

Ein glückliches Paar

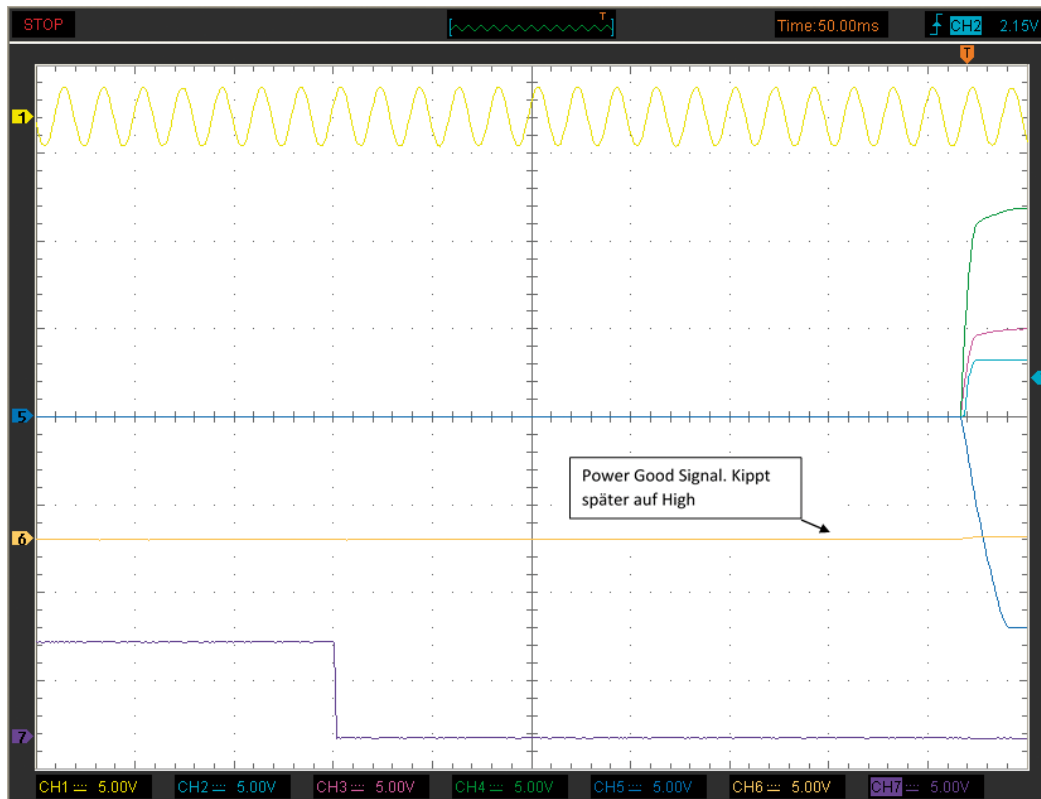


Bild 1: Hochlaufphase. • Kanal 1 (gelb): Netzspannung; Kanal 2-5: Ausgänge 3,3/5/12/-12 Volt
• Kanal 6 (ocker): PG/PF Signal (kippt später auf High) • Kanal 7 (violett): ON/OFF oder PSON Signal

Die Elektronikentwickler-Welt könnte so einfach sein. Man nehme ein geeignetes Motherboard, passende Systemkomponenten und ein laut Datenblatt passendes medizinisches Netzteil. Dann baut man alles zusammen - und schon ist der professionelle Medizin-PC fertig. Leider steckt der Teufel oft im Detail. Was manchmal schon im privaten Bereich Kopfschmerzen bereitet, wo deutlich geringere Ansprüche an die Hardware gestellt werden, bedeutet für den professionellen Einsatz ein „No go“.

Welche Kriterien sind besonders im medizinischen Umfeld von Bedeutung?

- stabiler Betrieb, teilweise auch 24/7
- Patientensicherheit
- desinfizierbare, geschlossene Gehäuse, z. B. IP65
- leiser, lüfterloser Betrieb
- elektromagnetische Verträglichkeit (Beeinflussungen und Störungen)
- lange Lebensdauer

- langjährige Verfügbarkeit der eingesetzten Komponenten
- Aktualität der Zulassungen besonders des Netzteils (60601-1 3.1 ed. und 60601-1-2 4th ed)

Wie kann man von Anfang an böse Überraschungen vermeiden?

Das Erfolgsrezept eines leistungsfähigen Gesamtsystems liegt in der richtigen Auswahl der jeweiligen Einzelkomponenten. Zur Bewertung der Gesamtsituation sind spezielle Fachkenntnisse erforderlich. Nach unseren Erfahrungen haben die Entwicklungsabteilungen hierfür nicht immer ausreichend Ressourcen zur Verfügung. Das betrifft sowohl den Zeitfonds als auch die entsprechende Laborausstattung.

Magic Power Technology bietet als Netzteilhersteller zusammen mit der TRS-STAR GmbH als System- und Lösungsanbieter individuell aufeinander abgestimmte Systeme an. Diese Bundles aus Stromver-

sorgung, Motherboard und Speicherlösungen werden vorab getestet und auf Wunsch als Bundle ausgeliefert. Die hardwareseitige Unterstützung kann je nach Kundenwunsch auch auf die Lieferung der passenden Kabelsätze erweitert werden. Softwareseitig gehören kundenspezifische Software- und BIOSanpassungen zum Leistungsumfang. So erhält der Kunde ein Gesamtsystem, das seinen konkreten Anforderungen in Bezug auf Kenndaten, Preis und Verfügbarkeit entspricht.

Im Folgenden werden der typische Ablauf sowie die sich ergebenden Handlungsempfehlungen bei der Zusammenstellung von PC-Komponenten/Netzteil-Bundles vorgestellt.

Auswahl der PC-Komponenten

- Mainboard und Chipsatz

Zum Test eines leistungsfähigen Bundles wurde ein Avalue EMX-Q170KP Mini-ITX Motherboard mit Intel Q170 Chipset für Intel Core i3/i5/i7 und Celeron Prozessoren ausgewählt. Der Formfaktor entspricht dem gängigen Standard für professionelle Motherboards und wurde auf Basis neuester, innovativer Embedded-Technologien entwickelt. Der Q170 Chipset unterstützt SSDs in verschiedenen Formfaktoren, wie z. B. M.2 mit SATA-Schnittstelle. Da er auch schnelle 3.0 PCIe Lanes zur Verfügung stellt, gibt es keine graphischen Performance-Einbußen. Die zahlreichen Schnittstellen (VGA, HDMI, DP, LVDS) prädestinieren das Board für vielseitige Anwendungen sowohl im medizinischen als auch im industriellen PC-Bereich.

Neben allen rein technischen Gesichtspunkten ist Avalue auf professionelle Anwendungen spezialisiert und legt daher Wert auf langfristige Verfügbarkeit.

- Arbeits- und Festspeicher

Beim Arbeitsspeicher fällt die Wahl auf ein ADATA ADD11600W4G11-B DDR3 SO-DIMM 1.35 V Modul 204-pin JEDEC mit fixer BOM und einer Übertragungsbandbreite von 12,8 Gb/s (PC3L 12800) im erweiterten Temperaturbereich, niedrigem

Stromverbrauch, niedrigen Latenzzeiten und höchster Zuverlässigkeit.

Als Flashspeicher wird die ADATA ultra-kompakte IM23328E M.2 2280 mit 256 GB ebenfalls im erweiterten Temperaturbereich (-40 - 90 °C) für anspruchsvolle langlebige Applikationen ausgewählt. Das MLC-basierte Laufwerk verbessert Leistung, Stabilität und Lebensdauer gegenüber herkömmlichen Lösungen und ist ein Kompromiss zwischen funktionaler Leistung und Kosten.

Für Applikationen mit höheren Anforderungen hinsichtlich Geschwindigkeit und Kapazität bietet ADATA SSDs mit kleinerem Formfaktor in 3D TLC NAND Flash Technologie an.

- Prozessor und Grafik

Als Prozessor kommt der INTEL i7 7700K 4.2 GHz Core mit optimierter Kaby-Lake Architektur zum Einsatz. Mit der verbesserten Onboard-Grafikeinheit und der schnellen Basisaktung hat der Anwender auch für die Zukunft ausreichende Erweiterungs- und Adaptierungsmöglichkeiten für sein Gesamtsystem.

Stationäre und mobile medizinische Systeme müssen – bei stetiger Forderung nach höherer Effizienz und Kompaktheit – immer größere Datenmengen für komplexe 3D-Berechnungen und andere anspruchsvolle Bildverarbeitungsaufgaben bewältigen. Die Auswahl der Komponenten erfolgte daher besonders mit Blick auf Applikationen, die hohe Ansprüche an Visualisierung und Grafikperformance stellen.

In der Praxis treffen die Applikationsingenieure eine Vorauswahl. Hier finden sowohl die spezifischen technischen Anforderungen des Kunden als auch die Marktanforderungen hinsichtlich Preis und Performance Berücksichtigung. Bei komplexen Systemen werden zusätzlich immer auch die Einzelkomponenten angepasst.

Auswahl der optimalen Stromversorgung

Hierfür sind mehrere Faktoren zu berücksichtigen und hinsichtlich ihrer Priorität zu bewerten. Die wichtigsten Fragen:

- Ist ein Single- oder ein Multispannungs-Netzteil vorteilhafter?

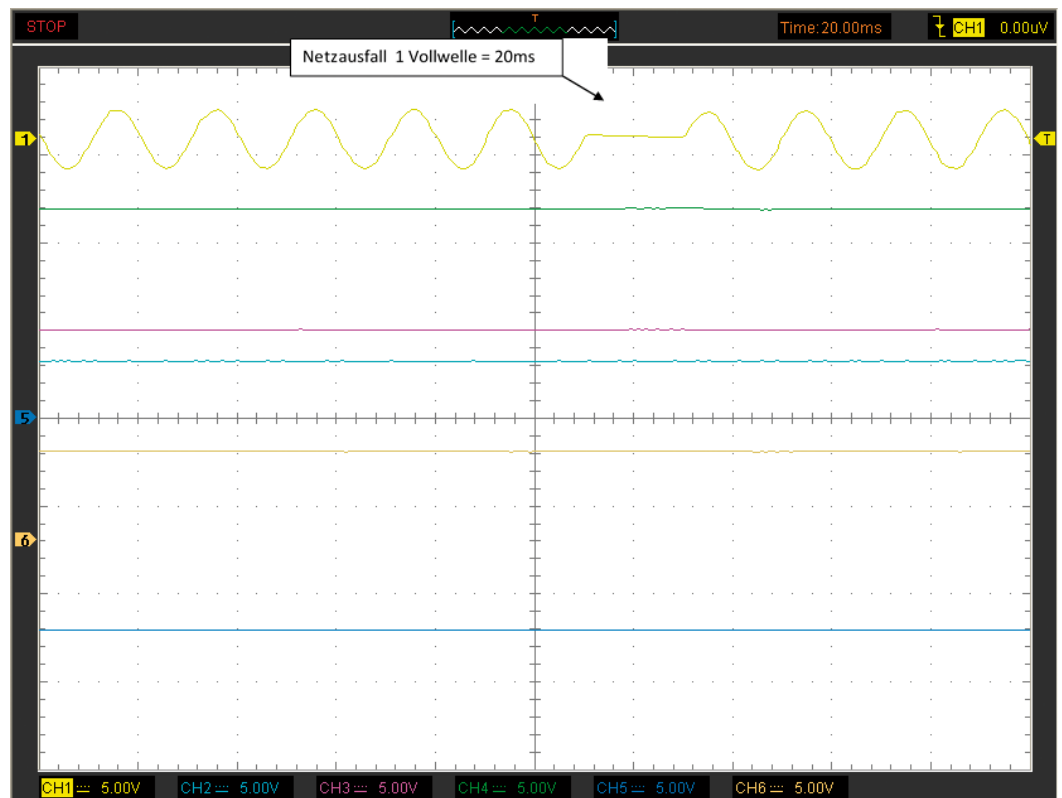


Bild 2: Netzausfall mit einer vollen Welle (20 ms) ohne Auswirkungen auf den Betrieb des Systems

Grundsätzlich erhöht ein Netzteil mit Multispannungs-Ausgang die Betriebssicherheit und die Zuverlässigkeit. Die einzelnen Ausgänge können an den Bedarf der Subsysteme angepasst werden. Überlastzustände der einzelnen Stränge werden damit schneller und zuverlässiger detektiert und die Ausgänge entsprechend ausgeregelt. Zudem verursachen die kleineren Ströme je Kanal eine geringere Störeinstreuung zwischen den einzelnen Strängen. Für Applikationen, in denen weitere zusätzliche Aktoren oder Lasten z. B. auf der 5-V-Schiene betrieben werden, ist auf jeden Fall der Einsatz eines Netzteils mit Multispannungs-Ausgang zu empfehlen.

Dagegen bietet das Netzteil mit Single-Ausgangsspannung systembedingt Einsparpotenzial bei Überlastschutz und Leitungsführung. Zudem ist der Anwender bei der Auswahl einzelner Komponenten mit höherer Ausgangsleistung weniger limitiert, da das Netzteil je Ausgangsspannung grundsätzlich die volle Ausgangsleistung zur Verfügung stellt.

Bei der Abwägung der Vor- und Nachteile eines abgestimmten, optimierten Gesamtsystems geht

die Tendenz daher oftmals zum Multispannungs-Netzteil. In letzter Instanz sind jedoch immer die individuellen Anforderungen der Applikation entscheidend.

Speziell bei einem Netzteil mit ATX-Ausgang sind die Prüfungen recht umfangreich. Einen wichtigen Anhaltspunkt bieten das Handbuch des Motherboards sowie der Intel „Desktop platform form factors power supply design guide“. Hier findet man unter anderem das „Power Supply Timing“, also den sequentiellen Ablauf der Ausgangsspannungen und der Signale.

Als Beispiel wurden am konkreten Bundle die wichtigen Zustände „Hochlauf“ und „Netzausfall“ vermessen:

- Hochlauf

Nach dem Anlegen der Netzspannung erzeugt das Netzteil zuerst nur eine 5 V Stand-by Spannung. Diese versorgt das Motherboard. Wird nun der Startknopf gedrückt, überbrückt das Motherboard dauerhaft den ON/OFF Pin des Netzteils gegen Masse. Mit diesem Signal startet das Netzteil seine Hauptspannungen 3,3/5/12 und -12 V. Hier ist es lt. des Intel guides wichtig, dass

die 12 V schon beim Hochlauf immer einen höheren Wert als die 3,3 V & 5 V aufweist. Wenn diese Spannungen ihr Soll erreicht haben, kippt das Power Good/Power Fail Signal (PG/PF) von Low auf High (=PSON) und signalisiert dem Board, dass es mit der Startsequenz fortfahren kann. Ab diesem Zeitpunkt ist für das Netzteil der stabile Betriebszustand erreicht (Bild 1).

- Netzausfall

Während bei einem „normalen“ Ausschalten das Board nur das ON/OFF Signal wieder auf High legt, gibt es bei einem unbeabsichtigten Netzausfall zwei Varianten:

1. Das Netz fällt kurzfristig für max. 1 Vollwelle = 20 ms aus:

Dies kann z. B. dann passieren, wenn eine Offline-USV vom AC mode in den USV-mode umschaltet. Das Netzteil muss in dieser Situation die Ausgangsspannung stabil halten, bis die USV den weiteren Betrieb der AC-Seite übernimmt (Bild 2).

2. Kompletter Ausfall der AC-Seite:

Das Netzteil hat hier die Aufgabe, ein Warnsignal an das

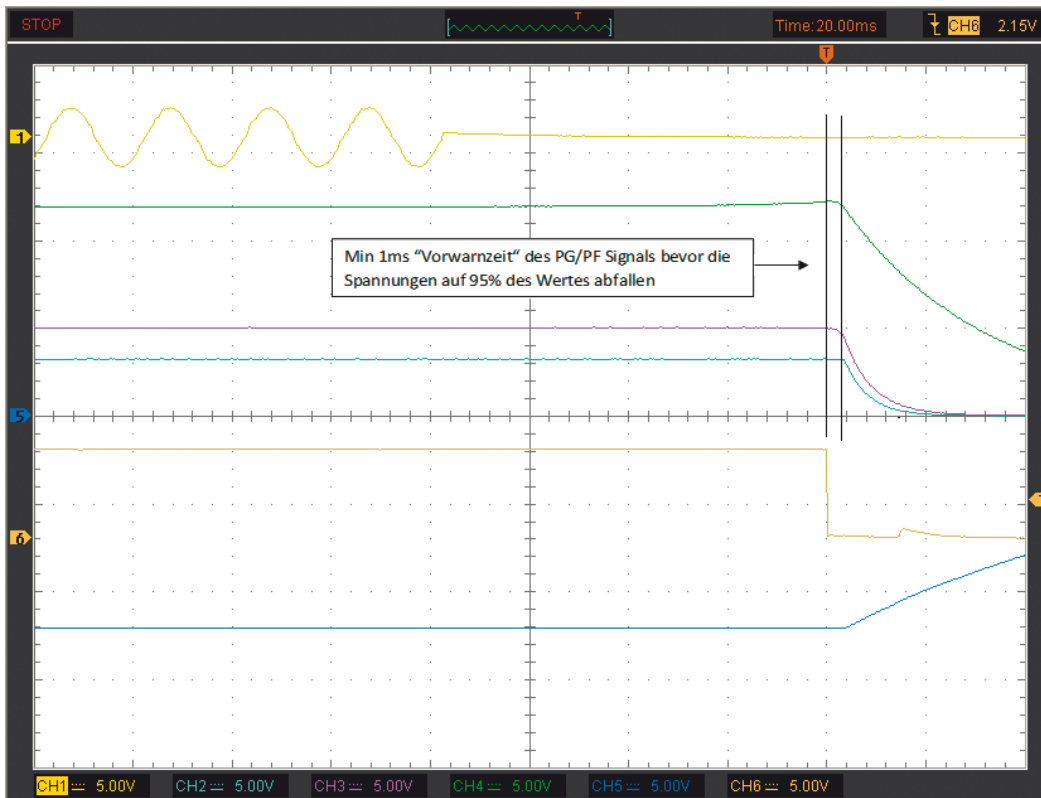


Bild 3: Kompletter Netzausfall mit PG/PF-Signal (ocker)

Board zu geben. Dies erledigt das PG/PF-Signal in seiner Funktion als Power Fail Signal. Es kündigt dem Rechner mit mindestens 1 ms Vorwarnzeit das Zusammenbrechen der Ausgangsspannung an (Bild 3).

Welches ist die richtige Leistungsklasse?

- Single-Ausgangsspannung

Hierbei ist die Ermittlung der richtigen Leistungsklasse deutlich einfacher als bei Multispannungsausgängen. Man kann entweder alle Worstcase-Leistungsbedarfe der einzelnen Komponenten aufsummieren oder entsprechende Messungen durchführen. Man kann aber auch den Leistungsbedarf des Bundles durch Messungen ermitteln:

- Idealerweise wird hierzu Stromzange und Oszilloskop im Ausgang eingesetzt, um auch die zeitlichen Aspekte des Lastverlaufs zu berücksichtigen.
- Für die Ermittlung der Durchschnittsleistung kann in grober Annäherung auch ein Wattmeter auf der Eingangsseite verwendet werden (siehe Beispiel am Ende des Artikels).

- ATX-Ausgangsspannungen

Schwieriger wird die Ermittlung der passenden Leistungsklasse, wenn ein ATX-Netzteil zum Einsatz kommt. Dieses versorgt gleichzeitig mehrere Komponenten, die u .U. in unterschiedlichen Modi betrieben werden. Es gibt folgende Rechenwege:

1. Die einzelnen Worstcase-Bedarfe werden pro Ausgangsspannung und Komponente addiert. In der Regel erhält man auf diesem Weg aber deutlich zu hohe Werte. Dies führt dazu, dass oftmals ein unnötig großes und teures Netzteil ausgewählt wird.

2. Man kann auch für das Bundle eine simultane Leistungsanalyse über alle vier Ausgangsspannungen durchführen. Als Beispiel wählen wir das MPM-815H, das 150 W bereits ohne Fremdbelüftung liefert. Dieses 1 HE medizinische ATX-Netzteil ist sowohl für hohe Leistungen auf den 3,3 + 5-V-Kanälen als auch für Systeme mit hohem 12 V Bedarf bestens geeignet.

Im Regelfall können die einzelnen Kanäle deutlich über der

Nominalleistung liegende Dauerleistungen liefern. Wenn gleichzeitig andere Ausgänge weniger belastet werden, kann u. U. ein kleineres Netzteil zum Einsatz kommen. Außerdem schafft dies Leistungsreserven.

Speziell bei kleineren Systemen (z. B. in IP65-Anwendungen) sind belüftete Lösungen nicht möglich. Hier muss bei der Netzteilauswahl sichergestellt werden, dass die einzelnen Komponenten nicht überfahren werden.

Elektromagnetische Verträglichkeit – ein Thema von Beginn an

Zu berücksichtigen sind hier sowohl die Emissionen als auch die Immissionen. In den meisten Fällen gilt bei den Emissionen die Grenzwertkurve B und damit für Medizin- und Consumer-Applikationen identische Limits. Unterschiede gibt es in den Immissionen. So ist zum Beispiel in der 4. Edition der zur EN/IEC60601 zugehörigen EMV-Anforderung 60601-1-2 ein ESD-Wert von 15 kV Luftentladung vorgeschrieben.

Da bei Bundles Distributor und Netzteilhersteller die Komponenten bereits miteinander vorvermessen haben, ist die Wahrscheinlichkeit für eine komplikationsarme EMV Prüfung sehr groß. Bei Rückfragen hat der Kunde zudem nur einen Ansprechpartner, der die Bundle-Lösung im Detail kennt.

Tests und Messungen mit dem Bundle

- Welche Messungen werden durchgeführt?

Die Vorprüfungen umfassen je nach Bundle unter anderem:

- Leistungstests im Standard- und Worstcase-Betrieb
- Regelung / Spannungstoleranzen

Ausgangsspannung	Nominalleistung Lüfterlos	Maximale Dauerleistung Lüfterlos	Maximale Dauerleistung in % Lüfterlos
12 V	60 W	120 W	200 %
5 V	55 W	70 W	127 %
3,3 V	25 W	40 W	148 %
Summenleistung Lüfterlos	150 W	150 W	150 W

Tabelle 1: Summenleistung und Einzelkanalleistungen am Beispiel MPI-822H

- Tests des Temperaturverhaltens
- EMV-Vormessungen der Emissionen und Immissionen im Gesamtsystem
- Funktionsprüfungen

- Praxistest des Bundles – mal geht es und mal nicht...

Im Versuchsaufbau wurden die Komponenten aus Punkt 1 zusammen mit zwei verschiedenen ATX-Netzteilen vermessen. Vorab wurde die Summenleistungsaufnahme im normalen Windowsbetrieb ermittelt, und zwar durch Messungen auf der Primärseite des Netzteils. Sie betrug 20...25 W. Davon entfallen ca. 18...23 W auf das mini-ITX-Board.

Zwei Stromversorgungen im Vergleich

Zu Beginn wählte der Kunde eine kleine Stromversorgung mit etwa 60 W aus. Entsprechend der Leistungsanforderungen der Komponenten war sie ausreichend dimensioniert. Jedoch traten beim Hochlaufen des Systems sporadisch Fehler auf, indem das Board von selbst wieder bootete (Bild 4). Diverse BIOS Einstellungen, Komponentenänderungen etc. brachten keine Abhilfe. Anschließend wurde derselbe Versuchsaufbau mit einem leistungsstärkeren ATX-Netzteil komplettiert, hier mit dem MPM-815H. Bei erneuten Messungen lief alles fehlerfrei und ohne Abschalten durch (Bild 5). Wo liegt die Ursache?

Die Lösung

Mit einem Wattmeter wurde der Leistungsbedarf noch einmal messtechnisch überprüft. Auf der AC-Seite angeschlossen, zeigte es beim Booten Peak-Leistungen von max. 40...45 W. Das Netzteil hat also genug Leistungsreserve. Erst bei detaillierten Messungen der einzelnen Kanäle zeigte sich, dass das Board kurzfristig einen hohen Strom von auf der +12 V Schiene benötigt. Das leistungsschwächere Netzteil detektierte dies als Fehler und schaltete ab. Das leistungsstärkere Netzteil dagegen konnte die Peaklast gut abfedern.

Die Messung mit dem Wattmeter auf der Eingangsseite schlug fehl, weil dies zu träge auf die Spitzen reagierte. Erst die separate Betrachtung



Bild 4: Abschalten des leistungsschwächeren Netzteils durch kurzzeitigen Peakstrom von knapp 10 A auf der 12 V Strecke. (gelb = 5 V Spannung, türkis = 5 V Strom, pink = 12 V Spannung, blau = 12 V Strom).

der 5-V- und 12-V-Kanäle zeigte die Stromspitze.

Vorteile für den Kunden

An diesem Beispiel wird deutlich, wie wichtig es ist, dass PC-Komponenten und Netzteil aufeinander abgestimmt sind. Oftmals können erst bei der detaillierten Messung mit speziellen Messgeräten Besonderheiten sichtbar gemacht werden. Ein weiterer Vorteil für den Kunden ergibt sich durch das Bestellen bei einem Systemlieferanten in

einer one-stop-shop Politik, d. h. er bezieht möglichst viele Komponenten aus einer Quelle.

Dies führt neben der Optimierung des Beschaffungs- und Lieferantenmanagements auch oftmals zu einer signifikanten Senkung der Einstandspreise und der Prozesskosten. Darüber hinaus profitiert der Kunde von einem verbesserten logistischen Support, da der Systemlieferant die logistische Abstimmung der Einzelhersteller übernimmt und mit seiner Markt-

übersicht etwaige Lieferengpässe abfedern kann.

Fazit

Letztendlich erhält der Kunde ein vorgetestetes Bundle aus den zentralen Systemelementen, das bereits in der Projektierungsphase durch Produktspezialisten auf die jeweiligen Anforderungen ausgerichtet wird und dies in der Regel auch noch zu einem besseren Preis als bei Bezug der Einzelkomponenten. ◀



Bild 5: Hochlauf eines passenden Netzteils mit Berücksichtigung der Peakströme auf der 12-V-Strecke