












## Kurzbeschreibung

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen besitzen als Messeinrichtung einen Summen- bzw. Differenzstromwandler, der über eine Sekundärwicklung mit einem Permanentmagnet-Auslöser verbunden ist. Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen erfassen sowohl Wechselfehlerströme als auch pulsierende Gleichfehlerströme und sind unempfindlich gegen Stromstöße bis 250 A, Impulsform 8/20 nach DIN VDE 0432 Teil 2 (selektive und kurzzeitverzögerte Typen bis 3000 A bzw. 5000 A).

STOTZ-Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen sind stoßstromfest und somit unempfindlich gegen kurzzeitige Ableitströme gegen Erde, wie sie z. B. beim Schalten von Leuchtstofflampen, Röntgengeräten, Plattenspeicherwerken von Datenverarbeitungsanlagen und auch Thyristorsteuerung entstehen können. (Der Wert der Stoßstromfestigkeit kann den jeweiligen technischen Daten der Schaltervarianten entnommen werden).

### Schutz durch Fehler- und Differenzstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) der Typen AC, A und B nach IEC 755

Form des Fehlerstromes	Korrekte Funktion der FI-Schutzeinrichtungen		
	Wechselstrom-sensitiv <b>Typ AC</b>	Pulsstrom-sensitiv <b>Typ A</b>	Gleichstrom-sensitiv <b>Typ B</b>
<b>sinusförmig a.c.</b>  <span style="margin-left: 100px;">steil ansteigend</span>  <span style="margin-left: 100px;">langsam ansteigend</span>			
<b>pulsierend d.c.</b>  <span style="margin-left: 100px;">steil ansteigend mit und ohne Überlagerung mit glattem Gleichfehlerstrom von 6 mA</span>  <span style="margin-left: 100px;">langsam ansteigend</span>			
<b>geglättet d.c.</b> 			

## Selektive FI-Schutzschalter F ... S

Wird zentral installiert und arbeitet zeitlich selektiv zu nachgeschalteten Fehler- und Differenzstrom-Schutzeinrichtungen höherer Empfindlichkeit. Dadurch **wird hohe Versorgungssicherheit bewirkt, da im Fehlerfall nur der betroffene Stromkreis abgeschaltet wird.** Bedingt durch die Stoßstromfestigkeit bis 5000 A/3000 A lösen selektive STOTZ-FI-Schutzschalter bei Gewitterferneinwirkung nicht unerwünscht aus.

Sie sind deshalb bestens geeignet zum Anschluss von Tiefkühltruhen und für den **Einsatz in landwirtschaftlichen Betrieben** (z. B. Ventilatoren in der Intensiv-Tierhaltung) gemäß DIN VDE 0100 Teil 705.

## Kurzzeitverzögerte FI-Schutzschalter F ... AP-R

sind Fehlerstrom-Schutzschalter mit **hoher Stoßstromfestigkeit ( $\geq 3000$  A)** für den Einsatz bei Verbrauchern, die beim Ein- oder Ausschalten hohe Ableitströme (z.B. Beleuchtungskreise mit EVG, lange Leitungen) führen. Außerdem sind die Abschaltzeiten dieser Geräte bei hohen Strömen  $\geq 5 I_{\Delta n}$  um ca. 10 ms gegenüber den Standardgeräten verzögert.

### F 200 A 400 Hz:

Der F 200 A 400 Hz ermöglicht es, in einem Frequenzbereich von 50 ... 400 Hz zu installieren.

Mögliche Einsatzbereiche:

- 200 Hz: Automobilindustrie
- 300 Hz: Holzbearbeitungsmaschinen
- 400 Hz: Bordnetze von Flugzeugen, Militärische Einrichtungen

## Anwendung

Zur Erreichung erhöhter Sicherheit in allen Installationsanlagen, sowie in Versorgungsbereichen für welche die Errichtungsbestimmungen die Verwendung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen vorschreiben oder empfehlen.

### Aufgaben

#### Schutz gegen gefährliche Körperströme

Maßnahme für den „Schutz gegen gefährliche Körperströme“, wie in DIN VDE 0100 Teil 410 geregelt. Als Maßnahmen sind zu nennen:

- Schutz bei indirektem Berühren – als Fehlerschutz durch Abschaltung bei unzulässig hoher Berührungsspannung durch Körperschluss am Betriebsmittel.
- Schutz bei direktem Berühren – als Zusatzschutz durch Abschaltung beim Berühren spannungsführender Leiter. Gefährliche Körperströme werden innerhalb kürzester Zeit abgeschaltet, wenn der Bemessungsfehlerstrom des Schutzschalters  $I_{\Delta n} \leq 30$  mA, bei Personenschutz-Automat  $I_{\Delta n} \leq 10$  mA ist.
- Brandschutz – Schutz gegen das Entstehen elektrisch gezündeter Brände, wenn der Bemessungsfehlerstrom des Schutzschalters  $I_{\Delta n} \leq 300$  mA ist. Feuergefährdete Betriebsstätten... VdS 2033: 2002-02  $\leq 300$  mA.

**Auslöseströme**

Gemäß VDE 0664-10/-20/-100/-200 müssen FI-Schutzeinrichtungen auf die unterschiedlichen Formen von Fehlerströmen wie folgt reagieren:

Art des Fehlerstromes	Form des Fehlerstromes	Zulässiger Auslösestrombereich
sinusförmiger Wechselstrom	~	0,5 ... 1 I <sub>Δn</sub>
pulsierender Gleichstrom (positive oder negative Halbwellen)	⊓	0,35 ... 1,4 I <sub>Δn</sub>
phasenwinkelgesteuerte Halbwellenströme Phasenwinkel von 90° el Phasenwinkel von 135° el	⊓	0,25 ... 1,4 I <sub>Δn</sub> 0,11 ... 1,4 I <sub>Δn</sub>
Pulsierender Gleichstrom überlagert mit glatterm Gleichfehlerstrom von 6 mA	⊓	max 1,4 I <sub>Δn</sub> + 6 mA
glatter Gleichstrom		0,5 ... 2 I <sub>Δn</sub>



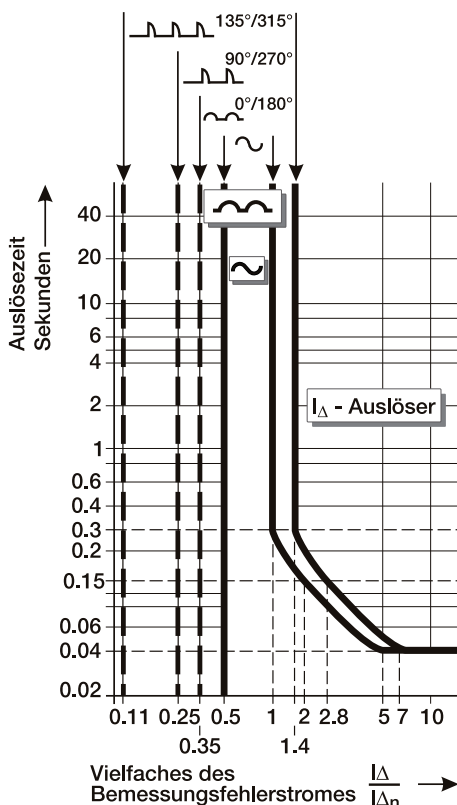
**Abschaltzeiten gemäß VDE 0664**

Ausführung	Fehlerstromart	Abschaltzeiten bei			
		1 x I <sub>Δn</sub>	2 x I <sub>Δn</sub>	5 x I <sub>Δn</sub>	500 A
	Wechselfehlerströme	1 x I <sub>Δn</sub>	2 x I <sub>Δn</sub>	5 x I <sub>Δn</sub>	500 A
	pulsierende Gleichfehlerströme	1,4 x I <sub>Δn</sub>	2 x 1,4 x I <sub>Δn</sub>	5 x 1,4 x I <sub>Δn</sub>	500 A
	glatte Gleichfehlerströme	2 x I <sub>Δn</sub>	2 x 2 x I <sub>Δn</sub>	5 x 2 x I <sub>Δn</sub>	500 A
Standard (unverzögert) bzw. kurzzeitverzögert		max. 0,3 s	max. 0,15 s	max. 0,04 s	max. 0,04 s
selektiv <input checked="" type="checkbox"/>		0,13 – 0,5 s	0,06 – 0,2 s	0,05 – 0,15 s	0,04 – 0,15 s

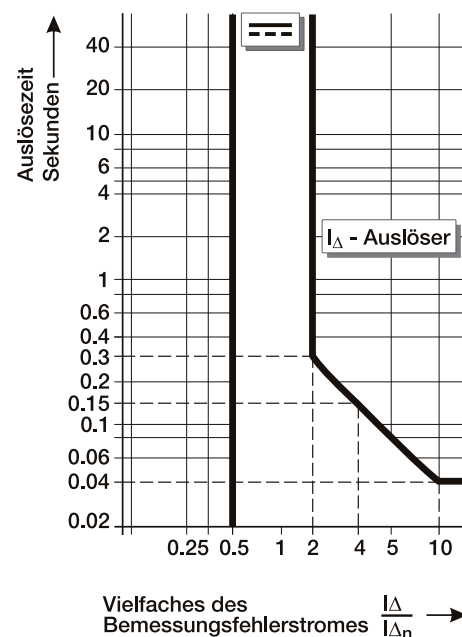
**Auslösewerte RCD – Typ A**

(gültig für allgemeine Typen, nicht für selektive Typen )

**Auslösewerte RCD für Gleichfehlerströme**



2CDC 032 006 F0107



2CDC 032 006 F0107

### Produktnorm für Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen Typ B

- International beschreibt die IEC 62423 RCDs vom Typ B. In Deutschland hat VDE 0664-100/-200 normativen Charakter.
- IEC 62423 darf nur in Zusammenhang mit IEC/EN 61008-1 (RCCBs) oder IEC/EN 61009-1 (RCBOs und RCUs) verwendet werden, d.h. RCDs Typ B müssen allen Vorschriften von VDE 0664-10/-20 (IEC/EN 61008/61009) entsprechen.
- Die Norm enthält Definitionen, Forderungen und Prüfungen zusätzlich zu den Prüfungen nach VDE 0664-10/-20 (IEC/EN 61008/61009) für RCCBs und RCBOs Typ B.
- RCDs Typ B müssen mit folgenden Symbol versehen sein, welches die Fähigkeit des Gerätes unterstreicht, jeden Fehlerstrom zu erkennen:



### Mögliche Fehlerstromformen und geeignete Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

Geigneter FI-Typ	Schaltung	Laststrom	Fehlerstrom
B+, B, A, AC	1		
B+, B, A, AC	2		
B+, B, A, AC	3		
B+, B, A, AC	4		
B+, B, A, AC	5		
B+, B, A, AC	6		
B+, B, A, AC	7		
B+, B, A, AC	8		
B+, B, A, AC	9		
B+, B, A, AC	10		

Quelle: ZVEI

### Übersicht Fehlerstromformen

- Quelle: ZVEI – „Leitfaden für Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen und elektrische Antriebe“
- Die Abbildungen zeigt elektronische Schaltkreise und deren mögliche Last- und Fehlerströme
- Je nach elektronischer Schaltung im Stromkreis können unterschiedliche Fehlerstromformen auftreten

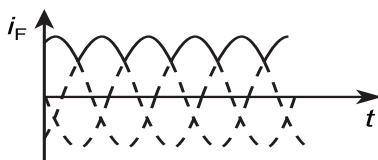
### Typ B , allstromsensitiv

- Geeignet für den Einsatz im Drehstromsystem mit 50/60 Hz für alle gezeigten Stromkreise Nr. 1 bis 10.
- Sie können die typischen Fehlerströme des Typs A und zusätzlich glatte Gleichfehlerströme erfassen

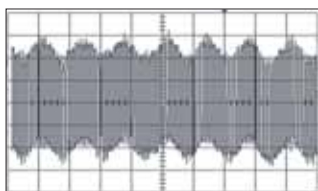
Stromart	Stromform	AC	A	B	B+ / B+ / kHz	Auslösestrom
Wechselfehlerstrom		•	•	•	•	0,5 bis 1,0 I <sub>Δn</sub>
Pulsierende Gleichfehlerströme (pos. oder neg. Halbwellen)		–	•	•	•	0,35 bis 1,4 I <sub>Δn</sub>
Angeschnittene Halbwellenströme		–	•	•	•	Anschnittwinkel 90°: 0,25 bis 1,4 I <sub>Δn</sub> Anschnittwinkel 135°: 0,11 bis 1,4 I <sub>Δn</sub>
Halbwellenstrom bei Überlagerung mit glattem Gleichstrom von 6 mA		–	•	•	•	max. 1,4 I <sub>Δn</sub> + 6 mA
Glatte Gleichstrom		–	–	•	•	0,5 bis 2,0 I <sub>Δn</sub>

Quelle: ZVEI

- Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Eignung zur Erfassung von Fehlerstromformen



- Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen Typ A und AC sind nicht in der Lage, glatte Gleichfehlerströme zu erkennen, da ihr Funktionsprinzip nur eine Auslösung zulässt, wenn sich der magnetische Fluss ändert



- Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen Typ A und AC können Erdfehlerströme mit einer Frequenz von 50 Hz erkennen, jedoch keine Fehlerströme mit stark davon abweichender Frequenz oder einem erhöhten Anteil von Oberschwingungen

## Auslöseverhalten von allstromsensitiven Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

**Netzspannungsunabhängige Auslösung ist sichergestellt für:**

- sinusförmige Wechselfehlerströme
- sinusförmige Wechselfehlerströme und pulsierende Gleichfehlerströme

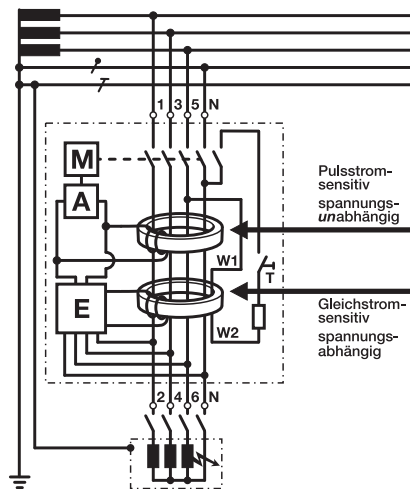
**Netzspannungsabhängige Auslösung ist sichergestellt für:**

- Gleichfehlerströme, die aus Gleichrichterschaltungen resultieren, z.B.
  - Einphasengleichrichtung mit kapazitiver Last, die zu glattem Gleichfehlerstrom führt
  - Zweipuls-Gleichrichtung zwischen 2 Außenleitern
  - Dreipuls-Sternschaltung oder Sechspuls-Schaltung (B6 – Brückenschaltung)

### Wirkungsweise

RCDs Typ B halten ihre Funktion zur Erkennung von Wechselfehlerströmen und pulsierenden Gleichfehlerströmen unabhängig von der Netzspannung aufrecht, wie RCDs Typ A. Zur Erkennung von glatten Gleichfehlerströmen und Strömen mit geringer Restwelligkeit besitzen RCDs Typ B eine zusätzliche elektronische Einheit, deren Funktion von der Netzspannung abhängig ist.

Der Aufbau eines solchen RCDs Typ B ist im folgenden Schaltbild dargestellt:



2CDC 032 077 F0108

**Allstromsensitive RCDs Typ sind:**

**Spannungsunabhängig**

für die Erfassung von Fehlerströmen Typ A – Wechselfehlerströme und pulsierende Gleichfehlerströme

**und**

**Spannungsabhängig**

für die Erfassung von glatten Gleichfehlerströmen.

Die allstromsensitiven Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen arbeiten netzspannungsunabhängig entsprechend den in Deutschland gültigen Anforderungen für den Typ A nach DIN VDE 0664-100.

Lediglich für die Erfassung von glatten Gleichfehlerströmen durch einen zweiten Wandler ist eine Spannungsversorgung notwendig.

Die Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen des Typs B sind für den Einsatz im Drehstromsystem vor Eingangsstromkreisen mit Gleichrichtern geeignet. Sie sind **nicht zum Einsatz in Gleichspannungssystemen** und in Netzen mit anderen Betriebsfrequenzen als 50 oder 60 Hz vorgesehen.

### Schutzwirkung bei höheren Frequenzen

Bei **elektronischen Betriebsmitteln, wie Gleichrichtern in Frequenzumrichtern oder Computertomographen**, können, wie auf der Abgangsseite eines Frequenzumrichters, neben den beschriebenen Fehlerstromformen – Wechselfehlerströme, pulsierende und glatte Gleichfehlerströme – auch Wechselfehlerströme unterschiedlichster Frequenzen entstehen.

Abhängig von dem Schutzziel, das mit der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung erreicht werden soll, können Auslösegrenzen unterschiedliche Werte annehmen.

Aus medizinischer Sicht sind bezüglich der Gefahr des Herzkammerflimmerns derzeit nur Aussagen bis 1 kHz zu treffen. Bei den Ausführungen mit Bemessungsfehlerstrom von maximal 30 mA bleiben die Auslösewerte unterhalb der für das Herzkammerflimmern zulässigen Grenze. Zu anderen Effekten, wie des thermischen oder elektrolytischen Einflusses auf den menschlichen Organismus, sind keine sicheren Aussagen möglich.

Auf Grund dieser Erkenntnisse ist der zusätzliche Schutz (Schutz bei direktem Berühren) nur für Frequenzen bis 100 Hz gegeben.

Für höhere Frequenzen ist der Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) unter Beachtung des Frequenzgangs der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, der maximal zulässigen Berührungsspannung bis 50 V und dem daraus zu bestimmenden zulässigen Erdungswiderstands zu realisieren.

Für den Fehlerschutz bieten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen des Typs B durch den Anstieg der Auslösewerte mit der Frequenz den Vorteil einer höheren Betriebszuverlässigkeit, da mit der Frequenz auch die kapazitiven Ableitströme zunehmen und ein ungewolltes Auslösen bewirken können.

In den Gerätevorschriften für Typ B sind in E DIN VDE 0664-100 (FI-Schutzschalter) und E DIN VDE 0664-200 (FI/LS-Schalter) die Anforderungen für Frequenzen bis 2 kHz definiert.

Für den vorbeugenden gehobenen Brandschutz stehen jetzt auch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen des Typs B+ zur Verfügung. Diese erfüllen alle Anforderungen des bekannten Typs B, bleiben aber entsprechend der Produktnormen DIN VDE V 0664-110 (FI-Schutzschalter) und DIN VDE V 0664-210 (FI/LS-Schalter), sowie der VdS-Richtlinie 3501 bis 20 kHz unterhalb des Auslösewerts von 420 mA. Der Einsatz der Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen des Typs B+ empfiehlt sich, wenn dies entsprechend DIN VDE 0100-482 in **feueregefährdeten Betriebsstätten** gefordert ist.



Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen Typ B+ sind durch folgendes Symbol gekennzeichnet: 

### Zwei ABB Produktreihen

ABB hat zwei Fehlerstrom-Schutzschalter-Baureihen des Typs B zur Verfügung: die Baureihen unterscheiden sich durch den Erfassungsbereich des Fehlerstromes F 800 B: 0 ... 2 kHz; F 200 B: 0 ... 100 kHz

Die Geräte der Ausführung B+ der Baureihen F 200 und F 800 haben jeweils einen Erfassungsbereich des Fehlerstromes zwischen 0 ... 20 kHz.

**Charakteristische Merkmale für Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen Typ B**

- Typ B  , allstromsensitiv
- Fehlerströme, die ein RCD Typ B nach DIN VDE 0664-100/-200 erkennen muss
  - sinusförmige Wechselfehlerströme
  - sinusförmige Wechselfehlerströme und pulsierende Gleichfehlerströme
  - pulsierende Gleichfehlerströme überlagert mit glatten Gleichfehlerströmen
  - Gleichfehlerströme, die aus Gleichrichterschaltungen resultieren
- Die Auslösung bei diesen Fehlerstromformen erfolgt unabhängig vom Phasenanschnittswinkel, von der Polarität und ob der Fehlerstrom plötzlich oder langsam ansteigend auftritt
- Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen des Typs B können auch hochfrequente Fehlerströme erfassen. Zusätzlich sind in der Produktnorm auch erweiterte Auslösebedingungen für Fehlerströme mit von 50 Hz abweichenden Frequenzen bis zu 2 kHz definiert.

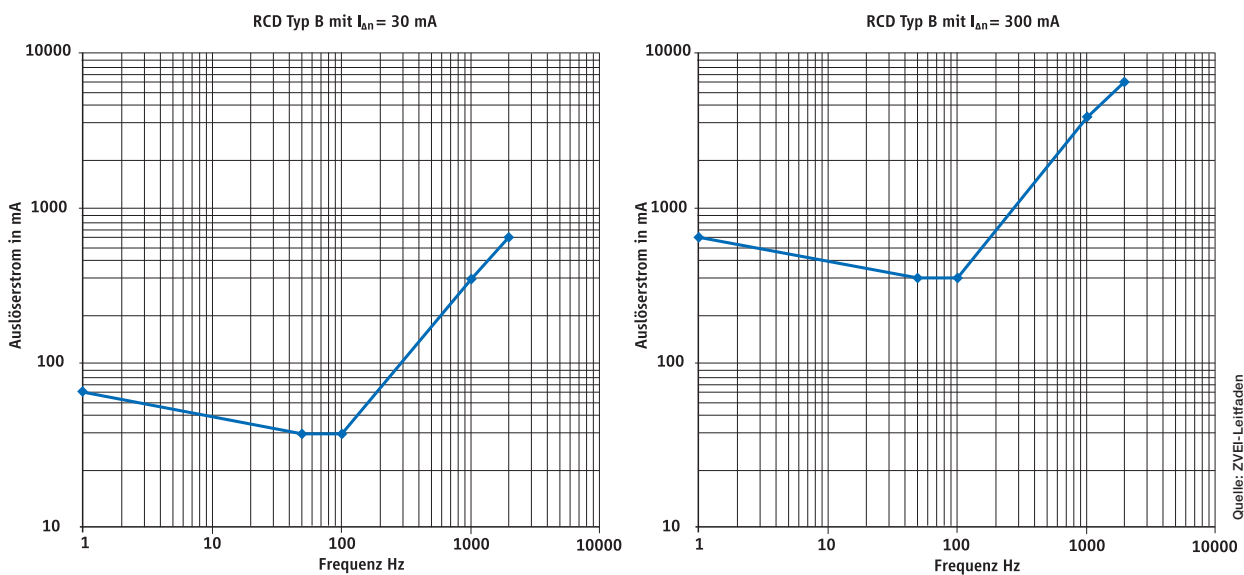
3

**Auslösestrombereiche für RCDs Typ B bei Frequenzen, die von der Bemessungsfrequenz abweichen**

Frequenz	Auslösestrom-Untergrenze	Auslösestrom-Obergrenze
100 Hz	$0,5 I_{\Delta n}$	$I_{\Delta n}$
1.000 Hz	$I_{\Delta n}$	$11 I_{\Delta n}^*$
2.000 Hz	$1,5 I_{\Delta n}$	$20 I_{\Delta n}^*$

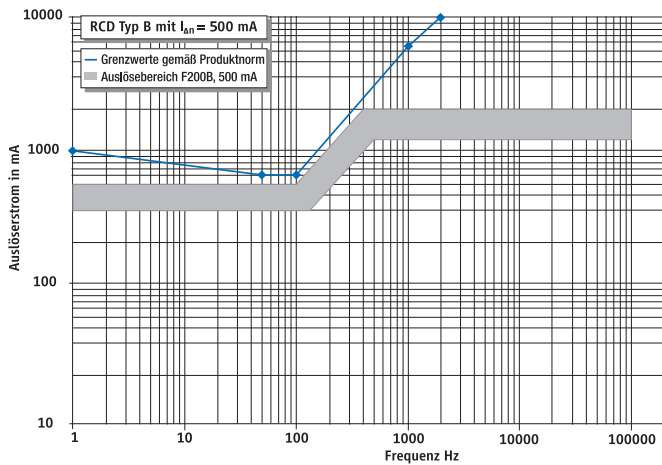
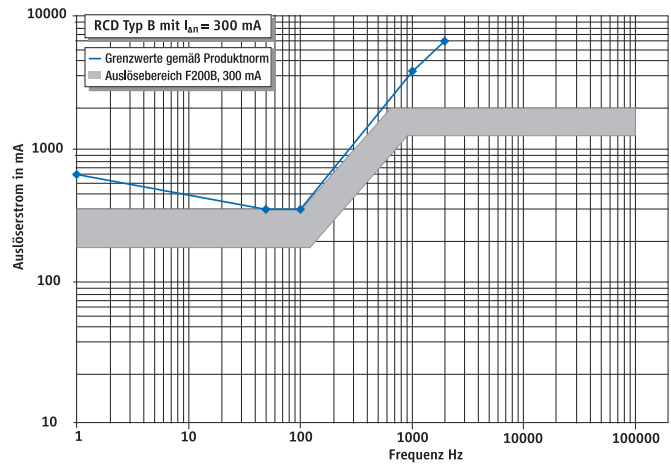
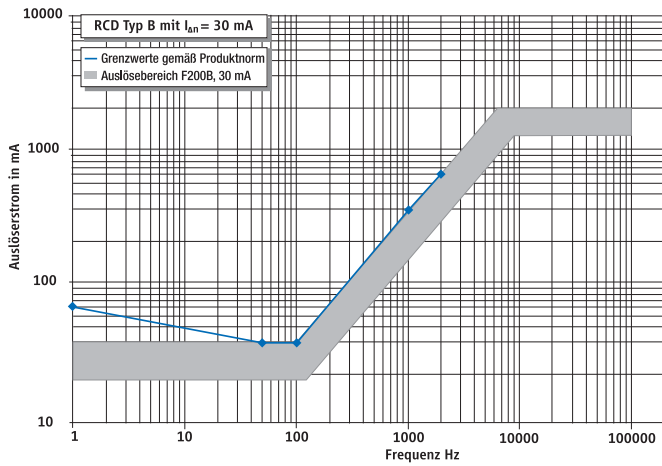
- \*0,8-facher Faktor des Grenzwertes für Herzkammerflimmern nach IEC 60479-1 in Verbindung mit dem Frequenzfaktor nach IEC 60479-2
- Anmerkung: IEC 60479 definiert nur bis 1 kHz Frequenzfaktoren, der Wert für 2 kHz ist extrapoliert.
- Quelle: E DIN VDE 0664-100/-200

**Grenzwerte für Typ B gemäß Produktnorm**

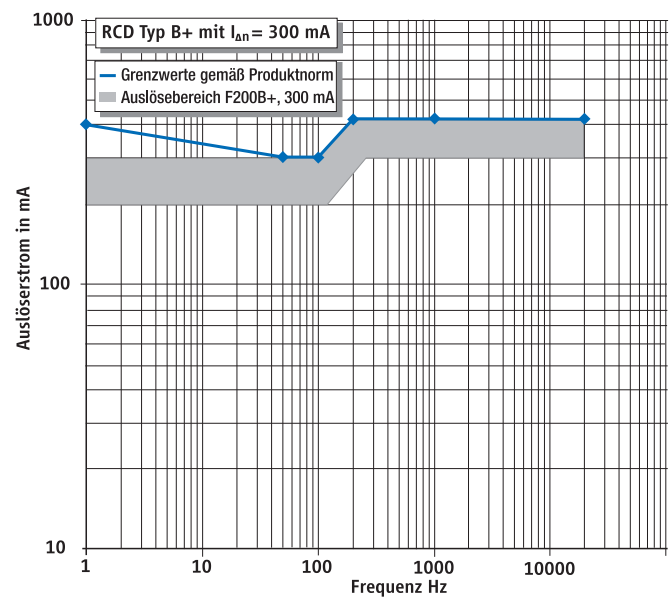
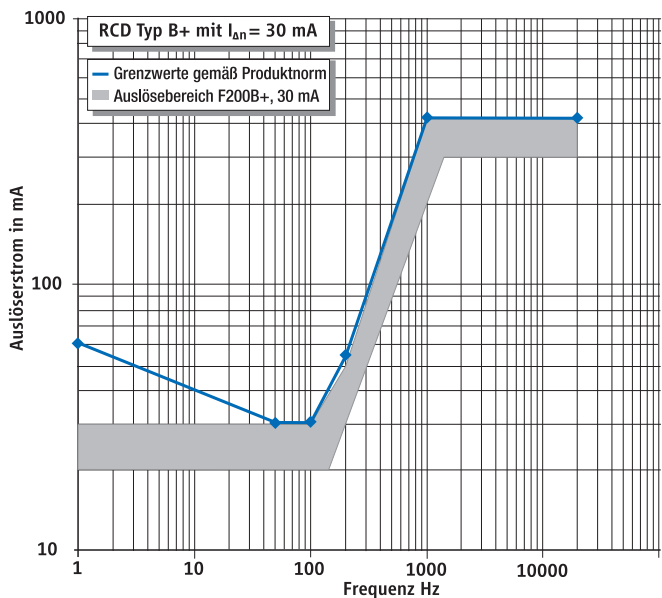


- Die Anforderungen an RCDs Typ B sind entsprechend der Produktnormen bis 2 kHz festgelegt. Dabei steigt der zulässige Auslösewert mit der Frequenz an.
- Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen Typ B können zum Fehlerschutz und im unteren Frequenzbereich zum zusätzlichen Schutz gegen elektrischen Schlag eingesetzt werden.
- Sie können auch zum Schutz vor Brandgefahren infolge länger andauernder Erdfehlerströme verwendet werden.
- Bei Mischfehlerströmen mit hohen taktfrequenten Anteilen kann die Auslöseschwelle jedoch über der für den Brandschutz gültigen Obergrenze des Auslösestromes liegen.

Auslösekurven F 200 B



Auslösekurven F 200 B+



Gegenüberstellung allstromsensitive FI-Schutzschalter ABB Baureihe F 200 Typ B/Typ B+

Gerätetyp	Frequenzbereich	F 200 B		F 200 B+	
Norm/Standard	0 – 2 kHz 0 – 20 kHz	E DIN VDE 0664-100		DIN V VDE V 0664-110	
Überwachungs- frequenzbereich		0 – 100 kHz		0 – 20 kHz	
Bemessungs- fehlerstrom $I_{\Delta n}$		30 mA	300 mA	30 mA	300 mA
Auslösewert	0 – 100 kHz	$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$	$I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$	$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$	$I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$
	100 Hz – 2 kHz	$\leq 600 \text{ mA}$	$\leq 2 \text{ A}$	$\leq 420 \text{ mA}$	$\leq 420 \text{ mA}$
	2 kHz – 20 kHz	–	–	$\leq 420 \text{ mA}$	$\leq 420 \text{ mA}$
	2 kHz – 100 kHz	$\leq 2 \text{ A}$	$\leq 2 \text{ A}$	–	–
Schutzzumfang	0 – 100 Hz	Personenschutz Fehlerschutz Brandschutz	Fehlerschutz <sup>2)</sup> Brandschutz	Personenschutz Fehlerschutz Brandschutz	Fehlerschutz <sup>3)</sup> Brandschutz
	100 Hz – 2 kHz	Personenschutz <sup>1)</sup> Fehlerschutz	Fehlerschutz <sup>2)</sup>	Personenschutz <sup>1)</sup> Fehlerschutz <sup>3)</sup> Brandschutz	Fehlerschutz <sup>3)</sup> Brandschutz
	2 kHz – 20 kHz	–	–	Personenschutz <sup>1)</sup> Fehlerschutz <sup>3)</sup> Brandschutz	Fehlerschutz <sup>3)</sup> Brandschutz
	2 kHz – 100 kHz	Fehlerschutz <sup>2)</sup>	Fehlerschutz <sup>2)</sup>	–	–
Applikationen	Elektronische Betriebsmittel, die glatte Gleichfehlerströme oder hochfrequente Fehlerströme erzeugen können	Anlagen mit hohen Ableitströmen, wenn kein vorbeugender Brandschutz gefordert ist. Unempfindlicher gegen unerwünschte Auslösungen --> hohe Anlagenverfügbarkeit		Hoher Schutzzumfang im Bereich bis 20 kHz inklusive gehobenem vorbeugendem Brandschutz. Empfindlicher gegen unerwünschte Auslösungen	
Einsetzbar nach folgenden Bestimmungen		DIN EN 50178 (VDE 0160) DIN VDE 0100-530 DIN VDE 0100-712 DIN VDE 0100-723 BGI 608		DIN EN 50178 (VDE 0160) DIN VDE 0100-530 DIN VDE 0100-712 DIN VDE 0100-723 BGI 608 VdS 3501	

<sup>1)</sup> Personenschutz in Bezug auf Herzkammerflimmern

<sup>2)</sup> Fehlerschutz mit Erdungswiderstand  $\leq 15 \Omega$  (7,5  $\Omega$ ) bei Berührungsspannung 50 V (25 V)

<sup>3)</sup> Fehlerschutz mit Erdungswiderstand  $\leq 115 \Omega$  (57,5  $\Omega$ ) bei Berührungsspannung 50 V (25 V)

