

1 + 1 macht 3

So ähnlich hat auch Astrid Lindgrens Pipi Langstrumpf immer gerechnet. In diesem Fachbericht der TRS-STAR GmbH und Magic Power Technology GmbH zeigen wir Ihnen, wie aus 1 (Industrie-PC Komponenten) + 1 (Netzteil) ein aufeinander abgestimmtes und vorgeprüftes System entsteht.

Die Welt könnte, wie bei Pipi Langstrumpf, so einfach sein. Man suche sich das geeignete Motherboard, passende Systemkomponenten und ein x-beliebiges Netzteil heraus. Und schon ist der professionelle Rechner fertig. Leider funktioniert dies oft nur im privaten Bereich, wo deutlich geringere Ansprüche an die Hardware gestellt werden.

Im industriellen und medizinischen Umfeld sind Faktoren wie

- stabiler 24/7 Betrieb
- erweiterter Temperaturbereich
- Schutzart, z.B. IP65
- lüfterloser Einsatz
- EMV Industrieemissionen
- lange Lebensdauer
- langjährige Verfügbarkeit der eingesetzten Komponenten

wichtig.

Wie kann man also - um es mit den Worten Astrid Lindgrens zu sagen - mit Äffchen und Pferd sozialverträglich in einer Villa wohnen, sprich ein funktionierendes Gesamtsystem aufbauen?

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 als Netzteilhersteller bietet zusammen mit der TRS-STAR GmbH als System- und Lösungsanbieter individuell aufeinander abgestimmte Systeme an. Diese Bundles aus Stromversorgung, Motherboard und Speicherlösungen werden vorab getestet und auf Wunsch als Bundle ausgeliefert. Die hardwareseitige Unterstützung kann je nach Kundenwunsch sogar bis auf die Lieferung der passenden Kabelsätze heruntergebrochen 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 stellen wir nun den typischen **Ablauf** sowie die sich ergebenden **Handlungsempfehlungen** bei der Zusammenstellung von PC-Komponenten/Netzteil-Bundles vor.

1. Auswahl der PC-Komponenten

a) 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 industrielle Motherboards und wurde auf Basis neuester, innovativer Embedded-Technologien entwickelt. Der Q170 Chipsatz 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) machen das Board für vielseitige Anwendungen in industriellen Automatisierungs-, Mess- und Steuerungssystemen interessant. Neben allen rein technischen Gesichtspunkten ist Avalue auf Industrieanwendungen spezialisiert und legt daher Wert auf langfristige Verfügbarkeit.

b) Arbeits- und Festspeicher

Beim Arbeitsspeicher fällt die Wahl auf ein ADATA ADD11600W4G11-B DDR3 SO-DIMM 1.35V Modul 204-pin JEDEC mit fixer BOM und einer Übertragungsbandbreite von 12.8Gb/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 256GB ebenfalls im erweitertem Temperaturbereich (-40° - 90°C) für anspruchsvolle industrielle 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.

c) Prozessor und Grafik

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

Diese Komponenten sind prädestiniert für den anspruchsvollen industriellen Einsatz in den Bereichen IoT, Automatisierung und Digital Signage.

Für andere Einsatzgebiete gelten wiederum andere normative Vorgaben. Dies betrifft immer auch das Bundle aus Embedded Board und Stromversorgung. Anwendungen im Medizinbereich müssen z.B. die Norm EN/UL60601 erfüllen.

In der Praxis treffen die Applikationsingenieure von Magic Power Technology und TRS-STAR eine Vorauswahl. Hier finden sowohl die spezifischen technischen Anforderungen als auch die Marktanforderungen hinsichtlich des Preises und der Performance Berücksichtigung. Bei komplexen Systemen werden zusätzlich immer auch die Einzelkomponenten angepasst.

2. Auswahl der optimalen Stromversorgung

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

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

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 geregelt. Zudem verursachen die kleineren Ströme eine geringere Störeinstreuung zwischen den einzelnen Strängen. Für Applikationen, in denen weitere zusätzliche Aktoren oder Lasten z.B. auf der 5V-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 haben wir am konkreten Bundle die wichtigen Zustände „Hochlauf“ und „Netzausfall“ vermessen:

a) Hochlauf

Nach dem Anlegen der Netzspannung erzeugt das Netzteil zuerst nur eine 5V 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 -12V. Hier ist es lt. des Intel guides wichtig, dass die 12V schon beim Hochlauf immer einen höheren Wert als die 3,3V & 5V 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.

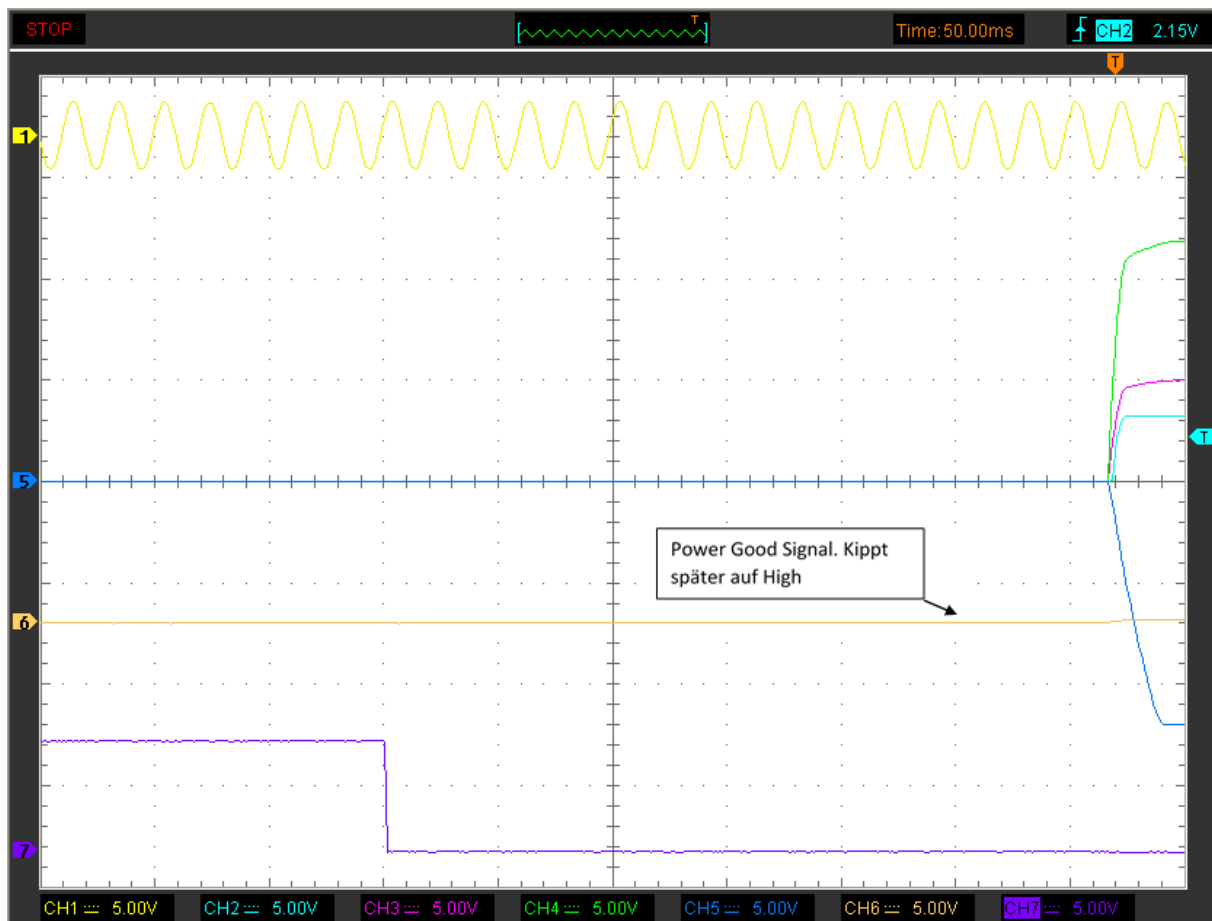


Bild 1 Hochlaufphase.

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

b) Netzausfall

Während bei einem "normalen" Ausschalten das Board nur das ON/OFF Signal wieder auf High legt, gibt es bei einem unbeabsichtigten Netzausfall 2 Varianten:

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

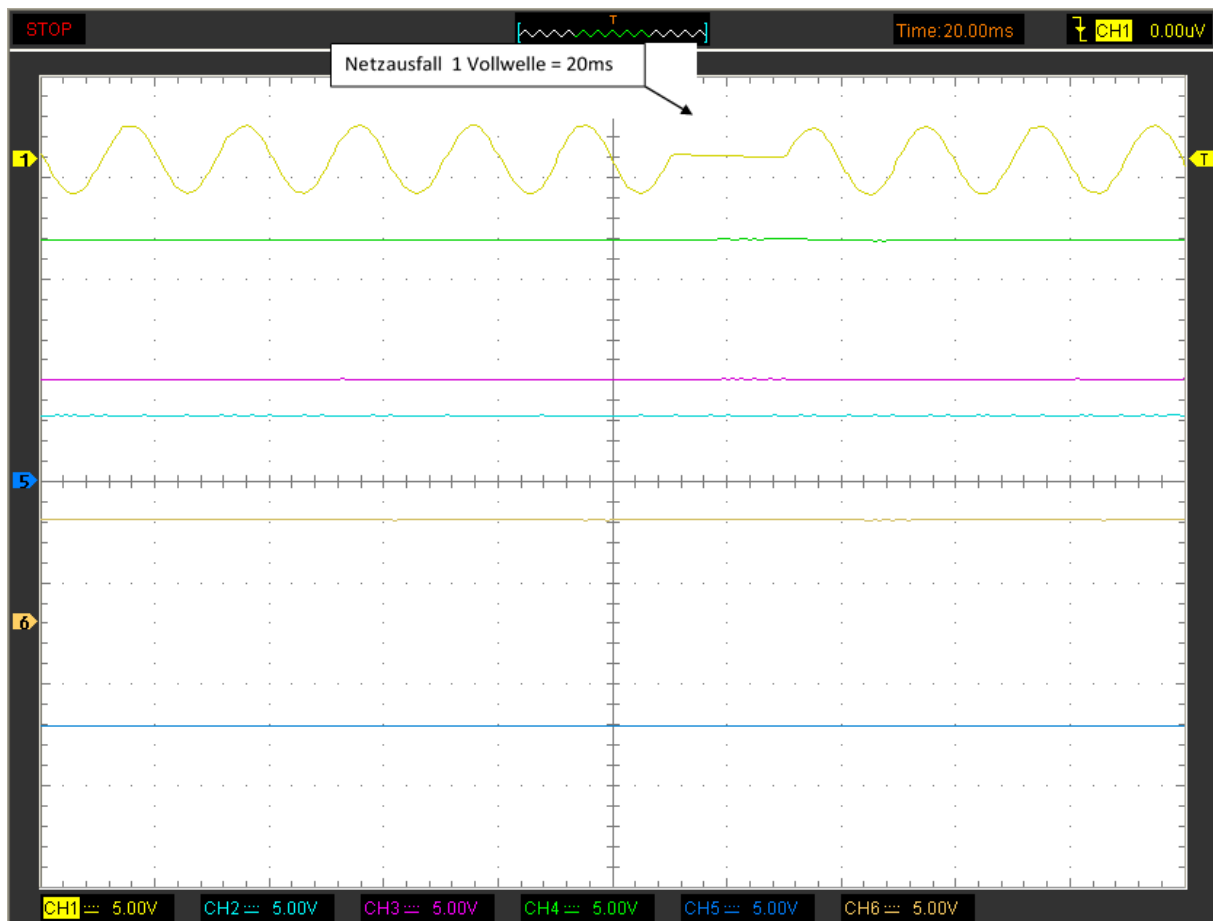


Bild 2: Netzausfall mit einer vollen Welle (20ms) ohne Auswirkungen auf den Betrieb des Systems

- Kompletter Ausfall der AC Seite:
Das Netzteil hat hier die Aufgabe, ein Warnsignal an das Board zu geben. Dies erledigt das PG/PF Signal in seiner Funktion als Power Fail Signal. Es kündigt dem Rechner mit mindestens 1ms Vorwarnzeit das Zusammenbrechen der Ausgangsspannung an.

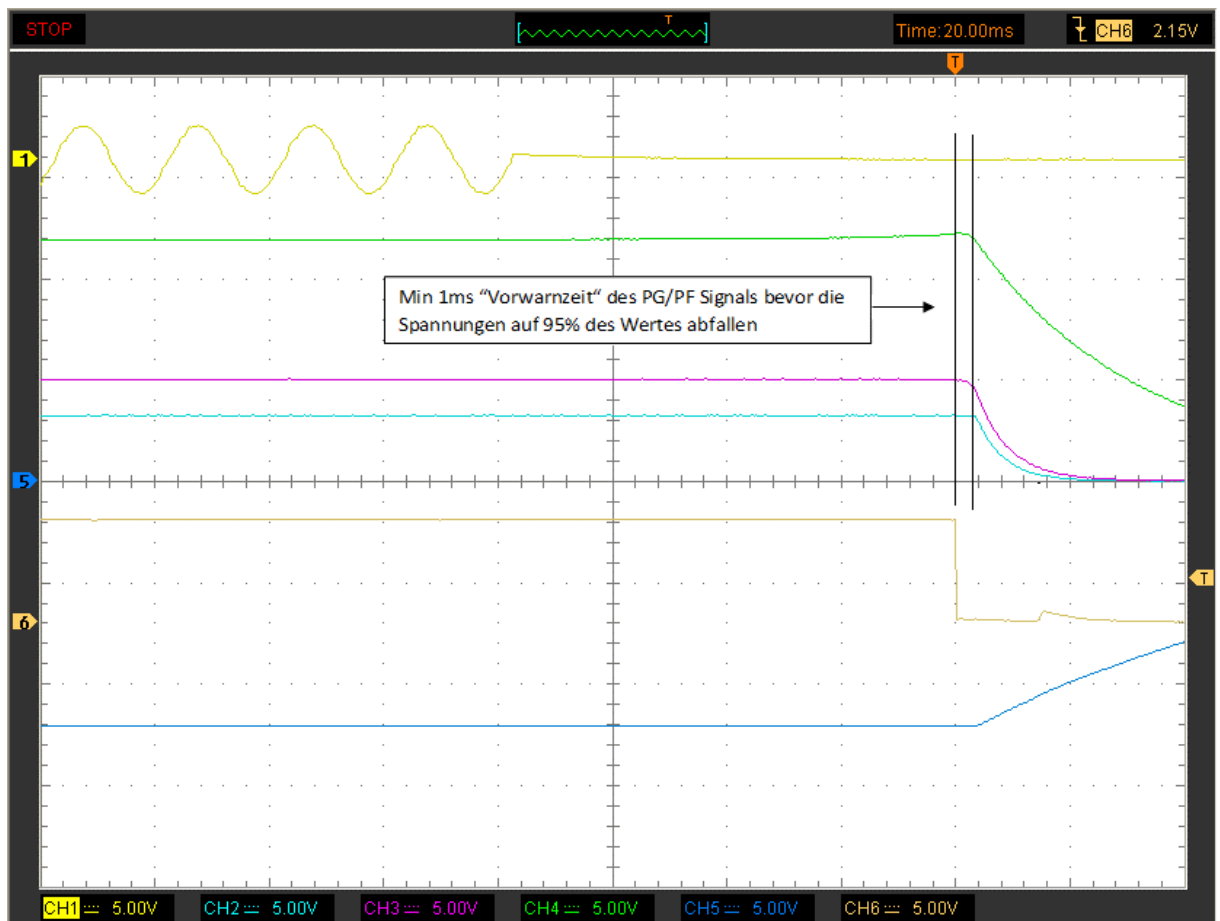


Bild 3: kompletter Netzausfall mit PG/PF Signal (ocker)

2.2. Welches ist die richtige Leistungsklasse?

a) Single-Ausgangsspannung

Hierbei ist die Ermittlung der richtigen Leistungsklasse deutlich einfacher als bei Multispannungs-Ausgängen. Man kann entweder alle Worstcase-Leistungsbedarfe der einzelnen Komponenten aufsummieren oder entsprechende Messungen durchführen. Wir entscheiden uns, den Leistungsbedarf des Bundles durch Messungen zu ermitteln:

- Idealerweise setzen wir hierzu Stromzange und Oszilloskop im Ausgang ein, 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)

b) 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:

- 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.
- Wir führen für unser Bundle eine simultane Leistungsanalyse über alle 4 Ausgangsspannungen durch. Als Beispiel wählen wir das MPI-822H, das 170W im Konvektionsmodus und 220W mit Luftstrom liefert. Dieses 1HE Industrie ATX-Netzteil ist sowohl für hohe Leistungen auf den 3,3 + 5V-Kanälen als auch für Systeme mit hohem 12V Bedarf bestens geeignet.

Ausgangsspannung	Nominalleistung lüfterlos	Maximale Dauerleistung lüfterlos	Maximale Dauerleistung in % lüfterlos
12V	60W	144W	240%
5V	55W	70W	127%
3,3V	25W	40W	148%
Summenleistung lüfterlos	170W	170W	170W

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

- Für die optimale Netzteilerauswahl ist es wichtig, dass die einzelnen Kanäle eine deutlich höhere Dauerleistung als nominal liefern können, wenn gleichzeitig die anderen Ausgänge weniger belastet werden. Dies schafft Leistungsreserven.

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

2.3. Elektromagnetische Verträglichkeit – ein Thema von Beginn an

Zu berücksichtigen sind hier sowohl die Emissionen als auch die Immissionen. Mit der Grenzwertkurve B der Emissionen gelten für Industrie- und Consumer-Applikationen in den meisten Fällen identische Limits.

Dagegen sind die Immissionsgrenzwerte für Industrieanwendungen deutlich schärfer. Dies ist einfach nachzuvollziehen. Es macht einen grundlegenden Unterschied, ob ein Rechner zu Hause am unbelasteten Netz angeschlossen oder in ein Industrienetz eingebunden ist. In häuslicher Umgebung sind die Folgen im Havariefall in aller Regel überschaubar. Ganz anders sind die Auswirkungen bei einem IPC. Wird dieser z.B. in der Nähe Frequenzumrichter betrieben, muss er hohen Burstpaketen und anderen von außen kommenden Störungen standhalten können. Ein Fehler führt neben Kosten unter Umständen auch zu Personenschäden...

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.

3. Unser Service: Tests und Messungen mit dem Bundle

3.1. Welche Messungen werden durchgeführt?

Die Vorprüfungen umfassen je nach Bundle unter anderem:

- Leistungstests im Standard- und Worstcase-Betrieb
- Regelung / Spannungstoleranzen
- Tests des Temperaturverhaltens
- EMV-Vormessungen der Emissionen und Immissionen im Gesamtsystem
- Funktionsprüfungen

3.2. 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...25W. Davon entfallen ca. 18...23W auf das mini-ITX-Board.

a) Zwei Stromversorgungen im Vergleich

Zu Beginn wählte der Kunde eine kleine Stromversorgung mit etwa 60W 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 MPI-822H. Bei erneuten Messungen lief alles fehlerfrei und ohne Abschalten durch. (Bild 5) Wo liegt die Ursache?

b) 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...45W. 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 +12V 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 der 5V und 12V-Kanäle zeigte die Stromspitze.

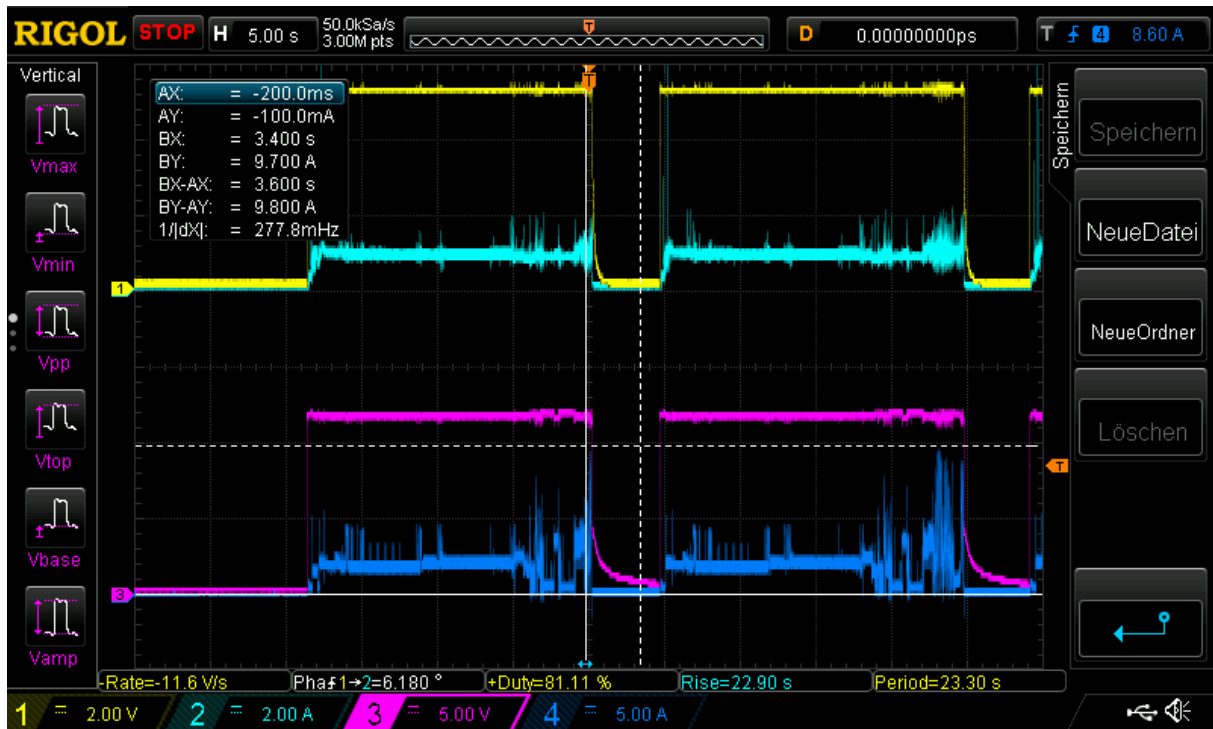


Bild 4: Abschalten des leistungsschwächeren Netzteils durch kurzzeitigen Peakstrom von knapp 10A auf der 12V Strecke. (gelb = 5V Spannung, türkis = 5V Strom, pink = 12V Spannung, blau = 12V Strom).

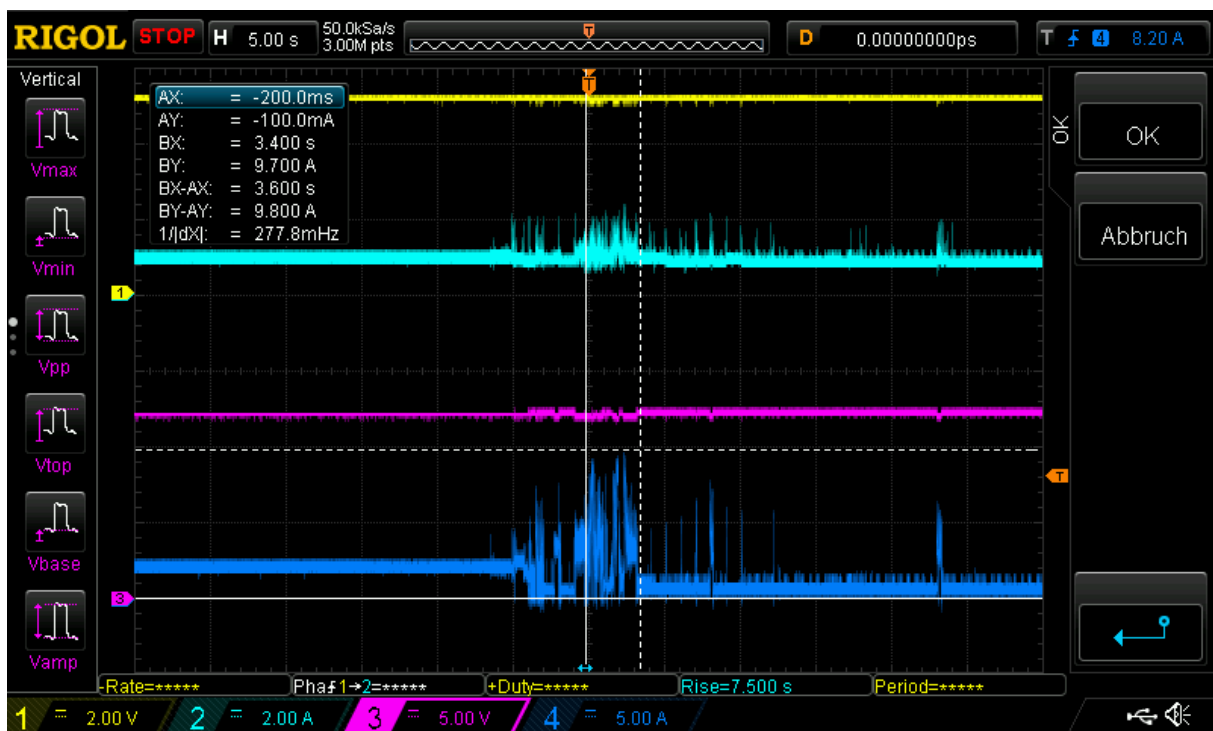


Bild 5: Hochlauf eines passenden Netzteils mit Berücksichtigung der Peakströme auf der 12V Strecke

4. Vorteile für den Kunden

- a) 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.
- b) 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.
- c) Darüber hinaus profitiert der Kunde von einem verbesserten logistischen Support, da der Systemlieferant die logistische Abstimmung der Einzelhersteller übernimmt und mit seiner Marktübersicht 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 wurde und dies in der Regel auch noch zu einem besseren Preis als bei Bezug der Einzelkomponenten.