

# AUTOMOBIL ELEKTRONIK

E/E-Entwicklung für Entscheider

## Speicherlösungen für das Software-Defined Car

Interview mit Axel Störmann,  
VP Memory bei  
Kioxia Europe GmbH 14



**Hüthig**

erfolgsmedien für experten

### E/E UND BORDNETZE

Time-Sensitive In-Vehicle  
Networking mit Ethernet  
AVB

18

### ADAS UND AD

Auf dem Weg zu Level 4:  
Ausfallsichere Sicherheits-  
Architektur

24



### ELEKTROMOBILITÄT

Integriertes Konzept erhöht  
die Effizienz von Kompo-  
nenten für EVs

40





# Wir treiben die E-Volution voran! Störungsfrei. Seit über 35 Jahren.

Seit über 35 Jahren ist Würth Elektronik Partner der Automobilindustrie. Störungsfrei und zuverlässig. Das macht den Unterschied. Automotive-Bauelemente nach AEC-Q200, PPAP Level 3 und IATF 16949 zertifiziert. Im Rennsport erprobtes Know-how kommt serienmäßig auf die Straße. Unsere Key Account Manager vor Ort unterstützen sie dabei in Landessprache.

**more  
than you  
expect**

Weitere Informationen: [www.we-online.com/automotive](http://www.we-online.com/automotive)



EMI Suppression  
Ferrite Bead  
WE-CBA



EMI Multilayer  
Suppression Bead  
WE-MPSA



Axial EMI Sup-  
pression Ferrite  
WE-AEFA



Toroidal EMI  
Suppression Bead  
WE-TEFA



Snap Ferrite  
WE-STAR TEC

# SAFE AND SECURE

AUTOMOTIVE SOFTWARE

Advanced Driver Assist

Gateway &amp; Connected Car

Advanced  
EE/Zonal ArchitecturesVirtualization for  
In-Vehicle ECUs

Digital Instrument Clusters

Powertrain, Chassis  
& Body Electronics

For 39 years, world-class companies have trusted Green Hills Software's integrated automotive software platforms, engineering services, and certification experts as the foundation to develop and deploy next-generation in-vehicle systems with confidence to the highest levels of safety and security.

Visit [ghs.com/automotive](https://ghs.com/automotive) or call **+49 228 4330 777** for further information.

Copyright © 2021 Green Hills Software. Green Hills and the Green Hills logo are registered trademarks of Green Hills Software. All other product names are trademarks of their respective holders.

## EDITORIAL

von Chefredakteur Alfred Vollmer



## Rückblick und Ausblick

**M**it den Worten „Was für ein episches Event“ brachte Ricky Hudi, Vorsitzender des Fachbeirats des Automobil-Elektronik Kongress, in seinem Fazit die Stimmung und die Resonanz auf diese einzigartige Networking-Veranstaltung exakt auf den Punkt. Unter strikten 2G+-Zugangskontrollen (schon mehrere Wochen bevor Schutzmaßnahmen dieser Schärfe von den Politikern angeordnet wurden!) genossen die Entscheider im Bereich Automobil-Elektronik sichtlich den Austausch, zumal es auch etwas zu feiern gab. Der Automobil-Elektronik Kongress fand dieses Jahr nämlich bereits zum 25. Mal statt. Auf Seite 46 zeigen wir einige VIP-Impressionen, und wer möchte, kann auf [www.automobil-elektronik-kongress.de/discover#trailer](http://www.automobil-elektronik-kongress.de/discover#trailer) in weniger als zwei Minuten einen Eindruck von diesem Event bekommen. In der nächsten Ausgabe informieren wir Sie dann detailliert über die Inhalte der Vorträge rund um das Kernthema „Software-Defined Car“.

**Allerdings sucht die gesamte Branche** händelnd nach neuem Personal – ein Damoklesschwert, das sicherlich auch auf dem 26. Automobil-Elektronik-Kongress,

der am 28./29.06.2022 wieder in Ludwigsburg stattfinden wird, noch für viel Gesprächsstoff sorgen wird.

**Auch das Thema CASE** (Connected, Autonomous, Sharing, Electrification) kam auf dem 25. Automobil-Elektronik Kongress zur Sprache, und dem Thema E-Mobilität widmen wir uns in dieser Ausgabe aus zwei verschiedenen Betrachtungswinkeln ab Seite 36. Damit CASE sowie das Software-Defined Car aber überhaupt erst als Produkt möglich werden, muss die Datensicherheit unbedingt stimmen. Unser Beitrag auf Seite 22 erklärt daher, was der neue Automotive-Cybersecurity-Standard ISO 21434 in der Praxis bedeutet.

**Das gesamte Team** der AUTOMOBIL-ELEKTRONIK bedankt sich für Ihre Aufmerksamkeit in 2021 und wünscht Ihnen und Ihren Familien Frohe Weihnachten, ein paar ruhige Tage mit echtem Digital Detox sowie einen guten Rutsch in ein gutes neues Jahr; bleiben Sie gesund und positiv gestimmt, aber negativ getestet!



[alfred.vollmer@huethig.de](mailto:alfred.vollmer@huethig.de)

Präzise Positionierung mit GNSS-Ergänzungsdaten

U-Blox

32



# INHALT



Titelmotiv gesponsert von Kioxia



14

## MÄRKTE + TECHNOLOGIEN

- 06 ZVEI-Standpunkt**  
Plant-Watcher: Agile Systementwicklung mit Potenzial
- 08 Top 5 / News und Meldungen**
- 11 The Autonomous: AD vorantreiben**
- 13 Quasi ein kurzer Blick in die Zukunft**  
Praxistest: Driving-Planner ermöglicht Level-3-Fahrten auf der Autobahn

## COVERINTERVIEW

- 14 Speicherlösungen für das Software-Defined Car**  
Interview mit Axel Störmann, Vice President Memory Marketing & Engineering bei Kioxia Europe GmbH

## E/E + BORDNETZE

- 18 Schnelle, paketerorientierte Kommunikation**  
Time Sensitive In-Vehicle Networking mit Ethernet AVB

## CYBERSECURITY

- 22 Sicherheit für vernetzte Fahrzeuge**  
ISO/SAE 21434: Der neue Automotive-Cybersecurity-Standard

## AUTOMATISIERTES FAHREN

- 24 Auf dem Weg zu Level 4**  
Ausfallsichere Sicherheitsarchitektur für autonome Fahrzeuge
- 28 DevOps weitergedacht: PMT**  
Individuell skalierbare Lösungen mit Baukastensystem

- 32 Genau und zuverlässig auch unter schwierigen Bedingungen**  
Präzise Positionierung mit GNSS-Ergänzungsdaten erreichen

## ELEKTROMOBILITÄT

- 36 Anforderungen an das Batteriemanagement-System**  
Welche Rolle spielt die funktionale Sicherheit im BMW von E-Autos?
- 40 Die E-Mobilität der Zukunft gestalten**  
Integriertes Konzept erhöht die Effizienz von EV-Komponenten

## Kongress

- 46 „Stuttgart 2021“**  
VIP-Impressionen vom Automobil-Elektronik Kongress 2021. Die E/E-Entscheider trafen sich dieses Jahr in Stuttgart statt in Ludwigsburg



## SMART TEST SYSTEMS FOR THE FUTURE OF MOBILITY

Product Validation



### UTP 7033

Cellular, GNSS &amp; Wireless

Board-Level-Test



### UTP 9011

Multi DUT RF Test

End-of-Line-Test



### UTP 5065RTS

Radar Test System &amp; 5G OTA Test



FAST &gt; FLEXIBLE &gt; FOCUSED



18



24

## KONFERENZEN

- 44 Die 4. Iseled-Konferenz in Bildern**  
Die Iseled-Technologie ist richtig in Fahrt gekommen
- 46 VIP-Impressionen vom Automobil-Elektronik Kongress 2021**  
E/E-Entscheider entlang der Lieferkette trafen sich wieder

## RUBRIKEN

- 03 Editorial**  
Rückblick und Ausblick
- 48 Neue Produkte**
- 49 Verzeichnisse**  
Impressum, Unternehmens-/Personenverzeichnis
- 50 Dr. Lederers Management Tipps**  
Totgesagte leben länger

all-electronics.de

## E-Paper auf der Website all-electronics.de:

Die Zeitschrift AUTOMOBIL-ELEKTRONIK erreichen Sie jetzt in digitaler Form noch einfacher. Jetzt bieten wir Ihnen – auch als Service für das Home Office – ein **blätterbares E-Paper**, das Sie im Heftarchiv auf der Website [www.all-electronics.de](http://www.all-electronics.de) finden.

Erklärungen zu mittlerweile weit über 1000 **Abkürzungen** rund um die Automobil-Elektronik erhalten Sie in bewährter Weise auf [www.all-electronics.de](http://www.all-electronics.de) im Bereich „Abkürzungsverzeichnis“ (siehe Pfeil). Diverse allgemeine Abkürzungen in den Bereichen Elektronik, Messtechnik und Datenverarbeitung ergänzen die Liste.

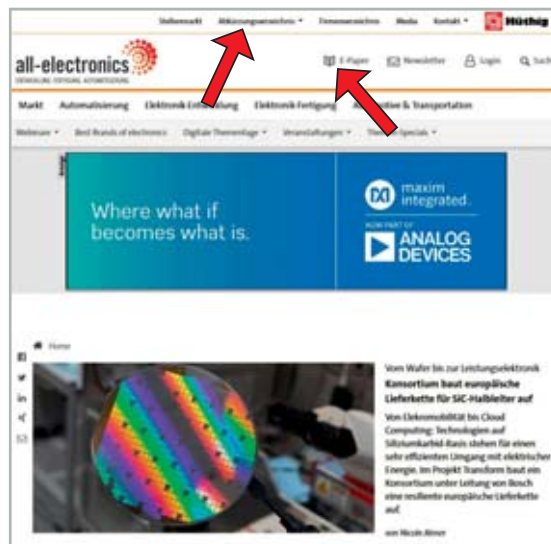




Bild: ZVEI

# Plant Watcher: Agile Systementwicklung mit Potenzial

Frank Sazama ist Organizational Designer und Agile Transformation Coach bei der Kugler Maag CIE GmbH und Mitglied des ZVEI-Arbeitskreises Agile Software- und Systementwicklung.

Der Begriff des „Agilen Arbeitens“ begegnet uns mittlerweile in vielen Unternehmen unterschiedlicher Branchen. Aber was bedeutet eigentlich „Agiles Arbeiten“? Wann kann ich es nutzbringend einsetzen, und welchen Effekt kann ich in meinem Unternehmen damit erzielen? Gibt es eine standardisierte Lösung, die immer passt, oder wie kann ich „Agiles Arbeiten“ für mich nutzbar machen? Sind Veränderungen notwendig und wenn ja, wo und wie sind sie notwendig, und wie weitreichend sind diese?

Diesen und ähnlichen Fragen widmen wir uns in zwei ZVEI-Arbeitskreisen mit unterschiedlichen Perspektiven – und zwar in den Arbeitskreisen „Software-Entwicklung in sicherheitskritischen Systemen im Automotive Umfeld“ sowie „Mittelständische Systementwicklung“. Durch eine rege Beteiligung und einem intensiven Erfahrungsaustausch, der unter anderem auch durch einen Aufruf zur Beteiligung in einem früheren ZVEI-Standpunkt in Ausgabe 07-08/2017 zustande kam, haben wir viele, anfänglich grundlegende, Informationen öffentlich auf [agile.zvei.org](http://agile.zvei.org) zusammengetragen. Fertig oder abgeschlossen ist die Arbeit nie, schauen Sie gern einmal vorbei und beteiligen sie sich selbst am Austausch sowie an der Weiterentwicklung und profitieren sie von der vorhandenen Erfahrung und den Einblicken.

Um unter anderem die zuvor genannten Fragen fokussiert zu diskutieren, Antworten zu finden und die Wechselwirkungen

zu verstehen, haben wir uns entschlossen, einen fiktiven, aber sehr stark an der Realität orientierten Rahmen zu wählen und diesen „Plant Watcher“ genannt. Er gibt uns den roten Faden, bündelt unsere doch sehr unterschiedlichen Erfahrungen, Beobachtungen und Meinungen zu einem Ganzen. Er verstärkt deutlich den „Flow“

*Im Plant Watcher wird die Anwendung und Veränderung des Agilen Arbeitens durch einen Entwicklungsauftrag ausgelöst und begleitend betrachtet*

bzw. die Motivation sowie die Kooperation und ist so zu einem gemeinsamen Schmelztiegel geworden, aus dem jeder Beteiligte Anregungen, Inspirationen und vor allem Erkenntnisse aus einem definierten, zusammenhängenden Kontext mitnehmen – auch die Leser von agile.zvei.org.

Jeder kann diese Erkenntnisse dann auf seine Umgebung anpassen, kann sich fragen, was in dem jeweils individuellen Kontext anders ist, denn eine Blaupause, eine einfache Kopie sollte nicht verwendet werden. Sie wird Ihre Erwartungen nie erfüllen können. So erstreckt sich die Arbeit im ZVEI-Arbeitskreis auch auf die Diskussion der Beobachtungen bei der Umsetzung bzw. Anwendung und auf die spezifisch auftretenden Fragen. Dieses Feedback ist für uns sehr wertvoll und treibt die Wei-

terentwicklung des Plant-Watcher-Szenarios Schritt für Schritt voran.

Im Plant Watcher wird die Anwendung und Veränderung des Agilen Arbeitens durch einen Entwicklungsauftrag ausgelöst und begleitend aus vier unterschiedlichen Perspektiven (Technologie, Organisation, Business und Agilität) inklusive ihrer Wechselwirkungen betrachtet.

Als Ausgangslage betreibt ein fiktiver Kunde Prozessanlagen, die in fest vorgeschriebenen statischen Wartungsintervallen gewartet werden. Während einer Wartung kann nicht produziert werden. Zudem sind die Wartungsintervalle zeitlich nicht mit der Auslastung der Anlage synchronisiert. Während der Wartung werden Teile vorbeugend getauscht, obwohl einige der Teile die Verschleißgrenze noch nicht erreicht haben. Der Kunde möchte nun gern die Stillstandszeiten minimieren und Wartungskosten einsparen. Der Plant Watcher sagt voraus, wann und wo ein Defekt in der Anlage auftreten wird, ermittelt die Ursache von Fehlern, leitet das Wartungspersonal schnell zur Fehlerquelle, bestellt rechtzeitig notwendige Ersatzteile.

Aktuell arbeiten wir an der ersten Iteration, am MVP (Minimal Viable Product) und gewinnen dabei Erkenntnisse, wie das Projekt in Zukunft weiter verfeinert und vertieft werden könnte. Jegliche Anregung, Feedback, Unterstützung sowie aktive Beteiligung sind willkommen. Schauen sie auf [agile.zvei.org](http://agile.zvei.org) vorbei und nehmen sie gern Kontakt auf. (av) ■

Sponsored by:



# Mitmachen und gewinnen!

Machen Sie mit beim  
**Gewinnspiel**  
auf [www.all-electronics.de](http://www.all-electronics.de)  
und gewinnen Sachpreise  
im Wert von über 1000 Euro.



**Hauptgewinn:**  
Bang & Olufsen Beoplay H9 3rd Gen +  
Google Nest Hub (2. Generation)  
im Wert von UVP 599 Euro



**2. und 3. Gewinn:**  
2 x Google NestHub  
im Wert von UVP je 100 Euro

**4. bis 7. Gewinn:**  
4 x Google Nest Mini  
im Wert von je UVP 59 Euro



**Hüthig**

erfolgsmedien für experten

Hüthig GmbH  
Im Weiher 10  
D-69121 Heidelberg  
[www.huethig.de](http://www.huethig.de)





# Top-FIVE all-electronics.de

Die AUTOMOBIL-ELEKTRONIK finden Sie unter [www.all-electronics.de/heftarchiv.html](http://www.all-electronics.de/heftarchiv.html) auch als E-Paper für den Browser. Zusätzlich stellen wir die einzelnen Beiträge unter [www.all-electronics.de](http://www.all-electronics.de) online. Über den Channel „Automotive“ & Transportation“ fokussieren Sie die Auswahl auf Themen rund um die Automobilelektronik. Das Abkürzungsverzeichnis mit weit über 1000

einzelnen Eintragungen und vielen zusätzlichen Erklärungen erreichen Sie komfortabel, indem Sie oben auf der Homepage „Abkürzungsverzeichnis“ anklicken.

Die folgenden neuen automotive-relevanten Beiträge wurden seit dem Erscheinen der vergangenen Ausgabe der AUTOMOBIL-ELEKTRONIK am häufigsten aufgerufen.

1

## Alle Infos zu Wasserstoff-Trends im Bereich Automotive

Beitrag der Redaktion



2

## ZF baut Zusammenarbeit mit Microsoft aus

Beitrag der Redaktion/ZF

3

## Konsortium baut europäische Lieferkette für SiC-Halbleiter auf

Beitrag der Redaktion/Bosch

4

## Rutronik ABU zeigt Referenzdesign für Hochvolt-Trennschalter

Beitrag der Redaktion/Rutronik

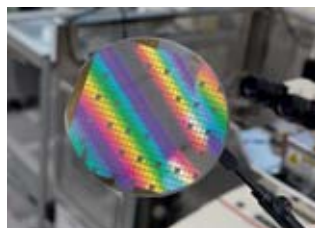
5

## ZF und KPIT entwickeln Middleware für die Mobilitätsbranche

Beitrag der Redaktion/ZF und KPIT

## Vom Wafer bis zur Leistungselektronik Europäische Lieferkette für SiC-Halbleiter

Ziel des öffentlich geförderten Projekts „Trusted European SiC Value Chain for a greener Economy“ (kurz: Transform) ist der Aufbau einer resilienten europäischen Lieferkette für Anwendungen wie Elektromobilität, Edge und Cloud Computing sowie für die Erzeugung erneuerbarer Energien – von den Ausgangsmaterialien und Wafern bis SiC-Leistungshalbleitern und kompletten Leistungselektroniken. Dafür arbeiten insgesamt 34 Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen aus sieben europäischen Staaten unter der Leitung von Konsortialführer Bosch zusammen. „Das Projekt Transform soll dazu beitragen, dass Europa eine führende Position bei neuen Technologien auf Basis von Siliziumkarbid einnimmt“, sagt Jens Fabrowsky, Mitglied des Automotive Electronics Bereichsvorstandes bei Bosch. Im Fokus des bis 2024 angelegten Förderprojekts stehen insgesamt fünf Anwendungsfälle aus den Bereichen Automobil, Industrie, erneuerbare Energien und Landwirtschaft. Das Projekt Transform zielt darauf ab, eine resiliente europäische Lieferkette für die Herstellung von Leistungselektroniken auf Basis innovativer SiC-Leistungshalbleiter auf-



Europäisches Konsortium baut im Projekt Transform eine Lieferkette für SiC-Technologien auf.

zubauen. Ihr Bedarf wird insbesondere in energieintensiven Anwendungen – vom Antrieb eines Elektrofahrzeugs bis zu Ladestationen und der Stromversorgung – stark wachsen. Das Marktforschungs- und Beratungsunternehmen Yole rechnet damit, dass der gesamte SiC-Markt bis 2025 jedes Jahr im Schnitt um 30 Prozent auf mehr als 2,5 Milliarden US-Dollar wachsen wird. Im Rahmen des Förderprojekts sollen daher sowohl neue SiC-Technologien als auch Prozesse und Verfahren für ihre Herstellung entwickelt werden. Darüber hinaus soll die Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen zur Herstellung von Substraten und Wafern bis zu den Leistungselektroniken europäischer Lieferanten sichergestellt werden.

## Automobilmärkte schließen sich für Regelung zusammen Haltbarkeit von E-Auto-Batterien geregelt

Bislang hatten Verbraucher keinen Zugang zu verlässlichen Informationen über die langfristige Leistung von Fahrzeugbatterien, was Zweifel an der Nachhaltigkeit ihrer Investition aufkommen ließ. Dies könnte sich dank eines Vorschlags für ein neues Rechtsinstrument ändern, das eine Mindesthaltbarkeit von Batterien in Elektro- und Plug-in-Hybridfahrzeugen gewährleisten soll. Dieser Vorschlag wurde vom Weltforum für die Harmonisierung von Fahrzeugvorschriften (WP.29) unter der Schirmherrschaft der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (United Nations Economic Commission for Europe kurz UNECE) unterstützt. Dies ist die erste internationale Anstrengung, die von Kanada, China, Japan, der Republik Korea, dem Vereinigten Königreich von Großbritannien und Nordirland, den Vereinigten Staaten von Amerika und der Europäischen Union unterstützt wird, um die Frage der Batteriedegradation zu regeln. Die neuen Bestimmungen, die in Form einer Globalen Technischen Regelung (GTR) der Vereinten Nationen ausgearbeitet wurden, sehen vor, dass die Hersteller bescheinigen müssen, dass die in ihren Elektrofahrzeugen eingebauten Batterien



Eine UNECE-Regelung soll dafür sorgen, dass zuverlässige Daten über E-Auto-Batterien vorliegen.

innerhalb von fünf Jahren oder 100.000 km weniger als 20 Prozent ihrer ursprünglichen Kapazität und innerhalb von acht Jahren oder 160.000 km weniger als 30 Prozent verlieren. Dies würde die Verwendung von Batterien minderer Qualität verhindern und sicherstellen, dass nur langlebige Batterien in E-Fahrzeugen eingebaut werden. Dies ist von entscheidender Bedeutung, um das Vertrauen der Verbraucher zu stärken und die Umweltverträglichkeit von E-Fahrzeugen über ihren geringen Emissionsausstoß hinaus zu verbessern. Eine längere Lebensdauer der Batterien würde dazu beitragen, den Druck auf die für ihre Herstellung benötigten Rohstoffe zu verringern und den Abfall aus gebrauchten Batterien zu reduzieren.



## Digitale Transformation beschleunigen

### ZF baut Zusammenarbeit mit Microsoft aus

ZF baut seine Zusammenarbeit mit Microsoft weiter aus und startet damit in die nächste Phase der Digitalisierung. Das Mobilitäts- und Technologieunternehmen schafft mit der ZF Cloud eine Daten- und Integrationsplattform, um alle industriellen und betrieblichen Produktions- und Geschäftsprozesse von ZF auf der Cloud-Plattform Microsoft Azure zu digitalisieren. Die neuen Kapazitäten sollen das enorme Datenvolumen von Fahrzeugen mit ZF-Technologien verarbeiten, um die Konnektivität von ZF-Komponenten zu optimieren und ganz neue Fahrzeugfunktionalitäten zu ermöglichen. Um die digitale Transformation zu beschleunigen, investiert ZF in den nächsten Jahren mehrere Milliarden Euro in die digitale Transformation des Unternehmens, davon einen wesentlichen Betrag in die Zusammenarbeit mit Microsoft. Durch die Nutzung der Microsoft-Technologien für Cloud, künstliche Intelligenz (KI), Internet der Dinge (IoT) und Datentechnologien entwickelt sich ZF zu einem Cloud-basierten Mobilitätsdienstleister, der seinen Kunden Mobilitätslösungen bietet. Von den Cloud-Funktionalitäten profitieren alle strategischen Technologiefelder, in denen ZF tätig ist. „Die neue ZF Cloud wird einen vollständig digitalisierten und integrierten Vertriebs- und Betriebsplanungsprozess entlang unserer End-to-End-Lieferkette ermöglichen“, sagt Dr. René Deist, Chief Digital Officer (CDO). Die einheitliche Datenplattform kombiniert spezifische Kundenwünsche mit einer fortlaufenden langfristigen Bedarfsprognose.

Dadurch kann ZF den internen und externen Kapazitätsbedarf auf Basis neuer Marktentwicklungen ermitteln. Darüber hinaus schafft die digitale Anbindung der ZF-Lieferkette an die ZF Cloud eine nahtlose End-to-End-Sichtbarkeit der Lieferkette und die Verfolgung von Materialbewegungen. Diese Transparenz ermöglicht eine schnellere Reaktion auf schwierige Marktentwicklungen, um Unterbrechungen der Lieferkette zu minimieren und die rechtzeitige Belieferung der Kunden sicherzustellen.



Wolf-Henning Scheider, Vorstandsvorsitzender von ZF, gab die erweiterte Zusammenarbeit auf dem AUTOMOBIL-ELEKTRONIK Kongress 2021 in Stuttgart bekannt.

## Der neue Newsletter von AUTOMOBIL-ELEKTRONIK

### In eigener Sache:

### Automotive- Highlights für Ihren Posteingang

Was tut sich rund um das Thema Automobil-Elektronik? Antworten auf diese Frage bekommen Sie in unserem neuen Newsletter – speziell für Ihr Themengebiet! Dieser Newsletter ergänzt den üblichen all-electronics-Newsletter um ein monatliches Update mit den wichtigsten Neuigkeiten, Infos und Fachbeiträgen aus dem Automotive-Bereich.

Übrigens: Auch rund um die Themenbereiche Automatisierung und Elektronikfertigung bieten wir Ihnen jeweils separate Newsletter. Damit halten wir Sie branchenspezifisch auf dem Laufenden. Einfach anmelden!

Mit unserem Newsletter profitieren Sie brandaktuell und regelmäßig von News, Produkten und Trends der Branche – und das kostenlos!



Advertorial

## Günstiger Solarstrom vom eigenen Dach ohne Investitionskosten für Unternehmen

Solarstrom vom eigenen Dach ist für Unternehmen die günstigste Art der Stromerzeugung am Ort des Verbrauchs. Viele mittelständische Unternehmen scheuen allerdings die planungs- und kapitalintensive Investition in eine eigene Solaranlage. Q CELLS – bereits zum zweiten Mal in Folge Deutschlands beliebteste Marke für Solartechnologie – bietet mit seinen neuen Angeboten Power Contracting und Anlagenpacht gleich zwei Wege an, wie Unternehmen ohne eigene Investitionskosten in den Genuss von kostengünstigem und sauberem Solarstrom kommen.

### Power Contracting im Rundum-Sorglos-Paket

Beim Power Contracting verpachtet das Unternehmen sein Dach an Q CELLS und schließt einen Stromliefervertrag ab. Q CELLS baut die Photovoltaikanlage auf eigene Kosten und liefert den Solarstrom direkt an das Unternehmen. Der Reststrombedarf, der nicht durch Solarstrom gedeckt werden kann, kommt ebenfalls von Q CELLS aus erneuerbaren Quellen. Den Überschussstrom, der nicht vom Unternehmen vor Ort verbraucht wird, vermarktet Q CELLS direkt selbst.

### Anlagenpacht für maximale Kostenersparnis

Bei der Anlagenpacht wird ein Unternehmen Betreiber, Stromabnehmer und Pächter der Solaranlage. Der verbrauchte Strom gilt damit als Eigenverbrauch, für den eine geringere anteilige EEG-Umlage fällig wird. Die Direktvermarktung von Strom, der vom Unternehmen nicht selbst verbraucht werden kann, und die



Lieferung von zusätzlichem Ökostrom für die Deckung des gesamten Unternehmensbedarfs übernimmt auch hier Q CELLS.

Informieren Sie sich jetzt direkt über Ihre Einsparpotentiale: <https://bit.ly/3t5YtKy>



## kurz & BÜNDIG

**Bosch** will 2022 mehr als 400 Millionen Euro in den Ausbau seiner drei Halbleiterstandorte investieren.

**Keysight** bietet jetzt Software zum Testen von Infotainment- und Fahrerassistenzsystemen an.

Zum zwölften Mal in Folge wird **Infineon** in den Dow Jones Sustainability World Index aufgenommen.

**Daimler** feiert die Auslieferung von 300 voll-elektrischen Leicht-Lkw Fuso eCanter aus der Kleinserienproduktion.

In einem Stadtteil Helsinkis liefert **DB Schenker** jetzt mit autonomen Robotern Pakete aus.

**Phoenix Contact** hat in Rzeszów-Dworzysko/Polen ein E-Mobility-Produktionswerk eröffnet.

**ZKW** hat ein neues Logistikzentrum am Stammsitz Wieselburg in Betrieb genommen.

**Vitesco Technologies** hat ein neues Forschungs- und Entwicklungszentrum im chinesischen Tianjin eröffnet.

**Stellantis** plant einen CO<sub>2</sub>-neutralen grünen Campus in Rüsselsheim. Der Opel-Stammsitz soll sich „2025 komplett neu präsentieren“.

**ZF** hat mit HyFleet ein Brennstoffzellen-Projekt für schwere Nutzfahrzeuge gestartet.

**Mercedes-Benz** bietet im Maybach und der S-Klasse jetzt Dolby Atmos Music im optionalen Burmester-Soundsystem.

**GM** will weitere 40.000 EV-Ladestationen bauen und damit auf 100.000 Stück in den USA und Kanada erhöhen.

Das Autonome Shuttle von **ZF** sowie das Motorrad-Assistenzsystem Ride-Vision von **Continental** erhielten jeweils einen CLEPA Innovation Award.

**Volkswagen** erhielt von der TU Wien für den Modulare Antriebsbaukasten MEB den 22. Porsche-Preis.

Mehr als 40 recycelbare **BMW-i3**-Batterien sorgen für die Stromversorgung bei den Live-Auftritten der Band Coldplay.

**OpenSynergy** hat eine Referenzplattform mit einem virtuellen AGL-Betriebssystem (Automotive Grade Linux) veröffentlicht.

Das Cockpit des neuen Peugeot 308 basiert auf der Snapdragon-Plattform von **Qualcomm**. SAIC Motor setzt für vernetzte Fahrzeugdienste auf **Herc**.

**ZKW** liefert das Pixel-Licht mit 84 LED-Elementen pro Scheinwerfer im neuen Opel Astra.

**Ferchau Automotive** und **M Plan** fusionieren, wobei die Marke M Plan vom Markt verschwinden wird.

### CO<sub>2</sub>-neutrale Lösungen Brennstoffzellen für Lkws



Bild: Daimler Truck

Die Entwicklung einer Wasserstoff-Infrastruktur ist Voraussetzung für den Einsatz wasserstoffbetriebener Brennstoffzellen-Lkws.

Daimler Truck sieht für den Langstreckenverkehr neben rein batterieelektrischen Lkws vor allem auch wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen-Lkws als CO<sub>2</sub>-neutrale Lösungen. Deshalb hat das Unternehmen eine Vereinbarung mit Total Energies unterzeichnet, um sich gemeinsam für die Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs in der Europäischen Union zu engagieren. Die Partner werden bei der Entwicklung einer Wasserstoff-Infrastruktur für schwere Lkws zusammenarbeiten und so die Attraktivität eines CO<sub>2</sub>-neutralen Straßengüterverkehrs auf Wasserstoffbasis demonstrieren. Die Zusammenarbeit umfasst die Wasserstoffbeschaffung inklusive der damit verbundenen Logistik, die Belieferung von Tankstellen mit Wasserstoff, die Entwicklung wasserstoffbasierender Lkws, den Aufbau eines Kundenstamms sowie weitere Bereiche. Total Energies will bis 2030 direkt oder indirekt bis zu 150 Wasserstofftankstellen in Deutschland, den Niederlanden, Belgien, Luxemburg und Frankreich betreiben. Gemeinsam mit Partnern soll ein Multi-Energie-Unternehmen entstehen, das die Ambition hat, bis 2050 Net Zero zu erreichen. Im Rahmen der Kooperation wird Daimler Truck bis 2025 auch wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen-Lkws an Kunden in den Niederlanden, Belgien, Luxemburg und Frankreich liefern.

### Roboter recycelt Batterien Zweites Leben für Batterien



Bild: Fraunhofer IPA/Alain Boz

Im Forschungsprojekt DeMoBat entwickelt ein Team einen Industrieroboter, der ausgediente Batterien sortenrein demontiert.

Der Elektroantrieb gewinnt bei Autos immer mehr an Bedeutung. Im letzten Jahr waren hierzulande bereits rund 13 Prozent der Neufahrzeuge mit einem elektrischen Antrieb ausgestattet, teilweise in Kombination mit einem Verbrennungsmotor. Bis 2030 könnten weltweit fast 50 Millionen Elektroautos auf den Straßen unterwegs sein. Dieser Trend schafft ein Recycling-Problem: Es fallen immer mehr Batterien an. Das Forschungsprojekt „Industrielle Demontage von Batterien“ (DeMoBat), koordiniert vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, soll eine universelle Lösung in Form einer Roboterzelle liefern, die sich für alle Arbeitsschritte und Batterietypen eignet. In verschiedenen Automarken stecken jeweils andere Stromspeicher. Die Bestandteile einer Batteriezelle sollen sortenrein demontiert und anschließend geprüft werden, ob sie noch gut genug sind für eine direkte Wiederverwendung. So sollen dereinst Second-Life-Batterien aus genutzten Komponenten entstehen. Wenn sich die gebrauchten Komponenten dafür nicht mehr eignen, sollen wenigstens die chemischen Bestandteile aufbereitet werden. Das Forschungsprojekt DeMoBat läuft insgesamt drei Jahre und hat gerade Halbzeit. Schon diesen Herbst soll ein erster Demonstrator zu sehen sein.

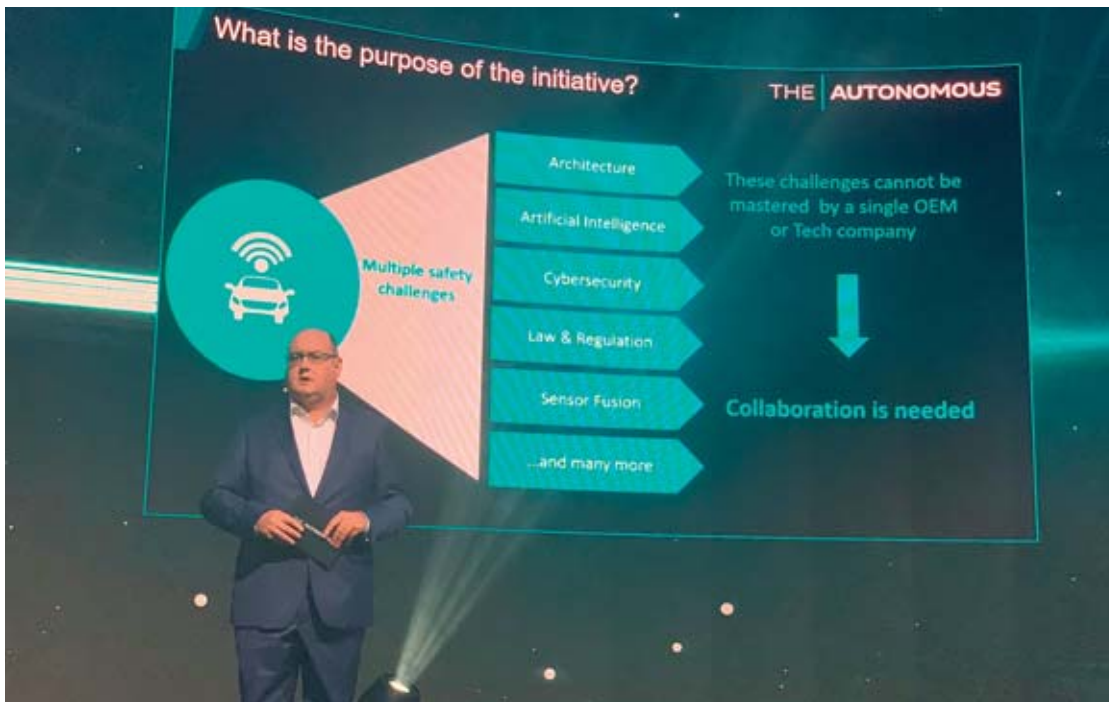
### Leistungsmodulgeschäft Joint Venture für SiC-Halbleiter



Bild: Rohm Semiconductor

Isao Matsumoto, Rohm, und Tsuguru Ariyama, Director Power Discrete bei Zhonghai, während der Unterzeichnung der Joint-Venture-Vereinbarung.

Die Zhonghai Group und Rohm haben eine Joint-Venture-Vereinbarung zur Gründung eines neuen Unternehmens im Bereich der Leistungsmodule unterzeichnet. Das neue Unternehmen wird Haimosic heißen, in Shanghai ansässig sein und zu 80 Prozent von der Shanghai Zhonghai Semiconductor Technology und zu 20 Prozent von Rohm gehalten werden. Die Gründung ist für Dezember 2021 in China geplant. Das Unternehmen wird sich mit der Entwicklung, dem Design, der Herstellung und dem Vertrieb von Leistungsmodulen befassen, die Leistungsbauelemente aus Siliziumkarbid (SiC) verwenden. Erklärtes Ziel des Joint Ventures ist die Entwicklung eines Leistungsmodulgeschäfts, das sich ideal für Antriebsumrichter und andere Anwendungen in neuen Energiefahrzeugen eignet. Die Vereinbarung ermöglicht die Entwicklung hocheffizienter Leistungsmodule durch die Kombination der Wechselrichtertechnologie der Zhonghai-Group, der Modultechnologie beider Unternehmen und der SiC-Chips von Rohm. Die Module sind bereits für den Einsatz in Elektrofahrzeugen vorgesehen und die Massenproduktion wird ab 2022 stattfinden. Sowohl Zhonghai als auch Rohm werden eng mit dem neuen Unternehmen zusammenarbeiten.



Ricky Hudi, Chairman von The Autonomous, bei seiner Eröffnungsrede über das Automatisierte Fahren: „Es ist die größte und komplexeste Herausforderung für die Automobilindustrie seit der Erfindung des Autos vor über 100 Jahren“, und nur durch konsequente Zusammenarbeit lasse sich dieses Ziel erreichen.

Bilder: Alfred Vollmer

# The Autonomous: AD vorantreiben

## Damit automatisiertes Fahren Realität werden kann

Bei der Initiative „The Autonomous“ geht es darum, das autonome Fahren wirklich Richtung Straße zu bringen. AUTOMOBIL-ELEKTRONIK war auf dem zweiten Haupt-Event vor Ort in Wien und berichtet über einige wesentliche Entwicklungen auf dem Weg zum autonomen Fahren. *Autor: Alfred Vollmer*

**P**hilip Schreiner, Head of The Autonomous, erklärte gleich zu Beginn, warum diese von TTTech Auto gegründete Initiative so wichtig ist: „Wir steuern das ‚Wie‘ bei, und wir stehen nicht im Wettbewerb mit den Standardisierungsgremien, wir ergänzen sie. ... Die Samen sind eingepflanzt; jetzt liegt es an Ihnen“, sie sprießen und gedeihen zu lassen.

Von allen Seiten – auf der Bühne genauso wie im Publikum oder in den technischen Sessions – gab es

Aufrufe zur Zusammenarbeit. So erklärte beispielsweise Young Sohn, Chairman of the Board bei Harman International: „Zusammenarbeit ist das Wichtigste.“ Noch deutlicher wurde Edzard Overbeek, CEO von Here: „Kooperation ist keine Option, es ist der Zweck!“

Mit diesem Tenor gab es in Wien auch viele Einzel- und Gruppengespräche über (markt-)technische Details und Hürden, die noch vor uns liegen. (av) ■



Obwohl The Autonomous ganz klar eine primär technisch orientierte Konferenz ist, hatte sich der damalige Kanzler Österreichs, Sebastian Kurz, angekündigt, der allerdings kurzfristig durch den Bundesminister für Arbeit, Martin Kocher (im Bild links), vertreten wurde. Auf diesem Bild ist Georg Kopetz (rechts), CEO von TTTech Auto, im Gespräch mit Minister Kocher. Übrigens: Zum VIP-Abend für geladene Gäste am Abend vor der Konferenz kam Margarete Schramböck, Bundesministerin für Digitalisierung und Wirtschaft der Republik Österreich, und unterhielt sich lange mit vielen einzelnen Entscheidern im Bereich Autonomes Fahren. Ein derartiges öffentliches Engagement der Politik für zukunftssträchtige Technologien wünschen sich viele in der Branche auch von der neuen Bundesregierung in Deutschland.



## PERSONEN



**Michael Jaeger** ist seit 1. Oktober 2021 neuer CEO bei Behr-Hella Thermocontrol (BHTC). Er folgt auf Thomas Schulte, der den Vorsitz der Geschäftsleitung niedergelegt hat.



**Christian Päsche** ist seit 1. November 2021 CEO bei Varroc Lighting Systems. Er folgt auf Stephane Védie, der das Unternehmen im September verlassen hat.



**Jochen Hanebeck** tritt am 1. April 2022 die Nachfolge von Dr. Reinhard Ploss als CEO und Vorstandsvorsitzender von Infineon an.

## Vorstandsmandate enden vorzeitig Continental stellt sich neu auf



**Continental richtet den Unternehmensbereich Automotive Technologies neu aus.**

Mit Wirkung zum 1. Januar 2022 richtet Continental den Unternehmensbereich Automotive Technologies einschließlich neuer Managementbesetzung umfassend neu aus. Das Technologieunternehmen schafft fünf Geschäftsfelder, deren Zuschnitt sich an den strategischen Handlungsfeldern von Automotive Technologies und der Marktentwicklung orientiert. Diese Geschäftsfelder sind Safety and Motion (Matthias Matic), Autonomous Mobility (Frank Petznick), Smart Mobility (Ismail Dagli), User Experience (Philipp von Hirschheydt) sowie Architecture and Networking (Jean-François Tarabbia). Mit Inkrafttreten der neuen Struktur von Automotive beenden die Vorstandsmitglieder Helmut Matschi (Geschäftsfeld Vehicle Networking and Information) und Frank Jourdan (Geschäftsfeld Autonomous Mobility and Safety) vorzeitig ihr Vorstandsmandat. Beide sind eigentlich bis März 2024 bestellt.

## Absicherung künstlicher Intelligenz dSPACE investiert in Neurocat



**Neurocat befasst sich mit der Absicherung von künstlicher Intelligenz.**

dSPACE hat eine Beteiligung am Start-up Neurocat erworben. Neurocat befasst sich mit der Absicherung künstlicher Intelligenz, insbesondere der Robustheit von KI-Anwendungen und berät Industrieunternehmen zum sicheren und zuverlässigen Einsatz von KI. Neurocat bietet außerdem eine cloudbasierte Software zur automatisierten Prüfung und Optimierung von KI-Applikationen. Ziel der Beteiligung ist es, die Markteinführung der cloudbasierten Plattform „aidkit“ zu unterstützen und die Lösung künftig für die Absicherung von KI-Algorithmen einzusetzen.

## Absatz- und Finanzperformance 2021 soll mit Rekordgewinnen für Automobilhersteller enden

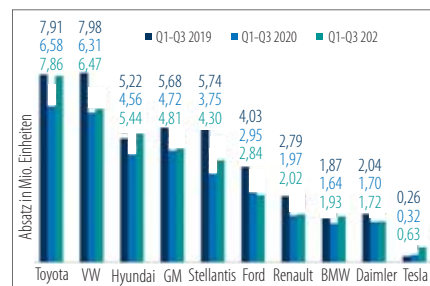
In der aktuellen Automotive-Performance-Studie präsentiert das Center of Automotive Management (CAM) die Absatzzahlen der globalen Automobilkonzerne. Die haben sich demnach innerhalb der ersten drei Kalenderquartale 2021 im Vergleich zu den beiden Vorjahren sehr heterogen entwickelt. Insgesamt verzeichnet das Sample aus zehn Herstellern einen Absatzrückgang von 12,7 Prozent gegenüber dem Vorkrisen-Niveau von 2019, was der allgemeinen Entwicklung auf den globalen Automobilmärkten entspricht. Während Tesla (+97%), Toyota (+19%) und Hyundai (+19%) ihre Fahrzeugverkäufe gegenüber dem Pandemiejahr 2020 mitunter sehr deutlich steigern und an die Zahlen von 2019 anknüpfen, weisen Hersteller wie VW (+3%), General Motors (+2%) und Daimler (+1%) entweder nahezu stagnierende oder im Fall von Ford (-4%) sogar weiterhin rückläufige Absätze gegenüber 2020 aus. Die Finanzergebnisse der globalen Automobilhersteller offenbaren bereits nach drei Kalenderquartalen, dass das Krisenjahr 2021 als neues Rekordgewinn-Jahr in die Geschichte der Automobilindustrie eingehen wird. So weisen die zehn

## Konzentration auf Bordnetzsysteme Industriegeschäft verkauft



**Der Verkauf der Sparte soll die Liquidität und finanzielle Stabilität von Leoni verbessern.**

Mit dem Verkauf der zur WCS-Division (Wire & Cable Solutions) gehörende Business Group Industrial Solutions an den strategischen Investor Bizlink setzt Leoni die Fokussierung auf den Bereich Bordnetz weiter um. Vor diesem Hintergrund hatte sich Leoni bereits in den vergangenen Monaten von zwei Einheiten der Division WCS (Leoni Schweiz und die Bereiche Datenkommunikation und Compound der Leoni Kerpen) getrennt. Bizlink erweitert mit der Übernahme die Marktpresenz. Der Verkauf umfasst rund 20 internationale Standorte der Business Group Industrial Solutions mit rund 3000 Mitarbeitern.



**Absatz globaler Automobilkonzerne: Rückgang von 12,7 % gegenüber 2019.**

betrachteten OEMs von Januar bis September 2021 mit kumuliert rund 96 Milliarden Euro bereits genauso viel Gewinn (EBIT) aus wie die 20 größten Hersteller im gesamten Kalenderjahr 2019 (rund 95 Milliarden Euro). Die bestehende Halbleiter-Krise und der anhaltende Rohstoffmangel sorgen in diesem Zusammenhang für eine Produktionsverschiebung auf margenträchtige Fahrzeuge. Gleichzeitig haben die meisten Hersteller ihre Kostensituation deutlich verbessert.

## Entwicklungen ausgezeichnet PACE-Awards vergeben

Automotive News vergab auch in diesem Jahr wieder die PACE-Awards, wobei die Verleihung in diesem Jahr online stattfand. Insgesamt zeichnete eine Jury aus 20 Mitgliedern 14 Unternehmen in verschiedenen Kategorien aus. Zu den Preisträgern zählten unter anderem die Schaeffler-Gruppe, die für das P2-Hybridmodul für Getriebearchitekturen ausgezeichnet wurden. Ebenso erhielten Valeo und Marelli einen PACE-Award. Valeo gewann mit dem 48-V-eAccess-System, während Marelli für eine Hochdruck-Kraftstoffanlage ausgezeichnet wurde.



# Quasi ein kurzer Blick in die Zukunft

## Driving Planner ermöglicht Level-3-Fahrten auf der Autobahn

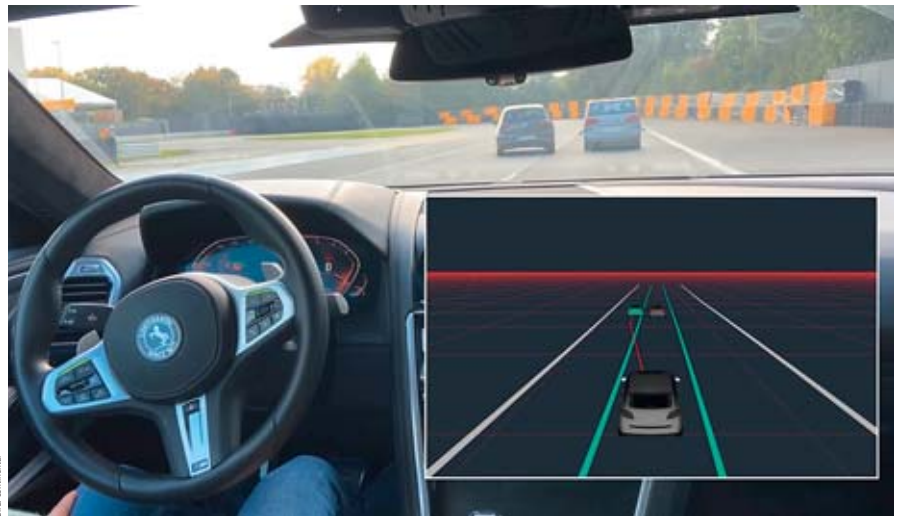
Das Software-Modul Driving Planner steuert die Längs- und Querbewegungen in einer Art und Weise, wie sie die Redaktion bisher noch nicht im Fahrtest erlebt hat. Es ermöglicht hochautomatisiertes Fahren auf der Autobahn.

**D**as Software-System kann die möglichen Verkehrssituationen bis zu etliche Sekunden im Voraus berechnen und daraus präzise Entscheidungen ableiten, um komplexe Fahrmanöver zügig, exakt und autonom zu bewältigen. Bisher verfügbare Systeme – adaptiver Tempomat und Spurwechselassistent – planen Längs- und Querbewegungen weitgehend unabhängig. Die im Driving Planner integrierte gemeinsame Längs- und Querplanung basiert auf fahrphysikalischen Modellen und dürfte uns dem autonomen Fahren wieder einen wesentlichen Schritt näher bringen. Das Software-System ist seriennah und einsatzbereit; zumindest soll bereits 2024 ein Produktionsstart möglich sein.

### Längs-/Querführung für Level 3

Im Prinzip ermöglicht der Driving Planner hochautomatisiertes Fahren auf Level 3: das Fahrzeug meistert bestimmte Fahrsituationen ohne Eingriff und Überwachung durch den Fahrer. Die Software berechnet bis zu einer Geschwindigkeit von 130 km/h komplexe Verkehrssituationen bis zu etliche Sekunden im Voraus und erschließt daraus sichere Fahrmanöver. Der Driving Planner agiert in Kombination mit zwei weiteren Software-Modulen – einem zur Umfelderkennung sowie einem zur Aktivierung und Koordination von Lenkung, Getriebe, Motor und Bremsen.

Ein typisches Beispiel, bei dem das neue System in Zukunft den Fahrer entlasten kann, ist die Auffahrt auf eine Autobahn über den Beschleunigungsstreifen. Der Driving Planner berechnet dieses komplexe Manöver aus Radarsensor- und Kameradaten und trifft die optimale Entscheidung. Weitere Softwaremodule über-



Bei einer Demo konnte Driving-Planner einem plötzlich auftauchenden Hindernis mit sanften Lenkbewegungen ausweichen.

nehmen die Umsetzung des berechneten Fahrmanövers. Das Fahrzeug beschleunigt nach vorne, fädelt zur Seite in den laufenden Verkehr ein und nimmt dann entsprechend dem Verkehrsflusses und anderen Verkehrsteilnehmern Fahrt auf.

### Driving Planner im Praxistest der Redaktion

Ein weiteres Beispiel konnte die Redaktion auf einem Testgelände live erleben: Das Fahrzeug fährt mittig auf einer dreispurigen Autobahn, rechts stauen sich Fahrzeuge, links ist das Tempo hoch. Plötzlich schert von rechts ein Pkw auf die mittlere Spur aus. Der Driving Planner berechnet in Bruchteilen von Sekunden das sicherste Fahrmanöver und zieht dabei alle Möglichkeiten in Betracht – vom Bremsen in der Spur über Beschleunigen und Einfädeln nach links bis hin zum Bremsen und Einfädeln hinter einem anderen Fahrzeug auf der linken Spur. Hier zeigte sich deutlich die erheblich geringere Reaktionszeit des Systems

gepaart mit der optimierten Trajektorienberechnung. Ein hellwacher menschlicher Fahrer hätte in der Fahrsituation auf dem Testgelände quasi in letzter Sekunde vielleicht noch ein Ausweichmanöver durchführen können, das aber sicher an den Grenzen der Fahrdynamik erfolgt wäre und eines Elchtests würdig wäre.

Der Driving Planner sorgte jedoch dafür, dass die Fahrzeuginsassen die fahrtechnische Notsituation in fahrdynamischer Hinsicht fast oder gar nicht registrierten. Unabhängig vom Sicherheitsaspekt, der natürlich ganz klar im Vordergrund steht, ist in solch' einer Situation der Unterschied zwischen einem voll konzentrierten Fahrer und dem Driving Planner in puncto Fahrkomfort (sanftes Fahren) fast schon wie Tag und Nacht – es war ein beeindruckender Test für die Redaktion! Continental drückt das etwas anders aus: „Der Driving Planner ist im Prinzip fähig wie ein Rennfahrer und präzise in seinen Berechnungen wie ein Mathe-Genie.“ (av) ■

INTERVIEW mit Axel Störmann, Vice President Memory Marketing &amp; Engineering bei Kioxia Europe GmbH

# Speicherlösungen für das Software-Defined Car

Mit den zentralisierten Rechenarchitekturen halten zentrale Großrechner im Fahrzeug Einzug, die auch entsprechend leistungsfähige Speicher benötigen. AUTOMOBIL-ELEKTRONIK sprach mit Axel Störmann, Vice President Memory Marketing & Engineering bei Kioxia Europe GmbH, über das Marktumfeld, die Liefersituation, die Auswirkungen des Software-Defined Car auf die Speicherwelt und vieles mehr. *Das Interview führte Alfred Vollmer*

## Herr Störmann, wie laufen die Geschäfte?

**Axel Störmann:** Die Geschäfte laufen sehr gut. Als globales Unternehmen, das mit seinen Speichern in allen Marktbereichen vom Data-Center über Industrie, Consumer und Telekom bis Automotive sehr breit aufgestellt ist, können wir marktseitige Unbalancen generell meist sehr gut abfedern. Wir sind gut ausgelastet und investieren kontinuierlich.

Bei Automotive ist die Situation etwas spezieller, was aber weniger an den Speichern liegt. Aufgrund der anhaltenden Covid-19-Pandemie nahm die Mobilität über den Jahreswechsel hinaus weltweit stark ab und im gleichen Zeitraum der Homeoffice-Betrieb signifikant stark zu. Entsprechend stieg der Bedarf an Cloudspeichern und Rechenzentren steil an, was eine limitierte Verfügbarkeit und kritische Versorgungsengpässe in allen Marktbereichen zur Folge hatte – eine permanente Achterbahnfahrt, die sich erst langsam wieder in eine stabilere Lage zurückentwickeln wird.

## Gibt es Lieferengpässe bei Automotive-Speichern?

**Axel Störmann:** Bei keinem unserer Automotive-Kunden musste wegen Kioxia ein Produktionsband stillstehen, aber auch im Jahr 2022 könnte es durchaus weiterhin noch Engpässe geben.

Automotive-Speicher haben sehr hohe Anforderungen, die wir konsequent überwachen und messen. Wenn jedoch ein Baustein beispielsweise einen bestimmten, für Automotive vorgeschriebenen Parameter nicht einhält, kann er aber oftmals noch im Consumer-Bereich zum Einsatz kommen. Dadurch können wir flexibler auf den Bedarf der einzelnen Märkte reagieren.

## Was heißt das in technischer Hinsicht? Wie differenzieren Sie zwischen Automotive-Speichern und Chips für andere Anwendungen?

**Axel Störmann:** Der rohe Speicherchip ist zunächst einmal für alle Anwendungen gleich. Auf jedem Chip gibt es einen Registersatz, in dem wir als Hersteller letztendlich nach der Fertigung des reinen Chips das gesamte Profil des finalen Produkttypen ableiten können. Diesen Vorgang nennen wir Tunen.

Das Profil kann somit auf die individuellen Anwendungsfälle der jeweiligen Produkttypen zugeschnitten werden. Dieses Tunen ist kein Testen, sondern realisiert eine echte Chipdifferenzierung

gegenüber handelsüblichen Standardkomponenten; das Testen selbst findet erst später im Rahmen unserer produktionsüblichen Standard-Ausgangstests zur grundsätzlichen Qualitätssicherung statt.

Gerade im Automotive-Bereich und insbesondere bei ADAS- und Cluster-Anwendungen müssen wir den Chip exakt tunen, damit wir die anwendungsspezifischen Use-Cases bedienen, in denen zum Beispiel

hohe Robustheit und spezielle Qualitätsanforderungen sowie teilweise auch besonders definierte Temperatur- oder Schaltverhalte oder eine hohe Anzahl von Schreib/Löschzugriffen definiert sind.

Wir optimieren die Charakteristik der Flash-Zelle für die Nutzungsmodelle im Automotive-Bereich. Bei Controller-basierten Speichern steht uns zusätzlich eine integrierte ECC (Error Correction Code) sowie über die Firmware des Controllers die Option für zusätzliche Software-basierte Funktionen zur Verfügung.

*Wir setzen klar auf die Wachstumsmärkte, und wollen entsprechend auch weiterhin im Bereich Automotive unsere Akzente setzen.*

Axel Störmann, Kioxia





Axel Störmann (hier im Gespräch mit AUTOMOBIL-ELEKTRONIK-Chefredakteur Alfred Vollmer): „Automotive ist für uns ein Technologietreiber im Speziellen, den wir jedoch definitiv bei unserem Ansatz brauchen, um auch im Gesamtportfolio stark zu sein und stark zu bleiben.“

#### Das hilft natürlich sehr auf der logistischen Seite...

**Axel Störmann:** Ja genau, durch das Tunen können wir unsere Frontend-Fertigung nach Wafer-Produktion flexibel z. B. in spezielle Automotive- oder Consumer-Chips aufsplitten. Wir haben bei den Speichern hier und jetzt schon von jeher eine Economy of Scale. Flexibilität ist hierbei einer der wesentlichen Schlüssel zum Erfolg. Wir müssen sehr sorgfältig darauf achten, dass unsere Produktion auf vollen Touren läuft, dass wir einen hohen Yield haben und letztendlich auch genau darauf achten, dass wir die nächsten Technologie-Shrinks marktgemäß umsetzen. Eine hohe Speicherintegration pro Baustein ist hierbei ein weiterer Kernparameter, um die Konkurrenzfähigkeit sicherzustellen. Wenn wir beispielsweise einen 3D-Baustein der 5. Generation mit 112 Layern auf dem Die haben, dann können wir in einem Gehäuse bis zu 16 oder gar 32 dieser Dies aufeinander packen, was eine Speichergröße von bis zu 2 TByte per Komponente und Gehäuse ausmacht.

#### Warum ist Kioxia im aus Speicher-Sicht relativ kleinen Automotive-Markt so aktiv?

**Axel Störmann:** Im Vergleich zu Anwendungsbereichen wie Data Center, Enterprise oder Consumer macht unser Automotive-Anteil in der Tat nur einen einstelligen Prozentsatz aus, aber die Tendenz steht klar auf Wachstum. Mittelfristig sehen wir aufgrund von 5G, ADAS, High-Performance-Computing und zukünftigen Software-Defined Cars große Skalierungsmöglichkeiten auf der Speicherseite, die nach heutigem Stand circa eine Verzehnfachung des Speicherbedarfs alle 5 Jahre mit sich bringen wird. Das wiederum prognostiziert ein solides Automotive-Wachstum, welches im Zusammenspiel mit Peripherien wie Connected Car zukünftig auch wichtige Innovationen in den zentralen Datennetzbereichen (Endpoint-Edge-Cloud) vorantreiben wird – und wir liefern nun mal einen Großteil unserer Produkte in die Bereiche Cloud und Storage. Auch der Edge-Bereich wächst ständig. Summa Summarum: Wir setzen klar auf

die Wachstumsmärkte, und wollen entsprechend auch weiterhin im Bereich Automotive unsere Akzente setzen.

### Warum und wie will Kioxia bei Automotive Akzente setzen?

**Axel Störmann:** Wir haben bereits in den 1990er Jahren im Mobiltelefon-Bereich eine elementare Erfahrung gemacht, als die damaligen Pioniere ihre ersten Falltests mit Handys durchführten. Die Geräte fielen aus ein oder zwei Metern Höhe auf einen Steinboden und wurden danach auf ihre Funktion getestet. Dieser erste Robustheitsansatz hat uns bis heute unglaublich viel Know-how gebracht – auch für andere Anwendungsbereiche. Bei Automotive ist es genau das Gleiche: Hohe Temperaturen, spezielle Use-Cases, exzessives Schreibe- oder Ein-/Ausschaltverhalten, Safety- und Security-Anforderungen etc. Alle diese technischen Herausforderungen werden unserer Meinung nach in Zukunft auch für den Mainstream kultiviert und irgendwann als selbstverständliche Produktfeatures erwartet. Wir lernen im Prinzip durch die Automobilbranche auch, in welche Richtung wir die zukünftigen Chipgenerationen entwickeln müssen. Mit unserem integrierten Ansatz wollen wir in diesem neuen, großen Netzwerk überall dabei sein: von der Cloud über Edge bis Peripherie – und zwar nicht nur im Smart-Home- und IoT-Bereich, sondern auch im Auto. Automotive ist für uns ein Technologietreiber im Speziellen, den wir jedoch definitiv bei unserem Ansatz brauchen, um auch im Gesamtportfolio stark zu sein und stark zu bleiben.

Gleichzeitig können wir mit unserer Historie zeigen, dass wir ein verlässlicher Partner für die Automotive-Branche sind. Wir waren zum Beispiel unter den ersten, die 3D-Topologien bauten, und wir sind jetzt dabei, in Richtung 162 Layer zu gehen. Wich-

ware-Defined Car und autonomes Fahren wird sich schon in den nächsten zwei bis vier Jahren der Speicherbedarf beachtlich erhöhen. Gerade Managed-NAND-Speichertypen wie eMMC oder zukünftig UFS sind dann mit Speicherkapazitäten wie 128, 256 oder auch 512 GByte sehr gefragt, und wenn in der Mitte dieses Jahrzehnts das High-Performance-Computing ins Fahrzeug Einzug hält, dann wird der Speicherbedarf noch erheblich stärker steigen.

Im ADAS-Bereich haben wir mit 8 GByte Flash-Speicher begonnen; heute sind wir schon bei 32 bis 64 GByte. Bei höherer Integration und zusätzlichen Features steigt der Bedarf an Flash-Speicher schnell auf 128 oder 256 GByte. Bei der Implementierung von Navigation und integriertem Cockpit benötigt man zukünftig eher 256 oder 512 GByte – Tendenz steigend.

### Welche Auswirkungen hat das Software-Defined Car auf die Speicherwelt?

**Axel Störmann:** Zunächst ist es wichtig, dass wir als Speicherhersteller direkt mit den Herstellern der Architekturen und Plattformen, aber auch mit den Automobilherstellern selbst eng zusammenarbeiten – und das machen wir schon seit vielen Jahren, seit die Flash-Speicher mit damals noch ziemlich minimalen Anforderungen in die Navigationsumgebung Einzug gehalten haben.

Mit dem Übergang von vielen kleinen Mikrocontroller-basierten Einzel-ECUs zu einer zentralen Rechenarchitektur rücken ganz andere, eher zentrale Speicherarchitekturen in den Fokus. Bei den Einzel-ECUs kommen feste Speichergrößen für die einzelnen Funktionsbereiche zum Einsatz, aber bei den Hochleistungs-Rechenarchitekturen sind Shared-

Memory und große Speicherdichten gefragt, die in verschiedene Partitionen aufgeteilt werden – oftmals dynamisch.

Auch der prozentuale DRAM-Anteil verändert sich zu Gunsten der Flash-Speicher, weil DRAMs speziell für den Automotive-Temperaturbereich erheblich teurer sind. Von daher gibt es stets Überlegungen, welche Teile des DRAM-Speicherbereichs sich beispielsweise in den Flash-Bereich auslagern lassen, denn der Kostenunterschied zwischen DRAM und TLC-NAND-Flash liegt bei mindestens Faktor 10.

DRAMs sind zwar ideale Elemente zur Speicherung, weil sie sehr robust sind, fast schon unbegrenzt viele Schreib-/Lese-Zyklen ermöglichen und zudem noch sehr schnell sind. Jedoch sind DRAM-Speicherzellen um ein Vielfaches größer als NAND-Flash-Zellen. Andererseits ist die NAND-Flash-Technologie von Hause aus in verschiedene Robustheits- und Integrations-Kategorien unterteilt.

Immer dann, wenn die BoM sehr speicherlastig ist, wird es interessant, denn dann lohnt es sich, den Speicher in einen aktiven, dynamischen DRAM-Bereich und einen Storage-Bereich zu unterteilen. Gerade die Bereiche Künstliche Intelligenz, Deep-Learning etc. benötigen große lese-intensive Speicher, die nur selten überschrieben werden – und dann kann Flash-Speicher



*Wir optimieren  
die Charakteristik  
der Flash-Zelle für  
die Nutzungsmodelle im  
Automotive-Bereich.*

Axel Störmann, Kioxia

tig dabei ist, dass wir praktisch jeden Shrink, den wir durchgeführt haben, auch zur Produktionsgüte geführt haben – und das ist extrem wichtig für unsere Kunden, denn wenn es da Überraschungen gibt, kommen gerade im Automotive-Bereich schnell große Probleme. Wichtig ist dabei auch, dass die Robustheit und Zuverlässigkeit der Speicher über eine stabile Technologie, stabile Fertigungsverfahren, Tests, mehrere geografisch voneinander getrennte Produktionsstätten und so weiter gewährleistet ist.

### Wie schätzen Sie den Speicherbedarf der Automotive-Branche für die nächsten Jahre ein?

**Axel Störmann:** Bisher spielten die Mikrocontroller eine dominierende Rolle im Fahrzeug, aber durch den Trend Richtung Soft-

zu einem beachtlichen Preisvorteil führen. Daher ist es wichtig, auf der Anwendungsseite richtig abzuwägen und mit Bezug auf die Cost-Performance zugeschnitten zu kombinieren.

Im Übrigen haben wir mit Kioxia XFM-EXPRESS eine auch für den Automotive-Bereich besonders geeignete austauschbare Speicherlösung, die über eine standardisierte mechanische Steckverbindung an das System angebunden werden kann. Das ist ähnlich wie bei einer SSD und könnte sich zur zukünftigen PCIe-Lösung im Bereich Automotive und Software-Defined Car etablieren. Wenn beispielsweise in einer späteren Ausbaustufe des Fahrzeugs mehr Speicher erforderlich sein sollte, dann steckt man diesen Speicher mit an und macht ein OTA-Update, aber bei Auslieferung spart sich der OEM das Geld für den Speicher.



*Wir sind gut ausgelastet und investieren kontinuierlich.*

Axel Störmann, Kioxia

#### Welche Anforderungen stellt die Safety an die Automotive-Speicher von morgen?

**Axel Störmann:** Ein Halbleiter per se ist ja nicht ASIL-konform, aber er kann ein ASIL-konformes Systemdesign aktiv unterstützen. Dafür arbeiten wir über unser integriertes Netzwerk schon seit Jahren sehr intensiv mit OEMs und Tier-1s, aber auch mit Prozessor- und SoC-Herstellern zusammen, um herauszufinden, wie die Use-Cases aussehen und wie das System den Speicher ansteuern möchte. Wir sprechen da über sehr viele Details von der Anzahl der Schreib-Lese-Zyklen bis zu Spannungsspitzen oder was passiert, wenn die Spannung in einem Fahrzeug abgeschaltet wird. Speicher sind da sehr sensible Glieder in der Kette. Wir simulieren im weiten Vorfeld, also schon viele Jahre vor Produktionsbeginn, mit den Beteiligten verschiedene Use-Cases, um dann nachweisen zu können, dass sie sich mit den Speichern auch umsetzen lassen.

Safety gemäß ISO 26262 ist ja ein systematischer Ansatz, und den unterstützen wir mit diversen Features. So enthalten unsere Flash-Speicher zum Beispiel Monitoring-Register, in denen die genaue Anzahl der Lese- und Schreibzugriffe über die Lebensdauer abgelegt ist. Damit können die Systeme erkennen, wann sie den sicheren Bereich verlassen und bei Bedarf eine Wartung bzw. ihren Austausch anfordern.

#### Was dürfen wir im Flash-Bereich für die Zukunft erwarten?

**Axel Störmann:** Toshiba hat Mitte der 1980er Jahre die Flash-Zelle erfunden und sie patentiert. Kioxia ist ja aus Toshiba Memory hervorgegangen. Damals ging es um NOR-Flash, aber NOR-Flash-Zellen sind sehr viel größer und teurer als NAND-Flash. Heute sprechen wir von 3D Charge Trap-Technologie, die als Standard in Tripple Level, kurz in TLC ausgeführt ist.

Auch QLC, also Quadruple Level Cell, haben wir auf der Agenda und bereit zur Produktion. An PLC, Penta Level Cell mit fünf Levels, arbeiten wir schon und spielen bereits mit Kioxia Twin

BiCS die nächste Technologie-Generation Flash an. Hierbei wird eine reguläre 3D-Zelle halbiert, so dass in einem Zellstück zwei physikalisch getrennte „Halbzellen“ existieren. Das hat den praktischen Vorteil, dass wir die Speicherdichte bei gleichem Raummaß physikalisch nochmals verdoppeln können.

Weil wir mit diesen hochdichten NAND-Flash-Speichern den höchsten Ansprüchen in puncto Geschwindigkeit, Robustheit, Lese-Schreib-Zyklen etc. in vielen Bereichen gerecht werden können, spielt NOR-Flash-Speicher mittlerweile eine untergeordnete Rolle. Spätestens bei 64 oder 128 GByte wird ein NOR-Flash dann Schwierigkeiten haben, in puncto Kosten mitzuhalten, so dass beim Software-Defined Car praktisch nur noch NAND-Flash-Speicher zum Einsatz kommen wird, weil dort Speichergrößen weit über 128 GByte gefragt sein werden.

#### Wie wird sich die Speicherwelt im Fahrzeug konkret verändern?

**Axel Störmann:** Beeinflusst durch die Entwicklung von 5G kann in Zukunft auch Edge und Cloud mit in die System-Architektur für Automotive eingebaut werden, die Realisierbarkeit von Real-time über 5G wird hier zum Game Changer. Neue massiv parallele HPC-Konzepte (High Performance Compute) mit eher zentralen Rechnerarchitekturen werden Schritt für Schritt die traditionell dezentralen Strukturen ersetzen; hierbei benötigen wir Shared-Memory, auf den viele CPUs mehr oder weniger gleichzeitig zugreifen können. Beim Speicher-Interface wird hierbei mehr und mehr auf PCIe/NVMe gesetzt.

Dabei wird Richtung SSD in Zukunft sicherlich auch der XL-Flash-Speicher zum Einsatz kommen, der sehr kleine Page-Größen aufweist und sich äußerst schnell ansteuern lässt. Ein gutes Beispiel hierfür ist – zur Zeit zunächst nur für den Enterprise-Bereich angeboten – die XL-Flash-basierte Kioxia Storage Class Memory SSD FL6.

#### Was sind die Herausforderungen im NAND-Markt heute und wie ist Kioxia diesbezüglich aufgestellt?

Dank unserer Pionierstellung im Bereich Flash-Technologie können wir auf eine lange Historie und einen großen Erfahrungsschatz auch zur Unterstützung anspruchsvoller Anwendungen, wie beim Thema Automotive, zurückgreifen. Weitreichende Zertifizierungen bezüglich Design und Fertigung sowie höchste Verbindlichkeit bei Produktion und Qualität zeichnen uns aus und ermöglichen uns, auch in Zukunft konkurrenzfähig zu bleiben. Wir sind gut vorbereitet. ■

#### Interviewer

Alfred Vollmer

Chefredakteur AUTOMOBIL-ELEKTRONIK



# Schnelle, paketerorientierte Kommunikation

## Time Sensitive In-Vehicle Networking mit Ethernet AVB

Paketerorientierte Kommunikation über „bridged“ Netzwerke hat sich als weltweiter Standard etabliert. Leider ist das originale Ethernet nicht deterministisch und eignet sich nicht für kritische Anwendungen. Eine Lösung zur Verbesserung des Echtzeit-Verhaltens von Ethernet ist AVB/TSN.

*Autor: Francis Jelsch*

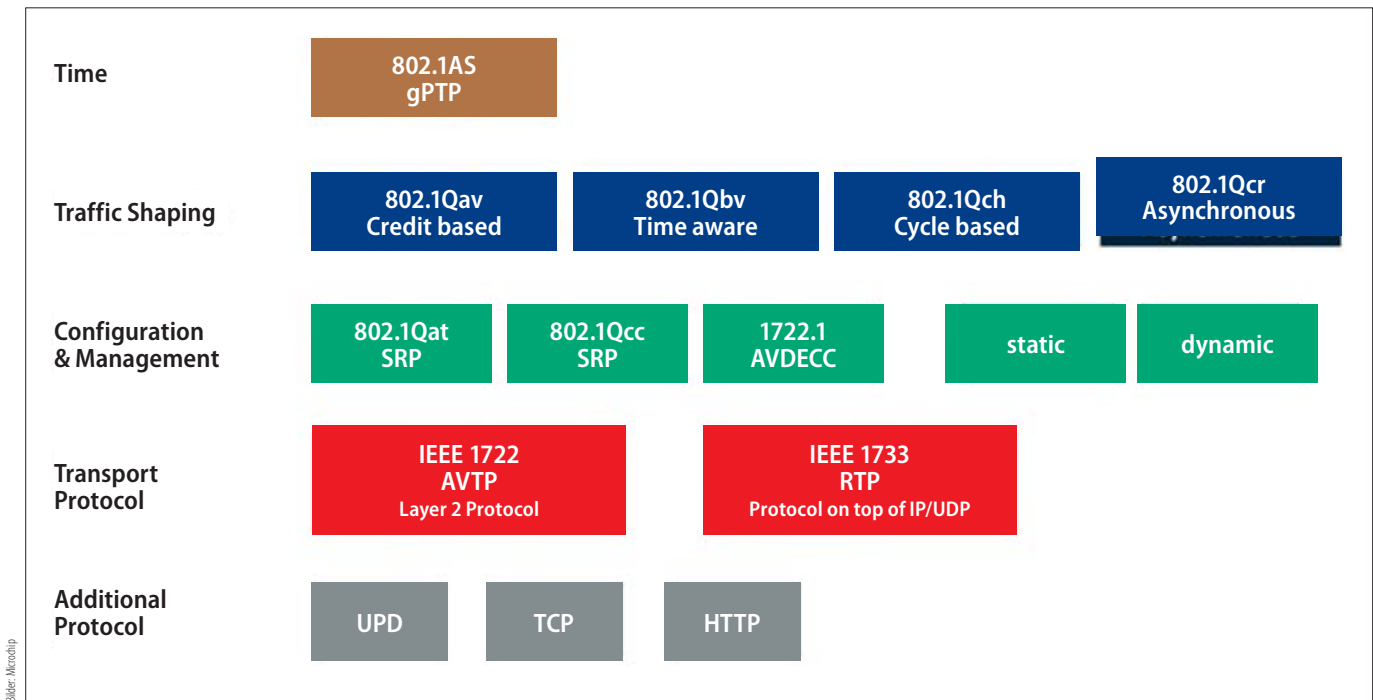
Ethernet-Frames oder IP-Pakete lassen sich transparent über unterschiedliche physikalische Medien übertragen, denn Ethernet ist vom Physical Layer abgekoppelt. Somit können Geräte, welche über unterschiedliche Netzwerktypen verbunden sind, problemlos miteinander kommunizieren, wie z.B. ein Handy mit Mobilfunkanbindung und ein Steuergerät mit INICnet-Vernetzung (ISO21806) in einem Auto (über Telematik-Unit bzw. Gateway des Fahrzeuges). IP-Pakete werden vom Sender bis zum Empfänger durchgeroutet.

Aber was ist mit Übertragungszeiten, Latenz, Jitter und verlorenen Paketen? Leider ist das originale Ethernet nicht deterministisch, d.h. es gibt weder

Kontrolle wann und wie viele Daten die Geräte senden dürfen noch über welche Route die Pakete übertragen werden. Übertragungszeiten zwischen zwei Geräten variieren ständig und bei Überlastung des Netzwerks können Pakete verloren gehen. Das Verhalten ist inkompatibel mit kritischen Anwendungen, in der geringe Latenz und Zustellung zu gewährleisten sind.

Proprietäre Bus- und Netzwerk-Technologien, welche geringe Latenz und Determinismus anbieten, sind nur bedingt eine Lösung. Der Trend geht in allen Märkten zu standardisierten und offenen Technologien, welche keine Herstellerbindung tragen. Darüber hinaus benötigen Standardtechnologien weder spezielles Know-how noch komplexe und teure Gateways.





**Bild 1:** AVB-Systeme basieren typischerweise auf einer Kombination verschiedener Standards und Protokolle.

## Lösung Audio Video Bridging

Die Community hat deshalb die Schwächen von Ethernet seit vielen Jahren untersucht. Über der Zeit sind verschiedene Lösungen zur Verbesserung des Echtzeit-Verhaltens von Ethernet entstanden, eine davon ist AVB/TSN.

Das Thema Audio Video Bridging (AVB) wurde im Jahr 2008 in einer IEEE-Arbeitsgruppe gestartet. Das Ziel war damals, die Übertragung von zeitkritischen Audio- und Video-Daten über Ethernet zu verbessern. Zu dem Begriff AVB gehört nicht nur der Standard IEEE 802.1BA, sondern auch noch die folgenden Standards (Bild 1):

- IEEE 802.1AS für die Zeitsynchronisation
- IEEE 802.1Qav für die Regelung der Übertragung und Zwischenpuffern von Frames in Switches
- IEEE 802.1Qat für die dynamische Bandbreiteallokation für die Audio- und Video-Ströme
- IEEE 1722 Transport-Protokoll
- IEEE 1722.1 für die dynamische Konfiguration AVB-fähiger Netzwerke und Geräte

2011 wurde der Standard fertiggestellt und veröffentlicht. Er kam zunächst zum Einsatz in verschiedensten Multimedia-Anwendungen, und später auch im industriellen Bereich, speziell für die Übertragung von zeitkritischen Kommandos oder Sensordaten. Da das Interesse an AVB für nicht Multimedia-Anwendungen immer grösser war, wurde bei der IEEE die Arbeitsgruppe Time Sensitive Networking (TSN) gestartet. Die Gruppe TSN hat die Standards aus der Gruppe AVB übernommen und adressiert dazu ein deutlich breiteres Spektrum an Anwendungen, in den Bereichen Professional Audio-Video, Industrie, Automobil und Luftfahrt.

Im Bereich Automobil kommen heutzutage immer noch die ursprünglichen AVB-Standards zum Einsatz, teilweise aber schon die in der TSN-Gruppe überarbeiteten Versionen davon. Dieser Artikel behandelt primär die AVB-Standards, welche gleichwertig zu TSN sind.

## Zeitsynchronisierung mit gPTP

Generalized Precision Time Protocol (gPTP – IEEE 802.1AS) ist die gemeinsame Basis von allen AVB-fähigen Systemen. Der Zweck ähnelt dem des Network Time Protocol (NTP) aus der Computer-Branche. NTP sorgt dafür, dass die Rechner-Uhren zu einer Referenzzeit synchronisiert werden, und zwar mit einer Genauigkeit von wenigen Millisekunden innerhalb eines lokalen Netzwerks. Solch eine Genauigkeit ist für Rechner und Server absolut ausreichend, für synchrone oder zeitkritische Anwendungen ist es allerdings zu ungenau.

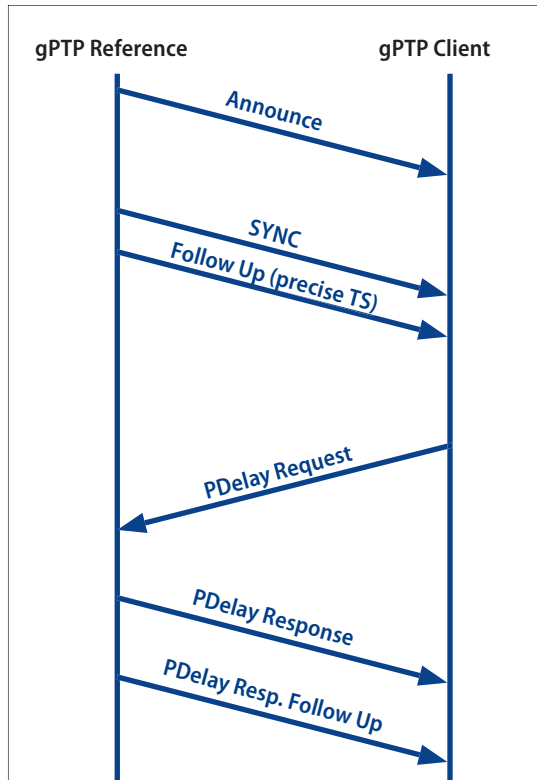
gPTP sorgt für eine viel genauere Zeitbasis in Ethernet-Geräten, in der Regel im Bereich von Mikrosekunden, bestenfalls sogar Nanosekunden. gPTP besteht prinzipiell aus zwei Mechanismen: der Verteilung einer Referenzzeit und der Berechnung der Übertragungszeit (Bild 2). Die Verteilung der Zeit



## Eck-DATEN

Seit der Gründung der AVB-Gruppe der IEEE hat AVB/TSN einen hohen Reifegrad erreicht und ist auch heute schon in Fahrzeuge integriert. Durch die offene, standardisierte Technologie ist interoperable Hardware und Software verfügbar. Trotzdem ist die Implementierung von AVB in Endpunkte noch immer eine komplexe und langwierige Aufgabe, die viel Know-how bei der Software-Entwicklung benötigt. AVB Endpoints können hier als Hardware-basierte Lösung Abhilfe schaffen, für die keine Software-Entwicklung mehr notwendig ist.

Bild 2: Die Abläufe zwischen gPTP-Referenz und gPTP-Clients bei der Zeit-synchronisation.



erfolgt von einem oder mehreren Zeitreferenzknoten (gPTP Master gemäß IEEE Standard) zu einem oder mehreren Clients (gPTP Slaves gemäß IEEE Standard). Ähnlich zum IEEE-1588-2-Step-Verfahren, werden bei gPTP immer zwei Frames nacheinander gesendet: „Sync“ und „Sync Follow-Up“. Anhand der enthaltenen Zeitstempel stellen die Clients ihre lokalen Uhren auf die Referenzzeit zurück, so dass alle Geräte im Netzwerk mit exakt der gleichen Zeitbasis arbeiten.

Eine sehr genaue Zeitbasis ist aber nur dann erreichbar, wenn dazu noch die benötigte Übertragungszeit über das Netzwerk berücksichtigt wird. Dazu erfolgen sogenannte Peer-Delay-Messungen immer paarweise zwischen direkten Nachbarknoten. Die Summe der gemessenen Übertragungszeiten pro Knoten ergibt dann den Peer-Delay-Wert um welchen die gPTP-Zeit korrigiert wird.

### Transport-Protokolle

IEEE 1722-AVTP: Audio Video Transport Protocol ist das Standard-Transportprotokoll, um Audio/Video-Daten als auch zeitkritische Daten über Ethernet AVB zu übertragen. Es handelt sich dabei um ein schlankes ISO/OSI-Layer2-Protokoll, mit welchem die Geräte über MAC-Adressen adressiert werden. Es besteht somit keinerlei Notwendigkeit, einen vollständigen IP-Stack zu integrieren. Dies trägt dazu bei, die Größe, Kosten und Komplexität von Projekten und Designs zu minimieren. IEEE 1733-RTP/RTCP: RTP und RTCP (IETF RFC 3550) sind IP-basierende Netz-

werkprotokolle für die Übertragung von Audio- und Video-Daten über Ethernet. Sie kommen seit vielen Jahren in sämtlichen industriellen und Consumer-Geräten zum Einsatz, wie zum Beispiel in Videoüberwachungskameras oder InterCom-Geräten. IEEE 1733 ist eine Adaptation von RTP/RTCP für die synchrone Übertragung mit AVB und somit eine IP-basierende Alternative zum IEEE 1722.

### Traffic-Shaping

Ein Ethernet-Netzwerk besteht typischerweise aus einer Vielzahl an Endpunkten (Rechner, elektronische Geräte) und Bridges (Switches, Gateways, etc.). Unabhängig vom ausgewählten Transportprotokoll sind die Daten in Ethernet Frames gekapselt, welche vom Sender über mehrere Bridges (Hops) bis zum Empfänger geroutet werden. Die Art und Weise wann die Übertragung der Frames erfolgt, ist nicht deterministisch. Die Bridges innerhalb der Route leiten die Frames schneller oder langsamer weiter (store-forward, cut-through). Bei Netzwerküberlastung erfolgt manchmal eine Zwischenspeicherung der Frames für eine gewisse Zeit. Im schlimmsten Fall können sie sogar verloren gehen.

Industrielle sowie Automobil-Systeme benötigen eine geringe, deterministische Latenz und vor allem eine zuverlässige Übertragung, ohne Gefahr zu laufen, dass Frames verloren gehen. Dafür wird Traffic Shaping (Teil von IEEE 802.1Q – Quality of Service) verwendet. Traffic Shaping definiert Strategien, wie Bridges die Frames je nach Priorität behandeln sollen. Es gibt mehrere Standards für Traffic Shaping, zum Beispiel:

- IEEE 802.1Qav, Forwarding and Queuing Enhancements for Time-Sensitive Streams (FQTSS), auch öfters Credit Base Shaper (CBS) genannt
- IEEE 802.1Qbv, Enhancements for Scheduled Traffic, oft auch Time Aware Shaper (TAS) genannt
- IEEE 802.1Qch, Cyclic Queuing and Forwarding
- IEEE 802.1Qcr, Asynchronous Traffic Shaping

Im Automotive-Bereich kommen überwiegend CBS und TAS zum Einsatz.

Mit dem Credit Based Shaper bekommt jedes Ethernet-Gerät ein Guthaben (Credit), das zum Versenden von Frames verwendet wird. Solange das Guthaben noch positiv ist, darf das Gerät weitersenden. Danach muss es warten, bis das Guthaben sich wieder auffüllt. Diese Strategie ermöglicht eine effiziente Nutzung der Bandbreite. Es gibt keine vordefinierten Slots. Endpunkte, welche Daten unregelmäßig senden müssen, können ihr Guthaben sammeln und auf einmal aufbrauchen. Die Konfiguration eines AVB-Netzwerks mit CBS ist relativ einfach.

Im Vergleich basiert die Strategie des Time Aware Shaper auf einem Timeslot-Modell. Es richtet sich nicht mehr nach der Menge der zu versendenden



Daten, sondern an der Häufigkeit der Sendungen. Knoten dürfen nicht mehr beliebig lang senden, aber sie bekommen die Garantie, dass sie sehr regelmäßig senden dürfen. Somit lässt sich eine deutlich geringere und deterministischere Latenz erreichen. Qbv hat allerdings den Nachteil, dass die Netzwerkbandbreite nicht immer effizient verwendet wird. Sollten Endpunkte ihre Slots nicht verwenden, gehen diese Slots und damit Bandbreite verloren.

### Interoperabilität mit AVNU

Für die Implementierung von AVB kann sich der System-Architekt verschiedenster, verfügbarer Komponenten bedienen. Je nach Systemanforderungen lassen sich unterschiedliche Untermengen von AVB implementieren. Das ist einerseits hilfreich, um Hardwarekomponenten, aber andererseits verursacht es eventuell Interoperabilitätsprobleme, da Geräte von verschiedenen Lieferanten nicht exakt die gleichen AVB-Features unterstützen. Es kommt erschwerend hinzu, dass IEEE-Standards manchmal von den Ingenieuren unterschiedlich interpretiert werden können.

Die sogenannte Ethernet AVB Functional and Interoperability Specification der AVNU Alliance Autosar definiert im Automobilbereich eine Referenz für die AVB Untermengen und die dazu gehörigen Parameter, welche in jedem Gerät implementiert sein sollen, um Interoperabilität zwischen Lieferanten zu gewährleisten. AVB-fähige Geräte lassen sich extern durch Testhäuser oder intern mit speziellem Testequipment auf AVNU-Kompatibilität testen.

### Praktische Umsetzung

In der Praxis bestehen AVB-fähige Netzwerke aus mehreren Komponenten: Switches, PHYs und Endpunkte. Um die gewünschte Leistung zu erreichen, müssen alle Switches und Endstationen AVB unterstützen. Durch die IEEE-Standards, die AVNU- und

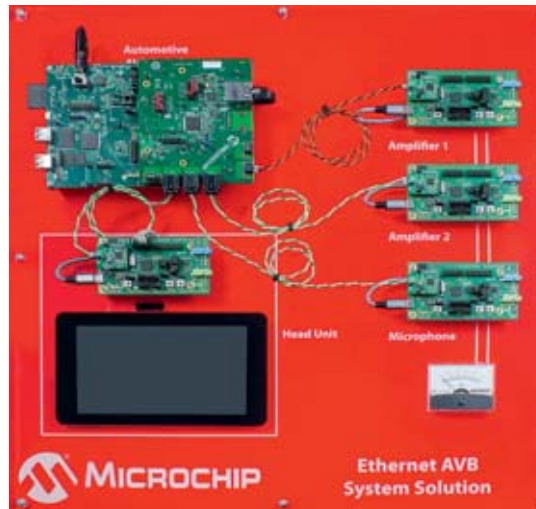


Bild 3: Aufbau eines typischen AVB-Evaluierungssystems für den Einsatz im Automobil-Sektor.

OpenAlliance-Spezifikationen sind heute Komponenten wie PHYs und Switches von unterschiedlichen Herstellern sehr gut interoperabel.

Die Implementierung von Audio-Video-Bridging in den Endpunkten bleibt allerdings noch eine komplexe und langwierige Entwicklungsaufgabe. Die Entwicklung von Systemen erfolgt oft auf Basis von SoCs oder High-End-Mikrocontrollern, in die viel Software zu integrieren ist: ein Echtzeit-Betriebssystem, Autosar und ein AVB-Stack, der oft noch eine Lizenzierung benötigt. Eine interessante Alternative dazu sind die AVB-Endpoints, wie z.B. der LAN9360 von Microchip (Bild 3). Dieser ist eine Art intelligenter Ethernet-Controller mit integrierten AVB-Protokollen. AVB wird damit als eine Hardware-basierte Lösung sofort einsetzbar, bei der keine Software-Entwicklung mehr notwendig ist. (na) ■

### Autor

**Francis Ielsch**

AIS Product Marketing Manager bei Microchip Technology

# ASAP

## DIE AUTOMOBILINDUSTRIE IST IM WANDEL – WIR GESTALTEN IHN MIT.

Als Engineering Partner bieten wir umfassende Entwicklungsleistungen mit Fokus auf die Mobilitätskonzepte von morgen: E-Mobilität, Autonomes Fahren und Connectivity.

Erfahren Sie mehr auf [asap.de](https://asap.de)



# Sicherheit für vernetzte Fahrzeuge

## ISO/SAE 21434: Der neue Automotive-Cybersecurity-Standard

Ab Juli 2022 soll die Norm ISO/SAE 21434 weltweit Einzug halten. Damit müssen Hersteller die Sicherheit für alle elektronischen Systeme im vernetzten Fahrzeug in jeder Phase berücksichtigen – vom Konzept über die Herstellung bis zur Außerbetriebnahme.



Mit Over-the-Air-Updates, Infotainment und der Integration von Mobilgeräten und Cloud-basierten Diensten bietet das vernetzte Fahrzeug ein Fahrerlebnis mit aktuellster Sicherheit, Autonomie und Fahrerkomfort. Robuste Cybersicherheitsmaßnahmen sind in alle Aspekte der Fahrzeugkonstruktion zu integrieren, um kritische Funktionen und Back-End-Netzwerke, die sie bedienen, vor Cyberangriffen zu schützen. Erste Zulieferer wie NXP sind bereits für die Einhaltung der neuen ISO/SAE 21434 zertifiziert.

Es ist von entscheidender Bedeutung, dass Maßnahmen zur Cybersicherheit in allen Aspekten des Fahrzeugdesigns eine zentrale Rolle spielen. Eine Norm definiert die notwendigen Kriterien für die

zahlreichen Automobilzulieferer, die an der Herstellung heutiger Fahrzeuge beteiligt sind. Explizite Richtlinien und Verfahren müssen die gesamte Lieferkette durchdringen, um etwaige Schwachstellen zu erkennen und zu schließen.

### Zusammenarbeit führt zu Standardisierung

Die Bemühungen um die Schaffung einer Norm für Cybersicherheit im Automobilbereich begannen 2016, als die Society of Automotive Engineering (SAE) und die International Organization for Standardization (ISO) eine gemeinsame Initiative zur Schaffung einer Industrienorm für Cybersicherheit im Fahrzeug starteten. Beide Organisationen hatten unabhängig voneinander an Normen für die Automobilsicherheit gear-

beitet; ISO 26262 ist die bekannte Norm für funktionale Sicherheit im Automobilbereich, und die SAE nutzte den Rahmen von ISO 26262 bei der Erstellung von J3061, dem „Cybersecurity Guidebook for Cyber-Physical Systems“.

Die beiden Organisationen taten sich schließlich zusammen und arbeiteten mit Automobilherstellern, Komponenten- und Systemlieferanten sowie Anbietern von Cybersicherheitslösungen zusammen – unter Beteiligung von über 100 Experten aus mehr als 82 Unternehmen in 16 Ländern. Die neue Norm ISO/SAE 21434 ist das Ergebnis dieser Zusammenarbeit. Sie definiert genaue verfahrenstechnische und organisatorische Anforderungen, um eine robuste Cybersicherheit für Fahrzeuge zu erreichen. Die Norm beschreibt auch Schritte, die für die Durchführung einer Bedrohungsanalyse und Risikobewertung (TARA) potenzieller Cyber-Bedrohungen während des gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs erforderlich sind. Darüber hinaus müssen Unternehmen Cybersecurity-Ereignisse überwachen und Vorfälle bewältigen, wenn sie auftreten.

Gemäß ISO/SAE 21434 muss die Sicherheit für alle elektronischen Systeme im vernetzten Fahrzeug in jeder Phase berücksichtigt werden, vom Konzept über die Herstellung bis hin zur Außerbetriebnahme. Außerdem müssen die Systeme so konzipiert sein, dass sie einen robusten Schutz vor sich entwickelnden Bedrohungen bieten. Die in der Norm definierten Anforderungen müssen in der DNA eines Unternehmens verankert sein, und Organisationen müssen ein Cybersicherheitsmanagementsystem (CSMS) einführen, das auch das Management von Cybersicherheitsrisiken umfasst.

### Vorschriften für Cybersicherheit

Die neue Kfz-Regelung UN R155 für Cybersicherheit ist ein weiterer Schritt zur Verbesserung der Cybersicherheit. Die Regelung wurde 2020 von der WP.29 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE), auch bekannt als Weltforum für die Harmonisierung von Fahrzeugregelungen, verabschiedet. Gemäß UN R155 können Fahrzeughersteller nur dann eine Fahrzeugtypgenehmigung erhalten und neue Fahrzeugtypen verkaufen, wenn sie über ein zertifiziertes Cybersicherheitsmanagementsystem (CSMS) verfügen. Die Gesetzgebung soll ab Juli 2022 weltweit eingeführt werden.

### Unterstützung für die OEMs

OEMs benötigen die Unterstützung von Zulieferern, da die Verordnung den Nachweis verlangt, dass lieferantenbezogene Risiken im Rahmen ihres zertifizierten CSMS identifiziert und verwaltet werden. Der Standard ISO/SAE 21434 unterstützt die Umsetzung der R155-Anforderungen in Unternehmen entlang

der gesamten Lieferkette. So hat zum Beispiel NXP seine bestehenden Richtlinien und Prozesse verfeinert und erweitert, um die Anforderungen der neuen Norm ISO/SAE 21434 vollständig zu erfüllen. Ein unabhängiger Dritter hat diese Konformität kürzlich durch ein Audit und eine Zertifizierung bestätigt. Dies hilft den OEMs, die Anforderungen der R155-Verordnung zu erfüllen.

### Die Auswirkungen auf ältere Komponenten

Es ist wichtig zu betonen, dass die Norm nicht bedeutet, dass Erstausrüster bestehende Systeme auseinandernehmen und alte Komponenten nach Belieben entfernen sollten. Sie müssen die Automobilsysteme analysieren und feststellen, ob ihre Komponenten die relevanten Sicherheitskriterien erfüllen. Diese Analyse wird sich bei neuen, konformen Komponenten als einfacher erweisen. Vorhandene Standardkomponenten sind auf ihre Eignung hin zu überprüfen, um mögliche Sicherheitslücken zu erkennen und zu schließen. In Anbetracht der Vielzahl elektronischer Komponenten, die in einem neuen Auto sowohl von Tier-1- als auch von Tier-2-Zulieferern Verwendung finden, wird die Verantwortung gemeinsam getragen, wobei die Auswirkungen die gesamte Lieferkette umfassen.

Künftige Fahrzeuge müssen der Norm entsprechen, und die Hersteller müssen entsprechende Nachweise erbringen. Die Zulieferer müssen eng mit Tier-1- und OEM-Kunden zusammenarbeiten und sie bei der Durchführung ihrer Risikobewertungen und der Validierung der Konformität unterstützen.

In Zukunft sollen Verbraucher und Automobilhersteller von der Umsetzung der Standards und der Einhaltung der Vorschriften profitieren. Die Verbraucher kommen in den Genuss einer konsistenten, nahtlosen Technologie, die die Sicherheit und das Benutzererlebnis verbessert und gleichzeitig einen robusten Schutz vor Cyberangriffen und sich entwickelnden Bedrohungen bietet.

### Sicherheit führt zu neuen Möglichkeiten

Da alle Aspekte der Technologie immer stärker miteinander verbunden sind, wird ein angemessener Schutz vor Cyberbedrohungen immer wichtiger. Robuste Cybersicherheitsmaßnahmen sind erforderlich, um zu verhindern, dass Angreifer die Vernetzung nutzen, um sich unerkannt und unkontrolliert durch Geräte und Systeme zu bewegen. Vertrauenswürdige Produkte und ausgereifte Sicherheitsorganisation helfen Fahrzeugherstellern, ihre Fahrzeuge gegen Cyberattacken zu schützen. So werden Konnektivität und Autonomie zu einer Chance für Wirtschaft und Gesellschaft und nicht zu einer Bedrohung. (na) ■

**Der Beitrag beruht auf Unterlagen von NXP.**





Bild: metamorworks - stock.adobe.com

# Auf dem Weg zu Level 4

## Ausfallsichere Sicherheitsarchitektur für autonome Fahrzeuge

In einem SAE-System gemäß Level 4 würde der Fahrer darauf vertrauen, dass das Fahrzeug sicher fährt, und der Fahrsituation keine Aufmerksamkeit mehr schenken. In diesen Systemen dürfen Fehler mit kritischem Ausgang nur sehr selten auftreten, so dass hier entsprechende Sicherheitsarchitekturen gefragt sind. *Autor: Wilfried Steiner*

**A**uf Autonomie-Level 4 muss sich das Vertrauen eines Menschen in eine Maschine im Design eines vollautomatisierten Fahrsystems als hochzuverlässiges System widerspiegeln. Kritische Fehler dürfen nur selten, in etwa ein Fehler alle zehntausend Jahre, auftreten. Eine derart geringe Fehlerrate stellt sicher, dass der Fahrer bei einem vollautomatisierten Fahrsystem mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit niemals einen

kritischen Systemfehler erlebt. Dies zu erreichen, ist eine große Herausforderung, denn die Bausteine dieser Systeme – Komponenten wie Hardware, Chips und Software – versagen meist deutlich häufiger.

Es gibt jedoch eine umfangreiche wissenschaftliche Literatur und technische Praxis dazu, wie sich aus weniger zuverlässigen Systemen hochzuverlässige Systeme entwickeln lassen. So müssen in der

Luft- und Raumfahrt Flugsteuer- und Überwachungssysteme zwangsläufig noch sicherer sein (Bild 1).

### Bottom-up ist zu riskant

Höchstzuverlässige Systeme lassen sich nur durch eine entsprechende Zerlegung des Gesamtsystems in Teilsysteme und Fehlereingrenzungseinheiten (fault-containment units) mit ausreichender Redundanz aufbauen. E/E-Architekturen im

Automobilbereich folgen heute nicht immer einem solchen systematischen Top-down-Designansatz für ultra-hochzuverlässige Systeme. So werden Subsysteme und Fehlereingrenzungseinheiten auch nach dem Bottom-up-Prinzip erst spät in ein Systemdesign eingearbeitet. Das riskante an diesem Ansatz ist, dass Systementwickler dadurch Sicherheitsziele verfehlen könnten und so gezwungen wären „architektonische Bandagen“ anzulegen, um Erste Hilfe in Sachen Zuverlässigkeit zu leisten. Solche Lösungen haben das Potenzial, zu nicht gewollten, gefährlichen Verhaltensweisen zu führen.

### Zweck der Sicherheitsarchitektur

Sicherheit ist eine Eigenschaft des Gesamtsystems und ist binär: Entweder ein autonom fahrendes Auto ist sicher, oder es ist es nicht. Bei der Entwicklung des Systems wird diese Sicherheitseigenschaft in Anforderungen auf höchster Ebene umgesetzt, die die Systemimplementierung leiten. Dies ist typischerweise ein schrittweiser Prozess, aus dem mehrere Ebenen von Anforderungen und Entwürfe abgeleitet werden. Dabei lässt sich immer nur Schritt für Schritt überprüfen und verifizieren, dass ein Entwurf und eine Implementierung die Anforderungen auf der jeweiligen Ebene erfüllt.

Dieser anforderungsorientierte Systementwicklungsprozess hat bereits nachweislich zu sicheren Systemen in der Luft- und Raumfahrt geführt, ist aber auch ein gängiger Ansatz im Automobilbereich. Würde Sicherheit erst spät in der Systementwicklung berücksichtigt, würde sie rückwirkend eingeführt. So würde eine Sicherheits-Bandage über die andere gelegt, mit dem Risiko, dass größere Sicherheitslücken bestehen bleiben und keine ausreichende Systemsicherheit erreicht wird.

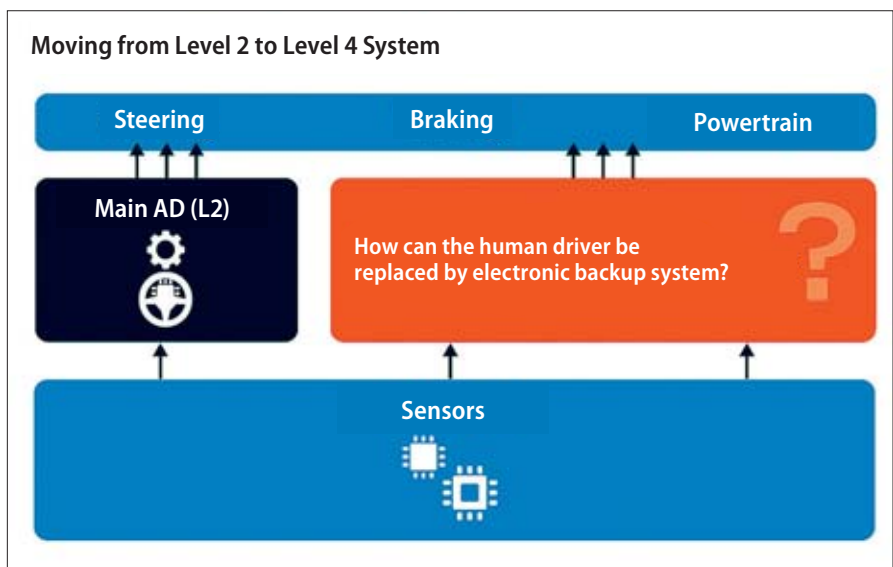


Bild 1: Die Herausforderung beim vollautomatisierten Fahren gemäß Level 4.

Sicherheitsstandards und Risikobewusstsein unterscheiden sich stark, je nachdem, wo auf der Welt man sich gerade befindet. In der hiesigen Gesellschaft ist das Verlangen nach Sicherheit hoch. Die jährlichen Unfallstatistiken geben Aufschluss über die gesellschaftlich akzeptierte Sterblichkeitsrate. Es wird darüber diskutiert, ob ein autonom fahrendes Auto bereits hinreichend sicher ist, wenn es weniger Unfälle mit Todesfolge verursacht als eines, das von einem Menschen gesteuert wird. Oder ob es erst sicher genug ist, wenn es um mehrere Größenordnungen besser abschneidet. Tatsächlich sollten die Systeme, auf denen das autonome Fahren basiert, mindestens hundertmal besser als der menschliche Fahrer sein.

Es ist ein wesentliches Sicherheitskriterium, dass ein autonom fahrendes Auto auch dann sicher funktionieren muss, wenn ein Teil von ihm ausfällt. Diese Systemeigenschaft wird als „fail-operational“ (ausfallsicher) bezeichnet. Die Konstruktion eines solchen ausfallsicheren Systems ist äußerst anspruchsvoll, da es viele ver-

schiedene Bestandteile hat, die auf ganz unterschiedliche Weise fehlerhaft sein können. Daher ist die Zahl der Vorgänge, die schiefgehen können, enorm hoch.

Die einzige Möglichkeit, mit dieser enormen Anzahl möglicher Fehlerquellen umzugehen, ist es, eine Sicherheitsarchitektur aufzubauen. In dieser Sicherheitsarchitektur werden sogenannte Fault Containment Units (FCUs, Fehlereingrenzungseinheiten) definiert, die die Teile des Systems bezeichnen, die als Ganzes ausfallen können. Ausserdem wird auch die Interaktionen zwischen diesen FCUs spezifiziert. Bereits auf dieser Abstraktionsebene kann die richtige Sicherheitsarchitektur sicherstellen, dass der Ausfall einer FCU nicht zu einem vollständigen Systemausfall führt, sondern dass das System weiterhin funktionsfähig bleibt (Bild 2).

Ausfallsichere (fail-operational) Systeme sind in der Luft- und Raumfahrt gebräuchlich, was es ermöglicht von diesen für den Aufbau von Sicherheitsarchitekturen zu lernen. Die funktionale Komplexität eines autonom fahrenden Kraftfahrzeugs ist jedoch beispiellos. Zwar gibt es in der Luft- und Raumfahrt echte Autopiloten-Systeme, doch müssen selbstfahrende Autos viel komplexere Aufgaben bewältigen, einfach durch die sich viel dynamischer bewegenden Objekte auf Straßen.

Zudem müssen geschulte Piloten in der Luft- und Raumfahrt Autopilotensysteme während kritischer Flugphasen wie der Landung überwachen. Dadurch über-



### Eck-DATEN

Ein wesentliches Kriterium für Sicherheitsarchitektur für autonome Fahrzeuge ist, dass sie auch sicher funktioniert, wenn ein Teil von ihr ausfällt. Diese Systemeigenschaft wird als „fail-operational“ (ausfallsicher) bezeichnet. Ausfallsichere Systeme sind in der Luft- und Raumfahrt gebräuchlich, was es ermöglicht, von diesen für den Aufbau von Sicherheitsarchitekturen zu lernen. Die funktionale Komplexität eines autonom fahrenden Kraftfahrzeugs ist jedoch beispiellos. Ein Vorschlag für eine Automotive-Sicherheitsarchitektur ist die Kopetz-Architektur: Sie bietet Konsistenz, Terminierung und Nicht-Trivialität. Der nächste Schritt nach vorn ist nun die Standardisierung des Ansatzes.



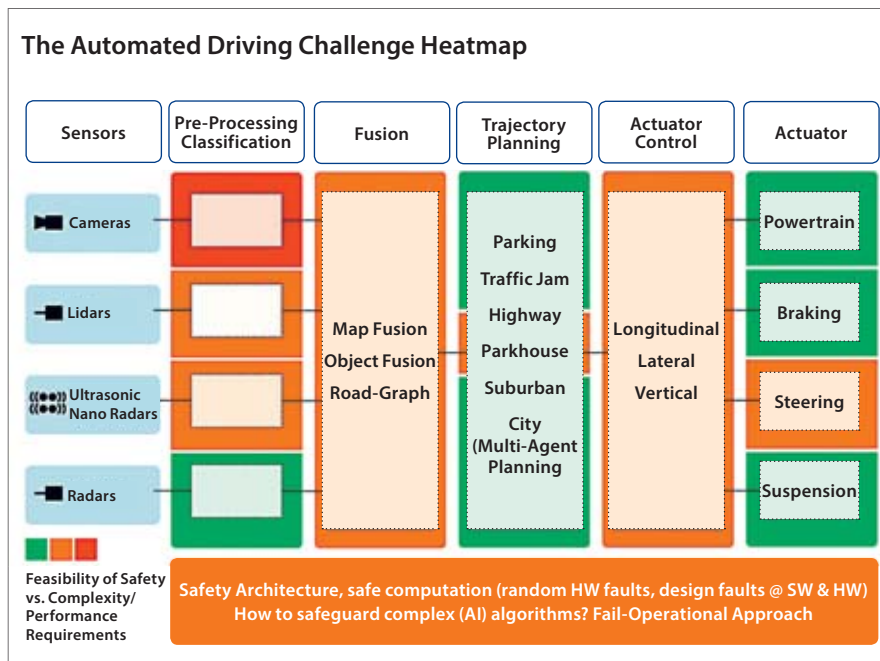


Bild 2: Heatmap zu Herausforderungen des vollautomatisierten Fahrens.

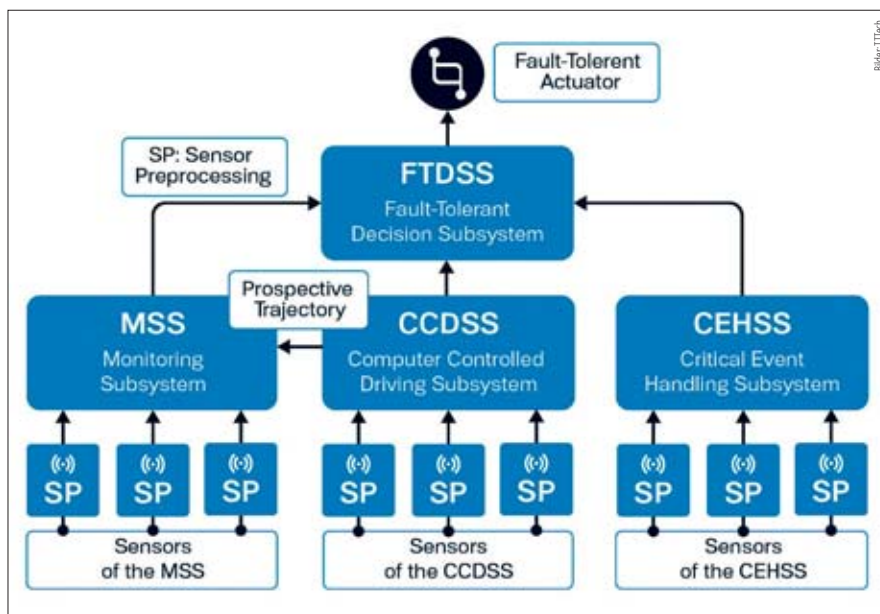


Bild 3: Architektur eines Systems für vollautomatisiertes Fahren (Driving Automation Systems)

schreiten diese Systeme in der Regel nicht das vergleichbare Level 2 des automatisierten Fahrens. Während des Reiseflugs lassen sich Autopilotensysteme hingegen mit Level-3-Systemen vergleichen: Der Pilot überwacht den Autopiloten nicht, sondern muss lediglich im Cockpit anwesend sein und innerhalb weniger Sekunden bereit sein, die Kontrolle zu übernehmen. Positiv ist, dass ein auf dem Boden fahrendes autonomes Auto, schnell in einen sicheren Bereich, wie einen Standstreifen einfahren kann, sobald ein Fehler erkannt ist.

### Sicherheitsarchitektur (Vorschlag) für autonom fahrende Autos

Bild 3 zeigt eine Sicherheitsarchitektur (Kopetz-Architektur) für autonom fahrende Autos. Die Architektur unterscheidet vier Subsysteme:

- Computergesteuertes Subsystem fürs Fahren (Computer Controlled Driving Subsystem – CCDSS)
- Überwachungs-Subsystem (Monitoring Subsystem – MSS)
- Subsystem für die Behandlung kritischer Vorfälle (Critical Event Handling Subsystem – CEHSS)

- Fehlertolerantes Entscheidungs-Subsystem (Fault-Tolerant Decision Subsystem – FTDSS)

Sowohl das CCDSS als auch das CEHSS produzieren in regelmäßiger Folge Outputs, die dazu verwendet werden, das Verhalten des selbstfahrenden Autos zu bestimmen. Das MSS überwacht die Leistung von CCDSS und CEHSS. Das FTDSS empfängt den Output des CCDSS und des CEHSS sowie den Output des MSS-Monitors. Wenn kein Fehler vorliegt, sendet das CCDSS seinen Output zum FTDSS, und das FTDSS lässt diesen Output vom MSS überprüfen. In einem störungsfreien Szenario genehmigt das MSS den CCDSS-Output und informiert das FTDSS. Das FTDSS leitet dann diesen vom MSS zugelassenen Output an die Empfänger (z.B. die Aktoren) weiter. Ein einfaches Protokoll in den Empfängern wählt pro Zyklus einen einzigen Output.

Das CCDSS, das MSS und das CEHSS bilden jeweils eine einzige Fehlereingrenzungseinheit. Das bedeutet, wenn ein Teil eines Teilsystems ausfällt, liegt beim gesamten Teilsystem ein Fehler vor. Beispiel: Wenn das CCDSS als eigenständige elektronische Steuereinheit (Electronic Control Unit – ECU) ausgeführt wurde und für diese ECU ein spezieller Chip für die Objekterkennung implementiert ist, gilt die gesamte Steuereinheit als fehlerhaft, wenn es bei diesem Chip einen Fehler gibt.

Eine Sicherheitsarchitektur muss auch definieren, was bei Ausfall von FCUs passiert. In dem hier geschilderten Fall können CCDSS, MSS und CEHSS mit beliebigem Fehlerverhalten ausfallen: So ein fehlerhaftes Subsystem kann beispielsweise über dessen Schnittstellen eine beliebige Folge von Nachrichten an das FTDSS senden. Das FTDSS selbst besteht aus zwei FCUs mit eingeschränktem Fehlerverhalten, das durch gängige ausfallsichere Technologien realisierbar ist.

### Fehlerszenarien

Auch in dieser eher einfachen Architektur gibt es viele verschiedene Fehlerszenarien. In einigen Szenarien scheitert das CCDSS beispielsweise daran, einen sicheren Output zu liefern, und das MSS erkennt diesen Fehler. In diesen Szenarien leitet der FTDSS den Output des



CEHSS weiter und nicht den Output des CCDSS. Die hohe Anzahl an möglichen Fehlerszenarien macht die lückenlose manuelle Inspektion umständlich und fehleranfällig: Einzelne Szenarien können leicht übersehen oder falsch interpretiert werden. Daher wurden alle möglichen Fehlerszenarien durch den Einsatz von modellbasierter Fehlersimulation computergestützt überprüft. Dieses Verfahren wurde vor fast 20 Jahren im Rahmen der Verifizierung von Netzwerkprotokollen erfunden.

Durch diese ausführlichen Fehlersimulationen wurde gezeigt, dass ein System, in dem die Kopetz-Architektur implementiert ist, folgende Eigenschaften garantiert aufweist, wenn nur eine einzige FCU ausfällt:

- **Konsistenz:** Alle nicht fehlerhaften Empfänger verwenden dieselben Werte und diese Werte sind sicher.
- **Terminierung:** Alle nicht fehlerhaften Empfänger verwenden einen Wert am Ende jedes Zyklus.

- **Nicht-Trivialität:** Alle nicht fehlerhaften Empfänger verwenden nur die von den FCUs der FTDSS bereitgestellten Werte. Es ist erwähnenswert, dass die vorgeschlagene Architektur die Implementierung eines einfachen Protokolls bei den Empfängern ermöglicht, um pro Zyklus einen von potenziell vielen Outputs der verschiedenen FCUs der FTDSS auszuwählen.

Sie ist in dem Sinne einfach, dass die Empfänger keine Informationen untereinander austauschen müssen, um die oben definierten Eigenschaften zu erreichen. In der Regel sind zwei Kommunikationsrunden erforderlich, aber die Struktur der Architektur simuliert diese beiden Runden durch eine erste Kommunikation zwischen dem CCDSS, MSS und CEHSS zu den FCUs des FTDSS und durch eine zweite Kommunikation von den FCUs der FTDSS zu den Empfängern.

### Sicherheitsarchitektur-Standards

Sicherheitsstandards können zwei unterschiedliche Rollen übernehmen. Einer-

seits geben sie Orientierung beim Aufbau eines sicheren Systems. Andererseits ermöglichen sie den Vergleich verschiedener Lösungen miteinander. Eine standardisierte Sicherheitsarchitektur kann ein Mindest-Qualitätsniveau definieren, um insbesondere Sicherheitsabkürzungen zu vermeiden. Das ist natürlich nur dann der Fall, wenn die Norm auch tatsächlich von der Automobilindustrie akzeptiert und übernommen wird.

Als Antwort auf die Anforderungen an Sicherheitssysteme für autonome Fahrsysteme wurde die Kopetz-Architektur im Rahmen von The Autonomous vorgeschlagen. The Autonomous bietet eine offene Plattform für alle Beteiligten, die darauf abzielt, das Ökosystem der autonomen Mobilität zusammenzubringen, um das zukünftige autonome Fahren sicher zu gestalten. (na) ■

### Autor

**Wilfried Steiner**  
Director TTTech Labs

**SYNOPSYS®**

## Bremse los! Schneller entwickeln ohne Hardware

Virtual ECUs mit Synopsys Silver und Virtualizer

- Früher starten
- Schneller debuggen und Fehler analysieren
- Einfach auf Hochleistungsservern skalieren
- Jederzeit verfügbar und von überall erreichbar

[synopsys.com/virtualprototyping](https://synopsys.com/virtualprototyping)





PAK reduziert Komplexität, Zeit und Kosten in der Entwicklung, steigert Qualität und entlastet Entwickler von organisatorischen Prozessschritten.

# DevOps weitergedacht: PMT (Prozesse – Methoden – Tools)

## Individuell skalierbare Lösung mit Baukastensystem

Mit dem Process Automation Kit PAK lassen sich komplexe PMT (Prozesse – Methoden – Tools) auf Entwickler-ebene einheitlich abbilden. PAK ist für DevOps-geprägte Organisationen eine Lösung zur Ergänzung der eigenen Automatisierungs-Pipeline.

*Autor: Sebastian Heinemann*

Die Zukunft bringt uns einen enormen Bedeutungsgewinn für in Fahrzeugen eingesetzte Elektronik und Software. Alleine bis 2025 wird Prognosen zufolge der Anteil an Kosten für diese Komponenten im Fahrzeug im Vergleich zu den restlichen Bauteilen um 19 Prozent steigen. Während die Time-to-Market neuer Software auch mittels Over-the-air-Updates immer kürzer ausfällt, steigt gleichzeitig fortwährend die Komplexität. Automobilhersteller und -zulieferer müssen etablierte sowie neue Standards und Anforderungen nach Automotive SPICE, ISO 26262 und UNECE-WP.29 erfüllen und gleichzeitig über agile Vorgehensweisen die komplexen Projekte in überschaubare Teilstücke zerlegen. Um den Herausforderungen erfolgreich begegnen zu können, müssen Unternehmen ihre PMT-Struktur (PMT: Prozesse, Methoden, Tools) grundlegend anpassen. Es gilt, durchgängige Prozesse, Methoden und Tools zu schaffen die miteinander in Einklang stehen, jeden Betei-

ligten in seiner kreativen Arbeit zu unterstützen und gleichzeitig wirtschaftlich abbildbar zu sein.

### Herausforderung an die PMT

Neben neuen Prozess- und Qualitätsstandards und dem Bedarf an immer schneller getakteten Softwareauslieferungen gibt es weitere Gründe für die Notwendigkeit zur Auflösung bisher vorherrschender

heterogener, in sich gekapselter steuergespezifischer PMT-Strukturen: Künftige Fahrzeugarchitekturen werden bei vielen OEMs auf zentrale Hochperformance-Steuergeräte aufbauen. Waren bisher die Funktionen auf vielen Steuergeräten in einem Fahrzeug verteilt, sind in kommenden Fahrzeuggenerationen nur noch drei bis fünf zentralisierte Performance-Steuergeräte für Logik und Funk-



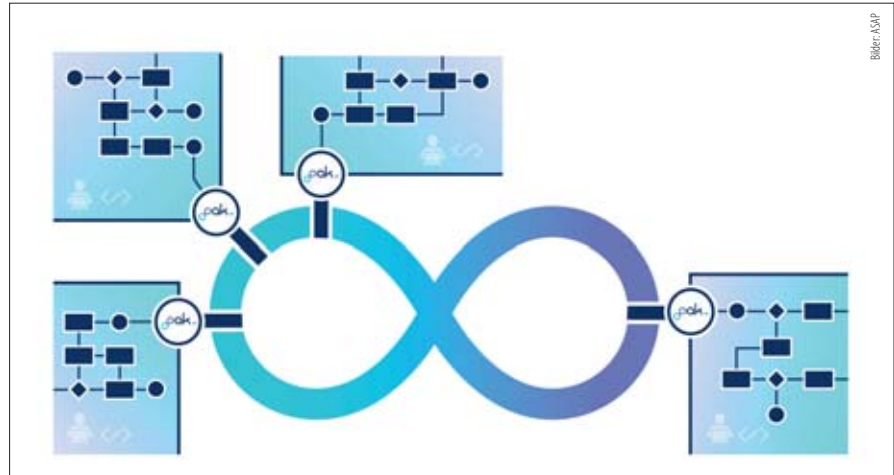
### Eck-DATEN

Einheitliche und verständliche Prozesse, Methoden und Tools (PMT) – für viele Vision und gleichzeitig Grundvoraussetzung, um die Herausforderungen in der Automotive-Softwareentwicklung zu meistern und neueste Plattform-Architekturen erfolgreich in Serie zu bringen. Der entscheidende, bisher in den Phasen der DevOps-Pipeline jedoch weitestgehend von Automatisierungslösungen unbeachtete Faktor: der Mensch. Für die Entwicklung von Software-Defined Cars müssen Prozesse und Methoden nicht nur automatisiert, sondern auch von allen Beteiligten eingehalten und gelebt werden. Die ASAP Gruppe hat deshalb das Process Automation Kit (PAK) entwickelt – ein Framework für individuelle, skalierbare und wiederverwendbare Automatisierungen: als Ergänzung zu gängigen DevOps-Praktiken. Nachweislich lassen sich mit PAK Komplexität, Zeit und Kosten in der Entwicklung reduzieren sowie Entwicklerakzeptanz und Qualität steigern. In PAK sind elf Jahre PMT-Entwicklungserfahrung aus der Serienentwicklung für Steuergerätesoftware eines OEMs eingeflossen. ASAP hat PAK auf Basis dieses Know-hows neu entwickelt und setzt dort an, wo vergleichbare Lösungen aufhören: Es rückt den Menschen mit Baukastensystematik in der DevOps-Pipeline in den Fokus.

tion verantwortlich. Sie werden jeweils kombiniert mit einfacheren Steuergeräten für Regelung und Ansteuerung der Komponenten – erste Modelle mit diesem zentralisierten Ansatz sind bereits in Serienproduktion. Auf Organisationsebene beziehungsweise in der domänenübergreifenden PMT-Verantwortung werden grundsätzliche Prozess- und technologische Entscheidungen gesamtheitlich getroffen. Hier geht es zum einen darum, umfangreiche, verbindliche Vorgaben aus Prozess- und Qualitätsstandards zur Entwicklung und Absicherung, wie A-SPICE, ISO 26262, UNECE WP.29, ISO 29119 und ISTQB, sowie zur Homologation zu implementieren. Zum anderen handelt es sich um technologische und übergreifende Toolentscheidungen in den Bereichen Lifecycle-Management, Source-Code-Verwaltung und Cloud-Systeme. Hierfür domänenübergreifend einheitliche Lösungen zu schaffen und die einzelnen Domänen mit ihren spezifischen Herausforderungen und Technologien zu unterstützen, ist eine Mammutaufgabe. Zusätzlich müssen einzelne Domänen individuelle Methoden und Tools für Ihre Projekte einsetzen:

### Antriebs- und Fahrwerksfunktionen

...mit oft regelungstechnischen Funktionen lassen sich effizienter mit dem modell-



PAK-Workflow

basierten Ansatz (MBSE), einer Codegenerierung und in der Absicherung mit einem klassischen MIL-SIL-HIL-Ansatz implementieren.

### ADAS/AD-Systeme

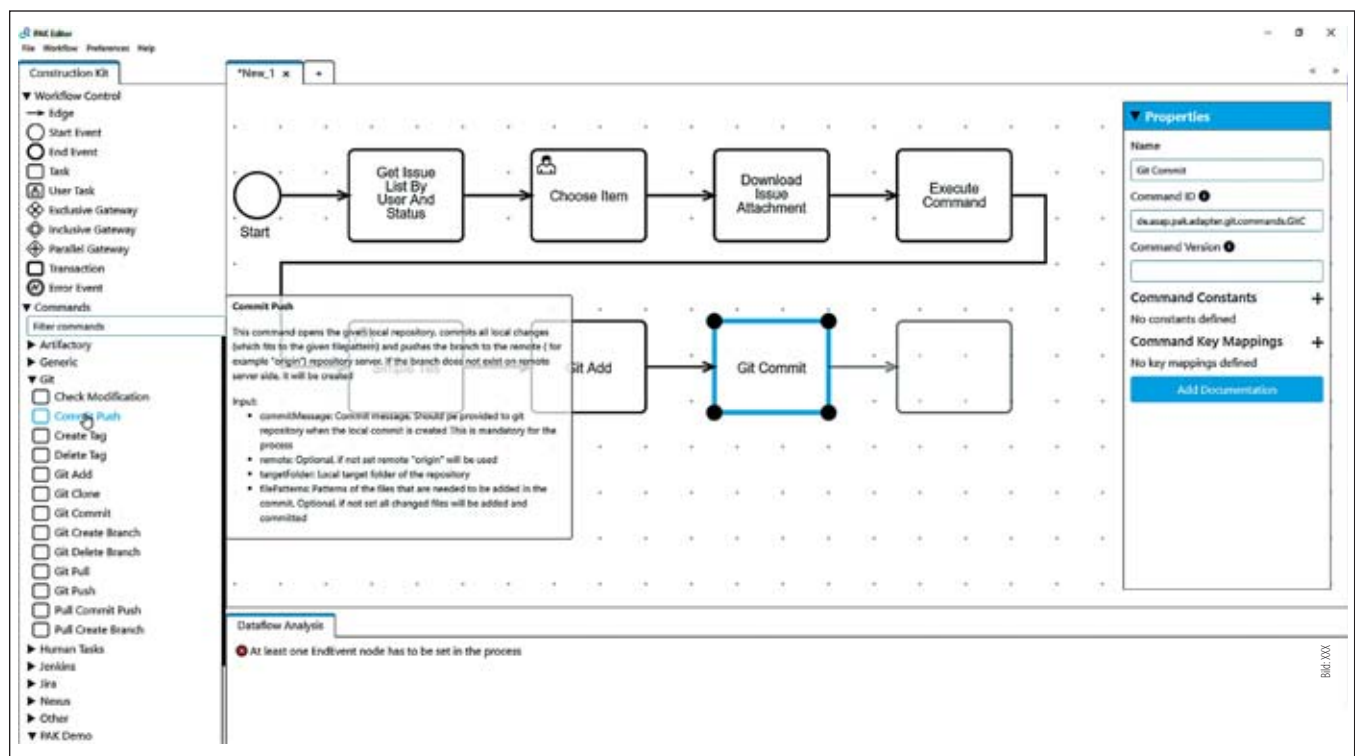
...haben teils regelungstechnische, teils algorithmische Herausforderungen, wie etwa Längsführung, Sensor-Daten-Fusionen, Objektklassifizierungen und Einsatz von künstlicher Intelligenz. Funktionen werden in objektorientierten Sprachen, wie C++, implementiert. Die Absicherung dieser Software bedingt oft szenarienbasierte Testverfahren in komplexen Co-Simulationsumgebungen.

### Infotainment-Systeme

...werden unter anderem mit Java implementiert. Die Herausforderungen liegen in der UX-Entwicklung, in grafischen Systemen, komplexen State-Machines sowie ganz individuellen Absicherungsmethoden, teilweise mittels Bildverarbeitung.

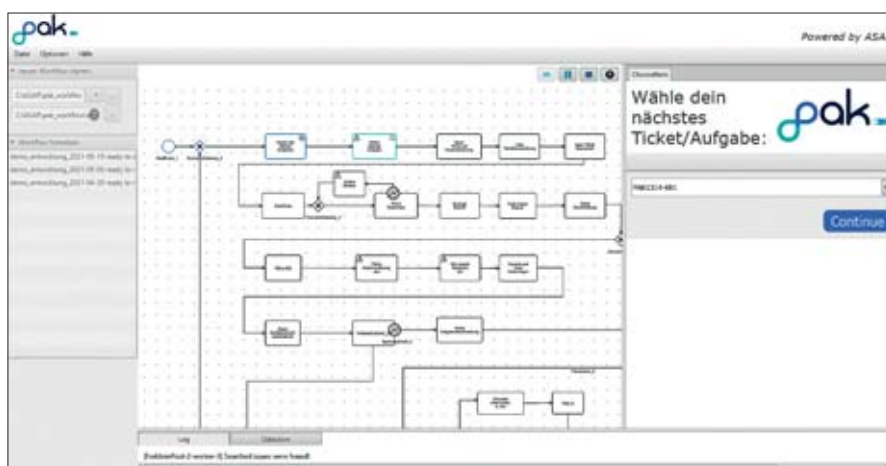
### Connectivity-Systeme

...rechnen ihre Funktionen und Daten verteilt im Fahrzeug, in der Cloud und auf Mobile Devices. Diese Systeme bringen nochmals ganz andere Herausforderungen in der Implementierung und der End-to-End-Absicherung der Software mit sich.



Erstellung eines Workflows im PAK-Editor.





Ansicht eines Workflows im PAK-Editor mit Input.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass die Domänen mit ihren vielen unterschiedlichen Technologien ganz unterschiedliche Anforderungen an ihre Implementierungs- und Absicherungsmethodik stellen und damit auch an die einzusetzenden Methoden und Tools. Die Anforderungen an eine möglichst homogene, detaillierte und domänenübergreifende PMT sind daher differenziert zu betrachten und sind zumindest für die Implementierungs- und SW-Absicherungsebene (im Kontext A-SPICE: SWE.3 bis inkl. SWE.6) so nicht umsetzbar.

### DevOps für Software-Defined Cars

DevOps – zusammengesetzt aus ‚Development‘ und ‚Operations‘ – verfolgt den Ansatz, eine durch Zusammenarbeit und Eigenverantwortlichkeit geprägte Kultur in einer Organisation zu schaffen. DevOps entstand ursprünglich in IT- und softwarebasierten Technologieunternehmen, wird heute aber meist lediglich als Methodik und Tooling zur Hochautomatisierung der Entwicklungsprozesse verstanden, um die Entwicklung und den Betrieb softwarebasierter Produkte zu beschleunigen beziehungsweise performanter zu gestalten.

Auch in der der Automobilindustrie sind die DevOps-Ansätze mittlerweile etabliert und werden als Enabler wahrgenommen, um künftig Software-Defined Cars entwickeln zu können. Sie sorgen durch geschickten Einsatz von Tools und agilen Zusammenarbeitsmodellen für eine höhere Geschwindigkeit sowie gleichzeitig für eine geringere Fehlerrate in der Entwicklung und im Betrieb neuer Softwarepro-

dukte. Die einzelnen Schritte der Entwicklung (plan, code, build, test, release, deploy, operate, monitor) greifen dabei nahtlos ineinander und bilden die Phasen der DevOps-Pipeline. Durch ihre Einbettung in eine Infrastruktur aus Continuous Integration, Continuous Testing, Continuous Delivery und Monitoring werden zusätzlich Geschwindigkeit und Skalierbarkeit erreicht: Nimmt ein Entwickler Änderungen an einem Code vor, werden diese nicht nur kontinuierlich zu einem aktuellen Stand der Software zusammengeführt, sondern können auch automatisiert ausgeführt und getestet werden.

Dadurch erhält der Entwickler schnell Feedback, kann bei Bedarf anschließend wieder Änderungen am Code vornehmen und den durchgängigen Prozess entlang der DevOps-Pipeline erneut starten.

DevOps liefert mit agilem Mindset als kulturelle Komponente sowie passenden Prozessen und Tools den Rahmen für die neue Form des Zusammenarbeitens. Gleichwohl bleibt bei aller Automatisierung der Mensch der entscheidende Faktor: Für die gewünschten Resultate müssen neue Prozesse von allen Beteiligten eingehalten und die DevOps-Kultur gelebt werden. Gleichzeitig geben Standards und Normen wie A-SPICE und ISO26262 sowie die domänenspezifischen Besonderheiten einen komplexen Rahmen vor.

### DevOps im Automotive-Umfeld umsetzen

Die große Herausforderung liegt deshalb darin, allen operativen Entwicklern in ihren spezifischen Rollen als beispielsweise

se Requirements Engineer, Architekt, Funktions-/Softwareentwickler, Integratoren und Tester ihre Aufgaben und die Erwartungen an sie zu vermitteln. Das Resultat sind lange spezifische Einarbeitungsphasen und operative Aufgaben, die teils rein der Prozessbefriedigung oder zeitaufwendigen Bedienung der eingesetzten Toolkette dienen. Der ursprüngliche DevOps-Gedanke, die Zusammenarbeit der Mitarbeitenden und damit ihre Kreativität und wertschöpfenden Tätigkeiten zu fördern, geraten dabei oftmals in den Hintergrund.

Die ASAP Gruppe hat deshalb das Process Automation Kit (PAK) entwickelt; diese Automatisierungslösung setzt dort an, wo andere Lösungen aufhören: auf Entwicklerebene. PAK bietet die Möglichkeit, die komplexe PMT der Organisation und des Projektes auf Entwicklerebene einheitlich abzubilden, maximal zu automatisieren und rückt den Menschen in der DevOps-Pipeline in den Fokus. PAK ist für jede DevOps-geprägte Organisation oder jene, die es werden will, eine geeignete Lösung zur sinnvollen Ergänzung der eigenen Automatisierungs-Pipeline.

### Single Source of Truth für automatisierte Prozessschritte

Oftmals entstehen in kleineren Teams, in denen sich die Entwickler selbst helfen und per Skripting individuelle Automatisierungen schaffen, langfristig wachsende, nicht gepflegte Mini-Ökosysteme, die meist längerfristig mehr Wartungskosten verursachen als diese augenscheinlich nutzen.

Dies lässt sich mit PAK verbessern: Durch seine Baukastensystematik erlaubt PAK es, Entwicklungsschritte spezifischer Entwicklerrollen zu definieren, zu automatisieren und später für weitere Prozesse wiederzuverwenden. Mittels PAK kann man bis auf Organisationsebene beziehungsweise in die domänenübergreifende PMT allen Teams einen Marktplatz zur Prozessautomatisierung anbieten, der bereichsübergreifend genutzt und erweitert werden kann.

So entsteht ein Methodenbaukasten, in dem alle einmal bereits entwickelten Automatisierungen für Prozessschritte, bei denen keine kreativen Leistungen der Entwickler erforderlich sind, hinterlegt

sind. Der PAK-Baukasten dient hierfür als Single Source of Truth, also als alleinige verlässliche Quelle: Alle Abteilungen greifen auf den Methodenbaukasten zurück, in dem bereits entwickelte Automatisierungen als „Commands“ getestet und freigegeben hinterlegt, immer aktuell und jederzeit für neu zu entwickelnde Prozesse wiederverwendbar sind. Wenn sie erst einmal entwickelt sind lassen sich die Commands folglich beliebig oft in jedem künftigen Workflow-Modell nutzen und im Editor zur Abbildung und Modellierung von Prozessen beziehungsweise Arbeitsabläufen (PAK-Editor) per Mausklick einsetzen.

Demnach lassen sich neue Prozesse mit der Zeit immer schneller automatisieren, was die Lösung individuell skalierbar macht. Das Ergebnis: Die Nutzung einer einzigen Prozess-Sprache sorgt für eine einheitliche und durchgängige Prozess- und Methodendefinition aller Teams und Projekte. Mit PAK müssen Entwickler die Prozessschritte zudem nicht mehr auswendig kennen und haben gleichzeitig

mehr Freiraum für ihre kreative Entwicklungsarbeit: PAK befreit sie von nicht wert schöpfenden Prozessschritten, führt sie durch den Entwicklungsprozess und informiert sie, sobald sie selbst aktiv werden müssen. So sorgt PAK schlussendlich neben mehr Zeit für kreative Leistung auch für gesteigerte Mitarbeiterzufriedenheit.

### Mit PAK Komplexität reduzieren und Qualität steigern

Nachweislich lassen sich mit PAK auf diese Art und Weise Komplexität, sowohl Zeit als auch Kosten in der Entwicklung reduzieren sowie die Qualität steigern: Die ursprüngliche Lösung zur vollautomatisierten Entwicklung ist bereits seit zehn Jahren in der Funktions- und Softwareentwicklung eines OEMs erfolgreich im Einsatz. Im Laufe der Zeit hat ASAP einen immensen Erfahrungsschatz im produktiven Einsatz gesammelt. Auf Basis dieser Anforderungen und Erkenntnisse wurde PAK grundlegend neu, mit State-of-the-Art-Technologien aus dem DevOps-Umfeld entwickelt.

Wie hoch die Zeitersparnis und auch dementsprechend die eingesparten Entwicklungskosten sind, zeigt folgendes Beispiel: Vor zehn Jahren, damals noch ohne den Einsatz der Automatisierung, waren in dem kompletten Bereich der Funktions- und Softwareentwicklung des OEMs in Summe etwa sechs Arbeitstage für einen neuen Integrationsstand nötig. Pro Jahr zählte man damals insgesamt rund 50 Integrationsstände. Stand heute sind es rund 1.000 Integrationsstände pro Jahr, für die ein Entwickler jeweils nur noch maximal 1,5 Arbeitsstunden – der Rest läuft automatisiert – aufwenden muss. Trotz der verzwanzigfachen Anzahl an Integrationsständen pro Jahr sind die Anzahl der eingesetzten Entwickler – und somit auch die Entwicklungskosten – währenddessen stabil geblieben. (av)

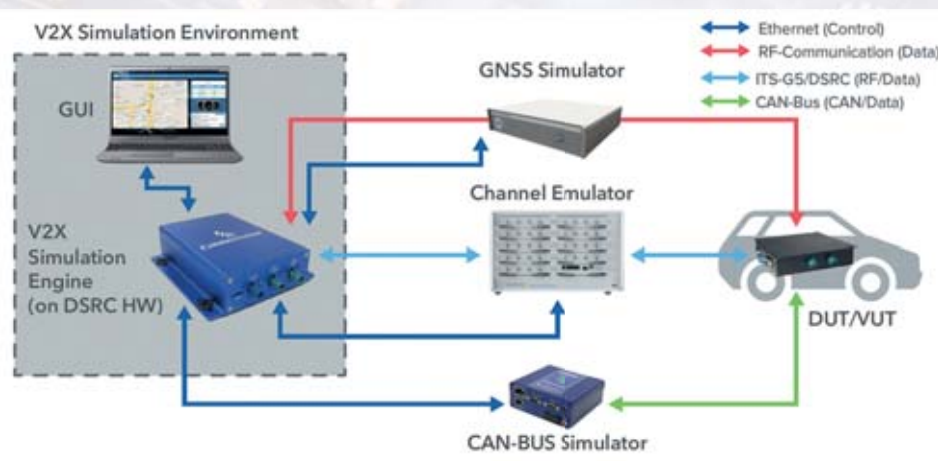
#### Autor

**Sebastian Heinemann**

Bereichsleiter Softwareentwicklung bei ASAP

## V2X Anwendungen im hybriden V2X Test Bed

In Zusammenarbeit mit Tata Elxsi hat Spirent einen V2X-Teststand für die Validierung von V2X-Anwendungen entwickelt. Der V2X-Teststand bietet die Möglichkeit, reale Verkehrsszenarien ins Labor zu bringen und damit Kosten und Zeitaufwand für umfangreiche Feldtests deutlich zu reduzieren.



Erstellen Sie Feldszenarien um reale Straßentopologien mit Google Maps  
Erstellen Sie Verkehrsbedingungen mit mehreren emulierten OBUs (On Board Unit) und RSUs (Road Side Unit)  
Testen Sie die V2X-Sicherheitsfunktionen der teilnehmenden OBUs und RSUs  
Stellen Sie mit dem in den Prüfstand integrierten Spirent Vertex Channel Emulator reale RF Kanalbedingungen im Labor nach.  
Genaue Positionssimulation für die zu testende V2X-ECU mit einem Spirent GNSS-Simulator

Simulieren Sie auch verschiedene Fehler und Störungen, die sich auf die Genauigkeit des GNSS-Empfängers der zu testenden ECU auswirken können  
CAN-Restbus-Simulation für das steuernde und beobachtende Device/Vehicle under Test (DUT/VUT)  
Aufnahme und Wiedergabe von Feldtestszenerarien in der Laborumgebung

Kontaktieren Sie uns!  
[info@lange-electronic.com](mailto:info@lange-electronic.com)  
+49-8142-284582-0



Spirent™

Lange  
electronic



# Genau und zuverlässig auch unter schwierigen Bedingungen

## Präzise Positionierung mit GNSS-Ergänzungsdaten erreichen

Zunehmend autonome Fahrzeuge auf den Straßen sind die Zukunft. Aber Autonomie ist in anderen Branchen bereits Realität und hier hat sich gezeigt, wie wichtig eine präzise Positionierung auf unter 10 cm genau ist. Dafür reicht GNSS allein jedoch nicht aus.

Autor: Franco de Lorenzo

**A**utonome Geräte verändern auch heute schon viele Branchen grundlegend – vom autonomen Roboter in der Smart Factory bis hin zum autonomen Rasenmäher zu Hause. Die Erfahrungen, die die Branche schon heute macht, werden auch für autonome Straßenfahrzeuge in Zukunft immer wichtiger, denn auch sie mausern sich zum Massenmarkt. Untersuchungen der britischen Regierung sagen beispielsweise voraus, dass der weltweite Markt für vernetzte und autonome Straßenfahrzeuge mit dem höchsten Automatisierungsgrad

(L3 bis L5) im Jahr 2035 einen Wert von 890 Milliarden US-Dollar haben wird. Davon wird der Markt für die vernetzten und autonomen Technologien, die diese Fahrzeuge ermöglichen, auf 137 Milliarden US-Dollar geschätzt.

Sollen derartige Zahlen Realität werden, müssen autonome Systeme für den Massenmarkt tauglich sein. Genau hier kommt die Positionierung mit hoher Präzision ins Spiel. Nur wenn der Zugriff auf diese kritische Technologie für Hersteller einen Sprung nach vorn macht, lassen sich autonome Systeme auf dem Massenmarkt eta-

blieren. Denn die autonomen Geräte müssen jederzeit wissen, wo sie sich befinden – auf unter 10 cm genau. Außerdem müssen diese Standortinformationen zuverlässig und kostengünstig für zahlreiche Systeme verfügbar sein.

### Warum sind GNSS-Ergänzungsdaten notwendig?

Standortinformationen werden in der Regel anhand von Daten eines der globalen Satellitennavigationssysteme (GNSS) wie GPS oder Galileo berechnet. Die Verwendung von GNSS-Daten allein kann



Präzise Positionierung autonomer Fahrzeuge auch unter schwierigen Bedingungen lässt sich mit GNSS-Ergänzungsdaten erreichen.

Bild: Kalawin – stock.adobe.com



jedoch nicht die für hochpräzise Geräte erforderliche Genauigkeit liefern. Faktoren wie Fehler in Satellitentakt und -umlaufbahn, Signalvorspannungen sowie ionosphärische und troposphärische Effekte führen dazu, dass der Standort eines Systems lediglich auf 2 bis 5 m genau bestimmbar ist.

Um die für die Systeme der nächsten Generation erforderliche Genauigkeit von unter 10 cm zu erreichen, muss ein GNSS-Korrektur- oder Ergänzungsdatendienst (GNSS Correction oder Augmentation Data Service) Verwendung finden.

Diese Dienste nutzen ein Netz von festen Bodenstationen, um Daten von GNSS-Satelliten zu sammeln. Sie berechnen die Position der Station aus den Satellitendaten und vergleichen diese mit dem bekannten Standort der Station. Auf diese Weise kann der Dienst etwaige Ungenauigkeiten bei Fahrzeugen in der Nähe erkennen und korrigieren. Diese Daten werden dann an Geräte in der Nähe weitergegeben, die sie zur Verfeinerung ihrer eigenen GNSS-basierten Positionsberechnungen verwenden.

### Herausforderungen bei herkömmlichen Ergänzungsdiensten

Ergänzungsdatendienste sind nichts Neues, aber herkömmliche Ansätze haben ihre Grenzen. Diese verursachen erhebliche Kosten, Komplexität und Verzögerungen für die Produktteams bzw. können dazu führen, dass der Ergänzungsdienst für bestimmte Anwendungen nicht in Frage kommt.

### Nachhaltige Skalierung ist nicht möglich

Die erste große Herausforderung besteht in der Skalierung, um zahlreiche Geräte zu unterstützen, ohne übermäßige Kosten zu verursachen. RTK-Ergänzungsdienste (Real-Time Kinematic) beispielsweise benötigen eine Bandbreite von etwa 4,5 Kbit/s und sind auf bidirektionale Kommunikation zwischen dem Dienst und jedem Endgerät angewiesen. PPP-Dienste (Precise Point Positioning) hingegen verwenden Kommunikation in nur eine Richtung, benötigen aber immer noch zwischen 2,5 und 5 Kbit/s. In beiden Fällen können die Netzwerkkosten bei großen Mengen schnell unerschwinglich werden.



Aus den Erfahrungen mit autonomen Systemen wie Drohnen wurde klar, wie wichtig die präzise Positionierung ist. OEMs können diese Erfahrungen auch für autonome Fahrzeuge nutzen.

### Schwierig zu integrieren und zu verwalten

Die zweite Herausforderung besteht in der einfachen Integration der Ergänzungsdaten in die laufende Verwaltung zahlreicher Geräte. Einige Dienste verwenden beispielsweise proprietäre Nachrichtenformate, während das HTTP-basierte NTRIP 1.0 (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol), das von anderen Diensten verwendet wird, von den Kommunikationsmodulen nicht nativ unterstützt wird.

Die Nutzung beider Arten von Diensten führt daher zu einem erheblichen und kontinuierlichen Mehraufwand für die Engi-

neering- und Produktmanagementteams, wodurch diesen weniger Zeit für hochwertige Innovationsarbeit zur Verfügung steht.

### Zuverlässigkeit und Serviceabdeckung

Viele der Anwendungen, für die eine Genauigkeit von unter 10 cm erforderlich ist, sind geschäftskritisch, d. h. der Zugriff auf den Ergänzungsdienst muss schnell und zuverlässig sein. Außerdem muss Abdeckung überall dort vorhanden sein, wo das Gerät potenziell zum Einsatz kommt.

Einige Ergänzungsdienste benötigen zwischen einigen Minuten bis zu einer halben Stunde, um eine erste Ortung unter 10 cm zu erreichen. Das ist für Anwendungsfälle wie autonome Fahrzeuge nicht schnell genug. Andere Ergänzungsdienste basieren dagegen ausschließlich auf IP-basierter Kommunikation und funktionieren daher nur dort, wo ein mobiler Internetzugang verfügbar ist.

Andernorts kann die Genauigkeit variieren, wenn der Dienst Ergänzungsdaten sendet, die ausschließlich von der nächstgelegenen Referenzstation eines Geräts berechnet werden. Je weiter das Gerät von der Station entfernt ist, desto ungenauer ist der berechnete Standort.



### Eck-DATEN

Autonome Fahrzeuge müssen auf sehr präzise Positionsdaten zurückgreifen können. Daher sind GNSS-Ergänzungsdaten notwendig, um Genauigkeiten von unter 10 cm zu erreichen. Diese müssen kontinuierlich, zuverlässig und schnell zur Verfügung stehen – auch in Gebieten ohne flächendeckenden Internetzugang und in Gebieten mit schwierigem Zugriff auf Satellitendaten. PointPerfect ist ein GNSS-Ergänzungsdatendienst, der das offene Datenformat SPARTN und das MQTT-Nachrichtenprotokoll nutzt. Um eine weitverbreitete Verfügbarkeit der Ergänzungsdaten sicherzustellen, nutzt der Service auch L-Band-Satellitensignale sowie die Übertragung über mobile IP.

## GNSS-Ergänzungsdienst der nächsten Generation

Um diese Herausforderungen zu meistern, hat u-blox einen SSR-Ergänzungsdienst der nächsten Generation entwickelt. SSR steht hier für State Space Representation. Dreh- und Angelpunkt des Korrekturdienstes sind die Anforderungen der Entwickler der autonomen Systeme von morgen.

Der unter dem Namen PointPerfect bekannte Dienst bietet in der Regel eine Genauigkeit von 3 bis 6 cm und Aufstartzeiten von 10 bis 30 s. Er funktioniert mit GNSS-Modulen von u-blox und anderen kommerziell erhältlichen, präzisen GNSS-Modulen, die das SPARTN-Datenformat unterstützen.

## Effizienz in jeder Größenordnung

Um PointPerfect zu einer praktikablen Lösung für Unternehmen mit autonomen Systemen in beliebiger Anzahl zu machen, ist das erste Grundprinzip die Effizienz. Nachrichten mit Ergänzungsdaten werden über das offene Datenformat SPARTN (Secure Position Augmentation for Real Time Navigation) über das MQTT-Nachrichtenprotokoll gesendet, das im Vergleich zu HTTP bei großen Mengen deutlich effizienter sein kann. Die Verwendung

von MQTT macht es für die Nutzer daher einfach, Ergänzungsdaten optimal zu verwenden, unabhängig davon, ob sie nun 100 oder 1.000.000 autonome Systeme betreiben.

Die Kommunikation erfolgt über einen einzigen ausgehenden Broadcast-Stream, den die autonomen Systeme abonnieren, im Gegensatz zu einer bidirektionalen Kommunikation mit jedem vernetzten Endpunkt. Dies führt zu einem maximalen Bandbreitenbedarf von lediglich 2,4 Kbit/s und minimiert die Netzwerkübertragungskosten.

## Weitverbreitete Verfügbarkeit von zuverlässigen Ergänzungsdaten

Die breite und zuverlässige Verfügbarkeit ist das zweite Grundprinzip. Dies ist ein Muss, da viele autonome Systeme in Gebieten ohne mobilen Internetzugang in Betrieb sind. PointPerfect-GNSS-Ergänzungsdaten werden sowohl über L-Band-Satellitensignale als auch über mobile IP übertragen. Das Entwicklungsteam hat diese Satellitenfähigkeit in einigen extremen Umgebungen getestet. Die doppelten Kommunikationskanäle tragen dazu bei, die Endgeräte mit der 99,9-prozentigen Betriebszeitgarantie des PointPerfect-Dienstes in allen Regionen, in denen er

verfügbar ist, in Einklang zu bringen. Derzeit funktioniert er in den meisten europäischen Ländern und den zusammenhängenden Vereinigten Staaten von Amerika sowie bis zu 22 km vor den Küsten. Außerdem erhalten die Geräte Ergänzungsdaten, die auf mehreren Referenzstationen basieren, um die Positionsgenauigkeit zu erhöhen.

## Die L-Band-Satellitenverbindung auf dem Prüfstand

In Gebieten mit schlechter oder nicht vorhandener Internetabdeckung ist ein zweiter Kanal für die Übertragung von GNSS-Ergänzungsdaten unerlässlich. PointPerfect nutzt zu diesem Zweck die satellitengestützte L-Band-Kommunikation. Tests haben gezeigt, dass selbst unter schwierigsten Bedingungen innerhalb des PointPerfect-Abdeckungsgebiets die über das L-Band empfangenen Ergänzungsdaten erfolgreich nutzbar sind, um den Standort jederzeit innerhalb der erforderlichen Grenzen zu bestimmen. Beim Test war nachzuweisen, dass PointPerfect effektiv funktioniert, ohne dass hochspezialisierte (und daher teure) Geräte, wie geodätische Empfänger, notwendig sind. Deshalb kam eine Standard-Automobilantenne des Typs TWA928L von Tallysman auf dem



Die Positionierung eines autonomen Fahrzeugs muss auch unter schwierigen Bedingungen, z.B. in Gebieten ohne Internetanbindung, aber auch in Häuserschluchten in Großstädten, zuverlässig funktionieren.





Bild: helvidoo - stock.adobe.com

**PointPerfect wurde unter schwierigen Bedingungen auf seine Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit geprüft: in der Wüste, den Bergen, im hohen Norden und auch in Großstädten.**

Dach eines Fahrzeugs zum Einsatz, um die L-Band-Satellitensignale zu empfangen. Dazu kam die GNSS-Technologieplattform u-blox F9 mit Multi-Band-Fähigkeit. Der wichtigste Test bestand darin nachzuweisen, dass die über das L-Band empfangenen Daten kontinuierlich, vollständig und verwertbar waren, um die Position zu bestimmen.

### Prüfung unter schweren Bedingungen

Die Routen wurden so geplant, dass sie in Gebiete führen, in denen der Empfang von Satellitensignalen schwierig sein kann. Dazu gehört auch die Fahrt zum Polarkreis in Nordschweden. Hier wurde getestet, ob der Satellitenempfang auch bei sehr geringer Höhe der Satelliten am Himmel ausreichend ist. Am nördlichsten Punkt der Reise – 66° nördlich des Äquators – sank die Satellitenhöhe auf nur 16°. Im Vergleich: in Helsinki liegt sie bei 21,8° und in Rom bei 40°. Auch in Gebieten wie den Wüsten im Südosten Kaliforniens, den ausgedehnten Gebirgszügen im Bundesstaat Washington und in dicht bebauten Stadtgebieten wie Seattle und San Diego, wo Hochhäuser den Empfang von Satellitensignalen beeinträchtigen können, wurde das System getestet.

Trotz der schwierigen Bedingungen war das empfangene L-Band-Signal stark genug, um den Ergänzungsdatendienst erfolgreich zu empfangen. Infolgedessen war die Bestimmung des Standorts mit

einer horizontalen Genauigkeit von weniger als 10 cm innerhalb von 2 Sigma oder 95 Prozent Konfidenzintervall während des gesamten Prozesses möglich.

### Self-Service-Zugang und Benutzerfreundlichkeit

Das dritte Grundprinzip von PointPerfect ist die einfache Integration und die unkomplizierte Verwaltung von zahlreichen autonomen Systemen. SPARTN ist ein offenes Datenformat, und das MQTT-Nachrichtenprotokoll wird von den meisten handelsüblichen Modems von Haus aus unterstützt. Deshalb müssen Ingenieure keine proprietäre Client-Software integrieren oder maßgeschneiderte Modeintegrationen erstellen. Zusammengekommen bedeutet dies eine Verringerung des Risikos und der Entwicklungszeiten.

Darüber hinaus wird PointPerfect über eine Cloud-Plattform der Unternehmensklasse mit dem Namen Thingstream bereitgestellt. Diese bietet Entwicklungsteams eine Self-Service-Umgebung, in der sie ihre Systeme nach Belieben implementieren und verwalten können. Die Plattform umfasst einen grafischen Datenflussmanager zum Erstellen von Nachrichten und Verbindungen zu Geräten sowie eine API für die Integration mit anderen Diensten. (na) ■

### Autor

**Franco de Lorenzo**

Principal Product Manager Services bei u-blox

## PERSÖNLICH.

Wir suchen die Nähe zu Ihnen und bieten jederzeit ein offenes Ohr, eine helfende Hand und gute Ideen.

### BIDIREKTIONALE HOCHLEISTUNGS-STROMVERSORGUNG.

Delta Elektronika  
SM-Serie 15 kW

NEU!  
Jetzt mit integrierter PV-Simulation



- ▶ integrierte Photo Voltaik (PV) Simulation
- ▶ Bidirektionale Leistungsstufe mit Netzzurückspeisefunktion
- ▶ Ausgangsspannung bis 1.500 V
- ▶ Wirkungsgrad bis 96 %
- ▶ Großer Eingangsspannungsbereich

### SPEISE- UND RÜCKSPEISE-SYSTEM.

Regatron TC.GSS



- ▶ Ausgangsspannung bis 1.500 V
- ▶ Modular einfach erweiterbar
- ▶ 20 oder 32 kW pro Modul

### Schulz-Electronic GmbH

Dr.-Rudolf-Eberle-Straße 2 · D-76534 Baden-Baden  
Tel.: +49 7223 96 36 0  
E-Mail: [vertrieb@schulz-electronic.de](mailto:vertrieb@schulz-electronic.de)  
Web: [www.schulz-electronic.de](http://www.schulz-electronic.de)



# Anforderungen an das Batteriemanagement-System

## Welche Rolle spielt die funktionale Sicherheit im BMS von E-Autos?

Im Interesse optimierter Performance und eines sicheren Betriebs müssen Lithium-Ionen-Akkus in Elektrofahrzeugen innerhalb eines begrenzten Temperatur- und Betriebsspannungs-Bereichs arbeiten. Die Überwachung übernimmt das Batteriemanagement-System (BMS), das idealerweise redundant ausgelegt ist. *Autor: David Tatman*

Die Welt befindet sich inmitten einer Revolution des Verkehrswesens. Dank der in den vergangenen zwei Jahrzehnten erzielten Fortschritte im Bereich der Lithium-Ionen-Batterietechnologie ist mittlerweile eine Zukunft vorstellbar, in der Autos, Motorräder, Lastwagen und Busse durch in

Akkusätzen gespeicherte Elektrizität angetrieben werden. Parallel dazu steht die Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Energiewirtschaft in vielen Teilen der Welt ganz oben auf der Prioritätenliste. Den Schadstoffausstoß eines Fahrzeugs zu reduzieren, ist außerdem bei der ursprünglichen Energieerzeugung

wesentlich einfacher, als wenn bei den einzelnen Fahrzeugen angesetzt wird. Sollen die Ziele der CO<sub>2</sub>-Reduzierung erreicht werden, muss der Großteil der Transportsysteme elektrifiziert sein. Die Verteilung der Kosten für die Entwicklung und Produktion von Elektrofahrzeugen (EVs) auf die wachsende Zahl geplanter

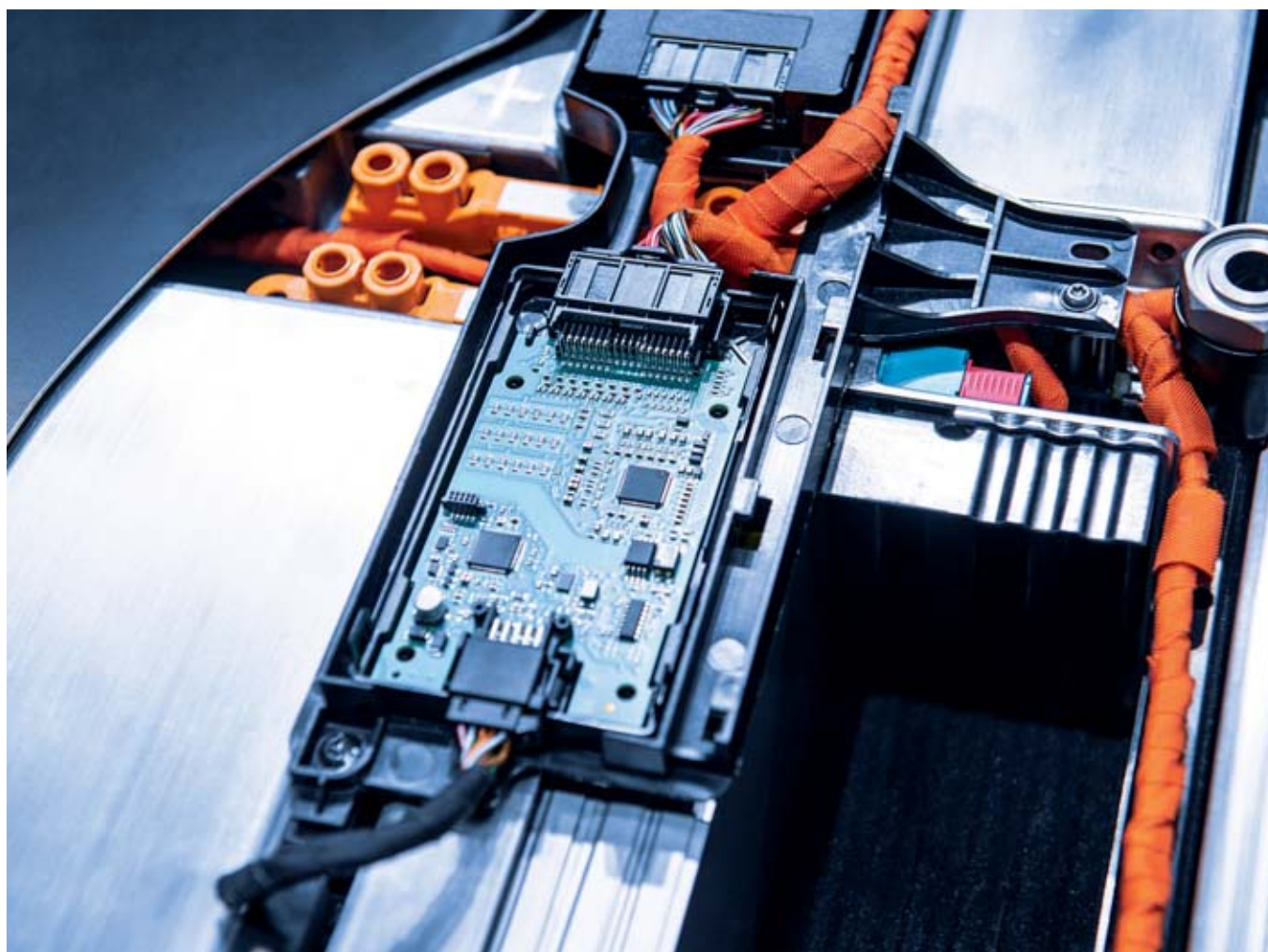


Bild 1: Der Akkusatz eines Elektrofahrzeugs. Das Batteriemanagement-System hält den Energiespeicher in einem sicheren Betriebszustand.

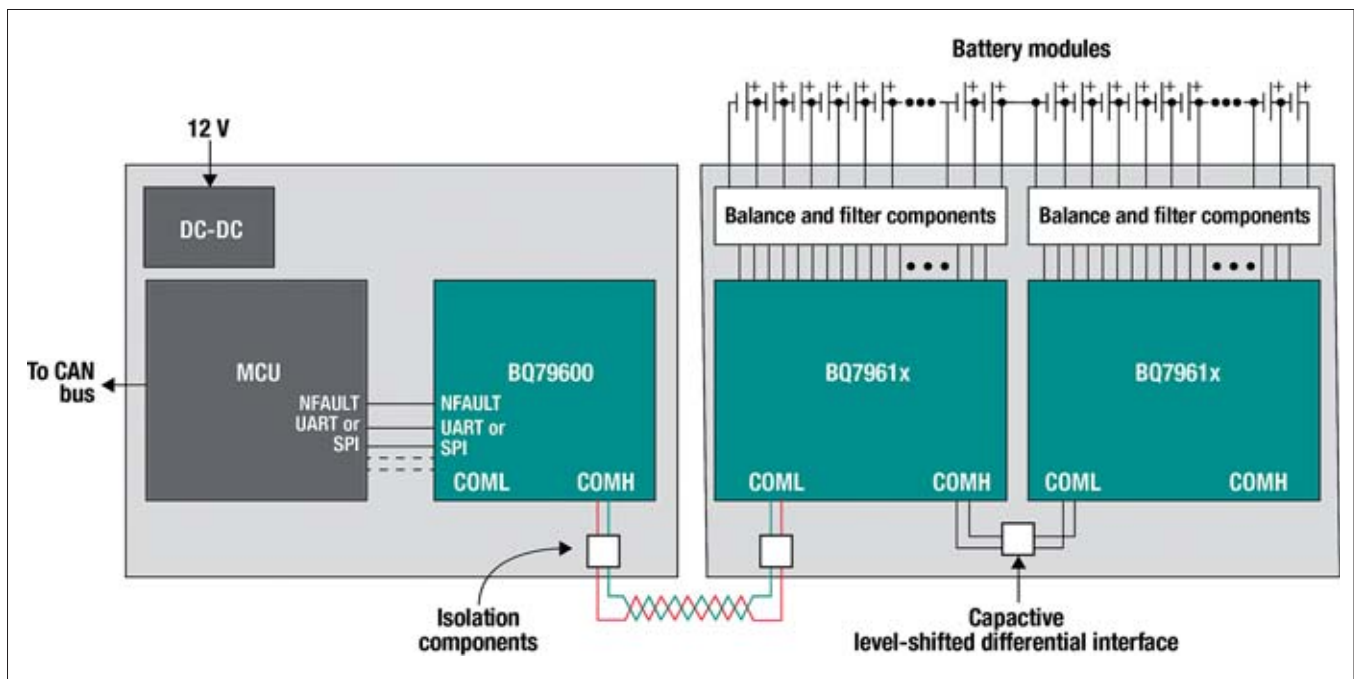


Bild 2: Beispiel einer Batterieüberwachungs- und Kommunikations-Konfiguration.

EVs bewirkt, dass die Kaufpreise der EVs rapide fallen und sich dem Preisniveau von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor annähern.

### Sicherheitsanforderungen an ein Batteriesystem

Die Sicherheitsanforderungen, die an ein Batteriesystem in einem Pkw gestellt werden, sind überaus vielschichtig. Zunächst gibt es eine Reihe wichtiger traditioneller Aspekte zur elektrischen Sicherheit, um das Produktionspersonal, die Fahrzeug-eigner sowie das in den Werkstätten und im Recycling tätige Personal vor dem Kontakt mit hohen Spannungen und vor elektrischen Schlägen zu schützen. Hinzu kommen mechanische Gesichtspunkte, um die Batterien vor Einstichen und anderen Beschädigungen zu schützen und ein Austreten von Flüssigkeiten und Gasen aus den Batteriezellen zu verhindern.

Auch in thermischer Hinsicht gibt es Sicherheitsaspekte im Zusammenhang mit dem Design von Batteriesätzen, denn für einen sicheren und möglichst effizienten Betrieb dürfen Lithium-Ionen-Akkus nicht dem Temperaturbereich ausgesetzt sein, der in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor vorkommt. Functional-Safety-Überlegungen sind überdies auch für das elektrische System anzustellen, das die Batterie in einem sicheren Betriebsbereich hält, während das Fahrzeug benutzt oder geladen wird.

### Spannungs- und Temperaturüberwachung für die Batteriezellen

Lithium-Ionen-Akkus (Bild 1) dürfen nur in einem bestimmten Temperatur- und Betriebsspannungsbereich zum Einsatz kommen, um ein Optimum an Performance und einen möglichst sicheren Betrieb zu gewährleisten. Dieser Bereich ist für jede Lithium-Ionen-Batteriechemie anders. Außerhalb dieses sicheren Bereichs können in der Batterie unerwünschte Nebeneffekte auftreten, die eine übermäßige Eigenerwärmung und langfristig auch interne Kurzschlüsse zur Folge haben können. Zu starke Eigenerwärmung sowie Kurzschlüsse im Inneren der Batterie wiederum können das erste Anzeichen eines thermischen Durchgehens sein, das ein klares Sicherheitsrisiko darstellt.

Um Batteriesätze in dem besagten sicheren Betriebsbereich zu halten, gibt es Batterieüberwachungs-ASICs, die zum Messen und Übermitteln von Informationen über die Spannung, die Temperatur und

den Stromfluss an eine Batterieüberwachungseinheit dienen. In einem elektrifizierten Pkw können 16, 96, 128 oder auch mehr Batteriezellen vorhanden sein, die alle gemessen werden müssen, und bei Nutzfahrzeugen kann die Zahl sogar doppelt so hoch sein. In derart großen Systemen gibt es viele fehleranfällige Leiterplattenverbindungen zwischen der Batterie und dem Überwachungs-ASIC oder für die Kommunikation zwischen den ASICs. Unter anderem kann die Verbindung zu einem Sensor unterbrochen sein oder die Kommunikation schlägt fehl. Ohne die nötigen Messungen und Kommunikationsvorgänge aber ist das Batteriekontrollsystem gleichsam blind und kann den Zustand der Akkus nicht mehr kontrollieren.

### Funktionale Sicherheit nach ISO 26262

Es gehört zum Komplex der funktionalen Sicherheit, Fehlfunktionen wie etwa Kom-

### Eck-DATEN

Die Sicherheitsanforderungen für Batteriesysteme in Elektrofahrzeuge sind hoch und vielschichtig – auch hinsichtlich mechanischer und thermischer Gesichtspunkte. Functional-Safety-Überlegungen sind aber auch für das Batteriemanagement-System anzustellen. Gerade das BMS hält den Energiespeicher in einem sicheren Betriebsbereich, indem es Spannung und Temperatur der Zellen überwacht. Redundante Kommunikations-Protokolle und Batterieüberwachungs-ASICs sorgen hier für Fehlertoleranz und gewährleisten den einwandfreien Betriebszustand sowie die Sicherheit des Batteriesatzes.

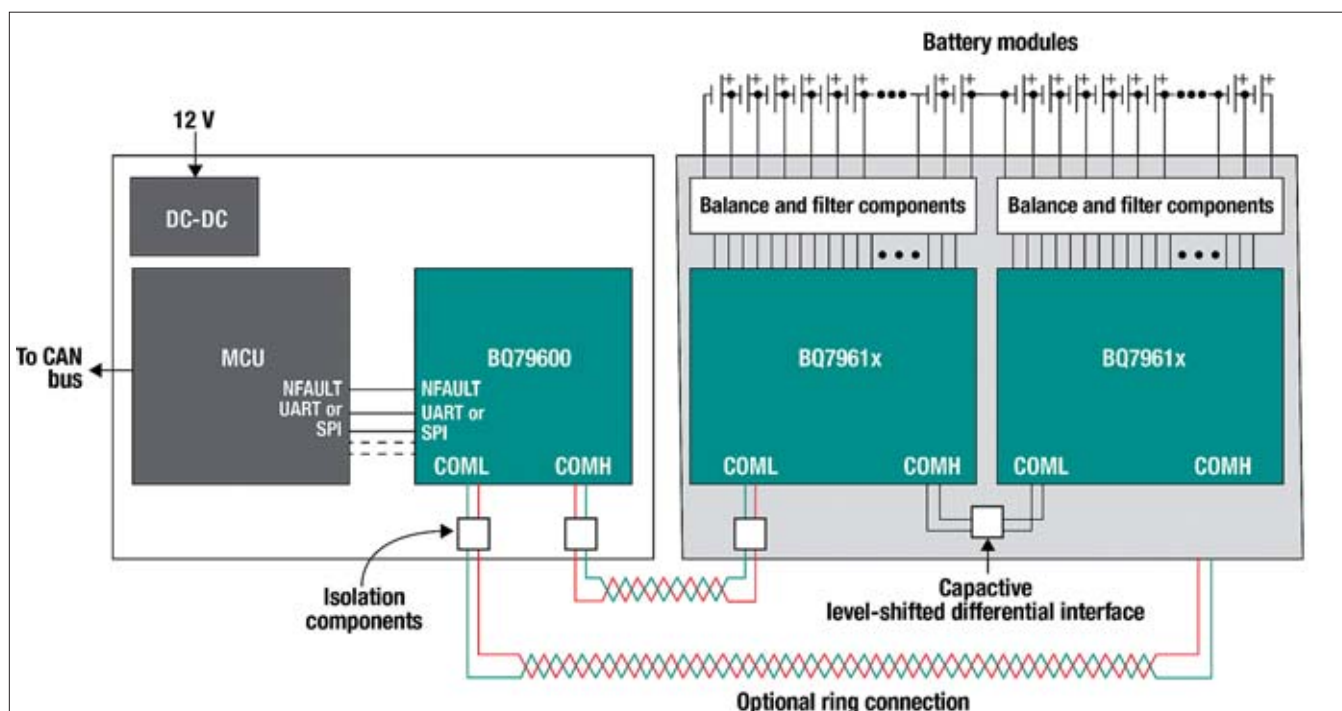


Bild 3: Bidirektionale Ringkonfiguration mit dem ASIC BQ79616.

munikationsausfälle oder defekte Verbindungen zwischen Batteriezelle und Sensor zur Abwendung gefährlicher Zustände zu erkennen und zu beheben.

Die funktionale Sicherheit wiederum ist ein Bestandteil der umfassenden Sicherheit im Zusammenhang mit der Vermeidung und Abmilderung potenzieller gefährlicher Ereignisse infolge von Fehlfunktionen elektronischer Systeme. In der Automobilindustrie definieren die Normen der Reihe ISO 26262 die Standards für die funktionale Sicherheit von Straßenfahrzeugen. Sie geben den aktuellen Stand der Technik und die bewährten Verfahrensweisen im Zusammenhang mit der funktionalen Sicherheit bei der Entwicklung sicherheitsrelevanter Systeme für Pkw, Lkw, Busse und Motorräder wieder.

In einigen Automobilsystemen kann ein Verlust der Funktionalität keine Gefahr heraufbeschwören. Kommt es hier zu einer Fehlfunktion, geht das System in einen sicheren Zustand über, in dem die Elektronik abschaltet und in der Armaturentafel eine entsprechende Meldung erscheint. In anderen Systemen dagegen kann eine Fehlfunktion oder ein Totalausfall der Funktionalität potenziell ein gefährliches Ereignis zur Folge haben. Bei Systemen, die sich nicht einfach abschalten lassen, können die Sicherheitsziele die Spezifikation einer Forderung nach

„sicherheitsrelevanter Verfügbarkeit“ beinhalten. In einem solchen Fall kann die Beständigkeit gegen bestimmte Arten von Fehlern im System für eine bestimmte Zeitspanne gefordert sein, um gefährliche Vorkommnisse abzuwenden.

Unter sicherheitsrelevanter Verfügbarkeit ist in diesem Zusammenhang die Fähigkeit des Systems zu verstehen, die Sicherheits-Funktionalität für eine gewisse Zeit aufrecht zu erhalten, auch wenn bestimmte Fehlerzustände aufgetreten sind. Diese Fehlertoleranz befähigt das System, länger mit einem akzeptablen Sicherheitsniveau funktionsfähig zu bleiben.

*ISO 26262,  
Teil 10, Abs. 12  
regelt die sicher-  
heitsrelevante  
Verfügbarkeit.*

ben. Teil 10, Abschnitt 12 der Norm ISO 26262 bietet Systementwicklern Handreichungen bezüglich der Forderungen nach sicherheitsrelevanter Verfügbarkeit.

Zurück zum Batterieüberwachungs-Subsystem: Die Messpunkte für die Spannung und die Temperatur der Batteriezelle sind mit dem Batterieüberwachungs-ASIC verbunden, und die Messwerte wer-

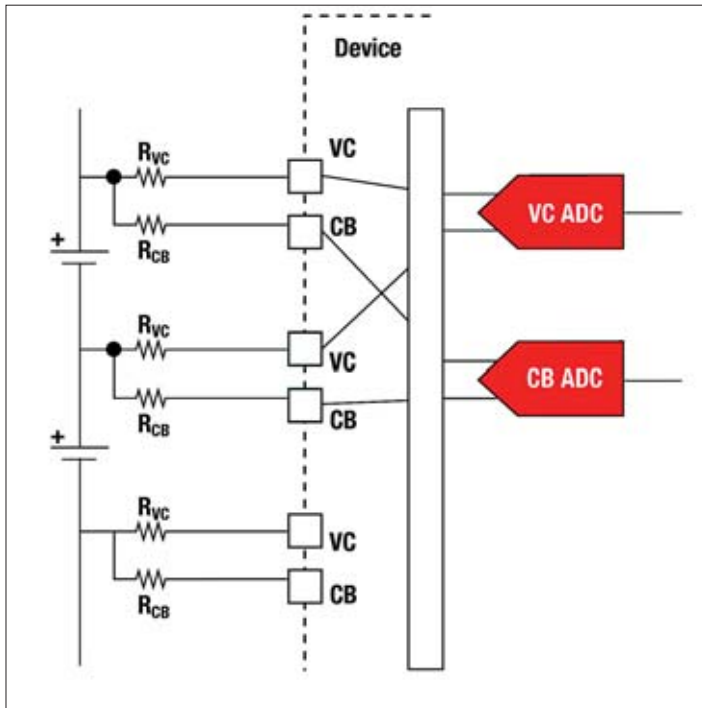
den in kurzen Zeitabständen vom Steuerungs-Prozessor eingelesen, um den aktuellen Zustand der Batterie zu bestimmen und dafür zu sorgen, dass der sichere Betriebsbereich nicht verlassen wird. In Hochspannungs-Batteriesätzen sind die Überwachungs-ASICs gestapelt angeordnet und jedes ASIC misst mehrere Zellen parallel. Befehle und Daten gelangen dabei über eine isolierte Kommunikations-Schnittstelle von ASIC zu ASIC, wie in Bild 2 gezeigt.

### Redundanzorientiertes Design

Sollte es während der Fahrt zu einer Leitungsunterbrechung zwischen dem Batteriezellen-Eingangs-Pin und der Leiterplatte kommen, kann die Funktionalität des Batterieüberwachungs-Systems verlorengehen, was potenziell einen gefährlichen Zustand zur Folge haben kann.

Die Batterieüberwachungs-ASICs der Familien BQ79606A-Q1 und BQ79616-Q1 von Texas Instruments enthalten deshalb Vorkehrungen für eine ringförmige Kommunikations-Struktur sowie einen redundanten Pfad zum Messen der Batteriespannung, der für Fehlertoleranz beim Auftreten von Fehlern dieser Art sorgt, sodass das System den einwandfreien Betriebszustand und die Sicherheit des Batteriesatzes weiter überwachen kann. Bild 3 zeigt die Beschaltung des BQ79616-Q1 mit





**Bild 4: Verbindungen zwischen den Batteriezellen und den VC- und CB-Eingängen.**

schen den Zellen auszugleichen. Im regulären Messbetrieb sind sowohl der Haupt-ADC-Pfad über VC als auch der redundante ADC-Pfad über CB mit der Batteriezelle verbunden und können die Zellenspannung messen. Wenn es zu einem Fehler wie etwa einer unterbrochenen VC-Verbindung zu  $R_{CB}$  oder zu einer Unterbrechung im  $R_{VC}$ -Widerstand kommt, wird die Spannung der Batteriezelle weiter über den CB-ADC-Pfad gemessen. Obwohl hier also der normale Spannungsmesspfad gestört ist, kann das System seine Verfügbarkeit dank der Fehlertoleranz des redundanten ADC-Pfads wahren, ohne dass die Spannungsinformationen aus den Batteriemodulen verlorengehen.

Die Ringkommunikation und die redundanten Übertragungswege gehören ebenso wie eine breite Palette von Diagnosefunktionen zur Detektierung von Kommunikations- und Verbindungsfehlern beim Erfassen der Spannung und Temperatur von E-Auto-Batterien zum Ausstattungsumfang der Bausteinfamilie BQ79606-Q1 und BQ79616-Q1 von Texas Instruments, die für systematische Functional-Safety-Anwendungen bis ASIL D (Automotive Safety Integrity Level) geeignet sind. (na)

einer bidirektionalen Ringkonfiguration. Kommt es hier zu einem Funktionsfehler, einer Leitungsunterbrechung oder einem Kurzschluss zwischen zwei der Batterieüberwachungs-ASICs, kann der Steuerungs-Prozessor dennoch weiter mit allen ASICs kommunizieren, indem jeweils die Richtung der Nachrichtenübertragung hin- und hergewechselt wird. Obwohl die normale Kommunikation in diesem Fall gestört ist, kann das System seine Verfügbarkeit dank der Fehlertoleranz der Ringkommunikation weiter aufrechterhalten.

Die Spannungs- und Temperaturinformationen aus den Batteriemodulen werden dabei weiter übertragen.

Ein weiteres Feature der TI-Bausteine BQ79606-Q1 und BQ79616-Q1 ist der redundante ADC-Messpfad unter Verwendung der mit der Batteriezelle verbundenen Zellenausgleichs-Eingänge. Aus Bild 4 sind die Verbindungen von der Batteriezelle zu den Eingangs-Pins VC und CB ersichtlich. Im Normalfall ermöglichen die CB-Pins einen DC-Laststrom für die jeweilige Zelle, um die Spannungen zwi-

**Autor**  
**David Tatman**  
Systems Engineer, Battery  
Management Systems  
bei Texas Instruments



## Accelerate your xEV design convert high voltage to 48V or 12V



**VICOR** High performance power modules

[vicorpower.com/automotive](https://vicorpower.com/automotive)

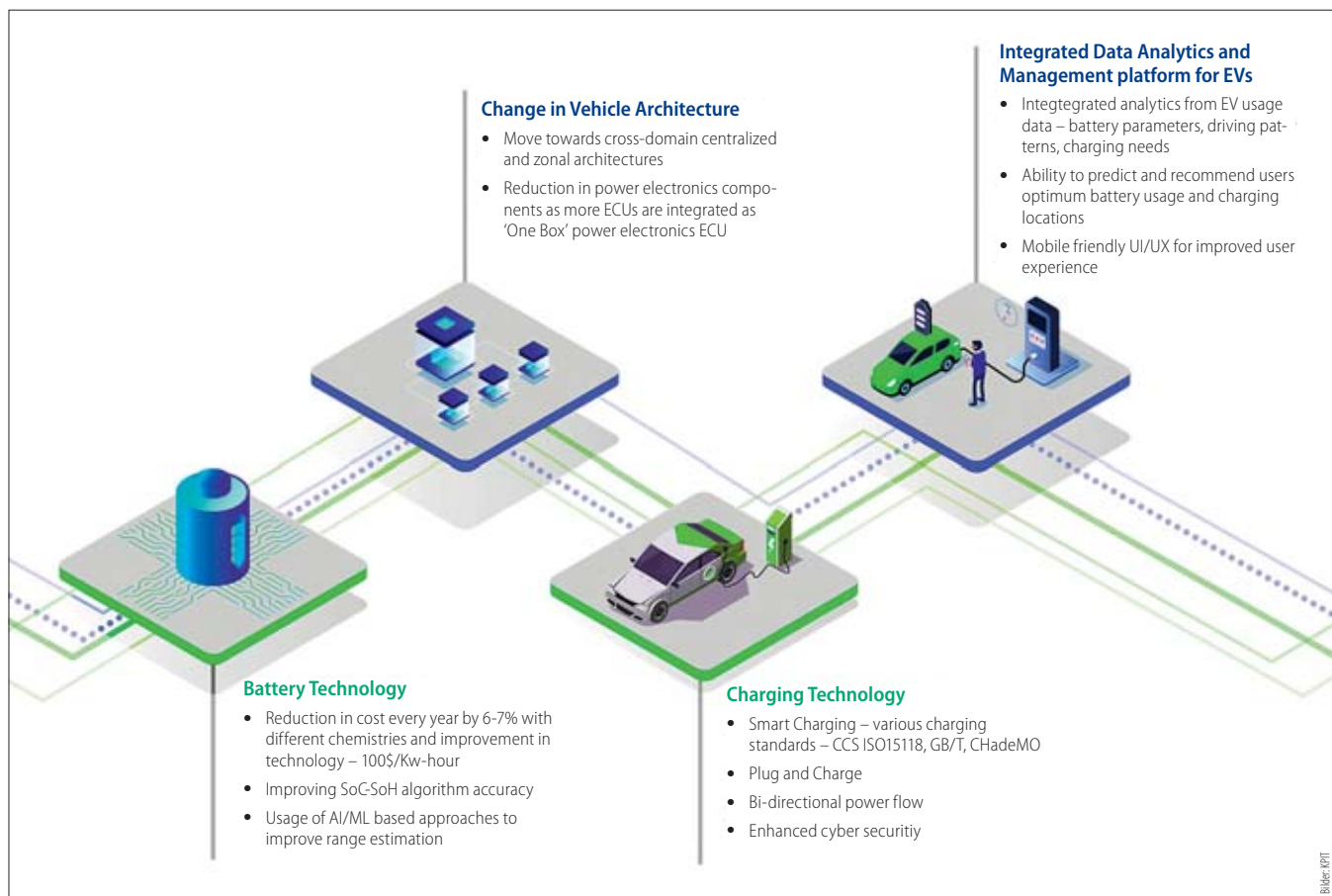


Bild 1: Die vier Säulen bzw. wichtigsten Technologietrends, die für die Zukunft der Elektrifizierung bestimmend sind.

# Die E-Mobilität der Zukunft gestalten

## Integriertes Konzept erhöht die Effizienz von EV-Komponenten

Die Zukunft gehört der Elektromobilität, das steht fest. Reichweite und lange Ladezeiten erweisen sich jedoch noch als Dämpfer. Der Übergang zu einer integrierten Leistungselektronik erhöht die Effizienz von EV-Komponenten.

Autor: Nishant Tholiya

**O**bwohl die Verkaufszahlen von E-Fahrzeugen derzeit noch gering sind, wird geschätzt, dass bis 2030 weltweit 30 Millionen E-Fahrzeuge auf die Straße kommen. Diese Zahlen sind sowohl auf exogene Faktoren wie Klimawandel, strenge globale CO<sub>2</sub>-Vorschriften, schnell zur Neige gehender fossiler Brennstoffe, eine verstärkte Nachfrage nach nachhaltigeren Produkten als auch auf Innovationen in der Batterie- und Ladetechnologie, die Integration von Leistungselektronik und die aufkommende Datenanalyse zurückzuführen.

### Technologische Treiber für die Elektrifizierung

In Bild 1 sind die wichtigsten Technologietrends dargestellt, die auf eine mögliche Zunahme der Akzeptanz von E-Fahrzeugen (EV) hinweisen. Die Batterien sind heute die teuerste Komponente von Elektrofahrzeugen. Effiziente und intuitive Batterie-Managementsysteme (BMS) mit künstlicher Intelligenz und fortschrittlichen Schätzverfahren, die genaue und zuverlässige Daten über den Batteriezustand liefern, können jedoch dazu beitragen, die Gesamtkosten der Batterien zu

senken und die Leistung von Elektrofahrzeugen zu verbessern.

Intelligente Ladeplattformen können einen großen Beitrag zur Senkung der Projektkosten und zur Akzeptanz von E-Fahrzeugen bei erhöhter Kundenzufriedenheit leisten. Das Fahrzeug kann als Energie-lieferant an abgelegenen Orten fungieren, an denen kein regulärer Strom zur Verfügung steht. Anwendungsfälle wie Vehicle to Home (V2H) ermöglichen einen bidirektionalen Stromfluss.

Eine große Herausforderung für EV-Architekten besteht darin, die Anzahl und

Komplexität der Schnittstellen auf ein Minimum zu reduzieren. Die Integration von EV-Komponenten ist dabei der Schlüssel. Jeder OEM konzentriert sich auf den Domänen-Controller und würde zu einer Zonen-Controller-basierten Architektur übergehen, um einerseits die Schnittstellen zu minimieren und auch Hardware und Software zu trennen.

Datenerhebungen und -analysen sind in allen Branchen weit verbreitet, auch in der Automobilindustrie. Die Daten ermöglichen eine präzisere vorausschauende Wartung, insbesondere in Bezug auf den Alterungsgrad (SoH) und den Ladezustand (SoC) der Batterie, wodurch Einblicke in die Profile der Kunden gewonnen und die Dienstleistungen für sie angepasst und verbessert werden können. Die Daten geben auch Aufschluss über die Lebensdauer des Fahrzeugs und das Nutzungsverhalten, schlagen optimale Standorte für die Installation von Ladestationen und OEMs vor und verbessern das Verständnis dafür, wie ein maximaler Wert aus Fahrzeugen und Drive-up-Einnahmen erzielt werden kann.

Doch dies ist leichter gesagt als getan, wenn die Technologien nicht optimal genutzt werden, wie weiter unten im Artikel noch ausgeführt wird. Während die Zulassungen von Elektroautos im Jahr

2020 im Jahresvergleich um 43 Prozent gestiegen sind, haben sich die „Reichweiten-Angst“ und lange Ladezeiten als Dämpfer erwiesen. Da sich die Lithium-Ionen-Batterien von Elektrofahrzeugen nur langsam aufladen, werden zahlreiche Lademethoden angewandt, um die Optionen zu begrenzen.

Vorausschauende Analysen und Datenintelligenz ermöglichen es, die Leistung von Akkus zu verbessern, indem sie deren Lebensdauer vorhersagen, potenzielle Verschlechterungen/Störungen und deren Ursachen erkennen und Verzögerungen/Fehler beheben, noch bevor sie auftreten. Diese intelligente Erfassung und Überwachung umfangreicher Daten zur Akkulaufzeit, Leistung, Ladezustand, Temperatur, Anzahl der Ladezyklen usw., sind in der Cloud gespeichert und treiben Innovationen voran.

### Präzise SoC/SoH-Schätzungen

Die Elektrifizierung des Verkehrs macht deutlich, warum ein effizientes BMS erforderlich ist, das maximale Leistung, sicheren Betrieb und eine optimale Lebensdauer unter verschiedenen Ladebedingungen gewährleistet. Genaue und präzise SoC/SoH-Schätzungen helfen bei der Bewertung der Zuverlässigkeit der Batterie und liefern gleichzeitig kritische Informationen

## Eck-DATEN

Damit EVs auch über lange Strecken mit einer vollen Ladung sehr effizient bleiben, ist ein Umdenken hin zu einem integrierten Konzept erforderlich. Durch bereichsübergreifende, zentralisierte E/E-Architekturen würden einzelne Steuergeräte überflüssig. Zonensteuergeräte würden die Bordcomputer mit den eingebetteten Steuergeräten, Sensoren und Aktoren verbinden. Ein solches Design verringert die Komplexität des Systems, senkt die Kosten und erhöht gleichzeitig die Sicherheit.

über verbleibende Energie und verbleibende Nutzungszeit (RUL). KI-gestützte Vorhersagen sind weitaus präziser, und die Vorteile daraus fließen automatisch in die Entscheidungsfindung ein.

### Integrierten Leistungselektronik

Millionen von Codezeilen werden die Fahrzeuge der Zukunft antreiben. Komplexe Komponenten, die von verschiedenen Akteuren stammen – OEMs, Tier1 und Tier2-Unternehmen, Software-Stack-Lieferanten und Halbleiterchip-Anbieter – werden das Batteriemanagementsystem, die Motorregelung des Antriebsumrichters, das Ladegerät und die VCU steuern. Ihre Integration und Validierung vor dem SoP (Standard Operating Procedure) wird immer wichtiger, da Herausforderungen

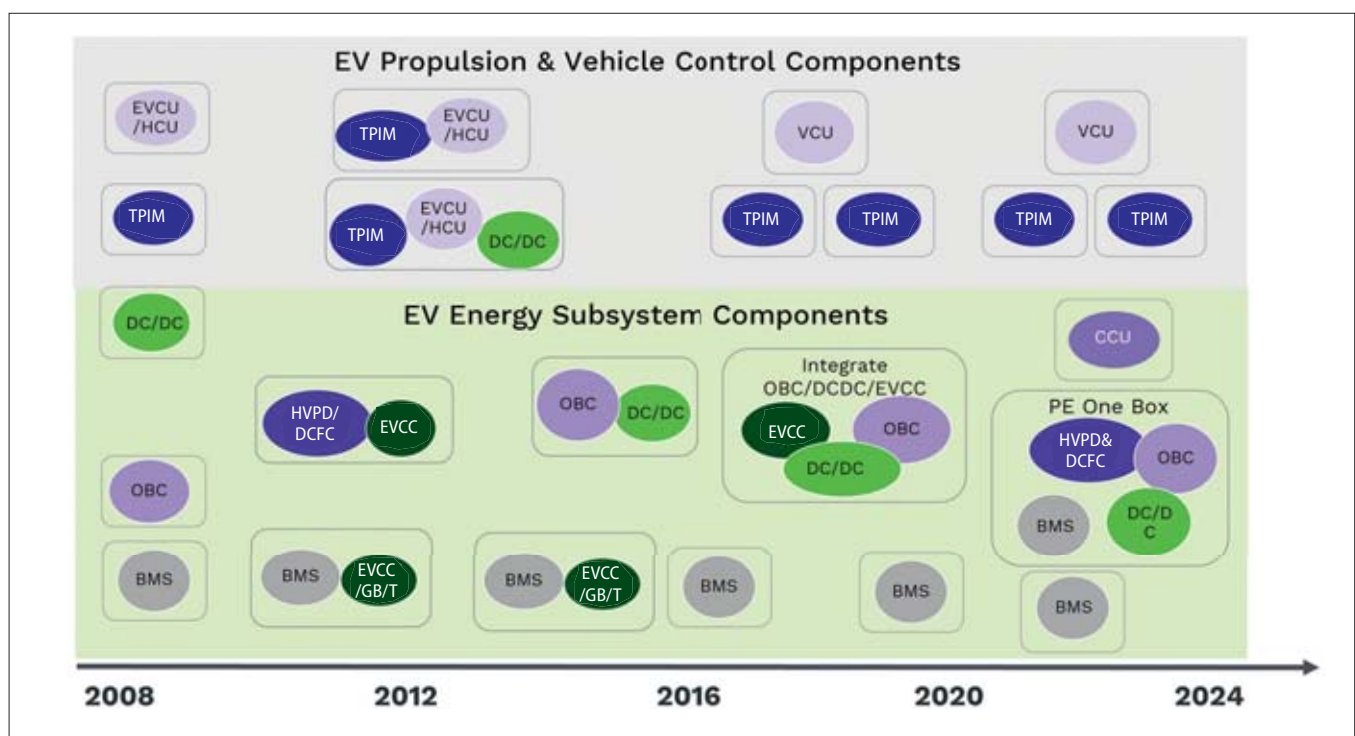


Bild 2: Entwicklungen bei der integrierten Leistungselektronik in die EV-Komponenten ab 2008.



wie die Realisierung einer optimalen Architektur, die Multi-Core-Optimierung, Hardware-Software-Kompatibilität, Konformität mit Autosar und funktionale Sicherheit (ISO 26262) immer mehr in den Vordergrund rücken.

### Es ist ein Umdenken hin zu einem integrierten Konzept erforderlich

Bild 2 zeigt, wie verschiedene Branchenakteure Möglichkeiten zur Integration der Leistungselektronik in die EV-Komponenten erkunden, um die Gesamtenergieeffizienz zu verbessern und die Stücklistenkosten sowie die Schnittstellen zu den Lieferanten zu reduzieren. Bei den Hybrid- und EV-Antriebssträngen sind Batterie, DC/DC-Wandler, integriertes Ladegerät und Wechselrichter für den Antrieb in separaten Gehäusen untergebracht. Fortschritte in der analogen und eingebetteten Computertechnologie werden es den Entwicklern ermöglichen, all diese Komponenten mit einem Domain Controller und einer Leistungsstufe zu integrieren, um die Effizienz und Zuverlässigkeit zu verbessern und gleichzeitig die Kosten zu senken und die Normen für funktionale Sicherheit zu erfüllen.

Eine solche Integration bedeutet auch, dass man tief in das Design eindringen muss, um überschüssiges Verpackungsmaterial zu eliminieren, bestimmte Hardware-Komponenten überflüssig zu machen und so Gewicht und Volumen des Systems zu verringern. Dadurch wird sichergestellt, dass EVs auch über lange Strecken mit

einer vollen Ladung sehr effizient bleiben. Diese werden in dem bereits optimierten Raum platziert, um eine höhere Leistungsdichte zu erreichen. Abgesehen von den genannten Vorteilen löst eine integrierte Antriebsstrangarchitektur mit weniger reparaturanfälligen Teilen zudem auch kritische Probleme der Sicherheit im Straßenverkehr und bietet so eine zuverlässige Alternative.

### Faktoren, die für eine integrierte One-Box-Steereinheit sprechen

Auch, wenn neue Fahrzeugarchitekturen entstehen, die sicherstellen, dass die Komplexität eines zukunftsfähigen Verkehrswesens beherrschbar bleibt, gibt es eine klare Verschiebung von der derzeitigen bereichsspezifischen E/E-Architektur hin zu bereichsübergreifenden, zentralisierten E/E-Architekturen. Dadurch würden einzelne Steuergeräte überflüssig, und es würden Zonensteuergeräte verwendet, um die Bordcomputer mit den eingebetteten Steuergeräten, Sensoren und Aktoren zu verbinden. Ein solches Design verringert die Komplexität des Systems, senkt die Kosten und erhöht gleichzeitig die Sicherheit. Durch die Zentralisierung der Datenströme können die zonalen Steuergeräte die Daten schneller, sicherer und effizienter an die angeschlossenen Bordcomputer und die Cloud übertragen.

Die Leistung eingebetteter Systeme ist eine entscheidende Herausforderung für EV-Komponenten, z.B. muss der Motor mit einer Frequenz von 15 KHz bei ASIL-D-

konformer Software laufen. Die effiziente Nutzung mehrerer Kerne ist für die Einhaltung der funktionalen Sicherheit und die Erreichung des Leistungsziels unerlässlich. Darüber hinaus wird die Integration mehrerer EV-Komponenten in ein einziges Steuergerät die Leistungsanforderungen erhöhen. Die Zuteilung der Aufgaben auf mehrere Kerne erfordert eine sorgfältige Analyse, Systemdenken und Expertise.

Erhöhte Einsparungen und Effizienz mit integrierter Leistungselektronik lassen sich erreichen durch ein effizientes mechanisches Einzelgehäuse, preisgünstige Einzel-HV-Eingangsstecker und -Kabel, einen gemeinsamen Kommunikationskanal, integrierte gemeinsame Magnete zur Senkung der BOM-Gemeinkosten, einen modularen Ansatz bei der Leistungselektronik, um mehrere Funktionen der EV-Komponenten zu ermöglichen, z.B. gemeinsame H-Brückensteuerung, PFC-Steuerung etc., Optimierung ähnlicher Designs für Spannungsbereiche von 400 bis 800 V, eine Gewährleistung der funktionalen Sicherheit durch besseres Design, Verwendung einer gemeinsamen Cybersicherheitsstrategie für mehrere Komponenten und die Verringerung des Validierungsaufwands für mehr Effizienz.

Damit E-Fahrzeuge während des Betriebs mit neuen Funktionen aktualisiert werden können, muss der Server im Fahrzeug mit einem bestimmten Puffer an Rechenleistung ausgestattet sein. Aktualisierbar Over-the-Air (OTA) ist hilfreich. Einer der fahrzeuginternen Server wird

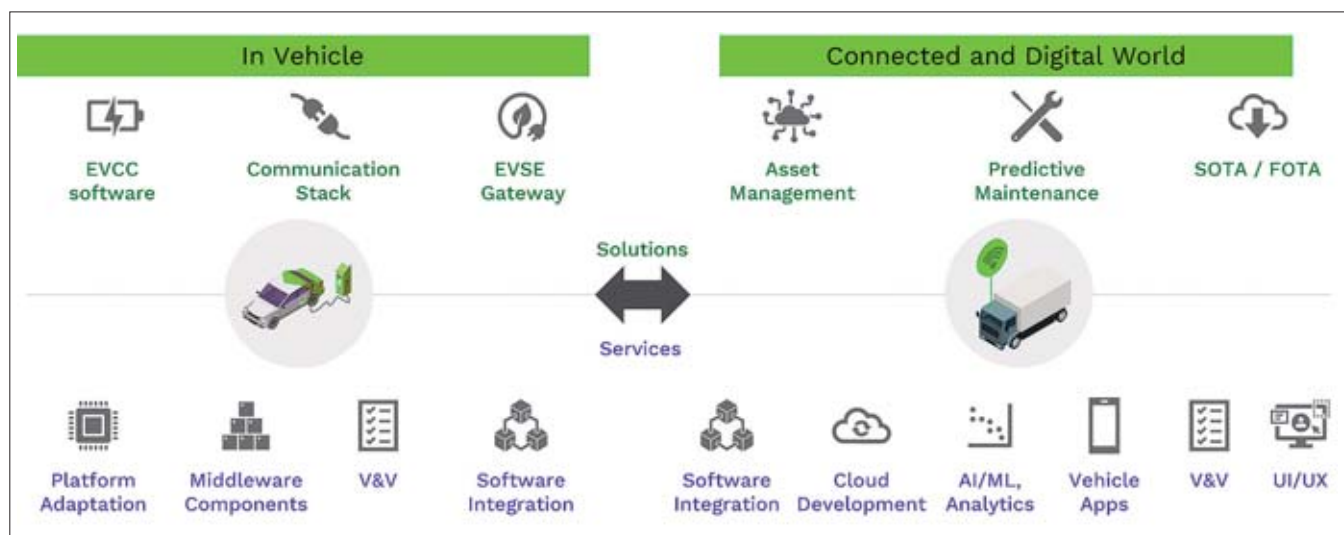


Bild 3: Ganzheitlicher Ansatz für die Entwicklung intelligenter Ladelösungen: Komplettes Paket von EVCC-Lösungen einschließlich gebrauchsfertiger Software-Stacks, Beschleuniger, Integration, umfassender Test-Suite, Cybersicherheit, Asset Management und Predictive Maintenance-Plattform.

als zentrales Gateway für alle ein- und ausgehenden Daten fungieren und mittels Intrusion Detection und Überprüfung von Softwarezertifikaten für Sicherheit sorgen. Die sichere und koordinierte Übertragung und Installation von Software-Patches und Sicherheitsupdates bei gleichzeitiger Bereitstellung von Softwarediensten für Funktionen im Fahrzeug ist möglich.

## EV-Analyse- und Datenmanagement-Plattformen

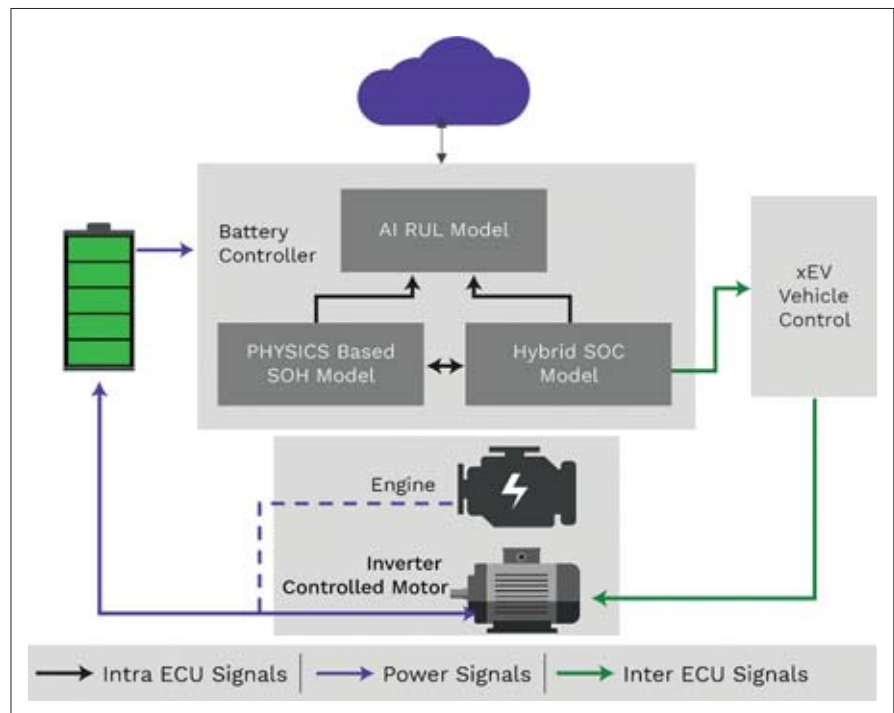
Bei der Entwicklung der Fahrzeuge von morgen steht die Automobilindustrie vor verschiedenen Herausforderungen. Diese kann auch als Chancen verstanden werden, wenn die Möglichkeiten der Analytik genutzt werden, die einen großen Wettbewerbsvorteil bieten. Die Rentabilität lässt sich steigern, der Marktanteil erhöhen und die Risiken verringern, die Daten nutzen, um den Umsatz zu steigern und Kunden zu binden, statistische Modelle anwenden, Marktausgaben bestimmen, auf Schwachstellen konzentrieren und rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergreifen sowie die Effizienz, den Betrieb und die Leistung prognostizieren. In diesem Zusammenhang rücken heute EV-Analyse- und Datenmanagement-Plattformen in den Vordergrund.

KPIT hat eine intelligente, integrierte EV-Analyse- und Datenmanagement-Plattform mit Funktionen entwickelt, die es Herstellern von Elektrofahrzeugen ermöglichen, das Kundenerlebnis zu verbessern.

- einfache Benutzeroberfläche zum Suchen, Darstellen und Analysieren von Batteriedaten
- zeigt Charts, Plots und gibt Einblicke
- integriert die Daten der Testlabore in eine zentrale Serverfarm
- vorgefertigte batteriebezogene Analytik
- Anpassungen der Analytik
- erweitert die Integration von Test- und Feldfahrzeugdaten und Daten aus vernetzten Fahrzeugsystemen mit Blick auf zukünftige Anforderungen
- mobilitätsfreundliche UX für bestimmte Funktionen

## Schätzung der RUL für Batterien

Ein wesentlicher Vorteil der Optimierung von Datenanalysefunktionen liegt in der genauen Schätzung der Restnutzungsdau-



**Bild 4: Bestimmung der RUL einer Batterie mit AI/ML: Ein hybrider Ansatz, der auf intelligente Weise ein physikalisch basiertes Zellmodell mit datengesteuertem maschinellem Lernen kombiniert, um den SOC-Wert genau vorherzusagen.**

er (RUL) von Batterien. Die Schätzung des Ladezustands und des Alterungszustands der Batterie bietet einen sehr guten Einblick in den Status der Batterie und der Energieleistung. KPIT hat einen hybriden Ansatz entwickelt, der auf intelligente Weise ein physikalisch basiertes Zellmodell mit datengesteuertem maschinellem Lernen kombiniert, um den SOC-Wert genau vorherzusagen. Der ermittelte SOC-Wert wird dann für eine genaue SOH-Vorhersage verwendet und weiter zur Vorhersage der verbleibenden Nutzungsdauer der Batterie. Die erfolgreiche Anbindung an ein selbst-lernendes neuronales Netz ermöglicht die verbleibende Nutzungsdauer (RUL) der Batterie vorherzusagen und als Bemessungsgrundlage für die Zyklen einzusetzen und so die Prognosefähigkeit zu verbessern.

## Intelligente Ladelösungen

Der Traum von der Elektromobilität ist in hohem Maße von der Verfügbarkeit einer ausreichenden Ladeinfrastruktur abhängig. Fahrzeughersteller und Zulieferer müssen sicherstellen, dass die zukünftigen E-Fahrzeuge mit verschiedenen globalen/regionalen Ladestandards kompatibel sind, z.B. ISO/IEC 15118, GB/T 27930 und

CHAdemo usw. Die Verbraucher erwarten einfach zu bedienende Apps und Benachrichtigungen über die Reichweite von E-Fahrzeugen, die Verfügbarkeit der nächsten Ladestation, problemlose Zahlungen und ein Dashboard, das sie über den Zustand ihres Fahrzeugs informiert. Es ist ein ganzheitlicher Ansatz für das Laden erforderlich, der sämtliche technischen Parameter des Fahrzeugs wie beispielsweise EVCC-Stack, Kommunikations-Gateway und robuste Ladesteuerungs-ECU berücksichtigt.

Der Ansatz sollte die Interaktionen des Fahrzeugs/Ladegeräts mit der Außenwelt berücksichtigen, um die nächstgelegene Ladestation zu finden, sowie vorausschauende Wartung ermöglichen, SOTA/FOTA und andere. KPIT bietet ein komplettes Paket von EVCC-Lösungen an, einschließlich gebrauchsfertiger Software-Stacks, Beschleuniger, Integration, umfassender Test-Suite, Cybersicherheit, Asset Management und Predictive-Maintenance-Plattform. (av/new)

## Autor

**Nishant Tholiya**  
Vice President & Business Leader  
bei KPIT Technologies.





Robert Isele, Manager Interior Lighting bei der BMW Group, gab unter dem Titel „Licht-Architektur Next: Keine Beschränkungen für zukünftige Beleuchtungssysteme“ einen Blick auf Beleuchtungsmöglichkeiten im Fahrzeug. Er betonte, dass „Display und Licht in die gleiche Richtung gehen“.



Im Interview mit AUTOMOBIL-ELEKTRONIK-Chefredakteur Alfred Vollmer informierte Robert Kraus, CEO von Inova Semiconductors und Chairman der Iseled-Allianz, über die Iseled-Allianz, deren Mitglieder ein umfassendes Ökosystem rund um die Iseled-Technologie etabliert haben.

## Die 4. Iseled-Konferenz in Bildern

**Die Iseled-Technologie ist richtig in Fahrt gekommen.**

Vor fünf Jahren auf der electronica erfuhr die Öffentlichkeit erstmals Details über die Iseled-Technologie, aber dennoch fand in diesem Jahr bereits die vierte Iseled-Konferenz statt. Ursprünglich war die Iseled-Technologie für Automotive-Anwendungen konzipiert, aber weil sie ein elementares Problem beim Einsatz von Leuchtdioden löst, ist Iseled spätestens jetzt auch für die Luftfahrt und die Industrie von Interesse, denn Iseled löst das Binning-Problem und macht die analoge LED quasi zu einem digitalen Bauteil.

*Autor: Alfred Vollmer*



Die Präsenz-Teilnehmer hielten stets die Pandemie-bedingt vorgeschriebenen Abstände ein.



Microchip zeigte im Rahmen der Ausstellung eine Anwendung, in der alle (per Iseled) individuell angesteuerten LEDs wie eine große Erweiterung des Bildschirms behandelt werden – mit beeindruckendem Ergebnis.



Tobias Seidl, Project Manager bei Feno, stellte unter anderem ein Iseled-Starter-Kit vor. Er erläuterte das magische Dreieck aus Flexibilität, Kühlung und elektrischen Anforderungen.



Jürgen Brühl, Principal bei Brühl Innovations, erläuterte, wie einfach der Einsatz von Iseled-Technologie mittlerweile in der Arduino-Umgebung möglich ist. Seine wichtigsten Botschaften: Es gibt jetzt nicht nur von Firmen wie Lightworks und Microchip leistungsfähige Demo-Boards, sondern es gibt auch bereits viel Iseled-spezifische Software.





Da einige Redner aufgrund der Pandemie nicht teilnehmen konnten, referierten sie per Internet. Denis Lin, Senior Project Manager bei Everlight in Taipei/Taiwan, ermöglichte beispielsweise einen Blick auf die Iseled-relevante Roadmap von Everlight.



Yiling Zhang, Product Marketing Manager bei NXP, stellte den erweiterten Iseled-Support in der MCU-Familie S32K3 in den Mittelpunkt ihrer Präsentation. Das Unternehmen gehörte von Anfang an zu den Unterstützern der Iseled-Technologie.



## Mehr Bilder Online

Ausführlichere Informationen zur Iseled-Konferenz finden Sie in englischer Sprache unter <https://www.all-electronics.de/automotive-transportation/impressions-from-the-4th-iseled-conference-413.html>. Sie erreichen die kommentierte Bilderstrecke auch bequem über den Barcode.



Für Dr. Ana Bizal, Head of Innovation Interior Lighting bei Hella, steht eines fest: „Iseled war das fehlende Teil in unserer Gleichung.“



Damit auch die über das Internet teilnehmenden Konferenzbesucher die Ausstellung „besuchen“ konnten, führte Prof. Kalheinz Blankenbach von der Hochschule Pforzheim Video-Interviews an den Ausstellungsständen.



Prof. Blankenbach nahm dann auch die Innenraumbeleuchtung des neuen BMW iX unter die Lupe, der vor dem Haupteingang parkte, obwohl das Fahrzeug zu diesem Zeitpunkt noch gar nicht im Handel war.



In einer sehr lebendigen Podiumsdiskussion diskutierten (v.l.n.r.) Stefan Kouba (European Marketing Manager Automotive bei Microchip), Dr. Herbert Wambsganz (Head of Development Interior Lighting bei Hella), Markus Daubner (Technical Director bei Grupo Antolin) und Robert Isele (Manager Interior Lighting bei der BMW Group) rund um das Thema „LED-Beleuchtung: Die (R)Evolution hat gerade erst begonnen“. Alfred Vollmer (Chefredakteur AUTOMOBIL-ELEKTRONIK) moderierte.

Links: Auch 2021 war es wieder eine Begegnung über die gesamte Lieferkette hinweg, in diesem Jahr nach 2G+-Regeln.

Rechts: Halbleiter waren ein sehr wesentliches Diskussionsthema. Da ist es nicht verwunderlich, wenn ein OEM-Vertreter gleich mit drei Halbleiter-Repräsentanten gleichzeitig im Gespräch ist.



# VIP-Impressionen vom Automobil-Elektronik Kongress 2021

## E/E-Entscheider entlang der Lieferkette trafen sich wieder

Auch am Abend vor dem 25. Automobil-Elektronik Kongress trafen sich wieder einige Kongress-Teilnehmer zum traditionellen VIP-Abend. Wir waren dabei und geben einige Eindrücke wieder.

*Autor: Alfred Vollmer*

In diesem Jahr fand der VIP-Abend im Mercedes-Benz Museum statt.



Dass es nach (Corona-bedingt) so langer Zeit ohne persönliches Treffen nicht nur um Technik oder Lieferkette ging, war allen Anwesenden klar.



Corona-konforme Begrüßung, aber dafür um so herzlicher.





Die Abstände untereinander waren übrigens Corona-bedingt etwas größer als sonst, aber...



... dennoch war die Freude des Wiedersehens nach der Corona-Pause überall deutlich zu spüren.



Dr. Jochen Hagel, Leiter des Segments Electrics/Electronics der EDAG Group, begrüßte die Gäste im Namen der EDAG Group, die als Sponsor...



... des VIP-Abends auftrat, so dass Dr. Hagel auch das Buffet eröffnete.

Alle Bilder: Matthias Baumgartner



Auch der Leiter des ersten Automobil-Elektronik Kongress', Dr. Heinz Leiber (im blauen Jackett) genoss das Treffen sichtlich.



Die weiteste Anreise hatte in diesem Jahr Chris Urmson (Aurora) aus Kalifornien.



## Automotive, Smart Home, Smart Building und Smart Factory i.MX-93-Prozessoren für Edge-Intelligence

Mit der i.MX-93-Familie stellt NXP eine weitere Generation von Anwendungsprozessoren vor, die maschinelles Lernen nutzen. Sie nutzen die erste Implementierung der Arm-Ethos-U65-microNPU mit aktueller Sicherheit.



Die Anwendungsprozessoren sollen ein sicheres maschinelles Lernen im Edge-Bereich ermöglichen. Die i.MX-93-Familie nutzt eine heterogene Multi-Core-Architektur, die bis zu 2x 1,7-GHz-Arm-Cortex-A55-Anwendungsprozessoren und ein Echtzeit-Cortex-M33-Mikrocontroller-Subsystem mit vollem Zugriff auf alle SoC-Peripheriegeräte umfasst – einschließlich der Implementierung einer Arm Ethos-U65-Micro-NPU mit 256 MACs/Zyklen. Die i.MX-93-Familie ist hoch integriert und unterstützt verschiedene Schnittstellenprotokolle für die automobilen Konnektivität sowie ein breites Spektrum von Multimedia-Schnittstellen. Die EdgeLock Secure Enclave von NXP ist eine Standardfunktion auf dem Chip der i.MX 9-Serie. Sie ermöglicht es Entwicklern, ihre Zielvorgaben für die Gerätesicherheit zu erreichen, ohne dass sie über umfassendes Security-Know-how verfügen müssen.

Die i.MX-93-Familie ist hoch integriert und unterstützt verschiedene Schnittstellenprotokolle für die automobilen Konnektivität sowie ein breites Spektrum von Multimedia-Schnittstellen. Die EdgeLock Secure Enclave von NXP ist eine Standardfunktion auf dem Chip der i.MX 9-Serie. Sie ermöglicht es Entwicklern, ihre Zielvorgaben für die Gerätesicherheit zu erreichen, ohne dass sie über umfassendes Security-Know-how verfügen müssen.

## Für sichere Kommunikation Automotive-Ethernet-Switch-Firmware

Elektrobit (EB) entwickelte mit dem zoneo SwitchCore die branchenweit erste Automotive-Ethernet-Switch-Firmware, die sichere Kommunikation für fahrzeuginterne Netzwerke ermöglicht. Switches spielen bei den Steuergeräten (ECUs) dieser Netze eine zentrale und zunehmend wichtige Rolle: von der heutigen stark zentralisierten Architektur mit nur wenigen Hochleistungsrechnern hin zur verteilten Zonenarchitektur von morgen. Die Firmware ergänzt Automotive-Ethernet-Switches um eine Intelligenzschicht. Diese befähigt sie



zum Umgang mit immer umfangreicher werdenden Netzwerkfunktionen, die zur Verbesserung der Skalierbarkeit und Sicherheit von Fahrzeugen erforderlich sind. EB zoneo SwitchCore bietet ein erweitertes Netzwerkmanagement und Netzwerksicherheitsfunktionen wie Routing, Gateways, Firewalls sowie Network-Intrusion-Detection- und Prevention-Systeme. Sie ist für Switches verschiedener Anbieter verfügbar, darunter Marvell und weitere Hardwarehersteller.

## Vielseitige Visualisierungsmöglichkeiten Universal Debug Engine für NXP-MCUs

Umfangreiche Debug- und Trace-Funktionen für die S32K3-Automotive-Mikrocontrollerfamilie von NXP Semiconductors bietet die aktuelle Version der Universal Debug Engine (UDE) von PLS Programmierbare Logik & Systeme. Die Mitglieder der S32K3-Familie basieren auf der Arm-Cortex-M7-Architektur in Single-, Dual- oder Lockstep-Konfiguration. Mit ihrer UDE stellt PLS Systementwicklern für das Debugging, die System-Analyse und den Test der S32K2-MCUs



neben interaktiven Debug-Funktionen gleichzeitig auch vielseitige Visualisierungsmöglichkeiten der Applikationszustände direkt in der Benutzeroberfläche zur Verfügung. Darüber hinaus stehen speziell für die Dual-Core-Konfiguration Multicore-Debug-Funktionen wie Multicore-Run-Control für synchrones Stoppen und Starten und Multi-Core-Breakpoints bereit. Das Debuggen und die Laufzeitanalyse von Anwendungen, die Kerne des S32K3 nutzen, erfolgt effizient und benutzerfreundlich in einer einzigen Debug-Sitzung und innerhalb einer einzigen gemeinsamen Debugger-Instanz.

## ADAS-Lösungen umsetzen LED-Treiber für Highend-Beleuchtung

Allegro MicroSystems erweitert sein Angebot für Fahrzeugbeleuchtung um zwei Bausteine für Fahrerassistenz-/ADAS-Anwendungen. Der A80803 nutzt Multi-Topologie-Wandler und patentierte IP, um sanfte Übergänge zwischen

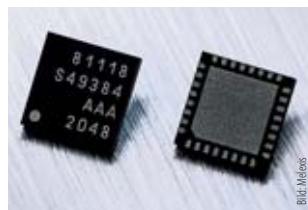


Abblend- und Fernlicht mit einem einzigen IC zu ermöglichen. Der lineare LED-Treiber A80804 bietet über mehrere, unabhängig konfigurierbare Kanäle eine hohe Leistungsfähigkeit für Fahrzeugbeleuchtungen. Der A80803 ist ein Konstantstrom-Schaltregler für Hochleistungs-LEDs im Fahrzeugbereich, der gängige Probleme für Entwickler von Scheinwerfern adressiert. Das Multi-Topologie-Single-Ended-Controller-Design bietet zusammen mit einer weiten Eingangs-/Ausgangsspannung eine universelle Lösung für zahlreiche Anwendungen bzw. eine Vielzahl von LEDs. Optionen für SPI-basierte Steuerung oder EEPROM-basierte End-of-Line-Programmierung für den eigenständigen Betrieb erweitern die Möglichkeiten zusätzlich. Der A80804 ist Allegros erster 4-Kanal-Linearer LED-Treiber für Hochleistungs-LEDs.

Das Multi-Topologie-Single-Ended-Controller-Design bietet zusammen mit einer weiten Eingangs-/Ausgangsspannung eine universelle Lösung für zahlreiche Anwendungen bzw. eine Vielzahl von LEDs. Optionen für SPI-basierte Steuerung oder EEPROM-basierte End-of-Line-Programmierung für den eigenständigen Betrieb erweitern die Möglichkeiten zusätzlich. Der A80804 ist Allegros erster 4-Kanal-Linearer LED-Treiber für Hochleistungs-LEDs.

## Umgebungsbeleuchtung im Fahrzeug Mehrkanalige LIN-LED-Controller

Melexis erweitert seine LIN-LED-Controller um den Mehrkanal-Baustein MLX81118 für Umgebungsbeleuchtung und animierte Beleuchtung innerhalb eines LIN-Systems. Mit 24 Ausgängen, die jeweils bis zu 60 mA



Strom bereitstellen, kann der MLX81118 acht RGB-Kanäle ansteuern. Die unabhängige PWM-Steuerung, die sich mit einer Auflösung bis zu 16 Bit konfigurieren lässt, ermöglicht es dem Controller, jeden Farbpunkt und jede Helligkeitsstufe zu erreichen. Der MLX81118 ergänzt den MLX81115 und MLX81113 von

Melexis, um unterschiedliche Anwendungen zu adressieren. Im Gegensatz zum MLX81113, der hauptsächlich für klassische Umgebungsbeleuchtung eingesetzt wird, eignet sich der MLX81118 für verschiedene Anwendungen, bei denen mehrere RGB-LEDs über einen LIN-Knoten innerhalb eines oder mehrerer Module angesteuert werden müssen. Durch die Mehrkanalunterstützung eignet sich der MLX81118 auch für LIN-gesteuerte Beleuchtungsanimationen.

## Produktpalette erweitert Kompakte Schottky-Barriere-Dioden

Rohm hat sein Portfolio an Schottky-Barriere-Dioden (SBD) der RBR-Serie und RBQ-Serie um 24 kompakte Modelle erweitert. Die RBR-Serie umfasst jetzt zwölf weitere Produkte im 2,5 mm × 1,3 mm großen PMDE-Gehäuse



mit Spannungsfestigkeiten von 30 V, 40 V und 60 V sowie Stromstärken von 1 A bis 40 A. Die RBQ-Serie erweiterte Rohm um zwölf 100-V-Produkte erweitert, die sowohl Versionen mit gemeinsamer Kathode als auch Einzeltypen mit 45 V, 65 V und 100 V Spannungsfestigkeit und 10 A bis 30 A Stromstärke umfassen. Die

hinzugefügten Bauelemente eignen sich etwa für Schutz- und Gleichrichterschaltungen in Automobilen, Industrieanlagen und Verbraucheranwendungen. Die RBR-Serie zeichnet sich durch niedrige VF-Eigenschaften aus. Zwölf der Produkte verfügen über ein kompaktes PMDE- (2,5 mm × 1,3 mm) Gehäuse. Die RBQ-Serie verfügt über niedrige IR-Eigenschaften. Diese ermöglichen einen stabilen Betrieb in Umgebungen mit hohen Temperaturen und verringern so das Risiko eines thermischen Durchgehens.

## Inserenten

ASAP	21	Kioxia	Titelseite	Schulz	35	Würth	2. US
dSPACE	4. US	LANGE	31	Synopsys	27		
Green Hills	3	NOFFZ	5	VICOR	39		

## Unternehmen

Allegro MicroSystems	48	dSPACE	12	Infineon	10, 12	Opel	10	Toyota	12
ASAP	28	EDAG	46	Inova Semiconductors	44	OpenSynergy	10	TTTech	11, 24
BHTC	12	Elektrobit	48	Keysight	10	Peugeot	10	TU Wien	10
Bizlink	12	Everlight	44	Kioxia Europe	14	Phoenix Contact	10	u-blox	32
BMW	10, 44	Feno	44	KPIT Technologies	8, 40	pls	48	Valeo	12
Bosch	8, 10	Ferchau Automotive	10	Kugler Maag CIE	6	Qualcomm	10	Varroc Lighting	12
Brügl Innovations	44	Ford	12	Leoni	12	Rohm	10, 48	Vitesco Technologies	10
Burmester	10	General Motors	10, 12	Marelli	12	Rutronik	8	Volkswagen	10, 12
CAM	12	Grupo Antolin	44	Melexis	48	SAIC Motor	10	ZF	8, 10
Continental	10, 12	Haimosic	10	Microchip	18, 44	Schaeffler	12	Zhenghai Group	10
Daimler	10, 12	Harman	11	Microsoft	9	Tesla	12, 50	ZKW	10
Daimler Truck	10	Hella	44	M Plan	10	Texas Instruments	36	ZVEI	6
DB Schenker	10	Here	10	Neurocat	12	Toshiba	14		
Dolby	10	Hyundai	12	NXP	22, 44, 48	Total Energies	10		

## Personen

Ariyama, Tsuguru	10	Hudi, Ricky	3, 11	Lorenzo, Franco de	32	Ploss, Reinhard	12	Steiner, Wilfried	24
Dagli, Ismail	12	Ielsch, Francis	18	Matic, Matthias	12	Sazama, Frank	6	Störmann, Axel	14
Deist, René	9	Jaeger, Michael	12	Matschi, Helmut	12	Scheider, Wolf-Henning	9	Tarabbia, Jean-François	12
Hagel, Jochen	46	Jourdan, Frank	12	Matsumoto, Isao	10	Schramböck, Margarete	11	Tatman, David	36
Hanebeck, Jochen	12	Kocher, Martin	11	Overbeek, Edzard	11	Schreiner, Philip	11	Tholiya, Nishant	40
Heinemann, Sebastian	28	Kopetz, Georg	11	Christian Päschel	12	Schulte, Thomas	12		
von Hirschheydt, Philipp	12	Leiber, Heinz	46	Petznick, Frank	12	Sohn, Young	11		

## Impressum

### AUTOMOBIL ELEKTRONIK

www.automobil-elektronik.de  
www.all-electronics.de  
19. Jahrgang  
ISSN 0939-5326

Ihre Kontakte:  
Abonnement- und Leser-Service:  
E-Mail: leserservice@huthig.de  
Tel: +49 (0) 8191 125-777

Anzeigendisposition:  
Sabine Greinus  
Tel: +49 (0) 6221 489-598,  
E-Mail: ael-dispo@huthig.de  
Zur Zeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 19 vom 01.10.2020

### Verlag

Hüthig GmbH, Im Weiher 10, 69121 Heidelberg  
www.huthig.de, Amtsgericht Mannheim HRB 703044  
Geschäftsführung: Moritz Warth  
Leiter digitale Produkte: Daniel Markmann  
Leitung Zentrale Herstellung: Hermann Weixler  
Herstellung: Herbert Schiffrers  
Art Director: Jürgen Claus  
Layout und Druckvorstufe: Cornelia Roth  
Druck:  
QUBUS media GmbH, Beckstraße 10, 30457 Hannover  
© Copyright Hüthig GmbH 2021, Heidelberg.  
Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichung kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion, vom Verleger und Herausgeber nicht übernommen werden. Die Zeitschriften, alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen, sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen. Mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung in dieser Zeitschrift geht das umfassende, ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhaltlich unbeschränkte Nutzungsrecht auf den Verlag über. Dies umfasst insbesondere das Printmediarecht zur Veröffentlichung in Printmedien aller Art sowie entsprechender Vervielfältigung und Verbreitung, das Recht zur Bearbeitung, Umgestaltung und Übersetzung, das Recht zur Nutzung für eigene Werbezwecke, das Recht zur elektronischen/digitalen Verwertung, z. B. Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen, zur Veröffentlichung in Datennetzen sowie



**Hüthig**

erfolgsmedien für experten

Datenträger jedweder Art, wie z. B. die Darstellung im Rahmen von Internet- und Online-Dienstleistungen, CD-ROM, CD und DVD und der Datenbanknutzung und das Recht, die vorgenannten Nutzungsrechte auf Dritte zu übertragen, d. h. Nachdruckrechte einzuräumen. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dergleichen in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zur Annahme, dass solche Namen im Sinne des Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen. Mit Namen oder Zeichen des Verfassers gekennzeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Redaktion dar. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen für Autorenbeiträge.

Auslandsvertretungen

Schweiz, Liechtenstein:

Katja Hammelbeck, interpress gmbh

Ermatinger Straße 14, CH-8268 Salenstein,

Tel: +41 (0) 71 552 02 12, Fax: +41 (0) 71 552 02 10,

E-Mail: kh@interpress-media.ch

USA, Kanada, Großbritannien, Österreich:

Marion Taylor-Hauser,

Max-Böhm-Ring 3, 95488 Eckersdorf,

Tel: +49 (0) 921 316 63, Fax: +49 (0) 921 328 75,

E-Mail: taylor.m@t-online.de

Angeschlossen der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern (IVW), (Printed in Germany)

Datenschutz:

Ihre Angaben werden von uns für die Vertragsabwicklung und für interne Marktforschung gespeichert, verarbeitet und genutzt und um von uns und per Post von unseren Kooperationspartnern über Produkte und Dienstleistungen informiert zu werden. Wenn Sie dies nicht mehr wünschen, können Sie dem jederzeit mit Wirkung für die Zukunft unter leserservice@huthig.de widersprechen. Ausführliches zum Datenschutz und den Informationspflichten finden Sie unter www.huthig.de/datenschutz

### Vertrieb

Vertriebsleitung: Hermann Weixler  
Abonnement und Leser-Service:  
Hüthig GmbH, Leserservice, 86894 Landsberg  
E-Mail: leserservice@huthig.de

Abonnement:

http://www.automobil-elektronik.de/abo/

Bezugsbedingungen und -preise (inkl. ges. MwSt.)

Inland € 104,86 zzgl. € 8,65 Versand = € 113,42

Ausland € 104,86 zzgl. € 17,12 Versand = € 121,98

Einzelverkaufspreis € 20,00 inkl. ges. MwSt. & zzgl. Versand

Der Studentenrabatt beträgt 35 %.

Kündigungsfrist:

jederzeit mit einer Frist von 4 Wochen zum Monatsende.

Erscheinungsweise: 6 x jährlich

### Redaktion

Chefredaktion:

Dipl.-Ing. Alfred Vollmer (av) (v.i.S.d.P.)

Tel: +49 (0) 8191 125-206,

E-Mail: alfred.vollmer@huthig.de

Redaktion:

Dr.-Ing. Nicole Ahner (na)

Tel: +49 (0) 8191 125-494,

E-Mail: nicole.ahner@huthig.de

Martin Probst (prm)

Tel: +49 (0) 8191 125-214,

E-Mail: martin.probst@huthig.de

Redaktionsassistentin und Sonderdruckservice:

Diemut Baldauf,

Tel: +49 (0) 8191-125-408

E-Mail: diemut.baldauf@huthig.de

### Anzeigen

Head of Sales Elektronik:

Frank Henning, Tel: +49 (0) 6221 489-363,

E-Mail: frank.henning@huthig.de



# Totgesagte leben länger

Dr. Lederers Management-Tipps



Karikatur: Heinrich Schwarz-Banke

Die Geschichte beginnt im Frühjahr 2003 in Palo Alto im Silicon Valley. Fünf Jahre später kam das weltweit erste vollelektrische Serienfahrzeug mit Lithium-Ionen-Akku auf den Markt, wenn auch in geringen Stückzahlen. Weitere vier Jahre später folgte eine Oberklassenlimousine und nochmals fünf Jahre darauf ein Mittelklassefahrzeug, beide vollelektrisch. Das sind die groben Eckpunkte und Sie ahnen es bereits: die Rede ist von Tesla. Dass die Entwicklung so verlaufen und gutgehen würde, war keineswegs vorhersehbar, schließlich mussten in bester Startup-Manier Finanzierungsrunden abgehalten und Investoren überzeugt werden.

Wer glaubte vor fast 20 Jahren an Elektroautos und deren Markterfolg? Offensichtlich nur Draufgänger oder Verrückte. Daher kam es auch, wie es kommen musste: Die etablierten Automobilhersteller winkten ab und belächelten den Newcomer. Wie konnte man auch auf die Idee

kommen, knapp 7.000 Laptopbatterien in einen Roadster zu stecken? Zudem schien ihnen die wirtschaftliche Entwicklung Recht zu geben: Statt zur Profitabilität führte der Weg mehrmals zum Beinahe-Konkurs. „Die Pleite ist unvermeidlich“, war daher von Automobilexperten einhellig zu hören. Fakt ist: Heute sieht der weltgrößte Autokonzern aus Niedersachsen in Tesla seinen bedeutendsten Wettbewerber, dem es nachzueifern gilt.

## Neues Denken

Doch was genau macht den Erfolg der Kalifornier aus? Worin unterscheiden sie sich so sehr von traditionellen OEMs, dass sie damit den Benchmark setzen? Im Kern ist es ein neues Denken, wofür die folgenden Facetten entscheidend sind.

• **Ökosystem statt Einzelprodukt:** Wie wichtig ein leistungsfähiges Ladenetzwerk für die Elektromobilität ist, wurde mittlerweile offensichtlich. Dieses zusammen mit den Autos an den Start zu bringen und damit ein Ökosystem zu

schaffen, das ein Haupthindernis in der Kundenakzeptanz beseitigt, ist klug.

• **Standard statt individuell:** Wie lang ist Teslas Aufpreisliste? Kaum der Rede wert. Die Vorteile liegen auf der Hand: Eine denkbar einfache und schnelle Konfiguration sowie eine sehr geringe Varianz, die massiv Kosten spart.

• **Digital statt analog:** Auf Basis einer geeigneten Architektur umfassend zu digitalisieren, ermöglicht Einfachheit, Automatisierung und hohe Effizienz. Beispiele sind OTA-Updates, die Fahrzeug-App und die Online-Buchung von Serviceterminen.

Bekannt und nachahmbar sind diese Prinzipien nun seit Jahren. Der davon ausgehende unternehmerische Nutzen ist direkt greifbar. Inwieweit sie Verbreitung gefunden haben, mögen Sie selbst beurteilen. Hilfreich wäre es. (av) ■

## Autor

**Dr. Dieter Lederer**

Veränderungsexperte, Unternehmer, Investor und Musiker





## Redakteur (m/w/d) Elektronik-Medien

Die **Hüthig GmbH**, ein Unternehmen der Südwestdeutschen Medienholding (SWMH), sucht für das Themencluster Elektronik **zum nächstmöglichen Zeitpunkt** für die Fachzeitschriften elektronik industrie, AUTOMOBIL-ELEKTRONIK und emobility tec sowie die Website all-electronics.de einen

### Redakteur (m/w/d) Elektronik-Medien

**Hüthig GmbH, Landsberg, Vollzeit**

#### Wer wir sind

Die Fachverlagsgruppe Hüthig GmbH, ein Unternehmen des Süddeutschen Verlages, publiziert zahlreiche technische Fachzeitschriften, unter anderem in den Bereichen Elektronik, Elektrotechnik, Chemietechnik, Verpackungstechnik und Kunststoffverarbeitung. Zielgruppe unserer Medien ist ein hochqualifiziertes Publikum von Fachkräften und Entscheidern in ausgewählten Berufsgruppen.

#### Ihre Aufgaben

- Themenplanung, Recherche, Schreiben und Bearbeiten von Manuskripten für Online und Print aus dem Themenbereich Elektronik
- Aufbereiten komplexer Themen für die Zielgruppe aller Entscheider rund um die Elektronikentwicklung
- In Abstimmung mit der Chefredaktion eigenständiges Planen und Realisieren kompletter Ausgaben
- Mitwirkung bei der Planung, Koordination und Entwicklung organisatorischer Redaktionsabläufe
- Firmen-, Messe- und Veranstaltungsbesuche
- Aufbau und Betreuung eines persönlichen Informationsnetzes
- Unterstützung beim inhaltlichen Ausbau bestehender und Planung neuer Veranstaltungen im Themencluster Elektronik

#### Ihr Profil

- Dipl.-Ing., Master oder Bachelor in der Fachrichtung Elektrotechnik/ Nachrichtentechnik/ Informatik/Physik oder vergleichbare Ausbildung
- Journalistische Erfahrung und stilsichere Schreibe, mehrjährige Praxis bei Fachzeitschriften oder Websites von Vorteil
- Hohe Affinität und Verständnis für digitale Publishing-Kanäle inkl. Social Media
- Ausgeprägte Recherche-Fähigkeiten
- Gesunde Neugier bei technischen Themen auch über den Elektronik-Markt hinaus
- Gute Kenntnisse in den gängigen Office-Programmen, Erfahrungen mit Content-Management-Systemen von Vorteil
- Sichere Englisch-Kenntnisse in Wort und Schrift
- Sehr gute Deutsch-Kenntnisse und Freude am Schreiben
- Teamfähigkeit und Engagement auch unter Zeitdruck



#### Unser Angebot

- Gestalten Sie die digitale Transformation eines der größten deutschen Medienhäuser aktiv mit
- Das Beste aus zwei Welten: Agile und dezentrale Firmen und Einheiten, eingebettet in die Stabilität einer Holding
- Vielfältige Karrierechancen und Entwicklungsmöglichkeiten durch ein Portfolio von mehr als 160 Konzernunternehmen an über 30 Standorten
- Persönliche und fachliche Weiterbildung u.a. in der hauseigenen SWMH-Akademie
- Flexible und familienfreundliche Arbeitsbedingungen in einem stabilen Umfeld
- Mitarbeiterrabattaktionen für Reisen, Shopping, Kultur- und Sportevents
- Sonderkonditionen bei der Deutschen Bahn
- Vergünstigtes Mitarbeiter-Abo (z.B. Süddeutsche Zeitung, Stuttgarter Zeitung, Stuttgarter Nachrichten)

#### Weitere Informationen:

Bei der SWMH leben wir Vielfalt! Wir setzen uns für Chancengleichheit und ein wertschätzendes und vorurteilsfreies Arbeitsumfeld ein. Daher sind wir auch Unterzeichner der „Charta der Vielfalt“.

#### Überzeugt?

Wir freuen uns über aussagekräftige Bewerbungen inklusive CV, Anschreiben und Zeugnissen.

#### Kontakt:

Hüthig GmbH,  
Viktoria Pietrek,  
Hultschiner Straße 8, 81677 München,  
Deutschland

<https://jobs.swmh.de/Vacancies/3182/Description/1>



# Los. Und fertig.

Vorbereitung, Simulation und Validierung schnell und einfach.  
**SIMPHERA.** Enter simpliCity.

Willkommen bei SIMPHERA. Betreten Sie eine völlig neue Welt und entdecken Sie die neueste webbasierte Lösung, die das autonome Fahren voranbringt. Erleben Sie durchgängige Tests auf SIL- und HIL-Plattformen. Oder anders ausgedrückt: Enter simpliCity. [simpliCity. simpheara.dspace.com](https://simpliCity.simpheara.dspace.com)

