

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)

Das Komitee K 221 „Elektrische Anlagen und Schutz gegen elektrischen Schlag“ der DKE hat entschieden, für die verschiedenen Arten von Fehlerstrom-Schutzschaltern, -Schutzgeräten und -Schutzeinrichtungen (bisher allgemein mit „RCDs“ in den Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) benannt) künftig folgende einheitliche Benennung in den vorgenannten Errichtungsbestimmungen anzuwenden:

Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)“ (in der Einzahl),
Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)“ (in der Mehrzahl)

Für den Zweck der Normen der Reihe DIN VDE 0100 (VDE 0100) sind Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) nach DIN VDE 0100-530 (VDE 0100-530):2005-06 auszuwählen.

Dazu gehören:

- Netzspannungs**unabhängige** Fehlerstrom-Schutzschalter **Typ A**, zur Auslösung bei Wechsel-Fehlerströmen und pulsierenden Gleich-Fehlerströmen,
 - ohne eingebaute Überstrom-Schutzeinrichtung (RCCBs) nach DIN EN 61008-1 (VDE 0664 Teil 10): 2010-01 und DIN EN 61008-2-1 (VDE 0664 Teil 11): 1999-12
 - mit eingebauter Überstrom-Schutzeinrichtung (RCBOs) nach DIN EN 61009-1 (VDE 0664 Teil 20): 2010-01 und DIN EN 61009-2-1 (VDE 0664 Teil 21): 1999-12.
- Netzspannungs**unabhängige** Fehlerstrom-Schutzschalter **Typ AC**, zur Auslösung nur bei Wechsel-Fehlerströmen, in Deutschland durch „*Besondere Nationale Bedingungen*“ in den obenstehenden Normen ausgeschlossen, nach den Errichtungsbestimmungen nicht zugelassen.
- Netzspannungs**abhängige** Fehlerstrom-Schutzschalter, in Deutschland früher auch „Differenzstrom-Schutzschalter (DI-Schutzschalter)“ genannt,
 - ohne eingebaute Überstrom-Schutzeinrichtung (RCCBs)
 - mit eingebauter Überstrom-Schutzeinrichtung (RCBOs)

für die es in Deutschland zurzeit keine Produktnormen und im CENELEC-Bereich auch keine Europäischen Normen (EN) gibt und die nach den Errichtungsbestimmungen nicht zugelassen sind.

Fehlerstrom-Schutzschalter **Typ B** zur Auslösung bei Wechsel-Fehlerströmen, pulsierenden und glatten Gleich-Fehlerströmen

- ohne eingebaute Überstrom-Schutzeinrichtung (RCCBs)

Diese arbeiten: bei Wechsel- und pulsierenden Gleich-Fehlerströmen netzspannungs**unabhängig**,
bei glatten Gleich-Fehlerströmen netzspannungs**abhängig**

nach Entwurf DIN VDE 0664-100 (VDE 0664 Teil 100): 2002-05 bzw. DIN EN 62423 (VDE 0664-40): 2010-07

Fehlerstrom-Auslöser (RCUs oder RC Units) zum Anbau an Leitungsschutzschalter nach DIN EN 61009-1 (VDE 0664 Teil 20): 2010-01, Anhang G

Leistungsschalter mit Fehlerstrom-Auslösern (CBRs) nach DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101): 2010-04, Anhang B

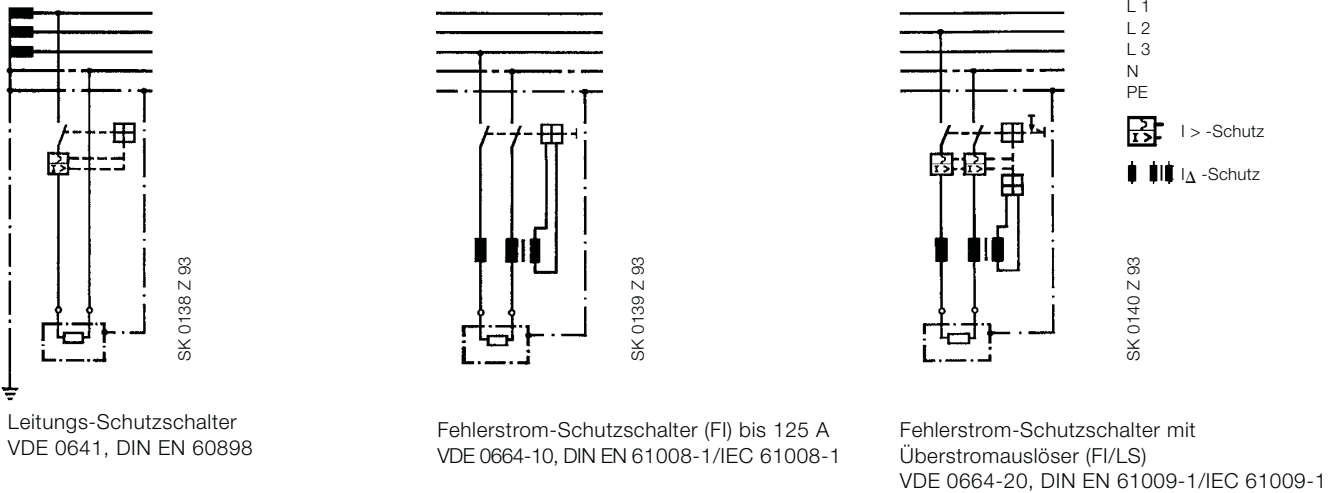
Ortsfeste Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in Steckdosenausführung zur Schutzpegelerhöhung (SRCDs) nach Entwurf DIN VDE 0662 (VDE 0662):1993-08 (eine entsprechende EN gibt es zurzeit nicht)

Ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (PRCDs) nach DIN VDE 0661-10 (VDE 0661 Teil 10): 2004-06

Hinweis: Neben den Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) können für Überwachungsaufgaben z.B. folgende Geräte eingesetzt werden:
Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCMs) nach DIN EN 62020 (VDE 0663): 2005-11
Isolations-Überwachungsgeräte (IMDs) nach DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8): 2007-12

Gemäß Entwurf DIN VDE 0100-530: 2010-04 können in industriellen Anwendungen auch modulare Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (MCRDs) nach DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101): 2010-04, Anhang M, für den Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung (zum Schutz gegen elektrischen Schlag und Brandschutz) eingesetzt werden.

Prinzipschaltbilder, Produktnormen



Funktionsprüfung von FI-Schutzschaltern bzw. FI/LS-Schaltern

Zur Funktionsprüfung ist im eingeschalteten Zustand die Prüftaste „T“ zu drücken, dabei muss der FI-Schutzschalter bzw. FI/LS-Schalter sofort auslösen.

Hinweis:

Die Funktionsprüfung soll regelmäßig, jedoch mindestens einmal pro Halbjahr durchgeführt werden, sofern nicht andere regionale oder anwenderspezifische zusätzliche Prüfungen vorgegeben sind.

Prüfung der Schutzmaßnahme

Außer der Funktionsprüfung des Schutzschalters ist die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme in der Installation entsprechend den geltenden Errichtungsbestimmungen zu prüfen. Für die Fehlerstrom-Schutzschaltung betragen die höchstzulässigen Erdungswiderstände:

Höchstzulässige Berührungs- spannung U_L	Höchstzulässiger Erdungswiderstand bei Nennfehlerstrom				
	10 mA	30 mA	100 mA	300 mA	500 mA
25 V	2500 Ω	833 Ω	250 Ω	83 Ω	50 Ω
50 V	5000 Ω	1666 Ω	500 Ω	166 Ω	100 Ω

Störungen

ABB FI/LS-Schalter sind hochwertige Schutzschalter, die im Werk einer sorgfältigen Einstellung und Prüfung unterliegen.

Bei Schäden (z. B. durch Transport, Lagerung) dürfen keine Reparaturen vorgenommen werden.

Löst der FI/LS-Schalter bei Inbetriebnahme sofort aus, sind der nachgeschaltete Betriebsstromkreis und daran angeschlossene Verbrauchsmittel auf Erdschluss zu überprüfen. Isolationsfehler oder etwa vorhandene Verbindungen zwischen dem Neutralleiter und Schutzleiter auf der Lastseite sind zu beseitigen.

Scheiden die vorgenannten Ursachen aus oder versagt die Funktionsprüfung, muss der FI/LS-Schalter ausgewechselt werden.

Wartung

Außer der regelmäßigen Funktionsprüfung ist keine Wartung erforderlich.

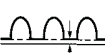
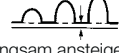
Beim Öffnen des Gerätes erlischt der Garantieanspruch.

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 Typ AC	Pulsstrom-sensitiv Typ A	Gleichstrom-sensitiv Typ B
sinusförmig a.c.	 steil ansteigend  langsam ansteigend			 
pulsierend d.c.	 steil ansteigend mit und ohne Überlagerung mit glattem Gleichfehlerstrom von 6 mA  langsam ansteigend			 
geglättet d.c.				 

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 (≥ 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 ≤ 300 mA.

System pro M Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

Auslöseverhalten – Abschaltzeiten – Auslösewerte

Auslöseströme

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

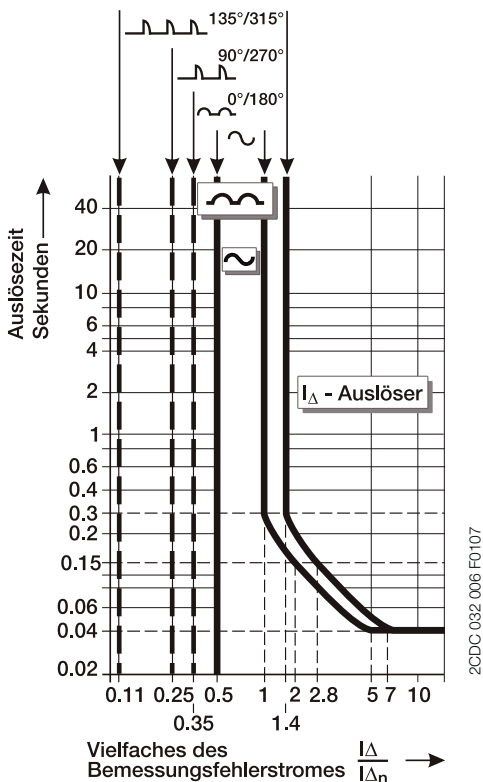
Art des Fehlerstromes	Form des Fehlerstromes	Zulässiger Auslösestrombereich
sinusförmiger Wechselstrom		$0,5 \dots 1 I_{\Delta n}$
pulsierender Gleichstrom (positive oder negative Halbwellen)		$0,35 \dots 1,4 I_{\Delta n}$
phasenwinkelgesteuerte Halbwellenströme Phasenwinkel von 90° el Phasenwinkel von 135° el		$0,25 \dots 1,4 I_{\Delta n}$ $0,11 \dots 1,4 I_{\Delta n}$
Pulsierender Gleichstrom überlagert mit glattem Gleichfehlerstrom von 6 mA		$\max 1,4 I_{\Delta n} + 6 \text{ mA}$
glatter Gleichstrom		$0,5 \dots 2 I_{\Delta n}$

Abschaltzeiten gemäß VDE 0664

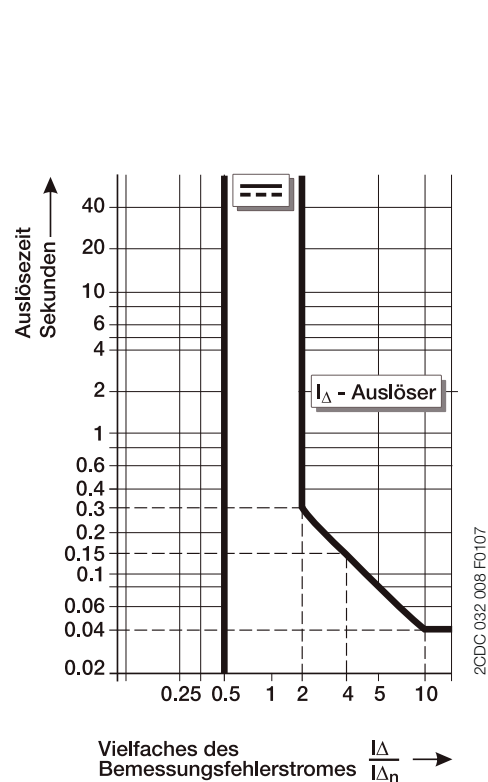
Ausführung	Fehlerstromart	Abschaltzeiten bei			
	Wechselfehlerströme	$1 \times I_{\Delta n}$	$2 \times I_{\Delta n}$	$5 \times I_{\Delta n}$	500 A
	pulsierende Gleichfehlerströme	$1,4 \times I_{\Delta n}$	$2 \times 1,4 \times I_{\Delta n}$	$5 \times 1,4 \times I_{\Delta n}$	500 A
	glatte Gleichfehlerströme	$2 \times I_{\Delta n}$	$2 \times 2 \times I_{\Delta n}$	$5 \times 2 \times I_{\Delta n}$	500 A
Standard (unverzögert) bzw. kurzzeitverzögert		max. 0,3 s	max. 0,15 s	max. 0,04 s	max. 0,04 s
selektiv 		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



Selektivität von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

Die Auslösung von FI-Schutzeinrichtung ist nach VDE 0664-10/-20 (IEC/EN 61008/9) in 2 Typen unterteilt, abhängig von der Verzögerungszeit, die beim Auftreten von Fehlerströmen zugelassen ist:

– FI-Schutzeinrichtung ohne Zeitverzögerung: **Standardtyp**

In den Produktnormen sind die Abschaltzeiten in Abhängigkeit von der Höhe und Art des Fehlerstromes definiert.

Kurzzeitverzögerte Ausführungen sind normativ nicht beschrieben, deshalb gelten für diese Ausführungen die Grenzen der Standardausführungen.

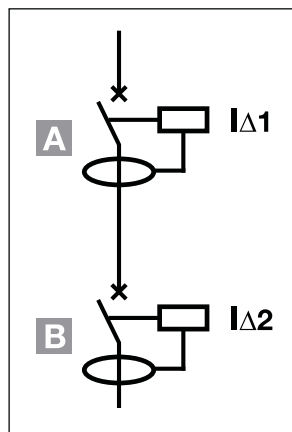
– FI-Schutzeinrichtung mit Zeitverzögerung: **Selektiver Typ [S]**

Diese FI-Schutzeinrichtung sind so gebaut, dass sie einen vordefinierten Grenzwert für die Nichtauslösezeit einhalten, der sich auf den Bemessungswert des Fehlerstromes bezieht.

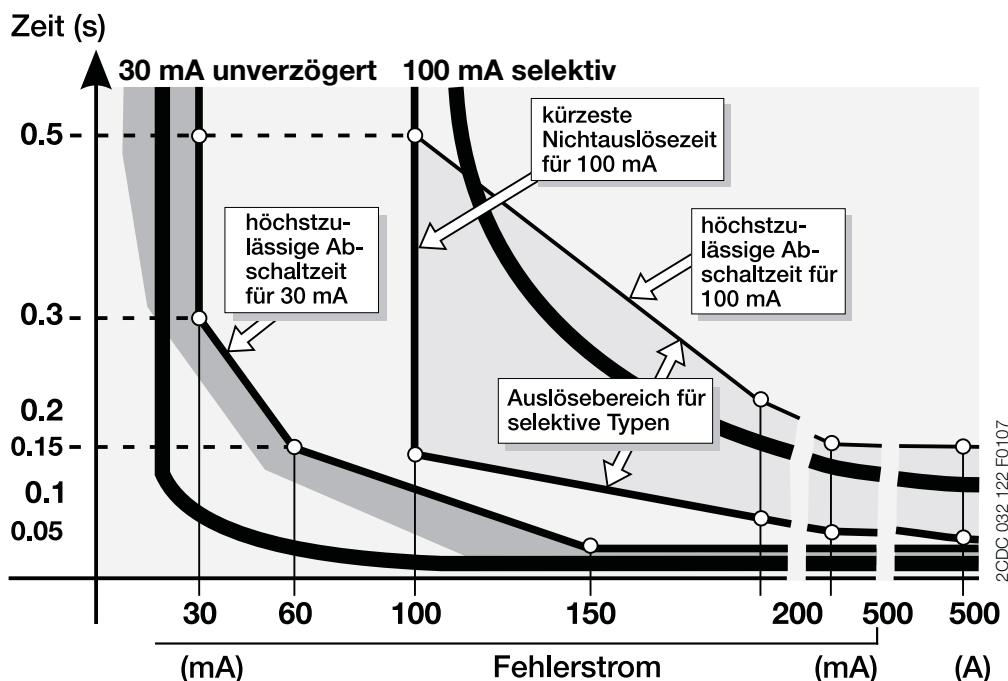
Anwendung von selektiven FI-Schutzeinrichtungen

– Der Einsatz einer FI-Schutzeinrichtung vorgeschaltet zu einer anderen FI-Schutzeinrichtung wird oft mit den Begriffen Abgrenzung oder „Selektivität“ bezeichnet.

– Der Zweck dieser Abgrenzung ist die Sicherstellung, dass im Fehlerfall nur die FI-Schutzeinrichtung, die den untergeordneten (End-)Stromkreis schützt, auslöst und nicht auch die vorgeschaltete FI-Schutzeinrichtung, solange der Fehlerstrom eine bestimmte Zeit nicht überschreitet.

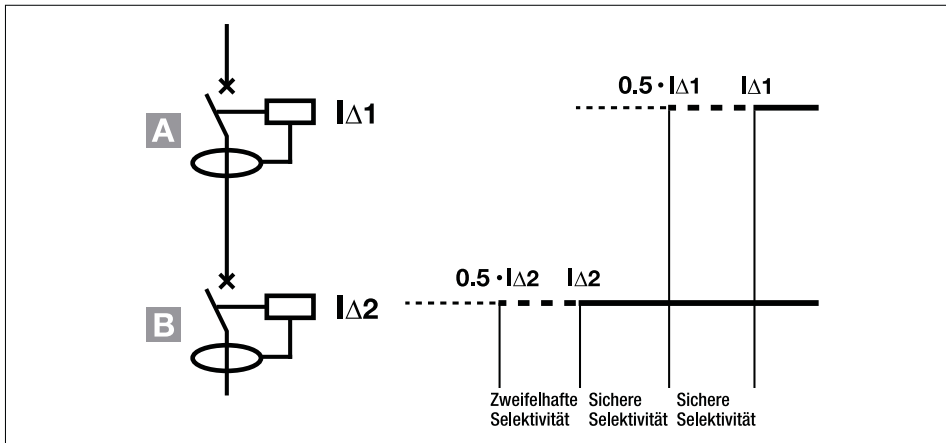
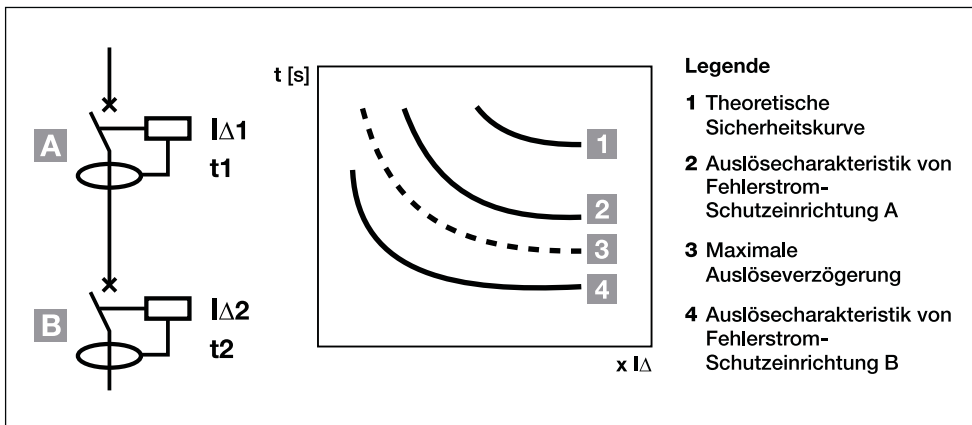
**Strom-Zeit-Kurven**

Die Strom-Zeit-Kurve einer allgemeinen unverzögerten FI-Schutzeinrichtung mit 30 mA und einer selektiven FI-Schutzeinrichtung mit 100 mA. Die Kurven mit der höchstzulässigen Abschaltzeit des unverzögerten FI-Schutzschalters (30 mA) und der kürzesten Nichtauslösezeit des selektiven FI-Schutzschalters (100 mA [S]) dürfen sich nicht überschneiden oder berühren.



Selektivität

Um eine „Selektivität“ zwischen zwei RCDs zu erreichen, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein:

Teilelektivität (partielle Selektivität)**Totale Selektivität****Teilelektivität (amperometrische oder partielle Selektivität in Bezug auf Auslöseempfindlichkeit)**

Selektivität kann geschaffen werden, indem schwach sensitive Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen vor- und stärker sensitive Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen nachgeschaltet werden.

Eine unerlässliche Bedingung für die Herstellung einer selektiven Koordination ist, dass $I_{\Delta 1}$ der vorgeschalteten Schutzeinrichtung („Haupt-FI“) mehr als doppelt so hoch ist wie $I_{\Delta 2}$ der nachgeschalteten Schutzeinrichtung. Die Faustregel für eine Teilelektivität ist $I_{\Delta n}$ des vorgeschalteten Schutzschalters = $3 \times I_{\Delta n}$ des nachgeschalteten Schutzschalters (z.B. F 204, Typ A, 300 mA vorgeschaltet; F 202, Typ A, 100 mA nachgeschaltet).

In diesem Fall ist die Selektivität partiell und nur der nachgeschaltete Schutzschalter löst bei einem Fehlerstrom $I_{\Delta m}$ aus. ($I_{\Delta m} \geq I_{\Delta 2}$; $I_{\Delta m} < 0,5 \cdot I_{\Delta 1}$).

Totale Selektivität (Chronometrische Selektivität)

Für eine totale Selektivität müssen verzögerte oder selektive Fehlerstrom-Schutzschalter installiert werden.

Die Auslösezeiten der beiden in Reihe geschalteten Geräte müssen so koordiniert sein, dass die höchstzulässige Abschaltzeit t_2 des nachgeschalteten Schutzschalters für sämtliche Stromwerte geringer ist als die kürzeste Nichtauslösezeit t_1 der vorgeschalteten Schutzeinrichtung. Auf diese Art öffnet der nachgeschaltete Schutzschalter vor dem vorgeschalteten Schutzschalter.

Um eine totale Selektivität gewährleisten zu können muss $I_{\Delta 1}$ mehr als doppelt so hoch sein wie $I_{\Delta 2}$ des nachgeschalteten Schutzschalters (siehe oben) also beispielsweise 300 mA und 30 mA.

Aus Sicherheitsgründen muss die Auslöseverzögerung der vorgeschalteten FI-Schutzeinrichtung immer unter der Sicherheitskurve für schädliche physiologische Effekte beim Menschen liegen.

Die generelle Regel, um eine totale Selektivität sicher zu stellen, basiert auf zwei Bedingungen, die erfüllt werden müssen:

- die kürzeste Nichtauslösezeit der vorgeschalteten FI-Schutzeinrichtung muss höher sein als die höchstzulässige Auslösezeit der nachgeschalteten FI-Schutzeinrichtung
- der Bemessungsfehlerstrom der vorgeschalteten FI-Schutzeinrichtung muss mindestens 3mal so groß wie der der nachgeschalteten FI-Schutzeinrichtung sein

	Vorgeschaltet $I_{\Delta n}$ [mA]	10	30	100	100	300	300	500	500	1000	1000
Nachgeschaltet $I_{\Delta n}$ [mA]		unverz.	unverz.	unverz.	selekt.	unverz.	selekt.	unverz.	selekt.	unverz.	selekt.
10	unverz.		■	■	■	■	■	■	■	■	■
30	unverz.			■	■	■	■	■	■	■	■
100	unverz.					■	■	■	■	■	■
300	unverz.									■	■
300	selekt.									■	■
500	unverz.										
500	selekt.										
1000	unverz.										
1000	selekt.										

unverz. = unverzögert, selekt. = selektiv, ■ = amperometrische (partielle) Selektivität, ■ = chronometrische (totale) Selektivität

Selektive Typen werden meist als „Haupt-Fehlerstromschutzschalter“ eingesetzt, da sie den Schutz im Fall des indirekten Berührens und Brandschutz im nachgeschalteten System sicher stellen.

Deshalb sollte nie eine 30 mA FI-Schutzeinrichtung als zentrales Schutzgerät für die gesamte Wohnung genutzt werden

- Besonders elektronische Verbraucher erzeugen mehr und mehr Ableitströme
- Die Wahrscheinlichkeit einer ungewünschten Auslösung steigt.
- Bei Auslösung (gewollt oder ungewollt) wird die gesamte Stromversorgung abgeschaltet.
- Gemäß DIN VDE 0100-530 sind elektrische Stromkreise einer oder mehrerer Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen so zuzuordnen, dass im vorgesehenen Normalbetrieb ein unerwünschtes Abschalten unwahrscheinlich ist.

Deshalb wird empfohlen, wie folgt vorzugehen

- Aufteilung der zu schützenden Kreise in Einzelstromkreise und Schutz der Einzelstromkreise durch separate 30 mA FI-Schutzeinrichtung (als Zusatzschutz bei direktem oder indirektem Berühren).

Unerwünschtes Auslösen von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

Unerwünschtes Auslösen von FI-Schutzeinrichtungen kann ein Problem darstellen, da es die Versorgungssicherheit beeinflusst. Gemäß DIN VDE 0100-530 muss im vorgesehenen Normalbetrieb einer elektrischen Anlage ein unerwünschtes Auslösen unwahrscheinlich sein. Es könnte ebenso fälschlicherweise als ein Qualitätsproblem des Gerätes angesehen werden.

Wann ist eine Auslösung erwünscht?

Bei Isolationsschäden, die zu Fehlerströmen führen oder beim direkten Kontakt von Personen mit stromführenden Teilen (installierte FI-Schutzeinrichtung hat hohe Empfindlichkeit).

Wann ist eine Auslösung unerwünscht?

Wenn FI-Schutzeinrichtungen auslösen, ohne dass Fehlerströme fließen oder ein direkter Kontakt zwischen Personen und stromführenden Teilen besteht.

Typische Gründe für unerwünschtes Auslösen sind:

- geringe Ableitströme, die jedoch eine Vielzahl von Harmonischen (Oberschwingungen) und eine hohe Frequenz besitzen
- transiente, stoßartige Ströme (z. B. durch Ein- und Ausschalten von kapazitiven oder induktiven Lasten);
- Überspannungen aufgrund von Blitzen
- transiente, stoßartige Ströme in Kombination mit dauerhaften Ableitströmen (verursacht durch z. B. elektronische Geräte)

Welche Lösungsmöglichkeiten gibt es?

- „Installationslösung“:
Installation in mehrere Stromkreise aufteilen, Betriebsstromkreise, von denen jeder mit einer FI-Schutzeinrichtung geschützt ist
- „Produktlösung“:
Auswahl von FI-Schutzeinrichtungen, welche unempfindlicher gegenüber unerwünschten Auslösungen sind

Warum ist eine Aufteilung der Stromkreise empfehlenswert?

- Aufgrund des stetigen Anstiegs von elektronischen Betriebsmitteln, die an sich schon dauerhafte Ableitströme verursachen (siehe Tabelle)
- Die Summe der Ableitströme verursacht durch elektronische Betriebsmittel kann den Bemessungsnichtauslösefehlerstrom $I_{\Delta n0}$ einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung überschreiten ($I_{\Delta n0} = 0,5 I_{\Delta n}$).
- Gemäß DIN VDE 0100-530 darf die Summe der Erdableitströme auf der Lastseite einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung nicht mehr als das 0,4-fache des Bemessungsdifferenzstroms der FI-Einrichtung betragen.

Anwendung	Ableitstrom	
	von	bis
Computer	1 mA	2 mA
Drucker	0,5 mA	1 mA
Tragbare Geräte	0,5 mA	0,75 mA
Faxgeräte	0,5 mA	1 mA
Kopierer	0,5 mA	1,5 mA
Filter	ca. 1 mA	

Auslöseverhalten von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

Das Auslöseverhalten von FI-Schutzeinrichtungen wird anhand von 2 Testverfahren geprüft:

- 'ring wave' Test: 0,5 μ s/100 kHz (überprüft, ob FI-Schutzeinrichtungen das Ein- und Ausschalten von Geräten aushalten)
- Stoßstromfestigkeitstest: 8/20 μ s (überprüft, ob FI-Schutzeinrichtungen atmosphärische Entladungen aushalten)
Diese Prüfung simuliert den indirekten Einfluss von Blitzen, weil FI-Schutzeinrichtungen auch bei geringen Fehlerströmen auslösen können.

Stoßstromfestigkeit von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

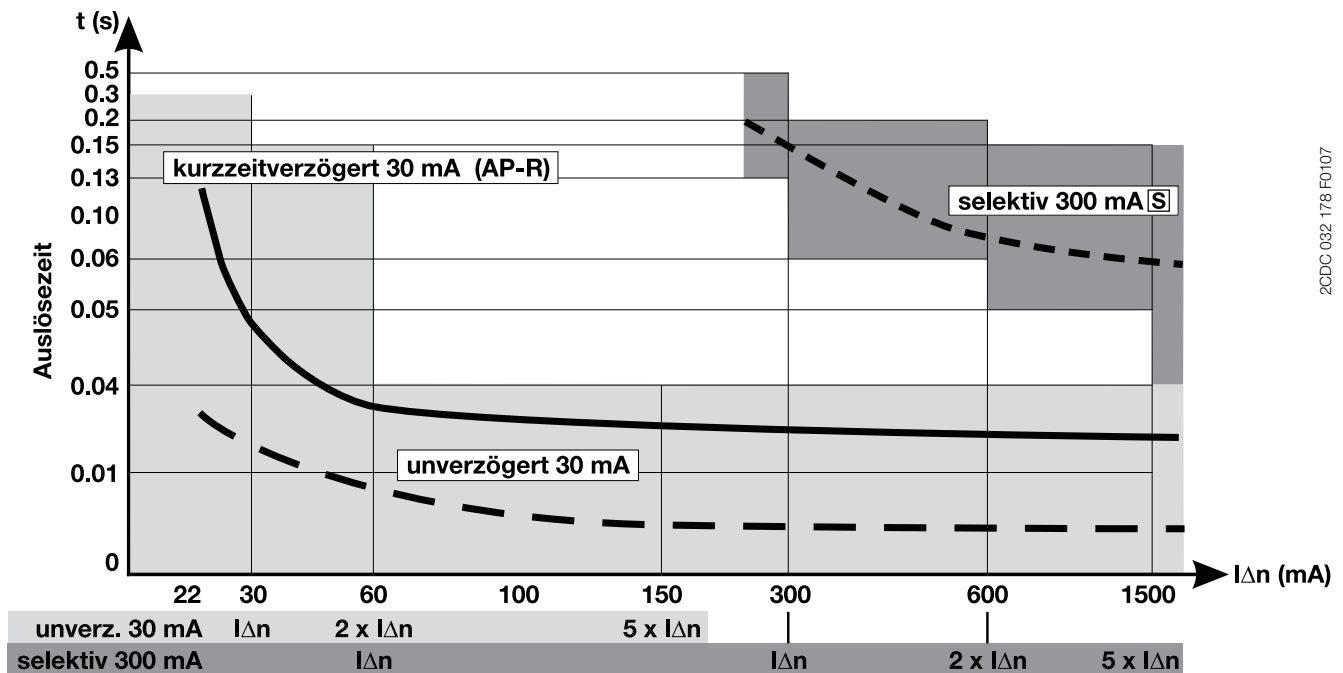
	unverzögert	kurzzeitverzögert (AP-R)	selektiv 
Stoßstromfestigkeit [A] (Stoßstromform 8/20 μ s)	250	3000	5000

Kurzzeitverzögerte FI-Schutzeinrichtungen (AP-R) sind mehr als zehnmal unempfindlicher gegenüber unerwünschten Auslösungen als unverzögerte Geräte (gemäß Stoßstromtest 8/20 μ s).

Selektive Geräte sind noch unempfindlicher als kurzzeitverzögerte Typen. Jedoch können diese nicht mit Bemessungsfehlerströmen kleiner als 100 mA hergestellt werden! (kein zusätzlicher Schutz bei direktem Berühren)

Auslöseverhalten von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen anhand von 3 verschiedenen FI-Schutzeinrichtungen.

- unverzögerte FI-Schutzeinrichtung 30 mA
- Selektive FI-Schutzeinrichtung 300 mA (S)
- kurzzeitverzögerte FI-Schutzeinrichtung 30 mA (... AP-R)



Die unverzögerte FI-Schutzeinrichtung 30 mA löst bei ca. 22 mA und einer Auslösezeit ≤ 35 ms aus.

Die selektive FI-Schutzeinrichtung 300 mA löst bei ca. 200 mA und einer Auslösezeit ca. 180 ms aus.

Die kurzzeitverzögerte FI-Schutzeinrichtung 30 mA löst bei ca. 25 mA und einer Auslösezeit von 100 ... 120 ms aus.

ABB „AP-R“ Ansatz:

- Kurzzeitverzögerte Geräte sind gemäß Produktnorm als unverzögert eingestuft
- Kurzzeitverzögerte FI-Schutzeinrichtungen haben eine geprüfte höhere Stoßstromfestigkeit als unverzögerte FI-Schutzeinrichtungen
- Kurzzeitverzögerte FI-Schutzeinrichtungen gibt es als 30 mA-Ausführung:
 - sie können zum Personenschutz gegen direktes und indirektes Berühren verwendet werden: vollständiger Schutz und Gewährleistung der Versorgungssicherheit.

Spezielle Anwendungen von kurzzeitverzögerten FI-Schutzeinrichtungen

Kurzzeitverzögerte Geräte können vorrangig für alle Anwendungen eingesetzt werden, in denen unerwünschte Auslösungen verhindert werden sollen.

Typische Anwendungsbeispiele:

- Umgebungen, in denen aufgrund von Blitzeinschlägen Überspannungen auftreten können
- Gleichzeitiges Einschalten von Leuchtstofflampen mit elektronischem Vorschaltgerät
- Gleichzeitiges Einschalten von IT-Geräten (Computer oder elektronische Betriebsmittel)
- Kapazitätsbehaftete Betriebsmittel
- Einschalten von Motorstartern und Drehzahlreglern

Umgebungen, in denen aufgrund von Blitzeinschlägen Überspannungen auftreten können:

Wenn Blitze in der Nähe von Gebäuden oder Kraftwerken einschlagen, können im Stromnetz Spannungsschwingungen auftreten, die transiente Ableitströme erzeugen können.

Diese Ströme können unerwünschte Auslösungen verursachen abhängig von:

- der Einschlagsentfernung,
- der Stärke des Blitzeinschlages
- dem Typ der elektrischen Installation.

Mögliche Lösung, um unerwünschtes Auslösen zu verhindern:

- Einsatz eines kurzzeitverzögerten Gerätes, um die Hauptverbraucher zu schützen.

Gleichzeitiges Einschalten von Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten:

Der Einsatz von Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten ist ansteigend aufgrund der dadurch erreichbaren Energieeinsparung von 25 % und einer 50 % höheren Lebensdauer der Lampe.

Leuchtstofflampen erzeugen:

- **Dauerhafte, hochfrequente Ableitströme** mit Werten von 0,5 bis 1 mA pro Gerät abhängig vom Lampentyp
- **Schaltspitzen** beim Ein- und Ausschalten der Geräte. Es können vorübergehend Spitzenwerte im Amperebereich über 10 µs erreicht werden.

Die Schaltspitzen können in Kombination mit den dauerhaften Ableitströmen zu unerwünschten Auslösungen führen.

Gleichzeitiges Einschalten von IT-Geräten (Computer oder elektronische Betriebsmittel):

Um Konformität hinsichtlich der Europäischen Richtlinien zur elektromagnetischen Verträglichkeit erreichen, haben einige Anbieter Interferenzfilter in ihre Geräte eingebaut.

Diese Geräte erzeugen dauerhafte Ableitströme mit einer Frequenz von 50 Hz sowie einer Stromstärke von 0,5 bis 3,5 mA pro Gerät. Wenn die Gesamtsumme der Ableitsumme 30 % von $I_{\Delta n}$ erreicht, können schon kleine Störungen (z. B. das Einschalten eines PC) ungewollte Auslösungen von Standard-FI-Schutzeinrichtungen hervorrufen.

Auch in diesem Fall können kurzzeitverzögerte FI-Schutzeinrichtungen (... AP-R) das Problem des unerwünschten Auslösens verhindern.

Kapazitätsbehaftete Betriebsmittel:

Aufgrund von großen Leitungslängen kann es zu kapazitiven Widerständen kommen. Diese verursachen kapazitive Ströme, welche ein unerwünschtes Auslösen hervorrufen können.

Dimmer (Regler für die Leuchtstärke) können Ableitströme bis 5 mA erzeugen. In Kombination mit kapazitiven Strömen können unerwünschte Auslösungen auftreten.

Kurzzeitverzögerte FI-Schutzeinrichtungen (... AP-R) können im Gegensatz zu Standard-Typen solche unerwünschten Auslösungen verhindern.

Einschalten von Motorstartern und Drehzahlreglern:

Motor-Softstarter sind Geräte, die hochfrequente Ableitströme erzeugen können und diese ins Stromnetz weiterleiten.

Der Einbau von kurzzeitverzögerten FI-Schutzeinrichtungen ... AP-R (mit Tiefpassfilter), welche die hochfrequenten Anteile abschneiden, verringern die Wahrscheinlichkeit unerwünschter Auslösungen.

FI-Blöcke DDA 200 AE für Verwendung als NOT-AUS-Schaltgerät

Die FI-Blöcke der Baureihe DDA 200 AE kombinieren die Schutzfunktion von FI/LS-Schaltern mit der aktiven Sicherheit einer NOT-AUS-Funktion mit Fernauflösung.

Funktionsprinzip (patentiert)

Zwei ergänzende Primärwicklungen, welche mit derselben Spannung versorgt werden und denselben Widerstand aufweisen, sind zusätzlich auf dem Summenstromwandler aufgebracht. Unter Normalbedingungen fließt derselbe Strom durch beide Wicklungen. Da diese Spulen mit der gleichen Windungszahl entgegengesetzt gewickelt sind, heben sie sich in ihrer Wirkung gegenseitig auf und es findet kein Stromfluss im Summenstromwandler statt.

Eine der beiden Wicklungen arbeitet als Fernsteuerkreis. Die NOT-AUS-Funktion ist gegeben bei einer Unterbrechung des Stromflusses in diesem Kreis.

Die aktive Sicherheit wird dadurch deutlich, weil beispielsweise eine zufällige Unterbrechung des Stromkreises oder ein Drahtbruch die gleiche Auswirkung hat, wie die Betätigung einer NOT-AUS-Taste.

Vorteile

Gegenüber Geräten, welche normalerweise in NOT-AUS-Kreisen eingesetzt werden, haben die DDA 200 AE-Fehlerstrom-Blöcke folgende Vorteile:

- aktive Sicherheit
- keine unerwünschten Auslösungen bei Schwankungen oder Unterbrechung der Netzspannung

Anwendungen

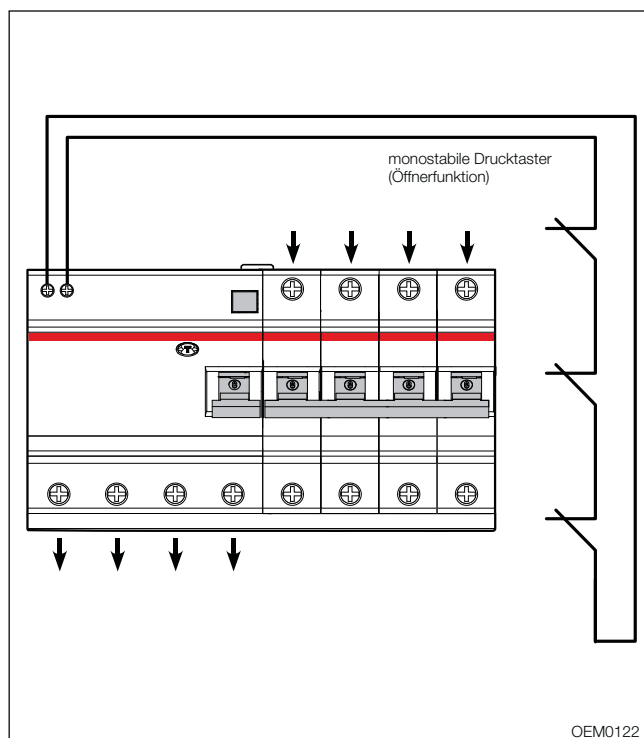
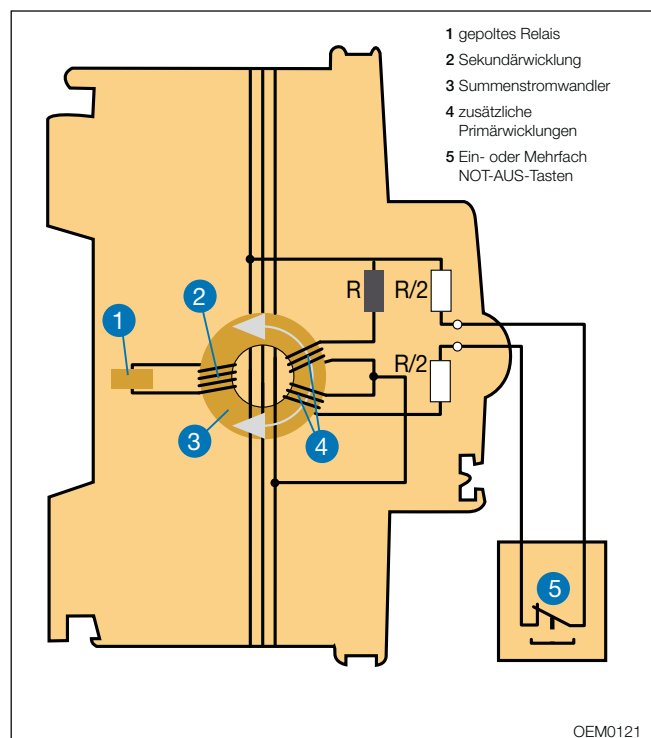
Die Applikationen mit DDA 200 AE-Blöcken erfüllen die Forderungen der IEC/EN 60364-5 bzw. DIN VDE 0100-537.

Bei einem Anbau an die Sicherungsautomaten S200P liegen Trenner- und Hauptschalter-Eigenschaften gemäß IEC 60947-1 bzw. IEC 60947-3 vor.

Die DDA 200 AE sind deshalb beispielsweise für folgende Applikationen geeignet:

Rolltreppen, Fahrstühle, Lifts, elektrisch betriebene Tore und Schranken, Werkzeugmaschinen, Autowaschanlagen, Fließ- und Förderbänder.

Es ist dabei zu beachten, dass nicht mehr als 1 DDA 200 AE denselben Stromkreis überwachen kann und für jeden DDA 200 AE ein fest zugeordneter NOT-AUS-(Steuer)Kreis erforderlich ist.



Verlustleistungen von FI- und FI/LS-Schaltern

FI-Baureihe F 200

Bemessungsstrom In [A]	Verlustleistung [W]	
	2P	4P
16	1,5	–
25	1,0	1,3
40	2,4	3,2
63	3,2	4,4
80	8,8	33,3
100	15,2	44,4
125	–	28

FI-Blöcke DDA 200

Bemessungsstrom In [A]	Verlustleistung* [W]	
	2P	4P
25	2,0	3,0
40	3,2	4,8
63	5,0	7,6

*Die Verlustleistung bezieht sich in der gezeigten Tabelle auf I_b . Für den Einsatz von Sicherungsautomaten mit geringerem Nennstrom I_n muss die Verlustleistung nach folgender Formel ermittelt werden:

$$W = \frac{I}{I_b} \cdot W_b$$

FI-Blöcke DDA 800

Bemessungsstrom In [A]	Verlustleistung* [W]	
	2P	4P
63	9	13,5
100	7	10,5

FI/LS-Baureihe DS200

Bemessungsstrom In [A]	Verlustleistung [W]		
	1P+N	2P	3P, 4P
1	1,8	–	–
2	1,8	–	–
4	1,8	–	–
6	2	4,1	6,2
10	2,1	2,9	4,4
13	3,7	5,2	7,7
16	4,5	4,5	6,6
20	4,8	6,4	9,3
25	6,3	8,5	12,4
32	8,8	10,9	15,7
40	9,9	15,0	21,6
50	–	11,4	18,4
63	–	17,4	28,2

FI/LS-Baureihe DS201/DS202C

Bemessungsstrom In [A]	Verlustleistung [W]		Innenwiderstand [mΩ]	
	P (Außenleiter)	N (Neutral)	P (Außenleiter)	N (Neutral)
4	4,843	0,116	143,966	3,448
6	8,509	0,270	112,414	3,563
8	2,738	0,568	20,345	4,224
10	3,770	0,508	17,931	2,414
13	3,299	0,848	9,284	2,387
16	5,638	1,485	10,474	2,759
20	7,018	1,798	8,345	2,138
25	5,728	2,030	4,359	1,545
32	8,677	3,619	4,030	1,681
40	12,064	6,032	3,586	1,793

Reduzierung der Belastbarkeit für FI/LS-Schalter der Baureihen DS 200, DS201 und DS202C

Funktion von Fehlerstrom-Schutzschaltern in Höhenlagen

Die Funktion von ABB Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in Höhe über 2P00m ist gewährleistet bei Einhaltung der in den Produktnormen DIN EN 61008 und 61009 beschriebenen Bedingungen, wie nachfolgend geeignet:

Umgebungstemperatur	– 25 °C...+ 40 °C (mit einer täglichen Durchschnittstemperatur ≤ 35 °C)
Relative Luftfeuchtigkeit max. Wert 40 °C	50%
Externes Magnetfeld	≤ 5 x Erdmagnetfeld in jeder Richtung
Frequenz	Referenzwert ±5%
Klirrfaktor	≤ 5%

Reduzierung der Belastbarkeit bei FI/LS DS 200, DS201 und DS202C. Für die FI/LS DS 200 sind die Tabellen für Sicherungsautomaten S 200/ S 200 M/ S 200 P innerhalb der Temperaturbereiche – 25 °C bis + 55 °C gültig und zu beachten.

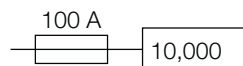
Bemessungsschaltvermögen und Bemessungskurzschlussstrom

1. Das Bemessungsschaltvermögen I_m ist die Fähigkeit eines RCCB einen Kurzschlussstrom einschalten, führen und ausschalten zu können.
2. Das Bemessungsfehlerschaltvermögen $I_{\Delta m}$ ist die Fähigkeit eines RCCB einen Fehlerkurzschlussstrom einschalten, führen und ausschalten zu können.
4. Der Bemessungskurzschlussstrom I_{nc} ist der Kurzschlussstrom, den der RCCB aushalten kann, ohne dass seine Funktion beeinträchtigt wird.
4. Der Bemessungsfehlerkurzschlussstrom $I_{\Delta c}$ ist der Fehlerkurzschlussstrom, den der RCCB aushalten kann, ohne dass seine Funktion beeinträchtigt wird.

- Diese vier Werte bezeichnen die Funktion des Gerätes bei unterschiedlichen Kurzschlussströmen.
- VDE 0664-10 (IEC/EN 61008) erfordert eine bestimmte Abfolge der Prüfungen für die Deklaration des Kurzschlussvermögens.

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ohne eingebauten Überstromschutz können Kurzschlussströme nur in einem begrenzten Umfang führen und selber abschalten. Um auch bei hohen Kurzschlussströmen in der elektrischen Anlage keinen unzulässigen Schaden zu erleiden, müssen Kurzschluss-Schutzeinrichtungen zugeordnet werden.

Der Bemessungs-Kurzschlussstrom in Verbindung mit einem selektiven Hauptleitungsschutzschalter oder einer Schmelzsicherung von 63 A Bemessungsstrom oder einem vom Hersteller angegebenen anderen Bemessungsstrom wird in Ampere ohne Einheitenzeichen in einem Rechteck angegeben.



Fehlt die Bemessungsstromangabe über der Sicherung, so gilt die Mindestforderung in Deutschland mit Bemessungsstrom 63 A.

Zur Vermeidung einer Überlastung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) ohne integrierten Überstromschutz ist zu beachten:

Der maximal mögliche Betriebsstrom der elektrischen Anlage darf den Bemessungsstrom der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung nicht überschreiten.