

## Wie Netzteile nicht-lineare Lasten meistern

*Nicht-lineare Lasten sind Lasten, die sich – aus Sicht eines Netzteils – nicht wie ein idealer ohmscher Widerstand verhalten. So verursachen beispielsweise POL-DC/DC-Wandler (POL=Point-of-Load) oder ungeladene Kondensatoren, wenn sie an den Netzteilanschluss angeschlossen werden, kurzzeitig einen hohen Zusatzstrom, um die Kondensatoren aufzuladen. In der Regel sind solche Stromspitzen kein Problem, weil die eingebaute Strombegrenzung sie auffängt, aber unter gewissen Umständen kann dies anders sein.*

Die Strombegrenzung, auch Überstromschutz (Over Current Protection, OCP) genannt, ist ein wichtiges Ausstattungsmerkmal einer Stromversorgung, denn sie schützt vor Schäden durch Überlastung. Übliche Verfahren für die Strombegrenzung sind das Umschalten in den Konstantstrom-Modus, die Foldback-Kennlinie oder der Hiccup-Modus. Unter diesen drei Verfahren ist vor allem der Hiccup-Modus sehr beliebt: Bei Erkennen einer Überstromsituation schaltet das gesamte Netzteil für eine bestimmte Zeitspanne ab und versucht dann wieder zu starten (automatischer Neustart). Dieser Zyklus wiederholt sich, bis die Überstromsituation behoben ist, was an einen Schluckauf (Hiccup) erinnert.

Für Gerätehersteller hat der Einsatz von Netzteilen mit einer Hiccup-Strombegrenzung den Vorteil, dass die Netzteile mit Spitzenströmen zurechtkommen, die Kabelquerschnitte aber nicht für diese höheren Ströme ausgelegt werden müssen, da sie nur sehr kurzzeitig fließen. Stromversorgungen mit einer einfachen analogen Steuerung haben typischerweise eine feste Zeitspanne für die Hiccup-Periode, aber digital gesteuerte Stromversorgungen kann man so auslegen, dass diese Zeitspanne sich an die Lastsituation anpasst. Ein typisches derartiges Netzteil weist bei normaler Überlast eine Einschaltphase von 10 s auf, bei starker Überlast 60 ms und bei Kurzschluss nur noch 5 ms; die Aus-Phase beträgt typischerweise 1 oder 2 s.

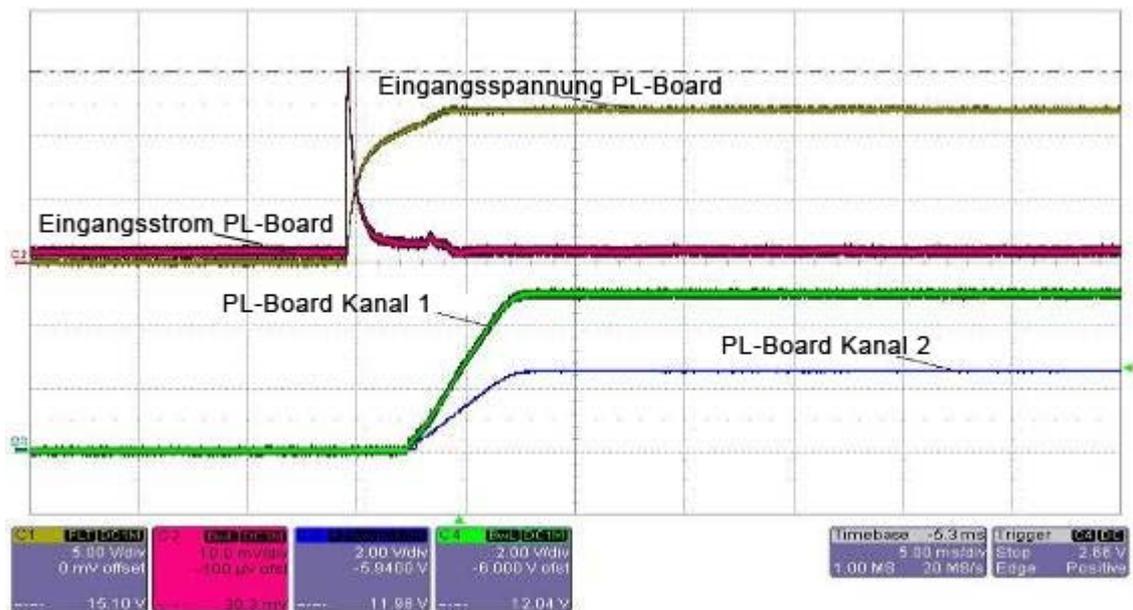


Abb. 1: Netzteilstart mit angeschlossenem POL-Wandler

Abb. 1 zeigt ein Netzteil mit Hiccup-Strombegrenzung, das mit einem bereits angeschlossenen POL-Wandler am Ausgang startet; die gelbe Kurve zeigt die Ausgangsspannung, die rote den Strom. Während des Starts verursachen die Kondensatoren einen hohen Einschalt-Spitzenstrom von ca. 150 A. Obwohl dieser Strom sehr hoch ist, arbeitet das Netzteil unbeeindruckt weiter, denn die Spitzenlast tritt während der sogenannten Softstart-Phase des Netzteils auf und ist nur von kurzer Dauer. Die Softstart-Charakteristik des Netzteils ist speziell für Einschaltströme wie diesen ausgelegt, und solange der Spitzenstrom auftritt, bevor die Netzteilregelung sich aufgebaut hat, bedeutet er kein Problem. Er kann aber problematisch werden, wenn er erst auftritt, nachdem die Spannungsregelung sich aufgebaut hat, und zwar aufgrund der Hiccup-Strombegrenzung.

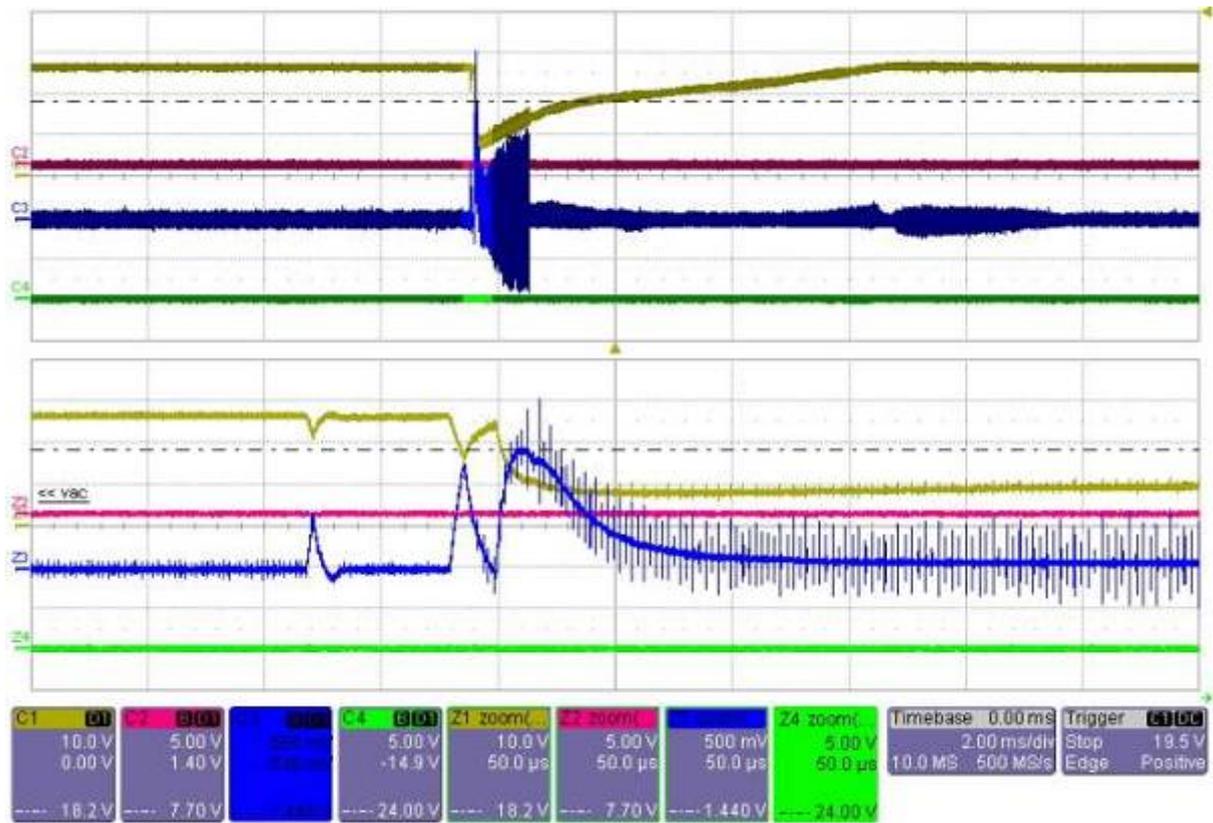


Abb. 2: Ein ungeladener Kondensator wird an ein Netzteil mit Hiccup-Strombegrenzung angeschlossen, nachdem sich die Spannungsregelung des Netzteils aufgebaut hat.

In den Diagrammen in Abb. 2 zeigt die obere blaue Messkurve den Ausgangsstrom des Netzteils an, wenn ein ungeladener Kondensator mit niedriger Impedanz angeschlossen wird, nachdem sich die Ausgangsregelung bereits aufgebaut hat. Die zwei Schaltversuche, die in der ersten Hälfte der unteren Kurvengruppe zu erkennen sind, sind durch ein Relaisprellen bedingt und werden hier nicht weiter betrachtet. Bei knapp unter 60 A werden ca. 700 W aus dem Netzteil gezogen, was ein Standard-Netzteil in den Hiccup-Modus versetzen und dadurch ein sauberes Starten der Last verhindern könnte. Hier allerdings erholt sich der Ausgang, was man an der gelben Messkurve sehen kann.



Abb. 3: Das CFE400M kann bei 300 W Belastung einen zusätzlich zugeschalteten Kondensator mit 3000  $\mu\text{F}$  aufladen und erholt sich dabei, ohne in den Hiccup-Modus zu wechseln.

Dies liegt daran, dass diese Messung mit einem Netzteil der Next-Generation-Reihe CFM ausgeführt wurde, bei der das Entwicklungsteam von TDK-Lambda die Algorithmen für die Hiccup-Strombegrenzung verbessert hat. Das Diagramm in Abb. 3 zeigt ein CFE400M, bei dem im eingeregelteten Zustand bei 24 V Ausgangsspannung ein Kondensator mit 3000  $\mu\text{F}$  zugeschaltet wird: Da der Kondensator den erheblich kleineren Ausgangskondensator im Netzteil entlädt, sinkt die Ausgangsspannung (gelbe Kurve) kurzzeitig auf beinahe 0 V. Wie man aber gut erkennen kann, ist das CFE darauf ausgelegt, mit dem Zuschalten einer so großen kapazitiven Last zurechtzukommen: Es liefert für ca. 1,5 ms einen Ausgangsstrom von beinahe 50 A (im Kurzschlussmodus), und danach fällt der Strom auf ein niedrigeres Niveau von ca. 30 A (Überstrom-Schutzmodus) für ca. 50 ms – was typischerweise lang genug ist, damit sich die Spannung erholen kann.

Das CFE400M kann also selbst bei bestehender Nennbelastung mit 300 W noch einen zusätzlich zugeschalteten Kondensator mit 3000  $\mu\text{F}$  aufladen – und erholt sich dabei, ohne in den Hiccup-Modus zu wechseln. Dadurch bietet es die Vorteile der Hiccup-Strombegrenzung – z.B. 150% Überlastfähigkeit bei reduzierten Anforderungen an die Kabelquerschnitte – kann aber dennoch auch mit hoch nicht-linearen Lasten umgehen, für die sonst ein Netzteil mit einem Konstantstrom-Überlastschutz erforderlich wäre.

Weitere Informationen zur Digital-Netzteilreihe CFE400M finden Sie unter [www.de.tdk-lambda.com/cfe](http://www.de.tdk-lambda.com/cfe)

**Kontakt:**

TDK-Lambda Germany GmbH

Karl-Bold-Straße 40

D-77855 Achern

Tel: +49 (0)7841 - 666 -0

Email: [info@de.tdk-lambda.com](mailto:info@de.tdk-lambda.com)

Webseite: [www.de.tdk-lambda.com](http://www.de.tdk-lambda.com)