

D-A-CH - Sitzung, Horgen, CH  
23.-24. August 2012

*Schutzleiterströme gemäß IEC/EN 61140  
Aktueller Stand und künftige Entwicklung*

Ein Diskussionsbeitrag

Alfred Mörx



diam-consult  
Ingenieurbüro für Physik  
Pretschgasse 21/2/10  
A-1110 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-769-67-50-12  
Fax.: +43-(0)1-769-67-50-20  
Email: [management@diamcons.com](mailto:management@diamcons.com)  
[www.diamcons.com](http://www.diamcons.com)



## Inhalt

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>GRENZWERTE IN EN 61140.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>AUSBLICK.....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>SCHLUSSBETRACHTUNG.....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>VERZEICHNIS VERWENDETER LITERATUR.....</b>	<b>8</b>

Zum Autor:

*Eur.Phys. Dipl.-Ing. Alfred Mörx*, ÖVE, IEEE Section Reliability, Inhaber von diam-consult, Ingenieurbüro für Physik, 1110 Wien; Vorsitzender des Technischen Komitees *Elektrische Niederspannungsanlagen* sowie des Technischen Sub Komitees *IS 23 E Schutzschalter* des ÖVE. [www.diamcons.com](http://www.diamcons.com); E-Mail: [am@diamcons.com](mailto:am@diamcons.com)



## 1 Einleitung

Spätestens seit dem in Europa häufiger werdenden Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Bemessungsfehlerstrom (früher: Nennfehlerstrom) von  $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$  (für Fehler- bzw. Zusatzschutz) findet die Frage der in elektrischen Anlagen und für elektrische Betriebsmittel<sup>1</sup> maximal zulässigen Schutzleiterströme<sup>2</sup> wachsendes Interesse<sup>3</sup>.

Dieses Interesse an den erlaubten Maximalwerten für Ströme in Schutzleitern führt - ungeachtet des Pfades entlang dessen in Europa Antworten auf diese Frage gesucht werden - zu den Aussagen der Sicherheitsgrundnorm EN 61140<sup>4</sup>.

Dieses Sicherheitsgrundnorm EN 61140 basiert in ihrer aktuellen Fassung auf dem internationalen Standard IEC 61140<sup>5</sup> aus den Jahren 2001 und 2004<sup>6</sup>.

## 2 Grundlagen

Die detaillierte Beschäftigung mit den Aussagen der Sicherheitsgrundnorm EN 61140<sup>7</sup> führt zunächst zum Begriff des *elektrischen Schlages*<sup>8</sup>. Unter diesem Begriff versteht die „IEC-Welt“ gemäß der derzeit geltenden Definition „die physiologische Wirkung, hervorgerufen von einem elektrischen Strom durch den Körper eines Menschen oder Tieres<sup>9</sup>“.

Eingeschlossen in diese Definition sind *alle* physiologischen<sup>10</sup> Wirkungen und nicht nur - wie in Diskussionen manchmal zu hören ist - nur jene Wirkungen, die zur Herzkammerflimmern führen können.

---

<sup>1</sup> Im Speziellen der Verbrauchsmittel

<sup>2</sup> Gemäß IEC 61140, Abschnitt 3.38 versteht man unter dem Schutzleiterstrom jenen Strom, der in einem Schutzleiter fließt.

<sup>3</sup> Auf die Bedeutung von Schutzleiterströmen im Zusammenhang mit den Anforderungen an Niederspannungsinstallationen für den störungsfreien Betrieb von Einrichtungen der Informationstechnik wird hier bewusst nicht eingegangen.

<sup>4</sup> EN 61140: März 2002+A1:August 2006; Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel

<sup>5</sup> IEC 61140:2001+A1:2004; Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

<sup>6</sup> Alle Referenzen sind auf den Manuskriptschluss dieses Berichts im August 2012 bezogen.

<sup>7</sup> Im folgenden wird – wo nicht anderes angegeben - auf die deutsche Textfassung von EN 61140: März 2002+A1:August 2006 Bezug genommen

<sup>8</sup> electric shock: Physiological effect resulting from an electric current passing through a human or animal body [IEV 195-01-04]

<sup>9</sup> [IEV 195-01-04]

<sup>10</sup> Die *Physiologie* ist als Teilgebiet der Biologie die Lehre von den physikalischen und biochemischen Vorgängen in den Zellen, Geweben und Organen aller Lebewesen; sie bezieht auch das Zusammenwirken aller Lebensvorgänge im gesamten Organismus in ihre Betrachtung ein. Ziel der Physiologie ist es, möglichst auf molekularer Ebene auch Vorhersagen über das Verhalten eines betrachteten Systems (zum Beispiel Stoffwechsel, Bewegung, Keimung, Wachstum, Fortpflanzung) zu formulieren.



Nach dieser Betrachtung und bei der sorgfältigen Analyse des Textes von EN 61140 eröffnet sich dem Leser die Erkenntnis, dass in der derzeit vorliegenden Ausgabe nur ein Teilbereich (nämlich jener, der die Vermeidung von Herzkammerflimmern im Visier hat) ausführlich behandelt wird.

Dies gilt auch für das Gebiet der Schutzleiterströme. Spätestens im Abschnitt 7.5.2.2 wird dies offensichtlich, wo in einer Anmerkung darauf verwiesen wird, dass

*„... Ein Messverfahren für den Schutzleiterstrom, das höherfrequente Komponenten entsprechend IEC 60479-2 berücksichtigt, bei TC 74<sup>11</sup> in Beratung ist.“*

Ähnliches ergibt sich aus der Anmerkung in Abschnitt 7.5.2.3 hinsichtlich Fehlerströmen mit Gleichspannungs(!!)anteilen. Dort kann man in einer Anmerkung lesen:

*„Anforderungen bezüglich Fehlerströmen mit Gleichspannungsanteilen sind in Beratung.“*

Dessen ungeachtet gilt (siehe Abschnitt 7.5.2.2), und dies ohne jegliche Einschränkung hinsichtlich der Frequenzen und des Nennfehlerstroms der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, dass

*"Produktkomitees jedoch berücksichtigen müssen, dass für Schutzzwecke Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) in der Anlage vorgesehen sein können. In diesen Fällen muss der Schutzleiterstrom mit der vorgesehenen Schutzeinrichtung verträglich sein. Alternativ ist ein Transformator mit getrennten Wicklungen und mindestens einfacher Trennung zu verwenden."*

Ebenso findet man im Abschnitt 7.5.2 unter der Überschrift Schutzleiterströme folgenden Text:

*„Es müssen Maßnahmen in der Anlage und im Betriebsmittel getroffen werden, um zu verhindern, dass übermäßige Schutzleiterströme auftreten, die die Sicherheit oder die bestimmungsgemäße Nutzung der elektrischen Anlage beeinträchtigen. Verträglich-*

---

Quelle: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=105668153>

<sup>11</sup> TC 74 und PC 92 wurden vor einigen Jahren in das TC 108 zusammengeführt. IEC TC 108/WG5 beschäftigt sich derzeit unter dem Vorsitz von P. Perkins mit der Aktualisierung von IEC 60990: 1999-8-31. IEC 60990:1999-08-31 beschäftigt sich mit: „... measurement methods for d.c. or a.c. of sinusoidal or non-sinusoidal waveform, which could flow through the human body, and current flowing through a protective conductor...“.



*keit muss sichergestellt werden für Ströme aller Frequenzen, die zum Betriebsmittel übertragen werden oder die vom Betriebsmittel erzeugt werden.“*

In der derzeit aktuellen Ausgabe der EN 61140 ist auf Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit  $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$  nicht explizit hingewiesen. Bei Herausgabe der EN 61140 im Jahr 2002 bzw. 2006 waren jedoch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit Nennfehlerstrom von  $I_{\Delta N} = 10 \text{ mA}$  (international sogar mit bis zu  $I_{\Delta N} = 6 \text{ mA}$ ) bereits als wirkungsvolle und weit verbreitete Technologie eingeführt.

Dies bedeutet, dass alle Normungskomitees (auch schon bisher), die sich mit der Festlegung von maximal zulässigen Grenzwerten von Schutzleiterströmen für Betriebsmittel beschäftigen, diese Grenzwerte, *unabhängig vom Nennstrom* auf kleiner oder gleich 3, 5 bzw. 15 mA festlegen hätten müssen.

Diese Werte ergeben sich konsequent unter Beachtung der Grenze der Nichtauslösung von  $0,5 \cdot I_{\Delta N}$  von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen. Bei  $I_{\Delta N} = 10 \text{ mA}$  ergibt sich damit ein Wert von 5 mA, bei  $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$  ein Grenzwert von 15 mA.

Aus vielen praktischen Erfahrungen ist (leider!) bekannt, dass (sogar) der 50 Hz-Anteil der Schutzleiterströme in Niederspannungsanlagen über dem Wert von 15 mA liegen kann.

### 3 Grenzwerte in EN 61140

In EN 61140 werden Betriebsmittel hinsichtlich der erlaubten maximalen Schutzleiterströme (pro Betriebsmittel!!) in drei Gruppen eingeteilt.

Zur ersten Gruppe zählen

- steckbare Verbrauchsmittel mit einem Bemessungsstrom  $I_N \leq 32 \text{ A}$ .

Zur zweiten Gruppe zählen

- Verbrauchsmittel für dauerhaften Anschluss ohne spezielle Maßnahmen für den Schutzleiter
- ortsfeste<sup>12</sup> Verbrauchsmittel ohne spezielle Maßnahmen für den Schutzleiter
- steckbare Verbrauchsmittel mit einem Bemessungsstrom  $I_N > 32 \text{ A}$ .

Zur dritten Gruppe zählen

---

<sup>12</sup> Ortsfestes Betriebsmittel: fest angebrachtes elektrisches Betriebsmittel ohne Tragevorrichtung dessen Masse so groß ist, dass es nicht leicht bewegt werden kann. Der Wert dieser Masse ist in IEC-Normen für Geräte für den Hausgebrauch mit mindestens 18 kg festgelegt. [Quelle: IEV 826-16-06]



- Verbrauchsmittel für dauerhaften Anschluss mit spezielle Maßnahmen für den Anschluss eines verstärkten Schutzleiters (Schutzleiterströme > 10 mA)

In Abschnitt 7.5.2.2 findet man dazu:

*„Die folgenden Grenzen gelten für Betriebsmittel, die mit Bemessungsfrequenzen von 50 Hz oder 60 Hz versorgt werden:*

*a) Steckbare Verbrauchsmittel, geeignet für den Anschluss mittels ein- oder mehrpoliger Steckvorrichtungen mit einem Bemessungsstrom bis einschließlich 32 A. Grenzwerte sind im Anhang B enthalten.*

*b) Verbrauchsmittel für dauerhaften Anschluss und ortsfeste Verbrauchsmittel, beide ohne spezielle Maßnahmen für den Schutzleiter, oder steckbare Verbrauchsmittel, geeignet für den Anschluss mittels ein- oder mehrpoliger Steckvorrichtungen mit einem Bemessungsstrom größer als 32 A. Grenzwerte sind im Anhang B enthalten.*

*c) Verbrauchsmittel für dauerhaften Anschluss, vorgesehen für den Anschluss eines verstärkten Schutzleiters entsprechend 7.5.2.4. Produktkomitees sollen den maximalen Schutzleiterstrom festlegen, welcher in keinem Fall 5 % des Bemessungsstroms je Außenleiter überschreiten darf.“*

<b>Bemessungsstrom der Betriebsmittel</b>	<b>Maximaler Schutzleiterstrom</b>
$\leq 4 \text{ A}$	2 mA
$> 4 \text{ A, aber } \leq 10 \text{ A}$	0,5 mA/A
$> 10 \text{ A}$	5 mA

Tabelle 1 Werte für steckbare Verbrauchsmittel, geeignet für den Anschluss mittels ein- oder mehrpoliger Steckvorrichtungen mit einem Bemessungsstrom bis einschließlich 32 A.

<b>Bemessungsstrom der Betriebsmittel</b>	<b>Maximaler Schutzleiterstrom</b>
$\leq 7 \text{ A}$	3,5 mA
$> 7 \text{ A, aber } \leq 20 \text{ A}$	0,5 mA/A
$> 20 \text{ A}$	10 mA

Tabelle 2 Werte für dauerhaft angeschlossene Verbrauchsmittel und ortsfeste Verbrauchsmittel, beide ohne spezielle Maßnahmen für den Schutzleiter oder steckbare Verbrauchsmittel, geeignet für den Anschluss mittels ein- oder mehrpoliger Steckvorrichtungen mit einem Bemessungsstrom größer als 32 A



Die aktuellen Grenzwerte für Bemessungsfrequenzen 50 Hz oder 60 Hz<sup>13</sup> sind im („informativen“) Anhang B (gültig pro Betriebsmittel/Verbrauchsmittel) angegeben (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2).

Die Interpretationen dieser Verweise aus dem normativen Text auf einen informativen Anhang (hier auf den Anhang B) sind in den einzelnen Ländern Europas unterschiedlich.

Einerseits wird angenommen, dass die Grenzwerte aus Anhang B durch den Verweis aus dem normativen Text jedenfalls einzuhalten sind. Andere Interpretationen gehen in die Richtung, dass diese „Grenzwerte“ nur „Richtgrößen“ darstellen.

Das Vorwort von EN 61140 weist noch dazu daraufhin, dass Anhang B informativ ist und „informative Anhänge“ nur (!) Informationen enthalten und nicht zum Normeninhalte zählen.

Wesentlich für die Praxis ist jedoch, dass auch informative Anhänge einen anerkannten Stand des technischen Regelwerkes begründen, der in Zweifelsfragen sehr wohl für die Beurteilung eines „sorgfältigen Verhaltens“ herangezogen werden können.

## 4 Ausblick

IEC 61140 derzeit in Überarbeitung. Aus der Sicht des Autors vor allem mit dem Ziel einige „dringend erklärungsbedürftige Bereiche“ besser zu formulieren. Besser in dem Sinn, das, was die schon viele Jahrzehnte andauernden Bemühungen zur Verringerung des Risikos bei elektrischem Schlag positives für die Sicherheit der Elektrizitätsanwendung erreicht haben, auch unmissverständlich in internationalen Sicherheitsgrundnormen, zu verankern.

<b>Nennstrom des Betriebsmittels</b>	<b>Maximaler Schutzleiterstrom</b>
$0 < I \leq 2 \text{ A}$	1 mA
$2 \text{ A} < I \leq 20 \text{ A}$	0.5 mA/A
$20 \text{ A} < I$	10 mA

Tabelle 3 Vorschlag<sup>14</sup> für Grenzwerte für den Schutzleiterstrom für Niederspannungsbetriebsmittel für 50 Hz oder 60 Hz als Teil des normativen Texts (oder als normativer Anhang).

<sup>13</sup> Siehe EN 61140 Abschnitte 7.5.2.2 a), und b)

<sup>14</sup> Ergebnis der Sitzung des von IEC TC 64/MT 17 vom Januar 2012.



Hinsichtlich der Schutzleiterströme existiert derzeit der Vorschlag, die im informativen Anhang B enthaltenen Grenzwerte in (technisch) aktualisierter Form in den normativen Teil der IEC 61140 überzuführen (Tabelle 3).

## 5 Schlussbetrachtung

Bei der praktischen Ausführung von Niederspannungsinstallationen ist den möglichen auftretenden Schutzleiterströmen, die die Funktion von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in Richtung ungewollte Auslösung beeinflussen, und damit Betriebssicherheit der Anlage negativ beeinflussen, verstärkt Bedeutung beizumessen.

Dies bedeutet in vielen Fällen, dass zur Herstellung der Betriebssicherheit bei gleichzeitig geringem Restrisiko vor allem in Stromkreisen mit Steckdosen - wo ja weder Planer noch der ausführende Elektroinstallateur über technisch tragfähige Informationen über die Art der an diese Steckdosen angeschlossenen Verbrauchsmittel verfügen - die *Aufteilung von Stromkreisen* auf in mehrere Stromkreisgruppen, geschützt durch je eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (bzw. FI/LS - Einrichtung) mit  $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$ , unumgänglich ist.

Selbst bei Einhaltung der *derzeit* („informativ“) geltenden maximal zulässigen Grenzwerte für 50 Hz bzw. 60 Hz Schutzleiterstrom, kann es bei steckbaren Verbrauchsmitteln mit Bemessungsstrom (Nennstrom) von bis zu 4 A beim Einsatz einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit  $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$  schon bei acht Betriebsmitteln pro Stromkreis zu einem Überschreiten der Grenze der Nichtauslösung und damit zur ungewollten Auslösung kommen. Bei Verbrauchsmitteln mit  $I_N > 10 \text{ A}$  kann dieser Effekt schon bei vier Betriebsmitteln(!) pro Stromkreis auftreten (siehe Tabelle 1).

Bei dauerhaft angeschlossenen Betriebsmitteln liegen die entsprechenden Werte bei fünf ( $I_N \leq 7 \text{ A}$ ) bzw. zwei ( $7 \text{ A} < I_N \leq 20 \text{ A}$ ) angeschlossenen Betriebsmitteln (siehe Tabelle 2).

## 6 Verzeichnis verwendeter Literatur

- [1] ... EN 61140: März 2002+A1:August 2006; Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel
- [2] ... SNEN 61140:2002+A1:2006 Schutz gegen elektrischen Schlag - Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel
- [3] ... DIN EN 61140 (VDE 0140-1):März 2007; Schutz gegen elektrischen Schlag - Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel





- [4] ... ÖVE/ÖNORM EN 61140:2007-05-01; Schutz gegen elektrischen Schlag - Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel
- [5] ... IEC 61140:2001+A1:2004; Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment
- [6] ... 64/MT17/012/CC; Result of Voting on DC - Document 64/1808/DC mit Kommentaren nach der Sitzung von IEC TC 64/MT 17 im Januar 2012 (unveröffentlicht)