

Bedeutung der Fehlerstromschutzschaltung

Die Fehlerstromschutzschalter (FI-Schalter) wurden entwickelt, um Personen, Nutztiere und Sachen bei direkter und indirekter Berührung zu schützen. Da auch Isolationsfehler damit überwacht und unzulässige Kriechströme abgeschaltet werden, ist auch ein gewisser Brandschutz damit gegeben.

Sie stellen Fehlerströme gegen Erde fest. Das Risiko, dass der Körper eines elektrischen Betriebsmittels eine gefährliche Spannung annimmt, muss durch das automatische Abschalten innerhalb einer Zeit $\leq 0,2$ Sekunden beseitigt werden.

Personenschutz

Direkte Berührung:
Berührung von, unter gefährlicher Spannung stehenden, aktiven Teilen der elektrischen Installation durch Personen.

Indirekte Berührung (gefährliche Berührungsspannung):
Berührung unter Spannung stehender Teile (Körper eines elektrischen Betriebsmittels) wegen Isolationsfehlern.

Der Bemessungsauslösestrom des der Anlage vorgeschalteten FI-Schutzschalters wird in Funktion von U_L und vom Erdungswiderstand R_A wie folgt festgelegt:

$$R_A \leq \frac{U_L}{I_{\Delta N}}$$

Die nachstehende Tabelle zeigt die Höchstwerte von R_A (Ω) in Funktion $I_{\Delta N}$ und U_L (TT-System).

	Bemessungsfehlerstrom $I_{\Delta N}$	Höchstwert des Erdungswiderstandes in Ω	
		$U_L = 50 \text{ V}$	$U_L = 25 \text{ V}$
Mittlere Empfindlichkeit	500 mA	100	50
	300 mA	166	83
	100 mA	500	250
Hohe Empfindlichkeit	30 mA	1670	835
	10 mA	5000	2500

Prinzip des Fehlerstromschutzschalters

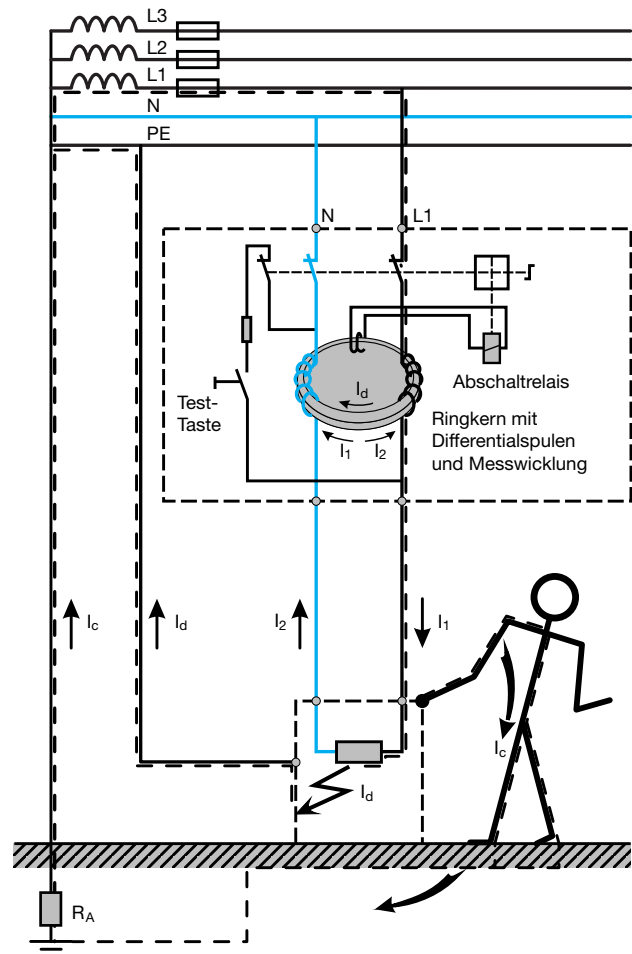
- I_1 : „Eingangs“-Strom des Verbrauchers
- I_2 : „Ausgangs“-Strom des Verbrauchers
- I_d : Fehlerstrom
- I_C : Körperstrom bei Berührung des unter Spannung stehenden Körpers
- R_A : Erdungswiderstand

Ein FI-Schutzschalter enthält einen magnetischen Kreis in Form eines Ringkerns, um den die Hauptstromkreise geführt sind. Eine Sekundärwicklung speist ein Relais.

Wenn auf der Verbraucherseite ein Fehlerstrom auftritt, wird das vektorielle Gleichgewicht gestört und es fließt in der Messwicklung ein Strom I_p , der proportional zum Fehlerstrom ist und das Relais auslöst.

Die FI-Funktion kann in einen Leitungsschutzschalter eingebaut sein, wodurch dieser zum Fehlerstrom-Leitungsschutzschalter wird (FI/LS).

Beispiel einer FI-Schutzeinrichtung (TN-S-System)



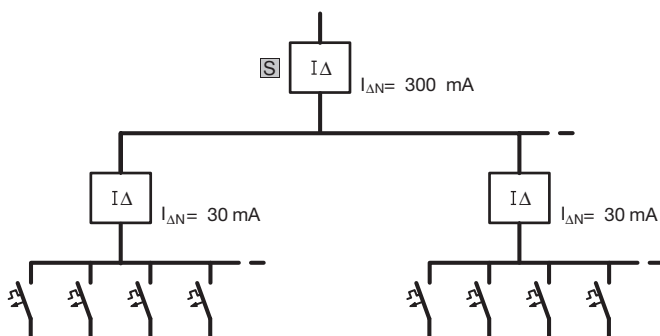
Fehlerstromschutzschalter Selektiv

Selektive Fehlerstromschutzschalter sind gekennzeichnet mit dem Symbol .

Sie besitzen ein, gegenüber den Standardtypen, um mehrere Perioden der Netzspannung verzögertes Auslöseverhalten und sind stoßstromfest bis 5000 A.

Sie arbeiten durch die Auslöseverzögerung zeitlich selektiv zu nachgeschalteten Fehlerstromschutzschalter herkömmlicher Bauart. Damit sind sie als Haupt-Fehlerstromschutzschalter einsetzbar. Um bei jeder Fehlerstromhöhe eine optimale Selektivität zu gewährleisten, sollten die Empfindlichkeit der nachgeschalteten Fehlerstromschutzschalter 30 mA oder 10 mA betragen.

Installation mit Fehlerstromschutzeinrichtung:



Kurzschlussfestigkeit von Fehlerstromschutzschaltern in Verbindung mit Vorsicherungen

Um zu verhindern, dass der FI-Schalter durch verbrauchsseitige Kurzschlüsse beschädigt wird, wird er speisungsseitig durch Kurzschluss-Schutzeinrichtungen geschützt (Back-Up-Schutz).

Die Tabelle gibt die Kurzschlussfestigkeit des FI-Schalters in Verbindung mit einer Vorsicherung an. Die Eigenkurzschlussfestigkeit des FI-Schalters beträgt 1500 A.

FI-Schalter		Vorsicherung 63 A / gL	Vorsicherung 80 A / gL	Vorsicherung 100 A / gL	Vorsicherung 125 A / gL
2-polig	25 A	6000 A	5000 A	4500 A	
	40 A	6000 A	5000 A	4500 A	
	63 A	6000 A	5000 A	4500 A	
4-polig	25 A	6000 A	5000 A	4500 A	
	40 A	6000 A	5000 A	4500 A	
	63 A	6000 A	5000 A	4500 A	
	80 A	6000 A	5000 A	4500 A	
	100 A	6000 A	5000 A	4500 A	
	125 A				10000 A

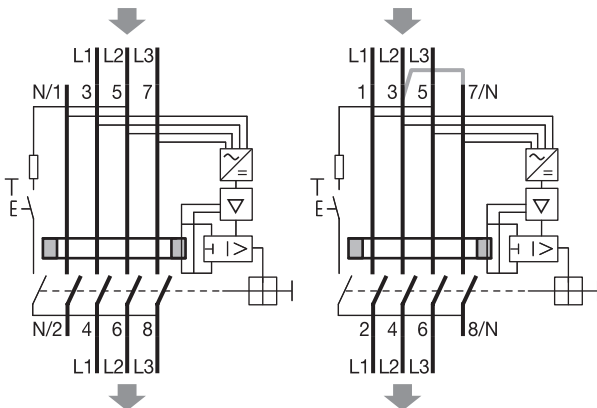
Funktion und Anwendungsbereich

Die FI-Schutzschalter 4-polig Typ B sind allstromsensitive FI-Schutzschalter zur Erfassung von Fehlerströmen des Typs B. Sie bestehen aus einem netzspannungsunabhängigen Teil zur Erfassung von sinusförmigen Wechsel- und pulsierenden Gleichfehlerströmen mit der Grundfrequenz 50 Hz sowie einem netzspannungsabhängigen Teil zur Erfassung von Fehlerströmen im Frequenzbereich 0 Hz bis 1 MHz. Die Geräte sind für den Einsatz in ein- und mehrphasigen Wechselstromnetzen vorgesehen. Sie sind nicht zum Einsatz in Gleichstromnetzen bestimmt. Beim Betrieb von Frequenzumrichtern fließen besonders hohe Ableitströme im Frequenzbereich >100 Hz bis 1 kHz über die EMV-Filter zum Schutzleiter. Um unerwünschte Auslösungen durch diese Ableitströme weitgehend zu vermeiden ist die Auslöseempfindlichkeit bei allen Geräten des Typs B in diesem schmalen Frequenzband stark reduziert. Daher ist ein Brandschutz in diesem Frequenzbereich nicht gewährleistet. Um über den gesamten erfassten Frequenzbereich Schutz bei indirektem Berühren mit einer maximalen Berührungsspannung von 50 V bzw. 25 V sicherzustellen, muss daher, unabhängig vom Bemessungsfehlerstrom des verwendeten Schalters, der **Erdungswiderstand < 50 Ohm bzw. < 25 Ohm** sein. Für Frequenzen > 1 kHz liegt der Auslösestrom für den Typen B mit einem Bemessungsfehlerstrom von 30 mA und 300 mA unterhalb von 300 mA, so dass in diesem Frequenzbereich, in dem die gängigen Chopperfrequenzen von Frequenzumrichtern liegen, ein Brandschutz gewährleistet ist.

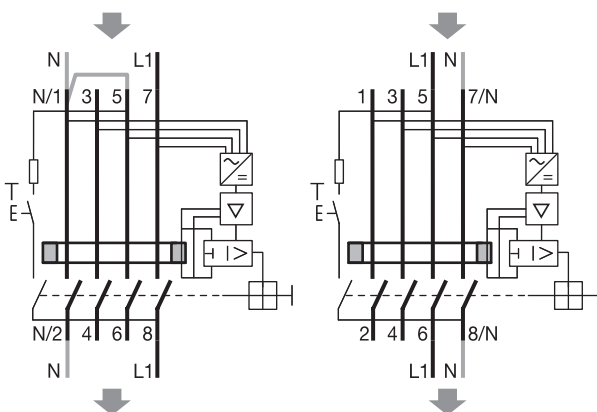
Elektrischer Anschluss

Alle aktiven Leiter, Außenleiter (L1, L2, L3 und den Neutralleiter MP/N) führen durch den Schalter. **Dabei ist die Energieflussrichtung zu beachten**, d. h., die Einspeiseklemmen sind 1, 3, 5, 7, die Verbraucheranlage-seite ist 2, 4, 6, 8. Um die Funktion der eingebauten Prüf-einrichtung sicherzustellen, müssen bei zweipoligem Anschluss 4-poliger Geräte die Klemmen laut Schaltbild benutzt werden. Alu-Leiter unmittelbar vor dem Anklemmen schaben und fetten.

Interne Stromversorgung bei 3-phasigem Anschluss (L1 - L3 + N)



Interne Stromversorgung bei 1-phasigem Anschluss (L + N)



Wichtige Hinweise zum Betrieb mit elektronischen Betriebsmitteln (wie z. B. Frequenzumrichter, Wechselrichter, usw.)

1. Elektronische Betriebsmittel und deren zugehörige EMV-Schutzmaßnahmen wie z. B. integrierte oder vorgeschaltete EMV-Filter sowie geschirmte Leitungen können hohe Ableitströme erzeugen.
2. Die maximale Anzahl, der dem FI-Schutzschalter nachgeschalteten elektronischen Betriebsmittel, richtet sich nach der Höhe der auftretenden Ableitströme. Zu hohe Ableitströme können dann, trotz des speziellen Auslösefrequenzganges des Gerätes, zu ungewollten Auslösungen führen! (Entsprechende Informationen bezüglich der erzeugten Ableitströme sind bei den Herstellern der elektronischen Betriebsmittel zu erfragen).
3. Beim Betrieb mit Frequenzumrichtern können lange abgeschirmte Motorleitungen zu hohen Ableitströmen bei der Reglerfreigabe des Frequenzumrichters führen, welche zu einer ungewollten Auslösung führen. Gegebenenfalls sollte dann ein Sinusausgangsfilter direkt hinter dem Frequenzumrichter (vor der abgeschirmten Motorleitung) verwendet werden.
4. Beim Ein- und Ausschalten von elektrischen Anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln können sehr hohe Stoßableitströme erzeugt werden, welche bei entsprechender Dauer zur Auslösung führen. Um die Ein- und Ausschaltvorgänge möglichst kurz zu halten, sollte die elektrische Anlage nicht mit dem FI-Schutzschalter eingeschaltet werden. Geeignet sind schnell schaltende allpolige Schütze oder Schalter mit Federkraftspeicher (Handdrehschalter sollten nicht verwendet werden).
5. Vorschriftsgemäß sollte einem handelsüblichen 3-Leiter-EMV-Filter nur das zugehörige elektronische Betriebsmittel nachgeschaltet sein. Um die Filterwirkung nicht zu beeinträchtigen, sollten keinesfalls weitere einphasige Verbraucher wie z. B. Glühlampen auf der Ausgangsseite des EMV-Filters angeschlossen werden!
6. Bei elektronischen Betriebsmitteln können in der Regel verschiedene Taktfrequenzen (Chopper) gewählt werden. Im ungünstigen Fall kann die Taktfrequenz zu einer Schwingneigung eines vorgeschalteten EMV-Filters und somit zu stark überhöhten Ableitströmen führen, welche dann eine Auslösung des FI-Schutzschalters bewirken. In diesem Fall ist die Taktfrequenz zu ändern!
7. Der Auslösefrequenzgang des FI-Schutzschalters Typ B ist optimiert für elektrische Anlagen mit Frequenzumrichtern für Maschinenfrequenzen bis 100 Hz. Zur Einhaltung des geforderten Schutzes (Personen-, bzw. Brandschutz) dürfen an Frequenzumrichtern Maschinenfrequenzen >100 Hz nicht eingestellt werden.

Technische Daten FI-Schutzschalter Typ A und Typ B

	2-polig Typ A			4-polig Typ A				4-polig Typ B		
Normen	DIN VDE 0664 -10+11 / EN 61008-1 und EN 61008-2-1									
Bemessungsstrom	16 A, 25 A, 40 A, 63 A			25 A	40 A	63 A	80 A	100 A	125 A	40 A 63 A
Bemessungsspannung	127/230 V~ -10% / +6% 230 / 400 V~ -10% / +6%									
Min. Betriebsspannung: zu Erfassung von Fehlerströmen Typ A/AC zu Erfassung von Fehlerströmen Typ B									0 V (netzspannungs- unabhängig)	
Normalausführung Typ B									30 V AC	
Modulbreite	2			4						
Frequenz	50 Hz									
Bemessungsfehlerstrom	10 mA 30 mA 300 mA 500 mA		30 mA 300 mA 500 mA	30 mA 30 mA [HI] 100 mA 300 mA 300 mA [S] 500 mA	30 mA 30 mA [HI] 100 mA 300 mA 300 mA [S] 500 mA	30 mA 300 mA 500 mA	30 mA 300 mA 500 mA	300 mA 500 mA	30 mA 300 mA	
Ausschaltvermögen	6000 A							10.000 A	10.000 A	
Stoßstromfestigkeit	250 A für alle Produkte, außer [S] und [HI] 5.000 A									
Umgebungstemperatur	-25°C - +40°C							-25°C - +40°C		
Lagertemperatur	-25°C - +80°C							-25°C - +40°C		
Anschluss feindrätig bis	16 mm ²						16 mm ²	50 mm ²		
Anschluss massiv bis	25 mm ²						35 mm ²	50 mm ²		
Anzugsdrehmoment	2,7 Nm							3 Nm		

QuickConnect-Fehlerstromschutzschalter sind grundsätzlich mit QuickConnect-Phasenschiene zu verbinden.

Technische Daten: Zusatzeinrichtungen für FI-Schutzschalter 16 bis 100 A

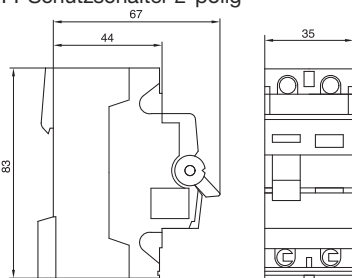
	CZ001	MZ203/MZ204	MZ205/MZ206
Kontakte	1 S + 1 Ö potentialfrei	-	-
U_n/I_n	230 V~ 6 A AC12	-	-
Spule	-	MZ203: 230 V~ 415 V~ 50 Hz 110 V~ 130 V ~	MZ205: 48 V ~
U_n	-	MZ204: 24 V~ 48 V~ 50 Hz 12 V~ 48 V ~	MZ206: 230 V~ 50 Hz
Anzughalteverbrauch	-	8 VA (Anzugsverbrauch)	3 W/3 VA (Halteverbrauch)
Auslösbereich	-	-	$U_n < 35\%$ abschalten $U_n 35 - 70\%$ abschalten oder halten $U_n > 70\%$ halten
Module (17,5 mm)	1		
Anzugsdrehmoment	max. 1,3 Nm (Schraubenkopf PZ1)		
Umgebungstemperatur	-25°C bis +60°C		
Lagerungstemperatur	-40°C bis +80°C		
Anschluss, feindrätig	1 x 0,5 bis 4 mm ² oder 2 x 0,5 bis 1,5 mm ²		
Anschluss, massiv	1 x 1 bis 6 mm ² oder 2 x 0,5 bis 2,5 mm ²		

Technische Daten: Zusatzeinrichtungen für FI-Schutzschalter 125 A

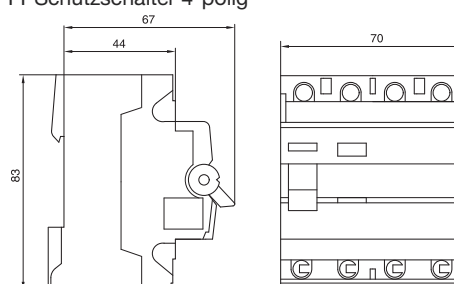
	CZ009
Anwendung	125 A - FI-Schalter
Kontakte	1 S + 1 Ö/6 A 230 V~
Module (17,5 mm)	0,5
Umgebungstemperatur	-25°C bis + 40°C
Lagerungstemperatur	-25°C bis + 40°C

Maßzeichnungen

FI-Schutzschalter 2-polig



FI-Schutzschalter 4-polig



Zusatzeinrichtungen

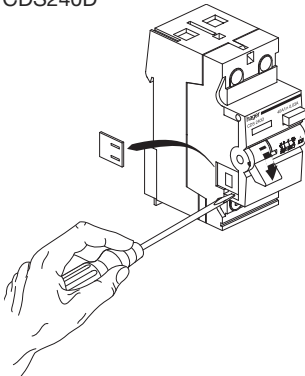
An alle Fehlerstromschutzschalter der Reihe C...D 16-63 A 2- und 4-polig können Zusatzeinrichtungen linksbündig angebaut werden:

- Hilfsschalter/Signalkontakt CZ001
- Arbeitsstromauslöser MZ203, MZ204
- Unterspannungsauslöser MZ205, MZ206

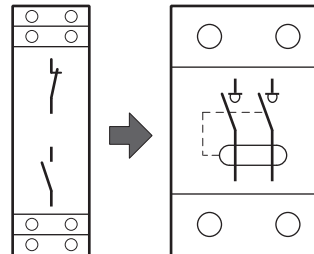
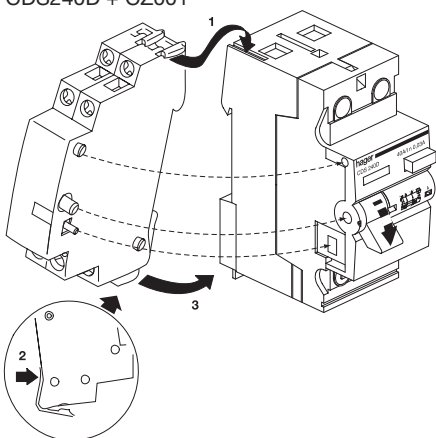
Montage: Hilfsschalter CZ001

Die Konstruktion des Hilfsschalters Signalkontakt erlaubt einen schnellen und sicheren Anbau.

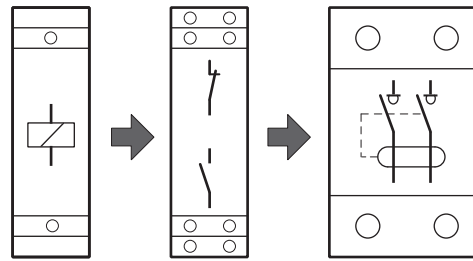
CDS240D



CDS240D + CZ001



Beim Einsatz von Arbeitsstromauslöser oder Unterspannungsauslöser ist zuerst der Anbau des Hilfsschalters CZ001 erforderlich.



Folgende Kombinationen von Zusatzeinrichtungen mit FI-Schutzschalter sind möglich:

Zusatzeintr. 2	Zusatzeintr. 1	FI-Schutzschalter
-	CZ001	16 - 63 A
MZ203 - MZ206	CZ001	16 - 63 A

Hilfsschalter/Signalkontakt

Die **Hilfsschalter CA** sowie der **Signalkontakt** enthalten je einen Schließer/Öffner-Kontakt (6 A/230 V~), die auch durch Betätigen mit einem Schraubendreher für Testzwecke manuell geschaltet werden können.

Hilfsschalter CA (6 A/230 V~)

- Die Kontakte schalten bei
- Auslösung des FIs durch einen Fehlerstrom
 - beim manuellen Betätigen
 - bei Fernauslösung z. B. (Arbeitsstromauslöser)

Der Signalkontakt SD (6 A/230 V~)

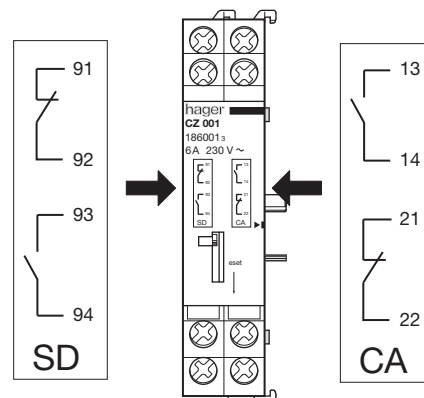
- Die Kontakte schalten bei
- Auslösung des FIs durch einen Fehlstrom
 - durch Fernauslösung (z. B. Arbeitsstromauslöser)
- Bei ausgelöstem FI-Schalter kann ein anstehendes Signal (z. B. Alarm) das mit dem Signalkontakt geschaltet wird, mit einem Reset-Schalter manuell unterbrochen werden.

Hilfsschalter/Signalkontakt

je 1 Schließer und 1 Öffner 6 A/230 V~

Signalkontakt (SD)

Hilfsschalter (CA)



FI-Schutz / Wohnbereich

(siehe Darstellung)

1. **Teil 410:** Schutzmaßnahmen: Schutz gegen elektrischen Schlag. Des Weiteren fordert die DIN VDE 0100 Teil 410 einen zusätzlichen Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit I_n 30 mA
 - für Steckdosenstromkreise im Laienbereich zur allgemeinen Verwendung (Steckdosen mit einem Bemessungsstrom nicht größer als 20 A) und
 - für Endstromkreise im Außenbereich zur Verwendung von tragbaren Betriebsmitteln mit einem Bemessungsstrom nicht größer als 32 A.
2. **Teil 482:** Brandschutz bei besonderen Risiken und Gefahren
3. **Teil 551:** NS-Stromerzeugungsanlagen
4. **Teil 559:** Vorführstände für Leuchten
4. **Teil 701:** Räume mit Badewanne und Dusche, FI-Schutz zwingend
5. **Teil 702:** Becken von Schwimmbädern und andere Becken
6. **Teil 703:** Räume und Kabinen mit Saunaheizungen
7. **Teil 704:** Baustellen
8. **Teil 705:** Landwirtschaftliche und gartenbauliche Anwesen
9. **Teil 706:** leitfähige Bereiche mit begrenzter Bewegungsfreiheit
10. **Teil 708:** elektrische Anlagen auf Campingplätzen und in Caravans
11. **Teil 709:** Marinas und ähnliche Bereiche
12. **Teil 721:** Caravans, Boote und Yachten sowie ihre Stromversorgung auf Camping- bzw. an Liegeplätzen
13. **Teil 722:** Fliegende Bauten, Wagen und Wohnwagen nach Schaustellerart
14. **Teil 723:** Unterrichtsräume mit Experimentierständen
15. **Teil 724:** Elektrische Anlagen in Möbeln
16. **Teil 737:** Feuchte und nasse Bereiche sowie Räume und Anlagen im Freien
17. **Teil 738:** Springbrunnen und Steckdosen
18. **Teil 739:** zusätzlicher Schutz bei direktem Berühren in Wohnungen durch Schutzeinrichtungen in TN- und TT-Netzen
19. **Teil 710:** medizinisch genutzte Bereiche
20. **Teil 711:** Ausstellungen, Shows und Stände
21. **Teil 712:** Solar-Photovoltaik-Anlagen
22. **Teil 714:** Beleuchtungsanlagen im Freien
23. **Teil 715:** Kleinspannungs-Beleuchtungsanlagen
24. **Teil 717:** Elektrische Anlagen auf Fahrzeugen
25. **Teil 718:** Bauliche Anlagen für Menschenansammlungen
26. **Teil 753:** Fußboden- und Decken-Flächenheizungen

Beispiel zu FI-Schutz im Wohnbereich



Technische Daten

	6 kA Geräte mit QuickConnect	10 kA Geräte
Normen	DIN VDE0664-20 / EN 61009-1	
Bemessungsstrom	6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40 A	6, 10, 13, 16, 20, 25, 32 A
Bemessungsfehlerstrom	10 mA, 30 mA	
Bemessungsspannung	230 V~	
Modulbreite	2	
Frequenz	50 Hz	
Auslösecharakteristik LS Schalter*	B und C	
Bemessungsschaltvermögen	6kA	10kA
Energiebegrenzungsklasse	3	
Stoßstromfestigkeit	250 A (8/20)	
Polzahl	2 (1 polig geschützt)	
Umgebungstemperatur	-25°C - + 40°C	
Lagertemperatur	-25°C - + 80°C	
Anschluss	<ul style="list-style-type: none"> • Zugang: anschlussfertige Bi-Connect-Klemme mit Raststellung → 1 bis 25 mm² • Abgang: Käfig-Klemme → 1 bis 25 mm² • Zugang QuickConnect → 63 A Phasenschiene • Abgang QuickConnect - massiv → 1,5 bis 2,5 mm² • Abgang QuickConnect - flexibel ohne Endhülse → 1,5 bis 2,5 mm² 	
Anschlussdrehmoment für Schraubklemme	2,8 Nm pro Klemme	

* Auslösecharakteristik - Leitungsschutzschalter
siehe Technikseiten LS-Schalter.
Durch die platzsparende 2-Modulbauweise eignet sich der FI/LS-Schalter besonders für den Einbau in Steckdosenstromkreisen.

Durch die installationsfreundliche Bi-Connect-Klemme ist ein Verschienen von mehreren FI/LS-Schalter problemlos möglich.

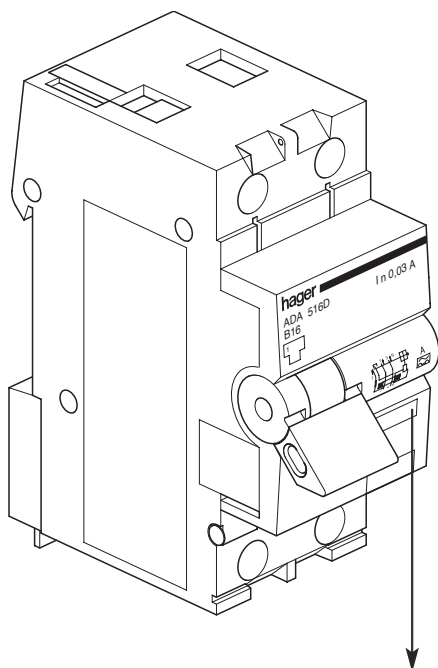
Fehlerstrom-Leitungsschutzschalter:

Der FI/LS-Schalter ist eine 1-polig geschützte und 2-polig geschaltete Gerätekombination von Fehlerstrom- und Leitungsschutzschalter. Eine sichere allpolige Abschaltung ist somit gewährleistet:

- bei Auftreten eines Fehlerstromes
- im Überlastfall
- im Kurzschlussfall

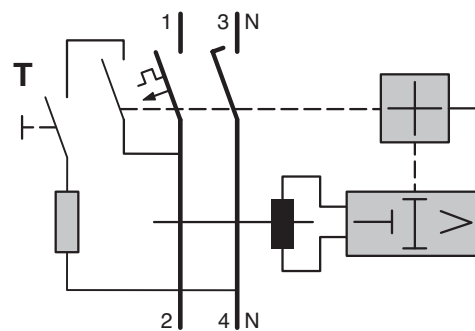
Fehlerstrom-
schutzschalter

10 kA Gerät

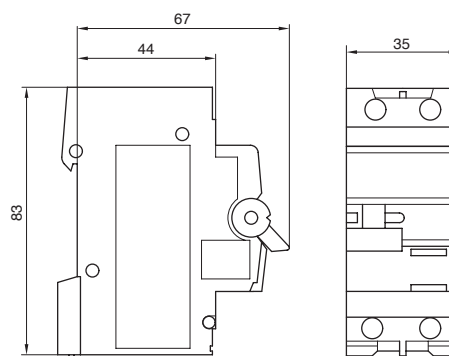


Fehlerstromanzeige
Nur bei Auslösung durch einen Fehlerstrom wird die Anzeige gelb.

Elektrischer Anschluss



Maßzeichnung Fehlerstrom-Leitungsschutzschalter FI/LS



Ausführung:	1/2/3/4 Phasenschiene								
Werkstoff der Schiene:	E - Cu F25								
Werkstoff der Extrusionsprofile (PVC/PVC-ABS/PC-ABS):	Kunststoff / temperaturbeständig > 80°C schwer entflammbar / selbstverlöschend								
Werkstoff der Spritztechnik Gehäuse: (Cycloy/2100)	Kunststoff / temperaturbeständig VST B120 (ISO) 138°C UL - V0 / 1,6 mm								
Glühdrahtbeständigkeit:	PVC - h und PVC / ABS = 650°C / 3,2 mm Cycloy C3600 = 960°C / 3,2 mm								
Klimafestigkeit:	nach DIN EN 60068								
Isolationskoordination:	Überspannungskategorie III Verschmutzungsgrad 2								
CTI-Wert der Isolierungen und Endkappen DIN VDE 0303 Teil 1:	<table border="0"> <tr> <td>PVC</td> <td>600 V</td> </tr> <tr> <td>PVC / ABS</td> <td>600 V</td> </tr> <tr> <td>Cycloy-C3600</td> <td>600 V</td> </tr> <tr> <td>Cycloy-C2100</td> <td>300 V</td> </tr> </table>	PVC	600 V	PVC / ABS	600 V	Cycloy-C3600	600 V	Cycloy-C2100	300 V
PVC	600 V								
PVC / ABS	600 V								
Cycloy-C3600	600 V								
Cycloy-C2100	300 V								

Mindestkriechstrecke für Mehrphasenschiene: > 4 mm

Vorschriften: DIN 57 606 / VDE 0606 (Verbindungsmaterial)
DIN 57 659 / VDE 0659 (Installationsverteiler)

Durchschlagfestigkeit der Isolierung:

PVC - h	> 40 kV / mm
PVC / ABS	35 kV / mm
Cycloy	> 32 kV / mm
PC	38 kV / mm

Stosspannungsfestigkeit:
=> 4,5 kV (1 kV / mmLS)
=> 4,5 mm

Nenntriebsspannung: 230 / 400 V

Betriebsmessungsstrom / Schienenquerschnitt:

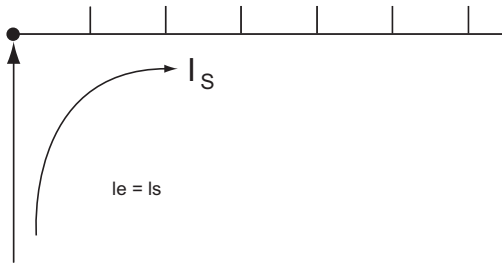
mm²	10	12	16	20	25	30	35
Is/Phase	63 A	65 A	80 A	90 A	100 A	125 A	130 A

Kurzschlussfestigkeit: =< 25 kA

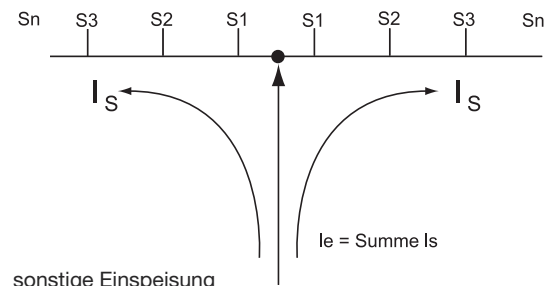
Belastbarkeit bei 35°C Umgebungstemperatur in Abhängigkeit von Einspeisepunkt!

Schienenquerschnitt		mm ²	Langloch- und Kammschienen					
			10	12	16	20	24	36
a	Einspeisung am Schienenanfang bzw. -ende							
	max. Schienenstrom/Phase Anschlussquerschnitt	A mm ²	63 10	65 16	80 16	90 25	100 25	130 35
b	Sonst. Einspeisung							
	max. Einspeisestrom/Phase Anschlussquerschnitt	A mm ²	100 25	110 35	120 35	150 2x25	170 2x25	220 2x35

a **Einspeisung am Schienenanfang bzw. -ende**



b **Mitteinspeisung**



sonstige Einspeisung

Bei Mitteinspeisung ist darauf zu achten, dass die Summe der Abgangsströme S1...S_n je Schienenzweig nicht größer ist als der oben genannte max. Schienenstrom I_s/Phase.