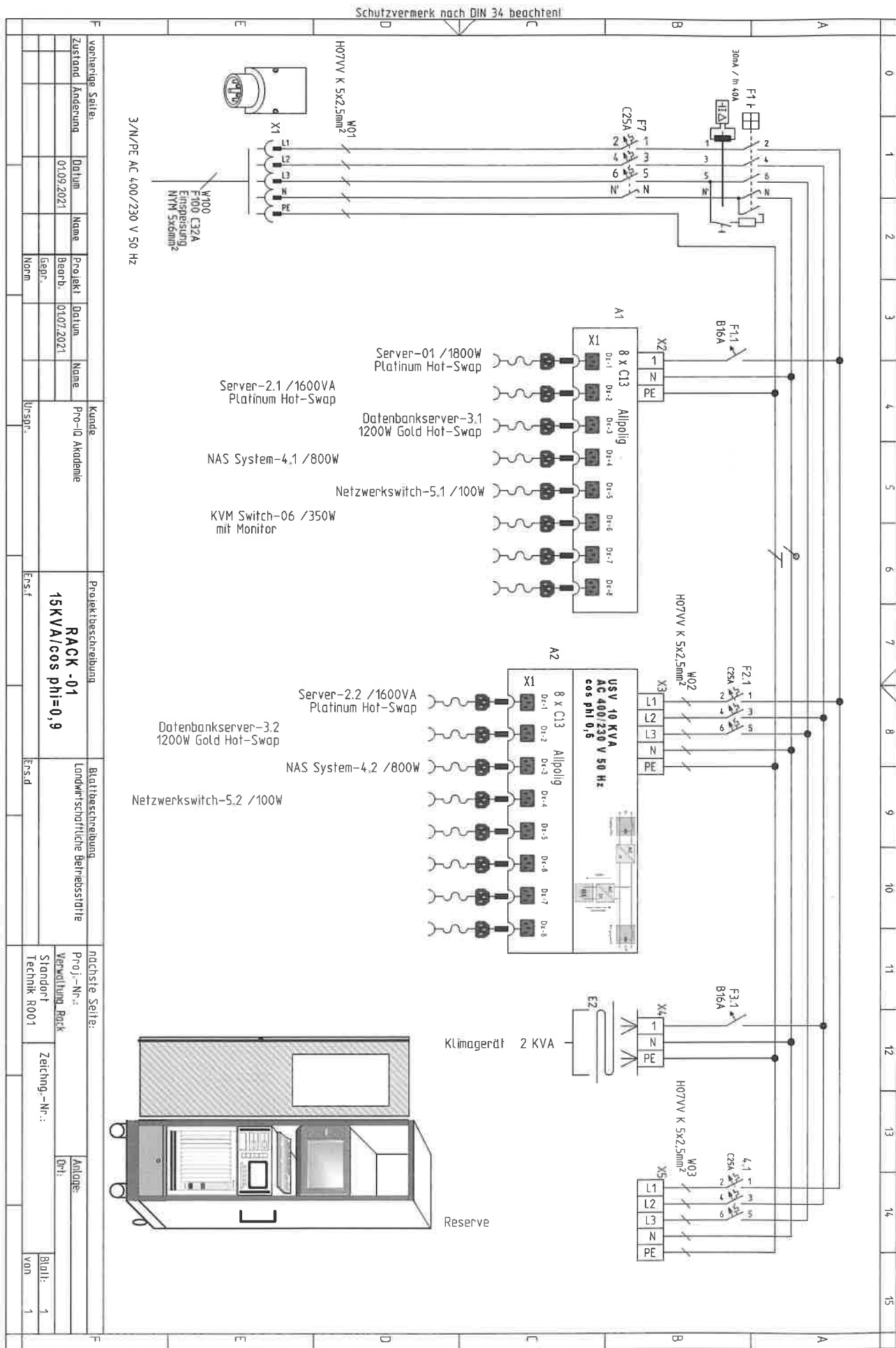
Teil 2 der Abschlussprüfung

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/ Erduungs- anschluss	Pola- rität geg.?	max. Strom	max. Tempe- ratur	Bemerkungen/Beispiele	
Buchse	Stecker	nicht maß- stabgetreu							
C1	C2		↔ 6,6 mm	<input type="checkbox"/>	Nein	0,2 A		Rasierapparate	
C3	C4		↔ 10 mm	<input type="checkbox"/>	Ja			Wird nicht mehr im IEC-Standard geführt [3]	
C5	C6		↔ 10 mm ↑ 4,5 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Ja	2,5 A	70 °C	Monitore, Laptops und Netzteile: Als „Mickey-Mouse“- oder „Kleeblatt“-Stecker bekannt	
C7	C8		↔ 8,6 mm	<input type="checkbox"/>	Nein			Sehr häufig verwendet an Haushaltsgeräten, im Audio-/Videobereich und an Rasierapparaten. Auch als „Kleingeräte-Anschlusskabel“ oder „Kleingerätekabel“ bekannt, mit europäischem Netzstecker auch „Euro-Netzkabel“ oder „Eurokabel“.	
C7P	C8P		↔ 8,6 mm	<input type="checkbox"/>	Ja			Rechteckige Seite ist Außenleiter.	
C9	C10		↔ 10 mm	<input type="checkbox"/>	Nein	6 A		Diese Stecker wurden oft bei Geräten von Roland, Revox und allen deutschen öffentlichen Telefonen verwendet.	
C11	C12		↔ 10 mm	<input type="checkbox"/>	Ja	10 A		ähnlich wie C9, wird nicht mehr im IEC-Standard geführt [3]	
C13	C14		↔ 14 mm	<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	<input checked="" type="checkbox"/>	Ja	10 A	120 °C	Warm-Apparateverbindung	
C15A	C16A		↔ 14 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Ja		155 °C	Heiß-Apparateverbindung	
C17	C18		↔ 13 mm	<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		↔ 13 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Ja		70 °C	Verwendung im IT-Bereich. Höhere Belastbarkeit	
C21	C22		↔ 13 mm ↑ 8 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Ja	16 A	155 °C	Heiß-Apparateverbindung	
C23	C24		↔ 13 mm	<input type="checkbox"/>	Nein		70 °C		

Quelle: Wikipedia

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
115 V	-	80 %	80 %	80 % ¹	n/a				80 PLUS
	-	82 %	85 % ¹	82 %	n/a				80 PLUS Bronze
	-	85 %	88 % ¹	85 %	80 %	85 % ¹	88 %	85 %	80 PLUS Silver
	-	87 %	90 % ¹	87 %	82 %	87 % ¹	90 %	87 %	80 PLUS Gold
	-	90 %	92 % ²	89 %	85 %	90 % ²	92 %	90 %	80 PLUS Platinum
	90 %	92 % ²	94 %	90 %	n/a				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	
$S^2 = P^2 + Q_L^2 \Rightarrow S = \sqrt{P^2 + Q_L^2}$	$S = U \cdot I$
$\cos \varphi = \frac{P}{S} \Rightarrow P = S \cdot \cos \varphi$	$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$
$\sin \varphi = \frac{Q_L}{S} \Rightarrow Q_L = S \cdot \sin \varphi$	$Q_L = U \cdot I \cdot \sin \varphi$
$\tan \varphi = \frac{Q_L}{P}$	$Q_L = P \cdot \tan \varphi$
S Scheinleistung	$[S] = VA = W$
P Wirkleistung	$[P] = W$
Q_L induktive Blindleistung	$[Q_L] = var^1 = W$
φ Phasenverschiebungswinkel	

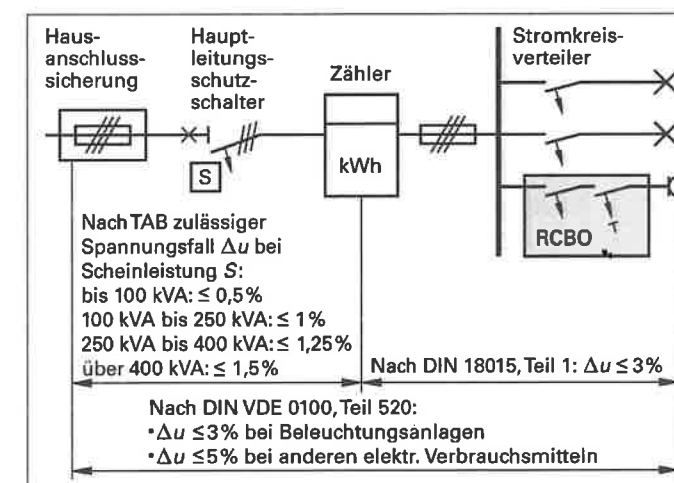
Leistung bei symmetrischer Last

Leistungen bei symmetrischer Last	
$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$	
$[S] = V \cdot A = VA = W$	
$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	
$[P] = W$	
$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$	
$[Q] = var = W$	
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 $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	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


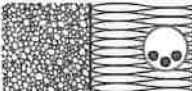
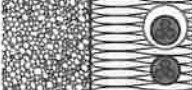




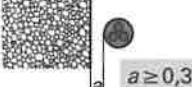
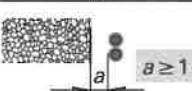
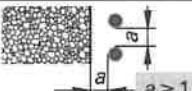
Stromkreis	Nennwechselspannung U_0	Abschaltzeit t_a
Endstromkreise* mit einem Bemessungsstrom bis einschließlich 32 A	$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$	0,8 s
	$120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$	0,4 s
	$230 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$	0,2 s
	$U_0 > 400 \text{ V}$	0,1 s
Verteilungsstromkreise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

* Endstromkreis, an dem direkt ein Stromverbrauchsmittel oder Steckdosen angeschlossen sind.

 U_0 Nennwechselspannung zwischen Außenleiter und Erde


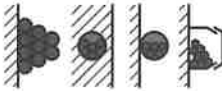

Tabellen

Verlegearten und Strombelastbarkeit

<div></div> <div>Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter</div>		DIN VDE 0298, Teil 4 DIN VDE 0100, Teil 520		
Tabelle 1: Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen				
Verlegeart		Verlegebedingungen (Wichtige Beispiele)		
A1		Referenzverlegeart*: Verlegung in wärmeisolierten Wänden <ul style="list-style-type: none">• Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr,• Aderleitungen in Formleisten oder in Formteilen.		
A2		<ul style="list-style-type: none">• Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr,• mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen in einer wärmeisolierten Wand.		
B1		Referenzverlegeart: Verlegung in Elektroinstallationsrohren <ul style="list-style-type: none">• Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr auf oder in der Wand,• Aderleitungen, einadrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal.		
B2		<ul style="list-style-type: none">• 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 direkt auf dem Untergrund (Wand) <ul style="list-style-type: none">• Ein- oder mehradrige Kabel oder Mantelleitungen auf oder in der Wand oder unter der Decke,• Stegleitungen im oder unter Putz.		
D		Referenzverlegeart: Verlegung in der Erde <ul style="list-style-type: none">• Mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung im Elektroinstallationsrohr oder im Kabelschacht in der Erde.		
E		Referenzverlegeart: Verlegung frei in der Luft <ul style="list-style-type: none">• 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		<ul style="list-style-type: none">• Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit gegenseitiger Berührung verlegt und mit einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand.		
G		<ul style="list-style-type: none">• 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		Stromkreisart	Leiter	
Bei fester Verlegung	Kabel, Mantelleitungen und Aderleitungen	Leistungs- und Beleuchtungsstromkreise	Cu	1,5
			Al	16 ¹
	blanke Leiter	Melde- und Steuerstromkreise	Cu	0,5
		Leistungsstromkreise	Cu	10
			Al	16 ¹
		Melde- und Steuerstromkreise	Cu	4
Bewegliche Leitungen			Cu	0,75
Schutzpotenzialausgleichsleitungen, Erdungsleitungen				
Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene		zusätzlicher Schutzpotenzialausgleich in Baderäumen: – geschützt verlegt	Cu	6
			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 von Kabeln und isolierten Leitungen

<div><div></div><div><div>Strombelastbarkeit, Umrechnungsfaktoren von Kabeln und isolierten Leitungen</div><div>DIN VDE 0298 Teil 4 (Auszug)</div></div></div>														
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														

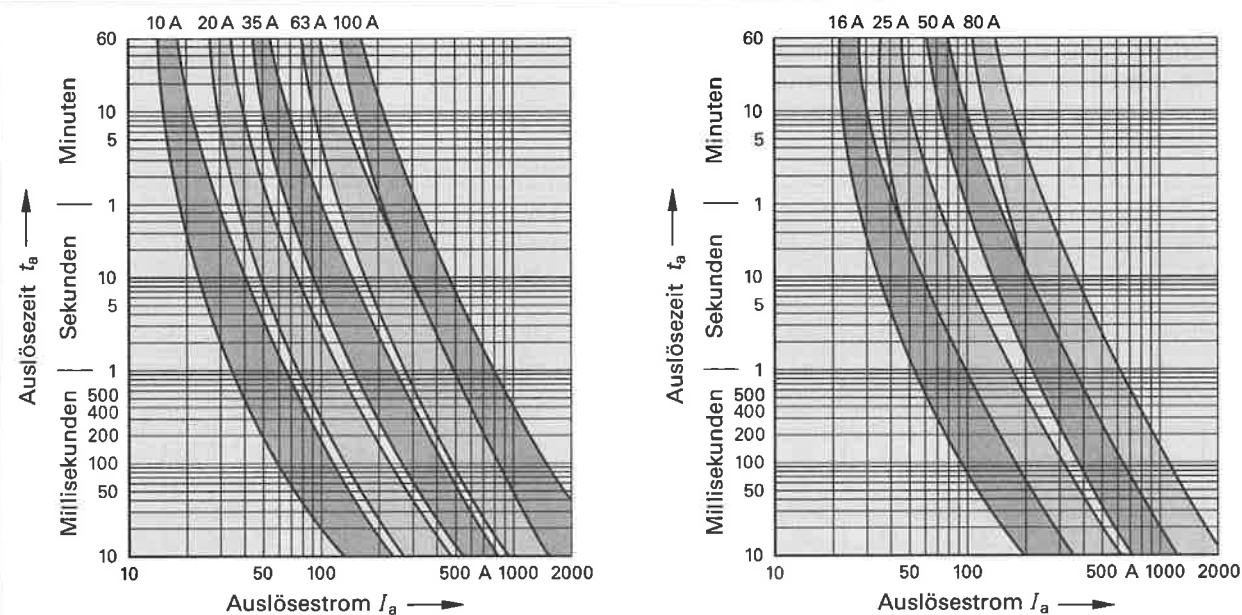




Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen

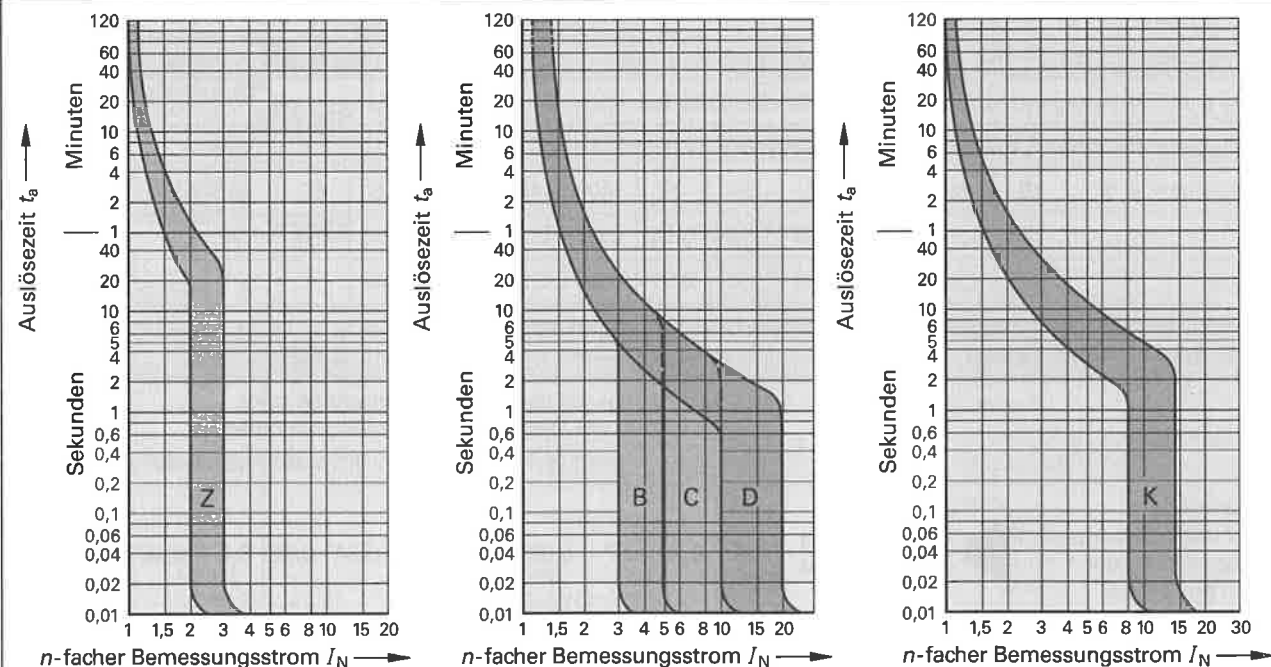
DIN VDE 0636
DIN VDE 0641
DIN VDE 0660

Strom-Zeit-Kennlinien von Niederspannungssicherungen, Ganzbereichssicherungen gG (früher gL)



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

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

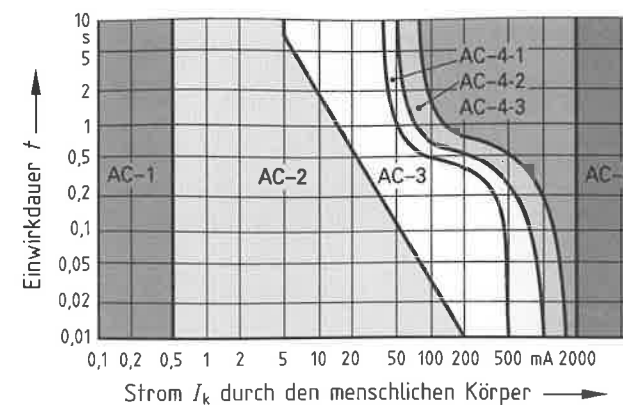


Abschaltströme; χ -Faktoren¹ von LS-Schaltern zur Berechnung des Abschaltstromes I_a (Auswahl)

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

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 ($\chi = 1,45$)

D, K: Motorstromkreise oder Transformatoren mit hohem Einschaltstrom



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 Zellschäden

Maximale Ladeleistung der Anschlusspunkte

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

Anschlusspunkt		F/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