

## Sicherheit durch allstromsensitive FI-Schutzschalter Typ B



Personen- und Brandschutz in Niederspannungsanlagen, hier bei Anlagen in Kombination mit elektronischen Betriebsmitteln.

Der in Niederspannungsanlagen vermehrte Einsatz elektronischer Einrichtungen und Betriebsmittel erfordert insbesondere hinsichtlich des Personenschutzes, aber auch des Brandschutzes sowohl in der Elektroinstallation als auch in zugehörigen Stromverteilungssystemen eine besondere Beachtung bezüglich zugehöriger Schutzeinrichtungen. Bei der Errichtung von Niederspannungsanlagen im Frequenzbereich von 50 Hz treten bei einer Kombination mit elektronischen Betriebsmitteln im Fehlerfall glatte Gleichfehlerströme und hochfrequente Wechselfehlerströme auf, die mit herkömmlichen bekannten Fehlerstrom-Schutzschaltern vom Typ A nicht erfasst werden können. Zur Sicherstellung eines normgerechten Personen- und Brandschutzes ist deshalb der Einsatz von „allstromsensitiven“ FI-Schutzschaltern erforderlich, der breitbandig Fehlerströme aller Frequenzen, die in der Anlage auftreten können, erfasst und falls erforderlich – im Störfall – eine Freischaltung bewirkt. In den zugehörigen Bestimmungen VDE 0160, E VDE 0100 Teil 530, VDE 0100, Teil 7xx, wie auch in den Richtlinien des VdS 3501 und den Sicherheitsregeln des BGI 608 wird der Einsatz dieser Fehlerstrom-Schutzschalter vom Typ B gefordert und teilweise vorgeschrieben.

### Grundlagen und Anforderungen

Elektronische Betriebsmittel im gewerblichen und industriellen Bereich sowie im Büro-, Verwaltungs- und Wohnbereich, wie z.B. Wechselrichter und Frequenzumrichter (FU), USV-Anlagen, Schaltnetzteile, Audio- und Videogeräte, erzeugen im Allgemeinen am Ausgang eine bipolare, pulsweitenmodulierte Spannung, die Schaltfrequenzen bis zu einigen 10 kHz aufweisen kann. Im Fehlerfall erzeugen diese Betriebsmittel neben den 50 Hz-Wechsel- und Pulsleichfehlerströmen auch glatte Gleichfehlerströme und Fehlerströme mit Mischfrequenzen – bei Frequenzumrichtern z.B. die Schaltfrequenz (2 bis 16 kHz) und Oberschwingungen (bis 100 kHz) zuzüglich der Ausgangsfrequenz. Handels übliche pulsstromsensitive Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen nach DIN VDE 0664 T. 10 bzw. EN 61008-1 sind für Fehlerströme des Typs A ausgelegt, d.h. sie reagieren bestimmungsgemäß auf Wechselfehlerströme und pulsierende Gleichfehlerströme mit Netzfrequenz 50 Hz.

Die Ansprechschwellen für Fehlerströme abweichender Frequenzen sind hier nicht definiert. Insbesondere bei Fehlerströmen sehr geringer und sehr hoher Frequenz oder bei glattem Gleichstrom ist bei FI-Schutzschaltern vom Typ A ein Ansprechen nicht mehr gegeben.

Um auch beim Einsatz dieser elektronischen Betriebsmittel einen größtmöglichen Fehlerstromschutz zu gewährleisten, muss der hierzu verwendete FI-Schutzschalter den Fehlerstrom über ein breites Frequenzband erfassen und mit einer Sensitivität ansprechen, die zum einen ausreichend hoch ist, um das gewünschte Schutzziel zu erreichen, und zum anderen möglichst niedrig ist, um durch Ableitströme bedingte Fehlauslösungen zu vermeiden.

**Abbildung 2:**

Verschiedene Basischaltbilder für elektrische Betriebsmittel, die den zeitlichen Verlauf des Laststromes und des Fehlerstromes zeigen. Sie gibt für den umfassenden Schutz den geeigneten RCD Typen an.

| Zeile | Prinzipschaltung mit Fehlerstelle              | Form des Belastungsstromes | Form des Fehlerstromes | FI/DI-Auslösung                     |                                     |                                     |
|-------|--|----------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|       |  |                            |                        |                                     |                                     |                                     |
| 1     | Einphasig<br>                                  |                            |                        | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 2     | Einphasig mit Glättung<br>                     |                            |                        | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3     | Vollbrückenschaltung<br>                       |                            |                        | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4     | Vollbrückenschaltung, halb gesteuert<br>       |                            |                        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5     | Vollbrückenschaltung zwischen Außenleitern<br> |                            |                        | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6     | Drehstrom-Sternschaltung<br>                   |                            |                        | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 7     | Drehstrom-Vollbrückenschaltung<br>             |                            |                        | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8     | Phasenanschnittsteuerung<br>                   |                            |                        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9     | Burst-Steuerung<br>                            |                            |                        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Quelle: E DIN VDE 0100-530; Anhang B

Dabei ist anzustreben, dass der Bemessungsfehlerstrom, wie bisher üblich, den Schutzpegel kennzeichnet, der mit dieser Fehlerstrom-Schutzeinrichtung zu erzielen ist.

**Abbildung 3:** Allstromsensitiver FI-Schutzschalter



### Das Angebot von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

Die in Abbildung 2 entsprechend DIN VDE 0100-530 dargestellten Prinzipschaltbilder zeigen unterschiedliche Formen des Fehlerstromes auf. Da die Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen sich hin-

sichtlich ihrer Eignung zur Erfassung dieser Fehlerstromformen unterscheiden, ist bei der Auswahl und Festlegung der zugehörige Verbrauchereingang zu berücksichtigen.

FI-Schutzschalter der Baureihe Typ AC dienen der Erfassung von sinusförmigen Wechselfehlerströmen (Zeile 8 und 9 der Abbildung 2). Der Einsatz dieses Gerätetyps ist hier in Deutschland nicht zugelassen und enthält kein VDE-Prüfzeichen. FI-Schutzschalter der Baureihe Typ A erfassen neben sinusförmigen Wechselfehlerströmen auch pulsierende Gleichfehlerströme. Es handelt sich hierbei um den bekannten handelsüblich eingesetzten pulsstromsensitiven Fehlerstrom-Schutzschalter. Dieser Typ ist geeignet für elektronische Betriebsmittel mit Eingangsstromkreisen der Zeilen 1, 3 bis 5 sowie 8 und 9 der Abbildung 2.

FI-Schutzschalter der Baureihe Typ B übernehmen neben der Erfassung von Fehlerstromformen des Typs A auch die Erfassung von glatten Wechselfehlerströmen; sie sind damit für alle in Abbildung 2 genannten Strom-

kreise geeignet. FI-Schutzschalter dieser Baureihe erfassen also alle Fehlerstromarten entsprechend der Auslösecharakteristik B, d.h. sowohl glatte Gleichfehlerströme wie auch alle Wechselfehlerströme in allen Frequenzen und Mischfrequenzen bis 1 MHz werden erfasst und im Fehlerfall zuverlässig abgeschaltet.

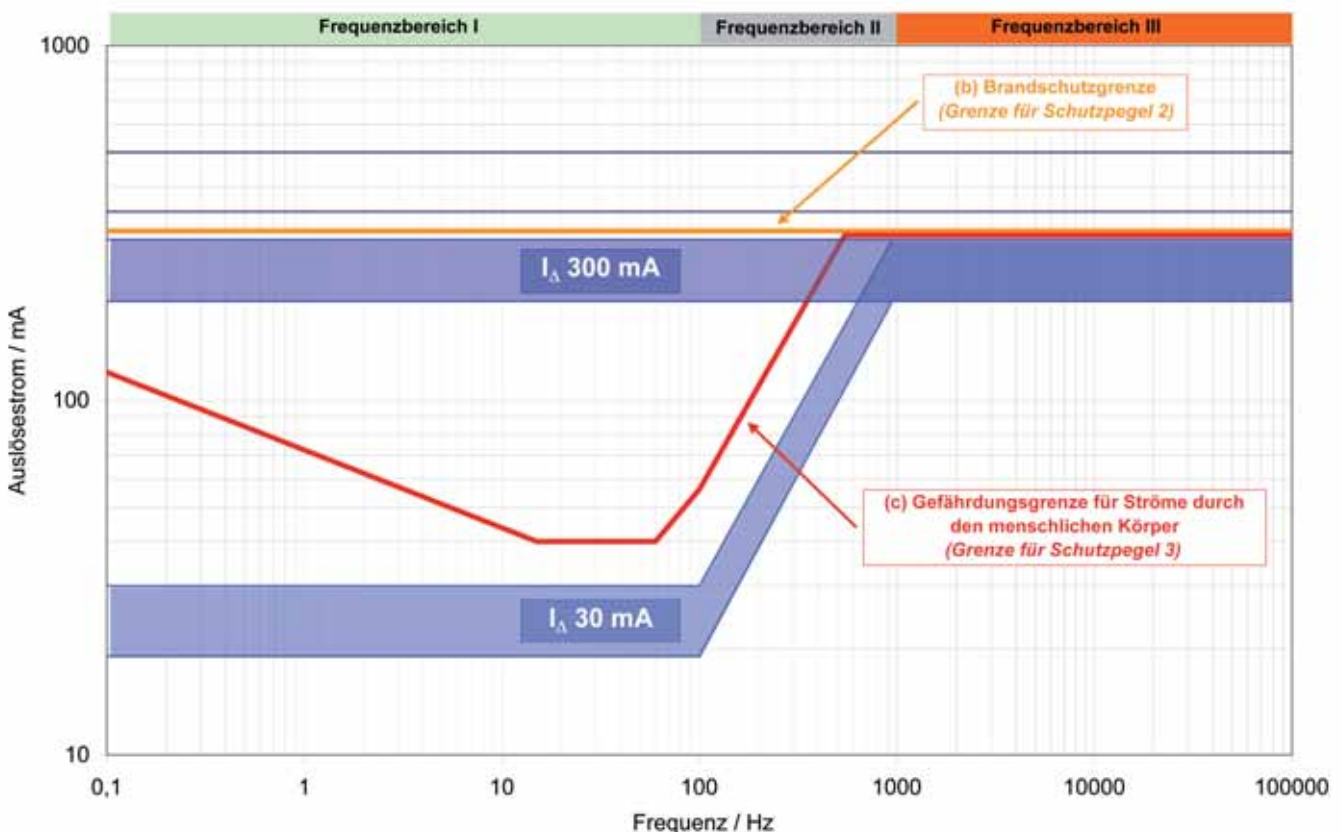
Die Auslöseempfindlichkeit ist hierbei nicht über den gesamten Auslösefrequenzbereich konstant, sondern weist gemäß Abbildung 4 je nach Bemessungsfehlerstrom einen unterschiedlichen Frequenzgang auf.

Die Anforderungen an den Frequenzgang des Ansprechstromes sind für diese Fehlerstrom-Schutzschalter Typ B in der Bestimmung VDE 0664 Teil 100 (Entwurf), Mai 2002 „Fehlerstrom-Schutzschalter Typ B zur Erfassung von Wechsel- und Gleichströmen“ festgelegt. In dieser Bestimmung sind einige Auslösestromwerte für einen Frequenzbereich von 0 bis 2000 Hz festgelegt. Diese Anforderungen wurden aus einer Gefährdungskurve abgeleitet, die in einem technischen Report nach

VDE V 0140-479-1 bzw. IEC/TS 60479-1 über die Gefahren des tödlichen elektrischen Schlags, d.h. des Risikos für Herzkammerflimmern infolge einer Körperdurchströmung für die Dauer von mehr als einer Herzperiode, angegeben ist.

Zur Vermeidung unerwünschter Auslösungen eines allstromsensitiven FI-Schutzschalters durch Ableitströme ist neben seinem Bemessungsfehlerstrom der Frequenzgang des Auslösestromes von Bedeutung. In der Errichterbestimmung für Niederspannungsanlagen E VDE 0100 Teil 530, Ausgabe Dezember 2005 Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Trennen, Schalten und Steuern, wird für den Fehlerstromschutz bei Anlagen in Kombination mit elektronischen Betriebsmitteln, die einen glatten Gleichfehlerstrom verursachen können, der Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen Typ B, also allstromsensitiver FI-Schutzschalter, verbindlich vorgeschrieben.

**Abbildung 4:** Frequenzgänge des Auslösestromes der FI-Schutzschalter im Bezug auf die Gefährdungsgrenzen für Personen- und Brandschutz



## Allstromsensitive FI-Schutzschalter gewährleisten Personen- und Brandschutz

Für Körperströme mit Frequenzen oberhalb von 1 kHz liegt die Gefährdungsgrenze für Herzkammerflimmern beim Menschen bei über 300 mA, jedoch kann ein hoher Fehlerstrom auch thermische Schäden im menschlichen Körper bewirken. Ein FI-Schutzschalter, der den Menschen auch bei direktem Berühren eines spannungsführenden Teiles schützen soll, muss deshalb auch im Frequenzbereich oberhalb von 1 kHz noch eine ausreichende Empfindlichkeit aufweisen. Allstromsensitive FI-Schutzschalter vom Typ B erfassen deshalb lückenlos auch noch Fehlerstromanteile mit Frequenzen bis zu 1 MHz mit ausreichender Empfindlichkeit. Damit ist der durch den Bemessungsfehlerstrom gekennzeichnete Schutzpegel, hier der Schutz bei indirektem Berühren oder auch der Schutz bei direktem Berühren oder der Brandschutz, über bestimmte Frequenzbereiche – wie nachstehend – gegeben.

Entsprechend Abbildung 3 verläuft der Frequenzgang des Auslösestroms unterhalb der im Report IEC 60479-2 definierten Gefährdungskurve, die die Stromgrenzwerte für das Risiko eines tödlichen elektrischen Schlags in Abhängigkeit von der Frequenz angibt. Die Extrapolation dieser Kurve über 1 kHz hinaus und die Angaben zur thermischen Wirkung des Stromes auf den menschlichen Körper lassen den Schluss zu, dass die Grenze der Strombelastung bei höheren Frequenzen oberhalb von  $I_N = 300$  mA liegt.

### Schutz gegen elektrischen Schlag

Fehlerstromschutz/Schutz bei indirektem Berühren

Ein umfassender Schutz bei indirektem Berühren gemäß DIN VDE 0100-410 lässt sich mit diesem FI-Schutzschalter Typ B auch dann verwirklichen, wenn elektronische Betriebsmittel Fehlerströme hoher Frequenz, wie z.B. ein Frequenzumrichter mit einer Taktfrequenz von 8 bis 16 kHz, verursachen. Der Erdungswiderstand ergibt sich dabei nicht, wie bei herkömmlichen FI-Schutzschaltern, aus der maximal zulässigen Berührungsspannung und dem für 50 Hz definierten Bemessungsfehlerstrom, sondern aus der

maximal zulässigen Berührungsspannung und dem Maximalwert des Auslösestromes im gesamten erfassten Frequenzbereich. Eine definierte obere Auslöseschwelle und ein lückenloser Auslösefrequenzgang sind daher für die Festlegung des maximalen Erdungswiderstandes Voraussetzung. Bei Frequenzen über 100 Hz und bei Bemessungsfehlerströmen von  $I_N > 30$  mA ist für den Schutz bei indirektem Berühren der maximal zulässige Erdungswiderstand zu bestimmen.

Dabei sind folgende Kriterien zu beachten:

- der Frequenzgang des FI-Schutzschalters
- die maximal zulässige Berührungsspannung (z.B. 50 V)
- maßgebliche Frequenzanteile des Fehlerstromes.

Um die Abschaltbedingungen des FI-Schutzschalters zu erfüllen, sind dessen Auslöseverhalten bei unterschiedlichen Frequenzen und in dem jeweiligen Anwendungsfall auftretenden Frequenzspektren am Fehlerort zu berücksichtigen.

Unter der Annahme von ungünstigen Bedingungen wird bei einem Bemessungsfehlerstrom von  $I_N = 30$  mA ein maximal zulässiger Erdungswiderstand bei einer Berührungsspannung 50 V von  $1.665 \Omega$  empfohlen (bei  $I_N = 300$  mA von  $165 \Omega$ ).

### Zusatzschutz/Schutz bei direktem Berühren

Die FI-Schutzschalter vom Typ B mit einem Bemessungsfehlerstrom  $I_N 30$  mA sind auf größtmöglichen Schutzzumfang bei geringer Neigung zu Fehlauflösungen durch kapazitive Ableitströme optimiert. Der Frequenzgang des Auslösestromes verläuft deutlich unterhalb der im Report VDE V 0140-479 definierten Gefährdungskurve, die die Stromgrenzwerte für das Risiko eines tödlichen elektrischen Schlags in Abhängigkeit von der Frequenz angibt; siehe hierzu Abbildung 4.

Die Extrapolation dieser Kurve über die Frequenz von 1 kHz hinaus und die Angaben zur thermischen Wirkung des Stromes auf den menschlichen Körper lassen den Schluss zu, dass die Grenze der Strombelastung bei höheren Frequenzen oberhalb von 300 mA liegt (die Wirkung von Strömen mit Frequenzen  $>100$  Hz auf den Menschen ist zurzeit, insbesondere hinsichtlich einer thermischen und elektro-

chemischen Schädigung, noch nicht vollständig erforscht, so dass diese Aussage nicht mit letzter Sicherheit getroffen werden kann).

Die maximale Auslöseschwelle eines FI-Schutzschalters Typ B mit einem Bemessungsfehlerstrom von  $I_N 30$  mA liegt für Frequenzen zwischen 0 und 100 Hz bei 30 mA, steigt für Frequenzen bis 600 Hz und darüber auf maximal 300 mA an und bleibt damit unterhalb der Gefährdungskennlinie.

Nach bisherigen Erkenntnissen ist dadurch über den gesamten Frequenzbereich bis 600 Hz ein Schutz bei direktem Berühren, also ein voller Personenschutz und darüber hinaus ein vollumfänglicher Fehlerschutz als Schutz bei indirektem Berühren gegeben.

### Brandschutz

Der Brandschutz als Schutz gegen elektrisch gezündete Brände muss durch den Einsatz eines FI-Schutzschalters vom Typ B in einem Frequenzbereich von 0 bis mindestens 100 kHz sicher Fehlerströme  $\geq 300$  mA abschalten. Hierbei darf es zu keinen Fehlauslösungen kommen. VdS 3501-Richtlinie zur Schadenverhütung Isolationsfehlerschutz in elektrischen Anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln empfiehlt ebenso den Einsatz dieser FI-Schutzschalter vom Typ B zum Sachschutz in feuergefährdeten Betriebsstätten. Ein Brandschutz, wie dieser durch herkömmliche FI-Schutzschalter nur bei 50 Hz gewährleistet ist, wird durch FI-Schutzschalter Typ B mit einem Bemessungsfehlerstrom von  $I_N 300$  mA bei Fehlerströmen aller Frequenzen bis 1 MHz gewährleistet. Die Auslösekennlinien verlaufen unterhalb der zugehörigen Gefährdungskennlinie („Brandschutzgrenze“) und bieten damit den vollen Brandschutz, bei hohen Frequenzen des Fehlerstromes ebenso wie bei der Bemessungsfrequenz.

Das neue Hager Angebot für Niederspannungsanlagen in Kombination mit elektronischen Betriebsmitteln nach VDE 0160/EN 50178

### Allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter Typ B

Schutz und Sicherheit durch Erkennung glatter Gleichfehlerströme und Wechselfehlerströme bis 1 MHz

- Prüfzeichengenehmigt nach VDE 0664-10 und

E VDE 0664-100

- Große Unempfindlichkeit gegenüber transienten Ableit- und Fehlerströmen durch eine Stoßstromfestigkeit  $> 5$  kA
- Geringe Empfindlichkeit gegenüber stationären Ableitströmen
- Elektromagnetische Verträglichkeit entsprechend VDE 0664-30 sowie VDE 0839-6-2 (Störfestigkeit – Industriebereich)
- Bemessungsströme: 40 und 63 A
- Bemessungsfehlerströme: 30 und 300 mA
- Geringe Baugröße: 4 PLE für beide Bemessungsströme

Bei Niederspannungsanlagen in Kombination mit elektronischen Betriebsmitteln, wie z.B. Frequenzumrichter, USV-Anlagen, Schaltnetzwerke, Hochfrequenzstromrichter u.a., treten glatte Gleichfehlerströme oder Fehlerströme mit Frequenzen bis zu 1 MHz auf; hier ist zum Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ausschließlich der Einsatz von Fehlerstrom-Schutzschaltern Typ B zulässig. Hager Fehlerstrom-Schutzschalter Typ B erfassen alle Fehlerstromarten entsprechend der Auslösecharakteristik B gemäß IEC 60755, d.h. auch glatte Gleichfehlerströme. Darüber hinaus sprechen diese FI-Schutzschalter auch auf Wechselfehlerströme mit allen Frequenzen und Mischfrequenzen bis 1 MHz an.

### Durchgängiger Schutz in Anlagen mit geringen und mittleren Ableitströmen

Die Hager FI-Schutzschalter Typ B mit einem Bemessungsfehlerstrom  $I_N 30$  mA bieten im Frequenzbereich von 0 bis 100 Hz einen absoluten Schutz bei direktem Berühren / Zusatzschutz und darüber hinaus bis  $> 100$ . Die Ansprechschwelle des Auslösestromes liegt in allen Frequenzbereichen gemäß Abbildung 4 unterhalb der Gefährdungskurve. Auch die Hager FI-Schutzschalter Typ B mit einem Bemessungsfehlerstrom  $I_N 300$  mA bieten über den gesamten Frequenzbereich, insbesondere auch bei hohen Frequenzen des Fehlerstromes, ebenso wie bei der Bemessungsfrequenz einen vollumfänglichen Brandschutz neben einem umfassenden Fehlerstromschutz; auch hier verläuft der Frequenzgang mit dem Bemessungsfehlerstrom  $I_N 300$  mA im gesamten Erfassungsbereich unterhalb der Gefährdungskurve von 300 mA („Brandschutzgrenze“).

## Schutz ohne unerwünschte Abschaltungen durch Stoßfehlerströme

Zur Vermeidung von Fehlfunktionen bei Fehlerstrom-Schutzschaltern vom Typ B sind Maßnahmen erforderlich, die auch bei unsymmetrischer Belastung sowohl den Einsatz von ableitstromarmen Netzfiltern oder Netzdrosseln als auch zur Eliminierung betriebsbedingter, kurzzeitiger Ableitströme eine entsprechend kurzzeitverzögerte Abschaltung gewährleisten. Hierzu werden vom Hersteller eine hohe Unempfindlichkeit gegenüber transienten Ableit- und Fehlerströmen durch eine entsprechend hohe Stoßstromfestigkeit mit  $> 5$  kA geboten. Alle Varianten der Typen B haben diese hohe Stoßstromfestigkeit und besitzen diesbezüglich die Eigenschaft eines kurzzeitverzögerten FI-Schutzschalters. Hierdurch werden unerwünschte Auslösungen durch kurzzeitige impulsförmige Ableitströme, die beispielsweise beim Einschalten von Frequenzumrichtern über die Entstörfilter abfließen, weitestgehend verhindert.

## Schutz auch bei fehlerhaftem Versorgungsnetz

Die allstromsensitive Schutzfunktion aller FI-Schutzschalter vom Typ B ist bei Betrieb mit zwei oder mehr aktiven Leitern (auch ohne Neutralleiter) für Spannungen ab 30 VAC bis 400 VAC gewährleistet. Selbst für den Fall, dass die Spannung aller aktiven Leiter unter 30 VAC beträgt oder nur noch ein Leiter Spannung führt, ist der Schutzzumfang eines herkömmlichen pulsstromsensitiven FI-Schutzschalters durch eine netzspannungsunabhängige Auslösefunktion gegeben. Durch diese Funktion dürfen die FI-Schutzschalter vom Typ B auch bei Unterbrechung der Netzspannung eingeschaltet bleiben, so dass nach einem Netzspannungsausfall eine manuelle Wiedereinschaltung entfällt. Anmerkung: Solange ein Strom nicht an der FI-Schutzeinrichtung vorbei zum Schutzleiter fließt, wird das Prinzip der Differenzstromerfassung nicht gestört, egal ob 1-polige (2-polige) oder 3- oder 4-polige Verbraucher angeschlossen werden.

## Sicherheits- und normgerechter Schutz

Der sicherheitsgerechte Einsatz von FI-Schutzschaltern für Fehlerströme vom Typ B wird gefordert in:

- DIN VDE 0160/EN 50178 Errichtungsbestimmung Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
- DIN VDE 0100-530, Errichten von Niederspannungsanlagen (Entwurf 12.2005), Teil 530: Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln – Trennen, Schalten und Steuern. Hier wird für Fehlerstrom-Schutzschaltungen in Anlagen mit Betriebsmitteln, die einen glatten Gleichfehlerstrom verursachen können, der Einsatz von Fehlerstrom-Schutzschaltern Typ B vorgeschrieben
- BGI 608, Sicherheitsregeln der Berufsgenossenschaft, Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen.

Die Hager FI-Schutzschalter Typ B erfüllen die Bauvorschriften VDE 0664-10 – Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter – allgemeine Anforderungen E VDE 0664-100 – FI-Schutzschalter Typ B zur Erfassung von Wechsel- und Gleichströmen und tragen das VDE-Prüfzeichen. Sie erfüllen damit die nationale und europäische Norm EN 61008.

## Richtige Planung und Anwendung von allstromsensitiven FI-Schutzschaltern in Niederspannungsanlagen bei einer Kombination mit elektronischen Betriebsmitteln

Bei der Planung und Projektierung ist darauf zu achten, dass bei Stromkreisen mit elektronischen Betriebsmitteln nach DIN VDE 0160/EN 50178, Abschnitt 5.3.2.3, einem FI-Schutzschalter vom Typ B keine pulsstromsensitiven FI-Schutzeinrichtungen vom Typ A vorgeschaltet werden, da diese durch den glatten Gleichfehlerstrom in ihrer Funktion beeinträchtigt würden (Vormagnetisierung des Wandlerkerns).

## Einsatz allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter in der Praxis

Verbindlich gefordert wird diese Schutzmaßnahme und der Einsatz von FI-Schutzschaltern vom Typ B nach VDE 0100 Teil 7xx – Errichten von Niederspannungsanlagen; Anforderungen an Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art u.a. in me-

dizinisch genutzten Räumen, in baulichen Anlagen für Menschenansammlungen, in Unterrichtsräumen mit Experimentiereinrichtungen, in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten usw.

Es gelten hier zum Beispiel die Bestimmungen VDE 0100, Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen an Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art für

Teil 710: medizinisch genutzte Bereiche

Ein umfassender Schutz bei indirektem Berühren ist mit den Typen B insbesondere auch in der Medizintechnik zu verwirklichen, wo elektronische Betriebsmittel wie Hochfrequenzstromrichter, Röntengeräte, CT-Anlagen usw. Fehlerströme hoher Frequenz verursachen können.

Teil 712: Solar-Photovoltaik (PV)-Stromversorgungssysteme

Hier werden sowohl die Anforderungen an die PV-Geräte und Betriebsmittel als auch an die kompletten PV-Anlagen geregelt. Dies betrifft insbesondere die Wechselrichter als Schnittstelle zwischen dem Netz der örtlichen Energieversorgung und dem Photovoltaik-Generator. Gerade in Netzen mit unzureichenden Erdungsbedingungen (z. B. im TT-Netzsystem) kann bei einem Einsatz eines einphasig einspeisenden, traflosen Wechselrichters im Fehlerfall ein glatter Gleichfehlerstrom fließen. Zum Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im Fehlerfall ist hier ein allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter Typ B einzusetzen.

Teil 723: Unterrichtsräume und Experimentiereinrichtungen

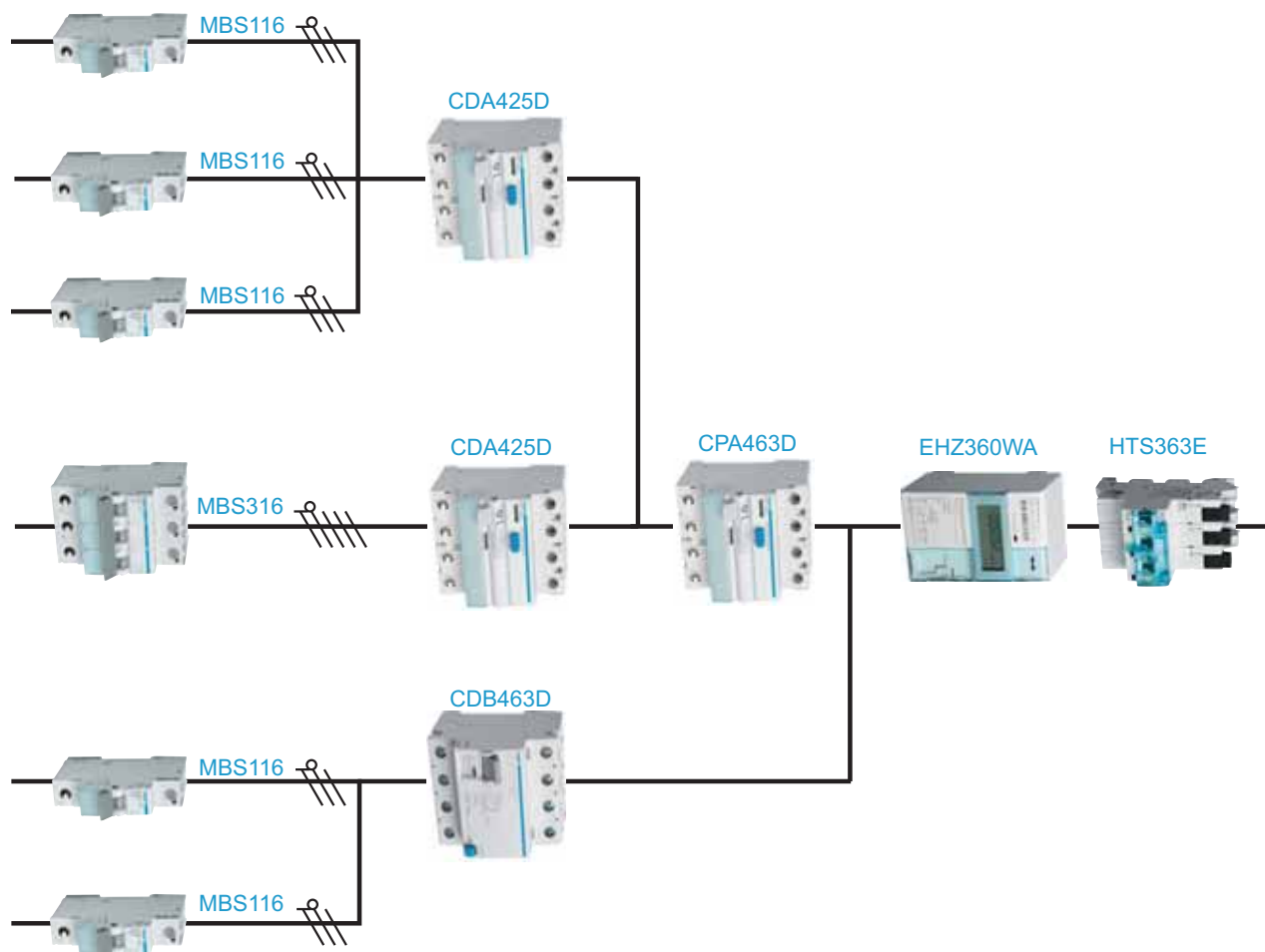
Diese Norm gilt auch für Einrichtungen in naturwissenschaftlichen Schulungs-, Lehr- und Experimentierstätten und Laboren. Mit der neuen Errichtungsbestimmung nach DIN VDE 0100 Teil 723, Ausgabe 06.2005, ist zum Schutz gegen elektrischen Schlag der Einsatz von FI-Schutzschaltern Typ B mit einem Bemessungsfehlerstrom  $I_N 30$  mA in diesen Bereichen vorgeschrieben; auch hier können – durch elektronische Einrichtungen – im Fehlerfall glatte Gleichfehlerströme auftreten.

## Empfehlung

Bei einem (auch späteren) Einsatz elektronischer Betriebsmittel in der Niederspannungsanlage mit Nennspannungen bis 230/400 V, 50 Hz, hier im gewerblichen und industriellen Bereich sowie in Wohn- und Verwaltungsbereichen, wird zum Personen- und Brandschutz der Einbau von allstromsensitiven Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCCB) der Auslösecharakteristik B mit einem Bemessungsfehlerstrom von 30 mA bzw. 300 mA empfohlen, teilweise auch vorgeschrieben. Handelsübliche Fehlerstrom-Schutzschalter mit der Auslösecharakteristik A können derartige Fehlerströme nicht korrekt erfassen, so dass eine ordnungsgemäße Auslösung des Fehlerstrom-Schutzschalters hier nicht gewährleistet ist.

Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCB) mit der Auslösecharakteristik B erfassen alle Fehlerstromarten zuverlässig, d.h. glatte Gleichfehlerströme und Wechselfehlerströme mit allen Frequenzen und Mischfrequenzen bis 1 MHz werden hier zuverlässig abgeschaltet.

**Abbildung 5:**  
Anschlussschema FI-Schalter Typ A und FI-Schalter Typ B



**Hager allstromsensitive Fehlerstrom-Schutzschalter Typ B**

**Schutz und Sicherheit durch Erkennung glatter Gleichfehlerströme und Wechselfehlerströme bis 1 MHz**

Zugehörige Normen, Bestimmungen und Richtlinien

VDE 0100 Teil 410  
Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 410: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag

VDE 0100 Teil 482  
Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 482: Schutzmaßnahmen – Auswahl von Schutzmaßnahmen Brandschutz bei besonderen Risiken oder Gefahren

VDE 0100 Teil 530  
Errichten von Niederspannungsanlagen – Entwurf Teil 530: Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln – Trennen, Schalten, Steuern

VDE 0100 Teil 710  
Errichten von Niederspannungsanlagen: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art Teil 710: medizinisch genutzte Bereiche

VDE 0100 Teil 712  
Errichten von Niederspannungsanlagen: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art Teil 712: Solar Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme

VDE 0100 Teil 723  
Errichten von Niederspannungsanlagen: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art Teil 723: Unterrichtsräume mit Experimentiereinrichtungen

VDE 0160/EN 50178 – insbesondere die Abschnitte 5.2.11.2 und 5.3.2.3  
Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln „Einsatz allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen“

VDE 0664 Teil 10/EN 61008-1  
Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen – allgemeine Anforderungen

VDE 0664 Teil 100 Entwurf – Fehlerstrom-Schutzschalter Typ B zur Erfassung von Wechsel- und Gleichströmen  
VDE 0664 Teil 30/EN 61543 Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen elektromagnetische Verträglichkeit

VDE V 0140-479-1/IEC/TS 60479-1 – Technischer Report, zuzüglich IEC/TS 60479, Teil 2, Wirkungen des elektrischen Stromes auf Menschen und Nutztiere „Gefährdungskurven Strom/mA zur Frequenz/1Hz bis 100 kHz“

IEC 60755  
Zusätzliche Anmerkungen zu Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen speziell zur Auslösecharakteristik A und B (nur im außereuropäischen Raum)

VdS 3501  
Richtlinie zur Schadenverhütung vorbeugender Brandschutz, Isolationsfehlerschutz in elektrischen Anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln – RCCB und RCM

BGI 608  
Sicherheitsregeln der Berufsgenossenschaft, Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen

## FI-Schalter, 4-polig, Typ B

FI Schalter Typ B  
 - Normen: DIN VDE 0664 T 100, VDE 0664 T 10, EN 61008-1  
 - Bemessungsspannung 230/400 V AC 50/60 Hz  
 - allstromsensitiv und stoßstromfest bis 250A  
 - Kurzschlussfestigkeit 10 kA bei Vorsicherung 100 A / gL

- geeignet zum nachträglichen Anbau von Zusatzeinrichtungen  
 - mit installationsfreundlicher Bi-Connect-Klemme  
 - Berührungsschutz nach DIN VDE 0106 Teil 100



### FI-Schutzschalter, 4-polig, Typ B



| Bezeichnung                      | In [A] | IΔn [A] | PLE | VPE | Best.Nr.       | PrGr | Preis €/St. |
|----------------------------------|--------|---------|-----|-----|----------------|------|-------------|
| FI-Schutzschalter 4P 40A 30mA B  | 40     | 0,03    | 4   | 1   | <b>CDB440D</b> | H29  | 640,00      |
| FI-Schutzschalter 4P 63A 30mA B  | 63     | 0,03    | 4   | 1   | <b>CDB463D</b> | H29  | 872,00      |
| FI-Schutzschalter 4P 40A 300mA B | 40     | 0,3     | 4   | 1   | <b>CFB440D</b> | H29  | 576,00      |
| FI-Schutzschalter 4P 63A 300mA B | 63     | 0,3     | 4   | 1   | <b>CFB463D</b> | H29  | 790,00      |

CDB440D



### Hilfsschalter für FI-Schalter 125A und FI-Schalter Typ B

#### Eigenschaften:

1S + 1Ö / 6 A 230 V AC für FI-Schutzschalter, 125 A, 4-polig

| Bezeichnung                            | PLE | VPE | Best.Nr.     | PrGr | Preis €/St. |
|--|-----|-----|--------------|------|-------------|
| Hilfsschalter FI-Schalter 125A 230V AC | 0,5 | 1   | <b>CZ009</b> | H27  | 25,80       |

CZ009

Hager  
Vertriebsgesellschaft mbH & Co. KG  
Zum Gunterstal  
66440 Blieskastel

Telefon 06842 945-0  
Telefax 06842 945-7666

[www.hager.de](http://www.hager.de)