

Aktive Powerfaktor-Korrektur reduziert Störstrahlung im Netz

# LED-Treiber sorgen für «sauberes» Licht

LED-Treiber mit schlechtem Powerfaktor reflektieren unerwünschte Oberwellen ins Netz. Da der Gebrauch von High-Power-LED als Leuchtmittel sprunghaft ansteigt, droht flächendeckend ein «unsauberes» Netz. Um das Übel an der Wurzel zu packen, müssen leistungsstarke LED-Treiber über Powerfaktor-Korrektur verfügen.

» Reinhard Zimmermann

Glühlampen sind elektrisch gesehen ohmsche Widerstände und entnehmen dem Netz sinusförmige Ströme. Bei LED-Leuchtmitteln ist die Situation nicht mehr ganz so simpel. LED sind Halbleiter, die man mit Gleichstrom betreibt. Ihre Kennlinie hat bei etwa 3 V einen relativ scharfen Knick. Überschreitet man das Maximum, kann dies sogar schnell das endgültige «Aus» bedeuten.

## Treiber wandelt Netzspannung in Gleichstrom

LED benötigen daher spezielle Treiber (Bild 1), die die Netzspannung in einen konstanten Gleichstrom wandeln. Dieser sorgt dafür, dass alle LED einer Kette mit exakt gleicher Helligkeit leuchten, und zwar unabhängig von der Schwellenspannung. Solche Treiber sind aber keine reinen «ohmschen Widerstände» mehr, sondern Verbraucher mit einem Powerfaktor, der sehr viel  $<1$  sein kann. Die Konsequenz: Es werden Oberwellen ins Netz reflektiert und unerwünschte Blindströme generiert. Woher kommt das Problem?

## Pulsierender Gleichstrom macht Probleme

Um aus der Netzspannung einen konstanten Gleichstrom machen zu können, muss man diese zunächst gleichrichten und die Halbwellen durch einen hinreichend grossen Kondensator glätten. Dieser lädt sich mit jeder Halbwellen auf den Spitzenwert auf und gibt so lange Energie ab, bis die nächste Halbwellen den Wert am Kondensator erreicht. Ist der Spannungswert am Gleichrichter grösser als über dem Kondensator, kommt es während jeder Halbwellen zu einem kurzzeitigen Stromfluss mit hoher Amplitude. Die Spitze ist weit höher, als dies aufgrund der Leistung



Bild 1: Der neue 30-W-AC/DC-Treiber erreicht dank aktiver PFC-Korrektur einen Powerfaktor von 0,95

zu erwarten wäre. Es entsteht ein Stromfluss, der nicht mehr sinusförmig ist und neben der Grundfrequenz einen hohen Anteil an Oberwellen besitzt. Das Problem liegt darin, dass die Wechsellspannung am Eingang gleichgerichtet und geglättet werden muss, bevor man sie weiter bearbeiten kann. Schaltet man nun einen Konverter dazu, der aus der hohen Gleichspannung den gewünschten Konstantstrom generiert, verschlechtert sich die Situation weiter.

## Pulsbreitenmodulation korrigiert Powerfaktor

Da im Laufe dieser Dekade LED-Beleuchtungssysteme andere Leuchtmittel flä-

chendeckend ersetzen werden, würde dies ohne entsprechende Korrekturmassnahmen schnell zu einem echten Problem für die Qualität der Netzversorgung. Deshalb schreibt die EN 61000-3-2 für LED-Treiber ab 25 W zwingend eine Powerfaktor-Korrektur (PFC) vor – «EnergyStar» fordert für kommerzielle Treiber explizit einen Powerfaktor von 0,9 oder besser. Ohne aktive PFC aber sind nur Werte erreichbar, die deutlich tiefer

### Autor

Reinhard Zimmermann,  
Product Marketing Recom Electronic GmbH

liegen – je nach Leistung auch bei 0,5 oder weniger.

Aus diesem Grund müssen AC/DC-Treiber mit einer speziellen PFC-Schaltung ausgestattet sein. Diese funktioniert im Prinzip folgendermassen: Anstatt den Ladekondensator direkt an den Gleichrichter zu koppeln, wird ein Pulsbreitenmodulator dazwischengeschaltet. Dieser sorgt dafür, dass der Kondensator während einer Halbwelle durch mehrere kleine Stromimpulse geladen wird.

Die Stromentnahme verläuft dadurch relativ synchron zur Netzspannung und kommt der natürlichen Sinusform recht nahe (Bild 2). Ein gut entwickelter PFC-Kreis wie die RACD30-Serie steigert den Powerfaktor auf Werte um 0,95 und ist damit um Faktor 2 besser als von «EnergyStar» vorgeschrieben. Technisch wären sogar noch bessere Werte realisierbar, aber der Nutzen stünde in keinem Verhältnis zu den Kosten.

### Zusammenhang zwischen PFC und Wirkungsgrad

Es ist ein weit verbreiteter Irrtum, dass Treiber mit einem niedrigen Powerfaktor einen schlechten Wirkungsgrad haben. Zwar entnehmen solche Treiber weit mehr Energie aus dem Netz, als sie zur Versorgung der LED brauchen, sie reflektieren aber einen erheblichen Teil davon wieder zurück. Dieser Teil geht nicht wirklich verloren, wie dies bei einem schlechten Wirkungsgrad der Fall wäre, er wird nur an «die falsche Seite» abgegeben. Vermutlich deshalb verwechselt man in der Praxis die Werte für den Powerfaktor oft mit jenen für den Wirkungsgrad.

Bild 3 zeigt die Stromaufnahme einer 100-W-Glühbirne (rote Linie) im Vergleich mit einer 25-W-LED. Beide haben etwa dieselbe Helligkeit. Die Glühbirne mit Powerfaktor 1 zieht aus einer 230-V-Versorgung konstant einen Strom von 0,45 A. Hätte der LED-Treiber ebenfalls Powerfaktor 1, würde er nur etwa 0,11 A Strom aus dem Netz ziehen – bei einem Powerfaktor von 0,95 unwesentlich mehr. Bei einem Powerfaktor von 0,25 würden dem Netz dieselben 0,45 A entnommen wie bei der Glühbirne, obwohl die LED nach wie vor nur 25 W abgibt. Die Differenz von 75 W fließt in falscher Phasenlage zurück ins Netz. Diese Energie geht dabei nicht verloren, der Blindstrom wird vom Zähler nicht erfasst.

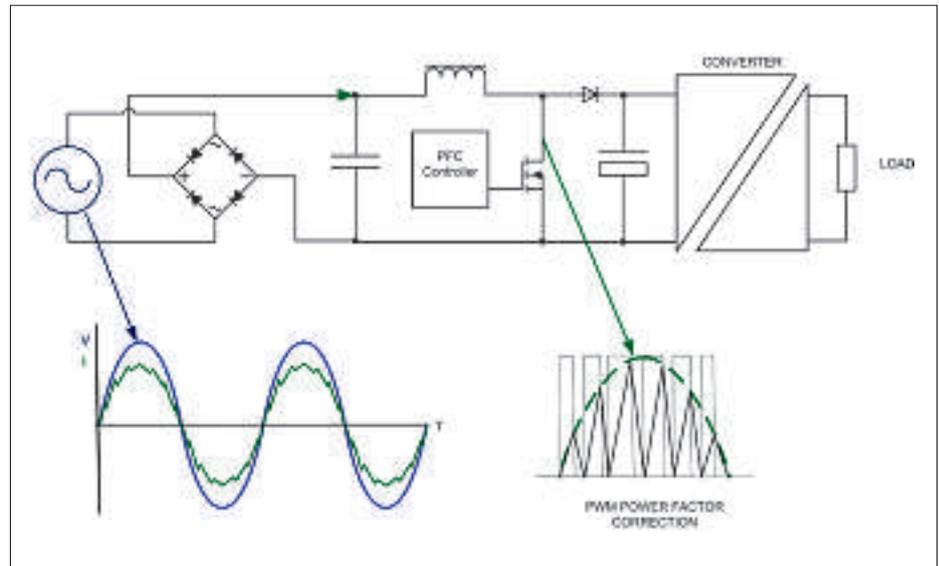


Bild 2: Bei aktiver PFC wird die Stromaufnahme mittels Pulsbreitenmodulation so gesteuert, dass sie der Sinusform recht nahe kommt

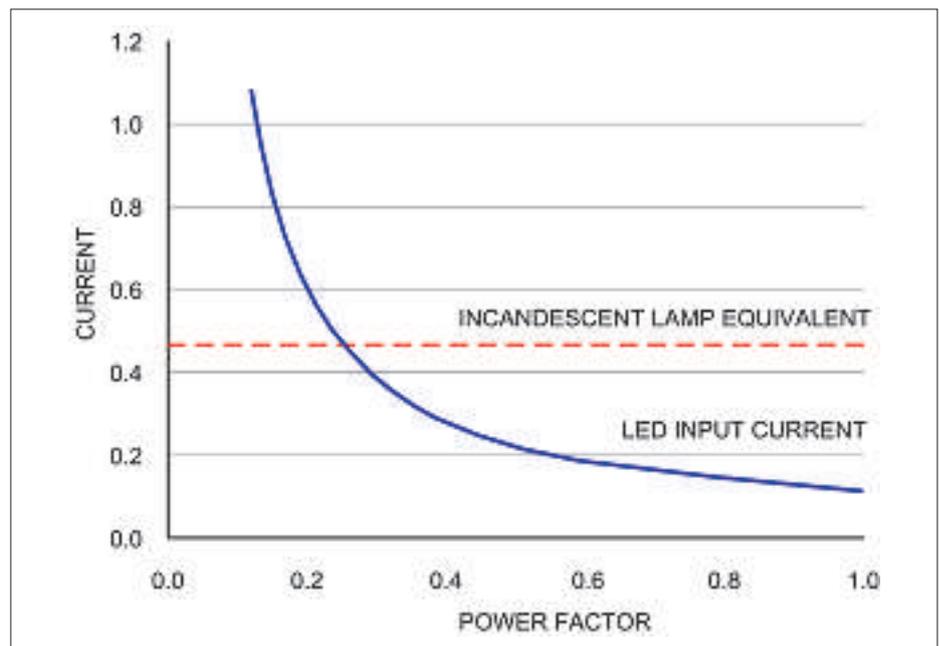


Bild 3: Vergleich zwischen einer Glühbirne und LED-Treibern mit Powerfaktor <1

Aktive Powerfaktor-Korrektur ist für AC/DC-Treiber trotzdem ähnlich wichtig wie ein hoher Wirkungsgrad, zumal absehbar ist, dass in den nächsten Jahren Milliarden von Treibern zusätzlich «ans Netz» gehen werden. Dabei geht es bei PFC nicht um die Stromkosten, sondern darum, die Verschmutzung des Stromnetzes durch Oberwellen im Griff zu behalten. Denn die Entwicklung von LED zum Leuchtmittel wird den gesamten Beleuchtungssektor von Grund auf verändern.

### Rasante Entwicklung bei Power-LED und Treibern

Auf absehbare Zeit sind Lösungen gefragt, die sich der bestehenden Infrastruktur in Haus und Büro anpassen. Für LED-Leuchten bedeutet dies unter anderem, dass sie durch handelsübliche TRIAC dimmbar sein müssen. Dies ist problematisch, denn die Phasenanschnittsteuerung von Dimmern und der PFC-Kreis von Treibern beeinflussen sich gegenseitig. Bislang verfügbare Treiber lassen →

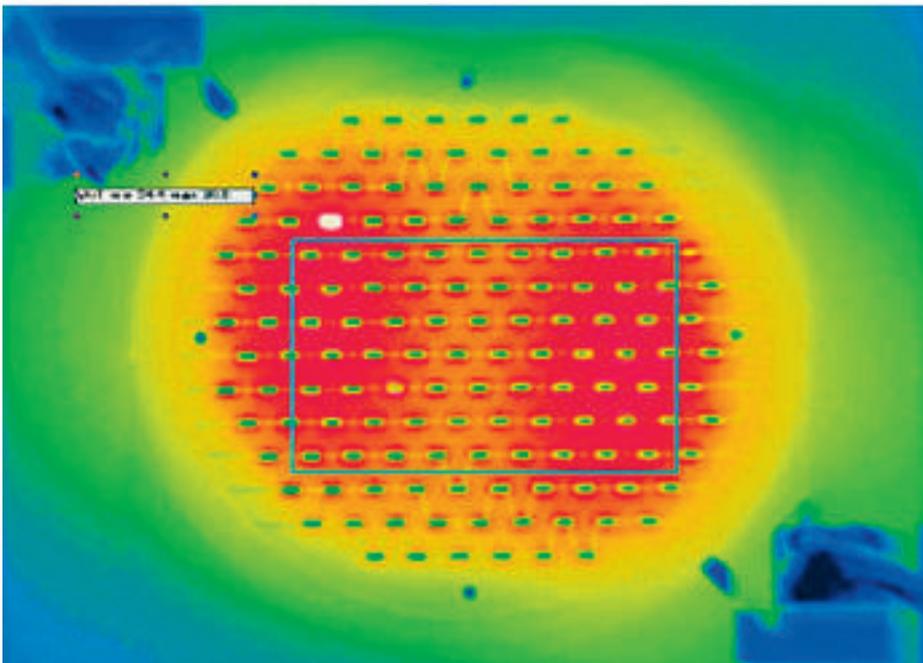


Bild 4: Wärmemanagement eines Mega-Zenigata-LED-Arrays

sich deshalb nicht bis auf null dimmen. Aber eine Funktion, die nur auf 10 bis 20 Prozent dimmen kann, liefert bei Weitem nicht das Ergebnis, das wir von der Glühlampe gewohnt sind. Wer wirklich auf null dimmen möchte, muss bislang auf DC/DC-Treiber wie den RCD 24 zurückgreifen, der über ein passendes Netzteil versorgt wird. Allerdings sind von Recom noch für diesen Herbst die ersten voll dimmbaren AC/DC-Treiber angekündigt.

Auch bei den LED geht die Entwicklung rasant weiter. Wurden anfangs zunächst mehrere einzelne LED mit jeweils eigenem Gehäuse und 2 oder 3W Leistung auf einer

Platine zusammengefasst, so geht der Trend jetzt klar zur «Multi-Chip»-Lösung. Dabei wird eine Vielzahl kleiner «LED-Dies» auf einem Keramikplättchen «integriert». Durch das keramische Substrat lässt sich das Wärmemanagement des gesamten LED-Arrays deutlich verbessern (Bild 4). Ausserdem ist der Platzbedarf erheblich geringer und die gesamte Leuchtfläche ist mit einer zusammenhängenden Phosphorschicht überzogen, sodass man «Multi-Chip»-LED tatsächlich als einzelne Lichtquelle wahrnehmen kann, was die Gestaltung von Optik und Reflektor vereinfacht.

### Leuchtkraft eines 150-W-Halogen-Strahlers

Als Beispiel sei hier die neue 25-W-Mega-Zenigata von Sharp erwähnt: 168 auf einer knapp 2 cm<sup>2</sup> kleinen Leuchtfläche verteilte LED (Bild 5) sind bereits so als Array «verdrahtet», dass man dieses nur noch an den neuen, speziell auf die Mega-Zenigata abgestimmten RACD30 anklemmen muss. Der Treiber liefert 700 mA Konstantstrom aus bis zu 42 V am Ausgang und entlockt der Mega-Zenigata mit 2550 lm bei 4000 °K die Leuchtkraft eines 150-W-Halogen-Strahlers. Dabei ist die Lichtqualität sehr natürlich. Während Tageslicht einen CRI-Wert (Color Rendering Factor) von 100 erreicht, schafft Sharps Mega-Zenigata mit 83 einen hervorragenden Wert. Sie ist damit nicht nur eine effiziente, sondern auch in puncto Lichtqualität und Farbtemperatur eine dem natürlichen Licht sehr nahe kommende Alternative.

Der RACD 30 ist für eine Lebenserwartung von über 70 000 Stunden bei +25°C konzipiert und geprüft. In der Praxis, bei etwa 10 Stunden täglichem Betrieb, entspricht dies einer Lebenserwartung von 20 Jahren. Der Treiber wird also ähnlich lange funktionieren, wie dies für LED-Arrays bei ausreichender Kühlung zu erwarten ist.

### Fazit

Künftig werden die Hersteller von LED-Treibern noch enger mit jenen von LED-Chips zusammenarbeiten, um das Potenzial des «neuen Lichts» voll ausschöpfen zu können. Dabei stehen Energieersparnis und hohe Lebenserwartung zwar im Vordergrund, aber die Qualität des Lichts entscheidet darüber, was wir sehen und wie wir dabei empfinden. Bei der Treiberauswahl ist dabei neben einem hohen Wirkungsgrad insbesondere auch auf guten Powerfaktor zu achten. Werte nahe 95 Prozent, wie dies für die RACD-Familie gilt, dürfen durchaus als Richtwert für die Zukunft gelten, auch wenn dies noch nicht zwingend vorgeschrieben wird. <<

Datenblatt RACD30-Treiber: [14\\_11.52.pdf](#)

### Infoservice

Recom Electronic GmbH  
Otto-Hahn-Strasse 60, DE-63303 Dreieich  
Tel. 0049 6103 300 070, Fax 0049 6103 300 07 61  
[info@recom-international.com](mailto:info@recom-international.com)  
[www.recom-international.com](http://www.recom-international.com)

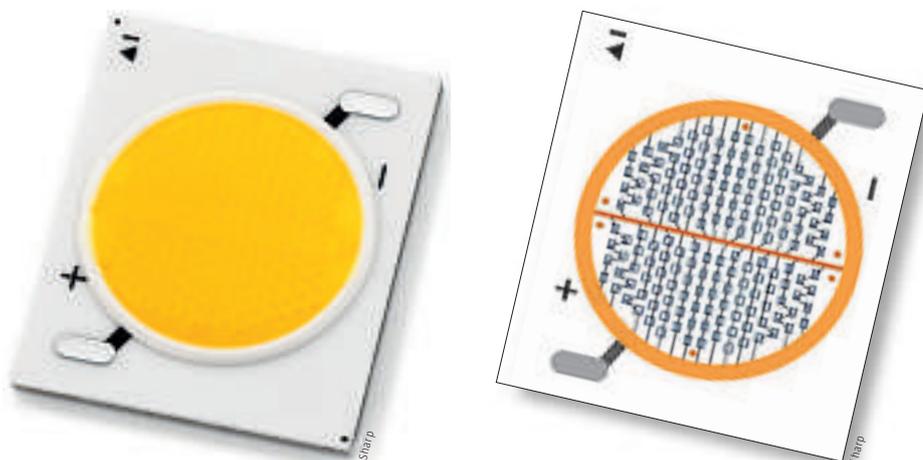


Bild 5: Die Mega-Zenigata von Sharp beherbergt 168 einzelne LED, die seriell und parallel zu einem Array verschaltet sind