

Belegsatz

IT-System-Elektroniker
IT-System-Elektronikerin
1205

2 Anbindung von Geräten, Systemen und Betriebsmitteln an die Stromversorgung

Teil 2 der Abschlussprüfung

Inhalt

Datenblätter	2
UAMG 30424 Modul-Gehäuse	2
Lithium-Mangan Cell Specification	2
Akku Technologie-Übersicht	3
Leitungstypen	4
Formeln	4
Reihenschaltung von Spannungsquellen	6
Parallelschaltung von Spannungsquellen	6
Wichtige elektrische Größen für Akkumulatoren	6
Leistung bei induktiver Last	7
Leistung bei symmetrischer Last	7
Formeln zur Berechnung des Spannungsfalls	7
Zulässiger Spannungsfall	7
Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit	7
Maximale Abschaltzeiten im TN System nach DIN VDE 0100, Teil 410	7
Schleifenimpedanz	8
Schleifenimpedanz und Abschaltbedingung	8
Zuordnung von Überstrom- Schutzeinrichtungen zu den Nennquerschnitten	8
Bemessungsströme IN von LS-Schaltern in A	8
Überschlägige Berechnung von Leiterwiderständen	8
Tabellen	9
Verlegearten und Strombelastbarkeit	9
Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen	10
Auslösekennlinien von Überstromschutzeinrichtungen	12
Stromwirkung auf den Menschen	13
Maximale Ladeleistung der Anschlusspunkte	13
Schutzart elektrischer Betriebsmittel	14

Datenblätter

UAMG 30424 Modul-Gehäuse

UAMG 30424
Universelles Akku-Modul-Gehäuse

Li-Ion-Module	P24-10	P24-20	P36-10	P48-10
Modul-Kapazität	10.35 Ah	20.7 Ah	10.35 Ah	10.35 Ah
Länge	380 mm	380 mm	380 mm	380 mm
Breite	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm
Höhe	185 mm	185 mm	185 mm	185 mm
Minimalspannung	18.5 Volt	18.5 Volt	26.5 Volt	37.1 Volt
Nennspannung	25.2 Volt	25.2 Volt	36.0 Volt	50.4 Volt
Maximalspannung	29.0 Volt	29.0 Volt	41.5 Volt	58.1 Volt
Dauerlast	10 A	20 A	12 A	10 A
Maximallast	24 A	48 A	24 A	24 A
Sicherung	25 A	50 A	25 A	25 A
Lade- / Entladezyklen	>1.000	>1.000	>1.000	>1.000
Gewicht	2.25 kg	3.9 kg	3.4 kg	3.9 kg

Lithium-Mangan Cell Specification

INR18650-35E

INR18650-35E	
● Capacity (0.2C)	Typical Min.
3450mAh	3350mAh
● Nominal Voltage (0.2C)	3.60V
● Charging Method	CC-CV
● Charging Voltage	4.20V
● Charging Current	Max.
1500mA	
● Discharging Cut-off Voltage	2.50V
● Discharging Current (Not for cycle)	Max.
8000mA	
● Weight	Max.
50.0g	
● Operating Temperature	Charge Discharge
0 ~ 45 °C	
-10 ~ 60 °C	
● Storage Temperature	1 Year 3 Months 1 Month
-20 ~ 25 °C -20 ~ 45 °C -20 ~ 60 °C	

INR18650-35E Standard Discharge profile
INR18650-35E 3.6V 3450mAh 1500mA 8000mA 50g 0~45°C -10~60°C 1Y 3M 1M

capacity (mAh)	3,482
Energy (Wh)	12.62

Akkumulator Technologie-Übersicht

Abk.	Material	Spannung	Bemerkungen
	Aluminium-Ionen-Akkumulator		experimenteller Prototyp ^[5]
Pb	Bleialkumulator	2 V	
	Lithium-Akkumulatoren mit metallischem Lithium		sie zählen nicht zu der größeren und bekannteren Gruppe der Ionen-Akkumulatoren.
* LiCoO ₂	Lithium-Cobaltoxid-Akkumulator	3.6 V	erste verfügbare Technologie
** LiFePO ₄	Lithium-Eisen-Yttrium-Phosphat-Akkumulator		Yttrium-Dotierung zur Verbesserung der Eigenschaften ^[6]
* LiFePO ₄	Lithium-Eisensphosphat-Akkumulator	3.3 V	
Li-Ion	Lithium-Ionen-Akkumulator	3,2–3,7 V	Oberbegriff für verschiedene Lithium-Ionen-Akkumulatortypen.
*	Lithium-Luft-Akkumulator		seit den 1970ern in Entwicklung
* Li-Mn	Lithium-Mangan-Akkumulator	3,6 V	
* Li(NiCoMn)O ₂	Lithium-Nickel-Cobalt-Mangan-Akkumulator	3,6–3,7 V	
* LiPo	Lithium-Polymer-Akkumulator	3,7 V	Bauform mit Polymer als Elektrolyt
*	Lithium-Schweifel-Akkumulator		seit den 1960ern in Entwicklung
* LiTi	LithiumTitanat-Akkumulator	2,4 V	
PTMA	modifiziertes PTMA		genauer 2,2,6,6-Tetramethyl(piperidinoxy-4-yl)methacrylat, ein umweltverträgliches organisches Polymer
Na-Ion	Natrium-Ionen-Akkumulator	1,6–1,7 V	
NaNiCl	Natrium-Nickelchlorid-Hochtemperatur-Batterie	2,58 V	Markenbezeichnung: Zebra-Batterie
NaS	Natrium-Schwefel-Akkumulator	2 V	Hochtemperatur-Akku
NiCd	Nickel-Cadmium-Akkumulator	1,2 V	
NiFe	Nickel-Eisen-Akkumulator	1,2–1,9 V	
NiMH	Nickel-Metallhydrid-Akkumulator	1,2 V	
NH ₂	Nickel-Wasserstoff-Akkumulator	1,5 V	
NiZn	Nickel-Zink-Akkumulator	1,65 V	
RAM	Rechargeable Alkaline Manganese	1,5 V	
	Silber-Zink-Akkumulator	1,5 V	
	Silizium-Luft-Akkumulator		in Entwicklung ^{[7][8][9]}
	Vanadium-Redox-Akkumulator	1,41 V	bei 25 °C
	Zink-Brom-Akkumulator	1,76 V	
	Zink-Luft Akkumulator		in Entwicklung ^{[10][11]}
	Zinn-Schwefel-Lithium-Akkumulator		
	Zinn-Schwefel-Lithium-Akkumulator		experimenteller Prototyp ^[12]

Quelle: Wikipedia

Leitungstypen

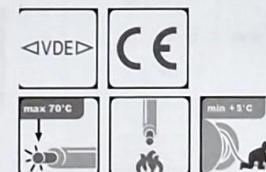
Auf der Website Ihres Lieferanten finden Sie nachfolgend aufgelisteten Leitungen und Kabel zur Auswahl.

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		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, Kühlshränken, Wärmegeräte.
4		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.
5		H05RR-F	Gummischlauchleitung	2 ... 5	0,75 bis 6	Bei geringer mechanischer Beanspruchung, für Haushaltsgeräte und Büromaschinen, z.B. Staubsauger, Lötkolben, Küchengeräte.
6		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 mechanischer Schutz empfohlen.
7		SAT/BK	75 Ohm koaxial Kabel	1	d= 1,02	Für den Einsatz bei breitband SAT, KTV, GA und GGA TV - Netzwerken.
8		J-02YSCH	CAT-7A Verlegekabel	4x2 AWG 23	d= 0,56	Datenleitung/ Verlegekabel für feste Verlegung, bis 1000 MHz. Paarigkeit nach EIA/TIA 568-TSB 36. Vor Sonneneinstrahlung schützen.
9		NHXMH-J	VPE Mantelleitung	3...5	1,5 bis 10	Halogenfreie Leitungen mit verbessertem Verhalten im Brandfall. Einsatz wo durch hohe Sachwertkonzentration im Brandfall Schaden am Mensch und Material verhindert werden muss. Installation in trockenen, feuchten oder nassen Räumen. Verlegung über, auf, im und unter Putz sowie im Mauerwerk und im Beton. Für die Verwendung im Freien geeignet, sofern sie vor direkter Sonnen-einstrahlung geschützt sind.

Stegleitung NYIF-J nach VDE 0250-201



Leiter-Material: Cu, blank
Aderisolation: PVC T11
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-J-O nach VDE 0250-204



Leiter-Material: Cu, blank
Aderisolation: PVC T11
Mantelmaterial: PVC YM1
Mantelfarbe: grau RAL 7035
Flammwidrigkeit: VDE 0482-332-1-2/IEC 60332-1
Zul. Kabelaußentemperatur, fest verlegt: 70 °C
Zul. Kabelaußenttemperatur, in Bewegung: 5 - 70 °C



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

Reihenschaltung von Spannungsquellen

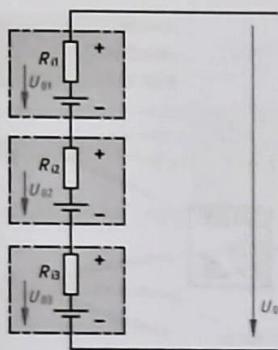


Bild 1

$$U_0 = U_{01} + U_{02} + \dots$$

$$R_i = R_{i1} + R_{i2} + \dots$$

U_0 Gesamt-Leerlaufspannung
 U_{01}, U_{02} Teil-Leerlaufspannungen
 R_i Gesamt-Innenwiderstand
 R_{i1}, R_{i2} Teil-Innenwiderstände

Wichtige elektrische Größen für Akkumulatoren

Bemessungsspannung U_N	Festgelegter Spannungswert für eine Zelle bzw. Batterie.
Bemessungskapazität K_N	Entnehmbare Elektrizitätsmenge eines Akkumulators. Entladedauer t_n , zugehöriger Entladestrom I_n , Dichte und Temperatur des Elektrolyten sind für K_N festgelegt. Die Entladeschlussspannung U_s wird dann nicht unterschritten. Es bedeutet z.B. $K_{20} = 44 \text{ Ah}$, dass 20 h lang eine Stromstärke von 2,2 A entnommen werden kann ($20 \text{ h} \cdot 2,2 \text{ A} = 44 \text{ Ah}$).
$[K_N] = \text{A} \cdot \text{h}$	Spannungswert, bei dem der Ladevorgang zu beenden ist.
Ladeschlussspannung	Festgesetzte Spannung, die beim Entladen nicht unterschritten werden darf.
Gasungsspannung	Ladespannung, oberhalb der ein Bleiakkumulator deutlich zu gasen beginnt.

Parallelschaltung von Spannungsquellen

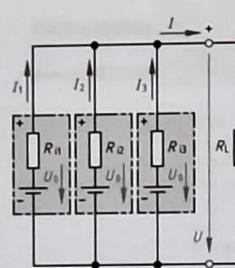


Bild 2

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \dots$$

$$I_1 = \frac{U}{R_{i1}} \quad R_i = \frac{R_{i1}}{n}$$

I Gesamtstrom
 I_1, I_2 Einzelströme
 R_i gesamter Innenwiderstand
 R_{i1} Innenwiderstand eines Elements
 n Anzahl gleicher Spannungsquellen

Leistung bei induktiver Last

Leistungen bei induktiver Last

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

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

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

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

$$S \text{ Scheinleistung} \quad [S] = VA = W$$

$$P \text{ Wirkleistung} \quad [P] = W$$

$$Q_L \text{ induktive Blindleistung} \quad [Q_L] = \text{var}^1 = W$$

$$\varphi \text{ Phasenverschiebungswinkel}$$

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

Formeln zur Berechnung des Spannungsfalls ΔU

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

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

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

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

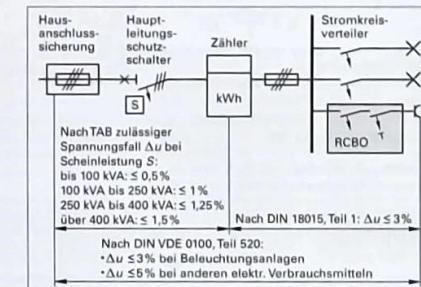
$$\Delta U \text{ Spannungsfall in V} \quad I \text{ Leiterstrom}$$

$$\Delta u \text{ Spannungsfall in \%} \quad A \text{ Leiterquerschnitt}$$

$$U \text{ Netznennspannung} \quad l \text{ Leitungslänge}$$

$$\gamma \text{ elektr. Leitfähigkeit} \quad \cos \varphi \text{ Wirkfaktor}$$

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_s
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
* Endstromkreise, an dem direkt ein Stromverbrauchsmittel oder Steckdosen angeschlossen sind. U_0 Nennwechselspannung zwischen Außenleiter und Erde		

Schleifenimpedanz

Schleifenimpedanz	
$Z_s \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{U_0}{I_a}$	(nach DIN VDE 0100-600, Anhang D.6.4.3.7.2)
Z_s max. zulässige Schleifenimpedanz	
U_0 Spannung zwischen unbelastetem Außenleiter und PEN- bzw. PE-Leiter	
I_a Abschaltstrom der Schutzeinrichtung	
Bemerkung: Der Faktor 2/3 berücksichtigt die Messunsicherheit sowie die Erwärmung der Leitung im Fehlerfall.	

Schleifenimpedanz und Abschaltbedingung

Schleifenimpedanz und Abschaltbedingung	
Nach DIN VDE 0100-600, Anhang D.6.4.3.7.2	
$Z_s \leq \frac{2}{3} \cdot \frac{U_0}{I_a}$	$I_K = \frac{U_0}{Z_s}$
$I_K \geq \frac{3}{2} \cdot I_a$	
$I_a = n \cdot I_N$	
Z_s Schleifenimpedanz (Schleifenwiderstand)	
U_0 Spannung zwischen Leiter und Erde (unbelastet)	
n Abschaltstromfaktor, z.B. LS-Schalter Typ B, $n = 5$	
I_a Abschaltstrom der Schutzeinrichtung	
I_N Kurzschlussstrom	

Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen zu den Nennquerschnitten

Tabelle: Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen zu den Nennquerschnitten	
Bedingung:	$I_b \leq I_N \leq I_z$
Berechnung des Bemessungsstromes I_N von Überstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Abschaltstrom I_a von:	
$I_a \leq 1,45 \cdot I_N$	$I_a > 1,45 \cdot I_N$
$I_N \leq I_z$	$I_N \leq \frac{1,45}{\chi} \cdot I_z$
I_b Betriebsstrom des Verbrauchers	
I_N Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung	
I_z zulässige Strombelastbarkeit der Leitung	
I_a Abschaltstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung	
χ Faktor des Abschaltstromes, Seite 663	
Beispiele für χ -Faktoren. LS-Schalter Typ B, C und D: $\chi = 1,45$; Typ L 16 A (nur in Altanlagen zulässig): $\chi = 1,75$	

Bemessungsströme I_N von LS-Schaltern in A

Tabelle: Bemessungsströme I_N von LS-Schaltern in A									
Typ B*	0,5	1	2	3	4	6	10	13	16
C, D	20	25	32	40	50	63	80	100	125

* Typ B, erst ab 6 A

Überschlägige Berechnung von Leiterwiderständen

Leiternennquerschnitt S mm ²	Leiterwiderstandsbeläge R' bei 30 °C mΩ/m
1,5	12,5755
2,5	7,5661
4	4,7392
6	3,1491
10	1,8811

Die Leiterwiderstandsbeläge beziehen sich auf Leiterrtemperaturen von 30 °C. Für andere Temperaturen von θ lassen sich die Leiterwiderstände R_θ mit folgender Gleichung berechnen:

$$R_\theta = R_{30^\circ\text{C}} [1 + \alpha \cdot (\theta - 30^\circ\text{C})]$$

α Temperaturkoeffizient (bei Kupfer $\alpha = 0,00393 \text{ K}^{-1}$)

Tabelle 1 – ausgewählte Leiterwiderstandsbeläge R' für Kupferleitungen bei 30 °C in Abhängigkeit vom Leiternennquerschnitt S zur überschlägigen Berechnung von Leiterwiderständen (Quelle: VDE 0100-600 Tabelle NA.4 – Auszug).

Tabellen

Verlegearten und Strombelastbarkeit

i 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		
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 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) • 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 unmantelte 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: 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 1,5 Al 16 ¹
	Melde- und Steuerstromkreise	Cu 0,5
	Leistungsstromkreise	Cu 10 Al 16 ¹
Bewegliche Leitungen	Melde- und Steuerstromkreise	Cu 4
		Cu 0,75
Schutzzopotenzialausgleichsleitungen, Erdungsleitungen		
Schutzzopotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene zusätzlicher Schutzzopotenzialausgleich in Baderäumen: – geschützt verlegt – ungeschützt verlegt		
	Cu 6	
	Cu 2,5	
	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 $I_s \leq 1,45 \cdot I_N$).
- 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_r der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen 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

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

Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren f_3 für mehradrig 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



Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen

$$I_Z = I_r \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

I_Z Strombelastbarkeit bei abweichenden Betriebsbedingungen

I_r Bemessungswert der Strombelastbarkeit

f_1 Umrechnungsfaktor für abweichende Umgebungstemperatur

f_2 Umrechnungsfaktor für Häufung von Leitungen oder Kabeln

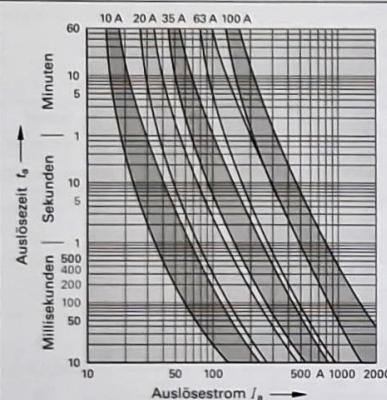
f_3 Umrechnungsfaktor für mehradrig belastete Kabel/Leitungen

f_4 Umrechnungsfaktor für Oberschwingungsströme

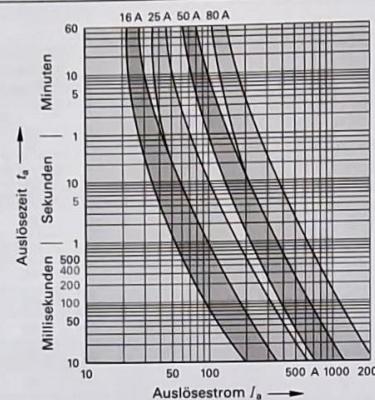


Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen

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

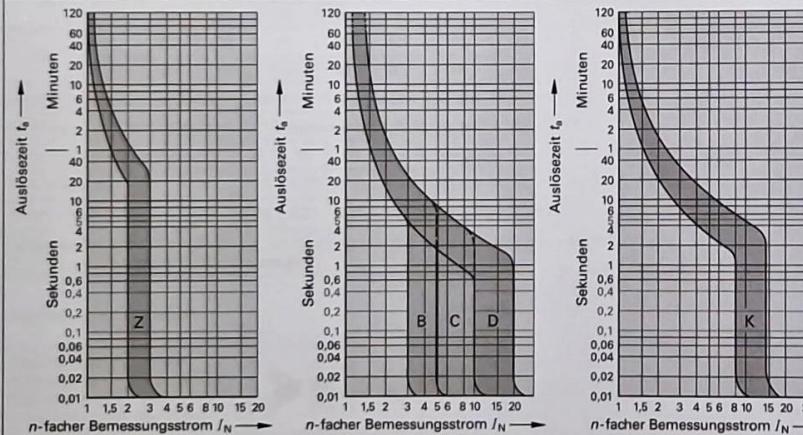


Kennlinie der Schmelzsicherung gG 13 A (nach DIN VDE 0636, Teil 3): Seite 314



DIN VDE 0636
DIN VDE 0641
DIN VDE 0660

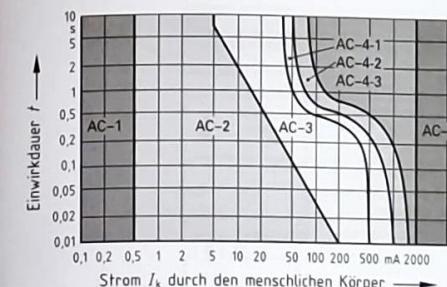
Auslösekennlinien von Leitungsschutzschaltern (LS-Schalter Typ B, C, D, K und Z)



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

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

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 ($\chi = 1,45$)



Bereich	Körpereaktionen
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 Herzammerflimmern 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	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

Tabelle: Schutzarten elektrischer Betriebsmittel

Erste Ziffer	Schutzgrad: Berührungs- und Fremdkörperschutz	Bildzeichen	Zweite Ziffer	Schutzgrad: Wasserschutz	Bildzeichen
0	Kein besonderer Schutz.	-	0	Kein besonderer Schutz.	-
1	Schutz gegen Eindringen fester Fremdkörper mit einem Durchmesser ≥ 50 mm.	-	1	Schutz gegen senkrecht tropfendes Wasser.	tropfwasser-geschützt IP X1
2	Schutz gegen Eindringen fester Fremdkörper mit einem Durchmesser $\geq 12,5$ mm.	-	2	Schutz gegen senkrecht tropfendes Wasser, Betriebsmittel bis 15° geneigt.	-
3	Schutz gegen Eindringen fester Fremdkörper mit einem Durchmesser $\geq 2,5$ mm.	-	3	Schutz gegen Sprühwasser (Regen) bis zu einem Winkel von 60° zur Senkrechten.	sprühwasser-geschützt (regengeschützt) IP X3
4	Schutz gegen Eindringen fester Fremdkörper mit einem Durchmesser ≥ 1 mm.	-	4	Schutz gegen Spritzwasser aus allen Richtungen.	spritzwasser-geschützt IP X4
5	Schutz gegen Staubablagerung (staubgeschützt). Vollständiger Berührungsenschutz.	staub-geschützt IP 5X	5	Schutz gegen Strahlwasser (Düse) aus allen Richtungen.	strahlwasser-geschützt IP X5
6	Schutz gegen Eindringen von Staub (staubdicht). Vollständiger Berührungsenschutz.	staub-dicht IP 6X	6	Schutz gegen starken Wasserstrahl oder schwere See.	-
			7	Schutz gegen Wasser bei Eintauchen des Betriebsmittels unter Druck-, Zeitbedingungen.	wasser-dicht IP X7
			8	Schutz gegen Wasser bei dauerndem Untertauchen des Betriebsmittels.	druckwas-serdicht IP X8 ...bar

Wird neben den Kennbuchstaben IP nur eine Kennziffer für den Schutzgrad benötigt, so ist anstelle der fehlenden Kennziffer ein X zu setzen, z. B. IP X4 oder IP 3X.

IP-Kennzeichnung durch nachgestellte Buchstaben:
1. Buchstabe

- A Schutz gegen Zugang mit dem Handrücken
- B Schutz gegen Zugang mit dem Finger
- C Geschützt gegen Zugang mit Werkzeugen
- D Geschützt gegen Zugang mit Draht

2. Buchstabe

- H Betriebsmittel für Hochspannung
- M Geprüft auf Wassereintritt bei laufender Maschine
- S Geprüft auf Wassereintritt bei stehender Maschine
- W Geeignet bei festgelegten Witterungsbedingungen

