

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

Das Schaltschrank- Expertenwissen

Daten und Fakten



Vorwort des Herausgebers



Sehr geehrte Leser,

wir freuen uns, Ihnen dieses Expertenbuch für den Schaltschrankbau präsentieren zu dürfen.

Schaltanlagen sind das Rückgrat jeder technischen Infrastruktur. In unserer sich stetig weiter elektrifizierenden und digitalisierten Gesellschaft sind sie allgegenwärtig und unabdingbar.

Und so trivial die Funktion des Schaltschranks auf den ersten Blick auch erscheinen mag, so wurde er mit den Jahrzehnten immer ausgefeilter und komplexer. Heute muss ein Schaltschrank vielfältigste harte, teils auch widersprüchliche Anforderungen erfüllen, die sich aus den Aufstellbedingungen, seiner spezifischen Funktion und auch aus Aspekten der Aufbaufähigkeit und Wartung ergeben.

Diese Komplexität ist nur für Fachleute verständlich. Der normkonforme und effiziente Schaltschrankbau erfordert fundierte Kenntnisse. Wissen, das in vielen Märkten der Welt immer seltener wird.



Mit diesem Expertenbuch möchten wir Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, einen Wissensvorsprung und Wettbewerbsvorteil verschaffen, indem wir Ihnen eine fundierte Grundlage in einzigartig kompakter Form bereitstellen.

Wir sind uns bewusst, dass dennoch Fragen auftauchen können, die über den Inhalt dieses Nachschlagewerks hinausgehen. Deshalb stehen Ihnen ergänzend die Experten von Rittal jederzeit gerne mit Rat und Tat zur Verfügung, um Ihnen bei Ihren fachlichen Rückfragen weiterzuhelfen.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen und Erforschen der Welt des Schaltschrankbaus.

Ulrich Engenhardt ist Chief Business Units Officer
bei Rittal GmbH & Co. KG

Die Rittal Technik-Bibliothek, Band 3

Herausgeber Rittal GmbH & Co. KG
Herborn im September 2023

Alle Rechte vorbehalten.
Jegliche Vervielfältigung oder Verbreitung
ohne ausdrückliche Zustimmung ist untersagt.

Herausgeber und Autoren haben alle Text- und
Bildinhalte mit größter Sorgfalt erstellt.
Dennoch wird keine Garantie für die Richtigkeit,
Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte über-
nommen. In keinem Falle haften Herausgeber
und Autoren für irgendwelche direkten oder
indirekten Schäden, die aus der Anwendung
dieser Informationen folgen.

Copyright: © 2023 Rittal GmbH & Co. KG
Printed in Germany

3. vollständig überarbeitete Neuauflage
September 2023

Realisation:
Rittal GmbH in Österreich
Andreas Hrzina

Die Autoren – Herr Hartmut Lohrey und Andreas Hrzina



Der Autor, Hartmut Lohrey

Der Autor Hartmut Lohrey leitete bei Rittal von 2001 bis 2021 die Abteilung Marketing Training/Support. Mit seinem Team plante, organisierte und leitete er produkt- und anwendungstechnische Schulungen und beriet Kunden und Endanwender in allen technischen Fragen zu Serienprodukten.

Herr Lohrey war Mitarbeiter in verschiedenen nationalen und internationalen Normengremien und vertrat Rittal in der DEMVT (Deutsche Gesellschaft für EMV-Technologie e. V.).



Realisation, Andreas Hrzina

Bei der Realisation dieses Buches haben wir uns des Öfteren die Frage gestellt, ob ein Fachbuch in gedruckter Form noch zeitgemäß ist. Vor allem weil wir uns gerade in einer Phase befinden, in der digitale Medien und auch bereits künstliche Intelligenz allgegenwärtig sind. Es mag vielleicht ungewöhnlich erscheinen. Aber wir haben uns für die analoge Form entschieden. Um diese Entscheidung auch in Ihrem Sinne zu treffen, haben wir zuvor unsere Kunden und unsere Kundenberater befragt, ob diese Form denn noch gewünscht ist. Und es kam klar heraus, dass die Bedeutung des traditionellen Lernens in Berufen mit haptischen Tätigkeiten, insbesondere in Fertigungsbereichen und Werkstätten, noch immer sehr groß ist und dass der Zugang zu digitalen Medien nicht immer gegeben ist.

Dieses Buch soll sowohl in der Lehre als auch in der Praxis eine immer verfügbare Quelle für das Wissen rund um den Schaltschrankbau sein.

Andreas Hrzina ist Leiter Marketing für Süd-Ost-Europa, Leiter Produktmanagement und Prokurist bei der Rittal GmbH in Österreich.

Inhalt

Größen, Einheiten, Formeln, Normen	Seite
Größen	8
Formeln	12
Normen	20

Auswahl von Betriebsmitteln

Installationsmaterial	28
Kabel	31
Schienen	40
Sicherungen	47
Motoren	53
Grundlagen	54
Transport	67

Anwendungsbereiche

Maschinen	72
Schaltanlagen	78
Spezialthemen	84
Weltweit	95

Kennzeichnungen

Kennzeichnungen für Bauteile	102
Kennzeichnungen in Plänen	108
Kennzeichnungen für Prüfungen	121

Verzeichnisse

Sachwortverzeichnis	122
Quellenangaben	124
Mein Rittal Online Shop	125
Software-Lösungen von Rittal und Eplan	126

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Größen, Einheiten, Formeln, Normen

Größen	Seite
Größen und Einheiten	8
Allgemeine technische Größen	10
Formeln	
Kleine elektrotechnische Formelsammlung	12
Normen	
Wichtige Vorschriften und Normen für Schaltschränke	20
Wichtige Normen für den Daten- und Telekommunikationsbereich	21
Normenübersicht zöllig/metrisch	22

Größen

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

Größen

Basiseinheiten

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.

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 Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes von Atomen des Nuklids ^{133}Cs entsprechenden Strahlung.

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

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 Candela (1 cd) ist die Lichtstärke in einer bestimmten Richtung einer Strahlungsquelle, die monochromatische Strahlung der Frequenz $540 \cdot 10^{12}$ Hertz aussendet und deren Strahlstärke in dieser Richtung 1/683 Watt durch Steradian beträgt.

1 Ampere (1 A) ist die Stärke des zeitlich konstanten elektrischen Stromes, der im Vakuum zwischen zwei parallelen, unendlich langen, geraden Leitern mit vernachlässigbar kleinem, kreisförmigem Querschnitt und dem Abstand von 1 m zwischen diesen Leitern eine Kraft von 2 Newton pro Meter Leiterlänge hervorrufen würde.

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.

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.

Größen

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

Allgemeine technische Größen

Internationales Einheitssystem (SI)

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

Größen

Umrechnungsfaktoren für alte Einheiten in SI-Einheiten

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

Formeln

Kleine elektrotechnische Formelsammlung

Ohmsches Gesetz

$$U = R \cdot I$$

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

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

Leitungswiderstand

$$R = \frac{L}{\gamma \cdot A}$$

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

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

$$\frac{1}{\gamma} = \rho = 0,0178 \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

Aluminium $\gamma = 36 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$

$$\frac{1}{\gamma} = \rho = 0,0278 \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

L = Länge des Leiters (m)

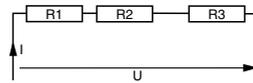
ρ = spez. Widerstand ($\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$)

γ = Leitfähigkeit ($\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$)

A = Querschnitt des Leiters (mm^2)

Reihenschaltung

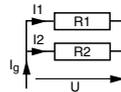
$$R_g = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$



Parallelschaltung

Für zwei Widerstände gilt

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

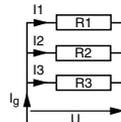


$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Für drei und mehr Widerstände gilt

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

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



$$G = \frac{1}{R} \quad \begin{matrix} I_g = \Sigma I \\ I_g = U \cdot G \end{matrix}$$

Formeln

Spannungsfall

Gleichstrom

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

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

U_v = Spannungsfall
 U = Netzspannung
 A = Querschnitt
 I = Gesamtstrom
 P = Gesamtleistung
 L = Länge des Leiters
 γ = Leitfähigkeit

Wechselstrom

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

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

Beispiel:
 $L = 100 \text{ m}$
 $A = 2,5 \text{ mm}^2$
 $\gamma = 56 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$
 $I = 10 \text{ A}$

Drehstrom

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

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

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

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

Widerstände im Wechselstromkreis

Der induktive Widerstand

$$X_L = \omega \cdot L$$

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

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

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

X_L = induktiver Widerstand (Ω)

L = Induktivität (H), Spule

I = Strom (A)

ω, f = Kreisfrequenz, Frequenz (1/s)

Der kapazitive Widerstand

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

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

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

X_C = kapazitiver Widerstand (Ω)

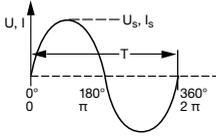
C = Kapazität (F), Kondensator

I = Strom (A)

ω, f = Kreisfrequenz, Frequenz (1/s)

Formeln

Verschiedene Werte sinusförmiger Wechselgrößen



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

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

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

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

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

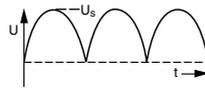
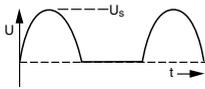
$$I_{\text{eff}} = \frac{I_s}{\sqrt{2}}$$

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

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

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

Spannungsverlauf



Einweggleichrichtung

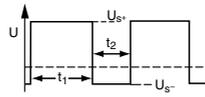
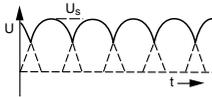
$$U_{\text{ar}} = 0,318 \cdot U_s$$

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

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)

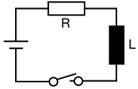
ω = Kreisfrequenz (1/s)

T = Dauer einer Periode (s)

Formeln

Ein- und Ausschaltvorgänge

Mit Induktivitäten



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

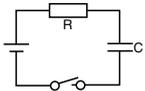
$$i = I \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

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)

t = Zeit (s)

e = Basis der natürlichen Logarithmen

u, i = Augenblickswerte von

Strom und Spannung (V, A)

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

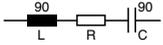
$$\eta = \frac{P_1}{P_2} \cdot (100 \%)$$

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

Formeln

Resonanz im Wechselstromkreis

Reihenschwingkreis

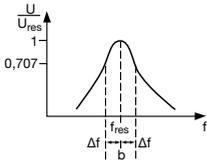


$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

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

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

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

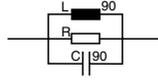


f_{res} = Resonanzfrequenz (1/s)

Q = Kreisgüte

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

Parallelschwingkreis

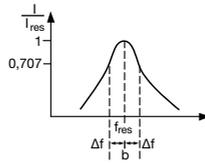


$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

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

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

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



b = Bandbreite

Z = Scheinwiderstand (Ω)

B = Blindleitwert

Elektrische Leistung

Gleichstrom

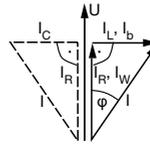
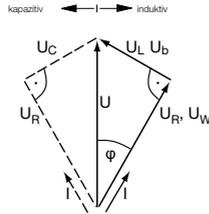
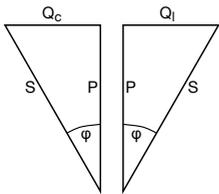
$$P = U \cdot I$$

Wechselstrom

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

Formeln

Berechnung der Leistung im Wechselstromkreis



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

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

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

$$S = U \cdot I$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

S = Scheinleistung (VA)

P = Wirkleistung (W)

Q = Blindleistung (VA)

Z = Scheinwiderstand (Ω)

R = Wirkwiderstand (Ω)

X = Blindwiderstand (Ω)

U_w, U_b = Wirk-, Blindspannung (V)

I_w, I_b = Wirk-, Blindstrom (A)

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

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Ihr Nutzen

Als Systemanbieter ist Rittal weltweit das Unternehmen für innovative Schaltschrank- und Gehäusetechnologie. Dabei erfüllt Rittal höchste Ansprüche an Sicherheit, Ergonomie, Energie- und Kosteneffizienz.

Schneller – Software-Tools für effizientes Engineering und großes Sofort-Lieferprogramm

Besser – umfassendes Systemzubehör für individuellen Ausbau und schnelle Montage

Überall – weltweit lückenloses Liefer- und Servicenetz



Normen

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.

Norm	Thema
DIN EN 62 208	Leergehäuse für Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen
IEC 60 297-2	Teilungsmaße für Schaltschränke
DIN 41 488, Teil 2	Niederspannungs-Schaltanlagen
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 Institut für Normung e. V.** herausgegebenen Normen (**DIN**).

Normen

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 50 288-2 (VDE 0819, Teil 5)	Rahmenspezifikation für geschirmte Kabel bis 100 MHz
DIN 55016 (VDE 0877-16)	Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit
DIN EN 60 825-2 (VDE 0837, Teil 2)	Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 2: Sicherheit von Lichtwellenleiter-Kommunikationssystemen

Installation von Endeinrichtungen	
DIN VDE 0845-6-1	Maßnahmen bei Beeinflussungen von Telekommunikationsanlagen durch Starkstromanlagen
DIN EN 50 310 (VDE 0800, Teil 2-310)	Anwendung von Maßnahmen für Potenzialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik

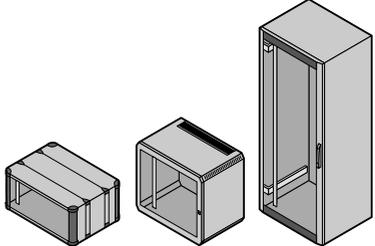
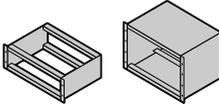
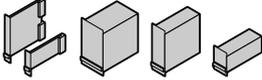
Art und Einsatz von Kommunikationskabeln	
DIN VDE 0815	Installationskabel und -leitungen für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen
DIN VDE 0891-1	Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen
DIN EN 60 794 (VDE 0888-100-1)	Lichtwellenleiterkabel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

Normen

Normenübersicht zöllig/metrisch

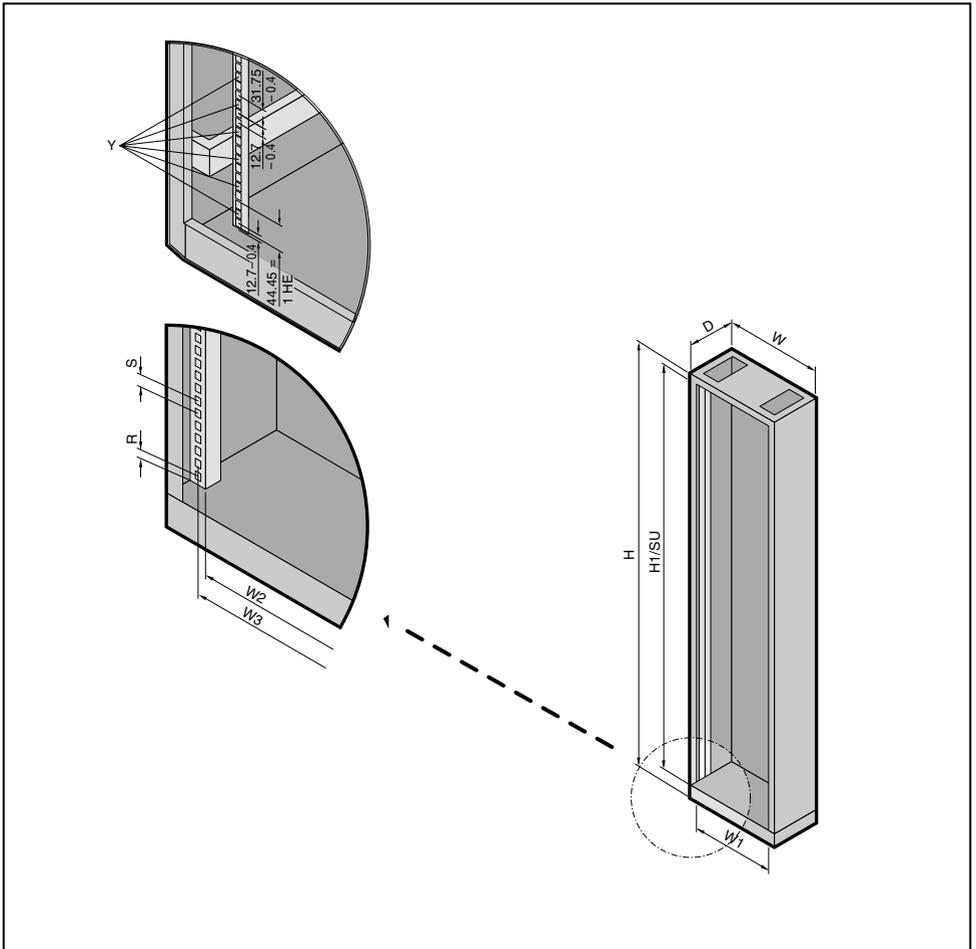
ETS 300 119-3

Grundsystematik für den mechanischen Aufbau von elektronischen Geräten und deren Einbau in Gehäuse und Schränke der Daten- und Telekommunikation. Zur Verfügung stehen zwei internationale Normenreihen.

19"-Aufbausystem	Metrisches Aufbausystem	
nach IEC 60 297 (482,6 mm Bauweise)	nach IEC 60 917 (25 mm Bauweise)	
IEC 60 297-3-100 DIN EN 60 297-3-100	IEC 60 917-2-1 Schränke Gehäuse	
IEC 60 297-3-100 DIN EN 60 297-3-100	IEC 60 917-2-2 Baugruppenträger Systemgehäuse	
IEC 60 297-3-100 DIN EN 60 297-3-100	IEC 60 917-2-2 Steckbaugruppen Kassetten	
IEC 60 297-3-104 IEC 60 603-3-104 DIN 41 494, Teil 8	IEC 61 076-4-100 Leiterkarten Steckverbinder Frontelemente IEC 60 917-2-2 Busplatinen	

Normen

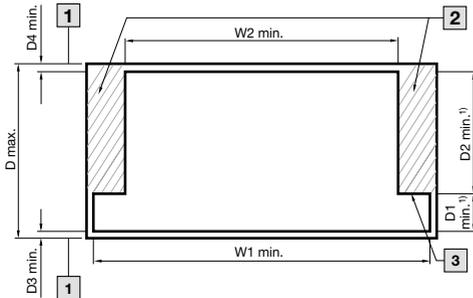
Lochraster



Y = Lochraster nach IEC 60 297-3-100
zusätzlich mit universeller Lochung nach EIA-RS-310-D

Normen

Schnitt Normenabmessungen



- 1) Raum für Tür oder Blende
 - 2) Raum für äußeren Kabeleinsatz
 - 3) Schienen-Ebene
- 1) Raum für mögliches Zubehör

Maße für universelle Racks

H	Höhe	1800/2000/2200	1800/2000/2200
W	Breite	600	600
D	Tiefe	300	600
H1	Befestigungshöhe der Baugruppe	1600/1800/2000	1600/1800/2000
SU		66/74/82	66/74/82
W1	Einbaubreite für die Baugruppe	535	535
W2	Abstand zwischen Profilschienen	500	500
W3	Lochmittenabstand	515	515
D1	Einbautiefe für die Baugruppe (vorne)	40	75
D2	Einbautiefe für die Baugruppe (hinten)	240	470
R	Montageposition	12,5	12,5
S	Lochabstand (zentriert)	25	25
D3	Befestigungstiefe für Tür oder Blende (vorne)	10	25
D4	Befestigungstiefe für Tür oder Blende (hinten)	5	25

Normen

EIA-310-D (Cabinets, Racks, Panels, and Associated Equipment)

Der EIA-310-D Standard legt allgemeine Konstruktionsanforderungen für Schränke (Cabinets), Frontplatten (Panels), offene Gestelle/offene Schränke (Racks) und Baugruppenträger (Subracks) fest. Im Wesentlichen sind dies die inneren und äußeren Abmessungen, um die Austauschbarkeit der Aufnahmesysteme zu gewährleisten.

Für Schränke und offene Gestelle werden drei Typen beschrieben:

Alle Rittal IT-Schränke erfüllen den EIA-310-D Standard als Typ A Schränke.

■ Typ A

Ohne Einschränkungen der äußeren Abmessungen Breite, Höhe, Tiefe, die internen Breiten und Höhen sollen mit 25 mm Rastermaßen nach IEC in Einklang stehen.

■ Typ B

Einschränkung der äußeren und internen Abmessungen, alle Anbauteile (Wände + Befestigungsteile, Dach + Stellfüße/Rollen, Türen + Verschlüsse) müssen innerhalb der festgelegten Abmessungen bleiben.

■ Typ C

Einschränkung nur in Bezug auf die Breitenmaße, für Höhe und Tiefe sind Abweichungen durch die Anbauteile zugelassen.

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Auswahl von Betriebsmitteln

Installationsmaterial	Seite
Kabelverschraubungen nach Norm DIN EN 50 262	28
Innen- und Außendurchmesser von Installationsrohren	29
Elektro-Verdrahtungssystem: Leitungen in Kabelkanälen	30
Kabel	
Isolierte Starkstromleitungen	31
Brennbarkeitstest für Kunststoffe nach UL 94	32
Außendurchmesser von Leitungen und Kabeln	36
Schienen	
Widerstand von Kupfer-Stromschienen	40
Dauerströme für Stromschienen	41
Berechnung der Verlustleistung von Sammelschienen	42
Strombelastungskorrektur für Cu-Sammelschienensysteme	43
Sicherungen	
Überstrom-Schutzeinrichtungen	47
Klassen bei Niederspannungssicherungen	50
Verlustleistung	51
Motoren	
Motorbemessungsströme von Drehstrommotoren	53
Grundlagen	
Schaltschrank-Klimatisierung	54
Erwärmung in Schaltschränken	58
Berechnungsgrundlagen der Schaltschrank-Klimatisierung	59
Schutzarten durch Gehäuse vor Berührung, Fremdkörpern und Wasser	62
Schutzarten durch Gehäuse gegen äußere mechanische Beanspruchung	65
Begriffe für Kurzschlussströme in Drehstromnetzen	66
Transport	
Ausführungsbeispiele für Krantransport von Rittal Schaltschränken	67

Installationsmaterial

Kabelverschraubungen nach Norm DIN EN 62444

Sicherheitsnorm, keine Forderung zur Form der Kabelverschraubung

Metrische Gewinde	Bohrungsdurchmesser	+ 0,2 - 0,4
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	63,5	
M75	75,5	

Technische Daten für den Einbau von PG-Verschraubungen

PG-Gewinde DIN 40 430	Nenngewinde			
	Kerndurchmesser d ₁	Außen- durchmesser d ₂	Steigung p	Bohrungs- durchmesser d ₃
PG 7	11,28	12,50	1,27	13,0 ± 0,2
PG 9	13,35	15,20	1,41	15,7 ± 0,2
PG 11	17,26	18,60	1,41	19,0 ± 0,2
PG 13,5	19,06	20,40	1,41	21,0 ± 0,2
PG 16	21,16	22,50	1,41	23,0 ± 0,2
PG 21	26,78	28,30	1,588	28,8 ± 0,2
PG 29	35,48	37,00	1,588	37,5 ± 0,3
PG 36	45,48	47,00	1,588	47,5 ± 0,3
PG 42	52,48	54,00	1,588	54,5 ± 0,3
PG 48	57,73	59,30	1,588	59,8 ± 0,3

PG = DIN 40 430 Stahlpanzerrohr-Gewinde; Maße

Installationsmaterial

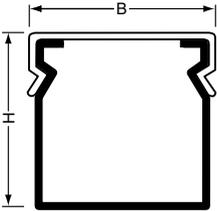
Innen- und Außendurchmesser von Installationsrohren

Rohr- Nenn- größe (Typ)	Isolierrohre aus Kunststoff							
	Starre Isolierrohre Druckbeanspruchung				Flexible Isolierrohre, gewellt Druckbeanspruchung			
	leicht Durchmesser		mittel und schwer Durchmesser		mittel und leicht Durchmesser		schwer Durchmesser	
mm	innen mm	außen mm	innen mm	außen mm	innen mm	außen mm	innen mm	außen mm
–	8,8	10,1	12,6	15,2	9,6	13	–	–
11,0	11,6	13	16	18,6	11,3	15,8	13,5	18,6
13,5	14,2	15,8	17,5	20,4	14,3	18,7	14,2	20,4
16	16,7	18,7	19,4	22,5	16,5	21,2	16	22,5
21	19,2	21,2	24,9	28,3	–	–	22	28,3
23	25,9	28,5	–	–	23,3	28,5	–	–
29	–	–	33,6	37	29	34,5	29,8	37
36	–	–	42,8	47	36,2	42,5	38,5	47
42	–	–	49,6	54	–	–	–	–
48	–	–	54,7	59,3	47,7	54,5	–	–

Rohr- Nenngröße (Typ)	Stahlpanzerrohr und Stahlrohr				
	Stahlpanzerrohr			Flexibles Stahlrohr	
	Gewinde	Durchmesser		Durchmesser	
mm	Kurz.	innen mm	außen mm	innen mm	außen mm
–	PG 9	13,2	15,2	10,8	15,2
11,0	PG 11	16,4	18,6	14	18,6
13,5	PG 13,5	18	20,4	15,6	20,4
16	PG 16	19,9	22,5	17,4	22,5
21	PG 21	25,5	28,3	23,2	28,3
23	–	–	–	–	–
29	PG 29	34,2	37	31,4	37
36	PG 36	44	47	40,8	47
42	PG 42	51	54	46,7	54
48	PG 48	55,8	59,3	51,8	59,3

Installationsmaterial

Elektro-Verdrahtungssystem: Leitungen in Kabelkanälen



Maße Kabelkanal		ausreichend für n-Drähte z. B. H07V-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

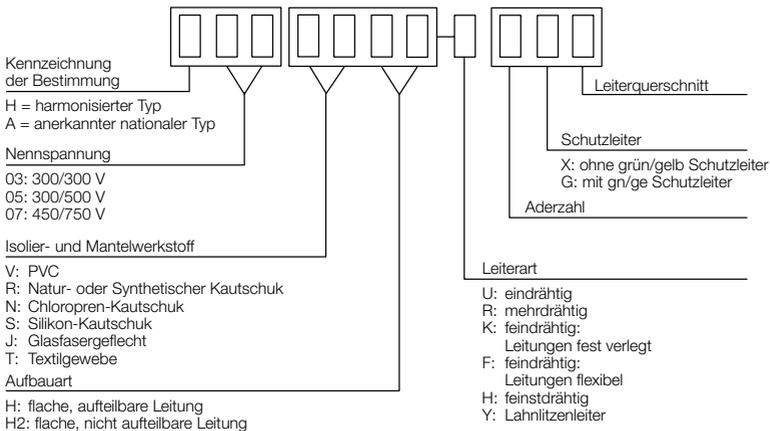
Isolierte Starkstromleitungen

Für PVC- und gummiisolierte Starkstromleitungen sind VDE-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 0298-4

Bezeichnung nach DIN EN 50525-1 VDE 0285-525-1	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 und 0,75	trockene Räume bei sehr geringen mechanischen Beanspruchungen (nicht Warmgeräte)
Leichte PVC-Schlauchleitung (rund)	H03VV-F	300/300	2 und 3	0,5 und 0,75	trockene Räume bei geringen mechanischen Beanspruchungen (leichte Handgeräte)

Kabel

Bezeichnung nach DIN EN 50525-1 VDE 0285-525-1	Typenkurzzeichen	Nennspannung U_o/U	Aderzahl	Nennquerschnitt	geeignet für
Mittlere PVC-Schlauchleitung	H05VV-F	300/500	2 ... 5	1 ... 2,5	trockene Räume bei mittleren mechanischen Beanspruchungen, für Hausgeräte auch in feuchten Räumen
PVC-Verdrahtungsleitung mit eindrätigem Leiter	H05V-U	300/500	1	0,5 ... 1	Verdrahtung in Schaltanlagen, Verteilungen und Leuchten
PVC-Verdrahtungsleitung mit feindrätigem Leiter	H05V-K	300/500	1	0,5 ... 1	Verdrahtung in Schaltanlagen, Verteilungen und Leuchten
PVC-Aderleitung mit eindrätigem Leiter	H07V-U	450/750	1	1,5 ... 16	Verdrahtung in Schaltanlagen und Verteilungen
PVC-Aderleitung mit mehrdrätigem Leiter	H07V-R	450/750	1	6 ... 500	Verdrahtung in Schaltanlagen und Verteilungen
PVC-Aderleitung mit feindrätigem Leiter	H07V-K	450/750	1	1,5 ... 240	Verdrahtung in Schaltanlagen und Verteilungen

Kabel

Gummiisolierte Leitungen

Bezeichnung nach DIN EN 50525-1 VDE 0285-525-1	Typenkurzzeichen	Nennspannung U _o /U	Aderzahl	Nennquerschnitt	geeignet für
Wärmebeständige Silikon-Gummiaderleitung	H05SJ-K	300/500	1	0,5 ... 16	Leuchten und Betriebsmittel sowie in Schalt- und Verteilungsanlagen
Gummiaderschnüre	H03RT-F	300/300	2+	0,75 ... 1,5	trockene Räume bei geringen mechanischen Beanspruchungen
Leichte Gummischlauchleitung	H05RR-F	300/500	2 ... 5	0,75 ... 2,5	für Hausgeräte bei mittleren mechanischen Beanspruchungen
Schwere Gummischlauchleitung	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

grüngelb	blau	schwarz	braun
Schutzleiter (PE) und PEN-Leiter (mit zusätzlicher blauer Markierung an den Leiterenden). Die Farbe Grüngelb darf für keinen anderen Leiter verwendet werden.	Neutralleiter (AC), Mittelleiter (DC)	empfohlen für Anlagen mit einadrigen Leitungen	empfohlen für Anlagen, in denen eine Leitungsgruppe von einer anderen unterschieden werden soll

Kabel

Zuordnung zwischen verschiedenen Leiterkennzeichnungen

Leiterbezeichnung		Buchstaben, Ziffern	Bildzeichen	Farben
Wechselstrom- netz	Außenleiter 1	L 1		–
	Außenleiter 2	L 2		–
	Außenleiter 3	L 3		–
	Neutralleiter	N		blau
Gleichstromnetz	Positiv	L+	+	–
	Negativ	L–	–	–
	Mittelleiter	M		blau
Schutzleiter		PE		grüngelb
PEN-Leiter		PEN		grüngelb (mit zusätzlicher blauer Markierung an den Leiterenden)
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

Kabel

Außendurchmesser von Leitungen und Kabeln

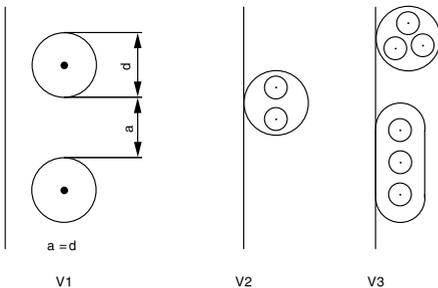
Leitung	Querschnitt	Mittelwert Außendurchmesser	
	mm ²	Mindestwert mm	Höchstwert mm
H03VV-F32	2 x 0,5	4,8	6,0
	2 x 0,75	5,2	6,4
	3 x 0,5	5,0	6,2
	3 x 0,75	5,4	6,8
	4 x 0,5	5,6	6,8
	4 x 0,75	6,0	7,4
H05VV-F	2 x 4	10,0	12,0
	3 G 4	11,0	13,0
	3 x 4	11,0	13,0
	5 G 4	13,5	15,5
	5 x 4	13,5	15,5
H07RN-F	3 x 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	

Kabel

Strombelastbarkeit von Leitungen bei Umgebungstemperatur $\vartheta_U = 30\text{ °C}$

Belastbarkeit flexibler Leitungen mit $U_n \leq 1000\text{ V}$															
Anzahl stromführender Leiter Verlegungsart	ϑ_B in °C Isolierwerkstoff	Bauartkurzzeichen 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	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	H05VH6-F H07VH6-F NYMHYV NYSLYö	12	15	18	26	34	44	61	82	108	-	-	-	-

Belastbarkeit flexibler Leitungen mit $U_n > 0,6\text{ kV}/1\text{ kV}$															
Anzahl der belasteten Adern Nennspannung Verlegeart	ϑ_B in °C Isolierwerkstoff	Bauartkurzzeichen 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 $\leq 6\text{ kV}/10\text{ kV}$ V2	80 Ethylenpropylen-Kautschuk	NSSHöu	30	41	53	74	99	131	162	202	250	301	352	404	461
3 $\geq 6\text{ kV}/10\text{ kV}$ V2	80 Ethylenpropylen-Kautschuk	NSSHöu	-	-	-	-	105	139	172	215	265	319	371	428	488



Kabel

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	Querschnitt	Leiterwiderstand
	mm	mm ²	W/km
MCM 500	17,96	254	0,07
MCM 350	15,03	178	0,1
MCM 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

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Schienen

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

	Teilleiter Abmessungen ²⁾	Widerstand von Stromschienensystemen in $m\Omega/m$ ¹⁾							
		I 1 Hauptleiter		III 3 Hauptleiter		II II 3 x 2 Hauptleiter		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
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	0,232	0,232	0,696	0,698	0,348	0,349		
11	30 x 5	0,139	0,140	0,417	0,421	0,209	0,211		
12	30 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
17	50 x 10	0,042	0,043	0,126	0,129	0,063	0,065	0,041	0,043
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 + Eigenerwärmung) 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

Schienen

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⁾	Werkstoff ²⁾	Dauerstrom in A			
				Wechselstrom bis 60 Hz		Gleichstrom + Wechselstrom 16 ² / ₃ Hz	
				blanke Schiene	ge- strichene Schiene	blanke Schiene	ge- strichene 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
100 x 10	999	8,89		1490	1810	1600	1940
120 x 10	1200	10,7	1740	2110	1890	2300	

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

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

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 Ω/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 Ω/m für die gebräuchlichsten Querschnitte von Stromschienen aus Kupfer zusammengestellt.

Schienen

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.

Beispiel:

Schienenquerschnitt

30 x 10 mm

Zulässige Schienentemperatur 85 °C

Umgebungstemperatur 35 °C

Korrekturfaktor (siehe Abb.)

= 1,29

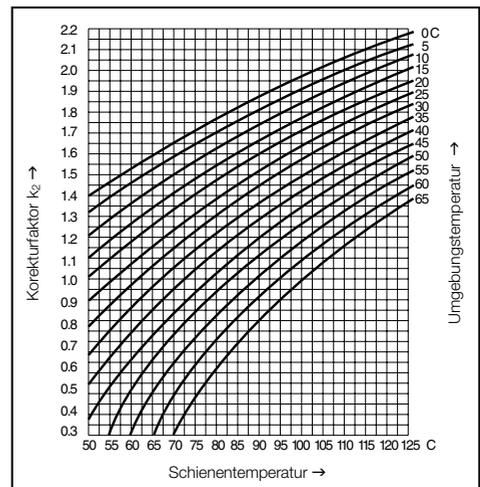
$I_1 = I_N \cdot k_2 = 573 \text{ A} \cdot 1,29 = 740 \text{ A}$

Dazu werden dem vorausgesetzt günstigeren Emissionsgrad der Schienen 8 % = 60 A hinzugeaddiert und es ergibt sich der neue zulässige Nennstrom zu:

$I_N = I_1 + I_1 \cdot 8/100 = 740 \text{ A} + 60 \text{ A} = 800 \text{ A}$

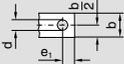
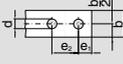
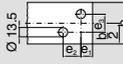
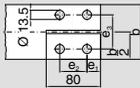
Sammelschienensysteme sind in der Regel speziell für den Einsatz in Schaltschränken konzipiert. Außerdem ist gegenüber den Tabellenwerten nach DIN 43 671 für blanke Cu-Schienen infolge der in der Regel geforderten Schaltschrank-Schutzart von IP54 bzw. IP55 ein günstigerer Emissionsgrad der Kupferschienen 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:



Schienen

Bohrmuster und Bohrungen nach DIN 43 673

Schienenbreiten mm		12 bis 50		25 bis 60			60			80 bis 120		
Form ¹⁾		1		2			3			4		
Bohrungen der Schienenenden (Bohrbild)												
Bohrungsmaß	Nennbreite b	d	e ₁	d	e ₁	e ₂	e ₁	e ₂	e ₃	e ₁	e ₂	e ₃
	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						
	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
120									20	40	60	

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

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

Verschraubungen

Empfohlene Anzugsdrehmomente nach DIN 43 673-1

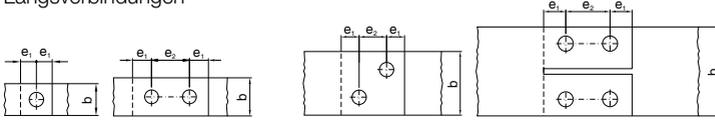
Gewindegröße	Nm
M6	4,5
M8	10
M10	20
M12	40
M16	80

Festigkeitsklasse Schrauben: mindestens 8.8

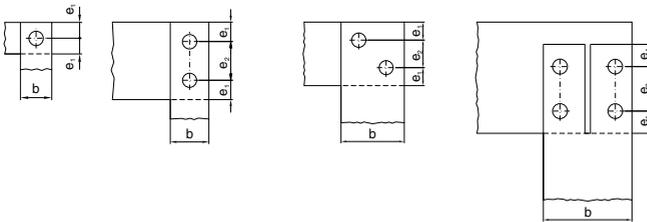
Schienen

Beispiele von Sammelschienen-Verschraubungen

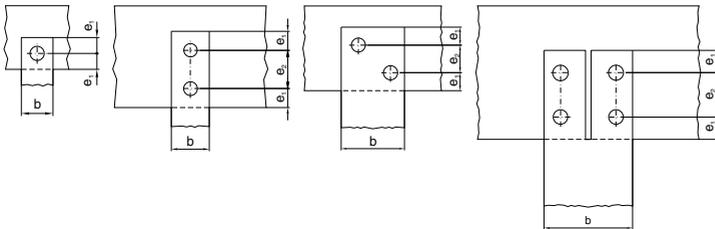
Längsverbindungen



Winkelverbindungen



T-Verbindungen

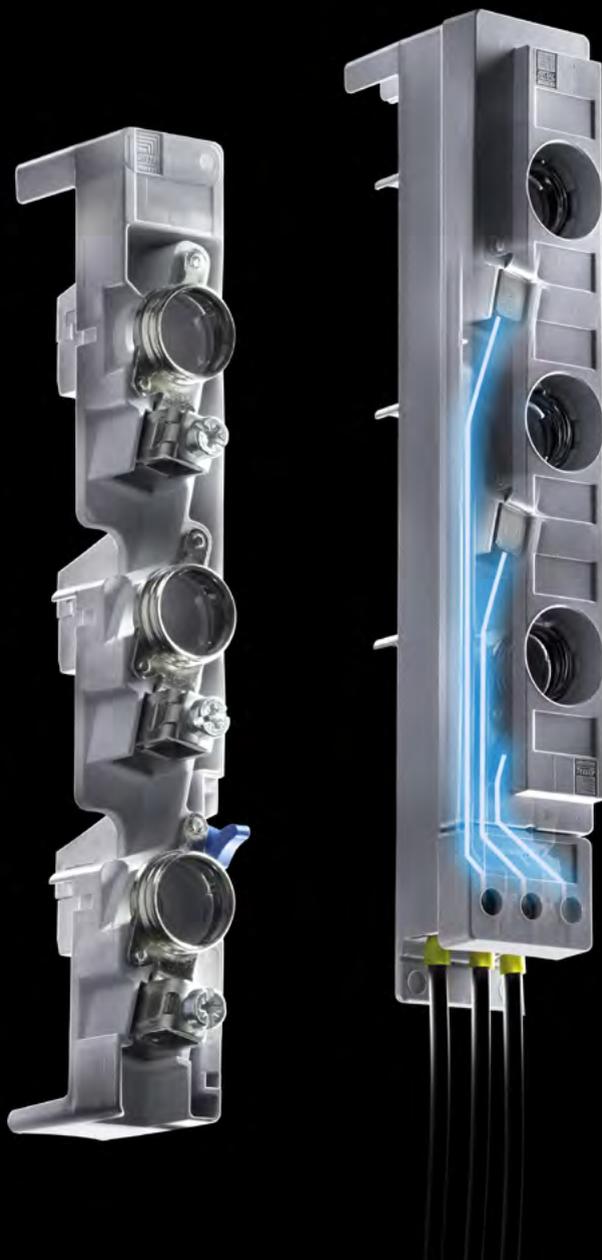


Zahlenwerte für Maße b , d , e_1 und e_2 wie Tabelle „Bohrmuster und Bohrungen nach DIN 43 673“, Seite 44.

In einem Schienenende oder Ende eines Schienenpaketes sind Langlöcher zulässig.

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

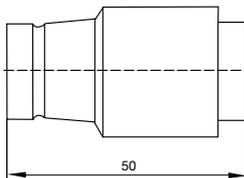


Sicherungen

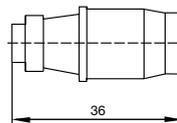
Überstrom-Schutzeinrichtungen (Niederspannungssicherungen)

Nennstrom in A	Farbe des Kennmelders	Größe des Schmelzeinsatzes System		Maximale Nennverlustleistung in W System		Schraubkappe		
		Diazed	Neozed	Diazed	Neozed	System	Gewinde	Passeinsatz
		D	D0	D	D0			
2	Rosa	ND und D II	D01	3,3	2,5	ND	E 16	Passring
4	Braun			2,3	1,8	D II	E 27	Passschraube
6	Grün			2,3	1,8	D III	E 33	Passschraube
10	Rot			2,6	2,0	DIV H	R1 ¼"	Passhülse
16	Grau			3,2	2,5	D01	E 14	
20	Blau	D II	D02	3,5	3,0	D02	E18	Hülsenpasseinsatz
25	Gelb			4,0	3,5	D03	M30 x 2	
35	Schwarz	DIII		5,2	4,0	Die Abmessungen der Sicherungseinsätze hängen vom Nennstrom ab.		
50	Weiß			6,5	5,0			
63	Kupfer			7,0	5,5			
80	Silber	D IV H	D03	8,5	6,5			
100	Rot			9,0	7,0			

D-System (Diazed)
500 V bis 100 A, AC 690 V,
DC 600 V bis 63 A



D0-System (Neozed)
AC 400 V,
DC 250 V bis 100 A



Sicherungen

D-System, D0-System (Schraubsicherungen)

Das D-System und das D0-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 Pass-einsatz.

Folgendes ist beim D0-System zu beachten: D0-Sicherungen bestehen aus Sicherungssockel, Sicherungseinsatz, Schraubkappe und Pass-einsatz. Das D0-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 bis 500 V (660 V), DIII für 690 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.



RiLine Sammelschienensysteme 3-/4-polig

Sicherungen

Maximal zulässige Gesamtausschaltzeit von Kurzschlusschutzeinrichtungen für Kupferleiter und Nennstromstärken genormter Sicherungen

Nenn- querschnitt der Leitung	Kleinster Kurz- schlussstrom I _m	Größte zulässige Gesamt- ausschaltzeit t	Nennströme von Sicherungen entsprechend DIN EN 60269-1		
			gII	gI	aM
mm ²	A	s	A	A	A
0,196 ¹⁾	50	0,20	6	4	2
0,283 ²⁾	70	0,21		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
33	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
285	6300	5	–	630	630
240	7400	5	–	800	800

1) Nenndurchmesser 0,5 mm

2) Nenndurchmesser 0,6 mm

3) Tatsächlicher Querschnitt 47 mm²

Sicherungen

Klassen bei Niederspannungssicherungen

Funktionsklassen

Sie legen fest, welchen Strombereich der Sicherungsschutz ausschalten kann.

Funktionsklassen	
g	Ganzbereichssicherungen (full range breaking capacity fuse-links) übernehmen den Überlastschutz und den Kurzschlusschutz. Sie können Ströme bis zu ihrem Nennstrom dauernd führen und Ströme vom kleinsten Schmelzstrom bis zum Nennausschaltstrom sicher abschalten.
a	Teilbereichssicherungen (partial range breaking capacity fuse-links) schützen nur gegen Kurzschluss. Sie können Ströme bis zu ihrem Nennstrom dauernd führen, jedoch nur Ströme oberhalb eines bestimmten Vielfachen ihres Nennstroms bis zum Nennausschaltstrom abschalten.

Festgelegte Schutzobjekte

Arten von Schutzobjekten	
L	Kabel- und Leitungsschutz
R	Halbleiterschutz
M	Schaltgeräteschutz
B	Bergbau- und Anlagenschutz
Tr	Transformatorenschutz
G	Geräte

Die Niederspannungssicherungen werden durch zwei Buchstaben gekennzeichnet, z. B. durch gL.

Betriebsklassen

Hieraus ergeben sich folgende Betriebsklassen. Sie sind durch zwei Buchstaben gekennzeichnet, von denen der erste die Funktionsklasse, der zweite das zu schützende Objekt kennzeichnet.

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

Sicherungen

Verlustleistung

NH- und D-System

Baugröße	Verlustleistung			
	max. Sicherungseinsatz gL bei Nennstrom		max. Sicherungseinsatz aM bei Nennstrom	
	500 V	690 V	500 V	690 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

Sicherungen

Bemessungsspannung/Bemessungsstrom

NH- und D-System

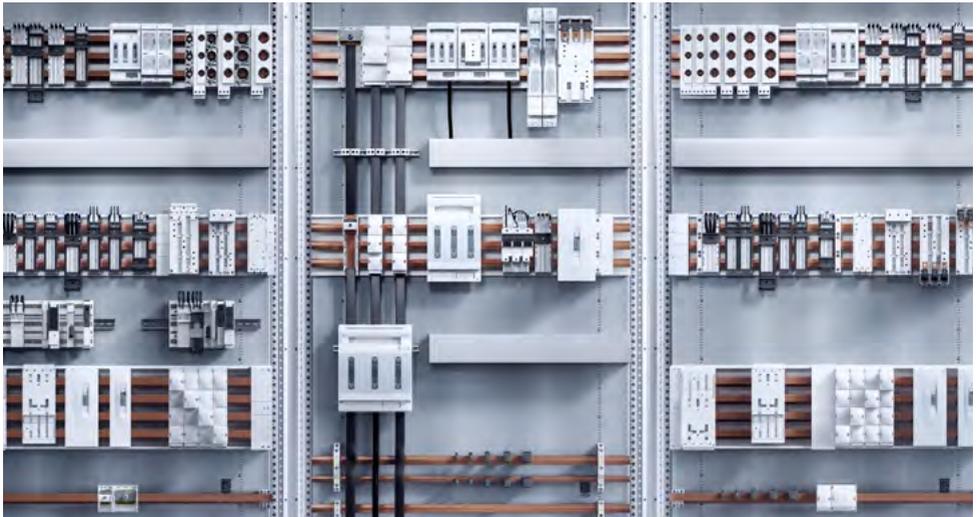
Baugröße	Nennspannung === 440 V		
	~ 500 V		~ 690 V ⁴⁾
NH 00, NH 00/000	6 A – 160 A		6 A – 100 A
NH 0 ¹⁾	6 A – 160 A		–
NH 1	80 A – 250 A		80 A – 250 A ²⁾
NH 2	125 A – 400 A		125 A – 315 A
NH 3	315 A – 630 A		315 A – 500 A
NH 4a	500 A – 1250 A		500 A – 800 A
D 01 (E 14)	max. 16 A	–	–
D 02 (E 18)	max. 63 A	–	– ³⁾
D II (E 27)	max. 25 A	max. 25 A	–
D III (E 33)	max. 63 A	max. 63 A	max. 63 A

1) NH...-Sicherungseinsatz

2) D...-Sicherungseinsatz

3) Nur für Ersatzbedarf

4) Bei Einsatz nach VDE 0636-3 nur bis ~ 500 V



Stromverteilung mit 3 Schwerpunkten:

- Sammelschienensysteme
- Ri4Power Form 1-4
- Ri4Power ISV Installations-Verteiler

Motoren

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		η	220 V/230 V			380 V/400 V			500 V			660 V/690 V		
			Motorbemessungsstrom	Sicherung		Motorbemessungsstrom	Sicherung		Motorbemessungsstrom	Sicherung		Motorbemessungsstrom	Sicherung	
				Anlauf direkt	Y/Δ									
kW	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

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

Grundlagen

Konstantklimate nach DIN EN 60 068

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

Feucht-Wechselklima nach DIN EN 60 068

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 EN 60 068.

Im Wechselklimaraum erfolgen die Umschaltungen folgendermaßen:

- nach 14 Stunden 40/92 = feuchtwarm,
- auf 10 Stunden 23/83 = feucht
- im 24-Stunden-Zyklus.

Blue e+: Eine nachhaltige Technologie für alle Anwendungen



Ein Kühlgerät, das überall zu Hause ist. Blue e+ Geräte sind einsetzbar in allen Branchen und Umgebungen. Für jeden Bedarf und jede Anwendung stehen effiziente Lösungen zur Verfügung.

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

Klimatisierung von S bis XXL

- Luftkühlung
- Kühlgeräte
- Flüssigkeitskühlung
- Heizungen



Nachhaltigkeit mit Blue e+ Kühlgeräten:
Durchschnittlich 75 % Energieersparnis.
Dies entspricht einer Ersparnis
von 2100 kWh jährlich.



- Weltklasse in jeder Größe und Leistungsklasse
- Nachhaltige Schaltschrank- und Maschinenklimatisierung mit Blue e+
- Die effizienteste Technologie, um ungenutztes Potenzial in der Produktion auszuschöpfen



Erwärmung in Schaltschränken

Erwärmungsprobleme im Schaltschrank

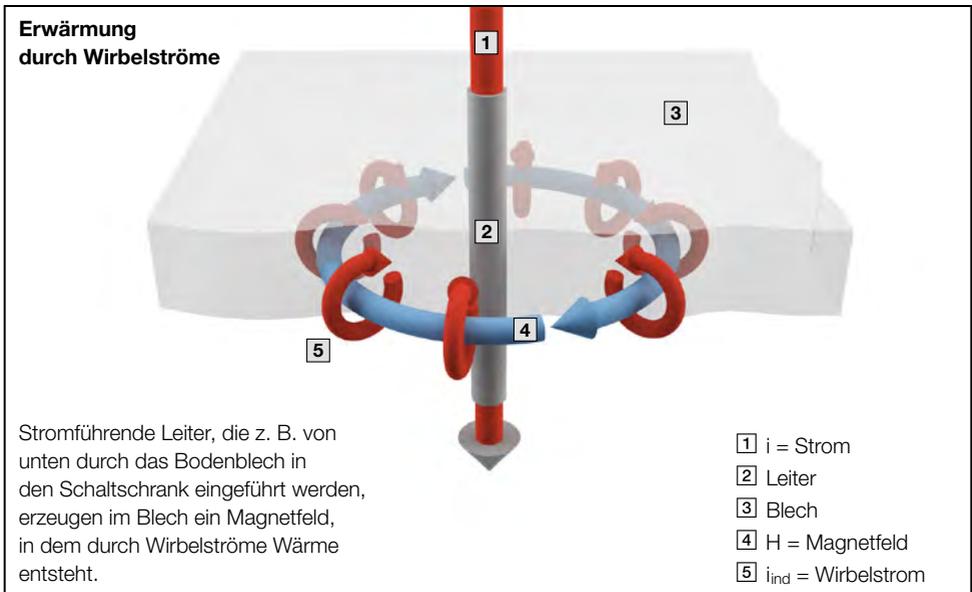
- Fehldimensionierung von Schaltgeräten und Leitern
- Kontaktprobleme strombelasteter Leiter
- Wirbelströme

Im Betrieb einer Niederspannungs-Schaltgeräte-kombination treten immer Strom-Wärme-Verluste auf, die zur Erwärmung der Schrankinnenluft und damit verbunden einer schlechteren Wärmeabgabe über die Oberfläche der eingebauten Komponenten und Baugruppen bis hin zur Beschädigung führen können.

Besonders kritisch sind punktförmig auftretende Übertemperaturen, an Stellen, an denen keine natürliche Luftbewegung für den Wärmeabtransport sorgt, sogenannte Hot-Spots.

Die Ursachen der Übertemperaturen können in der zu dichten Anordnung von Betriebsmitteln, der Fehldimensionierung von Komponenten und Leitern oder in der schlechten Kontaktierung zwischen einzelnen strombelasteten Leitern liegen.

Eine weitere mögliche Ursache, speziell bei Energieverteilungen mit hohen Strömen, kann die Ausbildung von Wirbelströmen in den Befestigungselementen und metallischen Flächen, die den Leitern benachbart sind, darstellen:



Grundlagen

Berechnungsgrundlagen der Schaltschrank-Klimatisierung

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

\dot{Q}_s = abgegebene 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 [°C]

T_u = Umgebungstemperatur
des Schaltschranks [°C]

$\Delta T = T_i - T_u = \text{max. zulässige Temperatur-}$
 differenz [K]

A = effektive, Leistung abgebende
Schaltschrankoberfläche gemäß VDE 0660,
Teil 507 [m^2]

k = Wärmedurchgangskoeffizient
[$W/m^2 K$] bei ruhender Luft
für Stahlblech – $k = 5,5 W/m^2 K$

Abgegebene Leistung durch die Schaltschrankoberfläche

$\dot{Q}_s = k \cdot A \cdot (T_i - T_u)$
 $\dot{Q}_s < 0$: Aufnahme ($T_i < T_u$)
 $\dot{Q}_s > 0$: Abgabe ($T_i > T_u$)

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 Kühlleistung:

$$\dot{Q}_K = \dot{Q}_v - \dot{Q}_s$$
$$\dot{Q}_K = \dot{Q}_v - k \cdot A \cdot (T_i - T_u)$$

Schaltschrank-Heizung

– erforderliche Heizleistung:

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

Luft/Luft-Wärmetauscher

– erforderliche spezifische Kühlleistung:

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

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

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 Meeresebene ($h = 0$) [m]

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

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

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

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

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

Beispiel: Betriebshöhe = 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

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

Grundlagen

Berechnung der effektiven Schaltschrankoberfläche

Die Berechnung von A erfolgt gemäß IEC TR 60890 unter Berücksichtigung der Aufstellungsart.

Gehäuse-Aufstellungsart und Formelberechnung nach IEC TR 60890		
	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

Grundlagen

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

Grundlagen

Schutzarten durch Gehäuse vor Berührung, Fremdkörpern und Wasser

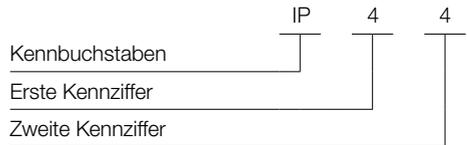
(IP-Code) DIN EN 60 529/IEC 60 529

Die Norm DIN 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 Fremdkörper-schutz).
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:



IP-Test im Rittal Prüflabor

Grundlagen

Berührungs- und Fremdkörperchutz

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 ¹⁾ . 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. ¹⁾
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper 2,5 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 2,5 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen. ¹⁾
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper 1,0 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 1,0 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen. ¹⁾
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.

¹⁾ Anmerkung: Der volle Durchmesser der Objektsonde darf nicht durch die Öffnung des Gehäuses hindurchgehen.

Grundlagen

Wasserschutz

Zweite Kennziffer	Schutzumfang	
	Benennung	Erklärung
0	Nicht geschützt	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.
9	Geschützt gegen Eindringen von Wasser beim Reinigungsvorgang mit Hochdruck-/Dampfstrahlreinigung	Wasser, das unter hohem Druck und hoher Temperatur aus jeder Richtung gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben.

Grundlagen

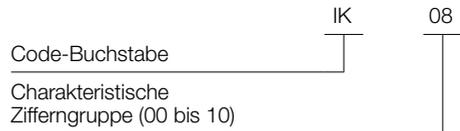
Schutzarten durch Gehäuse gegen äußere mechanische Beanspruchungen

(IK-Code) DIN EN 62 262/IEC 62 262

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 IK 08



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

3. Anwendung

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

4. Beurteilung

Nach der Prüfung muss der Prüfling voll funktionsfähig sein. Insbesondere darf die Schutzart nach IEC 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.

Begriffe für Kurzschlussströme in Drehstromnetzen

entsprechend DIN EN 60 909-0 VDE 0102

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.

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 t_k in seinen Gleich- und Wechselstromanteilen veränderliche Kurzschlussstrom.

Bild:

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

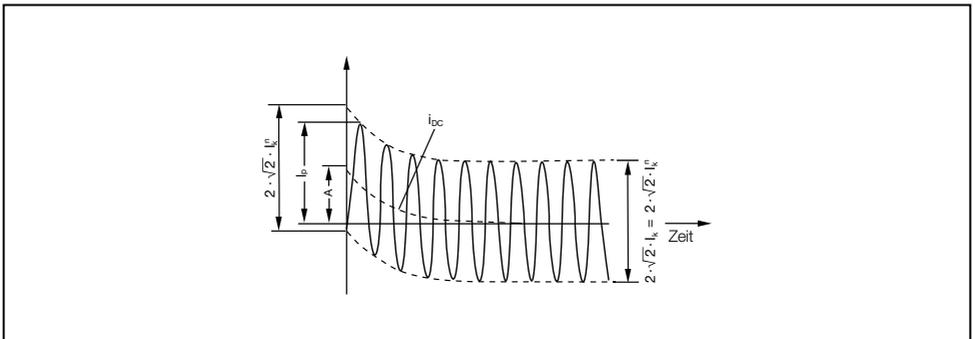
i_k'' Anfangs-Kurzschlusswechselstrom

i_p Stoßkurzschlussstrom

i_k Dauerkurzschlussstrom

i_{DC} Abklingende Gleichstromkomponente des Kurzschlussstromes

A Anfangswert der Gleichstromkomponente i_{DC}



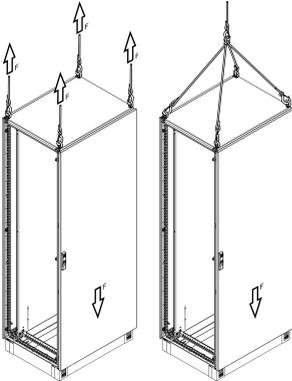
Transport

Ausführungsbeispiele für Krantransport von Rittal Schaltschränken

Max. Anhängelast in N für Rittal Schaltschränke bei nebenstehendem Seilwinkel

		VX SE	VX25	AX
	für eine Öse	3400	3400	2000
	für vier Ösen	6400	6400	3200 bei 2 Ösen

Mit Transportösen



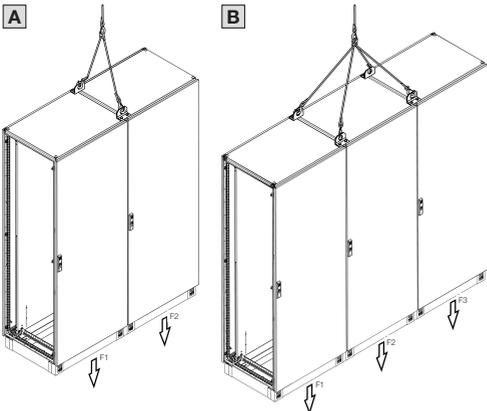
Einzel-schränke werden sicher mit den Transportösen transportiert. Bei symmetrischer Belastung gelten folgende zulässige Gesamtbelastungen:

$F \triangleq$ bei 90° Seilzugwinkel 13600 N

$F \triangleq$ bei 60° Seilzugwinkel 6400 N

$F \triangleq$ bei 45° Seilzugwinkel 4800 N

Mit Kombiwinkel



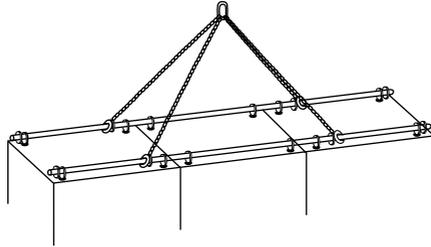
Bei der hier gezeigten Schrankkombination mit Anreihlaschen, innen 8617.500 (3 St. pro Vertikalprofil) und Kombiwinkel beträgt die Belastbarkeit bei einem Seilzugwinkel von 60°:

A $F_1 = 7000$ N
 $F_2 = 7000$ N

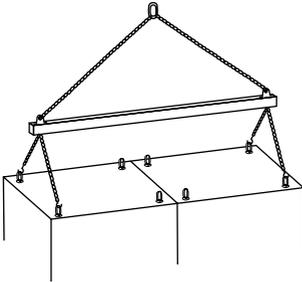
B $F_1 = 7000$ N
 $F_2 = 14000$ N
 $F_3 = 7000$ N

Transport

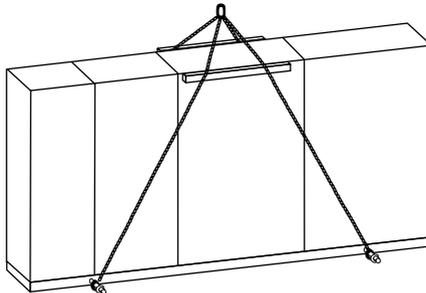
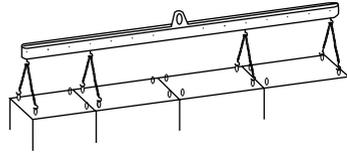
Normale Kranaufhängung
mit zusätzlicher Rohr stabilisierung



Verstellbare Tragebalken



Verstellbare Tragebalken



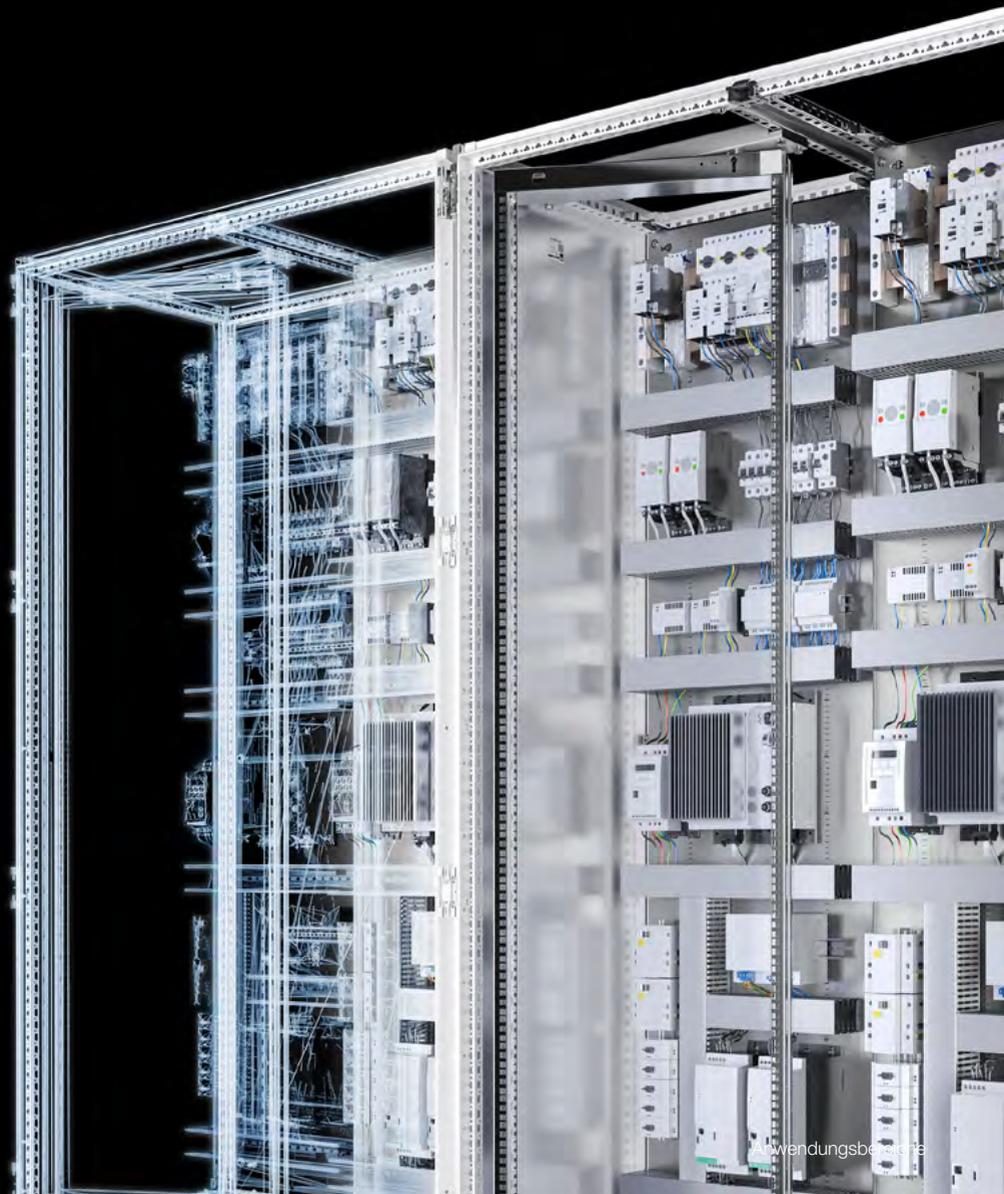
Transport



Stabile Rittal Anreihverbindungen sind entscheidend für den sicheren Transport.

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Anwendungsbereiche

Maschinen	Seite
Auszug aus der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1).....	72
Schaltanlagen	
Eine Norm für alle Schaltanlagen	78
Kurzübersicht zur Anwendung der DIN 61 439	80
Einzelne Nachweise und Nachweismethoden	81
Spezialthemen	
EMV-Kurzinformationen zum Thema	
EMV/HF-geschirmte Gehäuse und CE-Zeichen	84
Grundlagen und Fakten zum Explosionsschutz	90
Weltweit	
Hintergrundinformationen UL 508 bzw. 508A	95
Approbationen und Zulassungen	97
Erdbebensicherheit	98

Auszug, sinngemäß, aus der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) (Genauer Wortlaut siehe aktuelle Fassung!)

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.

Querschnitt S der Außenleiter für den Netzanschluss (mm ²)	Mindestquerschnitt des externen Schutzleiters (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S < 35$	16
$35 < S \leq 400$	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.
- (Basisschutz und Fehlerschutz)

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

6.2 Basisschutz

Für jeden Stromkreis oder jeden Teil der elektrischen Ausrüstung müssen entweder die Maßnahmen nach 6.2.2 oder 6.2.3 und, falls zutreffend, 6.2.4 angewendet werden.

6.2.2 Schutz durch Gehäuse

Aktive Teile müssen sich innerhalb von Gehäusen befinden, die den entsprechenden Anforderungen aus den Abschnitten 4, 11 und 13 genügen.

Für leicht zugängliche obere Abdeckungen von Gehäusen ist mindestens der Schutzgrad gegen direktes Berühren IP4X oder IPXXD zu erfüllen (siehe IEC 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), sodass 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 Spezial-einrichtung 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 IP2X oder IPXXB (siehe IEC 60 529) entsprechen.

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 IP2X oder IPXXB (siehe IEC 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.

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 mm x 50 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).

8.2.2 Schutzleiter

Schutzleiter müssen in Übereinstimmung mit 13.2.2 identifizierbar 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 mm² im Querschnitt sein.

Der Querschnitt von Schutzleitern muss in Übereinstimmung mit den Anforderungen von IEC 60 364-5-54, section 543, oder EN 61439-1, Kapitel 8, Unterpunkt 8.4.3.2.3, 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.

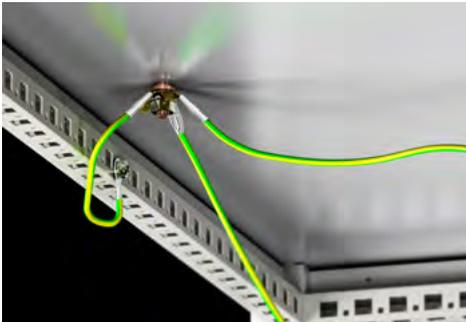
Sind elektrische Betriebsmittel an Deckeln, Türen oder Abdeckplatten angebracht, muss die Durchgängigkeit des Schutzleitersystems sichergestellt sein. Dies darf nicht von Befestigungselementen, Scharnieren oder Tragschienen abhängig sein. Der (die) Schutzleiter muss (müssen) zu den Leitern, die die Ausrüstung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

8.2.4 Schutzleiter-Anschlusspunkte

- Alle Schutzleiter müssen in Übereinstimmung mit 13.1.1 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 IEC 60 417-5019 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).



Zubehörvielfalt: Erdungsbänder in unterschiedlichen Längen und Ausführungen, Erdungsschienen, zentrale Erdungspunkte und Schutzleitersammelschienen



PE/PEN-Schiene bei angereichten Schränken innerhalb einer Ri4Power Schaltanlage

10.2 Bedienteile

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.

10.2.2 Kennzeichnung

Zusätzlich zu der in 16.3 beschriebenen, funktionalen Kennzeichnung wird empfohlen, Drucktaster mit Symbolen neben oder vorzugsweise direkt auf dem Bedienteil zu kennzeichnen, z. B.

IEC 60 417-5007	IEC 60 417-5008	IEC 60 417-5010	IEC 60 417-5011
	○	ⓘ	⊕
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)

11.3 Schutzart

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 Schaltgeräte-Kombinationen müssen mindestens die Schutzart IP22 (siehe IEC 60 529) haben.

Beispiele für Schutzarten bestimmter Anwendungen:

- belüftete Gehäuse, die nur Motor-Anlasswiderstände, dynamische Bremswiderstände oder ähnliche Ausrüstung enthalten: IP10;
- Motoren: IP23;
- belüftete Gehäuse, die andere Ausrüstung enthalten: IP32.

Die vorhergenannten sind Mindestschutzarten. Eine höhere Schutzart kann, abhängig von den Aufstellungsbedingungen, notwendig sein, z. B. Schaltgeräte an einem Aufstellungsort, der durch Niederdruck-Wasserstrahl (abspritzend) gereinigt wird, sollten mit mindestens IP66 geschützt werden.

Schaltgeräte, die feinem Staub ausgesetzt sind, müssen mit mindestens IP65 geschützt werden.

11.4 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, bei denen 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.

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

Eine Norm für alle Schaltanlagen: DIN EN 61 439

**Zählerschränke
Gebäudeverteiler**



**Schaltanlagen und Steuerungen
vom Wandschrank bis zur
mehrfeldrigen Kombination**



Die Normenreihe DIN EN 61 439 beschreibt die Anforderungen und Nachweise der Erfüllung der Anforderungen für alle Niederspannungs-Schaltgeräte-kombinationen. Anzuwenden ist die Norm für Energieverteiler, alle Schalt- und Steuerungsanlagen, Zählerschränke und Verteilerschränke für private und gewerbliche Gebäude, für Baustromverteiler, Schienenverteilersysteme und Kabelverteilerschränke sowie für Schaltgerätekombinationen in besonderen Bereichen, wie z. B. Marinas.

Energieverteilungen Hauptverteilungen



Installationsverteiler



Kurzübersicht zur Anwendung der DIN EN 61 439

Für jede Bauart einer elektrischen Energieverteilung werden:

- die Grundnorm mit den allgemeinen Festlegungen, die als „Teil 1“ bezeichnet wird und
- die zutreffende Produktnorm Teil 2 – 7

der Verteiler verwendet.

Die Planung, Herstellung (Montage), Prüfung und Dokumentation eines Verteilers muss in Übereinstimmung mit der zutreffenden Norm durchgeführt werden.

Die Projektierung und der Bau eines anwenderspezifischen Verteilers erfordert gewöhnlich fünf Hauptschritte:

1. Festlegung oder Auswahl von Einflüssen, Einsatzbedingungen und Schnittstellenkennwerten. Diese Kennwerte sollte der Anwender angeben.
2. Entwurf des Verteilers durch den Hersteller in einer Weise, dass die speziell für die Anwendung geltenden Vereinbarungen, Kennwerte und Funktionen erfüllt werden.
Der Hersteller des Verteilers muss die Bauartnachweise der verwendeten Teile vom ursprünglichen Hersteller beschaffen. Sollten diese nicht vorliegen, muss der Hersteller des Verteilers den Bauartnachweis erbringen.
3. Der Verteiler wird unter Beachtung der Dokumentation der Gerätehersteller, ursprünglichen Hersteller des Systems montiert.
4. Für jeden Verteiler ist vom Hersteller ein Stücknachweis durchzuführen.
5. Das Konformitätsbewertungsverfahren ist durchzuführen.

Die Einhaltung der gesetzlichen Grundlagen – hier insbesondere das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) und das EMV-Gesetz – und die damit verbundene Konformitätserklärung einschließlich der CE-Kennzeichnung setzen die Anwendung der Normenreihe DIN EN 61 439 voraus. Die Normenreihe DIN EN 61 439 umfasst nachfolgende Normenteile für Verteiler:

Planungsleitfaden:

DIN EN 61 439-1 Beiblatt 1
(VDE 0660-600-1 Beiblatt 1):
Leitfaden für die Spezifikation von Verteilern.

Grundnorm:

DIN EN 61 439-1 (VDE 0660-600-1):
Allgemeine Festlegungen

Produktnormen:

- DIN EN 61 439-2 (VDE 0660-600-2):
Energie-Schaltgerätekombinationen
- DIN EN 61 439-3 (VDE 0660-600-3):
Installationsverteiler
- DIN EN 61 439-4 (VDE 0660-600-4):
Baustromverteiler
- DIN EN 61439-5 (VDE 0660-600-5):
Schaltgerätekombination in öffentlichen Energieverteilungsnetzen
- DIN EN 61 439-6 (VDE 0660-600-6):
Schienenverteilersysteme
- DIN EN IEC 61 439-7 (VDE 0660-600-7):
Schaltgerätekombinationen für bestimmte Anwendungen (z. B. Marinas, Ladestationen für Elektrofahrzeuge)

Maschinen

Einzelne Nachweise und Nachweismethoden

Die nachfolgende Tabelle zeigt zulässige Verfahren für die Erlangung der einzelnen Bauartnachweise.

Nr.	Nachzuweisende Merkmale	DIN EN 61 439-1 Abschnitt	Nachweis möglich durch		
			Prüfung	Vergleich mit einer Referenzkonstruktion	Begutachtung
1	Festigkeit von Werkstoffen und Teilen:	10.2			
	Korrosionsbeständigkeit	10.2.2	■	–	–
	Eigenschaften von Isolierwerkstoffen:	10.2.3			
	Wärmebeständigkeit	10.2.3.1	■	–	–
	Widerstandsfähigkeit gegen außergewöhnliche Wärme und Feuer aufgrund von inneren elektrischen Auswirkungen	10.2.3.2	■	–	■
	Beständigkeit gegen UV-Strahlung	10.2.4	■	–	■
	Anheben	10.2.5	■	–	–
	Schlagprüfung	10.2.6	■	–	–
	Aufschriften	10.2.7	■	–	–
Mechanische Funktion	10.2.8	■	–	–	
2	Schutzarten von Gehäusen	10.3	■	–	■
3	Luftstrecken	10.4	■	–	–
4	Kriechstrecken	10.4	■	–	–

Fortsetzung auf der folgenden Seite.

Maschinen

Nr.	Nachzuweisende Merkmale	DIN EN 61 439-1 Abschnitt	Nachweis möglich durch		
			Prüfung	Vergleich mit einer Referenzkonstruktion	Begutachtung
5	Schutz gegen elektrischen Schlag und Durchgängigkeit von Schutzleiterkreisen:	10.5			
	Durchgängigkeit der Verbindung zwischen Körpern der Schaltgerätekombination im Schutzleiterstromkreis	10.5.2	■	–	–
	Kurzschlussfestigkeit des Schutzleiterkreises	10.5.3	■	■	–
6	Einbau von Betriebsmitteln	10.6	–	–	■
7	Innere elektrische Stromkreise und Verbindungen	10.7	–	–	■
8	Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter	10.8	–	–	■
9	Isolationseigenschaften: Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit Stoßspannungsfestigkeit	10.9	■	–	–
		10.9.2	■	–	■
		10.9.3	■	–	■
10	Erwärmungsgrenzen	10.10	■	■	■
11	Kurzschlussfestigkeit	10.11	■	■	–
12	Elektromagnetische Verträglichkeit	10.12	■	–	■

Entnommen aus DIN EN 61 439-1, Tabelle D1, aus Anhang D

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



EMV-Kurzinformationen 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.

Ein weiterer Aspekt, bei dem es nicht um Störung oder Zerstörung von benachbarten Geräten oder Einrichtungen geht, ist die Verhinderung oder Verminderung ungewollter Abstrahlung von schutzbedürftigen Informationen (kompromittierende Strahlung) zur Vermeidung von unautorisierter Daten- oder Nachrichtengewinnung (zu Spionagezwecken in der Industrie oder bei Sicherheitsbehörden).

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. μ -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!).

Spezialthemen

Die Gehäuse-/HF-Schirmung

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

Checkliste Anforderungsprofil an EMV-Gehäuse

- 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 Potenzialausgleich 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 -gerüsts weitgehend schlitzfrei leitend verbinden. Je höher die auftretenden Frequenzen sind, desto kritischer werden Öffnungen im Gehäuse.



Der automatische Potenzialausgleich von Dach, Rückwand und Seitenwänden funktioniert bei Einbau von Rittal Klimageräten und Rittal Filterlüftern als Erdung.



Kombinierte Schiene zur Zugentlastung und EMV-Kontaktierung von eingeführten Kabeln.

Spezialthemen

Wie interpretiert man ein EMV-Diagramm?

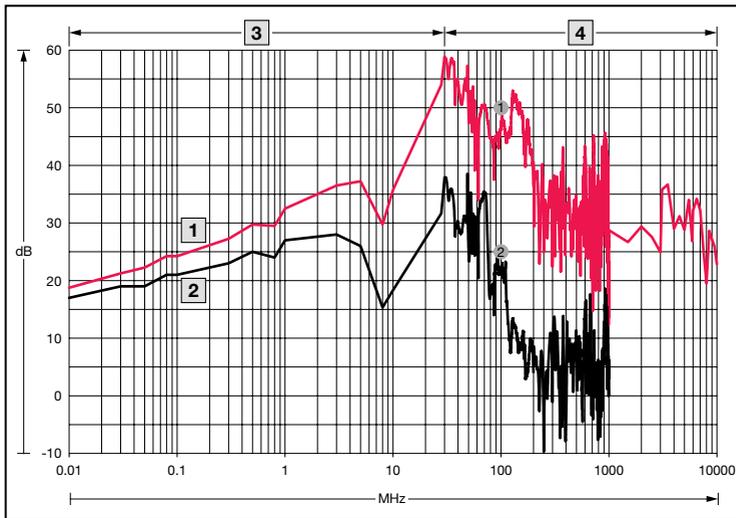
Der Dämpfungswert eines Gehäuses ergibt sich bei allen Diagrammen durch die erwartete Störfrequenz und die Art des Störfeldes (Elektrisches Feld E, Magnetisches Feld H oder elektromagnetisches Feld). So ergeben sich beispielsweise im untenstehenden Diagramm bei einer Frequenz von 100 MHz folgende Dämpfungswerte:

- Punkt 1:
elektromagnetisches Feld hoch: $a_1 \approx 48$ dB
 - Punkt 2:
elektromagnetisches Feld Standard: $a_2 \approx 22$ 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

$$a = 20 \log \frac{E_0}{E_1} \text{ und } \left. \begin{array}{l} \text{Index 0 für ungeschirmte Werte} \\ \text{Index 1 für geschirmte Werte} \end{array} \right\}$$

$$a = 20 \log \frac{H_0}{H_1} \text{ mit } \left. \begin{array}{l} \text{Index 0 für ungeschirmte Werte} \\ \text{Index 1 für geschirmte Werte} \end{array} \right\}$$



- MHz = Frequenz
- dB = HF-Dämpfung
- 1 EMV-Gehäuse
- 2 Standard-Gehäuse
- 3 H-Feld
- 4 EM-Welle

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, die für Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen nach DIN EN 61439 vorgesehen sind und verwendet werden, unterliegen der Niederspannungs-Richtlinie, werden nach DIN EN 62208 bewertet und sind mit einem CE-Kennzeichen gekennzeichnet.

Leergehäuse für allgemeine und informationstechnische Anwendungen sowie mechanische Zubehörkomponenten unterliegen keiner derzeit gültigen EU-Richtlinie.

Elektrotechnische Erzeugnisse müssen entsprechend ihres Gefahrenpotenzials, 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 2014/30/EU
- Die Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU
- Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

Gehäuse für den Explosionsschutz



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.

Maßnahmen, die das Auftreten explosionsfähiger Atmosphären verhindern sollen, werden primäre Explosionsschutzmaßnahmen genannt.

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.

Zoneneinteilung

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.

Spezialthemen

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 als Zündschutzarten bezeichnet.

	Zündschutzart (Auswahl)	Anwendungsbereich (Auswahl)	Norm	
	Anforderungen		DIN EN 60 079	
	Flüssigkeits- kapselung	o	Elektronik, Trafos, Kondensatoren, Relais	DIN EN 60 079-6
	Sand- kapselung	q	Elektronik, Trafos, Kondensatoren, Relais	DIN EN 60 079-5
	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 ¹⁾	Elektronik, MSR	DIN EN 60 079-11
	„Nicht zündend“	n ²⁾	Motoren, Gehäuse, Leuchten, Elektronik	DIN EN 60 079-15

¹⁾ ia Einsatz in Zone 0, 1, 2 ib Einsatz in Zone 1, 2

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 60 079-11 entsprechen und benötigen keine Zulassung.

Spezialthemen

Kennzeichnung explosionsgeschützter elektrischer Betriebsmittel nach DIN EN 60 079

Ausführungs-
bezeichnungen



1 ATEX-Kennzeichnung

Ex-Zeichen: Symbol für elektrische Betriebsmittel, die nach Europäischen Normen gebaut sind

Gerätegruppe I: Bergbau; Gerätegruppe II: übrige Bereiche

Zoneneinteilung	0	20	1	21	2	22	Bergbau
gefährliche explosionsfähige Atmosphäre	ständig, häufig oder langfristig		gelegentlich		selten und kurzzeitig		
Gerätekategorie	1G	1D	2G	2D	3G	3D	M1 oder M2

2 Zündschutzart

Zündschutzart	Symbol alternativ	Zone
Erhöhte Sicherheit „e“	eb	1
	ec	2
Druckfeste Kapselung „d“	da	0
	db	1
	dc	2
Überdruckkapselung „p“	pxb	1,21
	pyb	1,21
	pzs	2,22
Eigensicherheit „i“	ia	0,20
	ib	1,21
	ic	2,22
Flüssigkeitskapselung „o“	ob	1
	oc	2
Sandkapselung „q“	q	1
Vergusskapselung „m“	ma	0,20
	mb	1,21
	mc	2,22
Zündschutzart „n“	nA	2
	nC	2
	nR	2
Schutz durch Gehäuse „t“	ta	20
	tb	21
	tc	22

3 Gruppe/Gefahr bringende Stoffe

Schlagwettergefährdete Bereiche

Gruppe I Methan

Gasexplosionsgefährdete Bereiche

Gruppe II IIA Propan
IIB Ethylen
IIC Wasserstoff

Staubexplosionsgefährdete Bereiche

Gruppe III IIIA brennbare Flusen
IIIB nichtleitfähiger Staub
IIC leitfähiger Staub

4 max. Oberflächentemperatur

Gasexplosionsgefährdete Bereiche: Temperaturklassen

Gruppe I Methan

Gasexplosionsgefährdete Bereiche

450 °C T1
300 °C T2
200 °C T3
135 °C T4
100 °C T4
85 °C T6

Staubexplosionsgefährdete Bereiche: Oberflächentemperatur

T ...°C (Bsp.: T 80 °C)

5 Gerätekategorie und Geräteschutzniveau (EPL: Equipment protection level)

Zoneneinteilung	0	20	1	21	2	22	Bergbau
EPL (IEC/EN 60079-0)	Ga	Da	Gb	Db	Gc	Dc	Ma oder Mb

Spezialthemen

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



0102

II (1) G

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

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
LCIEw	Frankreich	0081
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 Kategorieeinteilung:

Sicherheitsmaß	Kategorie 1 Sehr hoch		Kategorie 2 Hoch		Kategorie 3 Normal	
Ausreichende Sicherheit	durch 2 Schutzmaßnahmen/ bei 2 Fehlern		bei häufigen Gerätestörungen/ 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)

Spezialthemen

Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe (Auswahl)

Stoffbezeichnung	Zündtemperatur °C	Temperatur- klasse	Explosions- gruppe
Acetaldehyd	140	T 4	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

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 Panel) 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 einspeiseseitig 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 Sammelschienenensystemen 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 Sammelschienenensystemen 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 RiLine entspricht diesen Anforderungen.

Alle Anschluss- und Geräteadapter (OM-Adapter 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 RiLine 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 RiLine Sammelschienen-systems zu ermöglichen. Der Vorteil einer solchen Prüfung besteht darin, dass Sammelschienen-systeme 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.

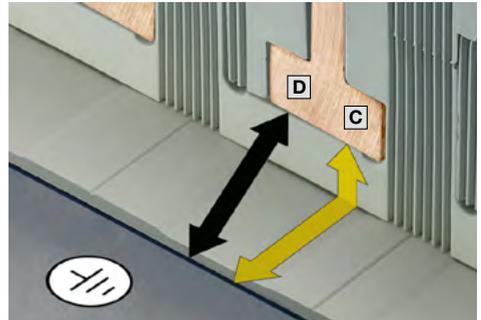
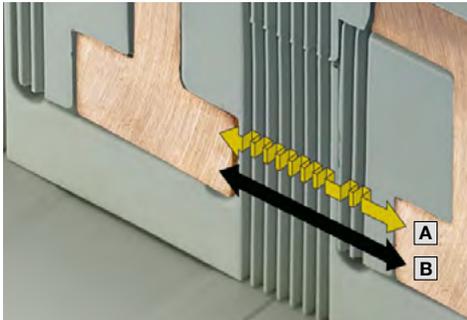
Definition Kriech- und Luftstrecken:

- A Kriechstrecke zwischen aktiven Leitern/Sammelschienen
- B Luftstrecke zwischen aktiven Leitern/Sammelschienen

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 RiLine Anschluss- und Geräteadapter den Anforderungen für field-wiring.

- C Kriechstrecke zwischen aktiven Leitern/Sammelschienen und geerdeten Metallteilen
- D Luftstrecke zwischen aktiven Leitern/Sammelschienen und geerdeten Metallteilen



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 Zeichen-genehmigungs-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 www.rittal.de

Erdbebensicherheit

Schränke, die extremen dynamischen Belastungen wie Erdbeben ausgesetzt sind, stellen besondere Anforderungen an die Stabilität und Festigkeit der Schrankkonstruktion in ihrer Anwendung, insbesondere bei kritischen Versorgungsbereichen (Strom, Wasser, Informationen).

Im Bereich der Erdbebenthematik hat sich die Norm der amerikanischen Telefongesellschaften – Network Equipment Building System (NEBS), Telcordia Technologies (früher BELLCORE) Generic Requirements GR-63-CORE weltweit etabliert, da sie mit ihren Tests weitgehend alle anderen Normen abdeckt.

Im allgemeinen werden geografische Landabschnitte in Erdbeben-Risiko-Zonen aufgeteilt. Die Telcordia-Risiko-Zonen (siehe Grafik) beziehen sich auf die Vereinigten Staaten und unterteilen Gebiete in Zone 0 – 4. Dabei ist in Zone 0 mit keinen Erdbebenaktivitäten und in Zone 4 mit erheblichen Erdbebenaktivitäten zu rechnen.

Die deutschen Normen hingegen kennen nur drei Zonen, diese sind jedoch mit den Zonen 1 und 2 der Telcordia-Norm weitgehend abgedeckt.

Rittal VX25 Standardschränke mit Montageplatten wurden basierend auf Telcordia GR-63-CORE durch ein unabhängiges Institut getestet. Hierbei wurde der VX25 Standardschrank mit einer Gewichtsbelastung von 185 kg (montiert an der Montageplatte) als bis zu Zone 2 einsetzbar zertifiziert. Eine Zone-4-Zertifizierung bis 500 kg wurde mit speziellem Erdbeben-Erweiterungszubehör erreicht.



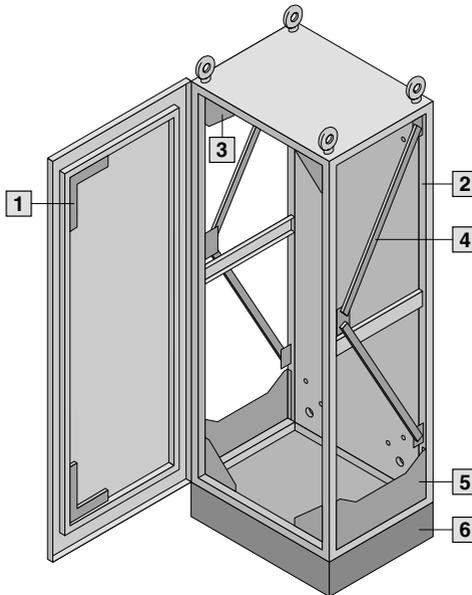
Weltweit

Grundsätzlich wird empfohlen, erdbebensichere Schränke kundenspezifisch, d. h. mit den kundeneigenen Einbauten, zu testen. Wichtige Informationen für die Ausführung und den Test des erdbebensicheren Schrankes sind u. a.:

- In welcher Erdbeben-Zone soll der Schrank eingesetzt werden?
- Max. Gewicht der eingebauten Komponenten.
- Einbauweise der Komponenten (Montageplatte, 19"-Profilschienen, etc.).
- Liegen maßliche Einschränkungen vor (oftmals wird für eine Erdbebenausführung eine breitere bzw. tiefere Schrankversion benötigt)?

Rittal ist Ihnen bei der Configuration Ihres erdbebensicheren Schrankes gerne behilflich.

- 1 Zone 4 Türverstärkung
- 2 VX25 Standarddrahmen
- 3 Zone 4 Eckenverstärkung
- 4 Zone 4 Diagonalverstärkung
- 5 Zone 4 Horizontalverstärkung
- 6 Zone 4 Sockel



Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Kennzeichnungen

Kennzeichnungen für Bauteile	Seite
Farbkennzeichnung für Drucktaster-Bedienteile und ihre Bedeutung	102
Farbkennzeichnung von Widerständen	103
Bezeichnung von Klemmen und Netzleitungen	104
Kennzeichnungen in Plänen	
Schaltzeichen für Elektroinstallation nach DIN EN 60 617/IEC 60 617	106
Kennbuchstaben für die Kennzeichnung von Betriebsmitteln nach DIN EN 81346-2/IEC 81346-2	119
Kennzeichnungen für Prüfungen	
Wichtige Prüfzeichen und Symbole	121

Kennzeichnungen für Bauteile

Farbkennzeichnung für Drucktaster-Bedienteile und ihre Bedeutung

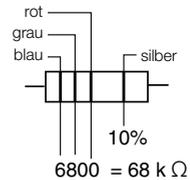
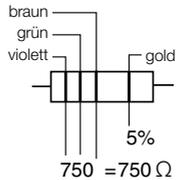
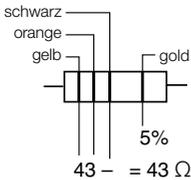
Farbe	Bedeutung	Erklärung	Anwendungsbeispiele
ROT	Notfall	Bei gefährlichem Zustand oder im Notfall betätigen	Not-Aus, Einleitung von Not-Aus-Funktionen
GELB	Anormal	Bei anormalem Zustand betätigen	Eingriff, um anormalen Zustand zu unterdrücken. Eingriff, um einen unterbrochenen Ablauf wieder zu starten.
GRÜN	Sicher	Bei sicherer Bedingung betätigen oder um normalen Zustand vorzubereiten	
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.

Kennzeichnungen für Bauteile

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	–	–	–	$\pm 20 \%$



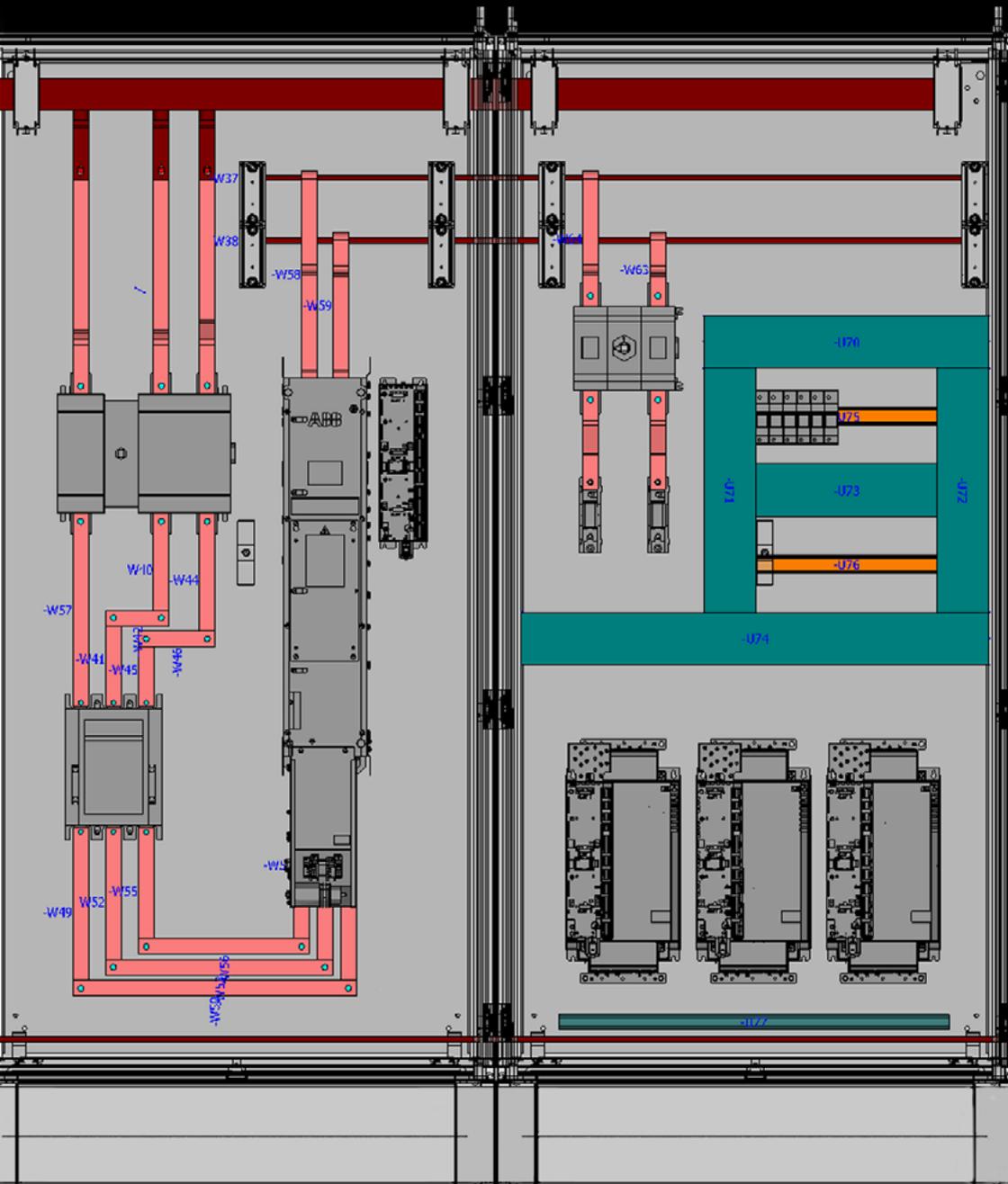
Kennzeichnungen für Bauteile

Bezeichnung von Klemmen und Netzleitungen

Für Gleichstrom				Für Dreh- und Wechselstrom				
Positiver Leiter L+ Negativer Leiter L- Mittelleiter M				Drehstrom	Außenleiter		L1, L2, L3	
				Einphasenstrom		Neutralleiter		N
						Dreieckspannung	Anschluss an Drehstromnetz	L1, L2 bzw. L2, L3 bzw. L3, L1
							Selbstständiges Netz	L1, L2
		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	-		
Getrennte Wendepol- und Kompensationswicklung	Wendepolwicklung	GW-HW		Hilfswicklung	W-Z	-		
	Kompensationswicklung	GK-HK	Mehrphasenstrom	Mittel- bzw. Sternpunkt	N	n		
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	
Feldsteller zur Spannungs- und Drehzahlsteuerung	Klemme für Anschluss an	Nebenschlusswicklung	M	Primär-Anlasser	Drehstrom	im Sternpunkt angeschlossen	X, Y, Z	
		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				Erregernetz zum Feldsteller	t
						Erregernetz Kurzschluss	q	
Stromwandler				Primärseite K-L		Sekundärseite k-l		

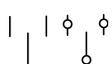
Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Kennzeichnungen in Plänen

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

Schaltzeichen und Benennung	Schaltzeichen und Benennung
 <p>Einschaltglied, Schließer</p>	 <p>Sicherungstrennschalter</p>
 <p>Ausschaltglied, Öffner</p>	 <p>Sicherung, allgemein</p>
 <p>Umschaltglied, Wechsler</p>	 <p>Sicherung mit Kennzeichnung des netzseitigen Anschlusses</p>
 <p>Einschaltglied, Zweiwegschließer mit drei Schaltstellungen</p>	 <p>Überspannungsableiter, Spannungssicherung</p>
 <p>Antrieb allgemein, z. B. für Relais, Schütz</p>	 <p>Funkenstrecke</p>
 <p>Schalt Schloss mit elektromechanischer Freigabe</p>	 <p>Doppelfunkenstrecke</p>
 <p>Öffner, schließt verzögert</p>	 <p>Öffner, öffnet verzögert</p>
 <p>Schließer, öffnet verzögert</p>	 <p>Schließer, schließt verzögert</p>
 <p>Trennschalter, Leerschalter</p>	 <p>Elektromechanischer Antrieb mit zwei gegensinnig wirkenden Wicklungen</p>

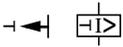
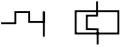
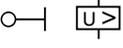
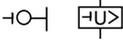
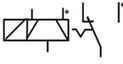
Kennzeichnungen in Plänen

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

Schaltzeichen und Benennung	Schaltzeichen und Benennung
 <p>Elektromechanischer Antrieb, wattmetrisch wirkend</p>	 <p>Wechselstromrelais</p>
 <p>Elektromechanischer Antrieb, z. B. mit Angabe einer wirksamen Wicklung</p>	 <p>Elektromechanischer Antrieb mit Angabe des Gleichstromwiderstandes, z. B. 500 Ohm</p>
 <p>Elektromechanischer Antrieb, z. B. mit Angabe einer wirksamen Wicklung, wahlweise Darstellung</p>	 <p>Elektromechanischer Antrieb mit Angabe der elektrischen Einflussgröße</p>
 <p>Elektromechanischer Antrieb mit zwei gleichsinnig wirkenden Wicklungen</p>	 <p>Elektromechanischer Antrieb mit Eigenresonanz, z. B. 20 Hz</p>
 <p>Elektromechanischer Antrieb mit zwei gleichsinnig wirkenden Wicklungen, wahlweise Darstellung</p>	 <p>Thermorelais</p>
 <p>Elektromechanischer Antrieb mit zwei gleichsinnig wirkenden Wicklungen, wahlweise Darstellung</p>	 <p>Elektromechanischer Antrieb mit Anzugsverzögerung</p>
 <p>Gepoltes Relais mit Dauermagnet</p>	 <p>Elektromechanischer Antrieb mit Abfallverzögerung</p>
 <p>Stützrelais</p>	 <p>Elektromechanischer Antrieb mit Anzugs- und Abfallverzögerung</p>
 <p>Remanenzrelais</p>	 <p>Rückstromauslöser</p>

Kennzeichnungen in Plänen

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

Schaltzeichen und Benennung	Schaltzeichen und Benennung
 <p>Fehlerstromauslöser</p>	 <p>Unterspannungsauslöser</p>
 <p>Elektrothermischer Überstromauslöser</p>	 <p>Unterspannungsauslöser mit verzögerter Auslösung</p>
 <p>Überspannungsauslöser</p>	 <p>Fehlerspannungsauslöser</p>
 <p>Elektromechanischer Antrieb mit zwei Schaltstellungen</p>	 <p>Elektromechanischer Antrieb, erregt</p>
 <p>Elektromechanischer Antrieb mit zwei Schaltstellungen, wahlweise Darstellung</p>	 <p>Schließer mit selbsttätigem Rückgang, betätigt</p>
 <p>Elektromechanischer Antrieb mit drei Schaltstellungen</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> 
 <p>Elektromechanischer Antrieb mit verzögerter Auslösung</p>	
 <p>Unterstromauslöser</p>	

Kennzeichnungen in Plänen

Schaltzeichen und Benennung

Allgemeines

	Gleichstrom		Tonfrequenz-Wechselstrom
	Wechselstrom, insbesondere technischer Wechselstrom		Hochfrequenz- Wechselstrom
3/N  50 Hz	Drehstrom mit Mittelpunkt- leiter und Angabe der Frequenz, z. B. 50 Hz		

Leitersysteme und Kennzeichnung der Verlegearten

	Leiter, allgemein		Leiter, oberirdisch, z. B. Freileitung
	Leiter, bewegbar		Leiter auf Isolatoren
	Leiter im Erdreich, z. B. Erdkabel		Leiter im Elektro- installationsrohr

Kennzeichnung des Verwendungszwecks bei Leitungen

	Starkstromleitung, Neutralleiter (N), Mittelleiter (M)		Fernmeldeleitung
	Schutzleiter (PE), Nullleiter (PEN), Potenzialausgleichsleiter (PL)		Rundfunkleitung
	Signalleitung		

Kennzeichnungen in Plänen

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

Schaltzeichen und Benennung

Einspeisung, Erdung			
	Dose		Endverschluss, Endverzweigung (kurze Seite = Kabeleinführung)
	von unten kommende oder nach unten führende Leitung		Starkstrom-Hausanschluss- kasten, allgemein
	mit Speisung nach unten		desgl. mit Angabe der Schutzart nach IEC 60 529, z. B. IP44
	mit Speisung von unten		Verteiler, Schaltanlage
	nach unten und oben durchführende Leitung		Umrahmung für Geräte, z. B. Gehäuse, Schalt- schrank, Schalttafel
	mit Speisung nach oben		Erdung allgemein
	Leiterverbindung		Anschlussstelle für Schutz- leiter nach VDE 0100
	Abzweigdose oder Verteilerkasten		Masse (Schaltzeichen nach IEC 117)

Kennzeichnungen in Plänen

Schaltzeichen und Benennung

Stromversorgungsgeräte, Umsetzer

	Element, Akkumulator oder Batterie		Sicherung, allgemein
	desgl. mit Angabe der Polarität und der Spannung, z. B. 6 V		Sicherung, 3-polig
	Transformator, z. B. Klingeltransformator 230/5 V		Sicherung mit Angabe des Nennstroms, z. B. 10 A
	Umsetzer, allgemein		Schalter, Schließer, allgemein
	Gleichrichtergerät, z. B. Wechselstrom-Netzanschlussgerät		Schalter mit Angabe der Schutzart nach IEC 60 529, z. B. IP40
	Wechselrichtergerät, z. B. Polwechsler, Zehacker		Leitungs-Schutzschalter (Automat)
	Fehlerstrom-Schutzschalter, 4-polig		Fehlerspannungs-Schutzschalter
	Motor-Schutzschalter, 3-polig		Überstromrelais Vorrangschalter
	Unterspannungs-Schutzschalter		NOT-AUS-Schalter

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Kennzeichnungen in Plänen

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

Schaltzeichen und Benennung

Installationsschalter			
	Schalter, allgemein		Serienschalter, 1-polig
	Schalter mit Kontrolllampe		Wechselschalter, 1-polig
	Ausschalter, 1-polig		Kreuzschalter, 1-polig
	Ausschalter, 2-polig		Zeitschalter
	Ausschalter, 3-polig		Taster
	Gruppenschalter, 1-polig		Leuchttaster
	Stromstoßschalter		Berührungsschalter (Wechselschalter)
	Näherungsschalter		Dimmer (Ausschalter)

Kennzeichnungen in Plänen

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

Schaltzeichen und Benennung

Steckvorrichtungen

	Einfach-Steckdose ohne Schutzkontakt		Schutzkontaktsteckdose, abschaltbar
	Zweifach-Steckdose		Schutzkontaktsteckdose, verriegelbar
	Einfach-Schutzkontaktsteckdose		Fernmeldesteckdose
	Einfach-Schutzkontaktsteckdose für Drehstrom		Antennensteckdose
	Zweifach-Schutzkontaktsteckdose		

Messgeräte, Anzeigergeräte, Relais und Tonfrequenz-Rundsteuergeräte

	Zählertafel, z. B. mit einer Sicherung oder einem Leitungsschutzschalter 10 A		Blinkrelais, Blinkschalter
	Schaltuhr, z. B. für Stromtarifumschaltung		Tonfrequenz-Rundsteuerrelais
	Zeitrelais, z. B. für Treppenbeleuchtung		Tonfrequenzsperr

Kennzeichnungen in Plänen

Schaltzeichen und Benennung

Leuchten

✕	Leuchte, allgemein	⌘	Sicherheitsleuchte in Dauerschaltung
✕ 5 x 60 W	Mehrfachleuchte mit Angabe der Lampenzahl und Leistung, z. B. mit 5 Lampen zu je 60 W	✕	Sicherheitsleuchte in Bereitschaftsschaltung
✕	Leuchte mit Schalter	⊗	Scheinwerfer
✕	Leuchte mit Überbrückung für Lampenketten	⊗ ✕	Leuchte mit zusätzlicher Sicherheitsleuchte in Bereitschaftsschaltung
✕	Leuchte mit veränderbarer Helligkeit	⊗ ▲ ✕	Leuchte mit zusätzlicher Sicherheitsleuchte in Dauerschaltung



Systemleuchte LED

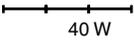
- Optimale Ausleuchtung
im gesamten Schaltschrank
- Wahlweise mit Clip-, Schraub-
und Magnetbefestigung
- Passende Ausstattung
für jeden Anwendungsfall

Kennzeichnungen in Plänen

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

Schaltzeichen und Benennung

Entladungslampen und Zubehör

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

Signalgeräte

	Wecker		Hupe
	Summer		Sirene
	Gong		Meldeleuchte, Signallampe, Lichtsignal

Kennzeichnungen in Plänen

Schaltzeichen und Benennung

Signalgeräte

	Gruppen- oder Richtungsleuchtmelder		Hauptuhr
	Mehrfachleuchtmelder, Signallampentafel, z. B. für 6 Meldungen		Signalhauptuhr
	Quittiermelder, Leuchtmelder mit Abstelltaste		Kartenkontrollgerät, handbetätigt
	Ruf- und Abstelltaste		Brandmelder mit Laufwerk
	Haussprechstelle		Feuer-Druckknopf-Nebenmelder
	Ruftaster mit Namensschildern		Temperaturmelder
	Türöffner		Temperaturmelder nach dem Schmelzlotprinzip
	Elektrische Uhr, z. B. Nebenuhr		Temperaturmelder nach dem Bimetallprinzip

Kennzeichnungen in Plänen

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

Schaltzeichen und Benennung

Signalgeräte

	Temperaturmelder nach dem Differenzialprinzip		Passierschloss für Schaltwege in Sicherheitsanlagen
	Hauptstelle (Zentrale) einer Brandmeldeanlage für 4 Schleifen in Sicherheits-schaltung, Sirenenanlage für 2 Schleifen; Fernsprecher für beide Anlagen		Lichtstrahlmelder, Lichtschranke
	Polizei-Melder		Brandmelder, selbsttätig
	Wächtermelder, z. B. mit Sicherheits-schaltung		Dämmerungsschalter
	Erschütterungsmelder (Tresorpendel)		



Modulare Signalsäule

über Montage-Elemente über Tragarmsystemen eingesetzt.

Kennzeichnungen in Plänen

Kennbuchstaben für die Kennzeichnung von Betriebsmitteln nach DIN EN 81 346-2/IEC 81 346-2

Art des Betriebsmittels, Zweck, Aufgabe	Kennbuchstaben	Beispiele
Baugruppen, zwei oder mehr Zwecke	A	Gerätekombinationen, Touch-Bildschirm
Umsetzer nicht elektrischer auf elektrische Größen	B	Messumformer, Fühler, Mikrofone, fotoelektrische Bauelemente, Tonabnehmer, Lautsprecher
Speicher	C	Kondensatoren aller Art, Festplatte, ROM
(Binäre Elemente, Verzögerungs- und Speichereinrichtungen)	D*	(Digitale integrierte Schaltkreise und Bauelemente, Verzögerungsleitung, bistabile Elemente, monostabile Elemente, Kernspeicher, Register, Magnetbandgeräte, Plattenspeicher)
Verschiedenes	E	Beleuchtung, Heizung
Schutzeinrichtungen	F	Sicherungen, Auslöser, Schutzschalter
Generatoren	G	Stromversorgungen, Batterien, Oszillatoren
Produzieren einer neuen Materialart oder eines neuen Produktes	H	Abscheider, Mischer
Signalverarbeitung	K	Hilfs-, Zeit- und Blinkrelais
(Induktivitäten)	L*	(Spulen, Drosseln)
Motoren	M	Kurzschlussmotor, Schleifringläufermotor
(Analoge Bauelemente)	N*	(Operationsverstärker, hybride Analog-/Digitalbauelemente)
Informationsdarstellung	P	Bildschirm, Display, Hupe
Schalter	Q	Leistungsschalter, Schütz
Widerstände	R	Nebenwiderstände, Stellwiderstände, NTC-, PTC-Widerstände, Drossel, Filter
Signalumwandlung	S	Taster, Endschalter, Steuerschalter
Energieumwandlung	T	Leistungstransformator, Stromwandler

* reserviert für spätere Normung

Kennzeichnungen in Plänen

Kennbuchstaben für die Kennzeichnung von Betriebsmitteln nach DIN EN 81 346-2/IEC 81 346-2

Art des Betriebsmittels, Zweck, Aufgabe	Kennbuch- staben	Beispiele
Halten von Objekten	U	Isolator, Kabelkanal, Gehäuse
Behandlung von Materialien	V	Verpackungsmaschine, Lackierautomat
Leiten und Übertragen von Energie, Signalen	W	Schaltdrähte, Kabel, Sammelschienen, Antennen
Verbinden von Objekten	X	Klemmenleisten, Steckverbinder
(Elektrisch betätigte mechanische Einrichtungen)	Y*	(Magnetventile, Kupplungen, elektrische Bremsen)
(Abschluss, Filter)	Z*	(Kabelnachbildungen, Kristallfilter)

* reserviert für spätere Normung



In eigenen Labors werden alle Rittal Komponenten umfassenden Prüfungen unterzogen.

Wichtige Prüfzeichen und Symbole

Prüfzeichen, die von der VDE-Prüfstelle erteilt werden

Prüfzeichen und Benennung	
 <p>VDE-Zeichen Geräte- und Installationsmaterial</p>	 <p>CEE-Prüfzeichen (E-Zeichen) Geräte und Installationsmaterial</p>
 <p>VDE-Kennfaden Kabel und isolierte Leitungen</p>	 <p>CEE-Kennfaden Isolierte Leitungen</p>
 <p>VDE-Kabelkennzeichen Kabel und isolierte Leitungen</p>	 <p>VDE-Harmonisierungs- kennzeichnung Kabel und isolierte Leitungen</p>
 <p>VDE-Funkschutzzeichen Geräte, die funkentstört sind</p>	 <p>VDE-Harmonisierungskenn- zeichnung (als Kennfaden) Kabel und isolierte Leitungen</p>
 <p>VDE-Elektronik-Prüfzeichen Bauelemente der Elektronik</p>	 <p>CECC-Prüfzeichen Bauelemente der Elektronik (in Vorbereitung)</p>
 <p>VDE-GS-Zeichen Technische Arbeits- mittel gemäß Aufgabenbereich der VDE-Prüfstelle</p>	 <p>Elektrotechnische Erzeug- nisse, die den Normen für elektromagnetische Verträglichkeit entsprechen auf Basis von VDE-/EN-/IEC-/ CISPR-Normen und sonstigen technischen Bestimmungen</p>

Sachwortverzeichnis

A		E	
Abgeleitete Einheiten	9	Effektive Schaltschrankoberfläche.....	61
Approbationen.....	97	EIA-310-D	25
Aufbausystem 19".....	22	Ein- und Ausschaltvorgänge	15
Außendurchmesser von Leitungen und Kabeln.....	36	Einweggleichrichtung.....	14
AWG-Nummern.....	38	Elektrische Leistung.....	16
B		Elektrische Leistung von Motoren	15
Basiseinheiten	9	Elektromagnetische Beeinflussung.....	84
Bauartnachweise.....	81	EMV	84
Bedienteile.....	76	EMV-Diagramm	87
Bemessungsspannung/Bemessungsstrom NH- und D-System.....	52	Erdbebensicherheit.....	98
Berührungs- und Fremdkörperschutz	63	Explosionsschutz.....	90
Betriebsklassen	50	F	
Bezeichnung von Klemmen	104	Farbkennzeichnung von Leitern	34
Brennbare Gase und Dämpfe	94	Feldbeeinflussung.....	85
C		Funktionsklassen	50
CE-Zeichen	84	G	
D		Gesamtausschaltzeit von Kurzschluss- schutzeinrichtungen.....	49
D0-System	48	Gleichrichtung, 3-Phasen	14
Dämpfung in dB	87	Gummiisolierte Leitungen.....	34
Dezimale Teile und Vielfache von Einheiten.....	10	H	
DIN EN 61 439.....	78, 80	HF-geschirmte Gehäuse.....	84
D-System	48	I	
		Installationsrohre.....	29
		Internationales Einheitssystem (SI)	10
		Isolierte Starkstromleitungen.....	31

K		S	
Kabelkanäle.....	30	Sammelschienen.....	42
Kabelverschraubungen.....	28	Schaltschrank-Klimatisierung.....	54, 59
Kennbuchstaben für die Kennzeichnung von Betriebsmitteln.....	119	Schaltzeichen Elektroinstallation.....	106
Kopplung.....	84	Schaltzeichen für Elektroinstallation.....	106
Krantransport.....	67	Schutzart.....	77
Kunststoffisolierte Leitungen.....	32	Schutzarten IK-Code.....	65
Kupfer-Stromschienen.....	40	Schutzarten IP-Code.....	62
Kurzschlussströme.....	66	Schutzleiter.....	74
		Schutzleiteranschluss.....	72
		Schutzleiter-Anschlusspunkte.....	75
		Schutzleitersystem.....	74
		Schutzobjekte.....	50
		Sinusförmige Wechselgrößen.....	14
L		Spannungsfall.....	13
Leistung im Wechselstromkreis.....	17	Störgröße, Störquelle, Störsenke.....	84
Leiterkennzeichnungen.....	35	Strahlungsbeeinflussung.....	85
Leitungswiderstand.....	12	Strombelastbarkeit von Leitungen.....	37
Lochraster.....	23	Strombelastungskorrektur.....	43
		Stromschienen.....	41
M		U	
Metrisches Aufbausystem.....	22	UL 94.....	32
Motorbemessungsströme.....	53	UL 508, UL 508A.....	95
N		V	
NH-System.....	48	Verlustleistung.....	51
Niederspannungssicherungen.....	47		
Normenübersicht zöllig/metrisch.....	22	W	
		Wasserschutz.....	64
O		Widerstände.....	103
Ohmsches Gesetz.....	12	Widerstände im Wechselstromkreis.....	13
		Wirbelströme.....	58
P			
Parallelschaltung.....	12	Z	
Prüfzeichen.....	121	Zoneneinteilung.....	90
		Zündschutzarten.....	91
R		Zweiweggleichrichtung.....	14
Rechteckiger Spannungsverlauf.....	14		
Reihenschaltung.....	12		
Resonanz im Wechselstromkreis.....	16		

Quellenangaben

IEC, VDE, DIN:

Die erwähnten Normen

ZVEH
Zentralverband der Deutschen
Elektro- und Informationstechnischen
Handwerke:

Leitfaden
Projektierung und Bau von Schaltanlagen
nach DIN EN 61 439 (VDE 0660-600)

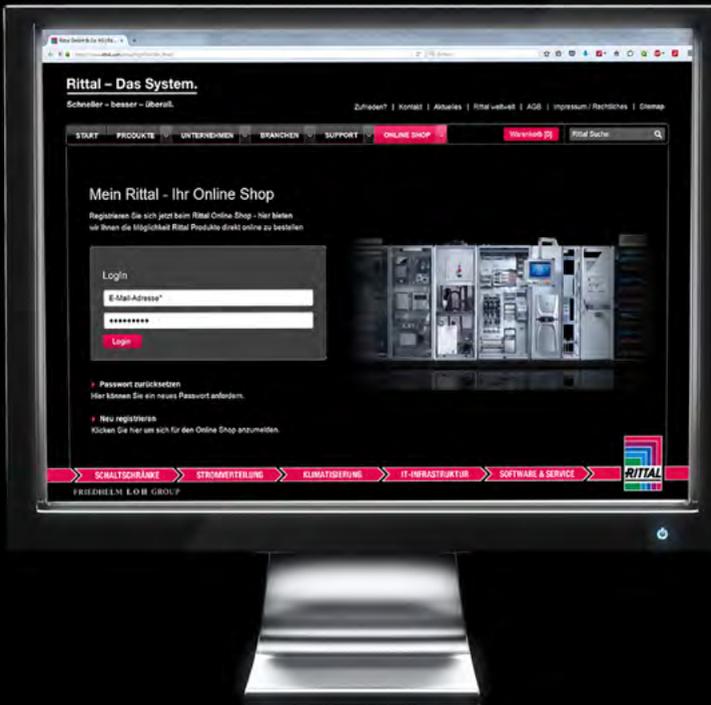
Rittal GmbH & Co. KG:

„Für Schaltschrank-Experten,
Daten, Fakten und Informationen“
11/2018

Mein Rittal Online Shop

Ihre Vorteile. Ihr Nutzen.

- Schnelle, effiziente Bestellung
- Einfach und direkt Verfügbarkeiten abrufen
- Einkaufspreise einsehen
- Aktuellen Auftragsstatus erfragen
- Angebote automatisiert einholen
- Daten verwalten
- Umstellung auf PDF-Rechnung anfordern



Meine Daten. Meine Prozesse.
Meine Preise. Mein Portal.

www.rittal.de/kontakt

Software-Lösungen von Rittal und Eplan

Sie suchen ein durchgängiges Software-System
für den Steuerungs- und Schaltanlagenbau?

Sie suchen den Industriestandard?

Herzlich willkommen bei Rittal und Eplan!

Wir geben alles an die Hand, was Planung
erfolgreich macht!

Nähere Informationen

finden Sie unter:

www.rittal.com/de-de/software

Wir vereinfachen und beschleunigen Ihre Prozesse
in jeder Phase: vom Engineering über Beschaffung
und Herstellung bis hin zum Betrieb.

Konfiguration

Für eine einfache Auswahl
von Schranklösungen

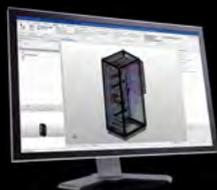


RiPanel

Mit RiPanel können Sie unsere
Produkte mit dem passenden
Zubehör einfach, schnell und
fehlerfrei auswählen und
konfigurieren. Planen Sie
Ausbrüche und Bohrungen und
erstellen Sie nebenbei direkt
die Fertigungsunterlagen und
Daten zu Ihrer Konfiguration.

Produktdaten

Für eine einfache und schnelle Konstruktionsplanung



CAD-Daten

Mit original CAD-Daten von
Rittal Komponenten unter-
stützen wir Sie bei der
Effizienzsteigerung Ihrer
Anlagenkonstruktion –
unabhängig davon, welches
CAD-System Sie einsetzen.



EPLAN Data Portal

Damit haben Sie direkten
Online-Zugriff auf hochwertige
Produktkataloge zahlreicher
Komponentenhersteller. Einfach
per Drag & Drop übernehmen.

Rittal Engineering-Software

Für die rasche Konfiguration von Niederspannungsschaltanlagen und die einfache Berechnung der Klimatisierung von Schaltschränken



**VX25 Rittal
Power Engineering**
Schaltanlagen schnell
und einfach planen



RiTherm
RiTherm übernimmt die
aufwendige Berechnung
der benötigten Klimatisierung
und schlägt eine passende
Auswahl an Produkten vor.

Digitale Schaltplantasche Rittal ePOCKET

Ihre digitale Maschinen- und Anlagendokumentation – immer aktuell und jederzeit verfügbar



Nähere Informationen
finden Sie unter:
www.rittal.de/epocket

Ihre Vorteile mit Rittal ePOCKET in Konstruktion und Dokumentation

- Schnelle und sichere Bereitstellung der Maschinen- und Anlagendokumentation für alle Projektbeteiligten
- Sofortige Bereitstellung der Maschinen- und Anlagendokumentation durch komplett digitalen Prozessablauf: von der Schaltplanerstellung mit EPLAN P8 bis zur Erstellung des digitalen Zwillings mit EPLAN Pro Panel bis zu Rittal ePOCKET
- Schnelles Änderungsmanagement durch integrierten EPLAN eVIEW Workflow
- Einsparung der Druckkosten bei der Erstellung von Unterlagen
- Verringerung des CO₂-Fußabdrucks
- Ständige Aktualität der Daten in der Schaltplantasche für alle Projektbeteiligten
- Änderungen können nicht verloren gehen durch transparente Änderungsverfolgung und automatische Benachrichtigungen

Software-Lösungen von Rittal und Eplan

Eplan Engineering-Software

Für die rasche Konfiguration von Niederspannungsschaltanlagen und die einfache Berechnung der Klimatisierung von Schaltschränken



EPLAN Electric P8

Der ECAD-Standard
für das Engineering



EPLAN Pro Panel

Produktkataloge zahlreicher
Komponentenhersteller



EPLAN Plattform

Software-Lösungen für jede
Engineering-Disziplin

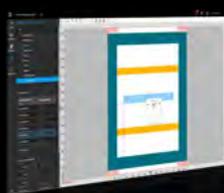
Eplan Fertigungs-Software

Für eine effiziente Produktion und smarte Verdrahtung



EPLAN Smart Wiring

Clevere, softwarebasierte
Unterstützung für Verdrahtungen



RiPanel Processing Center

Fertigungsmanagement-Tool zur
effizienten Verwaltung von
Produktions- und Maschinen-
aufträgen

Nähere Informationen
finden Sie unter:
www.eplan.com

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

- Schaltschränke
- Stromverteilung
- Klimatisierung
- IT-Infrastruktur
- Software & Service

Hier finden Sie die Kontaktdaten
zu allen Rittal Gesellschaften weltweit.



www.rittal.de/kontakt

