

Netzteil HMC8043 von Rohde & Schwarz



Tests und Einblicke

Ein neues Dreikanal-100-W-Netzteil – wie schlägt es sich?

Getestet von **Martin Cooke**

Erste Eindrücke

Labornetzeile sind keine Geräte, die für Herzklopfen sorgen. Normalerweise stehen sie da und erledigen ihren Job, das war's. Manchmal geben sie noch nette Zusatzheizungen ab, um das Labor im Winter warm zu halten, oder aber das Gewicht sorgt dafür, dass der Tisch, auf dem es steht, weniger wackelt. Ein gewöhnliches Labornetzteil ist praktisch immer mit einem kräftigen Griff ausgestattet, der darauf hinweist, dass innendrin ordentlich Metall verbaut und dass das Biest ziemlich schwer ist. Doch das war gestern. Legt man sich heute so ein Netzteil zu, dann unterscheidet es sich nicht mehr viel von anderen Test- und Messgeräten: Viele Knöpfe und auch ein TFT-Display zieren die Front, und es ist ziemlich wahrscheinlich, dass man es mit einer Hand packen und hochheben kann. Das gilt jedenfalls für das Modell HMC8043, das dreikanalige 100-W-Labornetzteil von Rohde & Schwarz, das ich für eine Besprechung erhielt. Die Gestaltung der Frontplatte ist angenehm zurückhaltend, effizient und sehr gut zur aktuellen kompakten Messgeräte-Reihe passend. Wer ein Multimeter des Typs HMC8012 hat, wird sich dank der fast identischen Anordnung der Knöpfe schnell zuhause fühlen.

Unter den Ausgangsbuchsen auf der Frontplatte befindet sich keine für Erde. Die Einstellung der Funktionen mit Hilfe der Taster und des hellen Displays auf der Frontplatte ist recht intuitiv – man muss nicht oft im Handbuch nachschauen. Span-

nungen werden auf deutschen Geräten anders als in anglophonen Ländern mit großem U statt V beschriftet. Das ist ein Hinweis darauf, dass es sich um einen „Unterschied“ handelt, eine *Potentialdifferenz* (PD) als Spannungsdifferenz, die sich nicht auf ein Massepotential bezieht. Die meisten Netzteile differenzieren da nicht, aber technisch ist PD präziser. Es passt auch besser dazu, dass die Ausgänge des HMC8043 isoliert sind und eine Gleichtaktspannung von bis zu 250 V vertragen.

Test

Die internen Prozessoren wachen über Tastendrucke und steuern dazu passend die Ausgänge. Deren Spannung kann in mV-Schritten und die Strombegrenzung entweder in mA oder bei Strömen unter 1 A in Schritten zu 100 μ A eingestellt werden. Eine Track-Funktion erlaubt die gemeinsame Einstellung der Spannungen und Ströme. Jeder Kanal des HMC8043 kann aber unabhängig in den Konstantspannungs- oder Konstantstrom-Modus versetzt werden. Es gibt eine eindrucksvolle Reihe an Schutzmechanismen, wirksam gegen Überspannung, Überstrom und zu viel Leistung. Elektronische Sicherungen können unabhängig für jeden Kanal mit einer Ansprechzeit von 10 ms bis 10 s eingestellt werden, damit Spannungseinbrüche bei Stromspitzen im Einschaltmoment vermieden werden. Außerdem können die Sicherungen der Kanäle auch miteinander gekoppelt werden.

Zusätzlich zur Anzeige von Spannung und Strom kann auch die aktuelle und die kumulierte Energie in W/s aufgezeichnet werden. Dies ist eine sehr nützliche Funktion, wenn man die Energieaufnahme bzw. die Akkulaufzeit optimiert und die versorgte Elektronik zwischen aktiven und Sleep-Modes hin und her schaltet. Die drei isolierten Ausgänge mit ihrer Gesamtleistung von 100 W kann man nach Belieben anordnen: Man kann alle drei parallelschalten um 0...30 V mit max. 3 A zu erzielen, oder aber man schaltet sie in Serie und hat dann 0...99 V mit max. 1 A zur Verfügung. In diesen Fällen macht der Track-Mode der Kanäle Sinn, da sie sich so die Leistung teilen. Wenn mehr als zwei Kanäle in Serie geschaltet sind, ist es möglich, dass mehr als die zulässigen 33 V Gegenspannung auftreten. Das kann dann passieren, wenn einer der drei in Serie geschalteten Kanäle bei angeschlossener Last wegen gering eingestellter Strombegrenzung abschaltet. Um solch einen Fall sicher zu vermeiden, sollten maximal zwei Ausgänge in Serie geschaltet werden. Die wichtigste Eigenschaft eines Netzteils ist die Stabilität der Ausgangsspannung. Wenn man an einem teuren Prototypen arbeitet, dann möchte man nicht erleben, dass plötzliche Lastwechsel zu Spannungsänderungen führen, durch welche Bauteile beschädigt werden.

Das Ein- und Ausschalten zeigt einen gutmütigen Verlauf der Ausgangsspannung (**Bild 1**) ohne große Über- oder Unterschwinger bei unterschiedlichen Lasten. Der eingebaute Lüfter ist nur bei hoher Last zu vernehmen. Schaltnetzteile produzieren gerade bei kleiner Last Störpegel auf der Ausgangsspannung. Das HMC8043 zeigt sich hier von seiner besten Seite und seine Störungen bleiben im Rahmen der angegebenen 4 mV_{SS} . Eine Situation, die jede Mikrocontroller-Schaltung in Bedrängnis bringt, ist ein hartes Ausschalten durch einen Stromausfall oder durch schlichtes Ziehen des Netzsteckers. Wenn der Controller nämlich nicht direkt die Netzwechselspannung überwacht, hat er nicht genug Vorwarnzeit, seine Aufgaben sicher abzuschließen. Auf diese Weise kann in einem damit ausgestatteten Netzteil die Regelschleife für unerwünschte Spannungsschwankungen sorgen. Das HMC8043 reagiert so, dass es am Ausgang eine maximal 8 ms dauernde überlagerte Spannungsspitze mit einer Amplitude von fast 1,1 V produziert (**Bild 2**). Dieses Verhalten kann für empfindliche Lasten problematisch sein. Mit 3,3 V oder 1,8 V versorgte Elektronik erlebt dann eine Spannungsspitze von 4,4 V bzw. 2,9 V. Teure Prototypen schützt man also besser mit einer eigenen Spannungsstabilisierung auf der Platine.

Dynamische Belastung

Zur Überprüfung des Verhaltens bei dynamischen Lasten wurde eine Parallelschaltung eines $7\text{-}\Omega$ -Widerstands mit einem geschalteten $0,7\text{-}\Omega$ -Widerstand verwendet. Der resultierende Spannungsverlauf ist in der oberen Spur in **Bild 3** zusehen. Zum Vergleich ist darunter die Schaltkurve zu sehen. Die Ausgangsspannung

Bild 3. Dynamisches Verhalten. Einstellung: 1 ms/div, 200 mV/div (obere Kurve) bzw. 5 V/div (untere Kurve, Schaltsignal). Last = $7 \text{ }\Omega$ || zu geschalteten $0,7 \text{ }\Omega$. Die Spannung benötigt etwa $600 \text{ }\mu\text{s}$ um in den Bereich von 10 % um den Nominalwert zurück zu kommen. Die maximalen Abweichungen von nominal $0,7 \text{ V}$ betragen $+0,26 \text{ V}$ und $-0,2 \text{ V}$. Die untere Kurve zeigt das Steuersignal des FETs, der die dynamische Last schaltet. Laut den technischen Daten soll die Ausregelung innerhalb von 1 ms auf $\pm 20 \text{ mV}$ Abweichung eingeschungen sein. Bei mir dauerte das mehr als 2 ms. Dennoch zeigt sich hier eine gut gedämpfte Regelschleife.

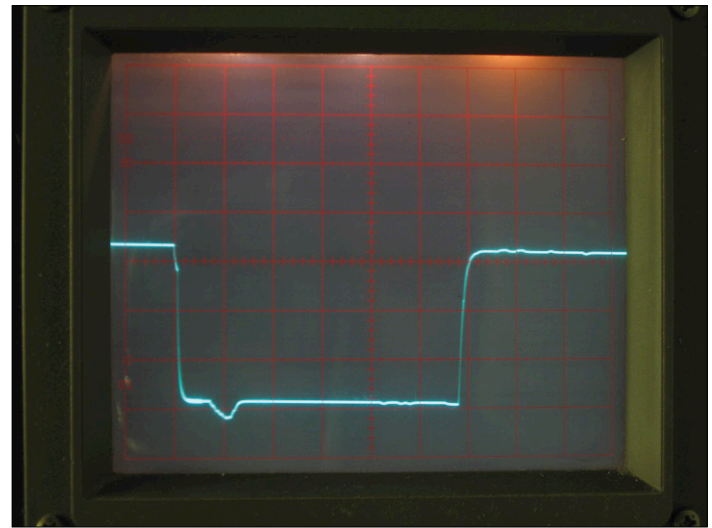


Bild 1. Ausgangsspannung 1,800 V, sanftes Aus- und Einschalten (mit Tastern auf der Frontplatte). Einstellung: 500 ms/div, 0,5 V/div. Last = $7 \text{ }\Omega$ || $1,5 \text{ }\mu\text{F}$. Registriert mit einem 10-MHz-Oszilloskop.

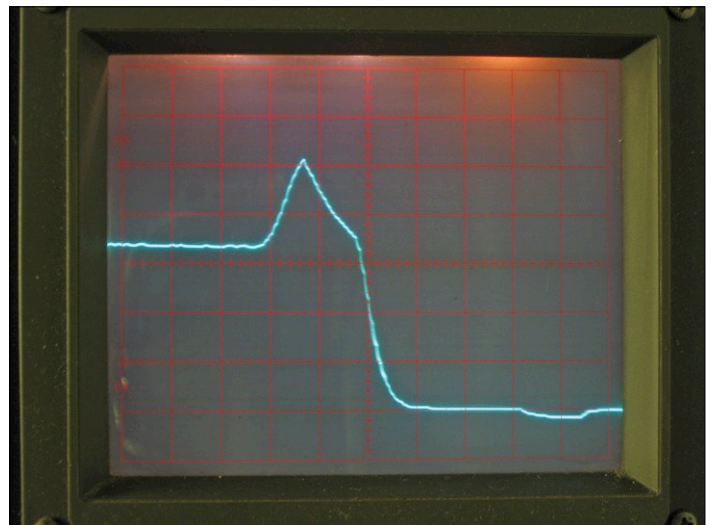
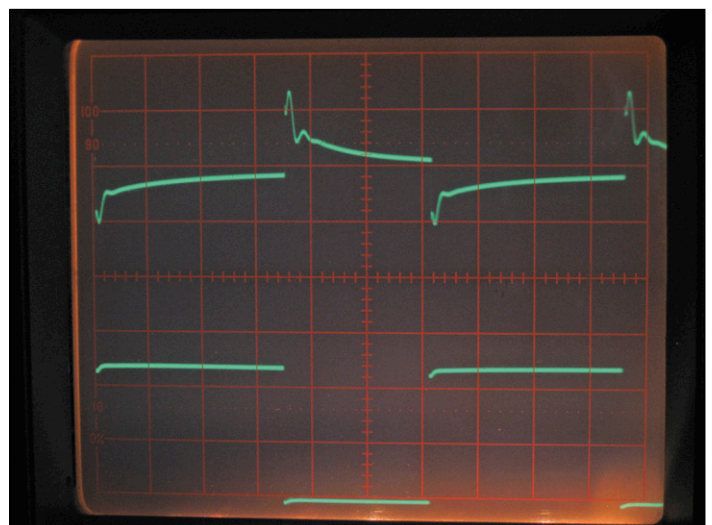


Bild 2. Ausgangsspannung 1,800 V, hartes Ausschalten (Netzausfall). Einstellung: 20 ms/div, 0,5 V/div. Last = $7 \text{ }\Omega$ || $1,5 \text{ }\mu\text{F}$. Registriert mit einem 10-MHz-Oszilloskop.



wurde auf 0,700 V und der Strom auf Maximum eingestellt, damit die Strombegrenzung sicher nicht eingreift. Die Kurve zeigt, dass der Ausgang exzellent ausgeregelt wird und auf die dynamische Last mit gutem Phasenverhalten und guter Dämpfung reagiert.

Der Bob-Pease-Test

Vor vielen Jahren schrieb Bob Pease einen Artikel, als er während seiner Tätigkeit für National Semiconductor einen linearen Spannungsregler entwickelte. Er war eigentlich der Ansicht, dass er genug für den Schutz des Ausgangs unternommen hätte, bis ein Kollege den Vorschlag machte, eine Holzraspel über die Ausgangsleitungen zu ziehen. Wie leicht einzusehen können die wiederholten Kurzschlüsse auch eine sorgfältig berechnete Schutzschaltung und eine prima Regelung an ihre Grenzen bringen. Und wie nicht anders zu erwarten konnte Bob anschließend einen kokelnden Prototypen auf seinem Arbeitsplatz betrauern. Er hatte seine Lektion gelernt. Übersteht ein HMC8043 diese Prüfung? (**Bild 4**) Klar, es gab Funken. Aber das Netzteil überlebte den Test. Man sollte den Test aber nicht mit drei in Serie geschalteten Ausgängen versuchen, denn dabei könnte die zulässige Gegenspannung bei einem Kanal überschritten werden.

Anschlussmöglichkeiten

Die getestete Ausführung war nicht mit einem IEEE-488-Anschluss ausgestattet, denn dieser ist optional. Dafür war ein LAN-Anschluss für Messgeräte nach den neueren LXI (LAN eXtensions for Instrumentation) vorhanden, die auf Ethernet basieren. Über einen rückwärtigen USB-Port kann das Netzteil an einen PC angeschlossen werden und dort über eine virtuelle serielle Schnittstelle oder via USB-TMC (Test and Measurement Class) gesteuert werden. Beim virtuellen COM-Port kann man mit Hilfe eines normalen Terminal-Programms SPI-Befehle verwenden, wenn man die Windows-Treiber dafür installiert hat. Man kann dazu auch die kostenlose Windows-Applikation *HMExplorer* einsetzen, die über eine Terminal-Emulation verfügt. Mit dieser kann man Screenshots generieren oder arbiträre Kurvenformen erzeugen sowie Messergebnisse sichern. Über Anschlüsse auf der Rückseite kann eine analoge Steuer-

spannung (0...10 V) oder ein Steuerstrom (4...20 mA) angelegt werden, wodurch man einen oder alle drei Ausgänge steuern kann. Das geht so: Angenommen, die Kanäle 1 und 2 werden vom analogen Eingang gesteuert und im Menü ist die Spannung von Kanal 1 auf 30 V und die von Kanal 2 auf 20 V eingestellt. Wird jetzt die Steuerspannung von 0 V auf 10 V hochgefahren, dann steigen die Ausgangsspannungen der beiden Kanäle proportional zu den eingestellten Maximalwerten. Gerade für die Entwicklung von Schaltungen mit mehreren Versorgungsspannungen ist es nützlich, dass man die Kanäle gegenüber dem Hauptschalter um 10 ms bis 10 s verzögert einschalten lassen kann. Man kann auch den analogen Eingang als Trigger verwenden, der die Einschaltsequenz auslöst. Auf der Frontplatte gibt es zusätzlich noch einen extra Trigger-Taster. Das Feature *EasyArb* macht das HMC8043 von Rohde & Schwarz schon fast zu einem AWG (Arbitrary Waveform Generator). Wo ein normaler AWG üblicherweise zeitbasiert ist, funktioniert das HMC8043 für diese Preisklasse außergewöhnlich sogar eventbasiert. Mit *EasyArb* lassen sich die Ausgangswerte jedes Kanals mit der Auflösung 10 ms / 1 mV / 1 mA definieren. Dabei kann eine Wellenform aus maximal 512 Zeitpunkten generiert werden. Diese Kurve kann eine definierte Anzahl an Zyklen durchlaufen oder endlos wiederholt werden. Die Eingabe der Daten von Hand über die Taster ist zwar möglich aber mühsam. Das Programm *HMExplorer* ist hierfür die bessere Alternative.

Sense-Eingänge

Bei der getesteten Dreikanalversion des Netzteils sind auf der Rückseite Sense-Eingänge für alle drei Ausgänge zugänglich. Mit diesen Eingängen kann man die Spannungsabfälle auf den Leitungen zur Last kompensieren. Das ist z.B. dann ganz nützlich, wenn man einen Akku laden möchte. Hier empfiehlt sich eine Diode in Serie mit dem Akku, damit nicht bei einem Stromausfall gerade bei mehrzelligen Akkus entweder das Netzteil zerstört oder aber der Akku tiefentladen wird. Wenn man hier die Sense-Eingänge nach der Diode direkt am Akku anschließt, wird auch die nichtlineare Charakteristik der Diode voll kompensiert (**Bild 5**), da diese Eingänge Spannungsabfälle bis zu 1 V kompensieren können.

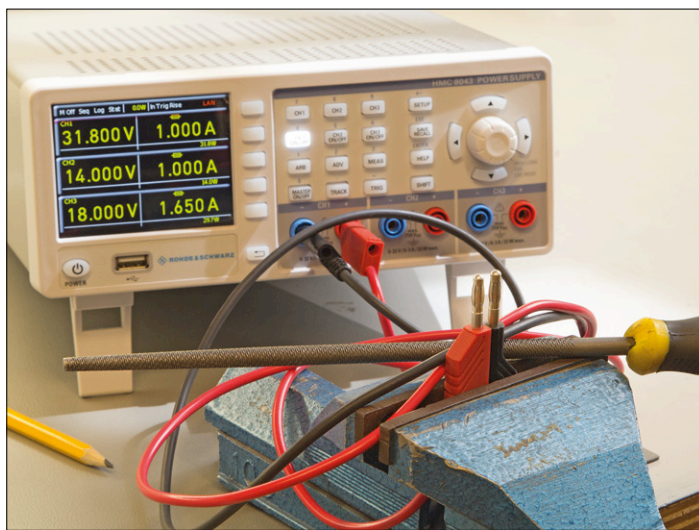


Bild 4. Der Pease-Test — Funken sprühten, aber das Netzteil überlebte.

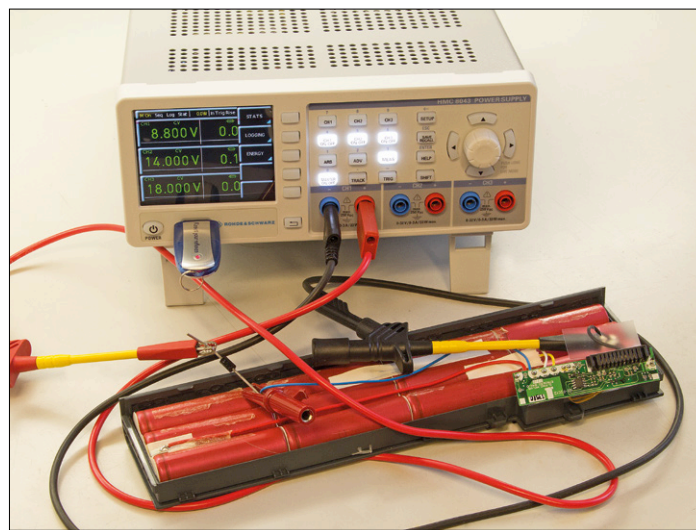


Bild 5. Akkuladen mit Sense-Eingängen.

Bei diesem Modell sind die Sense-Eingänge über einen 16-poligen Steckverbinder zugänglich. In **Bild 6** ist das passende Gegenstück zu sehen. Das Gerät erkennt automatisch, wenn die Sense-Eingänge verwendet werden und zeigt dies auch auf dem Display an. Man muss allerdings sicherstellen, dass die Sense-Eingänge eine gute Verbindung haben, bevor man den Ausgang aktiviert. Eine schlechte Verbindung der Sense-Eingänge kann nämlich unerwünschte Spannungsschwankungen zur Folge haben.

Das Netzteil verfügt auch über einen integrierten Logger, der alle aktuellen Messungen im internen Speicher oder auf einem USB-Stick ablegen kann. Die Messintervalle können im Menü eingestellt werden. Die Messwerte werden dann entweder im .TXT- oder im .CSV-Format gesichert, so dass sie direkt in eine Tabellenkalkulation wie Excel importiert werden können. Besonders interessant ist, dass der interne Speicher des HMC8043 für Stunden oder ein entsprechend großer USB-Stick für Wochen ausreichend ist, um automatisch Messungen am Stück aufzuzeichnen. Man braucht dazu keinen steuernden PC. Mit der generierten .CSV-Datei kann man mit Excel quasi sofort Grafiken mit den Werteverläufen betrachten. Das macht das Laden, Überwachen und Überprüfen aller Arten von Akkus zu einer leichten Übung.

Einblicke

Die Gehäuseoptik entspricht den anderen Geräten der kompakten Reihe von Rohde & Schwarz — man muss sogar genau hinschauen, um die Unterschiede etwa zum Digitalmultimeter HMC8012 zu erkennen. Das Gehäuse besteht aus einem oben gelochten Metallrahmen mit Polykarbonat-Teilen für die Frontplatte. Generell sind für Laborgeräte seitliche Belüftungen besser, da dann die Wahrscheinlichkeit sinkt, dass Drahtstücke oder Staub etc. hineingeraten können. Beim Stapeln wird außerdem die Lüftung nicht behindert. Für eine Rack-Montage stellt dies aber kein Problem dar. Das Gehäuseformat erlaubt den Einbau von zwei Netzteilen des HMC8043 in ein 19"-Rack nebeneinander. Über so einer Einheit ist dann eine Lücke von einer Höheneinheit notwendig.

Das Innenleben (**Bild 7**) überzeugt durch seine Aufgeräumtheit. Ein 2 mm starkes Alu-Chassis beherbergt die doppelseitige

Hauptplatine über dem Gehäuseboden. Die Platine ist beidseitig mit SMDs bestückt. Hinter der Frontplatte sitzt eine Platine zur Aufnahme der Taster und des Displays. Das Chassis zieht sich bis nach hinten und bildet zugleich die Rückseite.

Man muss keine Muttern lösen, was Probleme vermeidet. Das offene Gerät gibt den Blick auf die Oberseite mit dem Lüfter und einem Industrie-Schaltenteil vom Open-Frame-Typ mit einer Leistung von 200 W frei. Dieses Modul versorgt die untere Platine mit 48 V Gleichspannung. Auf letzterer stecken drei sogenannte DSCs (**D**igital **S**ignal **C**ontroller) der dsPIC-Reihe von Microchip, die jeweils einen DC/DC-Schaltregler steuern, der seine Spannung dann an der Front und der Rückseite zur Verfügung stellt. Die Qualität der Platine bezüglich Bestückung und Layout ist einzigartig. Auch wenn der Hauptschalter an der Frontseite ausgeschaltet ist, bleibt das interne Schaltenteil am Netz und läuft im Standby, bis das gesamte Gerät mit dem hinteren Netzschalter vom Netz getrennt wird. Im Standby-Mode zieht das Gerät eine Leistung von gut 8 W.

Wie schlägt es sich?

Wenn man die hohe Verarbeitungsqualität und die ausgereifte Technik des HMC8043 bedenkt, ist es erstaunlich, dass so wenig Energie in die Dokumentation gesteckt wurde. Auf eine Anfrage wurde mir aber von Rohde & Schwarz versichert, dass genau daran gerade gearbeitet wird.

Mit all seinen Anschlussmöglichkeiten ist das HMC8043 perfekt für eine voll automatisierte Testumgebung gerüstet. Doch genau so gut taugt es als ganz normales Labornetzgerät für viele Zwecke. Wenn Sie also gerade auf der Suche nach einem störungsarmen Labornetzteil mit überragenden dynamischen Eigenschaften sind, ist ein konventionelles, schweres und lineares Netzteil schwer zu übertreffen. Wer aber weitergehende Fähigkeiten für automatisierte Anwendungen benötigt und auf geringes Gewicht plus Programmierbarkeit Wert legt sowie die Spannung in mV- und der Strom in mA-Schritten einstellen will, der wird um so ein Netzteil dieser Klasse kaum herumkommen. Für diese Anwendungen hat das HMC8043 von Rohde & Schwarz HMC8043 viel zu bieten. ◀

(150306)



Bild 6. Der 16-polige Steckverbinder stellt Sense-Eingänge und mehr zur Verfügung.

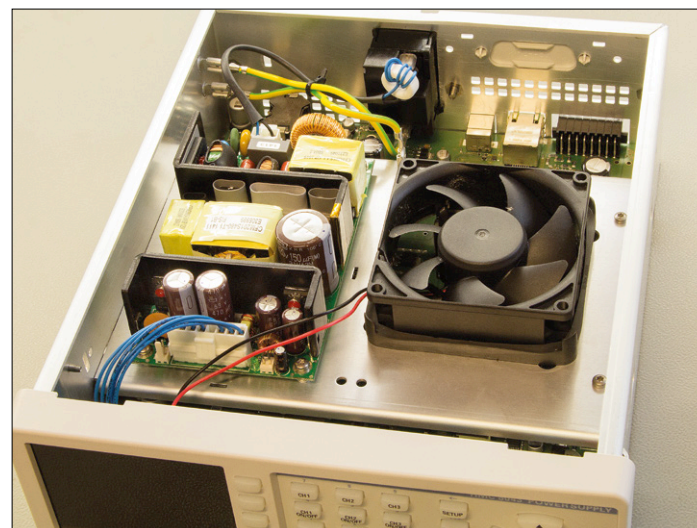


Bild 7. Blick ins geöffnete Gehäuse: Oben sieht man das 200-W-Open-Frame-Schaltenteil mit 48-V-Ausgang, das die drei mit je einem Mikrocontroller bestückten DC/DC-Wandler auf der unteren Platine versorgt.