



## **ABWÄRTSWANDLER**

## **HOHER WIRKUNGSGRAD**

# DC/DC-Konverter mit hohem Wandlungsverhältnis Stromversorgung von MHEVs verbessern

Mild-Hybrid-Fahrzeuge mit 48-Volt-Bordnetz stellen eine Schlüsseltechnologie auf dem Weg zur Elektromobilität dar. Zentrale Bausteine für eine optimierte Leistungsverteilung in 48-Volt-Systemen sind Gleichspannungswandler. Rohm bietet ein Tiefsetzsteller-IC („Buck“), das mit seiner Nano-Pulse-Control-Technologie die Herausforderungen der 48-V-Automotive-Systeme meistert.

Autor: Michael Effkemann



## KEYWORDS

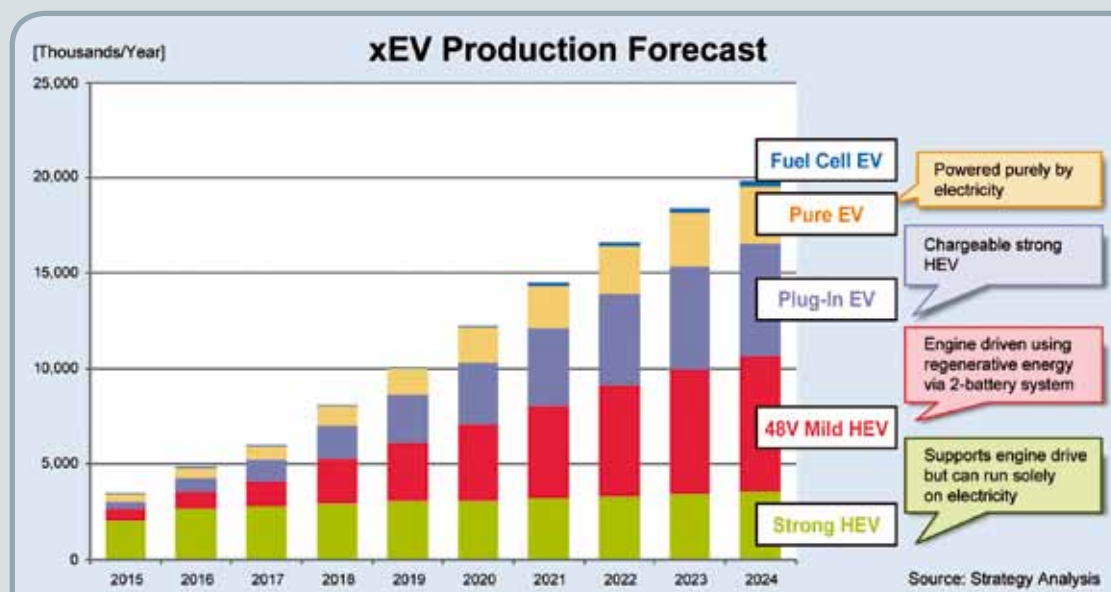
Gleichspannungswandler / Abwärtswandlungsverhältnis / Hybridfahrzeuge

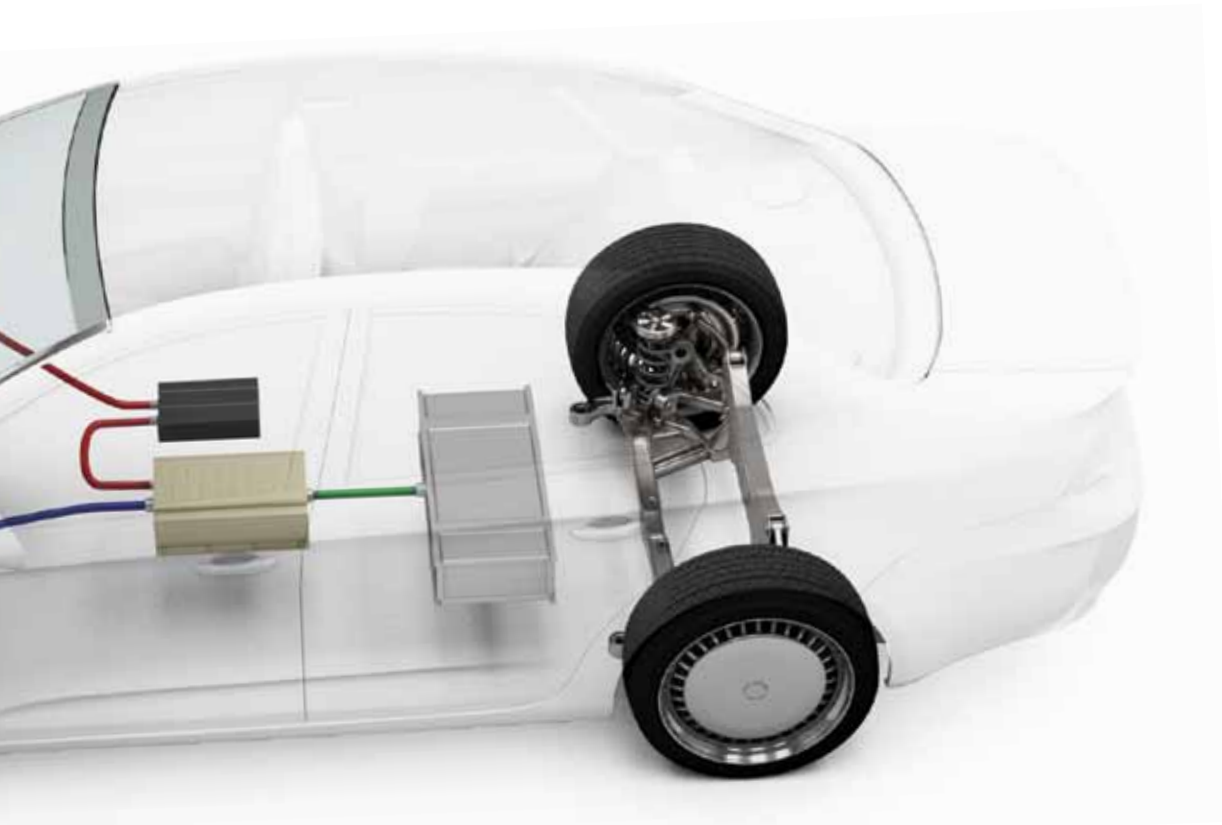
Die Klimaerwärmung erfordert Maßnahmen in allen Bereichen, auch beim Automobil. Weltweit gelten ab 2020 gesetzliche CO<sub>2</sub>-Grenzwerte. Die strengsten Vorgaben gibt es dann mit 95 g/km für Europa. Um diese zu erreichen, entwickeln die Automobilhersteller verschiedene Elektroantriebskonzepte.

Das sind zum Beispiel reine Elektrofahrzeuge, die ihren Antriebsstrom aus aufladbaren Batterien beziehen oder Autos, die in einer Brennstoffzelle Wasserstoff in elektrische Energie umwandeln. Zudem gibt es verschiedene Hybrid-Varianten:

- / Voll-Hybride, bei denen die Batterie während der Fahrt mit regenerativer Energie aufgeladen wird und auch rein elektrisches Fahren erlaubt.
- / Plug-In-Hybride, die an einer Steckdose aufgeladen werden können.
- / Mild-Hybride (MHEV), die eine 48-Volt-Batterie mit regenerativer Energie aufladen und Start-

Bild 1: Jährliche Prognose für die Produktion von Hybrid- und Elektrofahrzeugen.





Stopp-Betrieb sowie die elektrische Verstärkung des Verbrennungsmotors ermöglichen.

Allein im Segment 48-Volt-Mild-Hybrid prognostizieren Experten für 2024 7,1 Millionen Fahrzeuge (Bild 1).

Doch wie verringert der Einsatz von Hybridantrieben den Kraftstoffverbrauch? Bei Fahrzeugen mit konventionellen Verbrennungsmotoren und 12-Volt-Bleibatterie muss der Motor die gesamte Energie nicht nur für den Antrieb, sondern auch zum Betrieb der elektrischen Systeme wie etwa Beleuchtung oder Klimaanlage erzeugen. In elektrisch angetriebenen Fahrzeugen lädt regenerative Energie, die beispiels-

weise durch Bremsen erzeugt wird, die Batterie auf, welche die elektrischen Systeme versorgt und außerdem den Verbrennungsmotor in verschiedenen Antriebssituationen unterstützt. Auf diese Weise wird die erforderliche Motorleistung reduziert und weniger Kraftstoff verbraucht.

Die möglichen Kraftstoffeinsparungen und damit die CO<sub>2</sub>-Reduktionen sind bei Plug-In- und Voll-Hybrid-Systemen sehr groß. Der technische Aufwand und damit die Kosten sind hier jedoch erheblich. Außerdem erschweren das zusätzliche Gewicht und der Platzbedarf den Einsatz in kompakten und

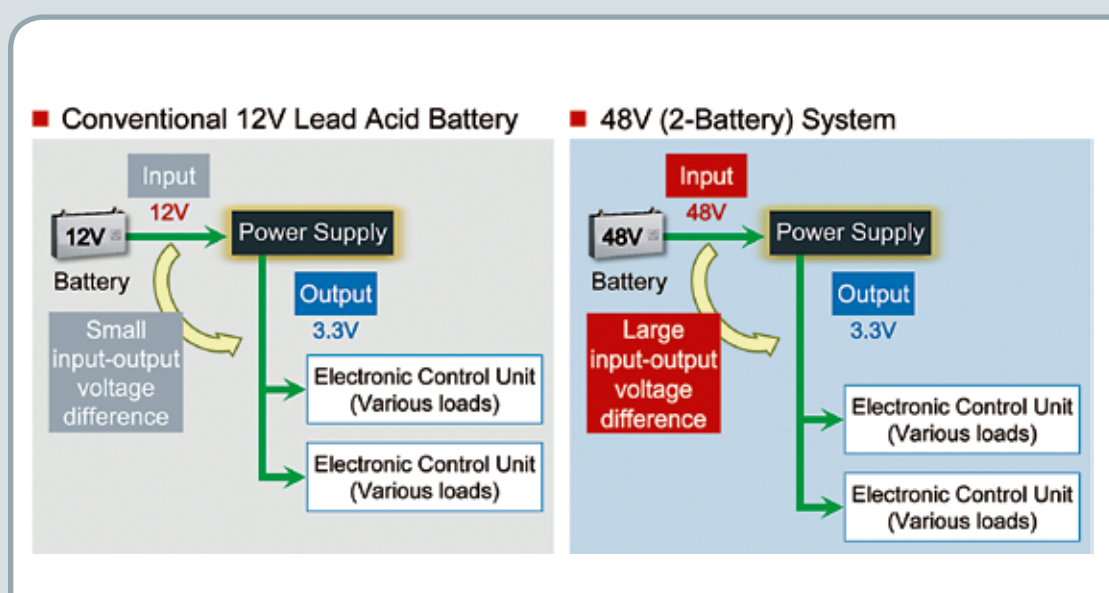


Bild 2: Unterschiede der Stromversorgungssysteme.

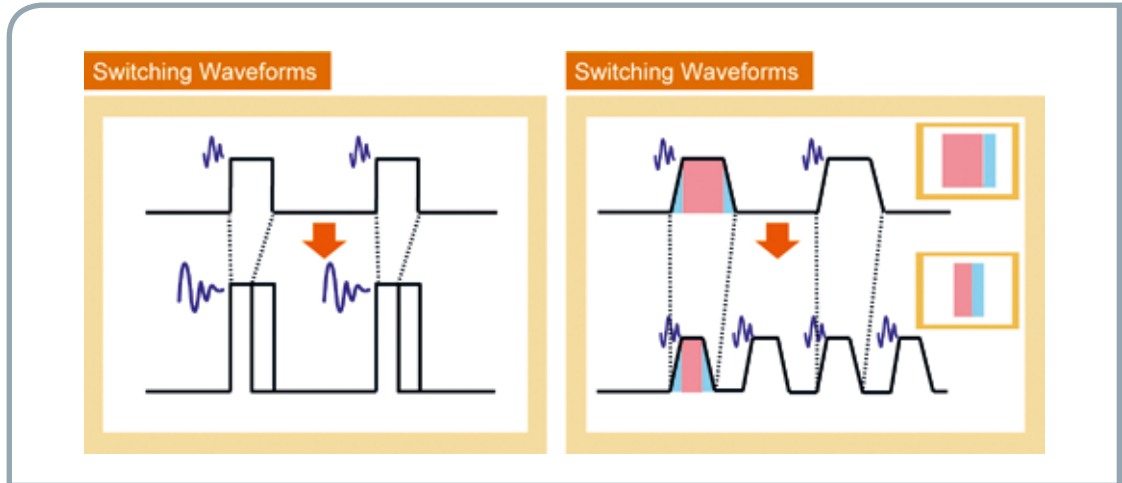


Bild 3: Schaltrauschen bei steigenden Spannungen und Frequenzen.

kleinen Autos. Im Gegensatz dazu ist ein 48-Volt-Mild-Hybrid-System nicht nur platzsparender und kostengünstiger, sondern reduziert im Vergleich zu einem herkömmlichen 12-Volt-Fahrzeug die CO<sub>2</sub>-Emissionen signifikant.

**STROMVERSORGUNGS-ICS FÜR 48-VOLT-MHEV**

Ein wesentlicher Unterschied zwischen konventionellen und Mild-Hybrid-Fahrzeugen ist die Nennspannung der Batterie. Bei MHEV ist sie mit 48 V viermal so hoch. Da jedoch alle anderen elektrischen und elektronischen Einheiten, einschließlich der Steuergeräte, mit den bisherigen niedrigen Spannungen arbeiten, erhöht sich somit für die Stromversorgungs-ICS die Differenz zwischen der Eingangsspannung und der Ausgangsspannung deutlich (Bild 2).

Um die Spannung von 48 V auf die von elektronischen Steuergeräten benötigten 5 V oder 3,3 V zu wandeln, sind typischerweise zwei Stufen erforderlich, zuerst eine Zwischenwandlung auf beispielsweise 12 V, dann eine zweite Konvertierung auf 3,3 V. Dies erhöht die Zahl der ICS und Peripheriekomponenten, den Platzbedarf und die Kosten. Nicht zuletzt

verringert das Abwärtswandeln den elektrischen Wirkungsgrad, was wiederum die Verlustleistung steigert und damit den Aufwand erhöht, diese abzuführen. Gleichspannungswandler mit einem hohen Abwärtswandlungsverhältnis, die in einem Schritt aus einer sehr hohen Eingangsspannung eine niedrige Ausgangsspannung erzeugen, wären hier die ideale Lösung. Eine Methode, das Abwärtswandlungsverhältnis zu erhöhen, ist eine niedrigere Schaltfrequenz. Dies erfordert jedoch den Einsatz größerer Spulen und Kondensatoren. Außerdem könnten Schaltfrequenzen unterhalb von 2 MHz das AM-Frequenzband stören. Daraus ergibt sich das Anforderungsprofil für einen Gleichspannungswandler mit einem hohen Abwärtswandlungsverhältnis und einer hohen Schaltfrequenz.

**ICS MIT NANO-PULSE-CONTROL-TECHNOLOGIE**

Die Wandlung einer hohen Eingangsspannung in eine niedrige Ausgangsspannung bei hoher Schaltfrequenz erfordert eine kleine Schaltimpulsbreite, was jedoch eine technische Herausforderung darstellt. Der Zusammenhang zwischen Eingangsspannung,

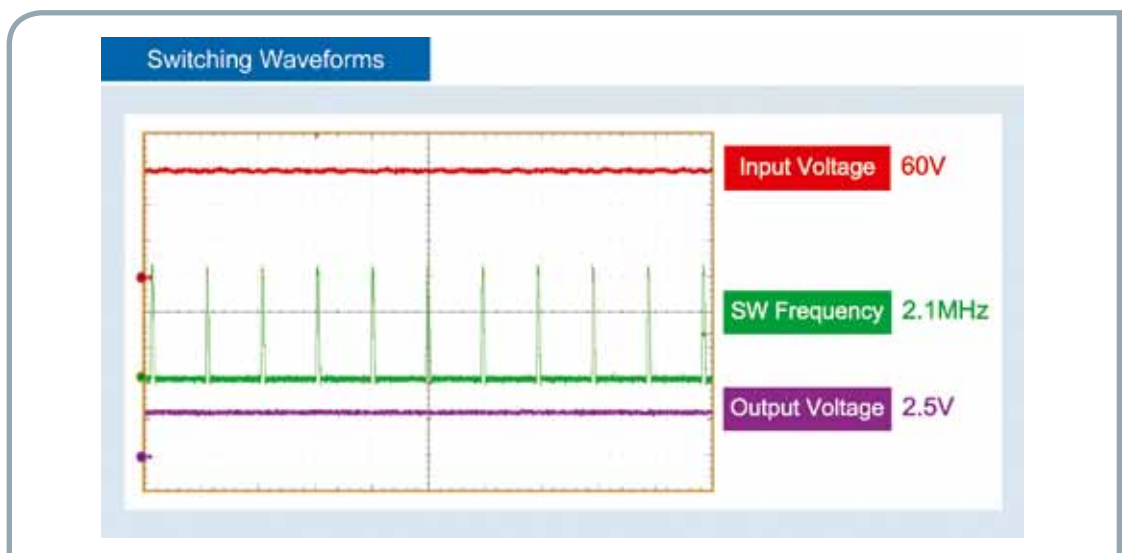


Bild 4: BD9V100MUF-C ermöglicht bei 2,1 MHz die direkte Abwärtswandlung von 60 V auf 2,5 V.



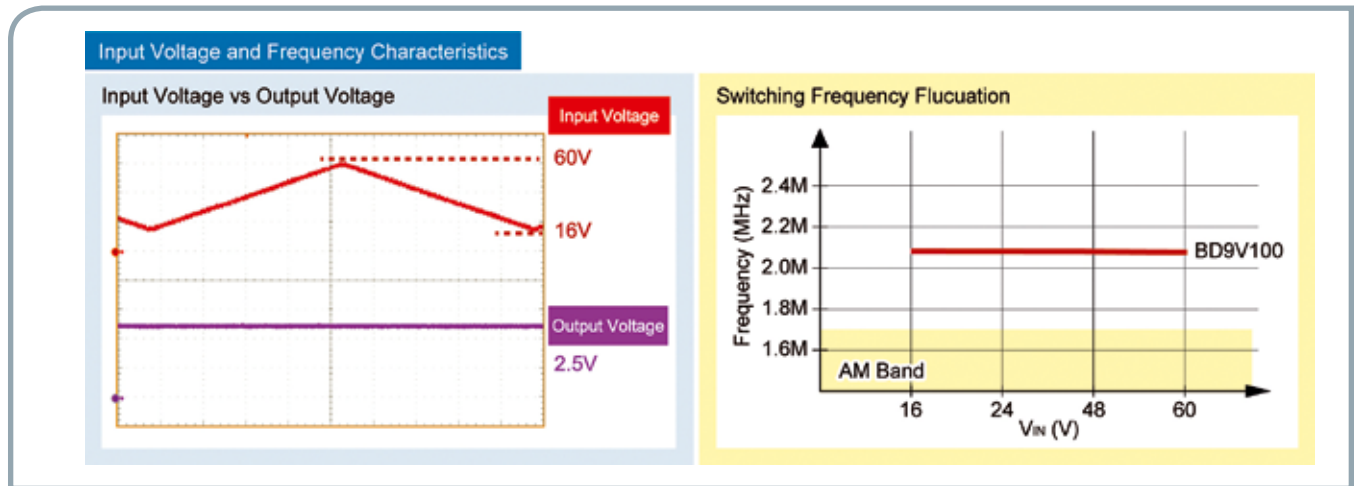


Bild: Rohm

Ausgangsspannung, Schaltfrequenz und Schaltimpulsbreite berechnet sich wie folgt:

$$t_{on} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \cdot \frac{1}{f}$$

( $t_{on}$ : Schaltimpulsbreite,  $V_{OUT}$ : Ausgangsspannung,  $V_{IN}$ : Eingangsspannung,  $f$ : Schaltfrequenz)

Das bedeutet, dass bei höheren Abwärtswandlungsverhältnissen und steigender Frequenz die Schaltimpulsbreite abnehmen muss. Um die für 48-V-MHEV-Systeme notwendigen kurzen Schaltimpulse zu erzeugen, müssen zunächst zwei Probleme gelöst werden, die mit dem unvermeidlichen Schaltrauschen zusammenhängen. Eine Erhöhung der Eingangsspannung oder der Schaltfrequenz vergrößert gleichzeitig den Rauschanteil aufgrund der vorhandenen parasitären Induktivität beziehungsweise Kapazität (Bild 3).

Das Schaltrauschen kann das Verhalten des Wandlers instabil werden lassen. Bei herkömmlichen Regelmethode können Zeitmasken dies verhindern. Zudem wird hier eine Anologschaltung gebraucht, die eine zusätzliche Verzögerungszeit einführt. Diese beiden Effekte vergrößern jedoch die Pulsbreite. Rohm entwickelte mit Nano Pulse Control eine neue Technologie, die auf der Basis von hochspannungsfesten BiCDMOS-Prozessen und ultra-schneller Pulssteuerung Schaltrauschen frühzeitig erkennt und kompensiert.

BD9V100MUF-C ist das erste IC mit dieser Technologie. Die erforderliche Pulsbreite um aus 60 V, die maximal auftretende Batteriespannung in 48-Volt-Systemen, 3,3 V zu erhalten, beträgt 30 ns, unter Berücksichtigung von Schwankungen von Last und Stromversorgung weniger als 30 ns. Rohms BD9V100MUF-C kann bis zu 9 ns kurze Schaltepulse erzeugen. Zum Beispiel lässt sich mit einer Pulsbreite von 20 ns bei einem Eingangsspannungsbereich von

16 V bis 60 V eine stabile Ausgangsspannung von 2,5 V erzeugen. Dies entspricht einem Abwärtswandlerverhältnis von bis zu 24:1 (Bild 4 und Bild 5).

#### ERHÖHTER KURZSCHLUSSSCHUTZ

BD9V100MUF-C ist für Automobilanwendungen nach AEC-Q100, Grade 1, qualifiziert. Der Baustein verfügt über zahlreiche Schutzfunktionen, die bei Störungen oder bei Überschreiten zulässiger Parameter Beschädigungen des IC oder des Systems verhindern. Wenn zum Beispiel bei einer Eingangsspannung von 60 V Eingang und Schaltausgang kurzgeschlossen werden, könnte ein konventioneller Kurzschlusschutz eine Zerstörung des IC nicht verhindern. Die von Rohm entwickelte Technologie kann eine Anomalie erkennen und die Ausgänge deaktivieren, bevor ein Schaden eintreten kann. Für eine höhere Zuverlässigkeit bei der Platinenbestückung kommt ein Wetable-Flank-Gehäuse zum Einsatz, das hohe Benetzbarkeit und die Möglichkeit der optischen Inspektion gewährleistet.

#### FAZIT

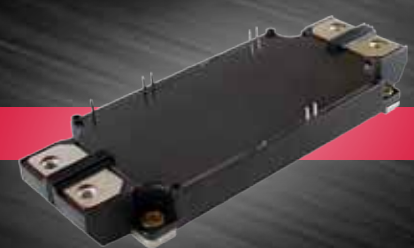
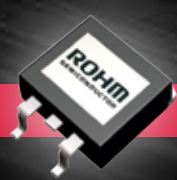
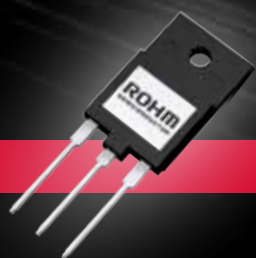
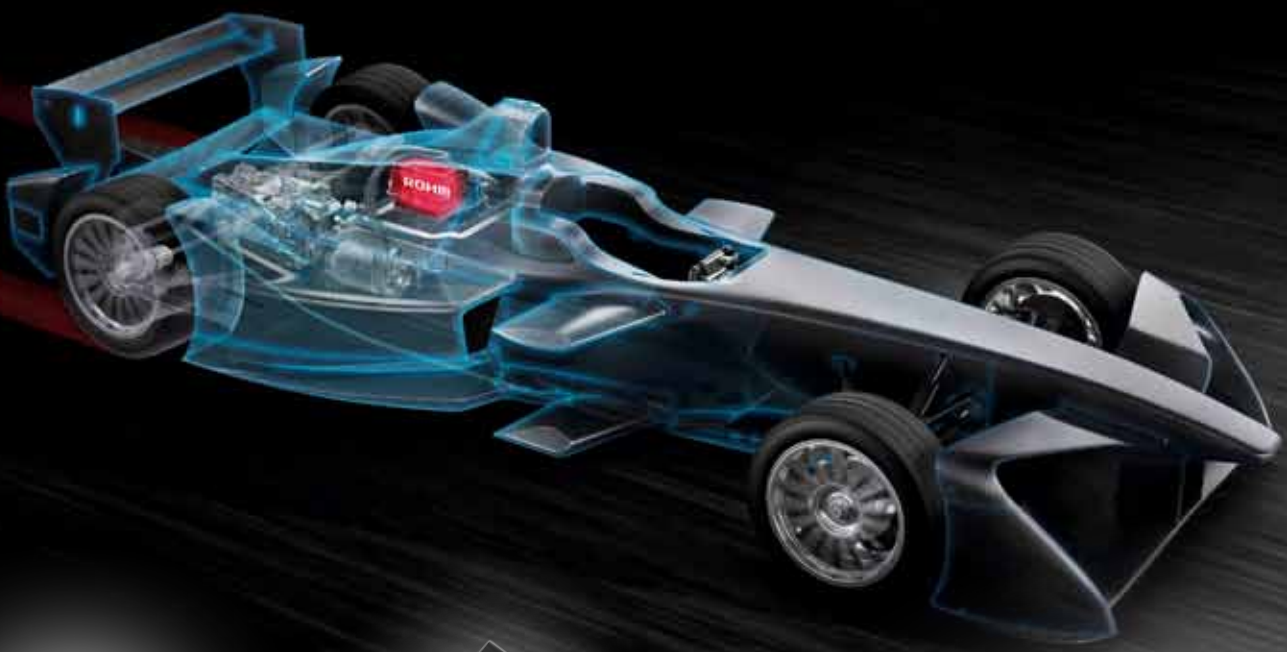
Die Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Fahrzeugen ist eine große Herausforderung und die Verbesserung der Kraftstoffeffizienz ein wichtiger Schritt, um dieses Ziel zu erreichen. Da 48-V-Mild-Hybrid-Fahrzeuge ein gutes Preis-Leistungsverhältnis bieten, wird die Nachfrage steigen. Mit dem Nano-Pulse-Abwärtswandler von Rohm lassen sich kleinere, einfachere Netzteile für Mild-Hybrid-Systeme realisieren. Speziell für den europäischen Markt, wo die Einführung von Mild-Hybrid-Fahrzeugen voranschreitet, bieten die Nano-Pulse-ICs von Rohm Vorteile gegenüber bestehenden Produkten. (prm) //

Bild 5: Stabile Schaltfrequenz über einen weiten Eingangsspannungsbereich.

**Autor**  
Michael Effkemann  
Application Engineer bei Rohm



# SMALLER STRONGER FASTER



Das Venturi Formel E Team setzt in seinen elektrisch angetriebenen Rennwagen auf die neueste Generation von Invertern, die auf der Full SiC Modul Technologie von ROHM beruhen. ROHM hat durch die Bereitstellung von zukunftsweisenden SiC-Leistungshalbleitern einen großen Entwicklungsschritt in der Elektromobilität ermöglicht. Das Unternehmen produziert SiC-Bauteile in-house in einem vertikal integrierten Fertigungssystem und gewährleistet damit höchste Qualität und eine konstante Versorgung des Marktes.

## SMALLER

Die SiC Technologie ermöglicht eine reduzierte Chipgröße, die zu einem kleineren und leichteren Inverter führt.

## STRONGER

SiC verbessert den Wärmewirkungsgrad und die Leistungsdichte für eine stärkere Performance.

## FASTER

SiC unterstützt Fahrzeuge dabei schneller die Ziellinie zu erreichen und ermöglicht Fast-Charging Lösungen.

