

Über EMV-Anforderungen in der EU für Schaltnetzteile und LED-Treiber:

Auf der richtigen Welle



© iStockphoto.com - Fotolia

Auf dem europäischen Markt gehandelte Schaltnetzteile müssen das CE-Kennzeichen tragen. Die CE-Konformitätserklärung birgt einige Herausforderungen, vor allem in Bezug auf EMV. Welche Prüfungen sind gefordert? Und wer haftet im Fall eines Verstoßes gegen das CE-Zeichen?

Von Victor Ieneá

Wer auf dem europäischen Markt mit Schaltnetzteilen (SNT) handelt, muss Sorge dafür tragen, dass die Handelsware ein CE-Zeichen trägt und zu jedem Gerät eine CE-Konformitätserklärung (DoC) ausgestellt ist. Für mindestens zehn Jahre muss diese zusammen mit anderen technischen Dokumenten, die mit dem Produkt zusammenhängen, aufbewahrt werden: Zeichnungen, Bedienungsanleitungen, Zertifikate aller Sicherheitszulassungen und technische Prüfberichte. Die DoC enthält neben der EMV-Richtlinie die entsprechenden Referenzen zu verschiedenen gültigen EU-Direktiven.

Die Konformität des Produktes mit der EMV-Direktive wird durch eine Auflistung einer Reihe von EMV-Standards bestätigt und die jeweiligen Zulassungszertifikate müssen mit den gelisteten Standards in der DoC über-

einstimmen. Theoretisch kann man mit entsprechender Ausrüstung und Erfahrungen seine eigenen Tests durchführen und eine Selbsterklärung erstellen, jedoch ist dies sehr teuer und man erreicht nicht das gleiche Vertrauen des Anwenders, wie es beispielsweise bei einer Zertifizierung durch TÜV oder VDE gegeben ist. Eine Zertifizierung durch ein akkreditiertes Testhaus ist ein wichtiger Faktor für einen erfolgreichen Vertrieb.

Welche Standards angewendet und in der DoC aufgeführt werden müssen, hängt von der Art des Produktes, dessen Einsatzbestimmung sowie der Produktbeschreibung des Herstellers ab. Wird das SNT zum Beispiel für industrielle Anwendungen deklariert, dann muss es auch nach den entsprechend gültigen Normen für den industriellen Einsatz geprüft werden. Wird aber in der technischen Deklaration die

Aussage getroffen, dass es auch für den Betrieb von LEDs in Beleuchtungen geeignet ist, dann muss es auch nach den gültigen Normen für Beleuchtungen geprüft und zertifiziert werden. In diesem Fall wird das Produkt in der DoC als Stand-alone-Gerät ausgewiesen und nicht als Komponente eines Systems.

Aber ganz gleich, für welche Art von Gerät und Zulassung man sich entscheidet, die überwiegende Zahl der Anwender geht auf Nummer sicher und wird für ihre Applikationen eine Komponente wählen, die bereits nach den entsprechenden Normen zertifiziert ist. Das Endprodukt muss abermals zertifiziert/geprüft werden, da das alleinige Zusammenfügen von CE-geprüften Komponenten nicht bedeutet, dass auch das Endprodukt die entsprechenden Normen der EU-Direktiven erfüllt. Die Verwendung bereits zertifizierter Komponenten bedeutet für den Anwender sowohl eine Zeit- als auch Geldersparnis, da der Aufwand für zusätzliche Filtermaßnahmen und ggfs. Zweitermine bei der Zertifizierungsstelle entfallen.

Eine kurze Zusammenstellung, was eine CE-DoC bezüglich der anzuwendenden EU-Direktiven enthalten muss, stellt die European Power Supplies Manufacturer's Association (EPSMA) zum Download zur Verfügung [1].

Schaltnetzteile sind in drei Kategorien klassifiziert:

- Kat. 1: Schaltnetzteil-Komponente (CPS), bestimmt für einen professionellen Bestücker/Installateur,
- Kat. 2: Schaltnetzteil-Komponente (CPS), gedacht als Bestandteil eines Apparats,
- Kat. 3: Schaltnetzteil, bestimmt für alleinstehenden Betrieb (individueller Apparat).

Im Falle, dass das CPS in die Kategorie 1 fällt und für einen professionellen Bestücker/Installateur bestimmt ist, ist eine CE-DoC eigentlich nicht erforderlich, da das Endprodukt getestet werden muss, um die Konformität mit den EMV-Direktiven zu bestätigen. Nichtsdestotrotz unterstützt eine vorhandene CE-DoC den Bestücker/Installateur beim Design seiner Applikation und vermittelt ein gewisses Vertrauen, da er so weiß, dass diese Komponente die Auflagen zur EMV-Richtlinie bereits erfüllt. Beispiele solcher Schaltnetzteile sind offene Leiterplatten-Netzteile oder On-Board-Typen zur Leiterplattenmontage, wie sie z.B. in Haushaltsgeräten wie Kaffeemaschinen, Radio oder TV verwendet wird.

Netzteile der Kategorie 2, gedacht als Bestandteil eines Apparats, müssen in jedem Fall die geforderten EMV-Tests durchlaufen und deren Konformität muss auf der CE-DoC bestätigt werden. Dieses betrifft Geräte, welche vom Systemanbieter nicht noch einmal geprüft werden, z.B. ein PC-Netzteil, welches auch an Endverbraucher verkauft wird und zur Eigeninstallation verwendet werden kann.

Netzteile der Kategorie 3, bestimmt für alleinstehenden Betrieb (individueller Apparat), müssen ebenso die EMV-Direktiven erfüllen und eine CE-DoC ist zwingend erforderlich. Diese externen Netzteile werden z.B. zum Betrieb oder Laden von mobilen Geräten wie Notebooks oder Smartphones genutzt. Auch Labornetzteile fallen in diese Produktkategorie.

Die EMV-Direktive

Die EMV-Direktive ist in zwei Abschnitte unterteilt: EMI (Electromagnetic Interference, elektromagnetische Störab-

strahlung) und EMS (Electromagnetic Susceptibility, elektromagnetische Störfestigkeit). Der EMI-Teil regelt die Störungen, welche das Netzteil an die Umgebung abgibt, während der EMS-Teil die Störungen behandelt, die aus der Umgebung auf das Netzteil strahlen und dessen Funktion beeinflussen können.

Eine weitere Klassifikation hängt mit der Endapplikation zusammen, z.B. industrieller oder medizinischer Einsatz oder Verwendung in Haushaltsgeräten oder Beleuchtungen.

Auf viele Stromversorgungen, auch mit unterschiedlichen Einsatzbereichen, sind die gleichen EMV-Standards anzuwenden. Am häufigsten treffen wir auf die in **Tabelle 1** aufgelisteten EMV-Standards.

Aus Erfahrung kann man sagen, dass von den oben genannten Standards die für EMI für die meisten Anbieter die wichtigeren sind. Diese verlangen aufwändigere Testaufbauten und Messungen und damit einhergehend die teureren Messgeräte. Als Faustregel gilt: Sind die leitungsgebundenen Störungen gering, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Störabstrahlung ebenfalls gering ausfällt.

In erster Linie fürchten Entwickler, die Grenzwerte für leitungsgebundene Störungen nicht erfüllen zu können.

Die leitungsgebundenen Abstrahlungen beinhalten den Leistungsfaktor, den Oberschwingungsstrom, Spannungsschwankungen und Flimmern. Die stärksten Kopfschmerzen davon bereitet die Einhaltung der (harmonischen) Oberwellen, welche außerdem

den Leistungsfaktor beeinflussen – beides ist im Eingangsbereich eines Netzteils angesiedelt. Gewöhnlich besteht dieser aus einer Gleichrichterbrücke und einem Hochspannungskondensator, um die gerichtete Sinuswelle zu glätten. Das Laden und Entladen des Kondensators mit hohen Stromimpulsen nimmt Einfluss auf das AC-Eingangnetz und generiert Störungen durch Oberwellen, die ins Leitungsnetz zurückgestrahlt werden. Dieses kann zu Störungen von anderen am Leitungsnetz betriebenen elektronischen Geräten führen und den Leistungsfaktor absenken. Aus diesem Grund wird ein Schaltkreis zur Korrektur des Leistungsfaktors integriert, welcher die Stromwelle sinusförmiger werden lässt – nahe der aus dem Leitungsnetz kommenden Wellenform. Diese Maßnahme verbessert außerdem den Wirkungsgrad einer Stromversorgung (**Bild 1**).

Harmonische Oberwellen

Der Standard IEC/EN 61000-3-2 (VDE 0838-2) regelt die Grenzwerte der Harmonischen. Die aktuelle Version dieses Standards wurde am 30. Juni 2014 (CENELEC) und am 1. März 2015 (DIN-Norm) veröffentlicht und ist bis zum 30. Juni 2017 gültig. Die Oberwellen beeinflussen immer auch die Leistungsfaktorkorrektur, welche in verschiedene Leistungsstufen unterteilt ist.

Im Standard werden vier Geräteklassen definiert, für die Grenzwerte für

EMI	EMS
Radio-frequent (Radiated): EN 55011, EN 55022, EN 55015	EC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000-4-11, EN 55024, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61204-3, EN 61547
Leitungsgebunden (Conductive): EN 61000-6-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3.	

Tabelle 1. Liste der häufigsten EMV-Standards.

(Quelle: M+B Multitechnik)

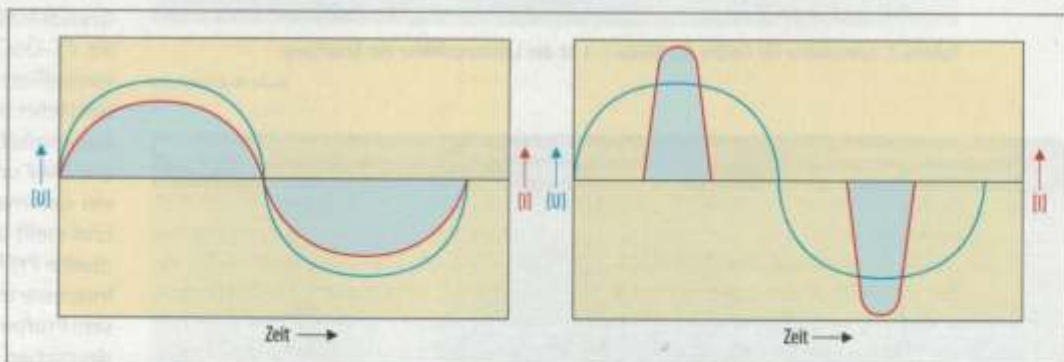


Bild 1. Typisches Beispiel einer Spannungs- und Stromwellenform mit (links; typ. PF <math>< 0,9</math>) und ohne Leistungsfaktorkorrektur (rechts; typ. PF <math>< 0,6</math>).

(Quelle: M+B Multitechnik)

maximale Oberschwingungsströme festgelegt sind:

- **Klasse A**, bezieht sich auf symmetrische 3-phasige Geräte, Haushaltsgeräte (außer die, die in Klasse D fallen), Elektrowerkzeuge (außer tragbare Elektrowerkzeuge), Beleuchtungsregler (Dimmer) für Glühlampen und Audioeinrichtungen – ausgenommen die, die in eine der nachfolgenden Klassen fallen.
- **Klasse B** bezieht sich auf tragbare Elektrowerkzeuge und nicht professionell genutzte Lichtbogenschweißeinrichtungen.
- **Klasse C** bezieht sich auf Beleuchtungseinrichtungen.
- **Klasse D** bezieht sich auf PCs und Bildschirme für PCs sowie Fernseh- und Rundfunkempfänger, sofern deren Leistung ≤ 600 W ist.

Jede dieser vier Klassen ist für sich geregelt und spezifiziert eigene Werte zur Oberwellenstrombegrenzung.

Für Schaltnetzteile, die im Industrie-, Haushalts- oder ITE-Sektor ihren Einsatz finden, ist eine Leistungsfaktorkorrektur (PFC) – abgesehen von wenigen Ausnahmen – häufig ab einer Ausgangsleistung von >75 W erforderlich. Netzteile mit einer Ausgangsleistung von ≤ 75 W benötigen hingegen keine PFC. Seit einigen Jahren gibt es im entsprechenden Standard einen Hinweis darauf, dass das Limit hierfür irgendwann auf 50 W reduziert werden könnte.

Im Bereich der Beleuchtungen hingegen, die in die Klasse C einzuordnen

sind, muss eine PFC bereits ab einer Ausgangsleistung von 25 W vorhanden sein, um folgende Anforderungen der IEC/EN 61000-3-2 zu erfüllen:

- Ist die Eingangswirkleistung >25 W, dann darf der Oberschwingungsstrom die Grenzen in **Tabelle 2** nicht überschreiten, was die Integration einer PFC erforderlich macht.
- Ist der Eingangswirkstrom <25 W, dann darf der Oberschwingungsstrom entweder die Grenzwerte der Geräteklasse D (**Tabelle 3**) nicht überschreiten oder muss die folgenden Anforderungen erfüllen: Der Oberschwingungsstrom 3. Ordnung, ausgedrückt als Prozentzahl des Grundschwingungsstroms, darf 86 % und der Oberschwingungsstrom der 5. Ordnung darf 61 % nicht überschreiten. Darüber hinaus muss die Kurvenform des Eingangsstroms so beschaffen sein, dass der Stromschwellenwert 5 % vor oder bei 60° erreicht wird, dass der Strom seinen Spitzenwert vor oder bei 65° erreicht und vor 90° nicht unter den Stromschwellenwert 5 % sinkt, wobei angenommen wird, dass der Nulldurchgang der Grundschwingung der Versorgungsspannung bei 0° liegt. Der Stromschwellenwert 5 % ist auf den höchsten absoluten Spitzenwert, der im Messfenster auftritt, bezogen; Messungen des Phasenwinkels werden in dem Zyklus durchgeführt, der diesen absoluten Spitzenwert beinhaltet (**Bild 2**).

In modernen Leistungsmessern und Leistungsanalytoren sind diese Grenzwerte zum Oberschwingungsstrom, Leistungsfaktor und zur Sinuswellenform bereits vorprogrammiert, sodass diese Messgeräte bei einer Messung neben den ganzen Detailwerten auch eine einfache Aussage zur Einhaltung der Norm treffen: Ja oder Nein. Eine gute Orientierungshilfe zu IEC 61000-3-2 bietet die EPSMA in einer übersichtlichen Anleitung [2].

Auch die Richtlinie zu Ökodesign 2009/125/EC und die Vorschrift 1194/2012 fordern für Netzteile, die in Beleuchtungen eingesetzt werden, einen PFC-Wert von $>0,9$; geregelt ist dieses auf Seite 13 der Direktive der Kommission [3].

Sonderfall LED-Beleuchtungen?

Bei dem starken Anstieg von LED-Beleuchtungen und dem Wissen, dass hinter jeder LED ein LED-Treiber – mit anderen Worten: ein Schaltnetzteil – steht, müssen wir neben anderen EMV-Standards auch den Grenzen von IEC/EN 61000-3-2 unsere besondere Aufmerksamkeit widmen.

In der Theorie bräuchten wir für die *Kategorie 1* der Schaltnetzteile (für professionelle Bestücker/Installateure) also weder eine CE-DoC noch Tests/Zertifikate zu IEC/EN 61000-3-2, weil der LED-Treiber lediglich eine Komponente eines Beleuchtungssystems darstellt. Der fertigen Leuchte muss jedoch eine CE-DoC beigefügt werden, die bestätigt, dass die Anforderungen von IEC/EN 61000-3-2 erfüllt werden. Praktisch heißt das aber wiederum: Erfüllt nicht bereits das LED-Netzteil die entsprechende Norm, kann auch die Leuchte diese nicht erfüllen. Hier hebt die Praxis in der Anwendung also die Anforderungen der EU-Vorschriften aus. Grundsätzlich reicht laut EU-Direktive als CE-DoC eine Eigenerklärung des Herstellers, jedoch legen namhafte Hersteller wie Mean Well Wert auf eine kostenpflichtige Prüfung zur Einhaltung der EMV und der EN 61000-3-2 durch ein externes, akkreditiertes Prüflabor und stellt seinen Kunden auf Wunsch diesen Prüfbericht zur Verfügung. Bei Interesse und auch bei Fragen zu diesem Prüfbericht können Sie sich an den deutschen Distributor des Unternehmens, die M+R Multitronik GmbH, wenden.

Oberschwingungsordnung n (nur ungeradzählige Oberschwingungen)	Zulässiger Höchstwert des Oberschwingungsstromes, angegeben in Prozent des Grundschwingungs-Eingangsstromes [%]
2	2
3	30 λ
5	10
7	7
9	5
11 $\leq n \leq 39$	3

Tabelle 2. Grenzwerte für Geräte der Klasse C. λ ist der Leistungsfaktor der Schaltung.

(Quelle: M+R Multitronik)

Oberschwingungsordnung n (nur ungeradzählige Oberschwingungen)	Zulässiger Höchstwert des Oberschwingungsstromes [mA/W]	Zulässiger Höchstwert des Oberschwingungsstromes [A]
3	3,4	2,30
5	1,9	1,14
7	1,0	0,77
9	0,5	0,40
11	0,35	0,33
13 $\leq n \leq 39$	3,85/n	Siehe Grenzwerte für Geräte der Klasse A

Tabelle 3. Grenzwerte für Geräte der Klasse D.

(Quelle: M+R Multitronik)

Die *Kategorie 2* – CPS gedacht als Bestandteil eines Apparates – ist unter bestimmten Bedingungen gegeben, wenn nämlich der LED-Treiber durch einen professionellen Installateur oder auch durch den Endverbraucher/Hobbyheimwerker als Komponente in eine Beleuchtung, z.B. Deckenbeleuchtung, integriert wird. Auch wenn hier die finale Installation kein CE-Zeichen erfordert, so muss dann zumindest der LED-Treiber die EMV-Standards sicher einhalten, auch wenn durch das Zusammenfügen verschiedener Komponenten nicht abschließend sichergestellt werden kann, dass alle Bestandteile der

Produkte liegt hier nach Gesetzeslage in der Verantwortung, da er die weiteren Vertriebskanäle schlussendlich nicht einschränken und vorhersagen kann. Sicher werden diese Marktgegebenheiten schon bald eine grundsätzliche Aktualisierung der Klassifikationsgrundlagen erfordern.

Klar ist: Wer LED-Netzteile verkauft oder verwendet, kommt um eine CE-Erklärung und um die Einhaltung der Anforderungen von IEC 61000-3-2 Klasse C nicht herum.

Und was, wenn diese nicht eingehalten werden? Dann sollten wir auch immer an die europäische Marktüberwachung denken, die je

nach Land von unterschiedlichen nationalen Institutionen ausgeführt wird. In Deutschland ist hierfür die Bundesnetzagentur verantwortlich. Wer also die gültige EMV-Direktive nicht einhält, muss je nach Ausmaß der möglichen Folgen neben einer Produktrückrufaktion auch mit Strafen

von bis zu 500.000 € rechnen. Weitere Informationen liefert das Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln, kurz: EMVG [4].

Auf der europäischen Ebene wird die Einhaltung der EMV-Direktive von den Administrative Cooperation Groups (AdCos) überwacht; Endprodukte hat das RAPEX (Rapid Alert System for dangerous non-food products) im Blick [5], das wiederum Kontakt zu den nationalen Behörden pflegt.

Ein Schaltnetzteil, welches für den Betrieb von LEDs genutzt wird, ist gemäß offizieller EU-Direktive ein LED-Treiber oder auch ein sogenanntes LED-Betriebsgerät. Einen guten Leitfa- den für CE-DoC für LED-Netzteile stellt die Lighting Europe (ex-CELMA) zur Verfügung [6].

Zum Schluss sei noch zu erwähnen, dass am 20. April 2016 eine neue EMV-Direktive in Kraft getreten ist, die außerdem die Risikobewertung eines Produktes beinhaltet. Beschrieben ist dieses im Dokument 2014/30/EU, Seite 20, Anhang II, Paragraph 3 [7], wo es heißt: „Technische Unterlagen – Der Hersteller erstellt die technischen Unterlagen.

Anhand dieser Unterlagen muss es möglich sein, die Übereinstimmung des Geräts mit den betreffenden Anforderungen zu bewerten; sie müssen eine geeignete Risikoanalyse und -bewertung enthalten.“ Einen weiteren Leitfa- den, um den optimalen LED-Treiber für eine Anwendung unter Berücksichtigung der CE-Richtlinie zu finden, stellt außerdem der Schaltnetzteilhersteller Mean Well zur Verfügung [8]. ag

Literatur

- [1] European Power Supplies Manufacturer's Association (EPSMA): www.epsma.org/CE%20Marking_Apr%202005.pdf
- [2] EPSMA: Harmonic Current Emissions – Guidelines to the standard EN 61000-3-2. www.epsma.org/PFCver100406_b.pdf
- [3] Europäische Kommission: Verordnung (EU) Nr. 1194/2012. eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R1194
- [4] Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (EMVG): www.bmwi.de/DE/Service/gesetze/did=21938.html
- [5] RAPEX: ec.europa.eu/consumers/consumers_safety/safety_products/rapex/index_en.htm
- [6] LightingEurope: EU Compliant Requirements – Product Sheets for Lighting Components. 1. Edition, 29. November 2013. www.lightingeurope.org/uploads/files/LightingEurope_EU_Compliant_Requirements_Products_Sheets_for_COMPONENTS_1st_Edition_29112013.pdf
- [7] Richtlinie 2014/30/EU: www.vde.com/de/institut/technikundrecht/eu-richtlinien/seiten/neueemv-richtlinie.aspx
- [8] Mean Well: A guide to select driver for LED luminaire to meet CE marking. www.meanwell.eu/ExclusivePDF/LEDAPPROVALS-NOTE.pdf

Dipl.-Ing. Victor Ienea

unterstützt seit fünf Jahren Kunden wie auch die Vertriebsabteilung der M+R Multitronik GmbH mit seinem umfassenden Wissen.

www.multitronik.com

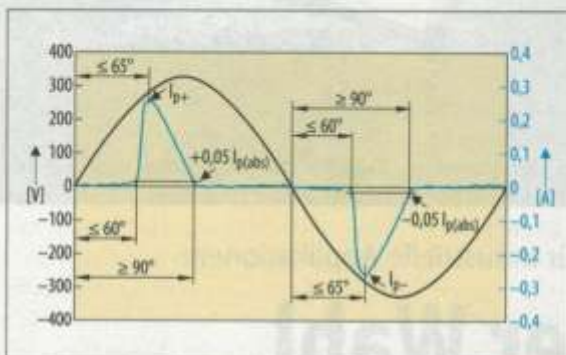


Bild 2. Ergänzende Darstellung zu Oberschwingungen. Anmerkung:

$I_{p(abs)}$ ist der höchste Absolutwert von I_{p+} und I_{p-} .

(Quelle: M+R Multitronik)

zusammengefügte Beleuchtung die Grenzwerte der EMV-Bestimmungen einhalten werden und nicht doch ein elektrisches Rauschen erzeugen. Diese Verwendung ist ähnlich der von PC-Netzteilen, welche ein Endanwender selbst als System-Upgrade in seinen PC einbauen kann.

Die LED-Netzteile (*Kategorie 3*), die als systemunabhängige Geräte (individueller Apparat) und somit einzeln verkauft werden, müssen die CE-Konformität inklusive IEC/EN 61000-3-2 in Form einer DoC bestätigen. Als Beispiele sind hier externe LED-Stecker- oder Tischnetzteile anzuführen, die bereits eine/n AC-Eingangstecker/Buchse haben und auch sekundärseitig mit einem Stecker ausgestattet sind.

Importeur in der Verantwortung

Ein weiterer wichtiger Aspekt, weshalb bereits ein LED-Treiber diese EU-Direktive erfüllen muss, ist die Tatsache, dass durch Online-Shops heutzutage *nicht nur* professionelle Nutzer leicht solche Komponenten der Kategorie 1 erwerben können. Der Importeur solcher

