Abschlussprüfung Sommer 2021

IHK

Belegsatz

IT-System-Elektroniker
IT-System-Elektronikerin
1190

1 Ganzheitliche Aufgabe I
Fachqualifikationen

Inhalt

1. Handlungsschritt	Seite 2
Hardwarekatalog	Seite 2
Verlegearten und Strombelastbarkeit	Seite 3
Strombelastbarkeit, Umrechnungsfaktoren	Seite 4
Formeln zur Leistungsberechnung	Seite 5
Formeln zur Berechnung des Spannungsfalls	Seite 5
Zulässiger Spannungsfall	Seite 5
Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit	Seite 6
Leiter für Schutzmaßnahmen nach VDE 0100-540	Seite 6

Gemeinsame Prüfungsaufgaben der Industrie- und Handelskammern. Dieser Aufgabensatz wurde von einem überregionalen Ausschuss, der entsprechend § 40 Berufsbildungsgesetz zusammengesetzt ist, beschlossen.
Die Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Wiedergabe der Prüfungsaufgaben und Lösungen ist nicht gestattet. Zuwiderhandlungen werden zivil- und strafrechtlich (§§ 97 ff., 106 ff. UrhG) verfolgt. – © ZPA Nord-West 2021 – Alle Rechte vorbehalten!

1. Handlungsschritt

Hardwarekatalog

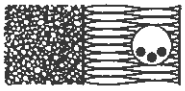
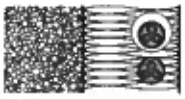
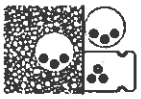
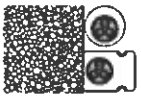
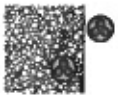
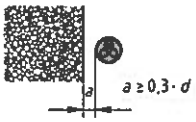
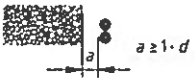
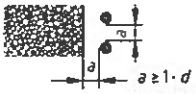
Pos.	Hardware	elektrische Kenndaten
01	Workstation	150 VA
02	LCD-Monitor	100 VA
03	Notebook	60 VA
04	Hub	80 VA
05	Switch 24 Port	80 VA
06	Switch 16 Port (PoE)	240 VA
07	LWL-Switch	80 VA
08	Router	80 VA
09	Layer-3-Switch	200 VA
10	Bridge	50 VA
11	VPN-Router	50 VA
12	Firewall	50 VA
13	Accesspoint	15 VA
14	Accesspoint (PoE)	15 VA
15	Splitter	--
16	Injektor	15 VA

Pos.	Hardware	elektrische Kenndaten
17	ADDS-Server	250 VA
18	VoIP-Gateway	150 VA
19	NAS	150 VA
20	Mail-/Webserver	250 VA
21	Bandlaufwerk	150 VA
22	Patchpanel 24 Port	--
23	Tastaturablage	--
24	Steckdosenleiste 8-fach	230V / 16 A
25	Barcode-Scanner	5 VA
26	IP-Kamera (PoE)	15 VA
27	Laserdrucker	250 VA
28	Klimagerät	1500 VA
29	USV Leerlaufleistung	3000 VA 150 VA
30	Telefon VoIP	15 VA
32		

Verlegearten und Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen

nach DIN VDE 0298 Teil 4

Tabelle 1: Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen

Verlegeart		Verlegebedingungen (Wichtige Beispiele)
A1		Referenzverlegeart*: Verlegung in wärmegedämmten 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 wärmegedämmten 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 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) • 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 • 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 wärmegedämmten Wänden oder frei in der Luft

Tabelle 2: Bemessungswert I_z der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in den Verlegearten A1, A2, B1, B2, C und D bei einer Umgebungstemperatur von 30 °C

nach DIN VDE 0298, Teil 4 (Auszug)

Verlegeart	A1		A2		B1		B2		C		D	
belastete Adern	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Nennquerschnitt in mm² Cu	Bemessungswert I_z der Strombelastbarkeit in A für PVC-isolierte Kabel und Leitungen mit einer Betriebstemperatur am Leiter bis 70 °C											
1,5	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	18,5	15,5
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	25	21
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	32	27
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	40	34
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	54	45
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	69	59
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	88	76
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	106	91

Bemessungswerte I_z für die Verlegearten E, F, und G siehe DIN VDE 0298, Teil 4 oder Tabellenbuch Elektrotechnik

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.**

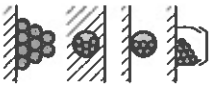
Verlegeart		A1		A2		B1		B2		C		E	
belastete Adern		2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Nennquerschnitt in mm² Cu		Bemessungswert I_r der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen in A											
		Bemessungsstrom I_N der zugehörigen Überstrom-Schutzeinrichtungen in A											
1,5	I_r	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	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 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

I_b Stromaufnahme des Betriebsmittels
I_N Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung
I_r Bemessungswert der Strombelastbarkeit der Leitung
I_z Strombelastbarkeit der Leitung bei abweichenden Betriebsbedingungen

f_1 Umrechnungsfaktor bei abweichender Umgebungstemperatur
f_2 Umrechnungsfaktor bei Häufung von Leitungen
f_3 Umrechnungsfaktor für mehr als 3 belastete Adern
f_4 Umrechnungsfaktor für Oberschwingungsströme

Formeln zur Leistungsberechnung

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	$[Q_L] = var = W$
φ	Phasenverschiebungswinkel	

Leistung bei symmetrischer Last

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

$$[S] = V \cdot A = VA = W$$

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

$$[P] = W$$

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

$$[Q] = var = W$$

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

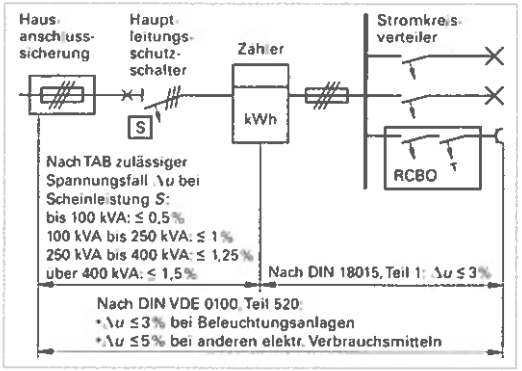
Formeln zur Berechnung des Spannungsfalls

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 (Beispiele bei 20 °C)

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

Leiter für Schutzmaßnahmen nach VDE 0100-540

Leiter für Schutzmaßnahmen Wires for Protection Measures

Benennung und Farbkennzeichnung

Leiter	Kurzzeichen	Erklärung	Farben
Außenleiter	L, L1, L2, L3	Leiter, der im üblichen Betrieb unter Spannung steht und Energie übertragen kann.	BK oder BR oder GY
Neutralleiter	N	Leiter, der normal nicht unter Spannung gegen Erde steht und Energie übertragen kann.	BU, in USA WH, GY
Schutzleiter	PE	Leiter zur Sicherheit, z. B. zum Fehlerschutz.	GN-YE
PEN-Leiter	PEN	Leiter, der zugleich Schutzleiter und Neutralleiter ist.	GN-YE evtl. +BU
PEL-Leiter	PEL	Leiter, der zugleich Außenleiter und Schutzleiter ist.	am Leiteranfang und -ende die zweite Farbe +BU anbringen.
PEM-Leiter	PEM	Leiter, der zugleich Mittelleiter und Schutzleiter ist.	
Schutzpotenzialausgleichsleiter	PB	Schutzleiter zur Herstellung des Schutzpotenzialausgleichs. PBE für geerdet, PBU für ungeerdet. (PB von protective bonding)	GN-YE (Farbcode, siehe unten)

Querschnitte für Schutzleiter PE und Schutzpotenzialausgleichsleiter PB vgl. DIN VDE 0100-540

PE-Querschnitt bei Cu

Außenleiterquerschnitt A_L in mm²	PE-Querschnitt A_p in mm²	Bemerkungen
≤ 16	$= A_L$	Wenn PE nicht in gemeinsamer Umhüllung mit N und L verlegt wird, ist $A_p \geq 2{,}5$ mm² bei mechanischem Schutz und $A_p \geq 4$ mm² ohne mechanischen Schutz
$16 < A_L \leq 35$	= 16	
> 35	$= A_L/2$ (gerundet)	

Wenn Verbrauchsmittel im normalen Betrieb Schutzleiterströme über 10 mA hervorrufen, z. B. bei großen Wärmegeräten, muss der PE verstärkt werden auf 10 mm² Cu oder durch einen 2. PE mit normalem Querschnitt.

PB-Querschnitt bei Cu

Querschnitt-Bemessung	zusätzlicher Schutzpotenzialausgleichsleiter		Schutzpotenzialausgleichsleiter über die Haupterdungsschiene
normal	zwischen zwei Körpern	1 x PE-Querschnitt vom Endstromkreis	nicht kleiner als 6 mm² Cu oder 10 mm² Al oder 50 mm² Stahl.
	zwischen einem Körper und fremdem leitfähigem Teil	0,5 x PE-Querschnitt vom Endstromkreis	
mindestens	bei mechanischem Schutz	2,5 mm² Cu	
	ohne mechanischen Schutz	4 mm² Cu	

Werden für PE oder PB andere Leiter als Cu verwendet, so sind deren Querschnitt im Verhältnis der Leitfähigkeiten umzurechnen und aufzurunden.

Mindestquerschnitte der Leiter von fest verlegten Leitungen vgl. DIN VDE 0100-520

Stromkreisart	Werkstoff	Mindestquerschnitt
Kabel, Mantelleitung, Aderleitung		
Leistungsstromkreise	Cu Al	1,5 mm² 16 mm²
Melde- und Steuerstromkreise	Cu	0,1 mm² bei Elektronik, 0,5 mm² sonst
blanke Leiter, z. B. Stromschienen		
Leistungsstromkreise	Cu Al	10 mm² 16 mm²
Melde- und Steuerstromkreise	Cu	4 mm²

Mindestquerschnitte der Leiter bei beweglichen Verbindungen vgl. DIN VDE 0100-520

Stromkreisart	Werkstoff	Mindestquerschnitt
allgemein	Cu	0,75 mm²
SELV, PELV	Cu	0,75 mm²
bei 7 oder mehr Adern	Cu	0,01 mm²

Beleuchtungsstromkreise gehören zu den Leistungsstromkreisen. Ihre Querschnitte sind entsprechend zu bemessen.

BK Black = Schwarz	GY Grey = Grau
BU Blue = Blau	WH White = Weiß
BR Brown = Braun	YE Yellow = Gelb
GN Green = Grün	GN-YE Green-Yellow