



Für Schaltschrank-Experten



Daten, Fakten und Informationen

Alles klar?!

Bei der täglichen Arbeit hilft Ihnen unsere bewährte Sammlung von Daten und Fakten rund um den Schaltschrank.

Hier finden Sie die technischen Hintergrundinformationen und im aktuellen Rittal Katalog die passenden Produkte für Ihre Anwendung.

Und – wenn Sie wünschen – stehen Ihnen diese im Handumdrehen zur Verfügung, denn eines unserer zahlreichen Lieferzentren steht garantiert in Ihrer Nähe!



Größen und Einheiten	3
Allgemeine technische Größen	5
Kleine elektrotechnische Formelsammlung	6
Wichtige Vorschriften und Normen für Schaltschränke	14

Wichtige Vorschriften und Normen für Elektronikgehäuse und Elektronikschränke	16
Grundmaße des 19"-Aufbausystems	17
Auszug aus der VDE 0113-1/DIN EN 60204-1	19
Farbkennzeichnung für Drucktaster-Bedienteile und ihre Bedeutung	25

Elektro-Verdrahtungs-System Leitungen in Kabelkanälen	27
Schutzart nach DIN EN 50 102	28
Schutzarten nach DIN EN 60 529	29
Grundlagen und Fakten zum Explosionsschutz	34
Isolierte Starkstromleitungen nach VDE 0281 und 0282	38

Außendurchmesser von Leitungen und Kabeln	42
Überstrom-Schutzeinrichtungen	45
Klassen bei Niederspannungssicherungen	46
Erläuterungen zur Schmelzsicherung	47
Typegeprüfte und partiell typegeprüfte Kombinationen	48

Begriffe für Kurzschlussströme in Drehstromnetzen	51
Verlustleistung (NH- und D-System)	54
Dauerströme für Stromschienen	55
Berechnung der Verlustleistung von Sammelschienen	57
Hintergrundinformationen UL 508 bzw. 508A	58



Widerstand von Kupfer-Stromschienen	61
Strombelastungskorrektur für Cu-Sammelschienensysteme	62
Motorbemessungsströme von Drehstrommotoren	63
Kabelverschraubungen nach Norm: DIN EN 50 262	64

Innen- und Außendurchmesser von Installationsrohren	67
Farbkennzeichnung von Widerständen	68
Bezeichnung von Klemmen und Netzleitungen	69
Bildzeichen der Elektronik nach DIN 30 600	70

Bildzeichen von Schutzarten nach DIN EN 60 529.	71
Schaltzeichen nach DIN EN 60 617/IEC 60 617	72
Kennbuchstaben für die Kennzeichnung von Betriebsmitteln nach DIN EN 61 346-1/IEC 61 346-1	75
Schaltzeichen für Elektroinstallation nach DIN EN 60 617/IEC 60 617	76

Dezimale Teile und Vielfache von Einheiten	91
Normen für den Daten- und Telekommunikationsbereich	92
Netzwerkinstallation	94
Begriffe in der Datenübertragungstechnik	100
EMV-Kurzinformation zum Thema EMV/HF-geschirmte Gehäuse und CE-Zeichen	103

Schaltschrank-Klimatisierung	108
Berechnungsgrundlagen der Schaltschrank-Klimatisierung	110
Ausführungsbeispiele für Krantransport von Rittal Schaltschränken	115
Prüfzeichen und Symbole	117
Approbationen und Zulassungen	118



Rittal CM – Kompakt-Systemschrank

für kompakte Einheiten mit der Ausbaumvielfalt des Topschrank-Systems TS 8. Endlich unendliche Möglichkeiten in der Kompaktklasse.

FRIEDHELM LOH GROUP



Größen und Einheiten

Länge	Meter m
Fläche	Quadratmeter m ² , 1 a = 100 m ² , 1 ha = 100 a, 1 km ² = 100 ha
Volumen	Kubikmeter m ³ , Liter l
Masse, Gewicht	Kilogramm kg; Gramm g; Tonne t
Kraft, Gewichtskraft	Newton N; 1 N = 1 kgm/s ²
Druck	Bar bar, Pascal Pa, 1 bar = 10 ⁵ Pa, 1 Pa = 1 N/m ²
Zeit	Sekunde s, Minute min, Stunde h, Tag d, Jahr a
Frequenz	Hertz Hz, 1 Hz = 1/s
Geschwindigkeit	Meter pro Sekunde m/s
Beschleunigung	Meter pro Sekunde im Quadrat m/s ²
Arbeit, Energie	Joule J, Wattsekunde Ws, Kilowattstunde kWh
Wärmemenge	1 J = 1 Ws = 1 Nm
Leistung	Watt W (Wirkleistung), 1 W = 1 Nm/s = 1 J/s Voltampere VA (Scheinleistung) Var var (Blindleistung)
Temperatur	Kelvin K, Grad Celsius °C, 0°C = 273,15 K
Temperaturdifferenz	1 K = 1°C
Lichtstärke	Candela
Leuchtdichte	Candela pro Quadratmeter cd/m ²
Lichtstrom	Lumen lm
Beleuchtungsstärke	Lux lx
Strom	Ampere A
Spannung	Volt V
Widerstand	Ohm Ω, 1 Ω = 1 V/A
Leitwert	Siemens S, 1 S = 1 $\frac{1}{\Omega}$
Elektrizitätsmenge	Coulomb C, Amperesekunden As, Amperestunden Ah, 1 C = 1 As
Kapazität	Farad F, 1 F = 1 As/V
Elektrische Feldstärke	Volt pro Meter V/m
Elektrische Flussdichte	Coulomb durch Quadratmeter C/m ²
Stromdichte	Ampere pro mm ² , A/mm ²
Magnetische Feldstärke	Ampere pro Meter A/m
Magnetischer Fluss	Weber Wb, Voltsekunde Vs, 1 Wb = 1 Vs
Magnetische Flussdichte	Tesla T, 1 T = 1 Vs/m ²
Induktion, Induktivität	Henry H, 1 H = 1 Vs/A

Basiseinheiten nach dem internationalen Einheitssystem sind das Meter m, das Kilogramm kg, die Sekunde s, das Ampere A, das Kelvin K, das Candela cd und das Mol mol. Von diesen Einheiten werden alle anderen Einheiten abgeleitet.

Basiseinheiten

1 Kilogramm (1 kg) ist die Masse des Internationalen Kilogrammprototyps, welcher im Bureau International des Poids et Mesures in Sèvres bei Paris aufbewahrt wird.

1 Meter (1 m) ist die Länge der Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer von $1/299\,792\,458$ Sekunden durchläuft.

1 Sekunde (1 s) ist das 9 162 631 770-fache der Periodendauer der dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturturniveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids ^{133}Cs entsprechenden Strahlung.

1 Kelvin (1 K) ist der 273,15-te Teil der thermodynamischen Temperatur des Tripelpunkt des Wassers.

1 Candela (1 cd) ist die Lichtstärke, mit welcher ein 600 000-ster Teil eines Quadratmeters der Oberfläche eines schwarzen Strahlers bei der Temperatur des bei dem Druck $101\,325\text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ erstarrenden Platins senkrecht zu seiner Oberfläche leuchtet.

1 Ampere (1 A) ist die Stärke eines zeitlich unveränderlichen Stromes, der durch zwei im Vakuum in 1 m Abstand parallel liegenden Leitern, von vernachlässigbar kleinem kreisförmigem Querschnitt fließend, zwischen diesen eine elektrodynamische Kraft von 1 N je m Leiterlänge hervorruft.

1 Mol (1 mol) ist die Stoffmenge eines Systems, das aus ebensoviel Einzelteilchen besteht, wie Atome in $12/1000$ Kilogramm des Kohlenstoffnuklids ^{12}C enthalten sind.

Abgeleitete Einheiten

1 Volt (1 V) ist die elektrische Spannung zwischen zwei Punkten eines fadenförmigen, homogenen, gleichmäßig temperierten Leiters, in dem bei einem Strom von 1 A zwischen den Punkten 1 W umgesetzt wird. Der Widerstand dieses Leiters ist 1 Ω .

1 Joule (1 J) ist gleich der Arbeit, die verrichtet wird, wenn der Angriffspunkt der Kraft 1 N in Richtung der Kraft um 1 m verschoben wird.

1 Watt (1 W) ist gleich der Leistung, bei der während der Zeit 1 s die Energie 1 J umgesetzt wird.

Allgemeine technische Größen

Internationales Einheitssystem (SI)

Basisgrößen Physikalische Größe	Symbol	SI-Basiseinheit	weitere SI-Einheiten
Länge	l	m (Meter)	km, dm, cm, mm, μm , nm, pm
Masse	m	kg (Kilogramm)	Mg, g, mg, μg
Zeit	t	s (Sekunde)	ks, ms, μs , ns
Elektrische Stromstärke	I	A (Ampere)	kA, mA, μA , nA, pA
Thermodynam. Temperatur	T	K (Kelvin)	–
Stoffmenge	n	mol (Mol)	Gmol, Mmol, Kmol, mmol, μmol
Lichtstärke	I_v	cd (Candela)	Mcd, kcd, mcd

Umrechnungsfaktoren für alte Einheiten in SI-Einheiten

Größe	alte Einheit	SI-Einheit genau	~
Kraft	1 kp	9,80665 N	10 N
	1 dyn	$1 \cdot 10^{-5}$ N	$1 \cdot 10^{-5}$ N
Kraftmoment	1 mkp	9,80665 Nm	10 Nm
Druck	1 at	0,980665 bar	1 bar
	1 Atm = 760 Torr	1,01325 bar	1,01 bar
	1 Torr	1,3332 mbar	1,33 mbar
	1 mWS	0,0980665 bar	0,1 bar
	1 mmWS	0,0980665 mbar	0,1 mbar
	1 mmWS	9,80665 Pa	10 Pa
Festigkeit, Spannung	$1 \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$	$9,80665 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$10 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Energie	1 mkp	9,80665 J	10 J
	1 kcal	4,1868 kJ	4,2 kJ
	1 erg	$1 \cdot 10^{-7}$ J	$1 \cdot 10^{-7}$ J
Leistung	$1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$	$4,1868 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$	$4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$
	$1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$	1,163 W	1,16 W
	1 PS	0,735499 kW	0,74 kW

Umrechnungsfaktoren

(Fortsetzung)

Größe	alte Einheit	SI-Einheit genau	~
Wärmedurchgangszahl	$1 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}}$	$4,1868 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^2 \text{ h K}}$	$4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{m}^2 \text{ h K}}$
	$1 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}}$	$1,163 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}}$	$1,16 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}}$

Kleine elektrotechnische Formelsammlung

Ohmsches Gesetz

$$U = R \cdot I \quad I = \frac{U}{R} \quad R = \frac{U}{I}$$

Leitungswiderstand

$$R = \frac{L}{\chi \cdot A} \quad R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

Kupfer: $\chi = 56 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$; $\frac{1}{\chi} = \rho = 0,0178 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

Aluminium: $\chi = 36 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$; $\frac{1}{\chi} = \rho = 0,0278 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

L = Länge des Leiters (m)
 χ = Leitfähigkeit ($\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$)

ρ = spez. Widerstand ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)
 A = Querschnitt des Leiters (mm^2)

Reihenschaltung



$$R_g = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Parallelschaltung

Für zwei Widerstände gilt

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

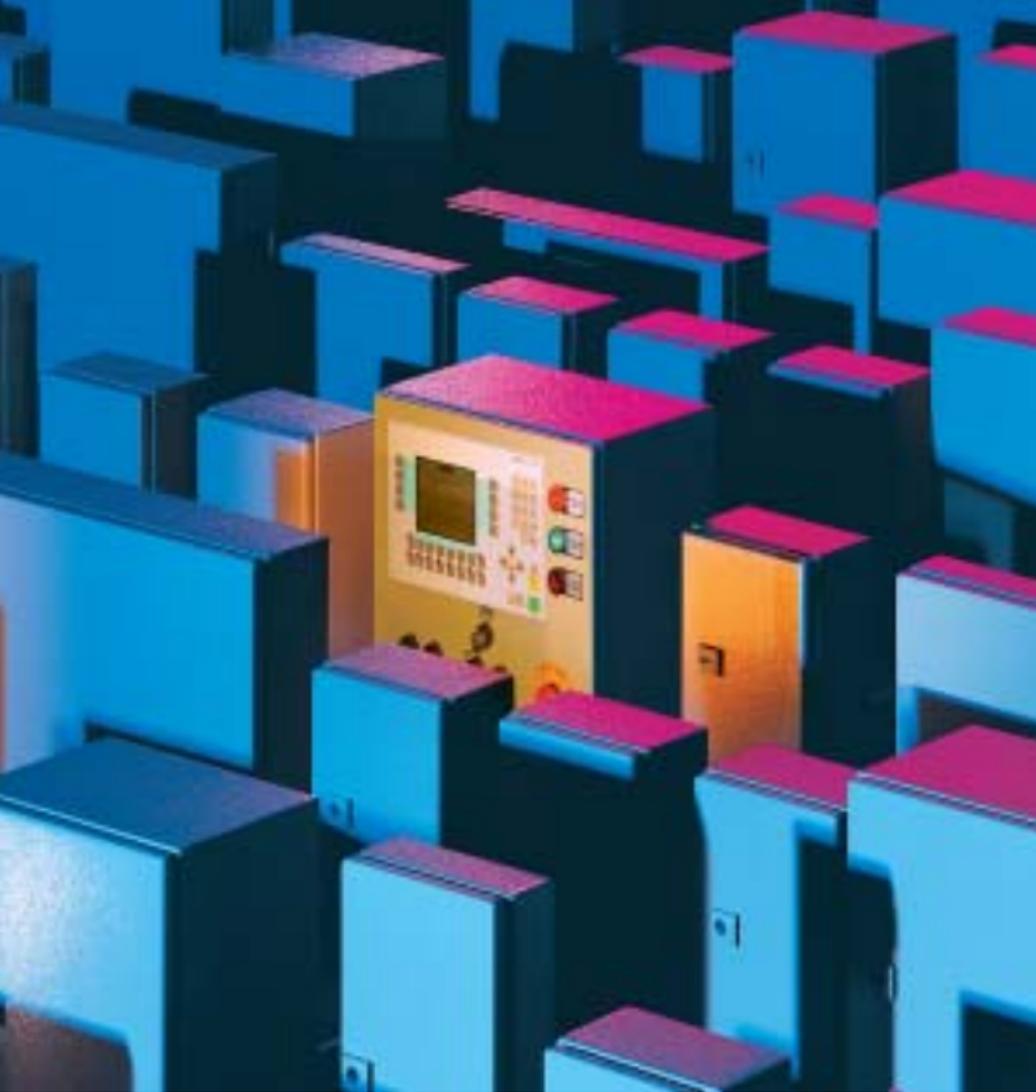
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Für drei und mehr Widerstände gilt

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + \dots$$

$$G = \frac{1}{R} \quad I_g = \sum I \quad I_g = U \cdot G$$



Rittal Kompakt-Schaltschränke AE

Das Original – millionenfach bewährt.

Top Qualität und attraktives Preis-/Leistungsverhältnis bei über 60 Maßvarianten und unschlagbarem Zubehör.

FRIEDHELM LOH GROUP





Grenzenlose Vielfalt . . .

Das sind die Merkmale des Rittal Angebots für die individuellen Systemlösungen an der Schnittstelle Mensch/Maschine, wie z. B. das Comfort-Panel.

Spannungsfall

Gleichstrom

$$U_v = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\chi \cdot A \cdot U}$$

$$U_v = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\chi \cdot A}$$

U_v = Spannungsfall

U = Netzspannung

A = Querschnitt

I = Gesamtstrom

P = Gesamtleistung

L = Länge des Leiters

χ = Leitfähigkeit

Wechselstrom

$$U_v = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\chi \cdot A \cdot U}$$

$$U_v = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\chi \cdot A}$$

Beispiel:

$L = 100 \text{ m}$

$A = 2,5 \text{ mm}^2$

$\chi = 56 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$

$I = 10 \text{ A}$

Drehstrom

$$U_v = \frac{L \cdot P}{\chi \cdot A \cdot U}$$

$$U_v = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\chi \cdot A}$$

$$U_v = \frac{2 \cdot 100 \cdot 10}{56 \cdot 2,5}$$

$$U_v = 14,3 \text{ V}$$

Widerstände im Wechselstromkreis

Der induktive Widerstand

$$X_L = \omega \cdot L \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$I = \frac{U}{X_L} \quad I = \frac{U}{\omega \cdot L}$$

X_L = induktiver Widerstand (Ω)

L = Induktivität (H)

I = Strom (A)

ω, f = Kreisfrequenz, Frequenz (1/s)

Der kapazitive Widerstand

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$I = \frac{U}{X_C}$$

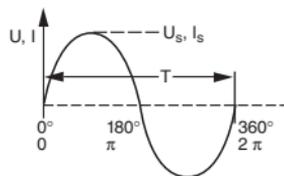
X_C = kapazitiver Widerstand (Ω)

C = Kapazität (F)

I = Strom (A)

ω, f = Kreisfrequenz, Frequenz (1/s)

Verschiedene Werte sinusförmiger Wechselgrößen



$$i = I_s \cdot \sin \omega t$$

$$u = U_s \cdot \sin \omega t$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

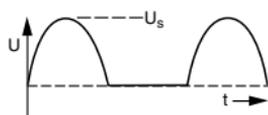
$$U_{\text{eff}} = \frac{U_s}{\sqrt{2}}$$

$$I_{\text{eff}} = \frac{I_s}{\sqrt{2}}$$

$$U_{\text{ar}} = 0,637 \cdot U_s$$

$$I_{\text{ar}} = 0,637 \cdot I_s$$

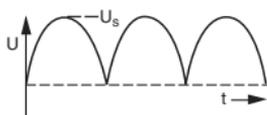
Spannungsverlauf



Einweggleichrichtung

$$U_{\text{ar}} = 0,318 \cdot U_s$$

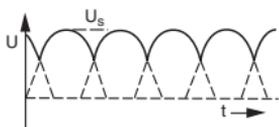
$$U_{\text{eff}} = 0,5 \cdot U_s$$



Zweiweggleichrichtung

$$U_{\text{ar}} = 0,637 \cdot U_s$$

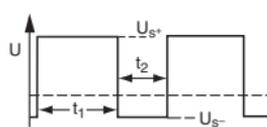
$$U_{\text{eff}} = 0,707 \cdot U_s$$



3-Phasen-Gleichrichtung

$$U_{\text{ar}} = 0,827 \cdot U_s$$

$$U_{\text{eff}} = 0,841 \cdot U_s$$



Rechteckiger Spannungsverlauf

$$U_{\text{ar}} = \frac{U_{s+} \cdot t_1 + U_{s-} \cdot t_2}{t_1 + t_2}$$

$$U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{U_{s+}^2 \cdot t_1 + U_{s-}^2 \cdot t_2}{t_1 + t_2}}$$

i, u = Momentanwerte (A, V)

I_s, U_s = Scheitelwerte (A, V)

$I_{\text{eff}}, U_{\text{eff}}$ = Effektivwerte (A, V)

$I_{\text{ar}}, U_{\text{ar}}$ = arithmetische Mittelwerte (A, V)

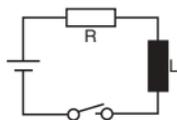
f = Frequenz (1/s)

ω = Kreisfrequenz (1/s)

T = Dauer einer Periode (s)

Ein- und Ausschaltvorgänge

mit Induktivitäten



$$\tau = \frac{L}{R}$$

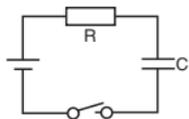
$$i = I \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

Strom nach dem Einschalten

$$i = I \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Strom nach dem Ausschalten

mit Kapazitäten



$$\tau = R \cdot C$$

$$i = I \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Ladestrom

$$u = U \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

Ladespannung

$$u = U \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Entladespannung

τ = Zeitkonstante (s)

u, i = Augenblickswerte von

t = Zeit (s)

Strom und Spannung (V, A)

e = Basis der natürlichen
Logarithmen

U, I = Anfangs- bzw. Endwerte von
Strom und Spannung (V, A)

Elektrische Leistung von Motoren

	Abgegebene Leistung	Stromaufnahme
Gleichstrom	$P_1 = U \cdot I \cdot \eta$	$I = \frac{P_1}{U \cdot \eta}$
Wechselstrom	$P_1 = U \cdot I \cdot \eta \cdot \cos \varphi$	$I = \frac{P_1}{U \cdot \eta \cdot \cos \varphi}$

P_1 = an der Welle des Motors abgegebene mechanische Leistung
lt. Leistungsschild

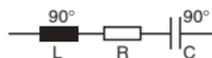
P_2 = aufgenommene elektrische Leistung

Wirkungsgrad $\eta = \frac{P_1}{P_2} \cdot (100 \%)$

$$P_2 = \frac{P_1}{\eta}$$

Resonanz im Wechselstromkreis

Reihenschwingkreis

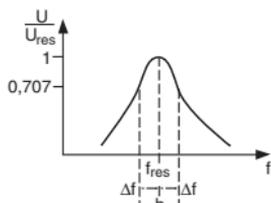


$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \sqrt{L \cdot C}}$$

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$b = \frac{f_{\text{res}}}{Q}; \quad b = \frac{R}{X_{\text{res}}} f_{\text{res}}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

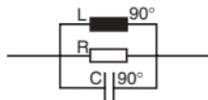


$$f_{\text{res}} = \text{Resonanzfrequenz (1/s)}$$

$$Q = \text{Kreiskgüte}$$

$$G = \frac{1}{R} = \text{Wirkleitwert}$$

Parallelschwingkreis

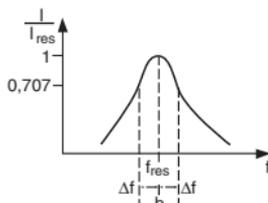


$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \sqrt{L \cdot C}}$$

$$Q = R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$b = \frac{f_{\text{res}}}{Q}; \quad b = \frac{G}{B_{\text{res}}} f_{\text{res}}$$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{G^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2}}$$



$$b = \text{Bandbreite}$$

$$Z = \text{Scheinwiderstand } (\Omega)$$

$$B = \text{Blindleitwert}$$

Elektrische Leistung

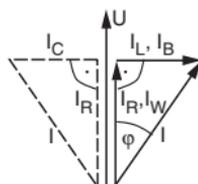
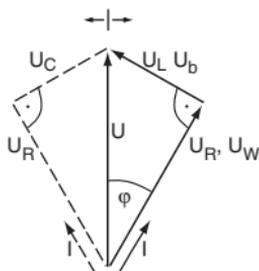
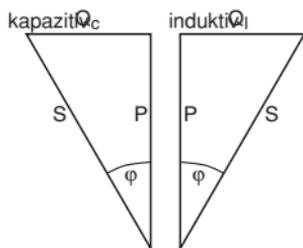
Gleichstrom

$$P = U \cdot I$$

Wechselstrom

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Berechnung der Leistung im Wechselstromkreis



$$P = S \cdot \cos \varphi$$

$$U_w = U \cdot \cos \varphi$$

$$I_w = I \cdot \cos \varphi$$

$$Q = S \cdot \sin \varphi$$

$$U_b = U \cdot \sin \varphi$$

$$I_b = I \cdot \sin \varphi$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$U = \sqrt{U_w^2 + U_b^2}$$

$$I = \sqrt{I_w^2 + I_b^2}$$

$$S = U \cdot I$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$\sin \varphi = \frac{X}{Z}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

S = Scheinleistung (VA)

X = Blindwiderstand

P = Wirkleistung (W)

U_w, U_b = Wirk-, Blindspannung (V)

Q = Blindleistung (VA)

I_w, I_b = Wirk-, Blindstrom (A)

Z = Scheinwiderstand (Ω)

$\sin \varphi, \cos \varphi$ = Leistungsfaktoren

R = Wirkwiderstand (Ω)

Wichtige Vorschriften und Normen für Schaltschränke

Rittal hat für die Idee der Standardisierung von Schaltschränken den Durchbruch im Markt geschaffen.

Mit maßlich festgelegten Modellen, die in Großserien äußerst rationell gefertigt werden, bietet Rittal erstaunliche Preisvorteile und eine beispiellose Lieferfähigkeit (über 100 gut bestückte Auslieferungslager weltweit).

Rittal Schaltschrank-Systeme – anwendungsfreundlich konstruiert, modern im Design – werden heute als die Schrittmacher der Branche bezeichnet. Zuverlässigkeit in der Qualität und technische Sicherheit nehmen im Rittal Leistungsspektrum den 1. Platz ein. Rittal Schaltschränke erfüllen alle einschlägigen Normen, Vorschriften und Richtlinien wie z. B.

DIN EN 62 208 Leergehäuse für Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen

IEC 60 297-2 Teilungsmaße für Schaltschränke

Blatt 1 – 3

DIN 41 488 Niederspannungs-Schaltanlagen

Teil 2

DIN 41 488 Hochspannungs-Schaltanlagen

Teil 3

DIN 41 494 Bauweise für elektronische Einrichtungen, Frontplatten und

Teil 1 Gestelle (Maße für 19"-System)

DIN 43 668 Schlüssel für Zellen oder Schranktüren von elektrischen Schaltanlagen (Doppelbart)

Größe 3: Niederspannungs-Anlagen

Größe 5: Hochspannungs- und Niederspannungs-Anlagen

DIN 7417 Dornschlüssel mit Innenvierkant, Größe 7 für Schiffsbau

DIN 43 656 Farben für elektrische Innenraum-Schaltanlagen

Das Energiewirtschaftsgesetz bestimmt: „**Elektrische Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräte sind ordnungsgemäß, d. h. nach den anerkannten Regeln der Technik, einzurichten und zu unterhalten. Als solche Regeln gelten die Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE).**“

Der Verbreitung und Vielfalt von Anlagen unter 1000 V entspricht die besondere Bedeutung von VDE 0100 „Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen unter

1000 V“. Zusätzlich zu beachten sind bei Starkstromanlagen die **Technischen Anschluss-Bedingungen (TAB) der Elektrizitäts-Versorgungs-Unternehmen (EVU)**, bei Fernmelde- und Antennenanlagen VDE 0800 Vorschriften für die Fernmeldeanlagen und VDE 0855 Bestimmungen für Antennenanlagen.

Neuanlagen sollen zukunftssicher und wirtschaftlich sein. Wichtige Hinweise hierzu finden sich außer in den Anschlussbedingungen in den vom

Deutschen Normen-Ausschuss (DNA) herausgegebenen Normblättern (**DIN**).



Rittal Electronic Systems

bietet Ihnen das „complete know-how“ im Bereich Electronic-Packaging. Auf hohem Niveau – bis Level 4. Komplette Lösungen für CPCI, VME, ATCA und MTCA.

Wichtige Vorschriften und Normen für Elektronikgehäuse und Elektronikschränke

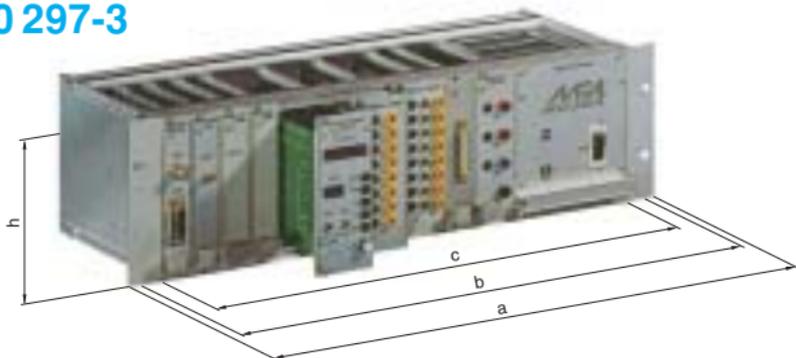
Die Grundlage für die 19"-Technik bietet die amerikanische Standard-Norm ASAC 83.9. Ihr entsprechen die DIN 41 494 Teil 1 und die IEC-Publikation 60 297. Aufbauend auf dieser Grundnorm sind einzelne Normblätter erschienen, die in entsprechender Reihenfolge zusammengestellt ein aufeinander abgestimmtes Baukastensystem mit den daraus folgenden maßlichen Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen. Von der kleinsten Einheit der Leiterplatte „Europakarte“ mit dem dazugehörigen Steckverbinder wird die Steckbaugruppe gebildet. Diese Steckbaugruppe wird in den Baugruppen-träger mit der dazugehörigen Frontplatte eingesetzt. Der Baugruppen-träger schließlich findet die Aufnahme im Elektronikgehäuse und Elektronik-schrank.

Baugruppen-träger und Baugruppen	DIN 41 494 Teil 2 IEC 60 297-3	Maße der Steck-Baugruppen, Einbauteilung und Federleisten
Frontplatten	DIN 41 494 Teil 2 IEC 60 297-3	Maß der Frontplatten und deren Befestigungsbohrungen, Abmessungen der Gestelle und der Befestigungsbohrungen für Frontplatten
Leiterplatten	DIN 41 494 Teil 2 IEC 60 297-3	Abmessungen der Leiterplatte
Steck-verbinder	DIN 41 494 Teil 4 IEC 60 603-2 DIN 41 611	Leiterplatte mit Steckverbinder, Einbaumaße für direktes und indirektes Stecken Lötfreie Verbindungen, Wickel-, Crimp-, Klammer-, Schneid-Klemm-Verbindungen

*) Verbindlich sind immer die jeweils in Kraft gesetzten Ausgaben der VDE-Bestimmungen und DIN-Blätter.
Zu beziehen sind:
VDE-Vorschriften: VDE-Verlag GmbH, 10625 Berlin, Bismarckstraße 33
DIN-Blätter: Beuth-Verlag GmbH, 10787 Berlin

Grundmaße des 19"-Aufbausystems

Baugruppenträger IEC 60 297-3



a) Außenmaß = 482,6 mm (19")

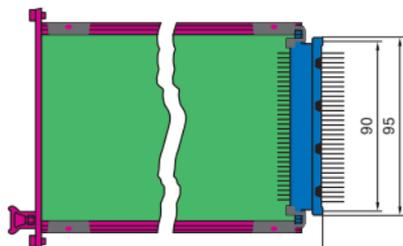
b) Befestigungslochabstand
= 465 mm

c) Einbauraum:
Teileinheiten: 84 TE =
84 x 5,08 mm (nutzbare Einbau-
breite im Baugruppenträger)

h) Höheneinheit: 3 HE =
3 x 44,45 mm (kleinstes Bau-
gruppenträgerhöhenmaß für
Leiterplatten/Europakarten)

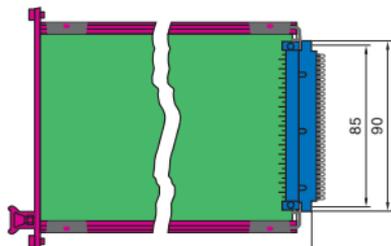
Steckbaugruppen

Steckverbinder nach DIN 41 626



Befestigungsebene
der Federleiste

Steckverbinder nach DIN 41 617



Befestigungsebene
der Stiftleiste

Beschreibung	Höhe	Tiefe
Europakarte	100 mm	160 mm
Doppelpackkarte	233,4 mm	160 mm



Rittal TopTherm PLUS

verkörpert Energieeffizienz und fortschrittlichste Nanotechnologie gepaart mit Funktionalität. Kühlleistung – effektiv erzeugt und gezielt verteilt. Design – Ästhetik mit Signalwirkung.

Auszug aus der VDE 0113-1/DIN EN 60 204-1

Sicherheit von Maschinen;

Elektrische Ausrüstung von Maschinen, allgemeine Anforderungen

5.2 Externer Schutzleiteranschluss

Eine Klemme für den Anschluss des externen Schutzleiters muss in der Nähe der zugehörigen Außenleiterklemmen vorgesehen sein.

Die Klemme muss so dimensioniert sein, dass sie den Anschluss eines äußeren Kupferleiters mit einem Querschnitt entsprechend nachfolgender Tabelle ermöglicht.

Wird ein Schutzleiter aus einem anderen Material als Kupfer verwendet, muss die Klemmgröße entsprechend gewählt werden.

Mindestquerschnitt des externen Schutzleiters aus Kupfer

Querschnitt S der Außenleiter für den Netzanschluss (mm ²)	Mindestquerschnitt des externen Schutzleiters (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Die Klemme für den externen Schutzleiter muss mit den Buchstaben „PE“ gekennzeichnet sein. Die Anwendung der Bezeichnung „PE“ ist auf die Klemme für den Anschluss des Schutzleitersystems der Maschine an den externen Schutzleiter des Netzanschlusses zu beschränken.

Um Missverständnisse zu vermeiden, dürfen andere Klemmen, die für den Anschluss von Maschinenteilen an das Schutzleitersystem verwendet werden, nicht mit „PE“ bezeichnet werden. Stattdessen sind sie durch das Symbol 417-IEC-5019 oder durch die Verwendung der Zweifarbenkombination GRÜN-GELB zu kennzeichnen.



6. Schutz gegen elektrischen Schlag

6.1 Allgemeines

Die elektrische Ausrüstung muss den Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag vorsehen, und zwar:

- gegen direktes Berühren und
- bei indirektem Berühren.

Dies muss durch die Anwendung der Schutzmaßnahmen entsprechend 6.2 und 6.3 erreicht werden. Bei Verwendung von PELV entsprechend 6.4 ist sowohl der Schutz gegen direktes Berühren als auch bei indirektem Berühren sichergestellt.

6.2 Schutz gegen direktes Berühren

Für jeden Stromkreis oder jeden Teil der elektrischen Ausrüstung müssen entweder die Maßnahmen nach 6.2.1 oder 6.2.2 und, falls zutreffend, 6.2.3 angewendet werden.

6.2.1 Schutz durch Gehäuse (Umhüllungen)

Aktive Teile müssen sich innerhalb von Gehäusen befinden, die den entsprechenden Anforderungen aus den Abschnitten 4, 13 und 16 genügen. Für leicht zugängliche obere Abdeckungen von Gehäusen ist mindestens der Schutzgrad gegen direktes Berühren IP 4X oder IP XXD zu erfüllen (siehe EN 60 529).

Das Öffnen eines Gehäuses (d. h. Öffnen von Türen, Entfernen von Deckeln, Abdeckungen und Ähnlichem) darf nur möglich sein, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- a) Verwendung eines Schlüssels oder Werkzeugs für den Zugang von Elektrofachkräften oder elektrotechnischen Personen, wenn es unangemessen ist, die Ausrüstung abzuschalten. Der Hauptschalter darf, wenn erforderlich, bei geöffneter Tür geschaltet werden.
- b) Trennung aktiver Teile innerhalb des Gehäuses, bevor das Gehäuse geöffnet werden kann.

Dies kann erreicht werden durch Verriegeln der Tür mit einem Trennschalter (z. B. Hauptschalter), so dass die Tür nur geöffnet werden kann, wenn der Trennschalter offen ist, und dass der Trennschalter nur eingeschaltet werden kann, wenn die Tür geschlossen ist. Es ist jedoch zulässig, dass durch eine Spezialeinrichtung oder ein Werkzeug, nach Vorgabe des Lieferanten, Elektrofachkräfte die Verriegelung aufheben können, vorausgesetzt, dass:

-
- es jederzeit möglich ist, den Trennschalter zu öffnen während die Verriegelung aufgehoben ist, und
 - beim Schließen der Tür die Verriegelung automatisch wieder wirksam wird.

Wenn mehr als eine Tür den Zugang zu aktiven Teilen ermöglicht, ist diese Forderung sinngemäß anzuwenden.

Alle Teile, die nach dem Trennen unter Spannung bleiben, müssen gegen direktes Berühren mindestens der Schutzart IP 2X oder IP XXB (siehe EN 60 529) entsprechen. Solche Teile müssen entsprechend 18.2 mit einem Warnschild gekennzeichnet sein.

Ausgenommen von dieser Regelung sind die Netzanschlussklemmen des Hauptschalters, wenn letztere für sich in einem getrennten Gehäuse untergebracht ist.

- c) Das Öffnen ohne die Verwendung eines Schlüssels oder Werkzeugs und ohne Abschalten der aktiven Teile darf nur möglich sein, wenn alle aktiven Teile mindestens entsprechend der Schutzart IP 2X oder IP XXB (siehe EN 60 529) gegen direktes Berühren geschützt sind. Falls Abdeckungen diesen Schutz bieten, dürfen sie entweder nur durch ein Werkzeug entfernt werden, oder alle durch sie geschützten aktiven Teile müssen automatisch abgeschaltet werden, wenn die Abdeckung entfernt wird.

8.2 Schutzleitersystem

8.2.1 Allgemeines

Das Schutzleitersystem besteht aus:

- der PE-Klemme (siehe 5.2);
- den leitfähigen Konstruktionsteilen der elektrischen Ausrüstung und der Maschine und
- den Schutzleitern in der Ausrüstung der Maschine.

Alle Teile des Schutzleitersystems müssen so ausgelegt sein, dass sie in der Lage sind, den höchsten thermischen und mechanischen Beanspruchungen durch Erdschlussströme standzuhalten, die in dem jeweiligen Teil des Schutzleitersystems fließen könnten.

Ein Konstruktionsteil der elektrischen Ausrüstung oder der Maschine kann als Teil des Schutzleitersystems verwendet werden, wenn der Querschnitt dieses Teiles elektrisch mindestens gleich dem Querschnitt des erforderlichen Kupferleiters ist.

8.2.2 Schutzleiter

Schutzleiter müssen in Übereinstimmung mit 15.2.2 gekennzeichnet sein. Es sollten Kupferleiter verwendet werden. Wird ein anderer Leiterwerkstoff anstelle von Kupfer verwendet, darf der elektrische Widerstand je Längeneinheit nicht den des zulässigen Kupferleiters überschreiten. Solche Leiter dürfen nicht kleiner als 16 mm^2 im Querschnitt sein.

Der Querschnitt von Schutzleitern muss in Übereinstimmung mit den Anforderungen von IEC 364-5-54, 543.1, oder EN 60 439-1,7.4.1.7, je nachdem, welche zutrifft, ermittelt werden.

Diese Anforderung ist in den meisten Fällen erfüllt, wenn das Verhältnis zwischen dem Querschnitt der Außenleiter und dem zugehörigen Schutzleiter, die mit dem Teil der Ausrüstung in Verbindung stehen, mit Tabelle 1 übereinstimmt.

8.2.3 Durchgehende Verbindung des Schutzleitersystems

Alle Körper der elektrischen Ausrüstung und der Maschine(n) müssen mit dem Schutzleitersystem verbunden sein.

Sind elektrische Betriebsmittel an Deckeln, Türen oder Abdeckplatten angebracht, muss die Durchgängigkeit des Schutzleitersystems sichergestellt sein. Dies darf nicht von Befestigungselementen, Scharnieren oder Tragschienen abhängig sein. Der (die) Schutzleiter muss (müssen) zu den Leitern, die die Ausrüstung versorgen, gehören.

Sind keine elektrischen Betriebsmittel an Deckeln, Türen oder Abdeckplatten befestigt oder nur PELV-Stromkreise vorhanden, werden die Metallscharniere oder ähnliches als ausreichend angesehen, um eine durchgehende Verbindung sicherzustellen.

Wird ein Teil aus irgendeinem Grund entfernt (z. B. normale Wartung), darf das Schutzleitersystem für die restlichen Teile nicht unterbrochen werden.

8.2.5 Teile, die nicht an das Schutzleitersystem angeschlossen werden müssen

Es ist nicht notwendig, Körper an das Schutzleitersystem anzuschließen, wenn diese so angebracht sind, dass sie keine Gefahr darstellen, weil:

- sie nicht großflächig berührt oder mit der Hand umfasst werden können und weil sie kleine Abmessungen haben (weniger als ungefähr $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$)
oder
- sie so angeordnet sind, dass eine Berührung mit aktiven Teilen oder ein Isolationsfehler unwahrscheinlich ist.

Dies trifft zu für kleine Teile wie Schrauben, Nieten und Bezeichnungsschilder und für Teile innerhalb von Gehäusen, ungeachtet ihrer Größe (z. B. Elektromagnete von Schützen oder Relais, mechanische Teile von Geräten).

8.2.7 Schutzleiter-Anschlusspunkte

Alle Schutzleiter müssen in Übereinstimmung mit 15.1.1 angeschlossen werden. Es ist nicht zulässig, Schutzleiter an Anschlusssteile anzuschließen, die benutzt werden, um Geräte oder Teile zu befestigen oder zu verbinden. Jeder Schutzleiter-Anschlusspunkt muss als solcher durch Verwendung des Symbols 417-IEC-5019 gekennzeichnet werden. Wahlweise können Klemmen für den Anschluss von Schutzleitern durch die Zweifarbenkombination GRÜN-GELB kenntlich gemacht werden. Die Buchstaben „PE“ sind für die Klemme zum Anschluss des externen Schutzleiters reserviert (siehe 5.2).

13.3 Schutzarten

Der Schutz von Schaltgeräten gegen Eindringen von festen Fremdkörpern und Flüssigkeiten muss angemessen sein, unter Berücksichtigung der äußeren Einflüsse, unter denen die Maschine voraussichtlich betrieben wird (d. h. der Aufstellungsort und die physikalischen Umgebungsbedingungen), und muss ausreichend sein gegen Staub, Kühlmittel, Metallspäne und mechanische Beschädigung.

Gehäuse von Schaltgeräten müssen mindestens die Schutzart IP 54 (siehe EN 60 529) haben.

Ausnahmen von dieser Forderung der Mindestschutzart sind:

- belüftete Gehäuse, die nur Motor-Anlasswiderstände, dynamische Bremswiderstände oder ähnliche Ausrüstung enthalten: IP 22;
- Motoren: IP 23;
- belüftete Gehäuse, die andere Ausrüstung enthalten: IP 33.

Die vorhergenannten sind Mindestschutzarten. Eine höhere Schutzart kann, abhängig von den Aufstellungsbedingungen, notwendig sein, z. B. Schaltgeräte an einem Aufstellungsort, der durch Wasserstrahl (abspritzend) gereinigt wird, sollten mit mindestens IP 66 geschützt werden.

Schaltgeräte, die feinem Staub ausgesetzt sind, müssen mit mindestens IP 65 geschützt werden.

13.4 Gehäuse, Türen und Öffnungen

Verschlüsse, die verwendet werden, um Türen und Abdeckungen zu sichern, sollten unverlierbar sein. Fenster, die zum Beobachten von innen eingebauten Anzeigeeinrichtungen vorgesehen sind, müssen aus einem Material sein, das geeignet ist, mechanischen Beanspruchungen und chemischen Einflüssen standzuhalten, z. B. gehärtetes Glas, Polycarbonatplatten (3 mm dick).

Es wird empfohlen, dass Gehäusetüren senkrechte Scharniere haben sollten, vorzugsweise solche, dass die Türen aushängbar sind. Der Öffnungswinkel sollte mindestens 95° sein. Die Türen sollten nicht breiter als 0,9 m sein.

Gehäuse, in die Personen leicht gänzlich eintreten können, müssen mit Mitteln versehen sein, die es ermöglichen zu entkommen, z. B. Paniksicherungen auf der Innenseite der Türen, Gehäuse, die für solchen Zugang vorgesehen sind, z. B. für Instandhaltung, müssen eine freie Breite von mindestens 0,7 m und eine freie Höhe von mindestens 2,0 m haben. In Fällen, bei denen:

- die Ausrüstung während des Zuganges höchstwahrscheinlich stromführend ist
und
 - leitfähige Teile freiliegend sind,
- muss die freie Breite mindestens 1,0 m sein. In Fällen, bei denen solche Teile auf beiden Seiten des Zugangsweges vorhanden sind, muss die freie Breite mindestens 1,5 m sein.

10.2 Drucktaster

10.2.1 Farben

Drucktaster-Bedienteile müssen entsprechend nachfolgender Tabelle farbig gekennzeichnet sein.

Die bevorzugten Farben für START/EIN-Bedienteile sollten WEISS, GRAU oder SCHWARZ, vorzugsweise WEISS sein. GRÜN darf, ROT darf nicht verwendet werden.

Die Farbe ROT muss für Not-Aus-Bedienteile verwendet werden. Die Farben für STOP/AUS-Bedienteile sollten SCHWARZ, GRAU oder WEISS, vorzugsweise SCHWARZ sein. ROT ist ebenfalls erlaubt. GRÜN darf nicht benutzt werden.

WEISS, GRAU und SCHWARZ sind die bevorzugten Farben für Drucktaster-Bedienteile, die wechselweise als START/EIN- und STOP/AUS-Drucktaster wirken. Die Farben ROT, GELB oder GRÜN dürfen nicht verwendet werden.

WEISS, GRAU und SCHWARZ sind die bevorzugten Farben für Drucktaster-Bedienteile, die einen Arbeitsvorgang bewirken, während sie betätigt sind und den Betrieb beenden, wenn sie losgelassen werden (z. B. Tippen). Die Farben ROT, GELB und GRÜN dürfen nicht verwendet werden.

Die Farbe GRÜN ist für Funktionen reserviert, die einen sicheren oder normalen Zustand anzeigen. Die Farbe GELB ist für Funktionen reserviert, die eine Warnung oder einen anormalen Zustand anzeigen.

Die Farbe BLAU ist für Funktionen von zwingender Bedeutung reserviert. Rückstell-Drucktaster müssen BLAU, WEISS, GRAU oder SCHWARZ sein. Falls sie auch als STOP/AUS-Taster wirken, werden die Farben WEISS, GRAU oder SCHWARZ bevorzugt, vorzugsweise SCHWARZ. GRÜN darf nicht benutzt werden.

Farbkennzeichnung für Drucktaster-Bedienteile und ihre Bedeutung

Farbe	Bedeutung	Erklärung	Anwendungsbeispiele
ROT	Notfall	Bei gefährlichem Zustand oder im Notfall betätigen	Not-Aus, Einleitung von Not-Aus-Funktionen siehe auch 10.2.1
GELB	Anormal	Bei anormalem Zustand betätigen	Eingriff, um anormalen Zustand zu unterdrücken. Eingriff, um einen unterbrochenen Ablauf wieder zu starten.
GRÜN	Sicher	Bei sicherer Bedingung betätigen oder um normalen Zustand vorzubereiten	Siehe 10.2.1
BLAU	Zwingend	Bei Zustand betätigen, der zwingende Handlung erfordert	Rückstellfunktion
WEISS	Keine spezielle Bedeutung zugeordnet	Für allgemeine Einleitung von Funktionen außer Not-Aus (siehe auch Anmerkung)	START/EIN (bevorzugt) STOP/AUS
GRAU			START/EIN STOP/AUS
SCHWARZ			START/EIN STOP/AUS (bevorzugt)

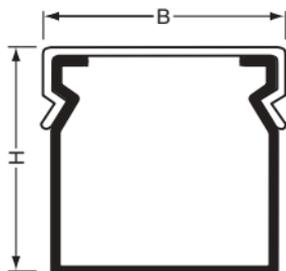
Anmerkung: Wird eine zusätzliche Maßnahme der Kennzeichnung (z. B. Struktur, Form, Lage) zum Kennzeichnen von Drucktaster-Bedienteilen verwendet, dürfen dieselben Farben WEISS, GRAU oder SCHWARZ für verschiedene Funktionen verwendet werden, z. B. WEISS für START/EIN- und STOP/AUS-Bedienteile.

10.2.2 Kennzeichnung

Zusätzlich zu der in 18.3 beschriebenen, funktionellen Kennzeichnung wird empfohlen, Drucktaster mit Symbolen neben oder vorzugsweise direkt auf dem Bedienteil zu kennzeichnen, z. B.:

START oder EIN	STOP oder AUS	Drucktaster, die wahlweise als START- und STOP- oder EIN- und AUS- Taster wirken	Drucktaster, die eine Bewegung bewirken, wenn sie betätigt werden und die Bewegung anhalten, wenn sie losgelassen werden (d. h. Tippen)
417-IEC-5007	417-IEC-5008	417-IEC-5010	417-IEC-5011
	○	⓪	⊕

Elektro-Verdrahtungs-System
Leitungen in Kabelkanälen



Maße Kabelkanal		ausreichend für n-Drähte z. B. HO 7 V-U/R/k		
H mm	B mm	1 mm ²	1,5 mm ²	2,5 mm ²
18	19	21	19	14
23	31	45	36	29
32	18	36	32	23
33	30	63	55	41
34	46	100	87	65
44	19	53	46	34
44	30	84	73	53
44	45	126	110	79
45	67	193	168	120
45	86	247	216	155
45	126	360	315	225
63	19	76	67	48
65	30	124	109	81
65	46	191	167	124
65	66	274	240	178
65	86	357	313	232
65	107	445	389	289
65	126	524	458	340
65	156	576	504	374
65	206	768	672	498
85	31	168	147	109
85	47	255	226	166
85	67	364	322	236
85	87	473	418	307
85	107	581	514	377
85	127	690	610	448

Gemäß VDE 0113/EN 60 204 Teil 1 müssen 30 % als Platzreserve frei bleiben.

Maximal zulässige Gesamtausschaltzeit von Kurzschlusschutzeinrichtungen für Kupferleiter und Nennstromstärken genormter Sicherungen

Nennquerschnitt der Leitung	kleinster Kurzschlussstrom I_m	größte zulässige Gesamtausschaltzeit t	Nennströme von Sicherungen entsprechend IEC 269		
			gll	gl	aM
mm ²	A	s	A	A	A
0,196 ¹⁾	50	0,20	6	4	2
0,283 ²⁾	70	0,21	8	6	4
0,5	120	0,23	12	10	8
0,75	180	0,23	16	12	12
1	240	0,23	25	20	16
1,5	310	0,30	32	25	20
2,5	420	0,46	40	40	32
4	560	0,66	50	50	40
6	720	0,90	80	80	63
10	1000	1,3	100	100	100
16	1350	1,8	–	160	125
25	1800	2,5	–	200	200
35	2200	3,3	–	250	250
50 ³⁾	2700	4,5	–	315	315
70	3400	5	–	400	400
95	4100	5	–	500	400
120	4800	5	–	500	500
150	5500	5	–	630	630
185	6300	5	–	630	630
240	7400	5	–	800	800

¹⁾Nenndurchmesser 0,5 mm
²⁾Nenndurchmesser 0,6 mm
³⁾Tatsächlicher Querschnitt 47 mm²

Schutzart nach DIN EN 50 102, Schutz gegen äußere mechanische Beanspruchungen (IK-Code)

- 1. Norminhalt ist**
- a) die Definition für Schutzgrade gegen schädliche Auswirkungen mechanischer Beanspruchungen innerhalb des Gehäuses eingebauter elektrischer Betriebsmittel,
 - b) die Bezeichnung für die Schutzgrade,
 - c) die Anforderungen für jede Bezeichnung,
 - d) durchzuführende Prüfungen.

2. Aufbau des IK-Codes



3. Anwendung

Der angegebene Wert (Schutzgrad) muss für das gesamte Gehäuse gelten. Bei unterschiedlichen Schutzgraden am Gehäuse müssen diese separat bezeichnet werden (z. B. PS-Schrank mit Acrylglasichttür).

IK-Code	Beanspruchungsenergie (Joule)	Fallhöhe (cm)	Prüfkörper
01	0,15	–	Federhammer
02	0,20	–	Federhammer
03	0,35	–	Federhammer
04	0,50	–	Federhammer
05	0,70	–	Federhammer
06	1,00	–	Federhammer
07	2,00	40,0	Hammer, Masse 0,5 kg
08	5,00	29,5	Hammer, Masse 1,7 kg
09	10,00	20,0	Hammer, Masse 5,0 kg
10	20,00	40,0	Hammer, Masse 5,0 kg

4. Beurteilung

Nach der Prüfung muss der Prüfling voll funktionsfähig sein. Insbesondere darf die Schutzart nach EN 60 529 nicht beeinträchtigt werden (z. B. Scharnier wird verbogen, Dichtung zerschnitten, Spalt entsteht bei kraftschlüssigen Verbindungen oder ähnliches).

Die Sicherheit und Zuverlässigkeit darf nicht beeinträchtigt werden.

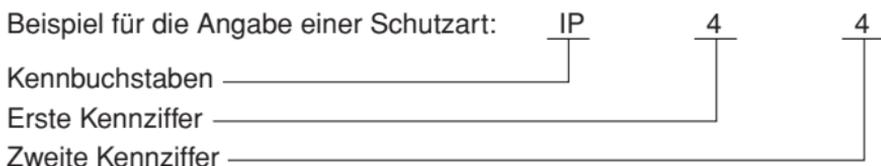
Schutzarten nach DIN EN 60 529

Die Norm EN 60 529 behandelt den Schutz von elektrischen Betriebsmitteln durch Gehäuse, Abdeckungen und dergleichen und umfasst u. a.:

1. Schutz von Personen gegen Berühren unter Spannung stehender oder sich bewegender Teile innerhalb der Gehäuse und Schutz der Betriebsmittel gegen Eindringen von festen Fremdkörpern (Berührungs- und Fremdkörperschutz).
2. Schutz der Betriebsmittel gegen Eindringen von Wasser (Wasserschutz).
3. Kurzzeichen für die international vereinbarten Schutzarten und die Schutzgrade.

Die Schutzarten werden durch ein Kurzzeichen angegeben, das sich aus den zwei stets gleichbleibenden Kennbuchstaben IP und zwei Kennziffern für den Schutzgrad zusammensetzt.

Beispiel für die Angabe einer Schutzart:



Für Berührungs- und Fremdkörperschutz

Erste Kennziffer	Schutzumfang	
	Benennung	Erklärung
0	Nicht geschützt	–
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper 50 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 50 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen.*) Der gegliederte Prüffinger darf bis zu einer Länge von 80 mm eindringen.
2	Geschützt gegen feste Fremdkörper 12,5 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 12,5 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen.*)
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper 2,5 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 2,5 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen.*)
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper 1,0 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 1,0 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen.*)
5	Staubgeschützt	Eindringen von Staub ist nicht vollständig verhindert, aber Staub darf nicht in einer solchen Menge eindringen, dass das zufriedenstellende Arbeiten des Gerätes oder die Sicherheit beeinträchtigt wird.
6	Staubdicht	Kein Eindringen von Staub, bei einem Unterdruck von 20 mbar im Gehäuse.

*) Anmerkung: Der volle Durchmesser der Objektsonde darf nicht durch die Öffnung des Gehäuses hindurchgehen.



Rittal Rückkühlanlagen

überzeugen bei der Abführung hoher Wärmelasten in der Schaltschrank-, Maschinen- und Prozesskühlung.



CS Outdoor Solutions – perfekter Schutz in jeder Umgebung

- Seriengehäuse – direkt ab Lager lieferbar.
- Riesiges Zubehörprogramm für alle IE- und IT-Anwendungen.

Für Wasserschutz

Zweite Kennziffer	Schutzumfang	
	Benennung	Erklärung
0	Kein Schutz	Kein besonderer Schutz
1	Geschützt gegen Tropfwasser	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben.
2	Geschützt gegen Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben, wenn das Gehäuse um einen Winkel bis zu 15° beiderseits der Senkrechten geneigt ist.
3	Geschützt gegen Sprühwasser	Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädlichen Wirkungen haben.
4	Geschützt gegen Spritzwasser	Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädlichen Wirkungen haben.
5	Geschützt gegen Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben.
6	Geschützt gegen starkes Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben.
7	Geschützt gegen die Wirkungen beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse unter genormten Druck- und Zeitbedingungen zeitweilig in Wasser untergetaucht ist.
8	Geschützt gegen die Wirkungen beim dauernden Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse dauernd unter Wasser getaucht ist unter Bedingungen, die zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden müssen. Die Bedingungen müssen jedoch schwieriger sein als für Kennziffer 7.

Zweite Kennziffer	Schutzumfang	
	Benennung	Erklärung
9K	Geschützt gegen Eindringen von Wasser beim Reinigungsvorgang mit Hochdruck-/Dampfstrahlreinigung	Anmerkung: aus DIN 40 050 Teil 9 (Nationale Norm) Schutzarten bei Fahrzeugen.

Grundlagen und Fakten zum Explosionsschutz

In vielen industriellen Arbeitsgebieten der Chemischen und Petrochemischen Industrie, aber auch in Mühlenbetrieben, bei der Deponiegasgewinnung oder im Bergbau finden sich Bereiche, in denen selten, gelegentlich oder oft Gemische aus brennbaren Stoffen und Sauerstoff auftreten.

Zoneneinteilung

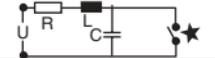
Bereiche, in denen eine gefährliche, explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, werden nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieser Ex-Atmosphäre in Zonen eingeteilt. Im Falle von Gasatmosphären erfolgt eine Einteilung in die Zonen 0, 1 und 2; bei Staubatmosphären wird in die Zonen 20, 21 und 22 eingeteilt.

Zone		Definition	Richtwerte (nicht normiert)
0	20	Gefahr ständig oder langfristig oder häufig	> 1000 h/a
1	21	Gefahr gelegentlich	zwischen 10 und 1000 h/a
2	22	Gefahr selten	< 10 h/a

Besteht gleichzeitig die Notwendigkeit, an solchen Orten elektrische Betriebsmittel zu installieren, so müssen diese so ausgeführt sein, dass eine Zündung und damit Explosion der Gemische verhindert wird. Maßnahmen, die das Auftreten explosionsfähiger Atmosphären verhindern sollen, werden primäre Explosionsschutzmaßnahmen genannt.

Zündschutzarten

Wenn es nicht möglich ist, durch primäre Explosionsschutzmaßnahmen das Vorhandensein einer explosionsfähigen Atmosphäre auszuschließen, greifen die sekundären Schutzmaßnahmen. Diese Maßnahmen verhindern die Zündung dieser Atmosphäre auf unterschiedliche Art und Weise und werden durch die Zündschutzarten beschrieben.

	Zündschutzart	Anwendungsbereich (Auswahl)	Norm
	Anforderungen		DIN EN 60 079
	Öl-kapselung	o Elektronik, Trafos, Kondensatoren, Relais	DIN EN 50 015
	Sand-kapselung	q Elektronik, Trafos, Kondensatoren, Relais	DIN EN 50 017
	Verguss-kapselung	m Elektronik, Trafos, Kondensatoren, Relais	DIN EN 60 079-18
	Überdruck-kapselung	p Maschinen, Motoren, Schaltschränke	DIN EN 60 079-2
	Druckfeste Kapselung	d Motoren, Schaltgeräte, Leistungselektronik	DIN EN 60 079-1
	Erhöhte Sicherheit	e Klemmen, Gehäuse, Leuchten, Motoren	DIN EN 60 079-7
	Eigen-sicherheit	i* Elektronik, MSR	DIN EN 50 020
	„Nicht zündend“	n** Motoren, Gehäuse, Leuchten, Elektronik	DIN EN 60 079-15
	Sonder-schutz	s Sensorik, Über-spannungsschutz	keine

* ia Einsatz in Zone 0, 1, 2

ib Einsatz in Zone 1, 2

** Einsatz in Zone 2

Einfache elektrische Betriebsmittel in eigensicheren Stromkreisen: Hierzu gehören Energiequellen, die nicht mehr als 1,5 V, 100 mA und 25 mW erzeugen, sowie Energiespeicher mit genau festgelegten Kennwerten und passive Bauelemente wie Schalter, Verteilerkästen, Klemmen etc. Diese einfachen elektrischen Betriebsmittel müssen der Norm DIN EN 50 020 entsprechen und benötigen keine Zulassung.

Kennzeichnung explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel nach DIN EN 60 079

Ausführungsbezeichnungen nach EN 50 014



EEEx

e

II

C

T6

Baumustergeprüft nach EG RL 94/9 (ATEX 100a) bzw. EN 50 014 A1

Symbol für elektrische Betriebsmittel, die nach Europäischen Normen gebaut sind

Angewendete Zündschutzart

o = Ölkapselung

p = Überdruckkapselung

q = Sandkapselung

d = druckfeste Kapselung

e = erhöhte Sicherheit

i = Eigensicherheit (ia, ib)

Kategorie „ia“	Kategorie „ib“
Beim Auftreten von zwei unabhängigen Fehlern muss die Eigensicherheit sichergestellt sein; Zone 0: Vermeidung von Zündquellen bei seltenen Betriebsstörungen	Beim Auftreten eines Fehlers muss die Eigensicherheit sichergestellt sein; Zone 1: Vermeidung von Zündquellen bei häufigen Betriebsstörungen

Einsatzbereich (Gruppe)

I = Schlagwetterschutz/Bergwerke **II** = Explosionsschutz, Sonstige

Für Zündschutzarten d und i eine weitere Unterteilung in Gerätegruppen IIA bis IIC nach Zündenergie.

CENELEC Kennzeichnung	Typisches Gas	Zündenergie/μJ
I	Methan	280
IIA	Propan	> 180
IIB	Ethylen	60 ... 180
IIC	Wasserstoff	< 60

Temperaturklasse

T1 = > 450 °C Zündtemperatur, 450 °C

T2 = > 300 °C Zündtemperatur, 300 °C

T3 = > 200 °C Zündtemperatur, 200 °C

T4 = > 135 °C Zündtemperatur, 135 °C

T5 = > 100 °C Zündtemperatur, 100 °C

T6 = > 85 °C Zündtemperatur, 85 °C

Höchste Oberflächentemperatur für elektrische Betriebsmittel der Gruppe II

Zusätzliche Kennzeichnung nach EG RL 94/9 (ATEX 100a) bzw. DIN EN 60 079

Baumustergeprüft nach EG RL 94/9
(ATEX 100a) bzw. DIN EN 60 079



0102

II (1) G

Prüfstellen (Auszug) in Europa und
Nordamerika

Prüfstelle	Land	Kennung
PTB	Deutschland	0102
DMT (BVS)	Deutschland	0158
DQS	Deutschland	0297
BAM	Deutschland	0589
EECS (BASEEFA)	Großbritannien	0600
SCS	Großbritannien	0518
INERIS	Frankreich	0080
LCIE	Frankreich	0081
LOM	Spanien	0163
KEMA	Niederlande	0344
CESI	Italien	
INIEX	Belgien	
DEMKO	Dänemark	
NEMKO	Norwegen	
UL	USA	–
FM	USA	–
CSA	Kanada	–

Einsatzbereich

Betriebsmittel, die nach der ATEX-100a-Richtlinie zertifiziert sind, erhalten eine zusätzliche Kennzeichnung, die den Einsatzort beschreibt (bzw. bei zugehörigen elektrischen Betriebsmitteln erklärt, wohin die Signalleitungen führen dürfen). Zunächst erscheint die Gerätegruppe, dann die Kategorie und schließlich der Hinweis auf die Atmosphäre (Gas und/oder Staub). Für die Gerätegruppe II gilt folgende Kategorie-einteilung:

Sicherheits- maß	Kategorie 1 Sehr hoch		Kategorie 2 Hoch		Kategorie 3 Normal	
	Ausreichende Sicherheit	durch 2 Schutzmaß- nahmen/bei 2 Fehlern	bei häufigen Geräte- störungen/bei 1 Fehler		bei störungsfreiem Betrieb	
Einsatz in	Zone 0	Zone 20	Zone 1	Zone 21	Zone 2	Zone 22
Atmosphäre	G (Gas)	D (Staub)	G (Gas)	D (Staub)	G (Gas)	D (Staub)

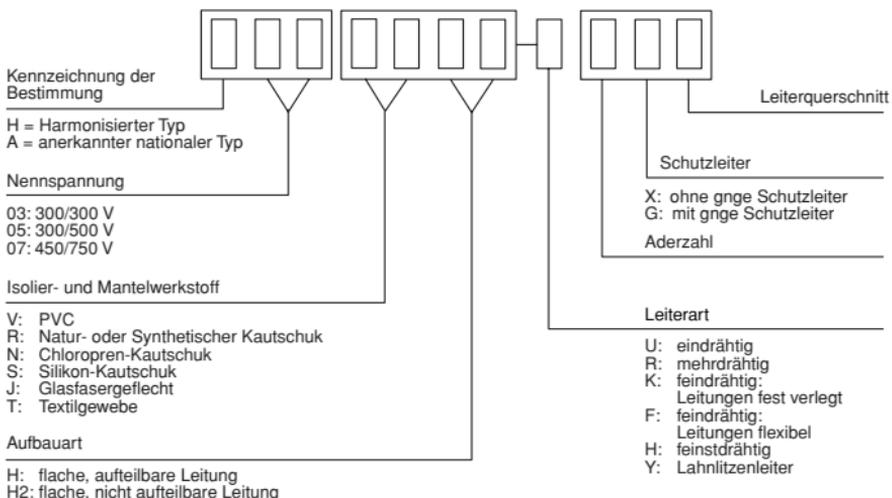
Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe (Auswahl)

Stoffbezeichnung	Zündtemperatur °C	Temperaturklasse	Explosionsgruppe
Acetaldehyd	140	T 4	II A
Aceton	540	T 1	II A
Schwefelkohlenstoff	95	T 6	II C (1)
Schwefelwasserstoff	270	T 3	II B
Wasserstoff	560	T 1	II C (2)
Ethylen	425	T 2	II B
Ethylenoxid	440	T 2	II B
Benzine, Ottokraftstoffe Siedebeginn < 135°C	220 bis 300	T 3	II A
Spezialbenzine Siedebeginn > 135°C	220 bis 300	T 3	II A
Benzol (rein)	500	T 1	II A
Dieselmotorkraftstoffe DIN EN 590: 2004	220 bis 300	T 3	II A
Düsenmotorkraftstoffe	220 bis 300	T 3	II A
Heizöl EL DIN 51 603-1 2003-09	220 bis 300	T 3	II A
Heizöl L DIN 51 603-2 1992-04	220 bis 300	T 3	II A
Heizöle M und S DIN 51 603-3 2003-05	220 bis 300	T 3	II A

Isolierte Starkstromleitungen nach VDE 0281 und 0282 – Harmonisierte Ausführung –

Für PVC- und gummiisolierte Starkstromleitungen sind, unter der Bezeichnung DIN 57 821/VDE 0281 für Starkstromleitungen mit einer Isolierung aus thermoplastischem Kunststoff auf der Basis von PVC und DIN 57 282/VDE 0282 für Starkstromleitungen mit einer Isolierung aus Gummi, Vorschriften mit der europäischen Normung harmonisiert. Die harmonisierten Leitungstypen erhalten harmonisierte Typenkurzzeichen nach VDE 0292. Dies gilt auch für die zusätzlich anerkannten nationalen Typen, die eine Erweiterung der harmonisierten Typenreihen darstellen. Für die von der Harmonisierung nicht erfassten nationalen Typen gelten die bisher üblichen Typenkurzzeichen nach VDE 0250.

Typenkurzzeichen der harmonisierten Starkstromleitungen:



Brennbarkeitstest für Kunststoffe nach UL 94

Test:

Die Flamme wird 10 Sekunden auf das Prüfteil gerichtet, abgezogen und anschließend die Zeit bis zum Verlöschen aller Flammen vermerkt. Die Flamme wird dann weitere 10 Sekunden lang auf das Prüfteil gerichtet. Der Versuch wird an 5 Prüfteilen durchgeführt. Die Durchschnittswerte der 5 Versuche werden ermittelt.

Die Werkstoffe erhalten folgende Einstufungen:

94 V-0: Das Prüfteil verlöscht im Durchschnitt innerhalb von 5 Sekunden. Kein Prüfteil brennt länger als 10 Sekunden. Kein Prüfteil verliert brennende Teilchen.

94 V-1: Die Prüfteile verlöschen innerhalb von 25 Sekunden. Kein Prüfteil brennt länger als 60 Sekunden. Kein Prüfteil verliert brennende Teilchen.

94 V-2: Wie 94 V-1, jedoch verlieren die Prüfteile brennende Teilchen während des Versuches.

Kunststoffisolierte Leitungen nach DIN VDE 298-4 2003-08 T4 2/89

Bezeichnung nach VDE 0281 bzw. VDE 0282	Typenkurzzeichen	Nennspannung U _o /U	Aderzahl	Nennquerschnitt	geeignet für
Leichte Zwillingsleitung	H03VH-Y	300/300	2	0,1	trockene Räume zum Anschluss leichter Handgeräte (nicht Warmgeräte); max. 1 A und höchstens 2 m Leitungslänge
Zwillingsleitung	H03VH-H	300/300	2	0,5 u. 0,75	trockene Räume bei sehr geringen mechanischen Beanspruchungen (nicht Warmgeräte)
Leichte PVC-Schlauchleitung (rund)	H03VV-F	300/300	2 u. 3	0,5 u. 0,75	trockene Räume bei geringen mechanischen Beanspruchungen (leichte Handgeräte)
Leichte PVC-Schlauchleitung (flach)	H03VVH2-F	300/300	2	0,75	trockene Räume bei geringen mechanischen Beanspruchungen
Mittlere PVC-Schlauchleitung	H05VV-F	300/500	2...5	1...2,5	trockene Räume bei mittleren mech. Beanspruchungen, für Hausgeräte auch in feuchten Räumen
PVC-Verdrahtungsleitung mit eindrähigem Leiter	H05V-U	300/500	1	0,5...1	Verdrahtung in Schaltanlagen, Verteilungen und Leuchten
PVC-Verdrahtungsleitung mit feindrähigem Leiter	H05V-K	300/500	1	0,5...1	Verdrahtung in Schaltanlagen, Verteilungen und Leuchten
PVC-Aderleitung mit eindrähigem Leiter	H07V-U	450/750	1	1,5...16	Verdrahtung in Schaltanlagen und Verteilungen
PVC-Aderleitung mit mehrdräht. Leiter	H07V-R	450/750	1	6...500	Verdrahtung in Schaltanlagen und Verteilungen
PVC-Aderleitung mit feindräht. Leiter	H07V-K	450/750	1	1,5...240	Verdrahtung in Schaltanlagen und Verteilungen

Gummiisolierte Leitungen

Wärmebeständige Silikon-Gummi-aderleitung	H05SJ-K	300/500	1	0,5...16	Leuchten und Betriebsmittel sowie in Schalt- und Verteilungsanlagen
Gummi-ader-schnüre	H03RT-F	300/300	2+	0,75...1,5	trockene Räume bei geringen mechanischen Beanspruchungen
Leichte Gummi-schlauch-leitung	H05RR-F	300/500	2...5	0,75...2,5	für Hausgeräte bei mittleren mechanischen Beanspruchungen
Schwere Gummi-schlauch-leitung	H07RN-F	450/750	1 2+5 3+4	1,5...400 1...25 1...95	trockene und feuchte Räume sowie im Freien für schwere Geräte bei hohen mechanischen Beanspruchungen sowie im Nutzwasser

Farbkennzeichnung von Leitern

grün-gelb: Schutzleiter (PE) und Nullleiter (PEN). Die Farbe grün-gelb darf für keinen anderen Leiter verwendet werden.

blau: Mittelleiter
schwarz: empfohlen für Anlagen mit einadrigen Leitungen.

braun: empfohlen für Anlagen, in denen eine Leitungsgruppe von einer anderen unterschieden werden soll.

Zuordnung zwischen verschiedenen Leiterkennzeichnungen

Leiterbezeichnung	Buchst., Ziffern	Bildzeichen	Farben	
Wechselstrom-netz	Außenleiter 1	L1	–	
	Außenleiter 2	L2	–	
	Außenleiter 3	L3	–	
	Mittelleiter	N	blau	
Gleichstrom-netz	Positiv	L+	+	–
	Negativ	L–	–	–
	Mittelleiter	M		blau
Schutzleiter	PE		grün-gelb	
Nullleiter (Mittelleiter mit Schutzfunktion)	PEN		grün-gelb	
Erde	E		–	
Masse	MM	⊥	–	

Kurzzeichen für Farben

Farbe	grüngelb	blau	schwarz	braun	rot	grau	weiß
Kurzzeichen nach DIN IEC 60 757	GNYE	BU	BK	BN	RD	GY	WH
Kurzzeichen alt nach DIN 47 002	gnge	bl	sw	br	rt	gr	ws

Außendurchmesser von Leitungen und Kabeln

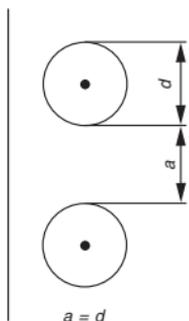
Leitung	Querschnitt [mm ²]	Mittelwert Außendurchmesser	
		Mindestwert [mm]	Höchstwert [mm]
H03VV-F	2 x 0,5	4,8	6,0
	2 x 0,75	5,2	6,4
	3 x 0,5	5,0	6,2
	3 x 0,75	5,4	6,8
	4 x 0,5	5,6	6,8
	4 x 0,75	6,0	7,4
H05VV-F	2 x 4	10,0	12,0
	3 G 4	11,0	13,0
	3 x 4	11,0	13,0
	5 G 4	13,5	15,5
	5 x 4	13,5	15,5
H07RN-F	3 x 70	39,0	49,5
	3 x 95	44,0	54,0
	3 x 120	47,5	59,0
	3 x 150	52,5	66,5
	6 x 1,5	14,0	17,0
	6 x 2,5	16,0	19,5
	6 x 4	19,0	22,0
H05SJ-K	1 x 0,5	3,4	
	1 x 0,75	3,6	
	1 x 1,0	3,8	
	1 x 1,5	4,3	
	1 x 2,5	5,0	
	1 x 4,0	5,6	
	1 x 6,0	6,2	
	1 x 10,0	8,2	

Strombelastbarkeit von Leitungen bei Umgebungstemperatur $\vartheta_U = 30^\circ\text{C}$
Belastbarkeit flexibler Leitungen mit $U_n \leq 1000\text{ V}$

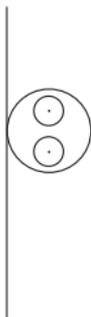
Anzahl stromführender Leiter Verlegungsart	ϑ_B in $^\circ\text{C}$ Isolierwerkstoff	Bauart-Kurzzeichen Beispiele	Belastung in A bei einem Nennquerschnitt in mm^2												
			0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95
1 V1	70 Polyvinylchlorid	H05V-U H07V-U H07V-K NFYW	15	19	24	32	42	54	73	98	129	158	198	245	292
2 oder 3 V2, V3	60 Naturkautschuk, synthetischer Kautschuk	H05RND5-F H07RND5-F NMHVöu NSHCöu	12	15	18	26	34	44	61	82	108	135	168	207	250
2 oder 3 V2, V3	70 Polyvinylchlorid	H05VVH6-F H07VVH6-F NYMHYV NYSLYö	12	15	18	26	34	44	61	82	108	-	-	-	-

Belastbarkeit flexibler Leitungen mit $U_n > 0,6\text{ kV/1 kV}$

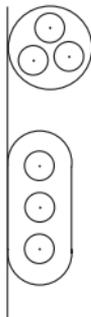
Anzahl der belasteten Adern Nennspannung Verlegeart	ϑ_B in $^\circ\text{C}$ Isolierwerkstoff	Bauart-Kurzzeichen Beispiele	Belastung in A bei einem Nennquerschnitt in mm^2												
			2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
3 $\leq 6\text{ kV/10 kV}$ V2	80 Ethylenpropylen-Kautschuk	NSSHöu	30	41	53	74	99	131	162	202	250	301	352	404	461
3 $\geq 6\text{ kV/10 kV}$ V2	80 Ethylenpropylen-Kautschuk	NSSHöu	-	-	-	-	105	139	172	215	265	319	371	428	488



V1



V2



V3

Umrechnung von Leiterquerschnitten und Durchmesser in AWG-Nummern (American Wire Gauge)

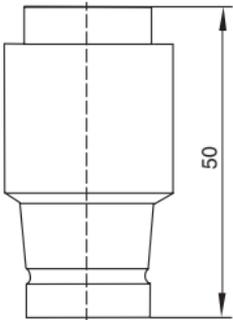
Britische und US-amerikanische Dimensionsangaben für Kabel und Leitungen

Im US-amerikanischen Einflussgebiet werden die Dimensionen von Kupferleitern für Starkstrom- und Fernmeldezwecke meist in AWG-Nummern angegeben.

Es entsprechen:

AWG Nr.	Durchmesser mm	Querschnitt mm ²	Leiterwiderstand Ω/km
500	17,96	253	0,07
350	15,03	177	0,1
250	12,7	127	0,14
4/0	11,68	107,2	0,18
3/0	10,4	85	0,23
2/0	9,27	67,5	0,29
1/0	8,25	53,5	0,37
1	7,35	42,4	0,47
2	6,54	33,6	0,57
4	5,19	21,2	0,91
6	4,12	13,3	1,44
8	3,26	8,37	2,36
10	2,59	5,26	3,64
12	2,05	3,31	5,41
14	1,63	2,08	8,79
16	1,29	1,31	14,7
18	1,024	0,823	23

Überstrom-Schutzeinrichtungen (Niederspannungssicherungen)

Sicherungseinsätze		System, Nennspannung	Nennstrom in A	Farbe des Kennmehlers	Größe des Schmelzeinsatzes System		Nennverlustrleistung in W System		Schraubkappe		
D	DO				D	DO	System	Gewinde	Passersatz		
 <p>D-System (Diazed), 500 V bis 100 A, AC 660 V, DC 600 V bis 63 A</p>	2	Rosa				3,3	2,5	ND	E16	Passring	
	4	Braun				2,3	1,8	DII	E27	Passschraube	
	6	Grün	ND und DII	DO1	2,3	1,8	DIII	E33	E33	Passschraube	
	10	Rot			2,6	2,0	DIV H	R1 1/4"	R1 1/4"	Passhülse	
	16	Grau			2,8	2,2	DO1	E14	E14		
	20	Blau	DII		3,3	2,5	DO2	E18	E18	Hülsepass-einsatz	
	25	Gelb			3,9	3,0	DO3	M30 x 2	M30 x 2		
	35	Schwarz		DO2	5,2	4,0					
	50	Weiß	DIII		6,5	5,0					
	63	Kupfer			7,1	5,5					
80	Silber	DIV H	DO3	8,5	6,5						
100	Rot			9,1	7,0						

Die Abmessungen der Sicherungseinsätze hängen vom Nennstrom ab.

Klassen bei Niederspannungssicherungen

Funktionsklassen	
g	Ganzbereichssicherungen übernehmen den Überlastschutz und den Kurzschlusschutz. Sie können Ströme bis zu ihrem Nennstrom dauernd führen und Ströme vom kleinsten Schmelzstrom bis zum Nennauschaltstrom sicher abschalten.
a	Teilbereichssicherungen schützen nur gegen Kurzschluss. Sie können Ströme bis zu ihrem Nennstrom dauernd führen, jedoch nur Ströme oberhalb eines bestimmten Vielfachen ihres Nennstroms bis zum Nennauschaltstrom abschalten.

Betriebsklassen	
gL	Ganzbereichs-Kabel- und Leitungsschutz
gR	Ganzbereichs-Halbleiterschutz
gB	Ganzbereichs-Bergbauanlagenschutz
gTr	Ganzbereichs-Transformatorenschutz
aM	Teilbereichs-Schaltgeräteschutz
aR	Teilbereichs-Halbleiterschutz

Arten von Schutzobjekten	
L	Kabel- und Leitungsschutz
R	Halbleiterschutz
M	Schaltgeräteschutz
B	Bergbau- und Anlagenschutz
Tr	Transformatorenschutz
	Die Niederspannungssicherungen werden durch 2 Buchstaben gekennzeichnet, z. B. durch gL.

Erläuterungen zur Schmelzsicherung als Schutzorgan im Niederspannungsbereich

Schmelzsicherungen sind technisch hochwertige Schutzorgane, die auf kleinstem Raum selbst höchste Kurzschlussströme zuverlässig ausschalten. Bevor eine unzulässige Überstrombelastung zu Schäden an Geräten und Leitungen führen kann, schalten daher die Schmelzsicherungseinsätze der Sicherungs-Systeme D 02, D und NH nach DIN EN 60 269-1 VDE 0636 sicher aus. Eine zuverlässige Funktion im langjährigen Dauerbetrieb und die schnelle Ausschaltung im Fehlerfall gehen zurück auf die sorgsam vorgenommene Auslegung der einzelnen Bauteile, insbesondere der Schmelzleiter. Die Schmelzleiter, ausgebildet als sogenannte Soll-Bruchstelle im Stromkreis, sind so bemessen, dass sie in Verbindung mit dem Löschmittel (Quarzsand) nicht nur sicher und zuverlässig ausschalten, sondern auch eine hohe Beständigkeit gegen Alterung, eine niedrige Eigentemperatur der Sicherung und nur geringe Verlustleistungen gewährleisten. Das im Überlastbereich wirkende Schmelzlot wird auf das Schmelzleiterband so präzise aufgebracht, dass die Menge und die Lage des Lotes zu den Engstellen nur vernachlässigbaren Abweichungen unterliegt. D 02, D- und NH-Sicherungseinsätze verfügen daher in ihrem Zeit-Strom-Verhalten über äußerst geringe Streuungen, so dass eine enge selektive Staffelung von Sicherungseinsätzen möglich ist. Das verwendete Schmelzlot verfügt über einen relativ hohen Schmelzpunkt, um Einflüsse der Umgebungstemperatur auf das Zeit-Strom-Verhalten möglichst auszuschließen. Die Zeit/Strom-Kennlinien der Schmelzeinsatz-Hersteller geben die Schmelz- bzw. Ausschaltzeit in Abhängigkeit von unbeeinflusstem Überstrom an. Die in diesen Kennlinienblättern vorhandenen Zeit/Strom-Kennlinien sind mittlere Werte für das Verhältnis Schmelzzeit/Strom und gelten für nicht vorbelastete Schmelzeinsätze. In der Regel werden diese Werte auf eine Umgebungstemperatur von 20 ± 5 Grad C bezogen. Im Bereich höherer Kurzschlussströme kommt es zu einer Aufteilung der Strom-Kennlinie in Schmelz- und Ausschaltzeit, deren Differenz in der Zeitachse die jeweilige Löschzeit ist. Diese wiederum ist außer vom Leistungsfaktor des Netzes in hohem Maße von der Betriebsspannung und der Höhe des Ausschaltstromes abhängig. Die Zeit/Strom-Kennlinienwerte sind durch die VDE-Vorschrift 0636 festgelegt und dürfen gegenüber diesen Angaben eine Abweichung von maximal 10 % in Richtung der Stromachse haben. Hinsichtlich der Umgebungstemperatur sind Sicherungsschmelzeinsätze in der Lage, ihren Nennstrom bei 55 Grad C dauernd zu führen. Schmelzsicherungen besitzen hervorragende Eigenschaften zur Strombegrenzung. Bei sehr hohen Strömen schmelzen sie so rasch ab, dass der Stoßkurzschlussstrom I_s nur in einer geringen Höhe auftreten kann.

Den höchsten Augenblickswert des Stromes, der während des Ausschaltvorganges erreicht wird, bezeichnet man als Durchlassstrom I_D . Werte zur Strombegrenzung und damit Angabe des Durchlassstromes I_D sind den Hersteller-Datenblättern, den jeweiligen Schmelzeinsätzen entsprechend, zu entnehmen.

Typgeprüfte und partiell typgeprüfte Kombinationen

Für die Herstellung von Niederspannungs-Schaltanlagen und -Verteilern gilt die Vorschrift:

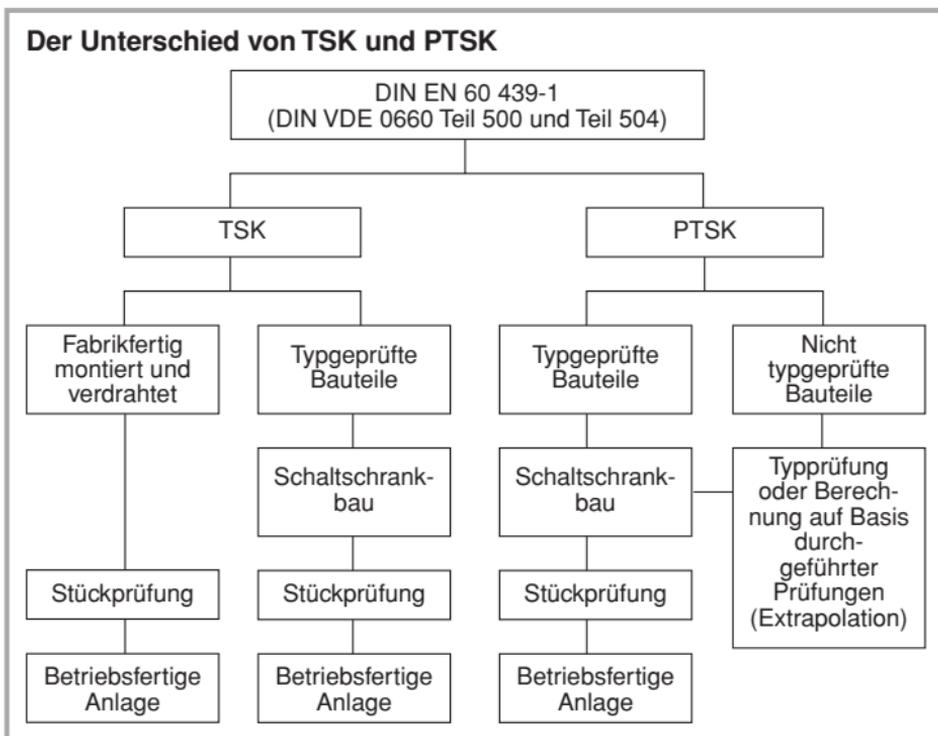
DIN EN 60 439-1 (DIN VDE 0660 Teil 500)

Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Anforderungen an typgeprüfte und partiell typgeprüfte Kombinationen.

In dieser Vorschrift wird unterschieden zwischen

- typgeprüften Schaltgerätekombinationen (TSK) und
- partiell typgeprüften Schaltgerätekombinationen (PTSK).

Das unten dargestellte Schema zeigt den Verlauf zur Errichtung einer betriebsfertigen Anlage als TSK- bzw. PTSK-Schaltgerätekombination.





Hygienic Design

Für reinigungsgerechte Gestaltung von Produktionsanlagen in offenen Prozessen der Nahrungs- und Genussmittelindustrie.



Rittal TopPult-System

Starker Partner der TS/CM-Plattform. Innen und außen ohne Grenzen – das TopPult mit integrierter Modularität. Ausbaubar mit der umfassenden Palette des Rittal Systemzubehörs.

Begriffe entsprechend DIN EN 60 909-0 VDE 0102/0103 für Kurzschlussströme in Drehstromnetzen

Stoßkurzschlussstrom i_p

Der maximal mögliche Augenblickswert des zu erwartenden Kurzschlussstromes.

Anmerkung: Die Größe des Stoßkurzschlussstromes ist abhängig vom Augenblick, in dem der Kurzschluss eintritt. Die Berechnung des Stoßkurzschlussstromes i_p bei dreipoligem Kurzschluss bezieht sich auf den Leiter und den Augenblick, für den der größtmögliche Strom auftritt.

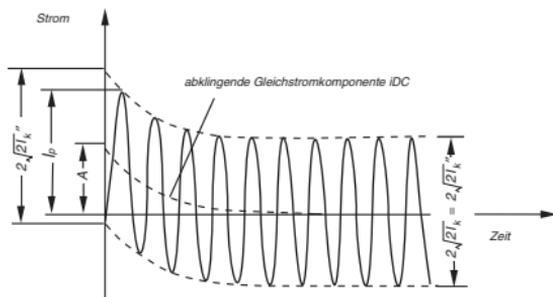
Dauerkurzschlussstrom I_k

Der Effektivwert des Kurzschlussstromes, der nach dem Abklingen aller Ausgleichsvorgänge bestehen bleibt.

Anfangs-Kurzschlusswechselstrom I_k''

Der Effektivwert der symmetrischen Wechselstromkomponente eines zu erwartenden Kurzschlussstromes im Augenblick des Kurzschlusseintritts, wenn die Kurzschlussimpedanz den Wert zum Zeitpunkt Null beibehält.

Bild: Zeitlicher Verlauf des Kurzschlussstromes bei generatorfernem Kurzschluss (schematischer Verlauf).



I_k'' Anfangs-Kurzschlusswechselstrom

i_p Stoßkurzschlussstrom

I_k Dauerkurzschlussstrom

i_{DC} Abklingende Gleichstromkomponente des Kurzschlussstromes

A Anfangswert der Gleichstromkomponente i_{DC}

Thermischer Kurzschlussstrom I_{th}

Sammelschienen einschließlich ihrer Betriebsmittel werden im Kurzschlussfall auch thermisch beansprucht. Die thermische Beanspruchung hängt von der Größe, dem zeitlichen Verlauf und der Dauer des Kurzzeitstromes ab. Als thermisch wirksamen Mittelwert wird der Kurzschlussstrom I_{th} bezeichnet, dessen Effektivwert die gleiche Wärmemenge erzeugt, wie der während der Kurzschlussdauer i_k in seinen Gleich- und Wechselstromanteilen veränderliche Kurzschlussstrom.

D-System, DO-System (Schraubsicherungen)

Das D-System und das DO-System sind gekennzeichnet durch Unverwechselbarkeit des Sicherungseinsatzes hinsichtlich des Nennstromes und durch den Berührungsschutz. Es ist für industrielle Anwendungen und Hausinstallationen geeignet und durch Laien bedienbar. D-Sicherungen bestehen aus Sicherungssockel, Sicherungseinsatz, Schraubkappe und Passeinsatz.

Folgendes ist beim DO-System zu beachten: DO-Sicherungen bestehen aus Sicherungssockel, Sicherungseinsatz, Schraubkappe und Passeinsatz. Das DO-System unterscheidet sich vom D-System durch andere Nennspannung und andere Abmessungen.

- Zulassung: auch weiterhin nur in Deutschland, Österreich, Dänemark und Norwegen.
- Nennspannung: 400 V, hingegen DII für 500 (660 V), DIII stets für 660 V.

NH-System

Das NH-System (Niederspannungs-Hochleistungs-Sicherungssystem) ist ein genormtes Sicherungssystem, das aus einem Sicherungsunterteil, dem auswechselbaren Sicherungseinsatz und dem Bedienelement zum Auswechseln des Sicherungseinsatzes besteht. NH-Sicherungen können zusätzlich über Schaltzustandsgeber und Auslösevorrichtungen verfügen. Unverwechselbarkeit hinsichtlich des Nennstromes und Berührungsschutz sind nicht gegeben; das NH-System ist deshalb für die Betätigung durch Laien nicht geeignet.

Betriebsklassen

Die Betriebsklassen sind durch zwei Buchstaben gekennzeichnet, von denen der erste die Funktionsklasse, der zweite das zu schützende Objekt kennzeichnet.

Funktionsklassen

Sie legen fest, welchen Strombereich der Sicherungsschutz ausschalten kann.

- Funktionsklasse g:
Ganzbereichssicherungen (full range breaking capacity fuse-links). Sicherungseinsätze, die Ströme bis wenigstens zu ihrem Nennstrom dauernd führen und Ströme vom kleinsten Schmelzstrom bis zum Nenn-ausschaltstrom ausschalten können (Schutz gegen Überlast und Kurzschluss).

- Funktionsklasse a:
Teilbereichssicherungen (partial range breaking capacity fuse-links).
Sicherungseinsätze, die Ströme bis wenigstens zu ihrem Nennstrom
dauernd führen und Ströme oberhalb eines bestimmten Vielfachen ihres
Nennstromes bis zum Nennausschaltstrom ausschalten können (Schutz
gegen Kurzschluss).

Festgelegte Schutzobjekte

L: Kabel und Leitung

M: Schaltgeräte

R: Halbleiter

B: Bergbau-Anlagen

Tr: Transformatoren

Hieraus ergeben sich folgende Betriebsklassen:

gL: Ganzbereichs-Kabel- und Leitungsschutz

aM: Teilbereichs-Schaltgeräteschutz

aR: Teilbereichs-Halbleiterschutz

gR: Ganzbereichs-Halbleiterschutz

gB: Ganzbereichs-Bergbau-Anlagenschutz

gTr: Ganzbereichs-Transformatorenschutz

Bemessungsspannung/Bemessungsstrom

(NH- und D-System)

Baugröße	Nennspannung $\overline{=}$ 440 V		
	~ 500 V		~ 660 V
NH 00, NH 00/000	6 A – 160 A		6 A – 100 A
NH 0 ¹⁾	6 A – 160 A		–
NH 1	80 A – 250 A		80 A – 250 A
NH 2	125 A – 400 A		125 A – 315 A
NH 3	315 A – 630 A		315 A – 500 A
NH 4a	500 A – 1250 A		500 A – 800 A
D 01 (E 14)	max. 16 A	–	–
D 02 (E 18)	max. 63 A	–	–
D II (E 27)	max. 25 A	max. 25 A	–
D III (E 33)	max. 63 A	max. 63 A	max. 63 A

a) NH...-Sicherungseinsatz

b) D...-Sicherungseinsatz

1) Nur für Ersatzbedarf

Verlustleistung (NH- und D-System)

Baugröße	Verlustleistung			
	max. Sicherungseinsatz gL bei Nennstrom		max. Sicherungseinsatz aM bei Nennstrom	
	500 V	660 V	500 V	660 V
NH 00	7,5 W	10 W	7,5 W	9 W
NH 0	16 W	–	–	–
NH 1	23 W	23 W	23 W	28 W
NH 2	34 W	34 W	34 W	41 W
NH 3	48 W	48 W	48 W	58 W
NH 4a	110 W	70 W	110 W	110 W

Nennstrom eines Sicherungseinsatzes	Verlustleistung	
	500 V	660 V
2 A	3,3 W	3,6 W
4/6 A	2,3 W	2,6 W
10 A	2,6 W	2,8 W
16 A	2,8 W	3,1 W
20 A	3,3 W	3,6 W
25 A	3,9 W	4,3 W
35 A	5,2 W	5,7 W
50 A	6,5 W	7,2 W
63 A	7,1 W	7,8 W
80 A	8,5 W	–
100 A	9,1 W	–

Dauerströme für Stromschienen

Aus Kupfer nach DIN 43 671:1975-12 mit Rechteck-Querschnitt in Innenanlagen bei 35°C Lufttemperatur und 65°C Schienentemperatur senkrechte Lage oder waagerechte Lage der Schienenbreite.

Breite x Stärke	Quer- schnitt	Gewicht 1)	Werk- stoff 2)	Dauerstrom in A			
				Wechselstrom bis 60 Hz		Gleichstrom + Wechselstrom 16 2/3 Hz	
				blanke Schiene	gestri- chene Schiene	blanke Schiene	gestri- chene Schiene
mm	mm ²						
12 x 2	23,5	0,209	E-Cu F 30	108	123	108	123
15 x 2	29,5	0,262		128	148	128	148
15 x 3	44,5	0,396		162	187	162	187
20 x 2	39,5	0,351		162	189	162	189
20 x 3	59,5	0,529		204	237	204	237
20 x 5	99,1	0,882		274	319	274	320
20 x 10	199	1,77		427	497	428	499
25 x 3	74,5	0,663		245	287	245	287
25 x 5	124	1,11		327	384	327	384
30 x 3	89,5	0,796		285	337	286	337
30 x 5	149	1,33		379	447	380	448
30 x 10	299	2,66		573	676	579	683
40 x 3	119	1,06		366	435	367	436
40 x 5	199	1,77		482	573	484	576
40 x 10	399	3,55		715	850	728	865
50 x 5	249	2,22		583	697	588	703
50 x 10	499	4,44		852	1020	875	1050
60 x 5	299	2,66		688	826	996	836
60 x 10	599	5,33		985	1180	1020	1230
80 x 5	399	3,55		885	1070	902	1090
80 x 10	799	7,11	1240	1500	1310	1590	

1) Gerechnet mit einer Dichte von 8,9 kg/dm³

2) Bezugsbasis für die Dauerstromwerte
(Werte der DIN 43 671 entnommen)



RiLine60 – das 60 mm System in Perfektion

Zeit sparende Montage, vielseitige Anwendungsmöglichkeiten und die individuelle Modularität sind die Vorteilsmerkmale der neuen Rittal RiLine60 Sammelschienentechnik.

Berechnung der Verlustleistung von Sammelschienen

Die Verlustleistungen von Sammelschienen und einzelnen Stromkreisen müssen vom Anlagenhersteller selbst mit folgender Formel errechnet werden:

$$P_{\text{NK}} = \frac{I_{\text{NK}}^2 \cdot r \cdot l}{1000} \text{ [W]}$$

Dabei bedeuten:

P_{NK} Verlustleistung in W;

I_{NK} Nennstrom des betr. Stromkreises bzw. der Sammelschienen in A;

l Länge des Leiters, der von I_{NK} durchflossen wird in m;

r Widerstand des Leitungs- bzw. bei Sammelschienen des Stromschienensystems in $\text{m}\Omega/\text{m}$.

Anmerkung:

Der für eine Sammelschienen-Anordnung angegebene Nennstrom ist der maximal zulässige Strom, den diese Sammelschiene auf der gesamten Länge führen kann. Die mit diesem Nennstrom errechnete Verlustleistung stellt häufig keinen realistischen Wert dar.

Sammelschienen führen je nach räumlicher Aufteilung der Einspeisung(en) und Abgänge gestufte „Betriebsströme“, so dass die Verlustleistungen zweckmäßigerweise abschnittsweise unmittelbar mit diesen tatsächlich fließenden Strömen zu errechnen sind.

Zur Berechnung der Verlustleistung nach der vorgenannten Formel kann im Einzelfall als bekannt vorausgesetzt werden: der Nennstrom eines Stromkreises bzw. die „Betriebsströme“ der Sammelschienen-Abschnitte sowie die zugehörige Länge des Leitersystems in der Anlage oder Verteilung. Dagegen ist der Widerstand von Leitersystemen – insbesondere der Wechselstromwiderstand von Stromschienenanordnungen – nicht ohne weiteres einer Unterlage zu entnehmen oder selbst zu ermitteln. Aus diesem Grunde und um vergleichbare Ergebnisse bei der Ermittlung von Verlustleistungen zu erhalten, sind in der Tabelle die Werte der Widerstände in $\text{m}\Omega/\text{m}$ für die gebräuchlichsten Querschnitte von Stromschienen aus Kupfer zusammengestellt.

Hintergrundinformationen UL 508 bzw. UL 508A

Die Anwendungsbereiche der UL 508 bzw. UL 508A

Die UL 508 beschreibt **Geräte** für industrielle Steuerungen und Anlagen (Industrial Control Equipment) und ist somit der Standard für die Bewertung der Rittal SV-Komponenten.

Die UL 508A hingegen beschreibt industrielle **Steuerschränke** (Industrial Control Panels) und ist der maßgebliche Standard zur Errichtung von Steuerschränken für den Schaltanlagenbauer. Der Standard UL 508A unterscheidet zwischen Feeder- und Branch- & Control-Stromkreisen. Im Allgemeinen beschreibt der Begriff „feeder-circuits“ den Teil des Stromkreises, der einseitig vor dem letzten „over-current protective device“ angeordnet ist. Für diesen Teil des Stromkreises gelten z. B. erhöhte Forderungen hinsichtlich der Kriech- und Luftstrecken. Der Begriff „branch- & control-circuits“ beschreibt den Teil des Stromkreises, der sich hinter dem letzten „over-current protective device“ befindet. In Bezug auf die Anwendung von Sammelschienensystemen ist wichtig zu wissen, ob sich die Applikation im Feeder- oder Branch-Bereich befindet, da die Anforderungen hinsichtlich der geforderten Kriech- und Luftstrecken in Feeder-Stromkreisen deutlich größer sind.

Hinweise für den Einsatz von Sammelschienensystemen nach UL 508

Eine der Hauptänderungen in der UL 508A ist die Anpassung der erforderlichen Kriech- und Luftstrecken für feeder-circuits. Für Anwendungen > 250 V werden folgende Abstände gefordert:

Zwischen den Phasen:

- Kriechstrecke 50,8 mm (2 Zoll)
- Luftstrecke 25,4 mm (1 Zoll)

Zwischen Phase und geerdeten, nichtisolierten Metallteilen:

- Kriechstrecke 25,4 mm (1 Zoll)
- Luftstrecke 25,4 mm (1 Zoll)

Rittal RiLine60 entspricht diesen Anforderungen. Alle Anschluss- und Geräteadapter (OM-/OT- mit serienmäßigen AWG-Anschlussleitungen sowie CB-Adapter) des neuen Systems wurden entsprechend diesen Anforderungen ausgeführt. Einige wenige Unterschiede zur IEC-Version müssen vom Anwender jedoch berücksichtigt werden:

- Spezielle UL-Sammelschienenhalter für Flachschienen und Rittal PLS mit erhöhten Kriech- und Luftstrecken.
- Die Verwendung der Rittal RiLine60 Bodenwanne ist erforderlich, um die geforderten Mindestabstände zur Montageplatte einzuhalten.

1. Bemessungsströme

Für nicht geprüfte Sammelschienen-Anwendungen legt die UL 508A eine Stromtragfähigkeit von 1000 A/Inch² fest (1,55 A/mm²), sofern keine Prüfungen durchgeführt wurden. Dieser Wert kann höher sein, wenn das Produkt bzw. die Anwendung entsprechend geprüft wurde. Rittal hat diesbezüglich umfangreiche Prüfungen durchgeführt, um dem Anwender einen maximalen Nutzen bei der Verwendung des RiLine60 Sammelschienensystems zu ermöglichen. Der Vorteil einer solchen Prüfung besteht darin, dass Sammelschienensysteme mit höheren Bemessungsströmen angewendet werden können, als dies der Default-Wert zulässt. Eine Sammelschiene mit der Abmessung 30 x 10 mm kann beispielsweise mit 700 A anstelle von 465 A belastet werden.

2. Klemmen für factory- oder field-wiring

Gemäß den UL-Standards können Anschlussklemmen für factory- oder field-wiring zugelassen werden. Ist eine Klemme für factory-wiring zugelassen, so ist die Verwendung einer solchen Klemme nur im Schaltanlagenbau durch eingewiesene Fachkräfte zulässig. Sollen Anschlussklemmen im Feld (z. B. auf der Baustelle) verwendet werden, ist die Zulassung dieser Komponente für field-wiring erforderlich. Aus diesem Grund entsprechen Klemmen der RiLine60 Anschluss- und Geräteadapter den Anforderungen für field-wiring.



Rittal Power Engineering

Der Konfigurator für Ri4Power Niederspannungsschaltanlagen

Für

- Form 1: Hochstrom-Energieverteiler
- Form 2-4: Niederspannungsschaltanlagen
- ISV: Installationsverteiler

Die mehrsprachige Software bietet folgende Funktionalitäten:

- Projektbearbeitung von der Anfrage bis zur Bestellung
- Vollständige und automatische Funktion zur Erstellung von Stücklisten sowie ein Kalkulationsprogramm zur Angebotserstellung
- Eingabe und Auswertung von Montagezeiten zur Arbeitswertermittlung
- Zugriff auf das komplette Rittal Produktprogramm
- Ausgabe von Bestellungen inkl. Zusammenfassung von mehreren Anlagen zu einer Bestellung
- Erstellung von kundenseitig konfigurierten Sonderfeldern mit grafischer Verarbeitung in der CAD-Ansicht
- Import-/Export-Schnittstellen für Produkt- und CAD-Daten
- Exportfunktion der Bestell- und Stücklisten in Excel- oder CSV-Format
- Kalkulation nach aktueller Kupfer-DEL-Notierung
- Integration des neuen Produktprogramms Formunterteilung nach Form 2, 3 und 4 (Ri4Power)
- Schnittstelle zu Eplan Electric P8, für den Export von CAD-Daten und Stücklisten
- Das Plus für Ingenieur- und Planungsbüros: Ausgabe detaillierter Ausschreibungstexte auf Basis in Power Engineering projektierte Anlagen im MS-Word-Format.

Best.-Nr. SV	3020.300
---------------------	-----------------



Widerstand von Kupfer-Stromschienen zum Errechnen ihrer Verlustleistungen beim Einsatz für Gleichstrom (r_{GS}) oder Wechselstrom (r_{WS})

Teilleiter Abmessungen ²⁾		Widerstand je 1 m Stromschienensystem je $m\Omega/m^1)$							
		I 1 Hauptleiter		III 3 Hauptleiter		II II II 3 x 2 Hauptleiter		III III III 3 x 3 Hauptleiter	
		r_{GS}	r_{WS}	r_{GS}	r_{WS}	r_{GS}	r_{WS}	r_{GS}	r_{WS}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	12 x 2	0,871	0,871	2,613	2,613				
2	15 x 2	0,697	0,697	2,091	2,091				
3	15 x 3	0,464	0,464	1,392	1,392				
4	20 x 2	0,523	0,523	1,569	1,569				
5	20 x 3	0,348	0,348	1,044	1,044				
6	20 x 5	0,209	0,209	0,627	0,627				
7	20 x 10	0,105	0,106	0,315	0,318	0,158	0,160		
8	25 x 3	0,279	0,279	0,837	0,837	0,419	0,419		
9	25 x 5	0,167	0,167	0,501	0,501	0,251	0,254		
10	30 x 3	0,348	0,348	1,044	1,044	0,522	0,527		
11	30 x 5	0,139	0,140	0,417	0,421	0,209	0,211		
12	40 x 10	0,070	0,071	0,210	0,214	0,105	0,109		
13	40 x 3	0,174	0,174	0,522	0,522	0,261	0,266		
14	40 x 5	0,105	0,106	0,315	0,318	0,158	0,163		
15	40 x 10	0,052	0,054	0,156	0,162	0,078	0,084	0,052	0,061
16	50 x 5	0,084	0,086	0,252	0,257	0,126	0,132	0,084	0,092
18	60 x 5	0,070	0,071	0,210	0,214	0,105	0,112	0,070	0,079
19	60 x 10	0,035	0,037	0,105	0,112	0,053	0,062	0,035	0,047
20	80 x 5	0,052	0,054	0,156	0,162	0,078	0,087	0,052	0,062
21	80 x 10	0,026	0,029	0,078	0,087	0,039	0,049	0,026	0,039
22	100 x 5	0,042	0,045	0,126	0,134	0,063	0,072	0,042	0,053
23	100 x 10	0,021	0,024	0,063	0,072	0,032	0,042	0,021	0,033
24	120 x 10	0,017	0,020	0,051	0,060	0,026	0,036	0,017	0,028

Zeichenerklärung:

r_{GS} Gesamtwiderstand des Stromschienensystems bei Einsatz für Gleichstrom in $m\Omega/m$

r_{WS} Gesamtwiderstand des Stromschienensystems bei Einsatz für Wechselstrom in $m\Omega/m$

Fußnoten:

¹⁾ Die Widerstandswerte basieren auf einer angenommenen mittleren Leitertemperatur von 65°C (Umgebungstemperatur + Eigenwärnung) und einem spezifischen Widerstand von $\rho = 20,9 \left[\frac{m\Omega \cdot mm^2}{m} \right]$

²⁾ Abmessungen entsprechen denen der Norm DIN 43 671

Strombelastungskorrektur für Cu-Sammelschienensysteme

In der DIN 43 671 zur Dauerstrombemessung für Stromschienen aus Kupfer werden in der Tabelle 1 Dauerströme angegeben, die in Stromschienen aus E-Cu mit Rechteckquerschnitt in Innenanlagen bei 35 °C Lufttemperatur eine Stromschienentemperatur von 65 °C erzeugen.

Höhere Schienentemperaturen sind zulässig und hängen von dem unmittelbar mit den Schienen in Berührung kommenden Material ab.

Für abweichende Temperaturbedingungen lässt sich auf Bild 2 der DIN 43 671 ein Korrekturfaktor ermitteln, mit dem der ursprüngliche Nennstrom multipliziert werden muss, um den neuen zulässigen Nennstrom zu erhalten.

Sammelschienensysteme sind in der Regel speziell für den Einsatz in Schaltschränken konzipiert. Außerdem ist gegenüber den Tabellenwerten nach DIN 43 671 für blanke Cu-Schienen infolge der in der Regel geforderten Schaltschrank-Schutzart von IP 54 bzw. IP 55 ein günstigerer Emissionsgrad der Kupferschienen als 0,4 anzunehmen und demzufolge eine höhere Nennstrombelastung von ca. 6 – 10 % der DIN-Tabellenangabe möglich.

Auf dieser Grundlage lässt sich folgende Strombelastungskorrektur durchführen:

Beispiel:

Schienenquerschnitt

30 x 10 mm

zulässige Schienentemperatur 85 °C

Umgebungstemperatur

35 °C

aus Bild 2 Korrekturfaktor

$K_2 = 1,29$

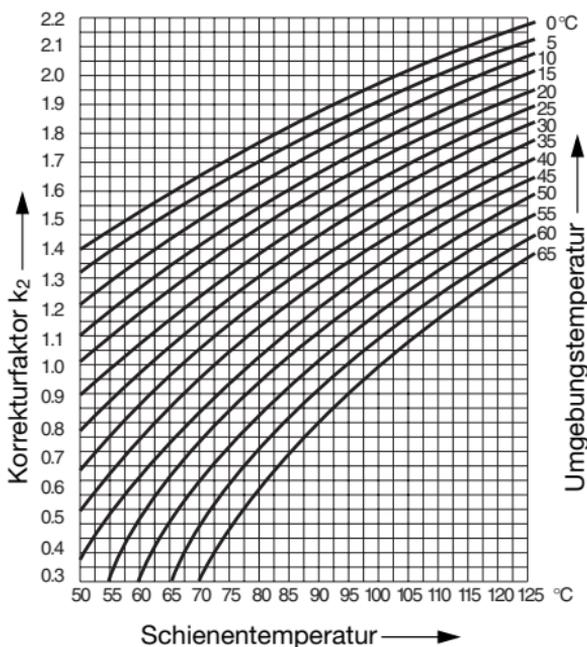
$I_1 = I_N \cdot k_2 = 573 \text{ A} \cdot 1,29 = 740 \text{ A}$

Dazu werden dem vorausgesetzt günstigeren Emissionsgrad der Schienen 8 % = 60 A hinzu-

addiert und es ergibt sich der neue zulässige Nennstrom zu:

$I_N = I_1 + I_1 \cdot 8/100 =$

$740 \text{ A} + 60 \text{ A} = 800 \text{ A}$



Motorbemessungsströme von Drehstrommotoren

(Richtwerte für Käfigläufer)

Kleinstmögliche Kurzschlussicherung für Drehstrommotoren

Der max. Wert richtet sich nach dem Schaltgerät bzw. Motorschutzrelais. Die Motorbemessungsströme gelten für normale innen- und oberflächengekühlte Drehstrommotoren mit 1500 min⁻¹.

Direkter Anlauf:

Anlaufstrom max. 6 x Motorbemessungsstrom, Anlaufzeit max 5 s.

Y/Δ-Anlauf:

Anlaufstrom max. 2 x Motorbemessungsstrom, Anlaufzeit 15 s.

Sicherungsbemessungsströme bei Y/Δ-Anlauf gelten auch für Drehstrommotoren mit Schleifringläufer. Bei höherem Bemessungs-, Anlaufstrom und/oder längerer Anlaufzeit größere Sicherung verwenden.

Tabelle gilt für „träge“ bzw. „gl“-Sicherungen (VDE 0636).

Bei NH-Sicherungen mit aM-Charakteristik wird Sicherung = Bemessungsstrom gewählt.

Motorleistung			220 V/230 V			380 V/400 V			500 V			660 V/690 V		
			Motor- be- mes- sungs- strom	Sicherung Anlauf direkt	Y/Δ									
kW	η cos φ %		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
0,25	0,7	62	1,4	4	2	0,8	2	2	0,6	2	—	0,5	2	—
0,37	0,72	64	2,1	6	4	1,2	4	2	0,9	2	2	0,7	2	—
0,55	0,75	69	2,7	10	4	1,6	4	2	1,2	4	2	0,9	4	2
0,75	0,8	74	3,4	10	4	2	6	4	1,5	4	2	1,1	4	2
1,1	0,83	77	4,5	10	6	2,6	6	4	2	6	4	1,5	4	2
1,5	0,83	78	6	16	10	3,5	6	4	2,6	6	4	2	6	4
2,2	0,83	81	8,7	20	10	5	10	6	3,7	10	4	2,9	10	4
3	0,84	81	11,5	25	16	6,6	16	10	5	16	6	3,5	10	4
4	0,84	82	15	32	16	8,5	20	10	6,4	16	10	4,9	16	6
5,5	0,85	83	20	32	25	11,5	25	16	9	20	16	6,7	16	10
7,5	0,86	85	27	50	32	15,5	32	16	11,5	25	16	9	20	10
11	0,86	87	39	80	40	22,5	40	25	17	32	20	13	25	16
15	0,86	87	52	100	63	30	63	32	22,5	50	25	17,5	32	20
18,5	0,86	88	64	125	80	36	63	40	28	50	32	21	32	25
22	0,87	89	75	125	80	43	80	50	32	63	32	25	50	25
30	0,87	90	100	200	100	58	100	63	43	80	50	33	63	32
37	0,87	90	124	200	125	72	125	80	54	100	63	42	80	50
45	0,88	91	147	250	160	85	160	100	64	125	80	49	80	63
55	0,88	91	180	250	200	104	200	125	78	160	80	60	100	63
75	0,88	91	246	315	250	142	200	160	106	200	125	82	160	100
90	0,88	92	292	400	315	169	250	200	127	200	160	98	160	100
110	0,88	92	357	500	400	204	315	200	154	250	160	118	200	125
132	0,88	92	423	630	500	243	400	250	182	250	200	140	250	160
160	0,88	93	500	630	630	292	400	315	220	315	250	170	250	200
200	0,88	93	620	800	630	368	500	400	283	400	315	214	315	250
250	0,88	93	—	—	—	465	630	500	355	500	400	268	400	315

Kabelverschraubungen nach Norm: DIN EN 50 262

Sicherheitsnorm, keine Forderung zur Form der Kabelverschraubung

Metrische Gewinde	Bohrungsdurchmesser $\begin{matrix} +0,2 \\ -0,4 \end{matrix}$
M6	6,5
M8	8,5
M10	10,5
M12	12,5
M16	16,5
M20	20,5
M25	25,5
M32	32,5
M40	40,5
M50	50,5
M63	64,5
M75	75,5

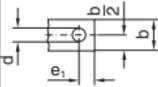
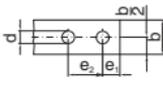
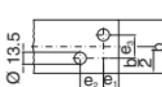
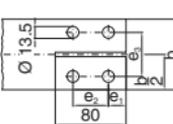
Technische Daten für den Einbau von PG-Verschraubungen

PG-Gewinde DIN 40 430	Nenngewinde			
	$\varnothing d_1$	$\varnothing d_2$	p	$\varnothing d_3$
PG 7	11,28	12,50	1,27	$13,0 \pm 0,2$
PG 9	13,35	15,20	1,41	$15,7 \pm 0,2$
PG 11	17,26	18,60	1,41	$19,0 \pm 0,2$
PG 13,5	19,06	20,40	1,41	$21,0 \pm 0,2$
PG 16	21,16	22,50	1,41	$23,0 \pm 0,2$
PG 21	26,78	28,30	1,588	$28,8 \pm 0,2$
PG 29	35,48	37,00	1,588	$37,5 \pm 0,3$
PG 36	45,48	47,00	1,588	$47,5 \pm 0,3$
PG 42	52,48	54,00	1,588	$54,5 \pm 0,3$
PG 48	57,73	59,30	1,588	$59,8 \pm 0,3$

d_1 = Kerndurchmesser
 d_2 = Außendurchmesser

d_3 = Bohrungsdurchmesser
p = Steigung

Bohrmuster und Bohrungen nach DIN 43 673

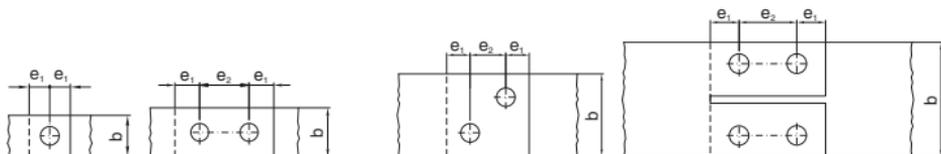
Schienenbreiten		12 bis 50		25 bis 60			60			80 bis 100		
Form ¹⁾		1		2			3			4		
Bohrungen der Schienenenden (Bohrbild)												
	Nennbreite b	d	e ₁	d	e ₁	e ₂	e ₁	e ₂	e ₃	e ₁	e ₂	e ₃
Bohrungsmaß	12	5,5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	6,6	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	9,0	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	11	12,5	11	12,5	30	-	-	-	-	-	-
	30	11	15	11	15	30	-	-	-	-	-	-
Bohrungsmaß	40	13,5	20	13,5	20	40	-	-	-	-	-	-
	50	13,5	25	13,5	20	40	-	-	-	-	-	-
	60	-	-	13,5	20	40	17	26	26	-	-	-
	80	-	-	-	-	-	-	-	-	20	40	40
	100	-	-	-	-	-	-	-	-	20	40	50

Zulässige Abweichungen für Lochmittenabstände $\pm 0,3$ mm

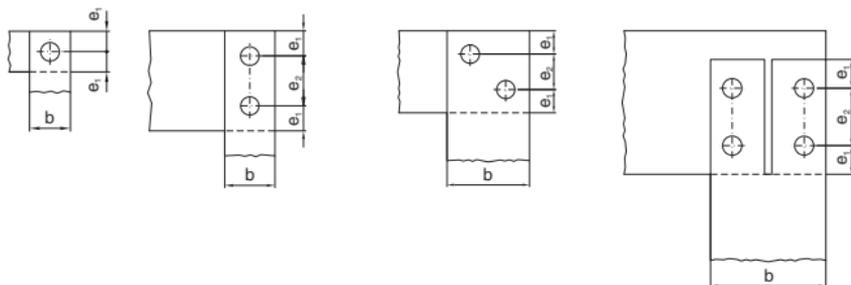
¹⁾ Die Formbezeichnung 1 – 4 entspricht der DIN 46 206 Teil 2 – Flachanschluss

Beispiele von Sammelschienen-Verschraubungen

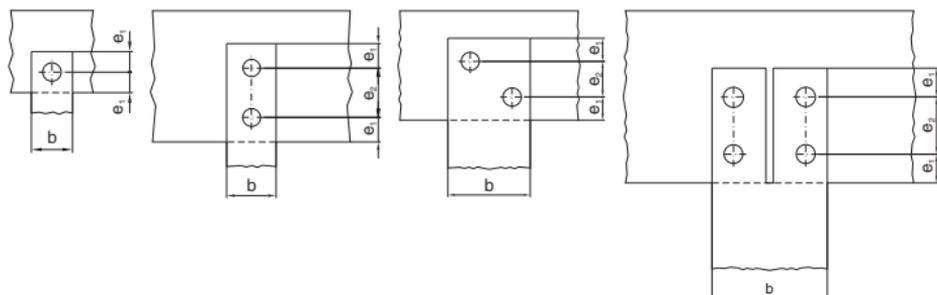
Längsverbindungen



Winkelverbindungen



T-Verbindungen



Zahlenwerte für Maße b , d , e_1 und e_2 wie Tabelle Seite 65.

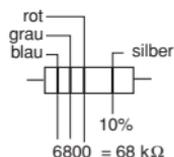
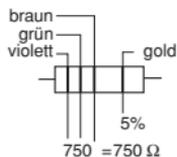
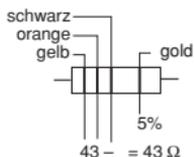
In einem Schienenende oder Ende eines Schienenpaketes sind Langlöcher zulässig.

Innen- und Außendurchmesser von Installationsrohren

Rohr-Nenngröße (Typ) mm	Isolierrohre aus Kunststoff						Stahlpanzerrohr und Stahlrohr								
	Starre Isolierrohre Druckbeanspruchung		Flexible Isolierrohre, gewellt Druckbeanspruchung				Stahlpanzerrohr		Flexibles Stahlrohr						
	leicht		mittel und schwer		mittel und leicht		schwer		Stahlpanzerrohr		Flexibles Stahlrohr				
	Durchmesser		Durchmesser		Durchmesser		Durchmesser		Gewinde		Durchmesser		Durchmesser		
	innen mm	außen mm	innen mm	außen mm	innen mm	außen mm	innen mm	außen mm	innen mm	außen mm	Kurzz.	innen mm	außen mm	innen mm	außen mm
9	8,8	10,1	12,6	15,2	9,6	13	–	–	–	–	PG 9	13,2	15,2	10,8	15,2
11	11,6	13	16	18,6	11,3	15,8	13,5	18,6	–	–	PG 11	16,4	18,6	14	18,6
13,5	14,2	15,8	17,5	20,4	14,3	18,7	14,2	20,4	–	–	PG 13,5	18	20,4	15,6	20,4
16	16,7	18,7	19,4	22,5	16,5	21,2	16	22,5	–	–	PG 16	19,9	22,5	17,4	22,5
21	19,2	21,2	24,9	28,3	–	–	22	28,3	–	–	PG 21	25,5	28,3	23,2	28,3
23	25,9	28,5	–	–	23,3	28,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
29	–	–	33,6	37	29	34,5	29,8	37	–	–	PG 29	34,2	37	31,4	37
36	–	–	42,8	47	36,2	42,5	38,5	47	–	–	PG 36	44	47	40,8	47
42	–	–	49,6	54	–	–	–	–	–	–	PG 42	51	54	46,7	54
48	–	–	54,7	59,3	47,7	54,5	–	–	–	–	PG 48	55,8	59,3	51,8	59,3

Farbkennzeichnung von Widerständen

Farbe	1. Ring $\hat{=}$ 1. Ziffer	2. Ring $\hat{=}$ 2. Ziffer	3. Ring $\hat{=}$ Multiplikator	4. Ring $\hat{=}$ Toleranz
schwarz	–	0	1	–
braun	1	1	10	$\pm 1 \%$
rot	2	2	10^2	$\pm 2 \%$
orange	3	3	10^3	–
gelb	4	4	10^4	–
grün	5	5	10^5	$\pm 0,5 \%$
blau	6	6	10^6	–
violett	7	7	10^7	–
grau	8	8	10^8	–
weiß	9	9	10^9	–
gold	–	–	0,1	$\pm 5 \%$
silber	–	–	0,01	$\pm 10 \%$
ohne Farbe	–	–	–	$\pm 20 \%$



Bezeichnung von Klemmen und Netzleitungen

Für Gleichstrom				Für Dreh- und Wechselstrom				
Positiver Leiter	L+	Negativer Leiter	L-	Drehstrom	Außenleiter	L1, L2, L3		
					Mittelleiter	N		
				Einphasenstrom	Dreieckspannung	Anschluss an Drehstromnetz	L1, L2 bzw. L2, L3 bzw. L3, L1	
						Selbständiges Netz	L1, L2	
Mittelleiter	M	Sternspannung		N mit L1 oder L2 oder L3				
Anker		A-B	Drehstrom	verkettet	Primär U, V, W	Sekundär u, v, w		
Nebenschlusswicklung für Selbsterregung		C-D		unverkettet	Primär U-X, V-Y, W-Z	Sekundär u-x, v-y, w-z		
Reihenschlusswicklung		E-F	Einphasenstrom	allgemein	U-V	-		
Wendepol- oder Kompensationswicklung		G-H		Hauptwicklung	U-V	-		
Wendepol- mit Kompensationswicklung				Hilfswicklung	W-Z	-		
Getrennte Wendepol- und Kompensationswicklung	Wendepolwicklung	GW-HW	Mehrphasenstrom	Mittel- bzw. Sternpunkt	N	n		
		Kompensationswicklung				GK-HK		
Fremderregte Feldwicklungen			J-K	Gleichstrom-Erregerwicklung	J-K			
Anlasser	Klemme für Anschluss an	Netz	L	Sekundär-Anlasser	Drehstrom	verkettet	u, v, w	
		Anker	R			unverkettet	u-x, v-y, w-z	
		Nebenschlusswicklung	M	Primär-Anlasser	Drehstrom	im Sternpunkt angeschlossen	X, Y, Z	
Feldsteller zur Spannungs- und Drehzahl-Steuerung	Klemme für Anschluss an	Nebenschlusswicklung	s			Zwischen Netz und Motor	U-X, V-Y, W-Z	
		Anker oder Netz	t	Feldsteller	Gleichstrom	Klemmen für Anschluss an	Feldwicklung	s
		Anker oder Netz für Kurzschluss	q				Erreger-Netz zum Feldsteller	t
						Erreger-Netz Kurzschl.	q	
Stromwandler				Primärseite K-L		Sekundärseite k-l		

Bildzeichen der Elektronik nach DIN 30 600

	Aus		Netzschalter Ein-Aus		Entriegeln
	Ein		Netzaster		Verriegeln
	Start		Tippen		Pause
	Schnellstart		Abschalten		Bremsen
	STOPP, Anhalten		Zuschalten		Bremse lösen
	Schnellstopp Vorbereiten		vorbereitendes Schalten		Pumpe
	Handschalter		Hupe		Licht, Beleuchtung
	Fußschalter		Resultat		Klingel, akust. Signal
	Handbetätigung		Änderung einer Größe		

Bildzeichen von Schutzarten nach DIN EN 60 529

Kurzzeichen nach DIN EN 60 529	vergleichbar mit NEMA Standard 250	Bildzeichen		Schutzumfang
		Wasser	Fremdkörper	
IP 00	–	–	–	kein Schutz
IP 20	–	–	–	Schutz gegen Berühren mit den Fingern; Schutz gegen mittelgroße Fremdkörper (> 12 mm); kein Wasserschutz
IP 30	2	–	–	Schutz gegen Berühren mit den Fingern; Schutz gegen kleine Fremdkörper (> 2,5 mm); kein Wasserschutz
IP 40	–	–	–	Schutz gegen Berühren mit Werkzeugen; Schutz gegen kornförmige Fremdkörper (> 1 mm); kein Wasserschutz
IP 43	3 R		—	Schutz gegen Berühren mit Werkzeugen; Schutz gegen kornförmige Fremdkörper (> 1 mm); Schutz gegen Sprühwasser
IP 54	–			Vollständiger Berührungsschutz; Schutz gegen Staubablagerung; Schutz gegen Spritzwasser
IP 65	12/13			Vollständiger Berührungsschutz; vollständiger Schutz gegen Staub (staubdicht); Schutz gegen Strahlwasser
IP 66	4/4 x			Vollständiger Berührungsschutz; vollständiger Schutz gegen Staub (staubdicht); Schutz bei Überflutung
IP 67	6			Vollständiger Berührungsschutz; vollständiger Schutz gegen Staub (staubdicht); Schutz gegen Eintauchen (wasserdicht)

Schaltzeichen nach DIN EN 60 617/IEC 60 617

Schaltzeichen und Benennung		Schaltzeichen und Benennung		
		Einschaltglied, Schließer		Sicherung, allgemein
		Ausschaltglied, Öffner		Sicherung mit Kenn- zeichnung des netz- seitigen Anschlusses
		Umschaltglied, Wechsler		Überspannungs- ableiter, Spannungs- sicherung
		Einschaltglied, Zwei- wegschließer mit drei Schaltstellungen		Funkenstrecke
		Antrieb allgemein z. B. für Relais, Schutz		
		Schalt Schloss mit elektromechanischer Freigabe		Doppel- funkenstrecke
		Öffner, schließt verzögert		Öffner, öffnet verzögert
		Schließer, öffnet verzögert		Schließer, schließt verzögert
		Trennschalter, Leerschalter		Elektromechanischer Antrieb mit zwei gegenseitig wirken- den Wicklungen
		Sicherungs- trennschalter		Elektromechanischer Antrieb, wattmetrisch wirkend

Schaltzeichen nach DIN EN 60 617 (Fortsetzung)

Schaltzeichen und Benennung

 Elektromechanischer Antrieb, z. B. mit Angabe einer wirksamen Wicklung

 Elektromechanischer Antrieb mit Angabe einer wirksamen Wicklung, wahlweise Darstellung

 Elektromechanischer Antrieb mit zwei gleichsinnig wirkenden Wicklungen

 Elektromechanischer Antrieb mit zwei gleichsinnig wirkenden Wicklungen, wahlweise Darstellung

 Elektromechanischer Antrieb mit zwei gleichsinnig wirkenden Wicklungen, wahlweise Darstellung

 gepoltes Relais mit Dauermagnet

 Stützrelais

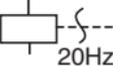
 Remanenzrelais

 Wechselstromrelais

Schaltzeichen und Benennung

 Elektromechanischer Antrieb mit Angabe des Gleichstromwiderstandes, z. B. 500 Ohm

 Elektromechanischer Antrieb mit Angabe der elektrischen Einflussgröße

 Elektromechanischer Antrieb mit Eigenresonanz, z. B. 20 Hz

 Thermorelais

 Elektromechanischer Antrieb mit Anzugsverzögerung

 Elektromechanischer Antrieb mit Abfallverzögerung

 Elektromechanischer Antrieb mit Anzugs- u. Abfallverzögerung

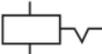
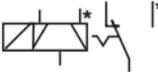
 Rückstromauslöser

 Fehlerstromauslöser

 Elektrothermischer Überstromauslöser

 Überspannungsauslöser

Schaltzeichen nach DIN EN 60 617 (Fortsetzung)

Schaltzeichen und Benennung	Schaltzeichen und Benennung	
	<p>Elektromechanischer Antrieb mit zwei Schaltstellungen</p>	
	<p>Elektromechanischer Antrieb mit zwei Schaltstellungen, wahlweise Darstellung</p>	
	<p>Elektromechanischer Antrieb mit drei Schaltstellungen</p>	
	<p>Elektromechanischer Überstromauslöser mit verzögerter Auslösung</p>	
	<p>Unterstromauslöser</p>	
		<p>Unterspannungsauslöser</p>
		<p>Unterspannungsauslöser mit verzögerter Auslösung</p>
		<p>Fehlervoltageauslöser</p>
		<p>Elektromechanischer Antrieb, erregt</p>
		<p>Schließer mit selbsttätigem Rückgang, betätigt</p>
		<p>Remanenzrelais Wird an dem mit * (Stern) gekennzeichneten Wicklungsanschluss eine Spannung angelegt, so erfolgt die Kontaktgabe an der mit * (Stern) bez. Stelle des Schaltgliedes.</p>

Kennbuchstaben für die Kennzeichnung von Betriebsmitteln nach DIN EN 61 346-1/IEC 61 346-1

Art des Betriebsmittels	Kennbuchstaben	Beispiele
Baugruppen	A	Gerätekombinationen, Verstärker
Umsetzer nicht elektr. auf elektr. Größen	B	Messumformer, Fühler, Mikrofone, fotoelektrische Bauelemente, Tonabnehmer, Lautsprecher
Kondensatoren	C	Kondensatoren aller Art
Binäre Elemente, Verzögerungs- und Speichereinrichtungen	D	Digitale integrierte Schaltkreise und Bauelemente, Verzögerungsleitung, bistabile Elemente, monostabile Elemente, Kernspeicher, Register, Magnetbandgeräte, Plattenspeicher
Verschiedenes	E	Einrichtungen, die nicht anderweitig aufgeführt sind, z. B. Beleuchtung, Heizung
Schutzeinrichtungen	F	Sicherungen, Auslöser
Generatoren	G	Stromversorgungen, Batterien, Oszillatoren
Meldeeinrichtungen	H	Optische und akustische Meldegeräte
Schütze, Relais	K	Leistungsschütze, Hilfsschütze, Hilfs-, Zeit- und Blinkrelais
Induktivitäten	L	Spulen, Drosseln
Motoren	M	Kurzschlussmotor, Schleifringläufermotor
Analoge Bauelemente	N	Operationsverstärker, hybride Analog-/Digitalbauelemente
Mess- und Prüfgeräte	P	Anzeigende, schreibende, zahlende Messgeräte
Schalter	Q	Leistungsschalter, Schutzschalter, Selbstschalter
Widerstände	R	Nebenwiderstände, Stellwiderstände, NTC-, PTC-Widerstände
Schalter, Wähler	S	Taster, Endschalter, Steuerschalter
Transformatoren	T	Leistungstransformator, Stromwandler
Modulatoren	U	Wechselrichter, Umformer, Umrichter
Röhren, Halbleiter	V	Vakuümröhre, gasgefüllte Röhren, Dioden, Transistoren, Thyristoren
Übertragungswege, Hohlleiter	W	Schaltdrähte, Kabel, Sammelschienen, Antennen
Steckvorrichtungen	X	Klemmenleisten, Lötleisten, Prüfstecker
Elektrisch betätigte mechan. Einrichtungen	Y	Magnetventile, Kupplungen, elektrische Bremsen
Abschluss, Filter	Z	Kabelnachbildungen, Kristallfilter

Schaltzeichen für Elektroinstallation nach DIN EN 60 617/IEC 60 617

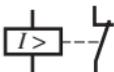
Schaltzeichen	Benennung
Allgemeines	
	Gleichstrom
	Wechselstrom, insbesondere technischer Wechselstrom
3/N  50 Hz	Drehstrom mit Mittelpunkt- leiter und Angabe der Frequenz, z. B. 50 Hz
	Tonfrequenz-Wechselstrom
	Hochfrequenz-Wechselstrom
Leitersysteme und Kennzeichnung der Verlegearten	
	Leiter, allgemein
	Leiter, bewegbar
	Leiter im Erdreich, z. B. Erdkabel
	Leiter, oberirdisch, z. B. Freileitung
	Leiter auf Isolatoren
	Leiter auf Putz
	Leiter im Putz
	Leiter unter Putz
	Leiter im Elektro- installationsrohr

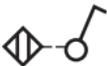
Schaltzeichen	Benennung
Kennzeichnung des Verwendungszwecks bei Leitungen	
	Starkstromleitung, Neutralleiter (N), Mittelleiter (M)
	Schutzleiter (PE), Nullleiter (PEN), Potentialausgleichsleiter (PL)
	Signalleitung
	Fernmeldeleitung
	Rundfunkleitung
Einspeisung, Erdung	
	Dose
	von unten kommende oder nach unten führende Leitung
	mit Speisung nach unten
	mit Speisung von unten
	nach unten und oben durchführende Leitung
	mit Speisung nach oben

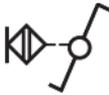
Schaltzeichen	Benennung
Einspeisungen, Erdung	
	Leiterverbindung
	Abzweigdose oder Verteilerkasten
	Endverschluss, Endverzweiger (kurze Seite = Kabeleinführung)
	Starkstrom-Hausanschlusskasten, allgemein
	desgl. mit Angabe der Schutzart nach DIN EN 60 529, z. B. IP 44
	Verteiler, Schaltanlage
	Umrahmung für Geräte, z. B. Gehäuse, Schaltschrank, Schalttafel
	Erdung allgemein

Schaltzeichen	Benennung
Einspeisungen, Erdung	
	Anschlussstelle für Schutzleiter nach VDE 0100
	Masse
4) Schaltzeichen nach IEC 117	
Stromversorgungsgeräte, Umsetzer	
	Element, Akkumulator oder Batterie
	desgl. mit Angabe der Polarität und der Spannung, z. B. 6 V
	Transformator, z. B. Klingel- transformator 230/5 V
	Umsetzer, allgemein
	Gleichrichtergerät, z. B. Wechselstrom- Netzanschlussgerät
	Wechselrichtergerät, z. B. Polwechsler, Zerhacker

Schaltzeichen	Benennung
Schaltgeräte	
	Sicherung, allgemein
	Sicherung, 3-polig
	Sicherung mit Angabe des Nennstromes, z. B. 10 A
	Schalter, Schließer, allgemein
	Schalter mit Angabe der Schutzart nach DIN EN 60 529, z. B. IP 40
	Leitungs-Schutzschalter (Automat)
	Fehlerstrom-Schutzschalter, 4-polig
	Motor-Schutzschalter, 3-polig

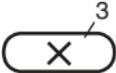
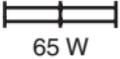
Schaltzeichen	Benennung
Schaltgeräte	
	Unterspannungs-Schutzschalter
	Fehlerspannungs-Schutzschalter
	Überstromrelais Vorrangschalter
	NOT-AUS-Schalter
Installationsschalter	
	Schalter, allgemein
	Schalter mit Kontrolllampe
	Ausschalter, 1-polig
	Ausschalter, 2-polig
	Ausschalter, 3-polig

Schaltzeichen	Benennung
Installationsschalter	
	Gruppenschalter, 1-polig
	Serienschalter, 1-polig
	Wechselschalter, 1-polig
	Kreuzschalter, 1-polig
	Zeitschalter
	Taster
	Leuchttaster
	Stromstoßschalter
	Näherungsschalter (Ausschalter)

Schaltzeichen	Benennung
Installationsschalter	
	Berührungsschalter (Wechselschalter)
	Dimmer (Ausschalter)
Steckvorrichtungen	
	Einfach-Steckdose ohne Schutzkontakt
	Zweifach-Steckdose
	Einfach-Schutzkontaktsteckdose
	Einfach-Schutzkontaktsteckdose für Drehstrom
	Zweifach-Schutzkontaktsteckdose
	Schutzkontaktsteckdose, abschaltbar
	Schutzkontaktsteckdose, verriegelbar

Schaltzeichen	Benennung
Steckvorrichtungen	
	Fernmeldesteckdose
	Antennensteckdose
Messgeräte, Anzeigergeräte, Relais und Tonfrequenz-Rundsteuergeräte	
	10 A Zählertafel z. B. mit einer Sicherung oder einem Leitungsschutzschalter 10 A
	Schaltuhr, z. B. für Stromtarifumschaltung
	Zeitrelais, z. B. für Treppenbeleuchtung
	Blinkrelais, Blinkschalter
	Tonfrequenz-Rundsteuerrelais
	Tonfrequenzsperre

Schaltzeichen	Benennung
Leuchten	
	Leuchte, allgemein
	Mehrfachleuchte mit Angabe der Lampenzahl und Leistung, z. B. mit 5 Lampen zu je 60 W
	Leuchte mit Schalter
	Leuchte mit Überbrückung für Lampenkettten
	Leuchte mit veränderbarer Helligkeit
	Sicherheitsleuchte in Dauerschaltung
	Sicherheitsleuchte in Bereitschaftsschaltung
	Scheinwerfer
	Leuchte mit zusätzlicher Sicherheitsleuchte in Bereitschaftsschaltung
	Leuchte mit zusätzlicher Sicherheitsleuchte in Dauerschaltung

Schaltzeichen	Benennung
Entladungslampen und Zubehör	
	Leuchte für Entladungslampe, allgemein
	Mehrfachleuchte für Entladungslampen mit Angabe der Lampenzahl, z. B. mit 3 Lampen
	Leuchte für Leuchtstofflampen, allgemein
	Leuchtenband für Leuchtstofflampen, z. B. 3 Leuchten je 40 W
	Leuchtenband für Leuchtstofflampen, z. B. 2 Leuchten je 2 x 65 W
	Leuchtstofflampe mit Vorheizung
	Vorschaltgerät, allgemein
	Vorschaltgerät, kompensiert
	Vorschaltgerät, kompensiert, mit Tonfrequenzsperre

Schaltzeichen	Benennung
Signalgeräte	
	Wecker
	Summer
	Gong
	Hupe
	Sirene
	Meldeleuchte, Signallampe, Lichtsignal
	Gruppen- oder Richtungs- leuchtmelder
	Mehrfachleuchtmelder, Signallampentafel, z. B. für 6 Meldungen
	Quittiermelder, Leuchtmelder mit Abstelltaste
	Ruf- und Abstelltaste
	Haussprechstelle

Schaltzeichen	Benennung
Signalgeräte	
	Ruftaster mit Namensschildern
	Türöffner
	Elektrische Uhr, z. B. Nebenuhr
	Hauptuhr
	Signalhauptuhr
	Kartenkontrollgerät, handbetätigt
	Brandmelder mit Laufwerk
	Feuer-Druckknopf- Nebenmelder
	Temperaturmelder
	Temperaturmelder nach dem Schmelzlotprinzip

Schaltzeichen	Benennung
Signalgeräte	
	Temperaturmelder nach dem Bimetallprinzip
	Temperaturmelder nach dem Differentialprinzip
	Hauptstelle (Zentrale) einer Brandmeldeanlage für 4 Schleifen in Sicherheitsschaltung, Sirenen- anlage für 2 Schleifen; Fernsprecher für beide Anlagen
	Polizei-Melder
	Wächtermelder, z. B. mit Sicherheitsschaltung
	Erschütterungsmelder (Tresorpendel)
	Passierschloss für Schaltwege in Sicherheitsanlagen
	Lichtstrahlmelder, Lichtschranke
	Brandmelder, selbsttätig
	Dämmerungsschalter



Rittal TS 8 Topschrank-System

Das Topschrank-System TS 8 mit seinen unendlichen Ausbaumöglichkeiten erfüllt auch individuelle Anforderungen perfekt und wirtschaftlich.

Dezimale Teile und Vielfache von Einheiten

Potenz	Vorsätze	Symbol
10^{-18}	Atto	a
10^{-15}	Femto	f
10^{-12}	Piko	p
10^{-9}	Nano	n
10^{-6}	Mikro	μ
10^{-3}	Milli	m
10^{-2}	Zenti	c
10^{-1}	Deci	d

Potenz	Vorsätze	Symbol
10	Deka	da
10^2	Hekto	h
10^3	Kilo	k
10^6	Mega	M
10^9	Giga	G
10^{12}	Tera	T
10^{15}	Peta	P
10^{18}	Exa	E

Zuordnung Stecker-/Kabeltypen

Buchse/Kupplung	Kabeltype
Twinax BNC-E BNC-F	Koaxialkabel
RJ 11 – 45 48 Mod. Jacks 32 Mod. Jacks	geschirmte/ungeschirmte 2-Draht-Leitungen
F-SMA 6,5 F-SMA 7,5 DIN 47 256 SC (-Duplex) LC (-Duplex)	Lichtwellenleiter
D-Sub 9-polig D-Sub 15-polig D-Sub 25-polig ADo 4/8 TAE 4/6	geschirmte/ungeschirmte Leitungen

Wichtige Normen für den Daten- und Telekommunikationsbereich

Normenübersicht, allgemein

DIN EN 61 000-6-3 (VDE 0839 Teil 6-3)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)-Fachgrundnorm Störaussendung, Wohnbereich etc.;
DIN EN 61 000-6-1 (VDE 0839 Teil 6-1)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)-Fachgrundnorm Störfestigkeit, Wohnbereich etc.;
DIN EN 50 098-1	Informationstechnische Verkabelung von Gebäudekomplexen – Teil 1: ISDN-Basisanschluss;
DIN EN 50 288-2 (VDE 0819 Teil 5)	Rahmenspezifikation für Geräteanschlusskabel für digitale und analoge Kommunikation;
DIN EN 55 022 (VDE 0878 Teil 22)	Grenzwerte und Messverfahren für Funkstörungen von Einrichtungen der Informationstechnik;

DIN EN 60 603-7	Steckverbinder für Frequenzen unter 3 MHz für gedruckte Schaltungen;
DIN EN 60 794 (VDE 0888-100-1)	Lichtwellenleiter-Kabel;
DIN EN 60 825-2 (VDE 0837 Teil 2)	Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen.

Installation von Endeinrichtungen

DIN VDE 0100-551	Elektrische Anlagen von Gehäusen;
DIN VDE 0800-174-2	Installation von Kommunikationsverkabelung;
DIN VDE 0845-1	Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Blitzeinwirkungen, statische Aufladungen und Überspannungen aus Starkstromanlagen; Maßnahmen gegen Überspannung;
DIN EN 50 310 (VDE 0800 Teil 2-310)	Anwendung von Maßnahmen für Potenzialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik.

Art und Einsatz von Kommunikationskabeln

DIN VDE 0815	Installationskabel und -leitungen für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen;
DIN VDE 0891-1	Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen;
DIN EN 60 794 (VDE 0888-100-1)	Lichtwellenleiter-Kabel;
DIN EN 50 174-2 (VDE 0800 Teil 174-2)	Informationstechnik – Installation von Kommunikationsverkabelung, Installationsplanung und -praktiken in Gebäuden.

Netzwerkinstallation

**Auszug aus Anwendungsneutrale Verkabelung
(Strukturierte Verkabelung) nach DIN EN 50 173-1: 2003-06**

1. Anwendungsbereich und Konformität DIN EN 50 173

1.1 Anwendungsbereich

Diese europäische Norm legt ein universelles Verkabelungssystem fest, das innerhalb von Standorten mit einem oder mehreren Gebäuden verwendet wird. Sie behandelt Verkabelungen mit symmetrischen Kupferkabeln und Lichtwellenleiterkabeln.

Diese Norm ist für Standorte optimiert, bei denen die größte Entfernung, über die informationstechnische Dienste verteilt werden sollen, 2000 m beträgt. Die Verfahren dieser Europäischen Norm dürfen auch auf größere Installationen angewandt werden.

Die Verkabelung, die in dieser Norm festgelegt ist, unterstützt eine breite Palette von Diensten einschließlich Sprache, Daten, Text, Stand- und Bewegtbild.

Die DIN EN 50 173 legt z. B. fest:

- a) die Struktur und die Konfiguration einer Kommunikationskabelanlage,
- b) die Leistungsanforderungen an die Verkabelung,
- c) Wahlmöglichkeiten für die Ausführung.

Anforderungen an Sicherheit (elektrische Sicherheit und Schutz vor Zerstörung, Feuer usw.) und elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) gehören nicht zum Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm und werden von anderen Normen und Vorschriften behandelt. Jedoch kann die in dieser Europäischen Norm gegebene Information bei der Einhaltung dieser Normen und Vorschriften hilfreich sein.

4. Struktur der anwendungsneutralen Kommunikationskabelanlage

4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt identifiziert die funktionellen Elemente der universellen Verkabelung, beschreibt, wie sie miteinander verbunden werden, um Teilsysteme zu bilden, und nennt die Schnittstellen, an denen anwendungsspezifische Komponenten durch die universelle Verkabelung verbunden werden. Ferner werden allgemeine Anforderungen an die Realisierung der universellen Verkabelung geboten.

Netzanwendungen werden dadurch unterstützt, dass anwendungsspezifische Einrichtungen an die informationstechnischen Anschlüsse und Verteiler angeschlossen werden. Die Komponenten, die für diesen Anschluss verwendet werden, sind nicht Teil der universellen Verkabelung.

4.2 Funktionelle Elemente

Die universelle Verkabelung besteht aus den folgenden funktionellen Elementen:

- Standortverteiler (SV)
- Primärkabel
- Gebäudeverteiler (GV)
- Sekundärkabel
- Etagenverteiler (EV)
- Tertiärkabel
- Sammelpunkt (SP)
- Sammelpunktkabel (SP-Kabel)
- informationstechnischer Mehrfachanschluss
- informationstechnischer Anschluss (TA).

Gruppen dieser funktionellen Elemente sind zu Teilsystemen der Verkabelung verbunden.

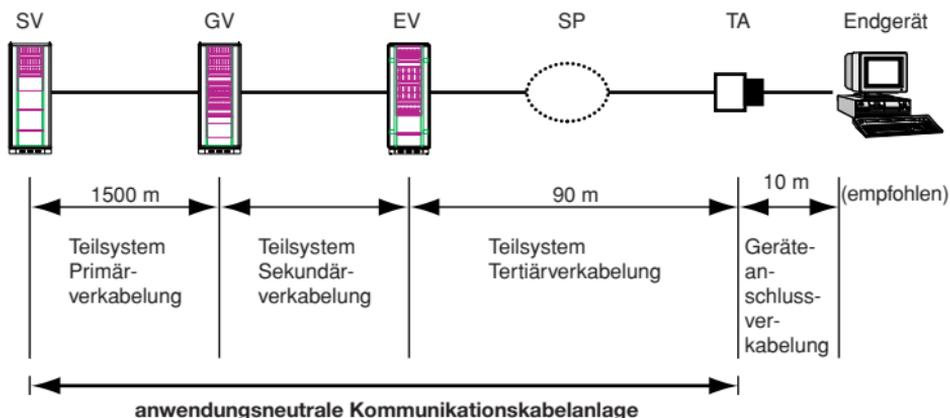


Bild 1: Struktur der universellen Verkabelung

4.3 Teilsysteme der Verkabelung

Ein universelles Verkabelungssystem besteht aus bis zu drei Teilsystemen der Verkabelung: Primär-, Sekundär- und Tertiärverkabelung. Die Teilsysteme der Verkabelung bilden zusammen eine anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlage.

Mit Hilfe der Verteiler können beliebige Netztopologien wie Bus, Stern und Ring realisiert werden.

4.4.1 Teilsystem der Primärverkabelung

Reicht vom Standortverteiler bis zu den Gebäudeverteilern, die üblicherweise in verschiedenen Gebäuden sind. Wenn vorhanden, enthält es die Primärkabel, ihre Auflagepunkte (am Standort- und an den Gebäudeverteilern) und die Rangiereinrichtungen im Standortverteiler. Ein Primärkabel darf auch Gebäudeverteiler miteinander verbinden.

4.4.2 Teilsystem der Sekundärverkabelung

Reicht von den Gebäudeverteilern bis zu den Etagenverteilern. Das Teilsystem enthält die Sekundärkabel, ihre mechanischen Auflagepunkte (am Gebäude- und den Etagenverteilern) und die Rangiereinrichtungen im Gebäudeverteiler. Die Sekundärkabel dürfen keine Kabelverzweiger, Kupferkabel sollten keine Spleiße enthalten.

4.4.3 Teilsystem der Tertiärverkabelung

Reicht vom Etagenverteiler zu den angeschlossenen informationstechnischen Anschlüssen. Das Teilsystem enthält die Tertiärkabel, ihre mechanischen Auflagepunkte am Etagenverteiler, den Rangierverteiler im Etagenverteiler und die informationstechnischen Anschlüsse.

Die Tertiärkabel sollten den Etagenverteiler und die informationstechnischen Anschlüsse ohne Unterbrechung verbinden. Wenn nötig, ist ein Sammelpunkt zwischen Etagenverteiler und beliebigen informationstechnischen Anschlüssen zulässig.

4.3 Strukturübersicht

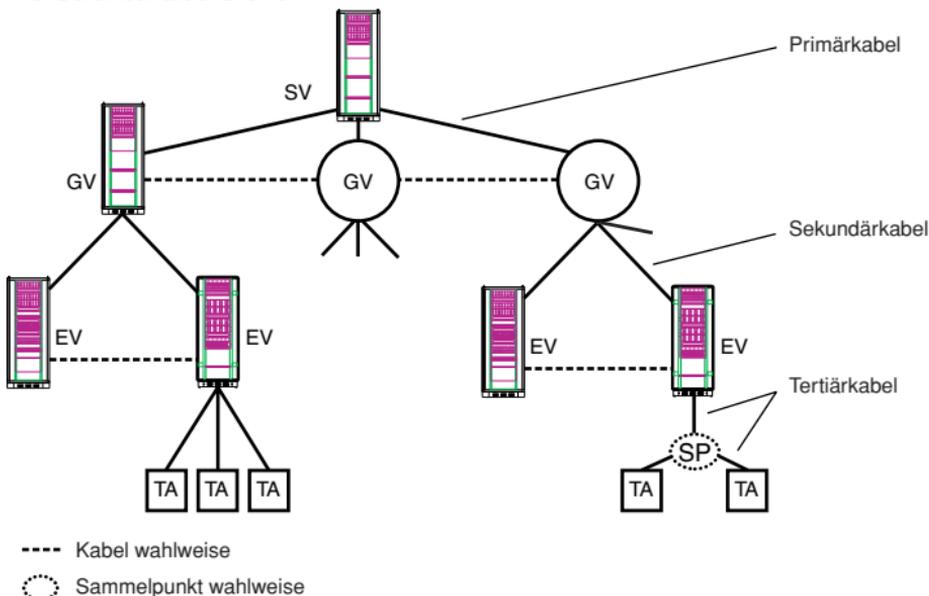


Bild 2: Verbindung zwischen funktionellen Elementen

4.7 Dimensionierung und Konfiguration

4.7.1 Verteiler

Die Anzahl und Art der Teilsysteme, die in einer anwendungsneutralen Verkabelung enthalten sind, hängt von der Geografie und Größe des Standortes oder Gebäudes und von der Vorgehensweise des Anwenders ab. Gewöhnlich gibt es einen Standortverteiler je Standort, einen Gebäudeverteiler je Gebäude und einen Etagenverteiler je Etage. Besteht die Liegenschaft aus nur einem Gebäude, das klein genug ist, um von einem einzigen Gebäudeverteiler versorgt zu werden, ist ein primäres Teilsystem der Verkabelung nicht erforderlich. In ähnlicher Weise dürfen größere Gebäude von mehreren Gebäudeverteilern versorgt werden, die über den Standortverteiler miteinander verbunden sind. Die Auslegung des Etagenverteilers muss sicherstellen, dass die Längen der Rangierschnüre, Rangierpaare und Geräteverbindungsschnüre minimiert werden, und die Systemverteilung sollte sicherstellen, dass die geplanten Längen während des Betriebes beibehalten werden.

4.9 Erdung und Potenzialausgleich

Die Normen der Reihe EN 50 174 und EN 50 310 legen Anforderungen an Erdung und Potenzialausgleich fest.

5.3 Klassifizierung von Übertragungsstrecken für symmetrische Verkabelung

5.3.1 Klassifizierung der Netzanwendungen

Klasse A, bis 100 kHz:	umfasst das Sprachband und niederfrequente Netzanwendungen.
Klasse B, bis 1 MHz:	umfasst Datenanwendungen mittlerer Bitrate.
Klasse C, bis 16 MHz:	umfasst Datenanwendungen hoher Bitrate.
Klasse D, bis 100 MHz:	umfasst Datenanwendungen sehr hoher Bitrate.
Klasse E, bis 250 MHz:	umfasst Datenanwendungen sehr hoher Bitrate.
Klasse F, bis 600 MHz:	umfasst Datenanwendungen sehr hoher Bitrate.

5.5 Klassifikation von Übertragungsstrecken mit Lichtwellenleiter-Verkabelung

5.5.1 Allgemeines

Diese Norm legt die folgenden Klassen für Lichtwellenleiter-Verkabelung fest:

- Übertragungsstrecken der Klasse OF-300 unterstützen die in Anhang E aufgeführten Netzanwendungen über die in Abschnitt 7 genannten Lichtwellenleiter-Kategorien mindestens über 300 m;
- Übertragungsstrecken der Klasse OF-500 unterstützen die in Anhang E aufgeführten Netzanwendungen über die in Abschnitt 7 genannten Lichtwellenleiter-Kategorien mindestens über 500 m;
- Übertragungsstrecken der Klasse OF-2000 unterstützen die in Anhang E aufgeführten Netzanwendungen über die in Abschnitt 7 genannten Lichtwellenleiter-Kategorien mindestens über 2000 m.

Die Anforderungen an das Leistungsvermögen von Übertragungsstrecken mit Lichtwellenleitern beruhen auf der Annahme, dass jede Lichtwellenleiter-Übertragungsstrecke nur eine einzige optische Wellenlänge in einem Übertragungsfenster verwendet.

Unterstützte Netzanwendungen (Anhang E)

Kl.	Netzanwendung	Quelle	Weiterer Name
A	PBX X.21 V.11	Nationale Anforderung ITU-T-Empfehlung X.21 ITU-T-Empfehlung X.21	
B	S ₀ Bus (erweitert) S ₀ Punkt-zu-Punkt S ₁ /S ₂ CSMA/CD 1Base5	ITU-T-Empfehlung 1.430 ITU-T-Empfehlung 1.430 ITU-T-Empfehlung 1.431 ISO/IEC 8802-3	ISDN Basisanschluss ISDN Basisanschluss ISDN Primärmultiplex- anschluss Star LAN
C	CSMA/CD 10Base-T CSMA/CD 100Base-T4 Token Ring 4 Mbit/s	ISO/IEC 8802-3 ISO/IEC 8802-3 ISO/IEC 8802-5	Ethernet Fast Ethernet
D	TP-PMD CSMA/CD 100Base-TX Token Ring 100 Mbit/s CSMA/CD 1000Base-T	ISO/IEC FCD 9314-10 ISO/IEC 8802-3 ISO/IEC 8802-5t ISO/IEC 8802-3	Medienabhängige Bitübertragungsschicht für verdrehte Paare Fast Ethernet High Speed Token Ring Gigabit Ethernet
E	ATM LAN 1,2 Gbit/s	ATM Forum af-phy-0162.000	ATM-1200/Kategorie 6
F	FC-100-TP	ISO/IEC 14 165-114	
Verkabelungsstrecke der LWL-Klasse			
	CSMA/CD 10Base-F Token Ring FDDI SM-FDDI LCF-FDDI FC-PH ATM	ISO/IEC 8802 AM ISO/IEC TR 11802-4 EN ISO/IEC 9314-3 ISO/IEC 9314-4 ISO/IEC C 9314-9 ISO/IEC CD 14165-1 ITU-T-Empf. I.432	Anschluss von Stationen an LWL-Kabeln Verteilte Datenschnittstelle mit Lichtwellenleitern Einmodem-FDDI FDDI mit kostengünstigem Lichtwellenleiter Fibre Channel B-ISDN

Begriffe in der Datenübertragungstechnik

Adresse

- Eine kodierte Information, die Herkunft oder Ziel eines Datensatzes angibt.
- Kennzeichnung eines Speicherplatzes, in dem ein Datensatz gespeichert ist.

B/s (Bit/Sekunde)

Einheit für die Leistung der seriellen Datenübertragung.

Bitrate

Eine Maßeinheit für die Übertragungsgeschwindigkeit. Die Bitrate gibt an, wieviele Bit innerhalb einer festgelegten Zeit übertragen werden können.

Bus

Ein Verbindungssystem zwischen digitalen Teilnehmern (oft zwischen mehreren Speicherbereichen) aus einer oder mehreren Leitungen.

Duplex

Bei Übertragungsstromkreisen die Möglichkeit, gleichzeitig zu senden und zu empfangen.

Ethernet

Ein lokales Basisband-Netz von Xerox (eingetragenes Warenzeichen), das gemeinsam von Xerox, Digital Equipment Corporation und Intel entwickelt wurde.

ISDN

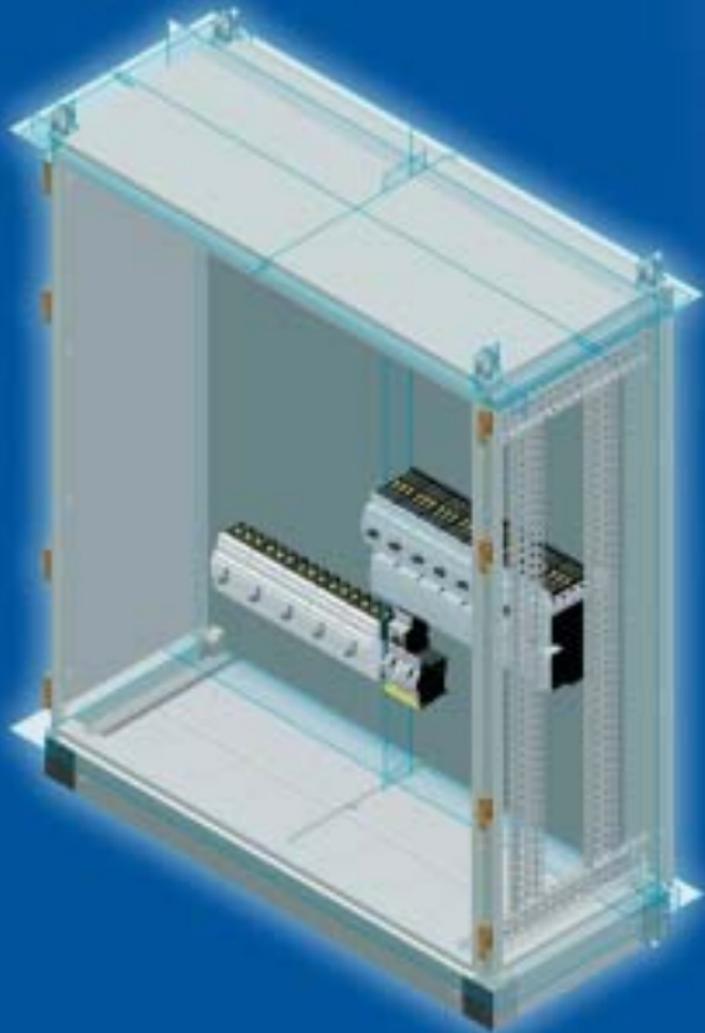
Abkürzung für Integrated Services Digital Network. Integriertes digitales Netz für die Zusammenfassung der unterschiedlichen Postdienste über gemeinsame Digitalisierer und Digitalpfade, z. B. Fernsprechen, Datenübertragung etc.

Kanal (Channel)

Übertragungskanal = Übertragungsmedium bei Richtungsbetrieb.

Koaxialkabel (Coaxial cable)

Ein Kabel für die Übertragung in Breitband- und Basisbandsystemen. Koaxialkabel bestehen aus einem Mittenleiter, einer Isolierung und einem Schirmgeflecht.



Rittal Daten – passend für Ihr System

Egal welches CAD-System Sie einsetzen – mit RiCAD 3D sparen Sie Zeit und erhöhen wirkungsvoll die Effizienz und Produktivität in Ihrer Anlagenkonstruktion.

Lichtwellenleiter (LWL, Fibre Optics)

Glas- oder Kunststofffaser, die zur Informationsübertragung mit Hilfe des Lichtes dienen.

Modem

Zusammengesetzt aus Modulator – Demodulator. Ein Gerät, das Analogsignale in Digitalsignale umwandelt und umgekehrt.

Modulation

Vorgang, bei dem ein oder mehrere Merkmale einer Trägerschwingung (Frequenz, Amplitude, Phase) verändert werden, um so analoge oder digitale Signale darzustellen.

Multiplexer

Ein Gerät, das die Information mehrerer Kanäle mit niedriger Übertragungsgeschwindigkeit in einem einzelnen schnellen Kanal zusammenfasst.

RS-232

Norm der Electronic Industries Association (EIA) für Schnittstellen zwischen Datenendeinrichtungen und Datenübertragungseinrichtungen. Ist auch unter der Bezeichnung V24 bekannt (25-poliger Steckverbinder).

Terminal

Oberbegriff für Datenstationen, die an einen Netzknoten angeschlossen werden können und das Senden und Empfangen von Daten ermöglichen.

Zweidrahtleitung (Twisted Pair Cable)

Eine Leitung aus voneinander geschirmten oder nicht-isolierten Leitern.

Vierdrahtleitung

Eine Leitung, die mit zwei Leiterpaaren arbeitet. Dabei dient das eine Paar als Sende- und das andere als Empfangskanal.

EMV-Kurzinformation zum Thema EMV/HF-geschirmte Gehäuse und CE-Zeichen

Was versteht man unter EMV?

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist die Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässig zu beeinflussen.

Hohe Packungsdichten in Elektronikbaugruppen und immer größere Signal-Verarbeitungsgeschwindigkeiten verursachen in komplexen elektronischen Geräten und Systemen der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Datenverarbeitung/-übertragung und Kommunikationstechnik häufig Fehler, die auf elektromagnetische Beeinflussungen zurückgeführt werden können.

Grundbegriffe der EMV-Thematik

- **Elektromagnetische Beeinflussung** ist die Einwirkung elektromagnetischer Größen auf Stromkreise, Geräte, Systeme oder Lebewesen.
- **Störquelle** ist der Ursprung von Störungen.
- **Störsenke** ist die elektrische Einrichtung, deren Funktion durch Störgrößen beeinflusst werden kann.
- **Kopplung** ist die Wechselbeziehung zwischen Stromkreisen, bei der Energie von einem Stromkreis auf einen anderen übertragen werden kann. Störgröße ist die elektromagnetische Größe, die in einer elektrischen Einrichtung eine unerwünschte Beeinflussung hervorrufen kann (Störspannung, -strom, -feldstärke).

Störquellen und Störgrößen

Störquellen können unterschieden werden in:

- Interne Störquellen
 - künstliche, d. h. technisch bedingte
- Externe Störquellen
 - natürliche, z. B. Blitz; elektrostatische Entladungen
 - künstliche, d. h. technisch bedingte.

Bei den technisch bedingten Störquellen muss man unterscheiden zwischen Auswirkungen betriebsmäßig erzeugter und genutzter elektromagnetischer Größen (z. B. Funksendeanlagen, Radar etc.) und betriebsmäßig oder im Fehlerfall auftretenden elektromagnetischen Größen, die nicht zur Nutzung erzeugt werden (z. B. Funkentladungen an Schaltkontakten, Magnetfelder starker Ströme etc.).

Störgrößen können Spannungen, Ströme, elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder sein, die entweder kontinuierlich periodisch oder zeitlich zufällig impulsförmig auftreten können.

In Niederspannungsnetzen gilt:

- Die störintensivsten vorübergehenden Vorgänge werden in Niederspannungsnetzen durch das Schalten induktiver Lasten verursacht, z. B. Elektrowerkzeuge, elektrische Haushaltsgeräte, Leuchtstofflampen.
- Die gefährlichsten Überspannungen (nach Höhe, Dauer und Energieinhalt) werden durch abschaltende Sicherungen im Kurzschlussfall hervorgerufen (Dauer im Millisekundenbereich).

Beeinflussungsmechanismen und Gegenmaßnahmen

Folgende Kopplungsmechanismen können unterschieden werden:

- leitungsgebundene Beeinflussungen
- feldgebundene Beeinflussungen
 - Feldbeeinflussung
 - Strahlungsbeeinflussung.

Feldbeeinflussung (Niederfrequenz)

Starke niederfrequente Ströme verursachen ein niederfrequentes magnetisches Feld, das Störspannungen induzieren kann oder durch direkte magnetische Wirkung (Magnetspeicher von Rechnern, Monitore, empfindliche elektromagnetische Messgeräte – z. B. EEG) Störungen hervorrufen kann. Niederfrequente elektrische Felder hoher Stärke können durch niederfrequente Hochspannungen erzeugt werden (Hochspannungsfreileitungen) und zu Störspannungen führen (kapazitive Einkopplung).

Von praktischer Bedeutung sind die Magnetfelder, deren Auswirkungen sich verringern lassen durch:

- geschirmte Leitungen
- schirmende Gehäuse (entscheidend ist die Materialeigenschaft Permeabilität, bei Stahlblech zu gering, wesentlich besser z. B. Mu-Metall).

Strahlungsbeeinflussung (Hochfrequenz)

Durch elektrische Stromkreise im freien Raum verursachte elektromagnetische Wellen können Störspannungen erzeugen, die abhängig von der Entfernung zum Entstehungsort (Nahfeld oder Fernfeld) betrachtet werden müssen.

Im Nahfeld überwiegt entweder die elektrische Komponente (E) oder magnetische Komponente (H) des elektromagnetischen Feldes, je nachdem, ob die Störquelle hohe Spannungen und geringe Ströme oder hohe Ströme und geringe Spannungen führt. Im Fernfeld können E und H grundsätzlich nicht mehr getrennt betrachtet werden.

Die Beeinflussung lässt sich vermindern durch:

- geschirmte Leitungen
- **schirmende Gehäuse** (Faraday'scher Käfig!).

Die Gehäuse-/HF-Schirmung

Die Ermittlung des Anforderungsprofils kann nach der folgenden Checkliste durchgeführt werden.

Checkliste Anforderungsprofil an EMV-Gehäuse
<ul style="list-style-type: none">● Welche Störgrößen treten im Anwendungsfall auf? (elektrisches, magnetisches oder elektromagnetisches Feld)● Welche Grenzwerte der Störgrößen können in der Anwendung auftreten? (Feldstärken, Frequenzbereich)● Können die Anforderungen durch ein Standardgehäuse oder ein HF-geschirmtes Gehäuse erfüllt werden? (Vergleich mit den Dämpfungsdiagrammen)● Bestehen sonstige EMV-Anforderungen? (Abschottung im Gehäuse, besonderer Potentialausgleich im Gehäuse etc.)● Bestehen sonstige mechanische Anforderungen? (Ausbrüche, Sichttüren/-fenster, Kabeldurchführungen etc.)

Jedes Stahlblechgehäuse bietet bereits eine in einem weiten Frequenzbereich gute **Grund-Schirmwirkung**, d. h. Dämpfung von elektromagnetischen Feldern.

Für Großschaltschränke lässt sich eine **mittlere Schirmdämpfung** durch kostengünstige Maßnahmen zur mehrfach leitenden Verbindung aller Gehäuseteile untereinander erreichen.

Hohe Schirmdämpfungswerte im Frequenzbereich oberhalb ca. 5 MHz werden durch Spezialdichtungen erzielt, die metallisch blanke Innenflächen von Türen und abnehmbaren Wänden, Dach- und Bodenblechen mit den metallisch blanken Dichtkanten des Gehäusekörpers oder -gerüstes weitgehend schlitzfrei leitend verbinden. Je höher die auftretenden Frequenzen sind, desto kritischer werden Öffnungen im Gehäuse.

Wie interpretiert man ein EMV-Diagramm?

Der Dämpfungswert eines Gehäuses ergibt sich bei allen Diagrammen durch die erwartete Störfrequenz und die Art des Störfeldes (Elektrisches Feld E, Magnetisches Feld H oder elektromagnetisches Feld). So ergeben sich beispielsweise im untenstehenden Diagramm bei einer Frequenz von 10 MHz folgende Dämpfungswerte:

Punkt 1: Elektrisches Feld hoch: $a_1 \approx 65$ dB

Punkt 2: Elektrisches Feld Standard: $a_2 \approx 35$ dB

Bei allen Diagrammen wird auf der Y-Achse (senkrecht) die Schirmdämpfung „a“ in der Einheit „dB“ angegeben.

Diese Einheit gibt das logarithmische Verhältnis zwischen dem Feld in der Umgebung und dem Feld im Gehäuseinneren an.

Auf der X-Achse (waagrecht) ist das Frequenzband im logarithmischen Maßstab aufgetragen. Die Dämpfung „a“ wird ermittelt über die Gleichung

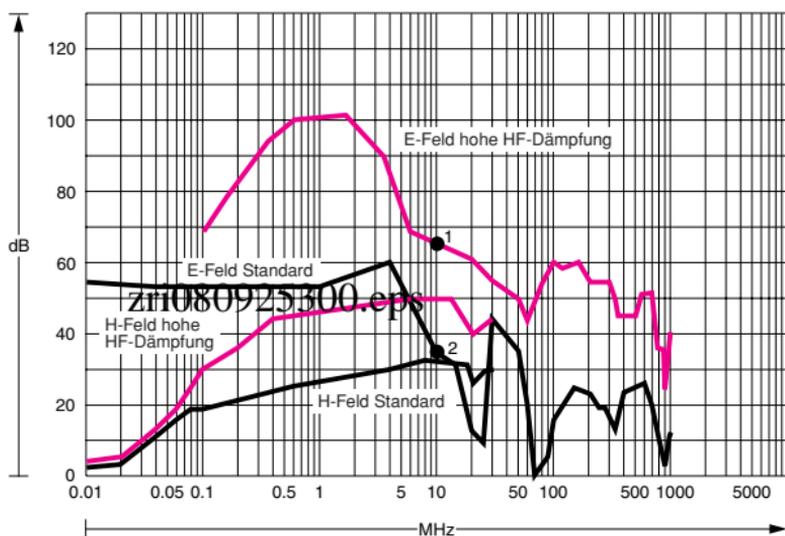
$$a = 20 \log \frac{E_0}{E_1} \text{ und}$$

Index 0 für ungeschirmte Werte

$$a = 20 \log \frac{H_0}{H_1}$$

mit

Index 1 für geschirmte Werte



MHz = Frequenz
dB = HF-Dämpfung

Beispieltabelle

Dämpfung in dB	Verhältnis innen/außen
6	1/2
20	1/10
40	1/100
60	1/1000

CE-Kennzeichnung

Was heißt CE?

Die Abkürzung steht für Europäische Gemeinschaften (= Communautés Européennes) und dokumentiert die Übereinstimmung eines Produktes mit den jeweils maßgeblichen EU-Richtlinien.

Grundlagen

Bei der CE-Kennzeichnung handelt es sich **nicht** um eine Zertifizierung, bei der Hersteller freiwillig positive Produkteigenschaften ihrer Erzeugnisse durch Prüfinstitute bestätigen lassen. Sie ist eine gesetzlich vorgeschriebene Kennzeichnung für alle Produkte, die den EU-Richtlinien entsprechen.

Ziel der CE-Kennzeichnung ist in erster Linie der Abbau von Handelshemmnissen innerhalb der EU-Mitgliedsstaaten. Das CE-Zeichen ist ein Verwaltungszeichen und ist nicht für Verbraucher und Endabnehmer bestimmt. Es ist ein Hinweis für Marktaufsichtsbehörden, dass die gekennzeichneten Erzeugnisse den Anforderungen der technischen Harmonisierungsrichtlinien – im wesentlichen Sicherheitsanforderungen – entsprechen. Es ist zu verstehen wie ein „Technischer Reisepass“ für bestimmte Produkte innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraumes.

Grundlage für die CE-Kennzeichnung ist das Harmonisierungskonzept der Europäischen Kommission und die damit verbundene Aufwertung der Europäischen Normung. Wesentlicher Inhalt ist die gegenseitige Anerkennung bestehender nationaler Vorschriften, Normen und Spezifikationen. Besonders zum Schutz der Verbraucher, wobei Gesundheit, Sicherheit und Umwelt im Vordergrund stehen.

Was bedeutet das konkret für Rittal Produkte?

Schaltschränke, Leergehäuse und mechanische Zubehörkomponenten unterliegen keiner derzeit gültigen EU-Richtlinie. Diese Produkte dürfen weder mit einer CE-Kennzeichnung versehen werden, noch darf eine Konformitäts- oder Herstellererklärung ausgestellt werden.

Elektrotechnische Erzeugnisse müssen entsprechend ihres Gefahrenpotentials, Einsatzbereiches und der Richtlinien-Definition alle betreffenden EU-Richtlinien erfüllen.

Alle Rittal Produkte, die diesen Richtlinien entsprechen, sind auf dem Produkt oder der Beilage mit der CE-Kennzeichnung versehen. Dieser Hinweis ist ebenfalls im Handbuch abgebildet. Auf Verlangen wird dazu eine Konformitätserklärung (deutsch/englisch) ausgehändigt.

Richtlinien, die für Rittal Produkte Bedeutung haben sind in erster Linie:

Die EMV-Richtlinie 2004/108/EG

Die Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG und Änderungen

Schaltschrank-Klimatisierung

Geräteart	Einsatzbereich
Schaltschrank-Heizgeräte	Aufheizen bzw. Temperaturstabilisierung der Schaltschrankinnentemperatur gegenüber der Umgebungstemperatur, um Kondenswasserbildung zu vermeiden, oder Erreichen von Mindesttemperaturen für Schalt- und Steuergeräte. Einsatz als Frostwächter z. B. bei pneumatischen Steuereinrichtungen.
Schaltschrank-Filterlüfter	Wärmeabfuhr aus Schaltschränken, gleichmäßige Wärmeverteilung. Vermeiden von Kondensfeuchtigkeit. Einsatz, wenn keine aggressiven Medien und kein zu großer Staubanfall in der Umgebungsluft vorhanden sind.
Schaltschrank-Wärmetauscher Luft/Luft	Wärmeabfuhr aus Schaltschränken. Durch zwei getrennte Luftkreisläufe gelangt keine Umgebungsluft in den Schaltschrank. Daher Einsatz in durch Staub und aggressive Medien belasteter Umgebung möglich.
Schaltschrank-Wärmetauscher Luft/Wasser	Wärmeabfuhr bzw. Kühlung der Schaltschränke unter die Umgebungstemperatur. Einsatz in extremer Umgebung (Temperatur/Schmutz).

Schaltschrank-Klimatisierung (Fortsetzung)

Geräteart	Einsatzbereich
Schaltschrank-Kühlgerät	Wärmeabfuhr bzw. Kühlung der Schaltschränke unter die Umgebungstemperatur. Trennung von Umgebungsluft und Schaltschrankinnenluft.
Direct Cooling Package (DCP)	Effektive Wärmeabfuhr direkt vom Bauteil. Eine wasser-gekühlte Montageplatte führt die Verlustleistung direkt vom Bauteil ab und zwar völlig geräuschlos.
Rückkühlanlagen	Versorgen Luft-Wasser-Wärmetauscher, DCP sowie Maschinen und Prozesse mit kaltem Wasser. Diese Anlagen zeichnen sich durch hohe Temperaturgenauigkeit und exzellente Performance aus.

Konstantklimate nach DIN 50 015

Kurzzeichen	Temperatur		relative Luftfeuchte %		Luftdruck mbar	Bemerkung
	°C	übliche Abweichung	Nennwert	übliche Abweichung		
23/83	23	± 2°C	83	± 3	800	feucht
40/92	40	± 2°C	92	± 3	bis	feuchtwarm
55/20	55	± 2°C	≤ 20	–	1060	trockenwarm

Feucht-Wechselklima nach DIN 50 016

Die Beanspruchung durch ein Feucht-Wechselklima im Sinne dieser Norm besteht in der abwechselnden Einwirkung von Klima 23/83 und Klima 40/92 nach DIN 50 015. Im Wechselklimaraum erfolgen die Umschaltungen folgendermaßen: Nach 14 Stunden 40/92 = feuchtwarm, auf 10 Stunden 23/83 = feucht im 24-Stunden-Zyklus.

Berechnungsgrundlagen der Schaltschrank-Klimatisierung

\dot{Q}_V = im Schaltschrank installierte Verlustleistung [W]

\dot{Q}_S = abgestrahlte Leistung durch die Schaltschrankoberfläche [W]

$\dot{Q}_S > 0$: Abstrahlung ($T_i > T_u$)

$\dot{Q}_S < 0$: Einstrahlung ($T_i < T_u$)

\dot{Q}_K = erforderliche Kälteleistung eines Schaltschrank-Kühlgerätes [W]

\dot{Q}_H = erforderliche Heizleistung einer Schaltschrank-Heizung [W]

q_W = spezifische Wärmeleistung eines Wärmetauschers [W/K]

\dot{V} = erforderlicher Luftvolumenstrom eines Filterlüfters zur Unterschreitung der max. zulässigen Temperaturdifferenz zwischen angesaugter und ausströmender Luft [m^3/h]

T_i = gewünschte Innentemperatur des Schaltschranks [$^{\circ}\text{C}$]

T_u = Umgebungstemperatur des Schaltschranks [$^{\circ}\text{C}$]

$\Delta T = T_i - T_u$ = max. zulässige Temperaturdifferenz [K]

A = effektive, Leistung abstrahlende Schaltschrankoberfläche gemäß VDE 0660 Teil 500 [m^2]

k = Wärmedurchgangskoeffizient [$\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$] bei ruhender Luft für Stahlblech- $k = 5,5 \text{ W}/\text{m}^2 \text{K}$

Abgestrahlte Leistung durch die Schaltschrankoberfläche

$\dot{Q}_S = k \cdot A \cdot (T_i - T_u)$

$\dot{Q}_S < 0$: Einstrahlung ($T_i < T_u$)

$\dot{Q}_S > 0$: Abstrahlung ($T_i > T_u$)

Des Weiteren gilt:

$\dot{Q}_S = \dot{Q}_V - \dot{Q}_K$ und $\dot{Q}_S = \dot{Q}_V + \dot{Q}_H$

Falls $\dot{Q}_K = \dot{Q}_H = 0$ folgt:

$\dot{Q}_S = \dot{Q}_V = k \cdot A \cdot (T_i - T_u)$

Schaltschrank-Kühlgerät

– erforderliche Kälteleistung:

$\dot{Q}_K = \dot{Q}_V - \dot{Q}_S$

$\dot{Q}_K = \dot{Q}_V - k \cdot A \cdot (T_i - T_u)$ bzw. $T_i = T_u + \frac{\dot{Q}_V - \dot{Q}_K}{k \cdot A}$

Schaltschrank-Heizung

– erforderliche Heizleistung:

$$\dot{Q}_H = -\dot{Q}_V + \dot{Q}_S$$

$$\dot{Q}_H = -\dot{Q}_V + k \cdot A \cdot (T_i - T_u)$$

Wärmetauscher

– spezifische Wärmeleistung:

$$q_w = \frac{\dot{Q}_V}{\Delta T} - k \cdot A$$

$$q_w = \frac{\dot{Q}_V}{(T_i - T_u)} - k \cdot A$$

Filterlüfter

– erforderlicher Luftvolumenstrom:

$$\dot{V} = f(h) \cdot \frac{\dot{Q}_V - \dot{Q}_S}{\Delta T} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

mit

h = Betriebshöhe über Meeresniveau ($h = 0$) [m]

$$f(0 - 100) = 3,1 \text{ m}^3 \cdot \text{K/W} \cdot \text{h}$$

$$f(100 - 250) = 3,2 \text{ m}^3 \cdot \text{K/W} \cdot \text{h}$$

$$f(250 - 500) = 3,3 \text{ m}^3 \cdot \text{K/W} \cdot \text{h}$$

$$f(500 - 750) = 3,4 \text{ m}^3 \cdot \text{K/W} \cdot \text{h}$$

$$f(750 - 1000) = 3,5 \text{ m}^3 \cdot \text{K/W} \cdot \text{h}$$

Beispiel: Betriebshöhe $h = 300$ m

$$\dot{V} = 3,3 \cdot \frac{\dot{Q}_V - k \cdot A \cdot (T_i - T_u)}{T_i - T_u} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Überschlägige Berechnung

$$\dot{V} = 3,1 \frac{\dot{Q}_V}{\Delta T} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Berechnung der effektiven Schaltschrankoberfläche

Die Berechnung von A erfolgt gemäß VDE 0660 Teil 500 unter Berücksichtigung der Aufstellungsart.

Gehäuse-Aufstellungsart und Formelberechnung

nach IEC 60 890



Einzelgehäuse allseitig freistehend

$$A = 1,8 \cdot H \cdot (B + T) + 1,4 \cdot B \cdot T$$



Einzelgehäuse für Wandanbau

$$A = 1,4 \cdot B \cdot (H + T) + 1,8 \cdot T \cdot H$$



Anfangs- oder Endgehäuse freistehend

$$A = 1,4 \cdot T \cdot (H + B) + 1,8 \cdot B \cdot H$$



Anfangs- oder Endgehäuse für Wandanbau

$$A = 1,4 \cdot H \cdot (B + T) + 1,4 \cdot B \cdot T$$



Mittelgehäuse freistehend

$$A = 1,8 \cdot B \cdot H + 1,4 \cdot B \cdot T + T \cdot H$$



Mittelgehäuse für Wandanbau

$$A = 1,4 \cdot B \cdot (H + T) + T \cdot H$$



Mittelgehäuse für Wandanbau mit abgedeckten Dachflächen

$$A = 1,4 \cdot B \cdot H + 0,7 \cdot B \cdot T + T \cdot H$$

A = Fläche [m²]

B = Schaltschrankbreite [m]

H = Schaltschrankhöhe [m]

T = Schaltschranktiefe [m]

Umrechnungen:

°C → °F: $T_F = T_C \cdot 1,8 + 32$

°F → °C: $T_C = (T_F - 32) : 1,8$

W → BTU: $1 \text{ BTU} = 2.930 \cdot 10^{-4} \text{ kWh}$

(BTU = British Thermal Unit)

T_F = Temperatur in Fahrenheit

T_C = Temperatur in Celsius

Beispiele: Effektive Schaltschrankoberfläche für definierte Abmessungen [m²]

Breite mm	Höhe mm	Tiefe mm							
300	400	210	0,46	0,41	0,42	0,29	0,39	0,34	0,30
380	600	210	0,75	0,66	0,70	0,50	0,65	0,56	0,50
500	500	210	0,79	0,69	0,74	0,50	0,70	0,60	0,53
500	700	250	1,12	0,98	1,05	0,74	0,98	0,84	0,75
600	380	350	0,94	0,85	0,89	0,51	0,84	0,75	0,60
600	600	350	1,32	1,18	1,24	0,80	1,15	1,01	0,86
600	760	210	1,28	1,10	1,22	0,86	1,16	0,97	0,89
600	760	350	1,59	1,41	1,49	1,01	1,38	1,20	1,05
760	760	300	1,77	1,54	1,68	1,13	1,59	1,36	1,20
1000	1000	300	2,76	2,36	2,64	1,82	2,52	2,12	1,91
600	1200	600	3,10	2,81	2,81	2,02	2,52	2,23	1,98
600	1400	600	3,53	3,19	3,19	2,35	2,86	2,52	2,27
600	1600	600	3,96	3,58	3,58	2,69	3,19	2,81	2,56
800	1600	600	4,70	4,19	4,32	3,14	3,94	3,42	3,09
600	1800	600	4,39	3,96	3,96	3,03	3,53	3,10	2,84
800	1800	600	5,21	4,63	4,78	3,53	4,34	3,77	3,43
800	1800	800	6,08	5,50	5,50	4,03	4,93	4,35	3,90
600	2000	600	4,82	4,34	4,34	3,36	3,86	3,38	3,13
800	2000	600	5,71	5,07	5,23	3,92	4,75	4,11	3,78
800	2000	800	6,66	6,02	6,02	4,48	5,38	4,74	4,29
600	2200	600	5,26	4,73	4,73	3,70	4,20	3,67	3,42
800	2200	800	7,23	6,53	6,53	4,93	5,82	5,12	4,67



Rittal Therm ist ein Berechnungsprogramm für die Klimatisierung von Schaltschränken.

Alle elektrischen und elektronischen Komponenten haben eine gewisse Verlustleistung, die in Form von Wärme an die Umgebung abgeführt wird. Da heutzutage immer mehr Komponenten auf immer weniger Platz untergebracht werden, steigt die produzierte Wärme schnell auf Werte, die für die elektronischen Komponenten schädlich sind und deren Lebensdauer stark reduzieren können.

Die aufwändige Berechnung des Klimatisierungsbedarfs wird durch die Software Therm komplett übernommen. Eine leicht zu bedienende Oberfläche führt den Anwender zu der passenden und richtig dimensionierten Klimatisierungskomponente. Alle Auswertungen lehnen sich eng an die Vorgaben der IEC/TR 60 890 AMD1/02.95 und der DIN 3168 für Schaltschrank-Kühlgeräte an.

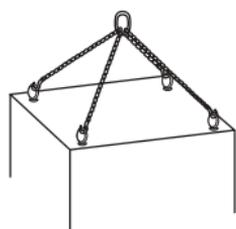
Best.-Nr. SK	3121.000
---------------------	-----------------

Ausführungsbeispiele für Krantransport von Rittal Schaltschränken

Max. Anhängelast in N für Rittal Schaltschränke bei nebenstehendem Seilwinkel.

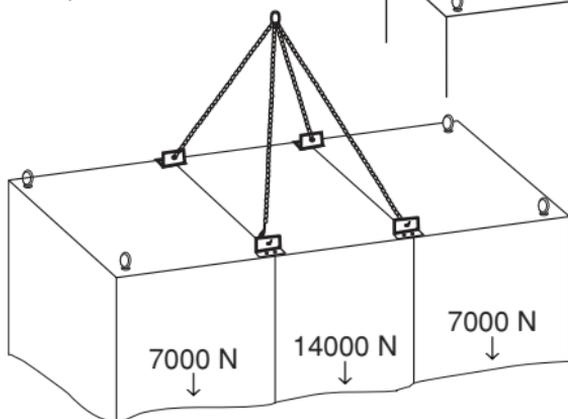
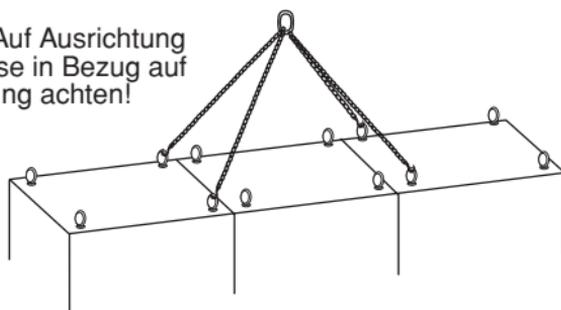
	ES	TS 8	AK
 für eine Öse	3400	3400	2500
 für vier Ösen	6400	6400	4000

Normale Kranaufhängung



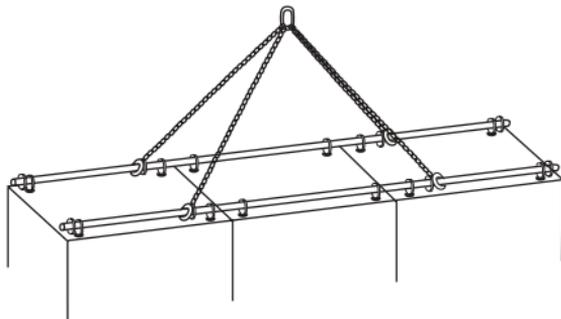
Achtung: Auf Ausrichtung der Ringöse in Bezug auf Krafrichtung achten!

Normale Kranaufhängung angereicherter Schaltschränke

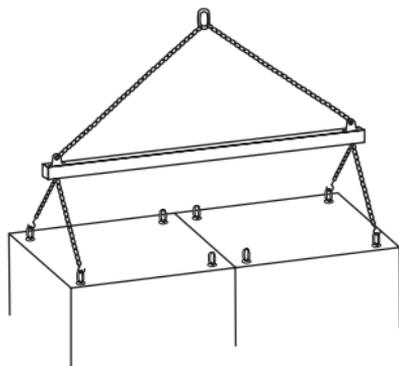


Eine Belastbarkeit von 2,8 t wird mit Hilfe des Kombiwinkels PS 4540.000 unter gleichzeitiger Verwendung von Anreiherschnellverbinder (TS 8800.500) und Anreihwinkel TS 8800.430 erreicht (bei mindestens 3 Schränken).

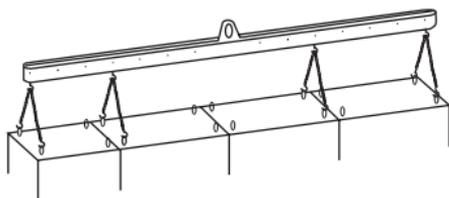
Normale Kranaufhängung mit
zusätzlicher Rohrstabilisierung



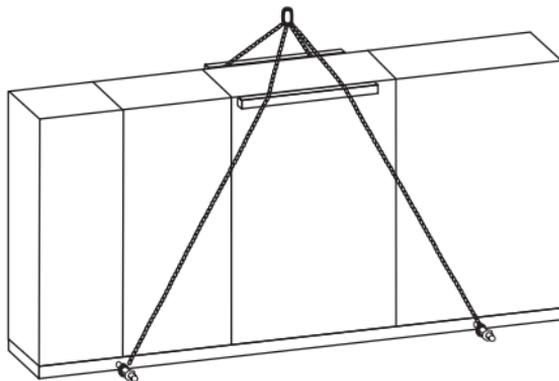
Verstellbare Tragebalken



Verstellbare Tragebalken



Normale Kranaufhängung mit
zusätzlichem Transportsockel



Die wichtigsten Prüfzeichen und Symbole

Prüfzeichen, die von VDE-Prüfstelle erteilt werden



VDE-Zeichen
Geräte und Installationsmaterial



VDE-Kennfaden
Kabel und isolierte Leitungen



VDE-Kabelkennzeichen
Kabel und isolierte Leitungen



VDE-Funkschutzzeichen
Geräte, die funkentstört sind



VDE-Elektronik-Prüfzeichen
Baulemente der Elektronik



VDE-GS-Zeichen
Technische Arbeitsmittel gemäß
Aufgabenbereich der VDE-Prüfstelle



CEE-Prüfzeichen (E-Zeichen)
Geräte und Installationsmaterial



CEE-Kennfaden, Isolierte Leitungen



VDE-Harmonisierungskennzeichnung
Kabel und isolierte Leitungen



VDE-Harmonisierungskennzeichnung
(als Kennfaden)
Kabel und isolierte Leitungen



CECC-Prüfzeichen
Baulemente der Elektronik
(in Vorbereitung)

Approbationen und Zulassungen

Produkt-Zertifizierungen und Approbationen sind wesentliche Voraussetzungen globaler Akzeptanz von Industrieprodukten.

Rittal Produkte entsprechen höchsten global anerkannten Qualitätsmaßstäben. Alle Komponenten werden den härtesten Tests nach internationalen Vorschriften und Normen unterzogen.

Die gleichbleibend hohe Produkt-Qualität wird durch ein umfangreiches Qualitätsmanagement sichergestellt. Regelmäßige Fertigungskontrollen externer Prüfinstitute garantieren darüber hinaus die Einhaltung weltweiter Standards.

Eine genaue Zuordnung zwischen Produkten und Prüfzeichen finden Sie in unseren Handbüchern und Broschüren.

Zum Nachweis der Approbationen und Zulassungen sind die genehmigten Zeichen überwiegend auch auf den Typenschildern oder Produkten dargestellt. Darüber hinaus können Sie die Zeichengenehmigungs-Ausweise oder Prüfzertifikate direkt über Ihren persönlichen Rittal Ansprechpartner erhalten.

Zusätzliche, in eigenen akkreditierten Labors durchgeführte Prüfungen, wie z. B. mechanische Belastung der Schaltschränke, werden in eigenen Belastungsbroschüren publiziert. Diese Broschüren helfen Ihnen durch Detailinformationen bei dem Einsatz Ihrer Rittal Produkte. Auch diese Dokumentationen erhalten Sie über Ihren persönlichen Rittal Ansprechpartner.

Weitere interessante Informationen und Produktdokumentationen finden Sie im Internet unter <http://www.rittal.de>



Alles in allem – Lösungen von Rittal



**Schaltschrank-
Systeme**



Stromverteilung



**Elektronik-
Aufbau-
Systeme**



**System-
Klimatisierung**



IT-Solutions



**Communication
Systems**

Rittal hat eines der größten Sofortlieferprogramme für Schaltschränke. Aber Rittal hat auch integrierte Lösungen. Und zwar auf hohem Niveau, bis Level 4. Dazu gehören mechanischer Ausbau, Stromversorgung, Elektronik-Komponenten, Klimatisierung und zentrale Überwachung. Für alle Facetten Ihres Bedarfes. Komplett montiert und funktionsfähig. Wo immer Sie in der Welt Lösungen für sich und Ihre Kunden entwickeln und umsetzen, wir sind in Ihrer Nähe. Denn der globale Verbund von Produktion, Distribution und Service garantiert Kundennähe. Weltweit!

03/08 · 14A1

Rittal GmbH & Co. KG · Postfach 1662 · D-35726 Herborn
Telefon +49(0)2772 505-0 · Telefax +49(0)2772 505-2319
eMail: info@rittal.de · www.rittal.de



Umschalten auf Perfektion **RITTAL**