

## Auslegung des Schutzerdungsleiters

### 1 Anzuwendende Norm

DIN EN 61800-5-1 Elektrische Leistungsantriebe mit einstellbarer Drehzahl – Teil 5-1: Anforderungen an die Sicherheit – Elektrische, thermische und energetische Anforderungen (IEC 61800-5-1:2007); Deutsche Fassung EN 61800-5-1:2007

### 2 Begriffsdefinition

Für folgende Antriebsbaugruppen gilt die Schutzleiterauslegung:

**BDM** Antriebsmodul, das aus einer Stromrichterbaugruppe und einer Steuer- und Regeleinrichtung für Drehzahl, Drehmoment, Strom oder Spannung usw. besteht.  
(basic drive module)

**CDM** Antriebssystem ohne den Motor und ohne die mechanisch mit der Motorwelle verbundenen Messfühler, das aus dem BDM und aus Erweiterungen wie z.B. der Speisebaugruppe und Hilfsausrüstungen besteht, aber nicht darauf beschränkt ist.  
(complete drive module)

**PDS** System zur Drehzahlsteuerung eines elektrischen Motors einschließlich CDM und Motor, jedoch ohne angetriebene Ausrüstung.  
(power drive system)

Technische Information / Datenblatt	Auslegung des Schutzerdungsleiters			
Frequenzumrichter	TI 80-0019	V 1.5	3517	de

### 3 Anforderungen und Betriebsbedingungen

#### 3.1 Betriebsbedingungen

Sobald das PDS/CDM/BDM mit Energie versorgt wird, **muss** ein Schutzerdungsleiter (PE) angeschlossen sein. (Ausnahme: das PDS/CDM/BDM erfüllt die Anforderung der Schutzklasse II – DIN EN 61800-5-1 Abschnitt 4.3.5.6)

Maßgebliches Kriterium für die Auslegung des Schutzerdungsleiters ist neben der Anschlussleistung die Höhe des Ableitstroms (Erdstroms).

Als Grenzwerte für den Ableitstrom gelten **AC 3,5 mA** oder **DC 10 mA**

Es ist davon auszugehen, dass im normalen Betrieb des Frequenzumrichters (CDM) Ableitströme  $\geq$  **AC 3,5 mA** auftreten. Somit ist der Schutzerdungsleiter so zu installieren, dass die nachfolgenden Anforderungen für Anlagen mit hohen Ableitströmen erfüllt werden.

<b>i</b> Information	Kennzeichnung
 <p>Warnsymbol ISO 7000-04034 (2004-01)</p>	<p>Die Tatsache, dass der Berührungsstrom im Schutzerdungsleiter den Grenzwert von <b>AC 3,5 mA</b> oder <b>DC 10 mA</b> überschreitet, muss zusätzlich in den Errichtungs- und Instandhaltungshandbüchern angegeben werden. Außerdem muss auf dem Produkt das Warnsymbol ISO 7000-04034 (2004-01) angebracht werden und im Errichtungshandbuch muss eine Anweisung für den Anwender gegeben werden, dass der Mindestquerschnitt des Schutzleiters den örtlichen Sicherheitsvorschriften für Schutzerdungsleiter für Ausrüstungen mit hohem Ableitstrom entsprechen muss.</p>

#### 3.2 Anforderungen für Ausrüstungen mit hohen Ableitströmen

##### 3.2.1 Anschluss über Stecker und Steckdose

1. Ist der Schutzerdungsleiter trennbar über eine Steckverbindung geführt, muss bei Trennung der Verbindung gleichzeitig die Energiezufuhr zum zu schützenden Teil unterbrochen werden.
2. Der Mindestquerschnitt des Schutzerdungsleiters beträgt 2,5 mm<sup>2</sup>.
3. Der Schutzerdungsleiter muss Bestandteil des mehradrigen Stromversorgungskabels sein.
4. Eine angemessene Zugentlastungsvorrichtung muss vorhanden sein.
5. Der Schutzerdungsleiter ist so anzuschließen, dass bei Ausfall der Zugentlastungsvorrichtung der Schutzerdungsleiter der letzte Leiter ist, der unterbrochen wird. Dies wird üblicherweise dadurch sichergestellt, dass der Schutzerdungsleiter im Stecker länger als die übrigen Leitungen ausgeführt wird.
6. Verwendet werden Stecker für industrielle Anwendungen nach IEC 60309:



CEE Wechselstromstecker  
16 A, 230 V, L+N+PE, 6h, IP44



CEE Drehstromstecker  
16 A, 400 V, 3L+PE, 6h, IP44

- Wird bei einphasigem Anschluss kein Steckverbinder für industrielle Anwendung nach IEC 60309 verwendet sondern beispielsweise ein sogenannter Schukostecker, darf der Berührungsstrom (gemessen nach DIN EN 61800-5-1 Abschnitt 4.3.5.6) einen Wert von AC 3,5 mA oder von DC 10 mA nicht überschreiten.

Im Zusammenhang mit dem Betrieb von Frequenzumrichtern ist dabei zu beachten, dass ohne spezielle Zusatzmaßnahmen diese Werte im Normalbetrieb üblicherweise überschritten werden.

- Adapterleitungen von einem Schukostecker auf Wechselstromkupplung CEE blau L+N+PE sind nicht normkonform.

### 3.2.2 Ortsfester Anschluss

- Verwendung eines Schutzerdungsleiters von mindestens 10 mm<sup>2</sup> Cu oder 16 mm<sup>2</sup> Al  
oder
- Eine automatische Abschaltung des Netzes bei Unterbrechung des Schutzerdungsleiters  
oder
- Anschließen eines zweiten Schutzerdungsleiters mit demselben Querschnitt wie der ursprüngliche Schutzerdungsleiter."  
oder
- Der Mindestquerschnitt des Schutzerdungsleiters beträgt 2,5 mm<sup>2</sup>. Der Schutzerdungsleiter muss Bestandteil des mehradrigen Stromversorgungskabels sein. Eine angemessene Zugentlastung muss vorhanden sein. Der Schutzerdungsleiter ist so anzuschließen, dass bei Ausfall der Zugentlastungsvorrichtung der Schutzerdungsleiter der letzte Leiter ist, der unterbrochen wird.

### 3.2.3 Generelle Anforderungen

Alle o.g. Querschnitte für den Schutzerdungsleiter stellen Minimalanforderungen dar. Bei größeren Anschlussleistungen richtet sich der Querschnitt des Schutzerdungsleiters nach dem Querschnitt der Außenleiter des PDS/CDM/BDMs. Wenn es die örtlichen Verdrahtungsvorschriften nicht anders vorgeben, muss der Querschnitt des Schutzerdungsleiters nach der folgenden Tabelle oder durch Berechnung nach IEC 60364-5-54, 543.1 ermittelt werden.

Querschnitt der Außenleiter des PDS/CDM/BDM „S“ [mm <sup>2</sup> ]	Mindestquerschnitt des entsprechenden Schutzerdungsleiters „S <sub>p</sub> “ [mm <sup>2</sup> ]
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
35 < S	S/2

#### Information

#### Material Schutzerdungsleiter

Die Werte der Tabelle gelten nur, wenn der Schutzerdungsleiter aus dem gleichen Material hergestellt ist wie der Außenleiter. Falls das nicht der Fall ist, muss der Querschnitt des Schutzerdungsleiters in der Weise ermittelt werden, dass eine Leitfähigkeit entsteht, die den Ergebnissen der Anwendung in der Tabelle gleichwertig ist.

Der Querschnitt eines jeden Schutzerdungsleiters, der nicht Bestandteil des Stromversorgungskabels ist, darf in keinem Fall geringer sein als

- 2,5 mm<sup>2</sup>, wenn mechanischer Schutz vorhanden ist,  
oder
- 4 mm<sup>2</sup>, wenn kein mechanischer Schutz vorhanden ist.

## 4 Schutzleiteranschluss

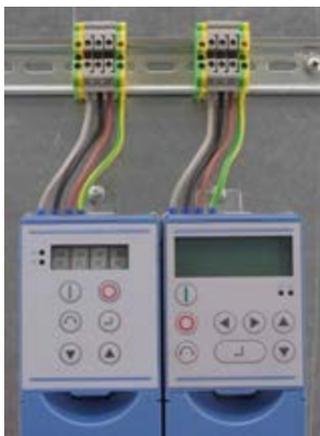
### 4.1 Baureihe SK 500E – Schutzleiteranschluss

Für den Anschluss des Schutzleiters sind folgende grundlegenden Bedingungen relevant.

1. Die Geräte der Baureihe SK 500E verfügen über zwei PE-Anschlussklemmen. Beide Klemmen werden mit dem zentralen PE-Anschluss des Schaltschranks verbunden, um der Forderung nach einem redundanten Erdanschluss (zweiter Schutzerdungsleiter) nachzukommen. Der alternativ mögliche Anschluss eines PE-Leiters mit einem Querschnitt  $\geq 10 \text{ mm}^2$  (Cu) ist bei Geräten kleiner Leistung nicht praktikabel.
2. Für die Verdrahtung mit Einzeladern im Schaltschrank ist ein Mindestquerschnitt von  $2,5 \text{ mm}^2$  vorgegeben, wenn mechanischer Schutz vorhanden ist.
3. Eine PE-Anschlussklemme darf nur mit **einer** Einzelleitung belegt werden.

#### 4.1.1 Anschlussbeispiele

##### 4.1.1.1 PE-Anschluss netzseitig



- Jede netzseitige PE-Anschlussklemme ist mit einer Einzelader an einer PE-Anschlussklemme auf der Hutschiene zu erden.
- Das „Durchschleifen“ einer PE-Einzelleitung von Gerät zu Gerät ist nicht zulässig.
- Die PE-Klemmen auf den Hutschienen sind konstruktionsbedingt elektrisch mit diesen verbunden. Die Hutschienen sind Bestandteil der zentralen Erdung des Schaltschranks und sind ebenfalls mittels PE-Leitungen zu erden. Die Schraubverbindung zwischen Hutschiene und Montageplatte gilt nicht als elektrische Verbindung!

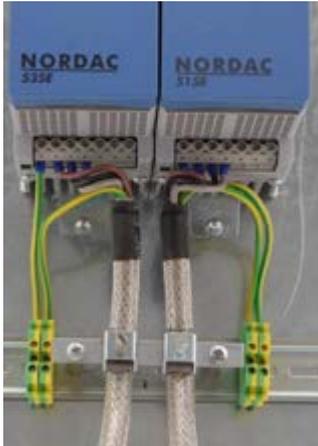
##### 4.1.1.2 PE-Anschluss motorseitig

###### Variante 1



- Jede motorseitige PE-Anschlussklemme ist mit einer Einzelader an einer PE-Anschlussklemme auf der Hutschiene zu erden.
- Der Anschluss des Motorkabels erfolgt an den Anschlussklemmen auf der Hutschiene. Für das Motorkabel ist eine ausreichende Zugentlastung vorzusehen.
- Die PE-Klemmen auf den Hutschienen sind konstruktionsbedingt elektrisch mit diesen verbunden. Die Hutschienen sind Bestandteil der zentralen Erdung des Schaltschranks und sind ebenfalls mittels PE-Leitungen zu erden. Die Schraubverbindung zwischen Hutschiene und Montageplatte gilt nicht als elektrische Verbindung!

### Variante 2



- Wird das Motorkabel, ohne Zwischenklemmen, direkt an den Motorklemmen des Umrichters angeschlossen, ist die PE-Leitung des Motorkabels über PE-Anschlussklemmen auf der Hutschiene anzuschließen.
- Der Kabelschirm des Motorkabels wird großflächig auf der Schirmschiene aufgelegt, das Motorkabel ist zugentlastet. Bei Verwendung eines ungeschirmten Motorkabels, ist für eine ausreichende Zugentlastung zu sorgen.
- Die PE-Klemmen auf den Hutschienen sind konstruktionsbedingt elektrisch mit diesen verbunden. Die Hutschienen sind Bestandteil der zentralen Erdung des Schaltschranks und sind ebenfalls mittels PE-Leitungen zu erden. Die Schraubverbindung zwischen Hutschiene und Montageplatte gilt nicht als elektrische Verbindung!

### Variante 3



- Motorseitig kann die Rangierung des PE-Leiters auch mit Hilfe des optional erhältlichen Schirmwinkels ausgeführt werden.
- Der Kabelschirm des Motorkabels wird großflächig an dem Schirmwinkel aufgelegt, das Motorkabel ist zugentlastet. Bei Verwendung eines ungeschirmten Motorkabels, ist für eine ausreichende Zugentlastung zu sorgen.
- Die PE-Klemmen auf den Hutschienen sind konstruktionsbedingt elektrisch mit diesen verbunden. Die Hutschienen sind Bestandteil der zentralen Erdung des Schaltschranks und sind ebenfalls mittels PE-Leitungen zu erden. Die Schraubverbindung zwischen Hutschiene und Montageplatte gilt nicht als elektrische Verbindung!

## 4.2 Baureihe SK 200E – Schutzleiteranschluss

Für den Anschluss des Schutzleiters sind folgende grundlegenden Bedingungen relevant.

1. Die Geräte der Baureihe SK 200E verfügen über zwei PE-Anschlussverschraubungen innerhalb der Anschlusseinheit. An diesen inneren PE-Anschlussverschraubungen werden die PE-Leitung(en) des Netzeingangs- und (wenn vorhanden) des Netzausgangskabels sowie die PE-Leitung des Motorkabels aufgelegt. Wenn ein zweiter Schutzerdungsleiter gefordert ist, siehe 3.2.2 – Punkte 3, kann ein zusätzlicher PE-Anschluss angebaut werden. (Option: ANSCHLUSSERW SK TIE4-PE-M12-V2A, Materialnummer: 275274034,  siehe TI 275274034). Für den alternativ möglichen Anschluss eines PE-Leiters mit einem Querschnitt  $\geq 10 \text{ mm}^2$  (Cu) ist ebenfalls der optionale, externe PE-Anschluss zu verwenden.
2. Für die Verdrahtung am externen PE-Anschluss mit einer Einzelleitung ist ein Mindestquerschnitt von  $2,5 \text{ mm}^2$  vorgegeben, wenn mechanischer Schutz vorhanden ist. Ist kein mechanischer Schutz für die Einzelleitung vorhanden, so ist ein Mindestquerschnitt von  $4 \text{ mm}^2$  vorgegeben.

## 4.2.1 Anschlussbeispiele

### 4.2.1.1 PE-Anschluss netzseitig (innerhalb der Anschlusseinheit)



- Die PE-Leitung(en) des/der Netzkabel sind an einem der beiden PE-Anschlussverschraubungen innerhalb der Anschlusseinheit mit Ringkabelschuhen zu befestigen.
- Das „Durchschleifen“ der PE-Leitung von Gerät zu Gerät ist zulässig.

### 4.2.1.2 PE-Anschluss motorseitig (innerhalb der Anschlusseinheit)

- Wird der Frequenzumrichter motoraufgebaut betrieben, erfolgt die Verbindung über die metallischen Gehäuse von Motorstator und Anschlusseinheit des Frequenzumrichters.
- Beim Betrieb des Frequenzumrichters mit einem Wandmontagekit und Motorkabel ist die PE-Leitung des Motorkabels an einem der beiden PE-Anschlussverschraubungen innerhalb der Anschlusseinheit zu befestigen.

### 4.2.1.3 Optionaler, externer PE-Anschluss (außerhalb der Anschlusseinheit)



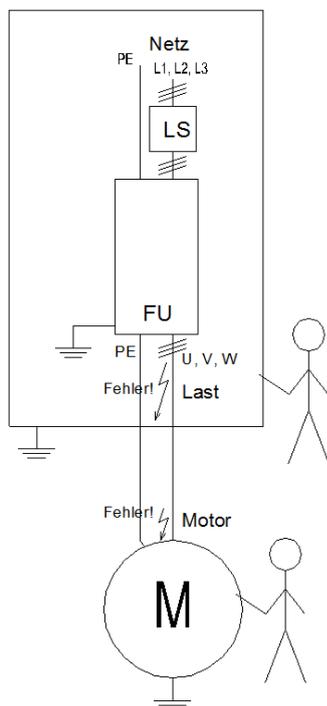
- Die Option: ANSCHLUSSERW SK TIE4-PE-M12-V2A (Materialnummer 275274034,  siehe TI 275274034) ist in einer freien M12x1,5 Gewindebohrung der Anschlusseinheit zu befestigen.
- Das M8-Gewinde des PE-Anschluss ist durch die M12x1,5 Gewindebohrung zu stecken und auf der Innenseite der Anschlusseinheit mit beigelegter Kontaktscheibe und M8 Muttern zu verschrauben.
- Der externe PE-Anschluss ist mit einer Einzelleitung an der zentralen Erdung der Anlage / Maschine oder an der zentralen Erdung der Energieeinspeisung zu erden.
- Die Einzelleitung ist mit einem Ringkabelschuh der Größe M6 auf dem PE-Anschluss aufzulegen und mit beigelegter Unterlegscheibe, Federring und Mutter (M6) zu verschrauben.
- Das „Durchschleifen“ einer PE-Einzelleitung von Gerät zu Gerät ist nicht zulässig.

## 5 Erdschluss- / Kurzschlusserkennung, Schutz gegen elektrischen Schlag

Die Frequenzumrichter und Motoren erfüllen die Anforderungen zur Sicherheit, wie sie in der Produktnorm IEC/EN 61800-5-1 beschrieben sind.

Aus Betreibersicht fordert die IEC/HD 60364-4-41 einen Schutz gegen elektrischen Schlag.

Bei normgerechter Auslegung und Ausführung der Installation des Frequenzumrichters und der Last (Motor) ist der **Basisschutz (Schutz gegen elektrischen Schlag durch direktes Berühren)** sichergestellt.



FU	Frequenzumrichter
LS	Leitungsschutz
M	Motor

**Dabei ist zu beachten, dass die verwendeten Leitungen / Kabel auf der Anschluss-/ Netzseite und der Ausgangsseite / Last-/ Verbraucherseite den Anforderungen des eingesetzten Leitungsschutzes (LS) genügen müssen (empfohlene Werte unter „Technische Daten“ im Handbuch).**

Die Frequenzumrichter sind mit einer Überwachung des an den Ausgangsklemmen (Last- / Verbraucherseite (**U, V, W** – Anschluss Motor und **-B** – Anschluss Bremswiderstand)) auftretenden Stromes ausgerüstet. Übersteigt der an diesen Klemmen auftretende Strom den 2,5 ... 3,5-fachen Wert des Nennausgangstromes, **schaltet der Wechselrichter / die Endstufe innerhalb von ca. 8 ms ab.**

Diese Funktion erfüllt den Anspruch einer Schutzvorkehrung für den **Fehlerschutz** nach IEC/HD 60364-4-41.

**Dadurch entsteht keine galvanische Trennung vom Netzpotential.** Eventuell vorgeschaltete Schutzeinrichtungen (z.B. RCD) sprechen dann gegebenenfalls nicht mehr an. Diese Stromüberwachung dient vordergründig dem Schutz des Frequenzumrichters selbst und ist keine eigensichere Schutzfunktion.

**Achtung: Die Ausgangsklemmen +B und –DC<sup>1)</sup> werden nicht überwacht. Diesen Klemmen ist kein Leistungshalbleiter vorgeschaltet, so dass eine Abschaltung nicht möglich ist.**

Je nach Umgebungsbedingungen kann es erforderlich sein, dass noch **zusätzliche Schutzvorkehrungen** (wie z.B. RCD Fehlerstromschutzeinrichtung) eingesetzt werden müssen.

Die Verantwortung und Auslegung der Lösung liegt deshalb beim Anlagen- / Maschinenbauer.

1) Die Klemme „–DC“ ist nur bei den Geräten der Baureihe SK 500E (SK 500E ... SK 545E), nicht jedoch bei den dezentralen Geräten (Baureihen SK 180E und SK 200E) vorhanden.