

Technische Informationen

Allgemeine Hinweise

Bei der Entwicklung der Rittal Sammelschienensysteme und deren Komponenten stützt sich Rittal auf den Stand der Technik und die entsprechend gültigen Normen sowie Vorschriften. Die Anwendungen finden weltweit in Fachbetrieben ihren Einsatz. Neben permanenten Rittal-eigenen Kontrollen wird die Qualität der SV-Komponenten durch viele Prüfungen und Approbationen unterstrichen.

Da die Produktentwicklung einen fortwährenden Prozess darstellt, sind Änderungen die dem technischen Fortschritt dienen, vorbehalten.

Anwendung

Zur Vermeidung von Personen- oder Sachschäden darf die Verwendung bzw. Montage von Sammelschienensystemen ausschließlich durch entsprechend ausgebildetes und fachlich unterwiesenes Personal erfolgen. Die Beachtung der gültigen technischen Vorschriften, Normen und Bestimmungen wird hierbei vorausgesetzt. Der Anwender ist verpflichtet, die von Rittal herausgegebenen Informationen und Instruktionen sorgfältig zu beachten und ggf. an nachfolgende Anwender bzw. Kunden mit besonderem Hinweis weiterzuleiten. Insbesondere sind die angegebenen Anzugsdrehmomente von elektrischen Klemmstellen zu beachten, um den jeweils optimalen Kontaktdruck zu erreichen. Nach einem Transport sind die Verbindungen zu kontrollieren und gegebenenfalls nachzuziehen.

NH-Sicherungen sind grundsätzlich zum Gebrauch für Elektrofachkräfte sowie technisch unterwiesene Personen bestimmt.

Für das Schalten von NH-Geräten sind folgende Vorschriften bzw. Hinweise zu beachten:

- Vorgaben nach VDE 0105 – 100 beachten
- Vor dem Einschalten ist auf exakte Lagerung des Deckels im Chassis zu achten
- Bei nicht vollständig geöffnetem Deckel können je nach Einspeisrichtung die Sicherungseinsätze spannungsführend sein
- Zügel schalten

Technische Angaben bzw. Katalogangaben und Betriebsbedingungen

Stromverteilungs-Komponenten finden Anwendung in Kombination mit einer Vielzahl von verschiedenen Schaltgeräten, Baugruppen und Komponenten für die Stromverteilung. Diese verschiedenen Baugruppen und Komponenten bedingen unterschiedlichste Betriebs- und Umgebungsbedingungen die einerseits außerhalb des Einflussbereiches Rittals liegen, andererseits für eine sichere Funktion seitens des Anlagenherstellers gewährleistet werden müssen.

Wenn nicht anders angegeben, gilt als Basis für die Rittal Stromverteilungs-Komponenten im IEC-Markt die DIN EN 61 439-1/ DIN EN 61 439-2 und die dort festgelegten Umgebungsbedingungen für Innenraumaufstellungen bis Verschmutzungsgrad 3 sowie die Überspannungskategorie IV. Bei Schaltschrank-Innentemperaturen > 35°C ist ggf. ein applikationsbezogenes Derating vorzusehen.

Speziell bezogen auf die in der DIN EN 61 439-1 (Tabelle 6) angegebenen Grenzübertemperaturen sind vom Anlagenhersteller folgende Faktoren kritisch zu betrachten:

- Anordnung der Komponenten hinsichtlich der thermisch gegenseitig wirkenden Beeinflussungen im Gesamtaufbau
- Verlustleistung der verwendeten Leistungsschalter und Sicherungen
- Aktive/passive Belüftungsmaßnahmen

- Erforderliche Leitungsquerschnitte nach Norm bzw. Herstellerangaben
- Betriebsart der Anlage (Schaltzyklen etc.)
- Beachtung der Betriebs- und Umgebungsbedingungen
- Beachtung des Gleichzeitigkeitsfaktors
- Beachtung des Bemessungsbelastungsfaktors (RDF)
- Beachtung des Belastungsfaktors

Weiterhin ist zu beachten, dass als Standard-Einbaulage für das Sammelschienensystem die horizontale Einbaulage gilt und sich somit für die Aufbaugeräte die senkrechte Einbaulage ergibt. Im Endaufbau der Anlage sind die mindest Kriech- und Luftstrecken nach DIN EN 60 664-1 zu überprüfen.

Für die Komponenten sind chemische Belastungen durch direkten Kontakt mit Substanzen oder überdurchschnittlich chemisch belasteter Atmosphäre während des Transportes, Lagerung sowie in Betrieb zu vermeiden, da diese zu Kontaktkorrosion und weiteren nachhaltig negativen Beeinflussungen führen kann.

Speziell für den UL-Markt ergeben sich für den Anlagenbauer die Forderungen gemäß UL 508A. Insbesondere sind die je nach Anwendung erforderlichen Kriech- und Luftstrecken zu berücksichtigen.

Glossar häufig genutzter Basis-/Anwendervorschriften für Sammelschienensysteme und Komponenten

- **DIN EN 60 269-1**
Niederspannungssicherungen
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- **DIN EN 61 439-1/IEC 61 439-1**
Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen
Teil 1: Allgemeine Festlegungen
Ersetzt DIN EN 60 439-1
- **DIN EN 61 439-2/IEC 61 439-2**
Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen
Teil 2: Energie-Schaltgerätekombinationen
Ersetzt DIN EN 60 439-1
- **DIN EN 61 439-3/IEC 61 439-3**
Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen
Teil 3: Installationsverteiler für die Bedienung durch Laien
- **DIN EN 60 947-1/IEC 60 947-1**
Niederspannungs-Schaltgeräte
Teil 1: Allgemeine Festlegungen
- **DIN EN 60 947-3/IEC 60 947-3**
Niederspannungs-Schaltgeräte
Teil 3: Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten
- **DIN EN 60 664-1/IEC 60 664-1**
Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen
Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen
- **DIN EN 60 999-1/IEC 60 999-1**
Verbindungsmaterial – Elektrische Kupferleiter – Sicherheitsanforderungen für Schraubklemmstellen und schraubenlose Klemmstellen
Allgemeine Anforderungen und besondere Anforderungen für Klemmstellen für Leiter von 0,2 mm² bis einschließlich 35 mm²
- **DIN EN 60 999-2/IEC 60 999-2**
Verbindungsmaterial – Elektrische Kupferleiter – Sicherheitsanforderungen für Schraubklemmstellen und schraubenlose Klemmstellen
Teil 2: Besondere Anforderungen für Klemmstellen für Leiter über 35 mm² bis einschließlich 300 mm²
- **DIN 43 671**
Stromschienen aus Kupfer, Bemessung für Dauerstrom
- **DIN 43 673-1**
Stromschienen-Bohrungen und -Verschraubungen, Stromschienen mit Rechteck-Querschnitt
- **DIN EN 60 715/IEC 60 715**
Abmessungen von Niederspannungs-Schaltgeräten – Genormte Tragschienen für die mechanische Befestigung von elektrischen Geräten in Schaltanlagen
- **DIN EN 13 601**
Kupfer und Kupferlegierungen – Stangen und Drähte aus Kupfer für die allgemeine Anwendung in der Elektrotechnik
- **UL 248**
Low-Voltage Fuses
- **UL 4248-1**
Fuseholders Part 1: General Requirements
- **UL 486 E**
Equipment Wiring Terminals for use with Aluminium and/or Copper Conductors
- **UL 489**
Molded-Case Circuit breakers, Molded-Case Switch and Circuit-Breaker Enclosures
- **UL 508**
Industrial Control Equipment
- **UL 508A**
Industrial Control Panels
- **UL 512**
Fuseholders
- **UL 845**
Motor Control Centers
- **UL 891**
Switchboards

Allgemeine Hinweise

Ri4Power Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen mit Bauartnachweis

Die Feldtypen der Ri4Power Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen erfüllen den Bauartnachweis gemäß DIN EN 61 439-1 und DIN EN 61 439-2. Erfolgen die Planung und Ausführung gemäß den Spezifikationen und Montageanleitungen der Ri4Power Systeme, so entspricht die Kombination der Feldtypen einer Niederspannungs-Schaltgerätekombination mit Bauartnachweis gemäß DIN EN 61 439-1 und DIN EN 61 439-2.

Die Prüfungen der Ri4Power Systeme wurden mit den Schaltgeräten der Fabrikate

- ABB
- Eaton
- Jean Müller
- Mitsubishi
- Schneider Electric
- Siemens
- Terasaki

und mit den RiLine-Komponenten von Rittal ausgeführt. Im Gegensatz zu einer nicht geprüften Schaltgerätekombination sind die Vorgaben für die Auswahl der Komponenten und Schaltgeräte an die geprüften Typen gebunden. Bei der Planung von Leistungsschaltern sind gegebenenfalls Reduktionsfaktoren für den Einsatz bei erhöhten Temperaturen im Schaltschrankinneren zu berücksichtigen.

Vor der Planung und dem Aufbau einer geprüften Schaltgerätekombination sollten zwischen Anwender und Schaltanlagenhersteller die technischen Parameter einer geprüften Schaltgerätekombination abgestimmt werden. Für die geprüfte Ausführung der Ri4Power Anlage wird die Software Rittal Power Engineering empfohlen. Dort sind alle erforderlichen technischen Parameter integriert und führen den Anwender zu der gewünschten Lösung.

Durch Bauartnachweis einer Schaltgerätekombination wird die Kombination von Schaltschrank, Sammelschienensystem und Schaltgeräten als funktionierende Einheit bestätigt und die Einhaltung aller technischen Grenzwerte nachgewiesen. Dabei können die technischen Daten einer Schaltgerätekombination mit Bauartnachweis von den geprüften Werten der einzelnen Komponenten abweichen, da diese Komponenten oftmals auch anderen Prüfverfahren unterliegen.

Auch für die Sammelschienensysteme können die Angaben innerhalb einer geprüften Schaltgerätekombination von den Angaben nach DIN 43 671 abweichen, da bei der Prüfung neben Gehäuse und Sammelschienensystem auch verlustleistungsbefahrene Schaltgeräte berücksichtigt werden. Daher sind für die Schaltgerätekombinationen mit Bauartnachweis die technischen Systemdaten auf den Seiten 166 bis 171 maßgebend.

Werden Feldtypen mit unterschiedlichen Bemessungsdaten kombiniert, so ist zu beachten, dass die niedrigsten Angaben für das Haupt-Sammelschienensystem und auch die Gesamtgehäuseschutzart die Bemessungswerte für die gesamte Schaltgerätekombination vorgeben.

Ri4Power Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen ohne Bauartnachweis

Die Ri4Power Komponenten können jedoch auch außerhalb von Schaltgerätekombinationen mit Bauartnachweis verwendet werden. Dabei sind jedoch die technischen

Angaben der Produkte sowie die Kurzschlussfestigkeitsangaben und Bemessungsdaten der Sammelschienensysteme zu beachten.

Vorschriftengerechte Planung und Projektierung

Grundsätzlich sind Niederspannungs-Schaltanlagen und Verteiler so zu projektieren, dass sie den Betriebsbedingungen ihres endgültigen Aufstellungsortes gerecht werden. Hierzu sollte der Betreiber der Anlage in Abstimmung mit dem Hersteller die Betriebs- und Umgebungsbedingungen festlegen. Darüber hinaus nennt in der Regel der Betreiber bzw. das entsprechende Planungsbüro dem Hersteller alle elektrischen Daten der Netzeinspeisungsseite sowie der Verteilerabgangsseite. Nur mit dieser Vorgabe kann eine technisch optimal angepasste und kostengünstige Anlage projektiert bzw. hergestellt werden.

Wichtige Basisdaten für die Planung und Projektierung

- Anzuwendende Vorschriften bzw. Bestimmungen regional oder international
- Technische Anschlussbedingungen (TAB) des zuständigen EVU
- Betreiberspezifische Vorschriften
- Netzabhängige Schutzmaßnahme/Netzform
- Bemessungsspannung und Frequenz
- Bemessungsstrom unter Berücksichtigung der Leiterzahl (Einspeisung und Sammelschienen)
- Bemessungsisolationsspannung
- Kurzschlussstrom an der Einbaustelle
- Lage der Einspeisekabel, von oben oder von unten kommend
- Anzahl der Einspeisekabel und Adern mit Angabe von Typ und Querschnitt
- Anzahl der Abgänge mit Angabe der Betriebsbelastung sowie Angabe der vorgesehenen Abgangskabel mit Typ und Querschnitt
- Für die Abgangsseite die Angabe des Gleichzeitigkeits- und Bemessungsbelastungsfaktors der jeweiligen Verbraucher

Wichtige Betriebs- und Umgebungsbedingungen

- Bemessungsbetriebsspannung U_e
- Frequenz des Netzes f_n
- Bemessungsisolationsspannung U_i
- Bemessungsstoßspannungsfestigkeit U_{Imp}
- Bemessungsstrom der Schaltgerätekombination I_{NA}
- Bemessungsstrom der Stromkreise I_{nc}
- Bemessungsbelastungsfaktor RDF
- Bedingter Bemessungs Kurzschlussstrom I_{cc}
- Sammelschienenbemessungsstrom I_{sas}
- Bemessungsstoßstromfestigkeit I_{pk}
- Bemessungskurzzeitstromfestigkeit I_{cw}
- Umgebungstemperaturbedingung ϑ
- Atmosphärische Klimabeanspruchung unter Angabe der relativen Luftfeuchte und Temperatur
- Schutzart der Gesamtanlage IP . . . Angabe nach DIN EN 60 529
- Schutzklasse

Belastungsfaktor RDF

Der Belastungsfaktor einer Schaltgerätekomination oder eines Teiles davon (z. B. ein Feld), der mehrere Hauptstromkreise umfasst, ist das Verhältnis der größten Summe aller Ströme, die zu einem beliebigen Zeitpunkt in den betreffenden Hauptstromkreisen zu erwarten sind, zur Summe der Bemessungsströme aller Hauptkreise der Schaltgerätekomination oder des betrachteten Teiles der Schaltgerätekomination.

Anzahl der Hauptstromkreise	Belastungsfaktor
2 und 3	0,9
4 und 5	0,8
6 und 7	0,7
10 und mehr	0,6

Leiteranschluss/-verbindungen

Wenn nicht separat in den Rittal Produktunterlagen bzw. am Produkt darauf hingewiesen wurde, gelten die Leiterverbindungen ausschließlich für den Anschluss von Cu-Leiter. Verbindungen mit Aluminiumleiter unterliegen einer speziellen Leitervorbereitung und müssen in regelmäßigen Abständen gewartet werden.

Es ist auf das am Produkt bzw. in unseren Unterlagen angegebene Drehmoment zu achten. Gemäß der gültigen Klemmenvorschrift DIN EN 60 999-1 und -2 dürfen Klemmstellen mit keiner Zugbelastung beaufschlagt werden. Aus diesem Grund muss für die ordnungsgemäße Installation auf eine dem Anwendungsfall angemessene Zugentlastung zurückgegriffen werden. Die in den Rittal Unterlagen angegebenen Klemmbereiche stellen den jeweiligen Absolutwert des minimal/maximal verwendbaren Anschlussleiters dar. Bei Verwendung von Aderendhülsen ist aufgrund der verschiedenen Verpressformen keine universelle Freigabe möglich, da sich Abweichungen für den Klemmbereich bzw. elektromechanisch ungünstige Verbindungen ergeben können. Generell ist darauf zu achten, dass die Kraftwirkung der Klemme nicht der natürlichen Pressart der Aderendhülse lösend oder gar entgegen wirkt. Beispielhaft eignen sich somit für flach pressende Klemmen bevorzugt die vierkant- und trapezförmige Verpressung. Für kreisförmig wirkende Klemmen eignet sich demzufolge die Rundpressung. Gerade bei größeren Querschnitten kann zum Beispiel der Einsatz von vierkant- oder trapezförmig verpressten Leitern in Klemmen mit kreisförmig wirkender Klemme eine elektromechanisch unzureichende Verbindung herstellen. Grund hierfür ist die selbstlösende Wirkung, da beim Zusammenschrauben der Klemme erst die Ecken der Aderendhülse in Richtung der Kreisform zurückgeformt werden und somit die eigentliche Verpressung zwischen Leiter und Hülse unwirksam werden kann. Klemmen sind mechanisch nicht dafür konstruiert, dem Leiter eine neue Verpressform vorzugeben. Eine solche Anwendung wäre ein klassisches Beispiel für eine unzulässige Erwärmung, die im ungünstigsten Fall durch Ionisation der unmittelbaren Umgebungsluft zur Lichtbogenzündung und letztendlich zur vollkommenen Zerstörung der Anlage führen kann.

Bezeichnungen von Leiterarten nach DIN EN 60 228:

- re** Rundleiter eindrätig
- se** Sektorleiter eindrätig
- rm** Rundleiter mehrdrätig
- sm** Sektorleiter mehrdrätig
- f** feindrätig

Für Klemmverbindungen nach UL gilt die UL 486E. Es wird zwischen Klemmverbindungen für field- oder factory-wiring unterschieden. Alle Klemmverbindungen der Rittal RiLine60 Anschluss- und Geräteadapter wurden für die höheren Zulassungsanforderungen für field-wiring geprüft. Nach UL 486E dürfen für die Leitungsvorbereitung zur Zeit keinerlei Aderendhülsen verwendet werden. Die Ausführung mit Aderendbehandlung ist bei UL in Überarbeitung.

Bezeichnungen von Leiterarten nach UL 486E:

- s** stranded (mehrdrätig)
- sol** solid (eindrätig)

Folgende Tabelle zeigt die Zuordnung von AWG und MCM Querschnitten zu Leiterquerschnitten in mm²:

Leitergröße	Absoluter Querschnitt in mm ²	Nächster Normquerschnitt in mm ²
AWG 16	1,31	1,5
AWG 14	2,08	2,5
AWG 12	3,31	4
AWG 10	5,26	6
AWG 8	8,37	10
AWG 6	13,3	16
AWG 4	21,2	25
AWG 2	33,6	35
AWG 0	53,4	50
AWG 2/0	67,5	70
AWG 3/0	85	95
MCM 250	127	120
MCM 300	152	150
MCM 350	178	185
MCM 500	254	240
MCM 600	304	300

AWG = American Wire Gauges

MCM = Circular Mils (1 MCM = 1000 Circ. Mils = 0,5067 mm²)

Allgemeine Hinweise

Strombelastbarkeit von Anschlussleitungen

Die Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Neben der eigentlichen Isolierung, d. h. der Konstruktion des Kabelmantels sind die Faktoren

- Verlegeart
- Häufung
- Umgebungstemperaturen

maßgeblich für die tatsächliche Strombelastbarkeit eines Leiters.

Anhand der folgenden Tabellen ist es möglich, für Leiterquerschnitte zwischen 1,5 und 35 mm² die Strombelastbarkeit unter Berücksichtigung der genannten Faktoren zu ermitteln.

Strombelastbarkeit von isolierten PVC-Leitungen bei einer Umgebungstemperatur von +40°C, Verlegeart E (DIN EN 60 204-1:1998-11)	
Nennquerschnitt mm ²	Belastbarkeit A
1,5	16
2,5	22
4	30
6	37
10	52
16	70
25	88
35	114

Umrechnungsfaktoren K ₂ für die Belastbarkeit von Leitungen (DIN EN 60 204-1:1998-11)	
Umgebungstemperatur °C	Faktor
30	1,15
35	1,08
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58

Reduktionsfaktor bei Häufung von Kabeln/Leitungen K ₁				
Verlegeart	Anzahl der belasteten Stromkreise			
	2	4	6	9
E	0,88	0,77	0,73	0,72

Aufgabenstellung Berechnungsbeispiel:

Es ist für eine 16 mm² PVC-isolierte H07 Anschlussleitung für den Anschluss an ein D 02-E 18 Sicherungselement (SV 3418.000) der maximal zulässige Leiterstrom mit folgenden Bedingungen zu ermitteln:

Umgebungs- und Verlegebedingungen

- Leitungsverlegung im Kabelkanal mit 6 belasteten Stromkreisen
- Umgebungstemperatur im Schaltschrank 35°C
- Direkte Umgebungstemperatur der Leitung im Kabelkanal 50°C

$$\begin{aligned}
 I_{\max} &= I_{(40^{\circ}\text{C})} \cdot K_1 \cdot K_2 \\
 &= 70 \text{ A} \cdot 0,73 \cdot 0,82 \\
 &= 41,9 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Fazit:

Bei den vorliegenden Umgebungsbedingungen ist eine Auslastung der Anschlussleitung des Sicherungselements lediglich bis max. 41,9 A möglich. Durch zusätzliche Einflüsse wie Anreicherung der Elemente, ungünstige Konvektionsbedingungen im Aufbau etc. kann sich dieser Wert gegebenenfalls weiter reduzieren.

Nennströme und Kurzschlussströme von Normtransformatoren

Bemessungsspannung $U_N = 400 \text{ V}$	400 V		
Kurzschlussspannung U_k	4 % ¹⁾		6 % ²⁾
Nennleistung S_{NT} [kVA]	Nennstrom I_N [A]	Kurzschlussstrom $I_k^{(3)}$ [kA]	
50	72	1,89	1,20
100	144	3,61	2,41
160	230	5,77	3,85
200	288	7,22	4,81
250	360	9,02	6,01
315	455	11,36	7,58
400	589	14,43	9,62
500	722	18,04	12,03
630	910	22,73	15,15
800	1156	28,86	19,24
1000	1444	36,08	24,05
1250	1805	45,09	30,06
1600	2312	57,72	38,48
2000	2882	72,15	48,10
2500	3613	90,32	60,21

¹⁾ $U_k = 4 \%$ benormt nach DIN 42 503 für $S_{NT} = 50 \dots 630 \text{ kVA}$

²⁾ $U_k = 6 \%$ benormt nach DIN 42 511 für $S_{NT} = 100 \dots 1600 \text{ kVA}$

³⁾ $I_k^{(3)}$ = Transformator-Anfangskurzwechselfstrom beim Anschluss an ein Netz mit unbegrenzter Kurzschlussleistung

Informationen zum Thema „Whisker“

Bedingt durch die EU-Elektroschrottverordnung RoHS ist die Zugabe von Blei in Zinn verboten. Hierdurch ergibt sich bei verzinnnten Sammelschienen die große Gefahr der Whisker-Bildung, die als Folge gefährliche Kurzschlüsse zwischen 2 Phasen oder zwischen einer Phase und geerdeten Teilen in Schaltanlagen verursachen kann.

Whisker sind haarförmige und elektrisch leitfähige Kristalle, die unter definierten Bedingungen bei verzinnnten Sammelschienen aus der Zinnschicht wachsen. Der Durchmesser liegt meist bei 1 – 2 μm , Whisker-Haare können 10 bis 12 mm lang werden. Whisker wachsen aufgrund von mechanischen Spannungen in der molekularen Zinnstruktur, d. h. das Wandern einzelner Moleküle führt zur Fadenbildung. Die Wachstumsgeschwindigkeit liegt bei ca. 750 $\mu\text{m}/\text{Monat}$, wobei die Wachstumsrate bei 50°C am günstigsten ist. Das umgebende Medium beeinflusst das Whisker-Wachstum nicht. Whisker entstehen sowohl im Hochvakuum als auch unter verschiedenen Atmosphären und Luftfeuchtigkeiten. Bei dünnen Zinnschichten liegen die höchsten inneren Spannungen vor, so dass hier vermehrt mit Whisker-Wachstum zu rechnen ist.

Das Risiko der Whisker-Bildung kann minimiert werden, wenn die verzinnnte Oberfläche möglichst matt ist und Schichtdicken von mindestens 10 – 20 μm aufgetragen werden. Diese Maßnahmen sind bei den seitens Rittal auf Anfrage bestellbaren verzinnnten Flachschieben sowie PLS 800 und PLS 1600 erfüllt. Zusätzlich ist die RiLine60 Bodenwannen- und Adaptertechnologie, beruhend auf dem hohen Berührungsschutzgrad, hinsichtlich der Isolierung zwischen unterschiedlichen Potenzialen optimal ausgelegt.