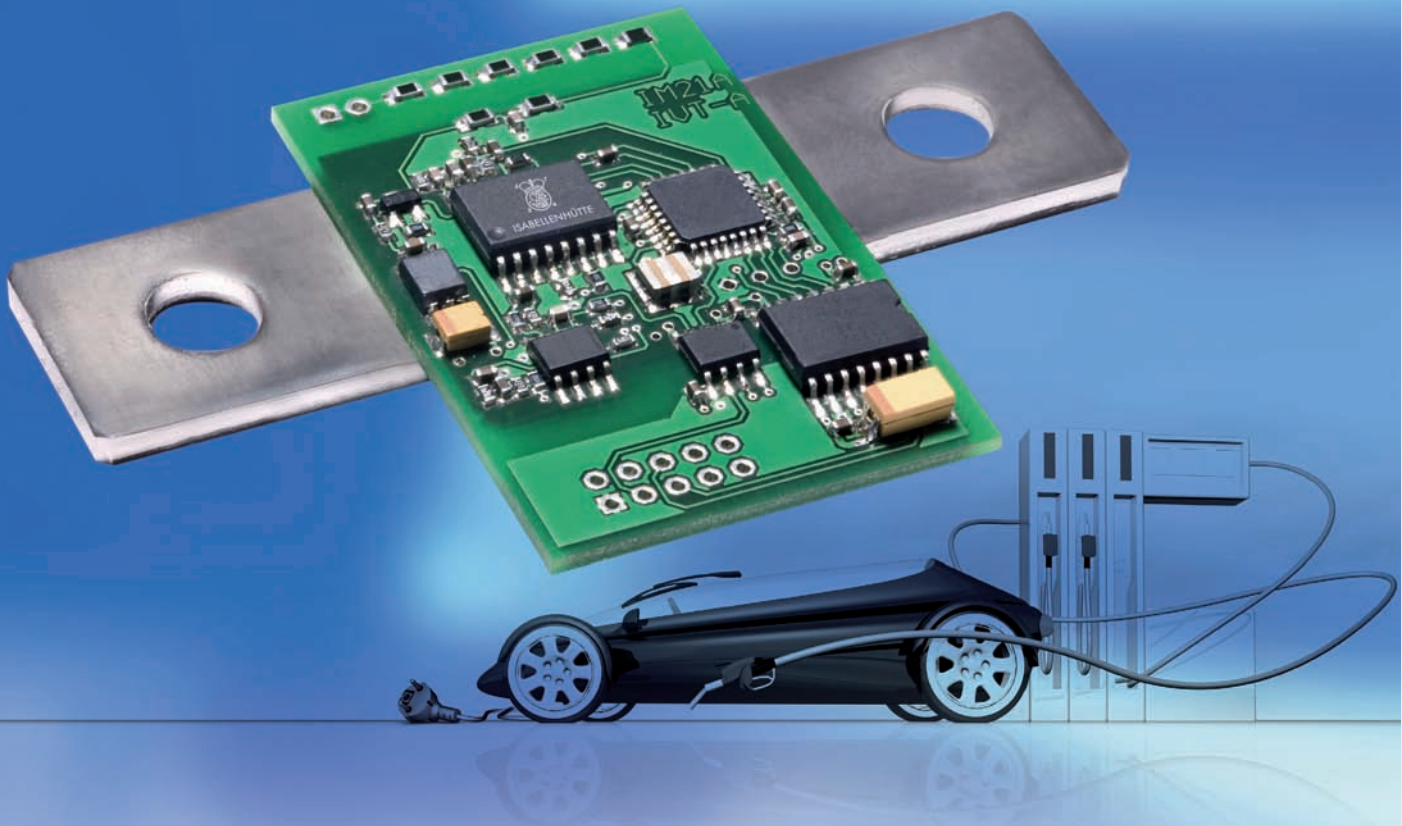
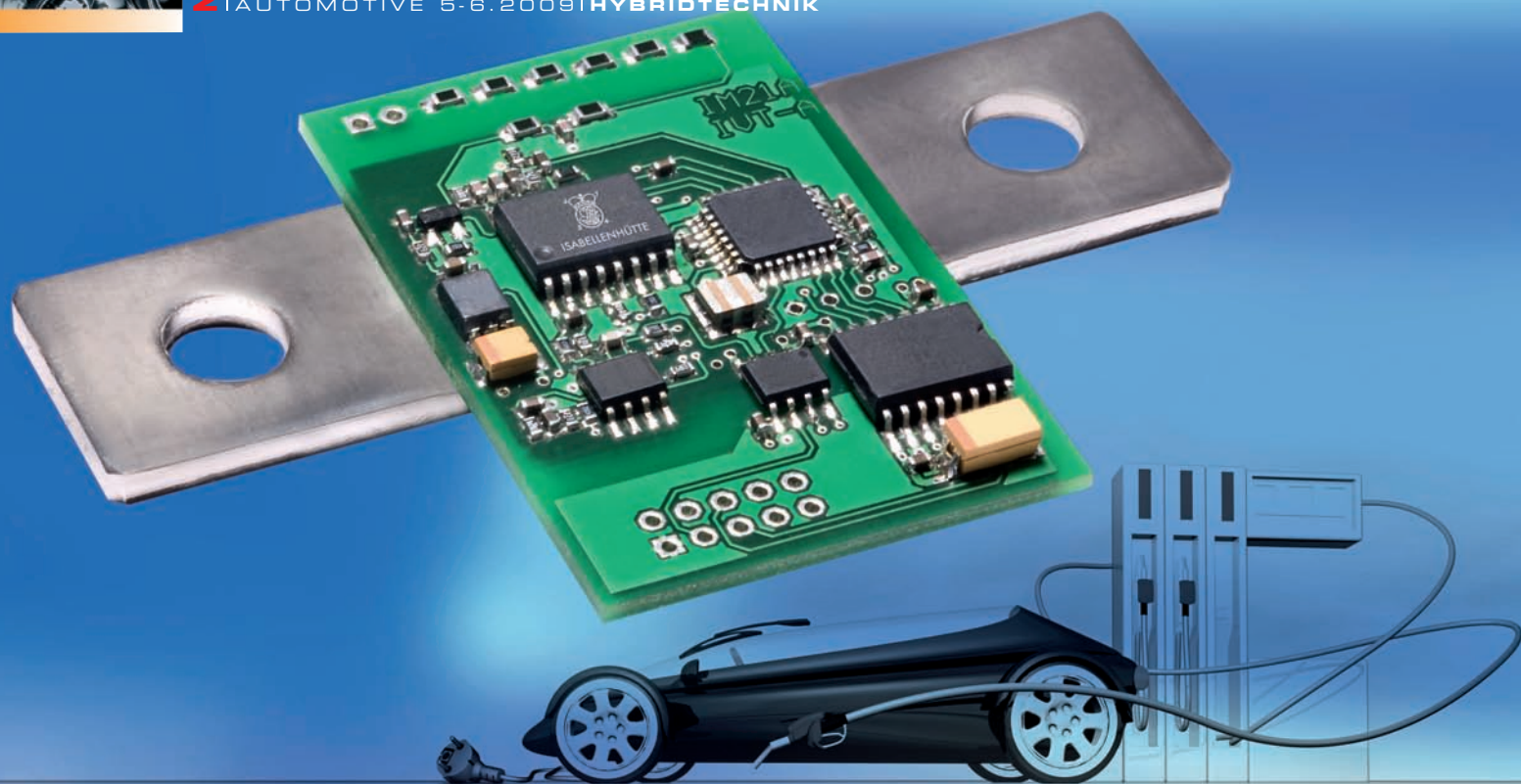




ISABELLENHÜTTE



U-/I-Messung im Hybrid- und Elektrofahrzeug



STROM- UND SPANNUNGS-MESSMODUL IVT-A

U-/I-Messung im Hybrid- und Elektrofahrzeug

Hybrid, Elektro oder Brennstoffzelle? Ob ein Konzept zukunftsfähig ist, hängt von der Zuverlässigkeit des Fahrzeugs im Alltag ab und damit von einer dauerhaften Energiekontrolle. Nicht jede Strom- und Spannungsmessmethode kann die Summe der hohen Anforderungen erfüllen. Die Firma Isabellenhütte hat basierend auf ihren Erfahrungen im Automobil-Batteriemanagement nun das Strom- und Spannungsmessmodul IVT für den Einsatz in alternativen Antriebskonzepten entwickelt.

Für elektrische Antriebe wurden bereits zahlreiche Lösungen vorgestellt. Man unterscheidet zwischen dem vollelektrischen Antrieb sowie verschiedenen Hybridantrieben in integrierten, seriellen oder parallelen Ausführungen. Auch in die Brennstoffzelle wird viel Hoffnung gesetzt. Wie auch immer die Lösung aussieht, es bedarf eines elektrischen Speichers, der intern oder extern geladen wird und die gespeicherte Energie den entsprechenden Verbrauchern bei Bedarf zur Verfügung stellt. Die Frage nach dem richtigen Energiespeicher ist jedoch noch nicht beantwortet. Neben Ultra Caps stehen Batte-

rietypen wie Nickel-Metallhydrid, Hochtemperaturbatterie und Li-Ionen in Konkurrenz zueinander. Zu den Voraussetzungen, die der richtige Energiespeicher mitbringen muss, zählen die Chemie der Zelle, die Verfügbarkeit der Inhaltsstoffe, das Temperaturverhalten, die Sicherheit, das Lade- und Entladeverhalten sowie allen voran die Energiedichte bezogen auf das Gewicht, also das Leistungsgewicht. Hier ist derzeit eindeutig die Li-Ionen-Zelle als Favorit für den Einsatz in elektrisch betriebenen Fahrzeugen zu bezeichnen.

An allen Punkten der Lieferkette wie Energiewandlung, Transport, Ladestationen, mobilen Energiespeichern, mobi-

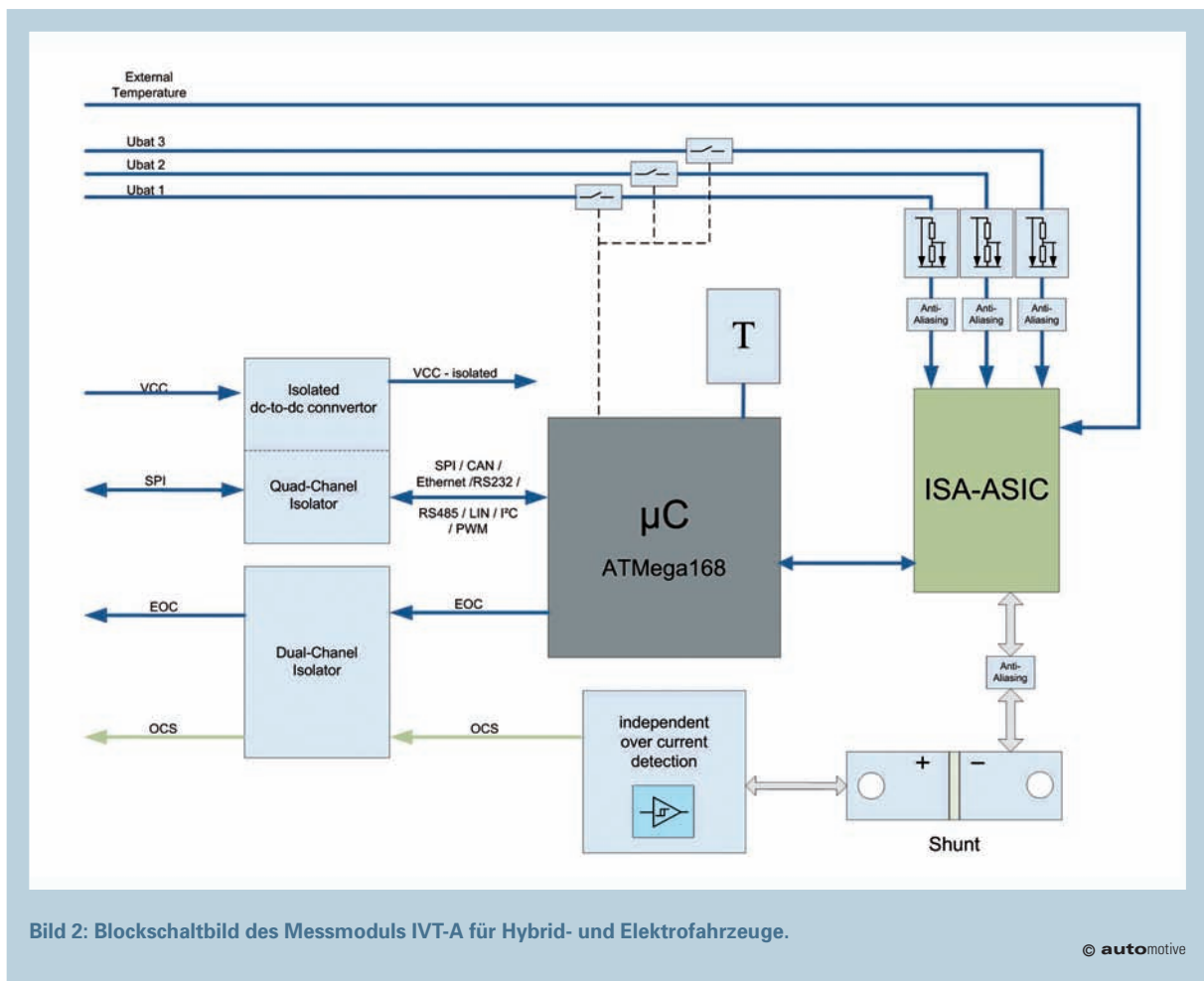


Bild 2: Blockschaltbild des Messmoduls IVT-A für Hybrid- und Elektrofahrzeuge.

© automotive

len Spannungswandlern (DC/DC-Wandlern) bis hin zur elektrischen Maschine im Fahrzeug bedarf es aus technischen und wirtschaftlichen Gründen einer möglichst genauen Bestimmung der physikalischen Größen Strom und Spannung und in vielen Fällen auch der Temperatur. Die Steuerung des Energieflusses muss dabei unter allen Betriebsbedingungen kontrolliert erfolgen, was wiederum eine kontinuierliche Messung von Strom und Spannungen erfordert. Der Spannungsbereich kann je nach Batterietyp und Zellenanzahl bis zu 800 V reichen. Für den Strombereich gilt, dass sowohl kleinste Ströme im Bereich einiger Milliampere als auch Dauerströme bis 600 A und Spitzenströme bis 1,5 kA mit einer Genauigkeit von 0,1% bzw. 0,5% (1,5-kA-Bereich) gemessen werden müssen. Darüber hinaus sind erhöhte Überstrom- und Überspannungsfestigkeiten gefordert, d. h. der abzubildende Dynamikbereich ist immens groß.

Strommessmethoden im Vergleich

Im Gegensatz zur Spannungsmessung gestaltet sich die Temperatur- und hochgenaue Strommessung vor allem im Bereich mehrerer 100 A recht schwierig. Grundsätzlich werden als Stromsensoren im Hybrid- und Elektrofahrzeug zwei physikalisch völlig verschiedenartige Technologien eingesetzt. Das sind einerseits magnetische Stromsensoren (im Folgenden als MSS bezeichnet) wie GMR, Hall Sensoren und Stromwandler, und andererseits Strommesswiderstände (Shunts). **Tabelle 1** zeigt die Vor- und Nachteile

der physikalischen Messprinzipien.

Strom- und Spannungsmessmodul IVT

Die Shuntmethode besitzt in der Strom- und Spannungsmessung in alternativen Antriebskonzepten entscheidende Vorteile, insbesondere wegen ihrer deutlich höheren Genauigkeit, geringeren Temperaturabhängigkeit und hohen Langzeitstabilität. Selbstverständlich darf man dabei nicht nur den reinen Sensor vergleichen, sondern muss den kompletten Messpfad, bestehend aus Sensor und Auswerteelektronik (IVT-Modul) in Betracht ziehen.

Ein Vergleich mit dem MSS ist für die Spannungsmessung nicht möglich, da diese Systeme reine Stromsensoren darstellen. Falls nötig, müsste vom Kunden eine völlig separate, galvanisch getrennte und damit teure Spannungsmessung eingebaut werden. Beim IVT ist die genaue Spannungsmessung mit 0,1% bei ± 40 mV integriert. Bei der Strommessung liegt die Messgenauigkeit des IVT-A um ca. eine Zehnerpotenz höher als die entsprechenden MSS. Hier erreicht das Modul eine Genauigkeit von 0,1% bei ± 20 mA (Strombereich 300 A) bzw. 0,5% bei ± 100 mA (Strombereich 1500 A) im gesamten geforderten Temperaturbereich von -40 bis $+85$ °C (**Bild 1**).

Die maximale Samplingrate beträgt 3,8 kHz; im Vergleich zu einigen MSS erscheint dies zunächst eher langsam. Um mit einem MSS jedoch ein ähnliches Rauschverhalten des Signals zu erhalten, bedarf es eines Filters, der die hoch-

frequenten Störungen des Signals von z. B. 100 kHz auf 100 Hz filtert. Auch hier ist der IVT-A bei gleicher Rauschintensität deutlich im Vorteil.

Der IVT-A verfügt auch über eine redundante und unabhängige Überstromerkennung, die hardwareseitig auf eine feste Signalschwelle eingestellt ist, aber softwareseitig auch noch in mehreren Stufen voreingestellt werden kann. Eine optionale Hysterese kann über die Firmware eingestellt werden.

Aktuell wird das Messmodul mit SPI- und in Kürze mit CAN-Schnittstelle ausgeliefert. Der Anwender erhält die gewünschten Werte in kalibrierter Form direkt als digitales Signal über eine Standardschnittstelle, deren Protokoll abgestimmt werden kann.

IVT-A im Hybrid- und Elektroauto

Die Messwerterfassung im Hybrid- und Elektroauto erfolgt mittels des eigens für das Batteriemanagementsystem im Automobil entwickelten ISA-ASIC, einem 4-kanaligen 16-bit-Messwerterfassungssystem SOIC-16-Gehäuse sowie einer nachgeschalteten Elektronik, die die Kalibrierung des Moduls und weitere Funktionen wie z. B. die komplette galvanische Trennung beinhaltet (**Bild 2**). Das modular aufgebaute IVT-A-System zur Messung von Strom, Spannung und Temperatur wurde speziell für den Einsatz im Energiespeicher-Management konzipiert und wird in der Batterie zusammen mit einer Control-Unit eingesetzt. Aufgrund der kritischen Lade- und Entladefunktionen von Li-Ionen-Zellen wird eine sehr hohe Genauigkeit für die Strom- und Spannungsmessung über den gesamten potentiell auftretenden Temperaturbereich und unter allen umwelttechnischen Bedingungen gefordert. Die Kommunikation mit externen Steuereinheiten sollte möglichst störsicher (ASILB) und schnell sein. Das IVT-A der Isabellenhütte bietet eine Vielzahl von Funktionen, die über eine „einfache“ Strommessung hinausgehen. Zu nennen sind hier insbesondere die redundante, programmierbare Überstromerkennung und die interne, jederzeit abrufbare Stromintegration. Programmierbare Filterfunktionen ergänzen die Funktionsvielfalt. Zusätzlich zur Strommessung stehen bis zu drei umschaltbare Messkanäle für Hochspannungsmessungen zur Verfügung, über die sowohl die hochgenaue Gesamtspannung des Batteriestacks als auch die komplette Überwachung der Zwischenkreisspannung und der Relaisfunktionen erfolgen kann (**Bild 3**).

Produkt	Magnetische Stromsensoren	Shuntbasiertes Modul
Größe	Groß	Klein
Kundenspezifische Größen möglich	Nein	Ja
Offset	Mittel	Sehr niedrig
Offset über der Temperatur	Hoch	Sehr niedrig
Genauigkeit	1 bis 5% (sofern kompensiert)	0.1%
Noise	Sehr hoch	Extrem niedrig
Messfrequenz	Sehr hoch (nach Filter Frequenz niedrig)	Hoch
Filter wird benötigt	Ja	Nein
Linearität Fehler	Hoch	Sehr niedrig
Langzeitstabilität	Mittel	Sehr hoch
TK	Mittel	Niedrig
Dynamischer Bereich	Mittel	Sehr hoch
Sättigung	Möglich	Nicht möglich
Auflösung	Mittel	Sehr hoch
Kosten	Niedrig	Niedrig
Hysterese	Hoch	0
Spannungsmessung	Nein	Ja
Redundante Strommessung	Nein	Ja
Isolation	Ja	Ja (möglich und umgesetzt)
Verlustleistung	Sehr niedrig	Niedrig
Digitale Kommunikations-schnittstelle	Ja (hohe Kosten)	Ja
Analoges Ausgabesignal	Ja	Nein (Genauigkeitsverlust erzeugt zusätzliche Kosten)
Kalibrierung über alle Werte und Bereiche	Nein	Ja

Tabelle 1: Die Unterschiede der physikalischen Messmethoden im Detail.

Ladestationen und DC/DC-Wandler

Die Infrastruktur zur Energiebereitstellung aufzubauen ist eine ebenso große Aufgabe wie die Optimierung der mobilen Energiespeicher. Der kürzlich bekannt gewordene Zusammenschluss mehrerer Automobilhersteller und Energielieferanten zur Vereinheitlichung der Technologie in Ladestationen ist zu begrüßen. Die Isabellenhütte bietet für die Strom- und Spannungsmessung in Ladestationen neben dem IVT-A ein weiteres Messwerterfassungssystem direkt auf der Stromschiene als Alternative an (IHC). Beide Systemvarianten können durch ihre modulare Bauweise individuell an die Kundenanforderung angepasst werden. Für die mehrpolige Strommessung für DC/DC-Wandler wird die Isabellenhütte in naher Zukunft eine Strommesslösung anbieten können.

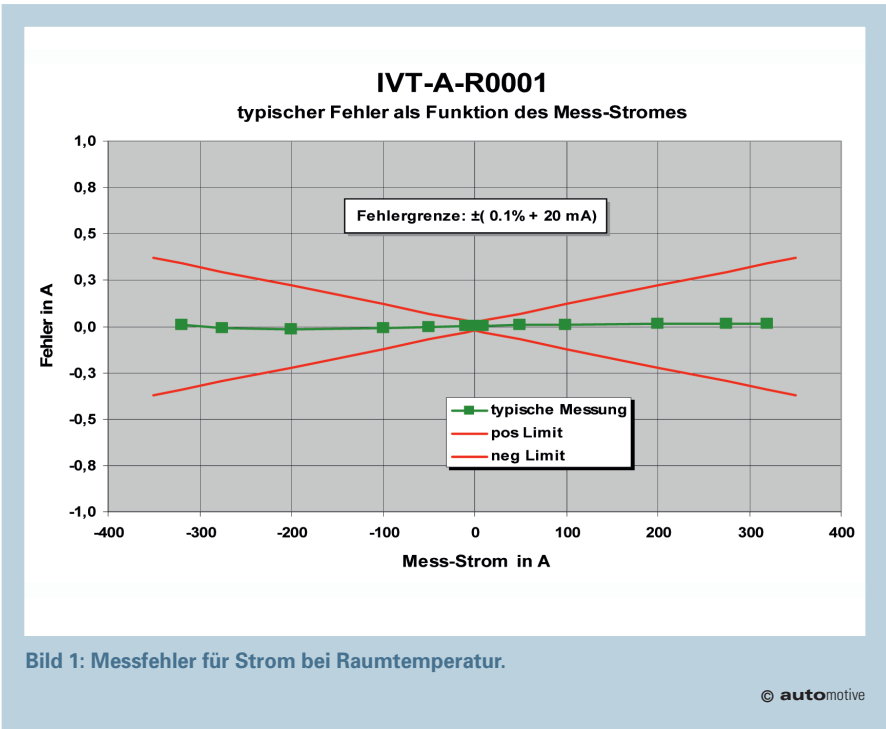


Bild 1: Messfehler für Strom bei Raumtemperatur.

© automotive

Fazit

Für die Akzeptanz von Hybrid- und Elektrofahrzeugen durch den Endkunden ist es wichtig, dass die gewählten Technologien von Beginn an höchsten Komfort und Sicherheit gewährleisten. Für elementare Systemkomponenten wie die Strom- und Spannungsmessung muss der Maßstab deshalb höchstmöglich angesetzt werden. Schlussendlich zählt die Summe der Vorteile, nicht einzelne Teilvorteile einer Technologie. (oe)

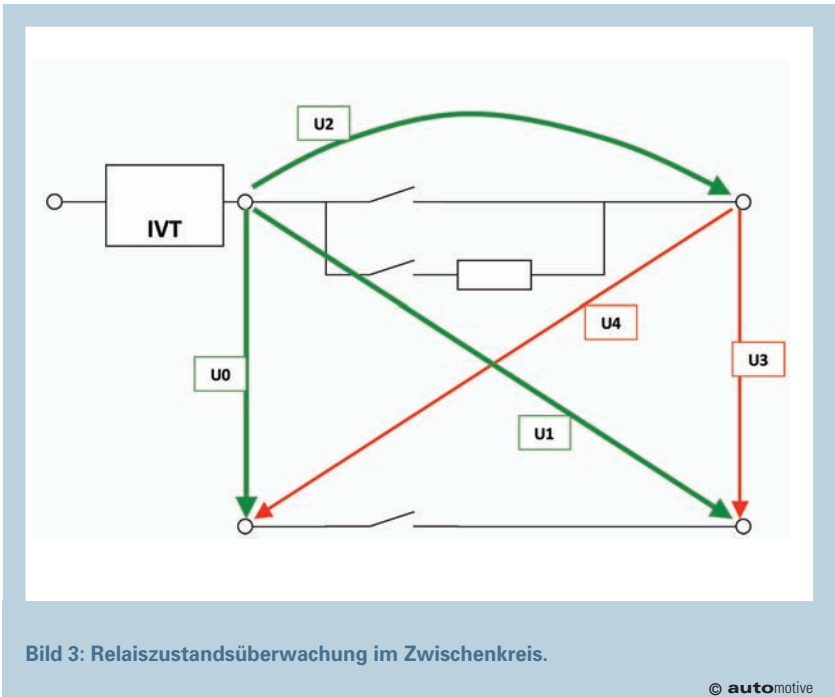


Bild 3: Relaiszustandsüberwachung im Zwischenkreis.

© automotive



Dr. Ullrich Hetzler ist Leiter der Forschung und Entwicklung bei der Isabellenhütte Heusler GmbH & Co. KG

Jens Hartmann ist Produktmanager ISAscale®, ebenfalls bei Isabellenhütte.

Isabellenhütte
www.isabellenhütte.de



ISABELLENHÜTTE

ISABELLENHÜTTE Heusler GmbH & Co. KG
Eibacher Weg 3-5 · 35683 Dillenburg
Postfach 1453 · D-35664 Dillenburg
Telefon (02771) 934-0 · Telefax (02771) 23030
www.isabellenhuette.de
info@isabellenhuette.de