

AUTOMOBIL ELEKTRONIK

E/E-Entwicklung für Entscheider

dSPACE

BUSSE + SYSTEME

Augen auf bei der Speicherwahl: Intelligente Entscheidungen verhindern Ausfälle.

Seite 34

SDV

Wie Software-defined Audio personalisierte Hörerlebnisse ermöglicht.

Seite 44

ELEKTRIFIZIERUNG

Kabelloses BMS: Ultra-breitband-Technologie für das EV-Batteriemangement.

Seite 58

SDV: Die Lücke zwischen SIL und HIL schließen

Interview mit Dr. Carsten Hoff,
CEO von dSPACE
Seite 14

WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

WIR TREIBEN DIE E-VOLUTION VORAN. VOLLER ENERGIE SEIT ÜBER 35 JAHREN.



© ei505



WE meet @
PCIM Europe
Halle 6 - 342

Seit über 35 Jahren ist Würth Elektronik **Partner der Automobilindustrie**. Energiegeladen 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. Weitere Informationen: www.we-online.com/automotive



SMT
Power Inductor
WE-PD2A



SMD
Semi-Shielded
Power Inductor
WE-LQSA



SMT Power
Inductor
WE-MAIA



SMT EMI
Suppression
Ferrite Bead
WE-CBA



SMT High
Current Inductor
WE-CHSA



SMD
Power Inductor
WE-XHMA



SMD Flat Wire
High Current Inductor
WE-HCIA



REDCUBE
Press-Fit
WE-PFICFA

EDITORIAL

CO₂-Flexibilität: Bonus für Zauderer?

Mit dem aktuellen Entwurf zur Änderung der CO₂-Flottengrenzwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge liefert die EU-Kommission einen politischen Balanceakt ab. Zwischen Transformationsdruck, geopolitischer Unsicherheit und wachsendem Einfluss von Lobbyisten hat Brüssel nun beschlossen, den Automobilherstellern in den Jahren 2025 bis 2027 mehr Luft zum Atmen zu lassen. Geschehen soll dies durch eine temporäre Flexibilisierung der CO₂-Zielerreichung.

Die Idee dahinter: Nicht mehr jedes Jahr muss einzeln die Zielmarke erreicht werden – stattdessen darf der Flottenausstoß über drei Jahre gemittelt werden. Eine Art regulatorisches Schuldenkonto, das Vor- und Nachholungen ermöglicht. Das klingt auf den ersten Blick vernünftig – immerhin steht die Branche vor immensen Herausforderungen. Aber man muss auch fragen dürfen: Ist das die logische Konsequenz aus technologischen Zwängen – oder das Ergebnis erfolgreichen Lobbyings?

Denn eines darf man nicht vergessen: Die CO₂-Ziele selbst sind nicht neu. Sie wurden über Jahre hinweg politisch verhandelt und bieten seit langem einen klaren Rahmen. Wer diesen Zeitraum nicht genutzt hat, um sich strategisch aufzustellen, muss sich nun die Frage gefallen lassen, ob mangelnde Weitsicht mit regulatorischer Nachsicht belohnt wird.

Die Kommission betont, dass es keine Zielabsenkung gibt, sondern nur eine Änderung des Weges dorthin. Doch gerade darin liegt die eigentliche Brisanz: Wer frühzeitig investiert hat – in effiziente Antriebe, batterieelektrische Plattformen und CO₂-optimierte Lieferketten – könnte sich nun fragen, wofür der Aufwand gut war, wenn andere mit Verzögerung und gleichem Ergebnis durchkommen. Es bleibt zu hoffen, dass diese befristete Maßnahme tatsächlich dem struktu-



Dr.-Ing. Nicole Ahner
Redaktionelle Leitung
AUTOMOBIL ELEKTRONIK

rellen Wandel dient – und nicht als Einladung zur weiteren Verschleppung missverstanden wird. Die Uhr tickt. Und in einer Industrie, die sich gerne als technologischer Vorreiter versteht, sollte das Erreichen von Klimazielen nicht zum Ausnahmefall werden, sondern zur Norm.

Diese Ausgabe der AUTOMOBIL-ELEKTRONIK erlaubt Ihnen schon einmal einen ersten Blick auf den diesjährigen AEK zu werfen, der in seiner 29. Fassung am 24. und 25. Juni in Ludwigsburg stattfinden wird. Ab Seite 18 lässt meine Kollegin Sabine Synkule Vorfreude auf das Event aufkommen, wieder mit hochkarätigen Sprechern und zwei spannenden Panel-Diskussionen. Ich glaube mein persönliches Highlight wird das Panel unter Moderation von Alfred Vollmer am zweiten Kongresstag: „Computing Architectures of the Future“, mit dabei sind Synopsys, NXP, RISC-V International und das imec. Eine Runde ganz nach meinem Geschmack. Nutzen Sie die Gelegenheit, sich jetzt noch für den AEK anzumelden!

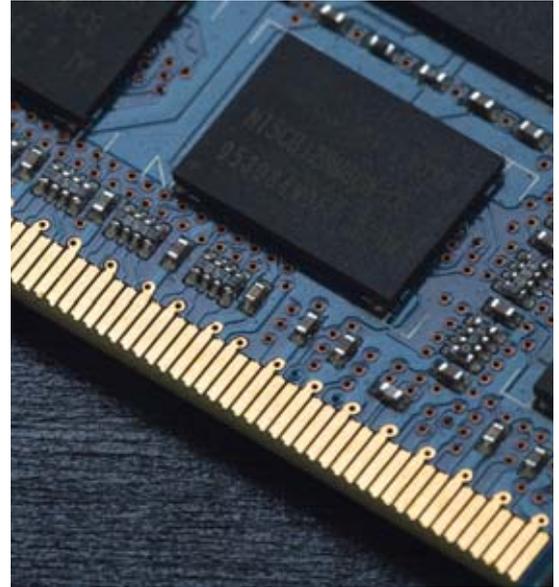
IHR KONTAKT ZUR REDAKTION
Nicole.Ahner@huethig-medien.de
Tel.: +49 8191 125 494



- Real-Time Operating Systems
- Secure Hypervisors
- Compilers & Tools
- Debug Probes
- Safety & Security Certifications

For more information
call **+49 (0)228 4330 777** or
email **info-emea@ghs.com**

INHALT 02/2025



Die Lücke zwischen SIL und HIL schließen

Beim SDV greifen die klassischen Entwicklungs- und Testmethoden nicht effektiv, so dass neue Konzepte gefragt sind. Coverinterview mit Dr. Carsten Hoff, CEO von dSPACE. Seite 14

Augen auf bei der Speicher-Auswahl

Schon bei der Konzeption eines Automobils müssen OEMs besondere Vorkehrungen treffen, denn Fahrzeugrückrufe kosten Milliarden – oft wegen fehlerhafter Elektronik. Seite 34

Märkte + Technologien

ZVEI-Standpunkt

Automobilökosystem ganzheitlich betrachten 06

News und Meldungen 08

Kolumne: Abgefahren: Software trifft Auto

Das Zeitalter der Architekten 12

Coverinterview

SDV: Die Lücke zwischen SIL und HIL schließen

Interview mit Dr. Carsten Hoff, dSPACE 14

Veranstaltung

Vorfreude auf den AEK 2025

29. Internationaler Automobil-Elektronik Kongress 18

Connectivity + Cybersecurity

Zukunft der Fahrzeugsoftware absichern

Sicher und effizient: Standardisierung von OTA-Updates 22

Make it Safe! Software auf der Straße

Abwehr unerlaubter Netzwerkzugriffe mit Automotive Firewalls 26

Mit einer Plattform zu mehr Sicherheit

Sicherheit und Datenschutz: Geht das eine ohne das andere? 28

Busse + Systeme

Isoliertes Erfassen von Gleich- und Wechselspannungen

Genaue Messungen für aktuelle Leistungswandler und Motorregler 30

Augen auf bei der Speicher-Auswahl

Wie intelligente Entscheidungen Ausfälle im Automobilsektor verhindern 34

Safety

MEMS-Technik statt Quarzkristalle

Halbleiterbasierende Taktgeber machen Fahrzeuge sicher 36

Sicher unterwegs

AEC-Q200-qualifizierte Sicherungen in der Automobilumgebung 40

SDV

Die Zukunft mit Software-defined Audio aktiv gestalten

Wie SDA die Automobilwelt verändert 44



Titelseite gesponsert von dSPACE

Bild: dSPACE



UWB ermöglicht kabelloses BMS

Eine völlig neue Generation kabelloser Lösungen auf Basis von Ultrabreitband-Technologie eröffnet entscheidende Vorteile bei Leistung, Produktion und Systemzuverlässigkeit. Seite 58

SDV: Strategien zur operativen Exzellenz
Software ist das Herzstück auf vier Rädern 46

SPECIAL: Elektrifizierung

Zukunftssichere Kommunikation in der E-Mobilität
Protokolle und Standards für die Ladeinfrastruktur von morgen 50

Vom unidirektionalen AC-Laden zu bidirektionalen und V2X-Anwendungen
Fehlerströme überwachen in der Wallbox und im E-Fahrzeug 54

UWB ermöglicht kabelloses BMS
Ultrabreitband-Technologie für das EV-Batteriemangement 58

Cybersicherheit bereits bei der Planung berücksichtigen
Ladeinfrastrukturen im Visier der Hacker 60

Rubriken

Editorial 3

Verzeichnisse / Impressum 65

Neue Produkte 64

Dr. Lederers Management-Tipps
Krisenmanagement: unzulänglich 66

Security. The new dimension of Safety.

Keine Safety ohne Security!

Die Industrie befindet sich im Wandel. Neben Safety als funktionale Sicherheit für Mensch und Maschine ist Industrial Security zum Schutz vor Cyberangriffen oder Manipulation unverzichtbar. Mitarbeiter sollen sicher arbeiten können – und die Produktivität von Maschinen und Anlagen muss gewährleistet bleiben. Deshalb denken wir bei Pilz ganzheitlich, von der Beratung bis zum Produkt. Für eine sichere Automation Ihrer Produktions- und Industrieanlagen.



Jetzt mehr erfahren!

PILZ

THE SPIRIT OF SAFETY

Pilz GmbH & Co. KG
Tel.: 0711 3409-0, info@pilz.de, www.pilz.de



Bild: ZVEI

Azar Mottale,
Bereichsleiterin Mobilität beim ZVEI

Automobilökosystem ganzheitlich betrachten

Die europäische Automobilindustrie steht vor großen Herausforderungen. Deshalb hat die EU-Kommission Anfang des Jahres mit ihr einen strategischen Dialog begonnen. Wenn dieser zu greifbaren Ergebnissen führen soll, muss er das gesamte Automobilökosystem einbeziehen. Also nicht nur Automobilhersteller, sondern auch Zulieferer von Batterien, Halbleitern, Software sowie Anbieter von Ladeinfrastruktur.

Ab 2035 sollen nur noch lokal emissionsfreie Fahrzeuge zugelassen werden – so der Plan der EU. Das unterstreicht einmal mehr die Bedeutung von batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen. Denn andere Technologien stehen weiterhin vor erheblichen technischen und infrastrukturellen Herausforderungen, bevor sie in puncto Marktreife vollauf überzeugen können. Dennoch ist ein klares Bekenntnis der politischen Entscheidungsträger zur Elektromobilität als Schlüsseltechnologie dringend erforderlich. Und zwar auf nationaler und auf europäischer Ebene. Denn es geht für das gesamte Ökosystem Elektromobilität um Planungssicherheit für bereits getätigte Investitionen.

Vorteile betonen, Lücken in der Ladeinfrastruktur schließen

Öffentliche Diskussionen zum Thema Elektromobilität sind bislang vorbelastet. Hier braucht es einen Umschwung, der ihre Vorteile stärker in den Vordergrund stellt. Geringe Emissionen, höhere Effizienz oder günstigere Wartungskosten sind vor allem im Sinne der Verbraucher. Und gerade deren Perspektive sollte beim Festsetzen der Ziele und deren Umsetzung stets berücksichtigt werden. Gegenwärtig sind für jeden zweiten Haushalt in Deutschland die noch bestehenden Lücken in der Ladeinfrastruktur ein

Hindernis, das von der Anschaffung eines E-Fahrzeugs abhält. Immer noch fehlen bei rund einem Drittel aller Gemeinden die öffentlichen Normalladepunkte, drei Viertel stehen bei den Schnellladepunkten noch unterversorgt da. Dringend auszubauen ist auch die Ladeinfrastruktur in Mehrparteienhäusern in Großstädten: 2023 verfügten gerade einmal sieben Prozent mit mehr als zehn Stellplätzen über eine Wallbox oder eine Ladesäule.

Temporäre Kaufanreize sind eine weitere Möglichkeit, den Hochlauf der Elektromobilität anzukurbeln. Grundsätzlich gilt es, Förderungen in einen intelligenten Rahmen zu setzen und zeitlich zu begrenzen. Langfristig sollte das Ziel darin bestehen, eine wirtschaftlich tragfähige und eigenständige Elektromobilitätsbranche zu schaffen, die ohne

»Ein klares Bekenntnis der politischen Entscheidungsträger zur Elektromobilität ist erforderlich.«

Azar Mottale,
Bereichsleiterin Mobilität
beim ZVEI

staatliche Zuschüsse auskommt. Letztlich liegt der Schlüssel für einen erfolgreichen Ausbau der E-Mobilität in der Förderung der Ladeinfrastruktur sowie der Verbesserung der industriellen Standortbedingungen in Deutschland und Europa. Eine stärkere Förderung von Forschung und Entwicklung in den für das Ökosystem Elektromobilität entscheidenden Bereichen Batterietechnologie, Halbleiter, Leistungselektronik sowie E-Maschinen ist hierbei unverzichtbar.

Langfristige Strategie erarbeiten, Forschung fördern

Ungefähr ein Drittel des Gesamtwerts eines batterieelektrischen Fahrzeugs hängt an der Batterie. Zwar verfügt die EU über ein hervorragendes Batterieökosystem über fast alle Wertschöpfungsstufen hinweg. Um dies zu sichern, sollte sie trotzdem eine Strategie für ein langfristig wettbewerbsfähiges europäisches Batterie-Ökosystem erarbeiten, die alle Beteiligten in der Batteriewertschöpfungskette miteinbezieht. Unverständlicherweise wurden in Deutschland Forschungsgelder für Batterietechnologie um mehr als 50 Prozent gegenüber den ursprünglichen Vorschlägen gekürzt. Ohne ausreichende Förderung der Batterieforschung droht die einheimische Industrie jedoch, bei einer der zentralen Zukunftstechnologien dauerhaft in Abhängigkeiten zu geraten.

Chips, Mikrocontroller, Sensoren und andere mikroelektronische Komponenten sind die Basis der digitalen und grünen Transformation. Die Förderinstrumente wie nationale Rahmenprogramme und europäische IPCEI müssen nicht nur fortgeführt, sondern auch weiterentwickelt und optimiert werden. Ziel muss es sein, dass alle wesentlichen Stufen der Wertschöpfungskette in Europa angesiedelt sind. Denn Halbleiterproduktion ist enorm kapitalintensiv und Europa steht im Standortwettbewerb mit den USA, China, Taiwan, Korea und Japan, die ihre Halbleiterindustrien massiv unterstützen.

Vor allem aber gilt: Die aktuellen Transformationsprozesse erfordern einige Anstrengungen, bieten aber auch erhebliche Potenziale für Innovation, Wachstum und Fortschritt. Umso wichtiger ist es, dass die EU-Kommission das gesamte Ökosystem bei ihrem strategischen Dialog mit der Automobilindustrie berücksichtigt! (na) ●



Our upcoming ADT related Events



Automotive Software Strategies
A unique platform serving for the exploration of latest developments in SDVs. Emerging trends, strategies and a particular focus on China as leading market.



ChargeTec
Explore the latest advancements and in charging technology and infrastructure for EVs. Gain invaluable insights and networking opportunities.



Charging & Battery ASEAN (Bangkok)
E-mobility in ASEAN is experiencing significant growth. Join us to acquire valuable insights and stay ahead in this ever-evolving field.



AEK
The AEK enables you to stay at the forefront of innovation in the automotive electronics industry and network with leading professionals in the field.



The Automotive Battery
This event provides the insights needed to stay ahead in a competitive market. A key focus will be the new EU battery regulation.



AWH Detroit
The Automotive Wire Harness & EDS Conference has rapidly emerged as a premier event with the automotive industry and positioned itself at the forefront of advancements in wire harness and EDS systems.



Automotive Computing Conference
This event built on the momentum by uniting industry experts from around the globe. Enjoy deep dive about zonal architectures, AI and virtual platforms.



Bordnetze im Automobil
Ludwigsburg has proven to be the place for insightful perspectives shared by OEM and Tier 1 on current challenges, emerging trends and the future outlook of the industry.



Charging & Battery ASEAN (Singapore)
E-mobility in ASEAN is experiencing significant growth. Join us to acquire valuable insights and stay ahead in this ever-evolving field.

Join us today!

Gain access to premium content, special offers and more...
Your free registration includes:
Reports from our global portfolio of conferences
Full access to the digital news archives



Register now

<https://www.adt.media/events>

Imec in Heilbronn

Chipforschung auf Weltniveau

Deutschland landet einen High-tech-Treffer: Das imec bringt Spitzentechnologie nach Heilbronn – und könnte so die deutsche Autoindustrie voranbringen.

Wie das Handelsblatt unter Berufung auf Branchenkreise berichtet, wird das belgische Spitzenforschungsinstitut imec einen neuen Standort in Heilbronn errichten. Damit gelingt Deutschland ein bemerkenswerter Coup in der strategisch wichtigen Halbleiterbranche. Während Produktionsprojekte in Magdeburg und im Saarland zuletzt gescheitert sind, wird mit der Ansiedlung von imec die Forschungslandschaft gestärkt. Dass die Wahl ausgerechnet auf Heilbronn fiel, ist kein Zufall: Die Ansiedlung erfolgt im entstehenden Innovation Park Artificial Intelligence (Ipai), einem Leuchtturmprojekt des Landes Baden-Württemberg. Bis zu 70 Forscher sollen dort künftig gemeinsam



Bild: imec

mit deutschen Fahrzeugherstellern und Zulieferern an hochmodernen Halbleiterlösungen arbeiten. Während Produktionskapazitäten zuletzt in Deutschland nicht realisiert wurden, markiert die imec-Ansiedlung eine strategische Neuausrichtung: Nicht Fabriken, sondern Forschung soll den technologischen Anschluss sichern. Dass Baden-Württemberg diese Entwicklung aktiv unterstützt, zeigt sich auch finanziell: 40 Millionen Euro Fördermittel stellt das Land bereit.

Zudem werden zehn neue Professuren im Bereich Chipstechnologie am Standort eingerichtet. Damit entsteht nicht nur ein Forschungsstandort, sondern potenziell ein Ausbildungs- und Innovationszentrum mit internationaler Strahlkraft. Die Entscheidung könnte sich als zukunftsweisend erweisen, denn die EU hat mit dem Chips Act ambitionierte Ziele: Der Anteil Europas an der weltweiten Chipproduktion soll bis 2030 auf 20 Prozent steigen.

Inova verdoppelt Entwicklungskapazitäten

Im Januar 2025 hat Inova Semiconductors den Umzug in die neuen Räumlichkeiten in der Zielstattstraße 32 in München vollzogen. Die Bürofläche hat sich dadurch mehr als verdoppelt. Der neue Standort bietet Raum für die Umsetzung einer langfristigen Wachstumsstrategie, die auf internationale Expansion und technologische Weiterentwicklung ausgerichtet ist. Die Verlagerung ist Teil eines Fünfjahresplans, mit dem die Präsenz des Unternehmens vor allem in Asien und Nordamerika gestärkt werden soll. Der neue Standort dient dabei als organisatorische Grundlage für die geplante Aufstockung der Belegschaft auf rund 100 Vollzeitkräfte. Mit der erweiterten Bürofläche wird nicht nur dem gestiegenen Platzbedarf Rechnung getragen, sondern auch die Möglichkeit geschaffen, weitere Entwicklungsressourcen aufzu-



Bild: Timo Bierbaum

bauen. Diese sollen der Fortentwicklung bestehender Technologien sowie dem Aufbau neuer Produktlinien dienen. Parallel zur Standorterweiterung wird die dritte Produktlinie für APXpress aufgebaut. Diese Technologie ist für die Kommunikation zwischen Sensoren und zonalen Gateways in Fahrzeugen vorgesehen. Ab 2028/29 sollen seriennahe Halbleiter bereitstehen, die mit 32 Gbit/s * n operieren und eine SerDes-Kommunikation ermöglichen.

Infineon bringt RISC-V in die Autoindustrie

Infineon (im Bild Peter Schiefer, Präsident der Division Automotive) ebnet den Weg für die Einführung von RISC-V in der Automobilindustrie und wird innerhalb der kommenden Jahre eine neue Familie von Automotive-MCUs auf Basis von RISC-V auf den Markt bringen, als Teil der Marke Aurix. Die neue Aurix-Familie deckt eine breite Palette von Automotive-Anwendungen ab, von Einsteiger-MCUs bis hin zu Hochleistungs-MCUs. Auf der Embedded World 2025 in Nürnberg stellte Infineon einen virtuellen Prototypen vor. Dabei handelt es sich um ein Starter-Kit, mit dem Partner des Unternehmens noch vor Verfügbarkeit der Hardware mit der Softwareentwicklung beginnen können. Durch das Joint Venture mit Quintauris arbeitet das Unternehmen mit anderen Halbleiterunternehmen zusammen, um die Industrialisierung von



Bild: Infineon

RISC-V-basierenden Produkten zu beschleunigen. Außerdem arbeitet Infineon gemeinsam mit Software- und Tool-Partnern an einem umfassenden Ökosystem. So basiert das virtuelle Prototypen-Kit auf der Tool-Suite von Synopsys. Mehrere Partner wie IAR, Elektrobit, Green Hills, HighTec, Lauterbach, PLS, Synopsys und Tasking haben ihre Arbeit mit dem Kit bereits begonnen und zeigten erste Lösungen auf der Embedded World 2025.

Strategische Zusammenarbeit zwischen Indie und GF



Bild: Indie Semiconductor

Indie Semiconductor ist eine strategische Zusammenarbeit mit GlobalFoundries (GF) eingegangen, um das Portfolio an Radarsystemen auf Chip (SoC) zu entwickeln. Diese SoCs sind auf der 22FDX-Plattform von GF hergestellt und zielen auf 77- und 120-GHz-Radaranwendungen für fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme (ADAS) sowie angrenzende industrielle Anwendungen. Die weltweiten Sicherheitsvorschriften für Fahrzeuge, die Bewertungsprogramme für Neuwagen und die Nachfrage der Verbraucher nach Komfortfunktionen beschleunigt die Einführung von Radargeräten in der Automobilindustrie. Infolgedessen werden neue Fahrzeuge mit mindestens vier Radar-

sensoren ausgestattet, und diese Zahl soll sich in kommenden Plattformen verdoppeln. Die 77-GHz-SoCs von Indie sind für Systeme zur Überwachung der Umgebung und Erkennung von Hindernissen mit größerer Reichweite vorgesehen und ermöglichen Anwendungen wie Vorwärtskollisionswarnung (FCW) und automatische Notbremsung (AEB) sowie Anwendungen mit kürzerer Reichweite wie das Erkennen des toten Winkels (BSD), die Querverkehrswarnung und automatisches Einparken. Diese Radarlösung befindet sich in fortgeschrittener Design-in-Phase bei einem Tier-1-Kunden. Dagegen zielen die 120-GHz-Lösungen auf Anwendungen im Fahrzeuginnenraum, die eine höhere Auflösung und Präzision über kürzere Reichweiten erfordern, wie etwa die Überwachung von Insassen und die Erkennung von Lebenszeichen wie Herzschlag und Atmung. Das 120-GHz-SoC unterstützt Antennen-in-Package-Designs, was kleinere Systeme ermöglicht, ohne die Leistung, Kosten die Ästhetik im Fahrzeuginnenraum zu beeinträchtigen. Erste Kundmuster sind bereits verfügbar.

Startschuss für Innovations- und Technologiezentren Wasserstoff

Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) investiert weiter in die Wasserstofftechnologie und unterstützt den Aufbau dezentraler Innovations- und Technologiezentren Wasserstoff (ITZ-H2). Förderbescheide in Höhe von 154 Mio. Euro



gingen an Vertreter des Standorts Chemnitz und des norddeutschen Clusters aus Bremen, Bremerhaven, Hamburg und Stade. Die beiden Standorte werden gezielt kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), Start-ups sowie die Zulieferindustrie dabei unterstützen, Wasserstofftechnologien weiterzuentwickeln und zur Marktreife zu bringen. Die Fördersumme für den Standort Chemnitz beträgt rund 84 Mio. Euro. Die Mittel für die Bundesförderung des ITZ-H2 stammen aus dem Deutschen Aufbau- und Resilienzplan (DARF) und werden über die europäischen Aufbau- und Resilienzfazilitäten (ARF) bereitgestellt. Das sogenannte Hydrogen Innovation Center (HIC) in Chemnitz legt den Fokus auf die Transformation der Zulie-

ferindustrie und des Maschinenbaus. Schwerpunkt liegt hier auf Komponenten, Baugruppen und Systemen sowie neuen Testverfahren und digitalen Zwillingen, insbesondere im Bereich Brennstoffzellen und Wasserstoffanwendungen. Am Hanseatic Hydrogen Center für Aviation and Maritime (H2AM) in Norddeutschland stehen dagegen die Schifffahrt und Luftfahrt im Mittelpunkt. Dabei konzentrieren sich die Arbeiten auf die Entwicklung und Integration von Brennstoffzellensystemen, hybride Antriebe, Betankungskonzepte sowie die Lagerung und Logistik von Wasserstoff und dessen Derivate. Beide Zentren bieten Entwicklungs- und Testumgebungen mit spezialisierten Wasserstofflaboren und Werkstätten auf internationalem Niveau.

Wasserstoff im Lastverkehr



Bild: Sijje Goytli Tveten, SINTEF

Ein Brennstoffzellensystem wandelt chemische Energie aus Wasserstoff in elektrische Energie um. Neben der Brennstoffzelle selbst besteht das System aus verschiedenen Komponenten, die als Balance of Plant (BoP) bezeichnet werden und für Leistung, Effizienz und Haltbarkeit entscheidend sind. Das Horizon Europe Projekt BeBoP zielt darauf ab, diese BoP-Komponenten zu verbessern, indem es Komponentenentwickler, einen Antriebsstrangkonstrukteur sowie Forschungseinrichtungen zusammenbringt. Während der dreieinhalbjährigen Laufzeit soll das Projekt effizientere, kompaktere und zuverlässigere Komponenten entwickeln, die auch den Zustand der Brennstoffzellen überwachen können. Das Projekt wird einen effizienteren Luftkompressor und einen leichten und kompakten DC/DC-Wandler liefern, der eine Stromverteilungseinheit (PDU) enthält und mit einer Zellüberwachungsfunktion ausgestattet ist. Außerdem entsteht ein neuartiger Luftbefeuchter. Diese Befeuchtertechnologie der nächsten Generation verstärkt die Membran des Befeuchters und optimiert die Luftstromverteilung, um das Wassermanagement und damit die Gesamtleistung und Lebensdauer des Systems zu verbessern. Im Rahmen des Projekts entwickeln Komponentenentwickler (Garrett, Freudenberg und Silver Atena) Lösungen für den Einsatz in Brennstoffzellensystemen bei FPT. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und Sintef helfen sowohl bei der Entwicklung des Brennstoffzellensystems als auch beim Bestimmen des optimalen Betriebs. Die Modelle des Projekts werden die Entwicklung und das Testen der BoP-Komponenten ergänzen. Im Rahmen des Projekts entstehen Modelle, um den Betrieb von BoP-Komponenten der nächsten Generation zu charakterisieren und zu optimieren, den Stromverbrauch zu minimieren und den Wasserstoffverbrauch von Brennstoffzellensystemen für schwere Nutzfahrzeuge zu reduzieren.

Strategiewechsel bei ZF

Partnersuche und hohe Invests

ZF Friedrichshafen steht vor enormen Transformationen. Während Stellen wegfallen, investiert der Konzern Milliarden in Zukunftstechnologien.

ZF Friedrichshafen sieht sich mit enormen Herausforderungen konfrontiert, denen der Automobilzulieferer mit einer umfangreichen strategischen Neuausrichtung begegnet. Das wurde auf der Jahres-Bilanzpressekonferenz 2025 extrem deutlich. Neben einem deutlichen Umsatzrückgang im Jahr 2024 und weitreichenden Maßnahmen zur Anpassung der Unternehmensstrukturen hat es zudem einen wichtigen personellen Wechsel an der Spitze des Aufsichtsrats gegeben: Dr. Rolf Breidenbach übernimmt den Vorsitz von Dr. Heinrich Hiesinger. Obwohl das Umfeld durch eine Vielzahl negativer Einflüsse wie schwache Märkte, steigende Kosten und geopolitische Unsicher-



heiten belastet war, verfolgt ZF einen klaren strategischen Fahrplan unter dem Motto „Stärken stärken – Potenziale erschließen“. Die umfassenden Maßnahmen zeigen erste Erfolge und bereiten den Konzern auf die Zukunft vor. ZF überprüft kontinuierlich das eigene Produktportfolio. Geschäftsbereiche mit klaren Synergien bleiben Kernbestandteil der Unternehmensstrategie. Dazu gehört die 2024 gegründete Division Chassis Solutions, die Kompetenzen in aktiver

Sicherheit und Fahrwerktechnik bündelt. Andere Bereiche, die weniger Synergien mit dem Kerngeschäft aufweisen, positioniert ZF eigenständiger am Markt oder überführt sie in Partnerschaften, wie die Division Passive Sicherheitssysteme (nun ZF Lifetec) oder die Achssystemmontage mit Foxconn. Aufgrund der langsamen Marktentwicklung in der E-Mobilität, hoher Konkurrenz und geringer Margen prüft ZF den Verkauf oder eine Partnerschaft dieser Sparte.

Hohlleiter in der E-Motor-Produktion



Der Lehrstuhl Production Engineering of E-Mobility Components (PEM) der RWTH Aachen ist in das Projekt „Produktionstechnische Befähigung der Hairpin-Stator-Prozesskette zur Verarbeitung von rechteckigen Hohlleitern für die Anwendung in Traktionsantrieben“ (HNTR) gestartet. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Herstellungsverfahren für Hairpin-Statoren von Elektromotoren so zu modifizieren, dass sich künftig rechteckige Hohlleiter verarbeiten lassen. Der Hairpin-Stator als Komponente von Elektromotoren beeinflusst maßgeblich dessen Leistungsvermögen und Effizienz. Bisherige Konzep-

te zielen auf eine Kühlung des Wickelkopfes oder des Blechpaketes ab, um so den aktiven Teil der Wicklung indirekt zu kühlen. Der Einsatz von Hohlleitern könnte indes eine direkte Kühlung der Wicklung ermöglichen. Bei Hohlleitern handelt es sich in diesem Zusammenhang um Kupferleiter mit einer durchgängigen Kavität. Bei direkter Kühlung mithilfe von Hohlleitern durchströmt ein Kühlmedium die Leiter und führt so die im aktiven Teil der Wicklung entstehende Wärme ab. Damit bergen Hohlleiter ein wesentliches Potenzial zur Effizienz- und Leistungssteigerung elektrischer Antriebsmaschinen.

Batteriezellen: Natrium statt Lithium

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt „Natrium-Ion-Battery Deutschland-Forschung – SIB:DE Forschung“ soll die Eignung der Natrium-Ionen-Batterietechnologie (NIB, engl. SIB) für die europäische Energie- und Mobilitätswende evaluieren und eine zügige industrielle Umsetzung erreichen. Hierzu bündeln 21 nationale Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft ihre Expertise von der Batteriematerialentwicklung bis zur Fertigung großformatiger Zellen, um einen schnellen Transfer von Forschungsergebnissen in die praktische Anwendung zu ermöglichen. Derzeit sind Lithium-Ionen-Batterien die am häufigsten verwendeten Energiespeicher. Aufgrund der Rohstoffabhängigkeit und -knappheit werden vergleichbare Alternativen gesucht. Natrium



gilt als ein besonders unkritischer Rohstoff, ist gut verfügbar, preiswert und als sehr sicher eingestuft. Das Projekt SIB:DE Forschung will daher insbesondere SIB-Aktivmaterialien identifizieren, die skalierbar herstellbar sind und eine wettbewerbsfähige Zell-Performance bieten. Von besonderer Bedeutung sind zudem die Entwicklung von SIB-Zelldemonstratoren und die Evaluierung der Drop-in-Fähigkeit der Technologie.

Sicherheit und Komfort im Fokus

Überblick über den Automobil-Radar-Markt

Der Markt für Automobil-Radarsysteme wächst dynamisch. Neue Sicherheitsvorgaben, der Trend zum autonomen Fahren und technologische Fortschritte wie 4D-Radar und verteilte Systeme treiben die Entwicklung an.

Der Markt für Automobilradare wird Prognosen zufolge im Jahr 2041 einen Jahresabsatz von 500 Millionen Stück erreichen. Der Marktanteil wird aktuell von den großen Tier-One-Unternehmen wie Continental, Bosch, Denso, Aptiv, Hella, ZF und anderen dominiert, aber es kommen auch Technologien von Start-ups wie Arbe, Uhnder und Zendar auf den Markt. Darüber hinaus werden immer noch neue Startups gegründet, wie Waveye, Altos und Xavveo, die alle in den letzten Jahren entstanden sind.

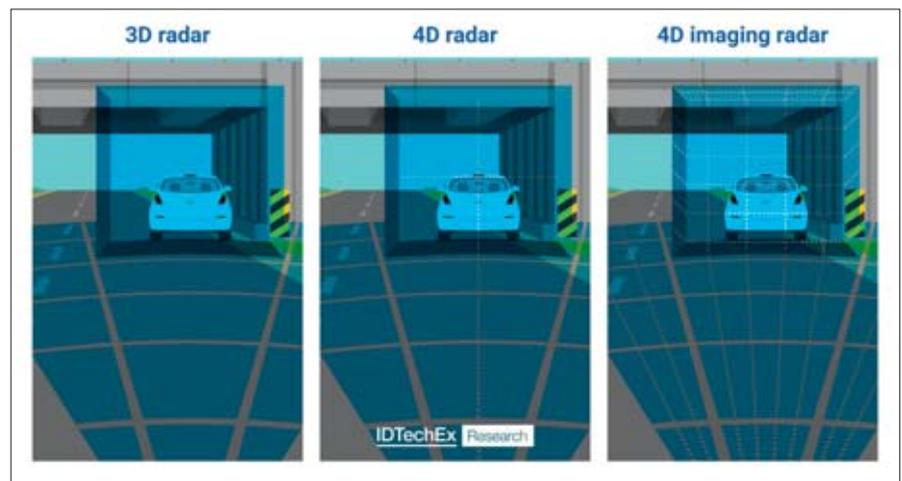
Schätzungsweise wurden im Jahr 2024 für jedes Auto 1,53 Radargeräte ausgeliefert, was insgesamt mehr als 140 Millionen Einheiten entspricht. Etwa die Hälfte der Radarverkäufe entfällt auf Langstreckenradare, während die andere Hälfte auf Kurzstreckenradare für Anwendungen wie die Erkennung des toten Winkels entfällt.

Die Forderung nach immer ausgefeilteren Sicherheitsmerkmalen in Fahrzeugen wird ein wichtiger Treiber für Kurzstreckenradare sein. Europa schreibt vor, dass einige schwere Fahrzeugkategorien seit 2024 mit Warnsystemen für den toten Winkel ausgestattet sein müssen. In Zukunft wird dies wahrscheinlich auch für Pkw vorgeschrieben, ebenso wie Systeme zur Überwachung des Querverkehrs und zur Notbremsung, die zwei zusätzliche Frontradare erfordern. Dies bedeutet, dass sich der Einsatz von Seitenradar in den nächsten 20 Jahren vervierfachen könnte.

Während der Markt für nach vorne gerichtete Radarsysteme bereits nahezu gesättigt ist, besteht weiterhin Verbesserungspotenzial in Bezug auf deren Leistungsfähigkeit, denn es werden zunehmend hochauflösende Radargeräte gefordert. Hierfür gibt es zwei Hauptgründe: Sicherheit und Komfort. Radar hat hier ein enormes Potenzial, da es unter Bedingungen arbeiten kann, die Kameras und LiDARS überflüssig machen. Die alten Radargeräte haben jedoch nicht die Abbildungsleistung, um einen Menschen, der neben einem Auto steht, sicher vom Auto selbst zu trennen, was für eine



Die automatische Notbremsung vor Fußgängern an Kreuzungen ist ein Beispiel für eine sicherheitsrelevante Anwendung, die den Einsatz von Kurzstreckenradaren weiter vorantreiben wird.



Das bildgebende 4D-Radar kann die Leistung von Radargeräten so verbessern, dass sie komplexere Situationen erfassen können, wie z. B. die Trennung von Auto und Brücke bei einer Erkennung. Darüber hinaus werden Radargeräte der nächsten Generation auch eine Person neben dem Auto unter der Brücke erkennen.

Bilder: ID-Techex

automatische Notbremsung aber nötig ist. Darüber hinaus wird das autonome Fahren immer mehr zur Realität, wofür Radarsysteme mit höherer Leistung nötig sind.

4D-Radargeräte sind die nächste Generation mit gestapelten Antennengruppen und Hunderten oder gar Tausenden von virtuellen Kanälen, wobei mehr virtuelle Kanäle im Allgemeinen eine bessere Leistung bedeuten.

Das bildgebende 4D-Radar kann die Leistung von Radargeräten so verbessern, dass sie auch komplexere Situationen erfassen können. Eine wichtige Einschränkung ist die

Größe. Zwar können größere Radargeräte eine bessere Auflösung ermöglichen, allerdings stoßen aktuelle Flaggschiff-Radare der führenden Tier-One-Lieferanten bereits an die Obergrenze dessen, was die OEMs integrieren können, und sie sind nur 10 cm × 15 cm groß. Eine Lösung ist das verteilte Radar. Dabei werden Teile des Radars über das gesamte Fahrzeug verteilt, wodurch eine viel größere virtuelle Antenne entsteht. Dieser Ansatz hat das Potenzial, eine Auflösung von weniger als 0,1° mit allen Vorteilen der Bildgebung mit Radar zu erreichen. (bs)



„Ohne Entwickler gibt es gar kein Produkt. Und daher sind der Kern eines Unternehmens nicht die Manager, sondern die Nerds.“

Dr. Christof Horn, Accenture
Motto: „Nerds retten die Welt.“



Das Zeitalter der Architekten

Im Jahr 1985 sprach Steve Jobs über seinen Versuch, Apple durch das Einstellen von Managern zu professionalisieren. Doch er scheiterte: „Wir sind losgegangen und haben eine ganze Reihe professioneller Manager eingestellt, und das hat überhaupt nicht funktioniert. Sie wussten zwar, wie man verwaltet, aber sie wussten überhaupt nicht, wie man etwas tut.“

Nerds retten die Welt

Wenn man Ihnen anbieten würde, einen automobilen Software-Stack von Grund auf neu zu entwickeln, und sie könnten sich die besten Köpfe aussuchen. Sie müssten sich nur leider zwischen 50 oder 5000 Mitarbeitern entscheiden – worauf würde Ihre Wahl dabei fallen?

Keine Sorge – es geht in dieser Kolumne nicht um Manager-Bashing: Ich bin ja selber einer. Es geht aber um das richtige Verhältnis zwischen Wertschöpfung und dem Management derselben, zwischen Entwicklung und Organisation, zwischen Tun und Verwalten. Ohne Management wird das Produkt vielleicht zu teuer oder zu spät fertig, es wird vielleicht Normen verletzen oder sich schlecht verkaufen, die Entwicklung wird chaotisch verlaufen. Ohne Entwickler aber gibt es gar kein Produkt. Und daher sind der Kern eines Unternehmens nicht die Manager, sondern die Nerds.

Der Architekt geht nicht von Bord

Kundensegmente, Weltregionen, Fahrzeugplattformen, Compliance, digitale Ökosysteme: Das Produkt „Mobilität“ ist so komplex wie die heutige Welt. Das alles zu ordnen ist die Aufgabe des Architekten. „Architektur“ meint hier nicht nur die Topologie des Bordnetzes, sondern eine sachlogische Strukturierung, die die Business-Welt mit den Technologiebausteinen sinnvoll verbindet.

Das klingt sehr abstrakt – und ist es auch. Denn im ersten Schritt geht es um das warum. Was sollen wir überhaupt leisten? Welches Kundensegment soll erreicht werden, und wie wird da in fünf Jahren der Wettbewerb aussehen? Architekten haben die wesentliche Aufgabe, diese Anforderungen in Technologie zu übersetzen, das was und wie. Dazu gibt es allerlei Methoden des Systems Engineering, doch der Kern ist profunde Erfahrung und tiefes fachliches Verständnis von Software und Hardware. Typischerweise hat der Architekt in der frühen Definitionsphase des Projektes alle Hände voll zu tun – und übergibt dann gedanklich an die Serienentwicklung. Damit nimmt das Unheil seinen Lauf. Die sorgsam abgewägten Architektur-entscheidungen zu Bausteinen, Schnittstellen und Kommunikationswegen im Produkt unterliegen nun dem freien Kräftespiel von Zeitdruck, Kostendruck und Entwicklungs-pannen. Die wichtigste Aufgabe des Archi-

itekten ist es, über die gesamte Lebensdauer des Produkts auf die Einhaltung der architektonischen Grundprinzipien zu achten. Das ist wie beim Hausbau nicht immer seine Lieblingsaufgabe.

Führen heißt Dienen

Zurück zu Steve Jobs. Er fragte sich: „Wissen Sie, wer die besten Manager sind? Das sind die großartigen Einzelpersonen, die nie und nimmer Manager werden wollen, sich aber dazu entschließen, Manager zu werden, weil niemand sonst in der Lage sein wird, so gute Arbeit zu leisten wie sie.“

Aber gerade das geht häufig schief, der beste Experte, der dann eine Hierarchiestufe höher unglücklich ist? Vielleicht meinte Jobs eher das: In allen Hierarchiestufen brauchen wir ein tiefes fachliches Verständnis, und das ist heute Erfahrung im Software-Engineering. Und auf allen Ebenen gilt, dass das Management von Ressourcen, Menschen und Entscheidungen dem Produkt und Kunden dient.

So schließt sich der Kreis: Er beginnt und endet beim Kunden. „Customer centricity“ ist eine ganz und gar altmodische Tugend, die den Mehrwert für den Kunden in den täglichen Entscheidungen nach oben bringt. Der Architekt trägt Sorge dafür, dass dies nachhaltig für Kunden und Unternehmen geschieht. (na)

Bordnetze: Zwischen Digitalisierung und Automatisierung

Beim 13. Bordnetze im Automobil Kongress am 6. und 7. Mai 2025 in Ludwigsburg treffen sich Experten der Automobilindustrie, um die wichtigsten Trends und Herausforderungen rund um Bordnetzsysteme zu diskutieren. Das Branchentreffen bietet ein vielfältiges Programm mit Fachvorträgen, praxisorientierten Diskussionen und exzellenten Networking-Gelegenheiten.

Zentrale Themen des Kongresses sind unter anderem die neuesten Entwicklungen in der (automatisierten) Kabelbaum-Produktion, Trends in der Digitalisierung und Standardisierung sowie Architekturtrends. Auch innovative Ansätze bei Datenkabeln stehen

im Mittelpunkt. Experten von Mercedes-Benz, Siemens, Audi, VW, Accenture und FIT Voltaire teilen ihre Erfahrungen zu Software-defined Vehicles, Hochvolt-Technologien und effizienten Schalttechniken.

Highlight-Vorträge sind unter anderem die Präsentation der BMW „Neuen Klasse“ durch Fabian Rink, Einblicke in die Initiative Arena2036 zur Standardisierung und Robotik von Georg Schnauffer sowie der Impulsvortrag „Zukunft 4.1 – Warum wir die Welt nur digital retten oder gar nicht“ vom „Zukunftsmacher“ Jörg Heynkes. Abgerundet wird der Kongress durch eine begleitende Ausstellung und eine exklusive Abendveranstaltung.

Automotive Software: Architekturen, Trends und Technologien

Die Automotive Software Strategies Conference 2025 bietet am 21. und 22. Mai 2025 in München Fachleuten eine Plattform, um sich über die neuesten Entwicklungen rund um Fahrzeugsoftware auszutauschen. Im Mittelpunkt stehen Themen wie Software-definierte Fahrzeuge (SDV), KI-basierte Entwicklung, innovative Softwarestrategien und transformative Kooperationsmodelle. Die Konferenz hat sich als bedeutendes Forum etabliert, das Experten zusammenbringt. Teilnehmer erhalten Einblicke in strategische Herausforderungen und technologische Innovationen, beispielsweise in den Vorträgen von Dr. Stefan Poledna (TTTech Auto) und Augustin Friedel (MHP)

zu softwarezentrierten Architekturen und Entwicklungsprozessen sowie Benjamin Steinmetz (NIO Europe) zur Transformation des Fahrerlebnisses durch digitale Plattformen oder Nick Telford-Reed (Endava) zu den Herausforderungen und Möglichkeiten beim Bezahlen im Auto.

Ein weiteres Highlight bilden interaktive World Café Sessions, bei denen Teilnehmer konkrete Anwendungsbeispiele und Lösungsansätze rund um Themen wie RISC-V-Anwendungen oder agile Anpassungsstrategien diskutieren können. Begleitet wird das Konferenzprogramm von einer Abendveranstaltung sowie Gelegenheiten zum Networking und Erfahrungsaustausch.

Chargetec: Ladetechnik im Fokus der globalen Energiewende

Wie sieht die Zukunft der Zukunft der Ladeinfrastruktur aus? Diese und weitere Fragen werden am 27. und 28. Mai 2025 auf der Chargetec-Konferenz in München diskutiert. Im Mittelpunkt stehen Innovationen wie Megawatt-Charging für E-Lkw, bidirektionales Laden als Bindeglied zwischen Fahrzeug und Stromnetz sowie automatisierte und induktive Ladelösungen. Vertreter von Porsche, Robert Bosch, Ford, Daimler Truck und BP pulse beleuchten die wichtigsten Trends, politische Rahmenbedingungen und regulatorische Herausforderungen. Zu den Referenten zählen unter anderem Christian Adolph (E.ON Group Innovation), Sebastian Ewert (Lichtblick eMobility) sowie Alexander

Funke (BMW Group). Johannes Pallasch (Now) gibt Einblicke in die politische Gestaltung des Ladeinfrastrukturausbaus, während Michael Zeyen (Vancom) globale Normen und Standards beim bidirektionalen Laden thematisiert.

Neben Fachvorträgen bietet die Chargetec Raum für persönlichen Austausch, Vernetzung mit Branchenkollegen und Diskussionen über zukünftige Geschäftsmodelle. Besucher können die Pausen nutzen, um aktuelle Technologien in der begleitenden Ausstellung zu erleben. Darüber hinaus präsentiert die Veranstaltung konkrete Praxisbeispiele aus dem Bereich automatisiertes und induktives Laden für Pkw und Nutzfahrzeuge.



»Wir empfehlen, immer frühzeitig in der Funktionsentwicklung mit Software-in-the-Loop zu beginnen und sich dort auf die Funktionalität zu konzentrieren.«

Dr. Carsten Hoff
CEO von dSPACE



Bilder: dSpace

INTERVIEW mit Dr. Carsten Hoff, dSPACE

SDV: Die Lücke zwischen SIL und HIL schließen

Beim SDV greifen die klassischen Entwicklungs- und Testmethoden nicht effektiv, so dass neue Konzepte gefragt sind. Eines ist sicher: Ohne Software-in-the-Loop (SIL) wird es nicht mehr gehen. AUTOMOBIL-ELEKTRONIK sprach darüber mit Dr. Carsten Hoff, CEO von dSPACE.

Herr Hoff, wie laufen die Geschäfte?

Dr. Carsten Hoff: Wir hatten ein positives Jahr 2024; das Thema Test und Validierung ist nach wie vor ein Fokusthema. Alle wollen schneller werden, und da spielen Test und Validierung immer eine Rolle. Weil die Komplexität und der Software-Anteil in den Fahrzeugen steigen, erhöht sich ganz klar auch der Aufwand in puncto Software-Validierung. Genau genommen ist schon seit geraumer Zeit ohne Software- und Elektronik-Validierung gar keine neue Entwicklung mehr möglich. Die Ansätze verändern sich: weniger Tests auf der Straße, mehr HIL-Tests und in letzter Zeit auch noch deutlich mehr Simulation. Das Thema Software-in-the-Loop, also SIL, war bei uns das Thema des Jahres 2024 schlechthin, und 2025 wird SIL noch einmal wichtiger. Ich war im letzten Jahr bei weltweit über 20 Kunden, und ich habe mit allen über Software-in-the-Loop gesprochen.

Was heißt Software-in-the-Loop konkret?

Dr. Carsten Hoff: SIL heißt, mit dem Testen von Software-Funktionen zu beginnen, ohne dass die Ziel-Hardware zur Verfügung steht, wobei diese Simulation entweder auf einem PC oder in der Cloud abläuft. Damit verkürzt sich die Time-to-Market, weil wir mit dem Testen früher beginnen können und sich darüber hinaus zusätzliche Skalierungsmöglichkeiten ergeben. In China haben mir die OEMs berichtet, dass sie mittlerweile binnen 18 Monaten ein komplettes Auto entwickeln; das ist schon sehr beeindruckend. Wer das in der nötigen Qualität, besonders in Bezug auf neuere, komplexe Fahrzeuge umsetzen will, kommt am gezielten Einsatz von virtuellem Testen nicht mehr vorbei.

Außerdem ermöglicht Software-in-the-Loop bei den Designs auch ein First-Time-Right, denn Fehler lassen sich damit viel früher finden, weil man schon vor der HIL-Validierung einen hohen Reifegrad der Software erzielen kann. Auf unserer Anwenderkonferenz hat unser Partner Stellantis eine ganz interessante Zahl kundgetan. Stellantis ließ in ihrem ersten Projekt Software-in-the-Loop und Hardware-in-the-Loop komplett parallel laufen, um zu sehen, wann sie mit welcher Methode Fehler finden. Das Ergebnis war eindeutig: 80 Prozent der Fehler haben sie bereits in der Software-in-the-Loop-Phase finden können. Daher konnten sie mit einem viel höheren Reifegrad in die Hardware-in-the-Loop-Tests und in die Testfahrzeuge gehen. Stellantis erfasste diese Zahlen rund um ein Projekt, um ein Fahrzeug, um eine Plattform. Im Umkehrschluss können wir natürlich nicht sagen, dass jeder OEM in jedem Fahrzeugprojekt 80 Prozent der Fehler schon in der SIL-Phase findet: Für mich ist die Zahl aber dennoch beeindruckend, denn durch das parallele Arbeiten ist nun belegt, wie wertvoll Software-in-the-Loop-Tests sind.

Auf einen Blick

- *Software in the Loop ist beim Testen das Thema schlechthin – erst recht im SDV.*
- *HIL und SIL sind komplementäre Testmethoden, die zusammen eine nahtlose Validierungskette bilden.*



»Das Thema Software-in-the-Loop, also SIL, war bei uns das Thema des Jahres 2024 schlechthin, und 2025 wird SIL noch wichtiger.«

Dr. Carsten Hoff,
CEO von dSPACE

Welche Rolle spielt das SDV, das Software-defined Vehicle?

Dr. Carsten Hoff: Das Software-defined Vehicle markiert die Transformation von der hardwarezentrierten zur softwarezentrierten Fahrzeugentwicklung. Diese Transformation bedeutet, dass Fahrzeugfunktionen zunehmend durch Software gesteuert und berechnet werden, unabhängig davon, wo die Funktion physisch im Fahrzeug benötigt wird. Wir unterstützen diese Transformation mit flexiblen XIL-Systemen, mit denen unsere Kunden neue Funktionen einerseits unabhängig und komponentenweise, andererseits integriert im Verbund in unterschiedlichen Software- und Elektronikarchitekturen testen können. So bieten wir die Flexibilität, die es bei dieser Art Transformation braucht.

Damit verändern sich aber auch Kompetenzen. In der Vergangenheit enthielt ein Fahrzeug häufig 100 und mehr Steuergeräte. Damals bestand die Integrationsaufgabe darin, 100 Steuergeräte zu integrieren und sie zum Laufen zu bringen, aber das findet jetzt früher und anders statt, weil diese Aufgabe durch die neuen Architekturen eher als Software-Integration erfolgt, und nicht mehr als Steuergeräte-Integration. In der Praxis heißt das, viele Software-Blöcke in Software zu integrieren und in einem Steuergerät zum Laufen zu bringen. Genau das unterstützen wir mit Software-in-the-Loop, und deshalb lassen sich viele unserer Tools auch 1:1 für SDVs weiterverwenden.

Die Durchgängigkeit zwischen Hardware-in-the-Loop (HIL) und Software-in-the-Loop (SIL) ist hier aber entscheidend für die effiziente Entwicklung und Validierung von Software-defined Vehicles. HIL und SIL sind komplementäre Testmethoden, die zusammen eine nahtlose Validierungskette bilden.

dSPACE hat seine Wurzeln in den Bereichen RCP und HIL. Wie hat diese verstärkte Nachfrage nach SIL das Unternehmen verändert?

Dr. Carsten Hoff: Schon heute machen die Software-Entwickler den bei weitem größten Anteil unserer Entwicklungsmannschaft aus. Unser RCP-Business ist immer noch relevant. Wir haben aber schon vor etwa zehn Jahren damit begonnen, uns mit der SIL-Simulation zu beschäftigen. Damals war es eher eine Nischenlösung. Heute steigt

die Relevanz der SIL-Lösungen stark an. Es ist aber wichtig zu verstehen, dass HIL- und SIL-Business eher eine Koexistenz haben werden, weil sich nicht alles per Software-in-the-Loop-Simulation abbilden lässt. Immer dann, wenn es um das Verhalten von Bussen oder um CPU-Lasten geht, kommen wir um Hardware-in-the-Loop nicht umhin. Wir empfehlen daher, immer frühzeitig in der Funktionsentwicklung mit Software-in-the-Loop zu beginnen und sich dort auf die Funktionalität zu konzentrieren. Wenn es dann schließlich um die Themen Integration und physikalisches Verhalten geht, ist der Wechsel auf Hardware-in-the-Loop anzuraten – allerdings erst in einer späteren Phase als früher. Man kann das beliebig miteinander kombinieren, und die Durchgängigkeit spielt eine wichtige Rolle.

Im Bereich autonomes Fahren muss jede einzelne Software-Änderung wieder abgesichert werden. Was heißt das in der Praxis?

Dr. Carsten Hoff: In der Praxis gibt es nur eine sinnvolle Konsequenz: Wir müssen von der klassischen Homologation auf der Straße in Richtung digitale Homologation kommen. Das heißt, dass ich mich auf die Simulationsergebnisse verlassen muss, die ich für die Homologation nutze. Um von der klassischen Homologation auf der Straße zur digitalen Homologation zu gelangen, ist es entscheidend, dass die Simulationsergebnisse zuverlässig und präzise sind. Die Verlässlichkeit der Simulationen hängt von der Qualität der verwendeten Modelle und der Genauigkeit der Daten ab. Professionelle Werkzeuge und fortschrittliche Simulationsplattformen von einem erfahrenen Anbieter sind unerlässlich, um sicherzustellen, dass die Simulationen realitätsnah und reproduzierbar sind.

Durch den Einsatz solcher professionellen Werkzeuge können Entwickler sicherstellen, dass die Simulationsergebnisse den tatsächlichen Bedingungen entsprechen und somit für die digitale Homologation genutzt werden können. Diese Werkzeuge ermöglichen es dann, zum Beispiel komplexe Szenarien zu modellieren und zu analysieren, die für die Homologation von Fahrzeugen erforderlich sind.

Wie hoch ist der prozentuale Anteil der digitalen Absicherung?

Dr. Carsten Hoff: Am Ende liegt die Testplanung bei unseren Kunden und nicht bei uns, aber ich bin mir sicher, dass ein größerer Teil digital abgesichert werden muss – alleine schon, weil sonst einfach die Zeit nicht ausreicht. Außerdem schaffe ich es eben auch nicht, alle relevanten Szenarien in der realen Welt zu sehen. Der genaue Anteil ist stark von den eingesetzten Methoden und vor allem den Software- und Elektronikarchitekturen abhängig. Eine genaue Planung machen wir zum Beispiel auch mit unseren Kunden, indem wir ihnen erfahrene Berater zur Seite stellen, die diese Pläne und Teststrategien mit ihnen entwerfen. Klar

ist, der Anteil der digitalen Absicherung ist immer signifikant und muss in Zukunft noch größer werden.

Sie haben von der digitalen Homologation gesprochen. Wie schaffen es die OEMs, ständig neue Software-Versionen per OTA abgesichert in die Fahrzeuge zu bringen?

Dr. Carsten Hoff: Ein Software-Update muss intensiv abgesichert werden. Aus unserer Sicht ist es dabei wichtig, automatisierte Tests zu haben. Wenn Fahrzeughersteller im Vier-Wochen-Rhythmus Updates anbieten, dann kann das nur funktionieren, wenn ein ganz großer Teil der Tests vollständig automatisiert abläuft und nur noch ein kleinerer Teil manuell beziehungsweise auf der Straße stattfindet. Daher ist es wichtig, die Software-Pipeline, die im Regelfall bei fast allen OEMs über Nacht neue Software baut, direkt in die Simulation

»Bei OTA ist es wichtig, die SW-Pipeline, die im Regelfall bei fast allen OEMs über Nacht neue SW baut, direkt in die Simulation einzubinden.«

Dr. Carsten Hoff,
CEO von dSPACE

einzubinden. Das heißt, direkt nach der Code-Generierung SIL-Tests durchlaufen zu lassen und danach auch HIL-Tests durchzuführen. Wenn die Mitarbeiter dann am nächsten Morgen wiederkommen, sehen sie das Ergebnis und können entsprechend weiterarbeiten.

Welche Rolle spielt die künstliche Intelligenz in diesem Rahmen?

Dr. Carsten Hoff: Bei der Entwicklung spielt die künstliche Intelligenz an ganz vielen Stellen eine Rolle. Wir nutzen KI mittlerweile in den Entwicklungsabteilungen, sogar im Bereich der Software-Generierung, als Unterstützung für die Entwickler. Zudem erzeugen wir Testfälle teilweise mit künstlicher Intelligenz. Die KI generiert uns allerdings immer nur kleine Blöcke, die wir dann gezielt anschauen und manuell nachbearbeiten müssen. Themen wie Architekturen etc. müssen wir nach wie vor vollständig manuell bearbeiten. Aber auch in diesen Bereichen erwarten wir massive Fortschritte in den nächsten Jahren. Derzeit arbeiten wir auch intensiv an der Generierung von Testfällen mit Hilfe von KI. Das Schreiben der Testfälle ist zum Teil eine eher langweilige Arbeit; gerade bei Modul- und Unit-Tests ist das ja eher eine repetitive Tätigkeit. Einerseits kann die KI uns hier einfache Tätigkeiten abnehmen, andererseits entdeckt die KI vielleicht dabei noch eine Testlücke, die beim Spezifizieren des Tests übersehen wurde. Möglicherweise generiert die KI hier noch zusätzliche Testfälle. An der eigentlichen Ausführung der Tests sind wir ganz bewusst nicht beteiligt, denn wir sind kein Engineering-Dienstleister und kein Testhaus.

Welches Geschäftsmodell verfolgen Sie beim Testen?

Dr. Carsten Hoff: Wir orientieren uns an der Testmatrix von ASAM, und auf dieser Basis arbeiten wir von Anfang an partnerschaftlich mit den Kunden zusammen. Wir haben somit ganz wenig Produktgeschäft im Sinne von Katalogware, denn etwa 80 Prozent unserer Systeme sind kundenspezifisch. Diese Systeme setzen immer eine partnerschaftliche Zusammenarbeit und eine intensive Diskussion voraus. Wie sieht das beste System aus für das Problem, das ich lösen will? Deshalb sind wir sehr nah mit vielen Kunden verbunden, und mit einigen gibt es auch formale Partnerschaften. Über einige darf man reden, über andere nicht. Unsere Partnerschaft mit Stellantis ist insofern ein Aushängeschild. Das Unternehmen setzt als einer der ersten wirklich großen Kunden konsequent auf Software-in-the-Loop; es hat sich eine Virtual Workbench gebaut, in der alle Ingenieure arbeiten – mit SIL als integralem Bestandteil. Damit können sie teilweise bereits 18 Monate früher testen und funktionale Simulationen laufen lassen als bei der klassischen Methode, für die stets die Ziel-Hardware verfügbar sein muss.

In welchen Branchen ist dSPACE aktiv?

Dr. Carsten Hoff: Wir sind auch in den Bereichen Aerospace, Landmaschinentechnik sowie in der Medizintechnik und im Bergbau aktiv. Auch der Energiemarkt bietet uns vielversprechende Möglichkeiten, insbesondere durch die Digitalisierung der Stromnetze und die Nutzung von wechsellrichterbasierten Einspeisesystemen. Unser Kerngeschäft ist aber das Automobil. Als ich vor Kurzem mit anderen Vertretern der Autoindustrie zu einem Dialog über technologische und digitale Innovation nach Brüssel eingeladen war, konnte ich unsere gesamte Erfahrung mit einbringen. Als wichtige Aspekte habe ich dort einen pragmatischen Umgang mit KI, die Intensivierung der Zusammenarbeit innerhalb der Branche und die Verstärkung von Start-up-Initiativen hervorgehoben, um sowohl die Innovationsgeschwindigkeit als auch die Innovationskompetenz zu fördern. Der Aktionsplan zur Förderung von Innovation, Nachhaltigkeit und



»Es spricht sich herum, dass wir ein bewusst familienfreundliches Unternehmen sind.«

Dr. Carsten Hoff,
CEO von dSPACE

Wettbewerbsfähigkeit, den die EU-Kommission im März veröffentlicht hat, trägt dazu bei, dass unsere Autoindustrie ihre weltweite Führungsrolle erhalten kann. Dass die Stärken von dSPACE bei Simulation und Tools hohe Bedeutung für die Innovationsgeschwindigkeit haben und deshalb ausgebaut werden müssen, ist allen bewusst.

Wie erreichen wir, dass ein SDV über die Lebensdauer des Fahrzeugs hinweg sicher bleibt; was heißt das für die Hauptuntersuchung?

Dr. Carsten Hoff: Wenn wir alle Sensoren des Fahrzeugs von außen stimulieren, dann wird das Fahrzeug zu 100 Prozent reproduzierbar, und das heißt bei uns Vehicle-in-the-Loop, kurz VIL. In Korea überlegen die Behörden, ob solche VIL-Tests im Rahmen der Hauptuntersuchung von Unternehmen, die mit TÜV, DEKRA etc. vergleichbar sind, durchgeführt werden sollen. Dafür sind spezielle Prüfstände erforderlich, um z. B. zu überprüfen, ob das ACC nach einer entsprechenden Stimulation der Radarsensoren auch richtig bremst.

Wie schafft es dSPACE, immer genügend Mitarbeiter zu bekommen?

Dr. Carsten Hoff: Wir haben und wir brauchen exzellente Leute. Die meisten wollen nicht nur eine herausfordernde berufliche Tätigkeit, sondern auch ein hervorragendes Team und eine gute Vereinbarkeit von Beruf und Familie – das bietet dSPACE. Es spricht sich herum, dass wir ein bewusst familienfreundliches Unternehmen sind. Unsere Kita mit ihrem exzellenten Betreuungsschlüssel und ihrem herausragenden Bildungsangebot ist nur ein Teil davon. Wir geben unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aber auch die eine oder andere Flexibilität, um Familie und Beruf unter einen Hut zu bekommen. Unsere Firmenkultur eines Familienunternehmens ist wirklich ein Asset, und ich habe das Gefühl, dass bei uns für ein Technikunternehmen mit über 90 Prozent Akademikerquote mehr Frauen arbeiten, als ich das in anderen Unternehmen gesehen habe. Aber wir sind auch weltweit gut vertreten. Von unseren 2800 Mitarbeitern an 30 Standorten arbeiten 1600 in Paderborn. (na)

Das Gespräch führte Alfred Vollmer, selbständiger Fachjournalist, Autor und Moderator.

»Wir müssen von der Homologation auf der Straße zur digitalen Homologation kommen. D. h., ich muss mich auf die Simulation verlassen.«

Dr. Carsten Hoff,
CEO von dSPACE



AUTOMOBIL KONGRESS ELEKTRONIK JUNE 24 AND 25, 2025



Jetzt Anmelden:

Anika Steinhauer
+49 (0) 8191 125-120
anika.steinhauer@sv-veranstaltungen.de
www.automobil-elektronik-kongress.de



29. Internationaler Automobil-Elektronik Kongress

Vorfreude auf den AEK 2025

Am 24. Juni ist es endlich wieder soweit: Die Entscheider im Bereich Elektrik, Elektronik und Software im Auto treffen sich in Ludwigsburg zum Automobil-Elektronik-Kongress, dem jährlichen Networking-Event der Branche.

Dieses Jahr öffnet das Forum in Ludwigsburg bereits zum 29. Mal seine Tore für die Teilnehmer des Automobil-Elektronik Kongress (kurz AEK). Vom 24. bis zum 25. Juni kommen Branchenexperten, Forscher und Innovatoren zum zentralen Networking-Event in diesem Bereich zusammen, um über die neuesten Fortschritte in der Automobilelektronik zu diskutieren. Am Abend des ersten Kongress-Tages findet auch in diesem Jahr der traditionelle Branchentreff im Reithaus Ludwigsburg statt, bei dem die Kongressteilnehmer bei einem Cocktail die Diskussionen des Tages fortführen und weitere Kontakte knüpfen können.

Das sind die Themen 2025

Der diesjährige Automobil-Elektronik Kongress steht unter dem Motto „Navigating through Global Complexity: Architecture and Platform Solution for scaling SDVs“. Damit steht auch 2025 wieder das Software-defined Vehicle im Fokus. Darüber hinaus sind weitere Schwerpunktthemen neben der Software auch die Hardware, und außerdem die Rolle von künstlicher Intelligenz in der Automobilbranche. In den Sessions „Technologies to Watch“ erhalten die Teilnehmer einen tieftechnischen Einblick in ADAS/AD-SoC-Lösungen, Anwendungen in der SDV-Ära, Cloud-native Innovation und bidirektionales Laden.

Warten auf den AEK in Ludwigsburg.
Bilder:
Matthias Baumgartner





Bild: Tampatra, o_du_van – Adobe Stock

Das sagen die Teilnehmer und Sprecher über den AEK 2025



Jyotika Athavale,

Director Engineering Architecture , Synopsys:

Der AEK ist eine erstklassige technische Konferenz, die das Who is Who der Automobilindustrie zusammenbringt. Ich fühle mich sehr geehrt, dieses Jahr einen Vortrag zu halten und meine Vision über die Zukunft der zuverlässigen Datenverarbeitung angesichts der jüngsten Entwicklungen bei KI-Beschleunigern und Chipllet-basierten Architekturen zu erläutern. Ich freue mich, über die neuen Standardisierungsinitiativen zu sprechen, die sich mit den Herausforderungen der Ausfallsicherheit für sicherheitskritische Systeme befassen. Ich bin sehr stolz darauf, Teil dieser spannenden Plattform zu sein, die die Zusammenarbeit bei der Behandlung von Schlüsselthemen erleichtert, die die Zukunft des Automotive Computing verändern!



John Wall,

Chief Operations Officer, Head of Product, Engineering & Services, QNX:

Der Übergang zu softwaredefinierten Fahrzeugen ist eine der komplexesten Herausforderungen, denen sich die Automobilindustrie in den letzten Jahren stellen musste. Die erfolgreiche Bewältigung dieses Wandels erfordert eine starke Zusammenarbeit in der Branche – transparent in der Natur, aber fokussiert in der Ausführung. Es ist von entscheidender Bedeutung, die Vorteile der bestehenden branchenweiten Zusammenarbeit zu nutzen und gleichzeitig ein nachhaltiges Geschäftsmodell zu gewährleisten.

Deshalb freue ich mich auf den AEK – eine wichtige Veranstaltung, auf der führende Vertreter der Branche zusammenkommen, um sich mit den Herausforderungen der Automobilsoftware und -elektronik auseinanderzusetzen. Der AEK bietet eine wichtige Plattform für Entscheidungsträger und Ingenieure, um die entscheidenden Trends zu diskutieren, die softwaredefinierte Fahrzeuge prägen, von zentralisierten Architekturen bis hin zu funktionaler Sicherheit und Schutz.

Auf dem AEK werde ich gemeinsam mit Vector und TTTech Auto erkunden, wie eine integrierte, sicherheitszertifizierte, grundlegende Softwareplattform für mehrere Steuergeräte die Entwicklung vereinfachen, die Komplexität der Integration reduzieren und es den Automobilherstellern ermöglichen kann, sich auf Differenzierung und Innovation zu konzentrieren und den Kunden einen echten Mehrwert zu bieten.

Wir freuen uns auf spannende Diskussionen auf dem AEK.



Eindruck vom AEK - hier trifft sich das „Who's who“ der Automobilindustrie.

Das sagen die Teilnehmer und Sprecher über den AEK 2025



**Dr. Matthias Traub,
President & Managing Director,
Vector Informatik:**

Unserer Mission folgend, das Software-Engineering im Automobilbereich zu vereinfachen, bauen wir gemeinsam mit QNX und TTTech eine hochintegrierte und optimierte grundlegende Software-Plattform auf. Es ist mir eine große Freude, diesen Plattformansatz gemeinsam mit unseren Partnern auf dem diesjährigen AEK, einer der führenden Automobilveranstaltungen, zu präsentieren. Die Plattform nutzt Open-Source-Prinzipien wie offene Zusammenarbeit, einen Code-First-Ansatz und ein Ökosystem, das auf einer Safety- und Security-First-Kultur mit zuverlässigen Partnern basiert.



**Dr. Stefan Poledna,
CTO & Co-Founder,
TTTech Auto:**

Der Automobil-Elektronik Kongress ist einer der renommiertesten in der Automobilindustrie. Bei TTTech Auto sind wir bestrebt, die Entwicklung von Software Defined Vehicles zu beschleunigen, indem wir schnellere und robustere Integrationslösungen bereitstellen. Ich freue mich auf den Austausch zum Thema SDVs und deren Bedarf an innovativen Architekturen und skalierbaren Middleware- und Plattformlösungen“, sagte Dr. Stefan Poledna, CTO und Mitbegründer von TTTech Auto.



**Carsten Hurasky,
SVP & Chief Marketing Officer,
QNX:**

Der AEK ist für uns eine wichtige Veranstaltung, da sie uns die Möglichkeit bietet, mit Branchenführern in Kontakt zu treten und wichtige Erkenntnisse auszutauschen. Wir freuen uns darauf, uns mit einigen der klügsten Köpfe der Branche zu vernetzen, Möglichkeiten der Zusammenarbeit zu erkunden und die Zukunft der Automobilinnovation voranzutreiben. Ich persönlich freue mich auch darauf, mindestens einmal pro Jahr Freunde aus der Branche auf dem AEK zu treffen.



**Magnus Östberg,
CSO,
Mercedes-Benz:**

Der Automobil-Elektronik Kongress in Ludwigsburg ist eine bedeutende Veranstaltung in der Automobilindustrie. Bei Mercedes-Benz setzen wir mit dem neuen CLA und unserem Mercedes-Benz Operating System MB.OS neue Maßstäbe – vom Chip bis hin in die Cloud. Ich freue mich, Ihnen auf dem AEK 2025 mehr Einblicke in unser erstes Software Defined Vehicle, inklusive Agentic-AI geben zu dürfen und Sie auf den Weg in die Zukunft der Mobilität mitzunehmen.

Fachvorträge

In über 20 Fachvorträgen präsentieren Referentinnen und Referenten die aktuell relevanten Entwicklungen der Branche. Diese repräsentieren ihre Unternehmen unter anderem als CEO, CTO, CSO, President & Managing Director, Vice President, Director oder Head of AI Research Center.

Die Eröffnungsrede hält Ricky Hudi, Vorsitzender des AEK-Fachbeirats und CEO von FMT. Der nachfolgende Slot gehört Magnus Östberg, CSO bei Mercedes-Benz. Er beschäftigt sich in seiner Rede mit dem Thema „MB. OS – Setting Standards from Chip to Cloud“. Anschließend präsentiert Stephan Durach, SVP Connected Company Development bei BMW, seinen Vortrag über „BMW Panoramic iDrive – A New Chapter in Human-Machine Interaction“. Es folgen weitere Vorträge von namhaften Vertretern der Branche. Genauere Informationen darüber entnehmen Sie dem Programm rund um #AEK_live im Internet unter www.automobil-elektronik-kongress.de.

Aufgrund der wachsenden Internationalität der Branche werden auch dieses Jahr alle Referentinnen und Referenten ihre Vorträge ausschließlich in englischer Sprache präsentieren.

Podiumsdiskussionen

Es werden 2025 zwei Podiumsdiskussionen stattfinden. Im ersten Panel zum Thema: „EE Architectures on a Global Scale – Challenges and Solutions“ diskutieren Ricky Hudi (FMT), Maria Anhalt (Elektrobit), Dr. Christoph Grote (BMW), Armin Prommersberger (Harman) und Magnus Östberg (Mercedes-Benz). Die zweite Diskussion dreht sich um das Thema „Computing Architectures of the Future“. Teilnehmer sind Alfred Vollmer (Freelance Journalist), Jyotika Athavale (Synopsis), Sebastián Clamagirand (NXP), Andrea Gallo (RISC-V International) sowie Bart Placklé (imec).

**Autorin: Sabine Synkule, Redakteurin
AUTOMOBIL-ELEKTRONIK**

Fakten in Kürze

- Das Gipfeltreffen der Entscheider der Automobil-Elektronik
- Am 24. und 25. Juni 2025 im Forum Ludwigsburg
- VIP Event auf persönliche Einladung am 23. Juni 2024
- Beim abendlichen Branchentreff der Industrie, am 24. Juni, gibt es hervorragende Möglichkeiten zum Netzwerken.
- Infos und Anmeldung: automobil-elektronik-kongress.de
- LinkedIn: #AEK_live



Jetzt Anmelden:

Anika Steinhauer
+49 (0) 8191 125-120
anika.steinhauer@sv-veranstaltungen.de
www.automobil-elektronik-kongress.de



Maria Anhalt,
CEO,
Elektrobit:

Der Wettbewerbsdruck – insbesondere durch Unternehmen aus dem Osten – ist unbestreitbar. Die Anpassung an neue globale Realitäten ist nicht optional, sondern geschäftskritisch. Der Ansatz des softwaredefinierten Fahrzeugs (SDV), der Effizienz und Schnelligkeit verspricht, steht an der Spitze der Lösungen. Aber wie können wir ihn effektiv skalieren? Was müssen wir in Bezug auf Lieferketten, Geschäftsprozesse und Monetarisierungsmodelle beachten? Ich freue mich darauf, diese Fragen mit den Erkenntnissen von Elektrobit auf dem Automobil-Elektronik Kongress (AEK) zu erörtern, der Veranstaltung, bei der Innovation auf Strategie trifft und Branchenführer Pläne schmieden, die den Wandel vorantreiben.



Lars Reger,
EVP und CTO,
NXP Semiconductors:

Wir befinden uns in einer Übergangsphase, in der sich fahrende Maschinen zu vernetzten Robotern auf Rädern entwickeln. Um erfolgreich zu sein, müssen wir über die gesamte Wertschöpfungskette und über verschiedene Ökosysteme wie Robotik, Transport und intelligente, vernetzte Systeme hinweg zusammenarbeiten. Dies erfordert ein hohes Maß an Zusammenarbeit, Co-Innovation und Partnerschaften, und das beginnt hier, auf dem Automobil-Elektronik Kongress. Wie jedes Jahr freue ich mich auf die Gespräche, den Einblick in die Branche, den Austausch und den Spaß mit alten und neuen Kollegen.



Dr. Liming Chen,
President,
Horizon Robotics :

Es ist eine Ehre, auf dem renommierten Automobil-Elektronik Kongress sprechen zu dürfen. Diese angesehene Veranstaltung bringt eine beeindruckende Gruppe von Spitzenkräften und Innovatoren zusammen, um den Wandel der Automobilindustrie hin zum intelligenten Fahren zu erkunden. Ich freue mich auf den Gedankenaustausch darüber, wie der Co-Design-Ansatz von Hardware und Software zusammen mit modernsten Algorithmen wie End-to-End- und VLA-Modellen einen erheblichen Mehrwert ermöglichen kann.



Zukunft der Fahrzeugsoftware absichern

Sicher und effizient: Standardisierung von OTA-Updates

Software-Updates über Nacht, ohne Werkstattbesuch? OTA-Technologie macht es möglich. Doch Sicherheit und Standardisierung sind essenziell. JOYNEXT gestaltet mit der eSync Alliance die Zukunft von Over-the-Air-Updates aktiv mit.

Die Durchführung eines OTA-Updates, wie z. B. die Aktualisierung einer Navigationskarte oder das Schließen einer Sicherheitslücke, ist mit vielen technischen Herausforderungen verbunden.

Bild: Joynext

Stellen Sie sich vor, Ihr Auto wird über Nacht intelligenter und sicherer, und alles, was Sie tun müssen, ist ein Update zu bestätigen, zum Beispiel über Ihr Smartphone. Ganz einfach vom Sofa im Wohnzimmer aus. Willkommen in der Welt der Over-the-Air (OTA)-Updates, einer Technologie, die die Automobilindustrie revolutionieren wird. Doch bis diese Updates reibungslos und sicher im Fahrzeug ankommen, ist ein intensiver Standardisierungsprozess notwendig.

Hier setzt die eSync Alliance bzw. die eSync-Spezifikation an. Sie ist auf Systemarchitektur-Ebene angesiedelt und bildet die Grundlage für die Entwicklung und Implementierung von OTA-Updates. Im Zusammenspiel mit der eSync Alliance und innovativen Unterneh-

men wie JOYNEXT entsteht ein komplexes Netzwerk aus Prozessanforderungen, technischen Kompatibilitätsanforderungen und kontinuierlichen Verbesserungen. So wird Schritt für Schritt aus einzelnen Spezifikationen ein verbindlicher Standard für die Automobilindustrie, der das Fahrerlebnis zukunftssicher macht.

OTA-Updates: Eine neue Ära für Effizienz und Sicherheit

Over-the-Air (OTA)-Updates sind eine kleine Revolution für die deutsche Automobilindustrie. Mit OTA können Software-Updates direkt in die Fahrzeuge eingespielt werden, um neue Funktionen hinzuzufügen oder Sicherheitslücken zu schließen – ganz ohne Werkstatt-

besuch. Dahinter stecken komplexe Prozesse und strenge Standards, unter anderem im Rahmen der UNECE, der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa, die Normen und Standards erarbeitet.

Die Implementierung von Over-the-Air-Lösungen bei deutschen Autoherstellern begann Mitte der 2010er Jahre, zunächst in Premium-Fahrzeugen, und wurde allmählich auf breitere Fahrzeugklassen ausgeweitet. Diese frühen OTA-Lösungen basierten jedoch meist auf individuellen Spezifikationen der Hersteller statt auf branchenweiten Standards. Die eSync Alliance, die im Juni 2017 gegründet wurde, verfolgt das Ziel, einen einheitlichen Standard für OTA-Updates in der Automobilindustrie zu schaffen. Der Automobilelektronik-Spezialist JOYNEXT ist maßgeblich an der Entwicklung und Optimierung der OTA-Standards beteiligt.

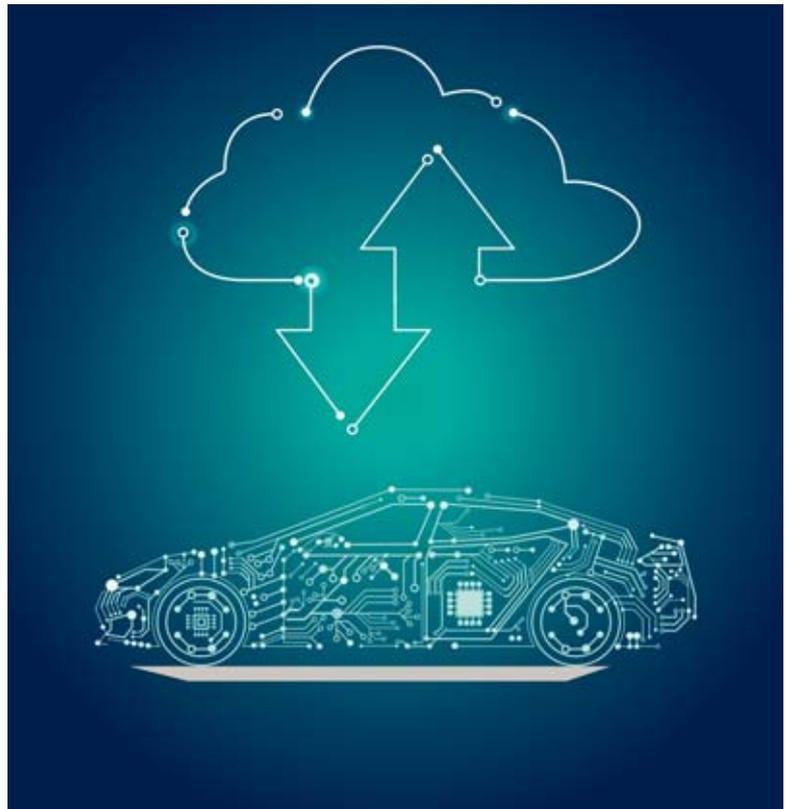
Technische Herausforderungen und Sicherheitsprüfungen bei OTA-Updates

Die Durchführung eines OTA-Updates, wie z.B. die Aktualisierung einer Navigationskarte oder das Schließen einer Sicherheitslücke, ist mit vielen technischen Herausforderungen verbunden. Grundsätzlich funktioniert OTA auch mit proprietären Lösungen und ohne technischen Standard. Der Aktualisierungsprozess beginnt mit der Erstellung und Überprüfung des Datenpakets. Die neuen Karten- und Softwarekomponenten werden vom Anbieter erstellt und in ein Update-Paket gepackt. Das Paket wird getestet, um sicherzustellen, dass es keine Fehler enthält und mit der Fahrzeugsoftware kompatibel ist. Anschließend wird das getestete Update auf einen Cloud-Server hochgeladen. Dieser wird entweder vom Fahrzeughersteller oder von einem Drittanbieter betrieben.

Die Verfügbarkeit des Updates wird dem Fahrzeug durch eine direkte Benachrichtigung oder durch regelmäßige Abfragen der Fahrzeugsoftware mitgeteilt. Das Fahrzeug verbindet sich z.B. über das Mobilfunknetz (z. B. LTE oder 5G) mit dem Cloud-Server. Das Fahrzeug authentifiziert sich gegenüber dem Server, um sicherzustellen, dass es zum Download berechtigt ist, und lädt die Daten in Paketen herunter, um die Netzlast zu minimieren und die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Nach dem Download wird das Update-Paket auf Integrität und Authentizität geprüft. Danach wird die Installation vorbereitet. Dazu wird geprüft, ob sich das Fahrzeug in einem sicheren Zustand befindet, z. B. in Parkposition. Die neuen Karten- und Softwarekomponenten werden installiert, wobei die alten Daten gesichert werden, um sie bei Problemen wiederherstellen zu können. Abschließend wird das System neu gestartet und die korrekte Funktion des Updates überprüft.

Sicherheits- und Standardisierungs-herausforderungen

Sicherheitsaspekte spielen bei der Software-Aktualisierung eine zentrale Rolle. So muss die Integrität der Daten gewährleistet sein, um Manipulationen zu verhin-



dern. Authentifizierung und Autorisierung sind entscheidend, um unautorisierte Updates zu verhindern oder das Fahrzeug vor Angriffen während des Downloads und der Installation zu schützen. Netzwerk- und Verbindungsprobleme können durch Unterbrechungen während des Downloads und durch die Sicherstellung ausreichender Bandbreite für große Datenmengen entstehen. Auch Kompatibilitätsfragen sind von Bedeutung, da verschiedene Fahrzeugmodelle und -konfigurationen unterschiedliche Update-Pakete benötigen und die Fahrzeugsoftware möglicherweise in einer bestimmten Reihenfolge aktualisiert werden muss. Darüber hinaus muss die Benutzererfahrung berücksichtigt werden, indem der Fahrer über Updates informiert und um Zustimmung gebeten wird.

Die größte Herausforderung für die breite Einführung von OTA-Technologien bleibt jedoch der Mangel an integrierten, standardisierten Lösungen. Ohne verbindliche Standards ist es schwierig, Interoperabilität und Konsistenz zwischen verschiedenen Fahrzeugen und Komponenten eines oder mehrerer Hersteller zu gewährleisten. Unterschiedliche Systemarchitekturen führen zu einer Vielzahl von Implementierungsansätzen, was die Komplexität erhöht und die Integration und Skalierbarkeit von OTA-Technologien erschwert. Die Implementierung von OTA-Updates für ganze Fahrzeugplattformen erfordert daher die Weiterentwicklung von OTA-Spezifikationen mit

Mit OTA können Software-Updates direkt in die Fahrzeuge eingespielt werden, um neue Funktionen hinzuzufügen oder Sicherheitslücken zu schließen – ganz ohne Werkstattbesuch.

Bild: kaptn – stock.adobe.com

» Ohne verbindliche Standards ist es schwierig, Interoperabilität und Konsistenz zwischen verschiedenen Fahrzeugen und Komponenten eines oder mehrerer Hersteller zu gewährleisten. «

Auf einen Blick

- Mit dem Android Embedded Device bietet JOYNEXT eine Plattform, deren Betriebssystem auf Software-Updates und damit auf OTA ausgerichtet ist.
- Bei der Weiterentwicklung der eSync-Spezifikation zu einem Standard zentral beteiligt.

Die Verfügbarkeit des Updates wird dem Fahrzeug durch eine direkte Benachrichtigung oder durch regelmäßige Abfragen der Fahrzeugsoftware mitgeteilt. Das Fahrzeug verbindet sich z. B. über das Mobilfunknetz (z. B. LTE oder 5G) mit dem Cloud-Server.

Bild: id512 – stock.adobe.com



zunehmender Bekanntheit, wie die der eSync Alliance, zu industrieweit akzeptierten Standards.

Sicherheitsaspekte spielen bei der Software-Aktualisierung eine zentrale Rolle. So muss die Integrität der Daten gewährleistet sein, um Manipulationen zu verhindern.

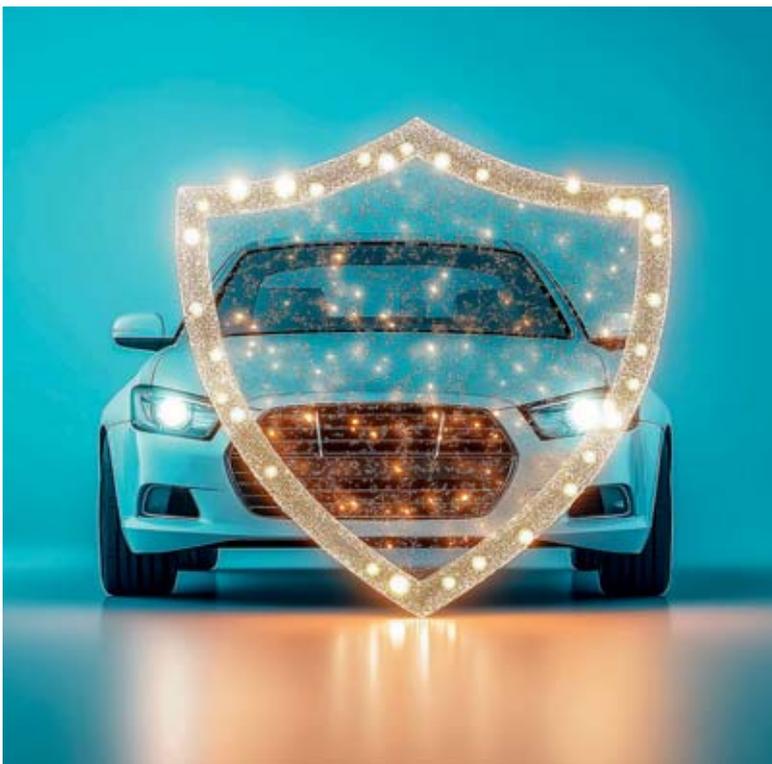
Bild: ben – stock.adobe.com

Entwicklung praxisnaher OTA-Standards

Hier setzt der Automotive-Spezialist JOYNEXT an. Mit dem Android Embedded Device bietet der End-to-End OTA-Anbieter eine Plattform, deren Betriebssystem konzeptionell auf Software-Updates und damit auf OTA ausgerichtet ist. Durch den Einsatz dieser Geräte in realen Fahrzeugumgebungen und den Betrieb der Update-Infrastruktur hat JOYNEXT wertvolle Einblicke in die

praktischen Herausforderungen und Anforderungen von OTA-Updates gewonnen.

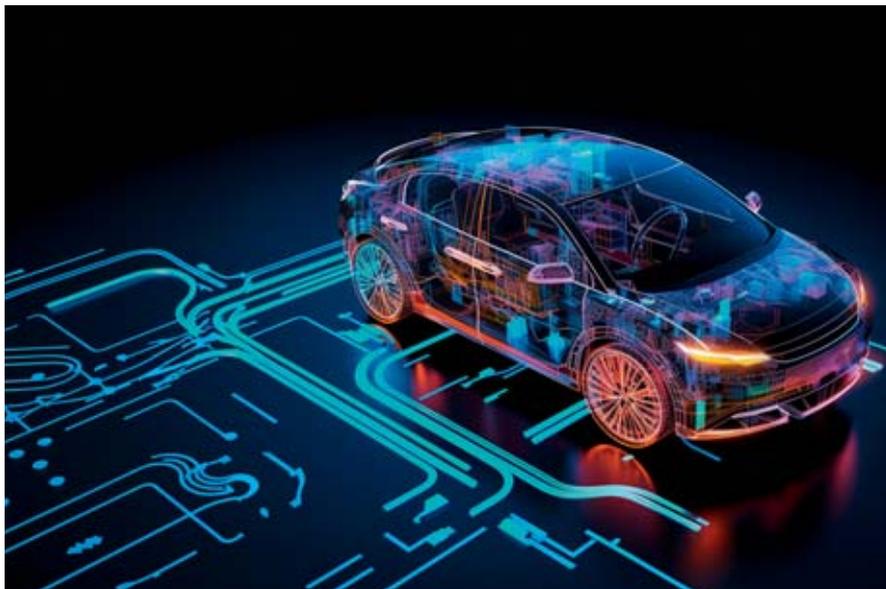
Diese Erkenntnisse flossen maßgeblich in die Entwicklung praxisnaher Standards im Rahmen der eSync Alliance ein, die sicherstellen, dass die technischen Spezifikationen auch in geeignete Entwicklungsprozesse eingebettet werden. Das klingt einfach. In der Praxis war es jedoch kein Selbstläufer. Wie so oft steht am Anfang eine Spezifikation. So auch beim Thema OTA. Eine Spezifikation ist aber zunächst nur ein Dokument, etwa eine PDF-Datei, die man herunterladen oder kaufen kann. Damit sich daraus ein Standard entwickeln kann, müssen Arbeitsergebnisse, die auf diesem Dokument basieren, durch spezielle Softwaretools und Testmethoden überprüfbar gemacht werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass unterschiedliche Arbeitsergebnisse spezifikationskonform und in der Praxis miteinander kompatibel sind.



Treiber für praxistaugliche OTA-Standards

Bei der Weiterentwicklung der eSync-Spezifikation zu einem Standard hat JOYNEXT eine zentrale Rolle gespielt. Unter der Leitung von Dr. Daniel Wedekind, Senior Manager bei JOYNEXT, hat die Compliance Work Group (CWG) der eSync Alliance Softwaretools, Zertifizierungsprozesse und Benchmarks entwickelt, die sicherstellen, dass OTA-Lösungen spezifikationskonform und gleichzeitig ASPICE-konform entwickelt werden können.

Ein zentrales Element ist die OTA Compliance Plattform (OCP), die zwei Hauptfunktionen erfüllt. Erstens ermöglicht sie die technische Verifikation, indem sie durch etablierte und automatisierte Testverfahren innerhalb von CI/CD-Pipelines (Continuous Integration and Continuous Deployment) überprüft, ob die entwickelte Lösung den Spezifikationen entspricht. Zweitens stellt die Plattform sicher, dass die Entwicklung der Softwarekomponente den notwendigen Entwicklungsprozessen wie z. B. ASPICE entspricht, die für die Qua-



litätssicherung in der automobilen Softwareentwicklung von entscheidender Bedeutung sind. Denn neben der technischen Verifikation ist vor allem entscheidend, dass die Software in einem robusten Entwicklungsprozess entsteht, der eine vollständige Testabdeckung beinhaltet und insbesondere sicherstellt, dass alle relevanten Anforderungen getestet werden und jede Änderung an der Software nachvollziehbar bleibt.

JOYNEXT hat Werkzeuge entwickelt, die beide Dimensionen vereinen: die technische Konformität und die Prozesskonformität. Damit bewegt sich JOYNEXT ganz im Rahmen der aktuellen UNECE-Regelwerke, die technische und prozessuale Anforderungen gemeinsam spezifizieren, wie z. B. UNECE UN R 156 Software Update & Software Update Management System. Dies ist entscheidend, um eine Spezifikation zum Standard zu machen und die Integration und Nutzung von OTA-Updates in der Automobilindustrie zu vereinfachen. Damit fördert das Unternehmen die Integration der eSync-Spezifikation in den automobilen Software-Entwicklungsprozess und gleichzeitig die Interoperabilität und Kompatibilität von eSync-basierten Systemen bei reduziertem Integrationsaufwand für OEMs.

JOYNEXTs Android Embedded Devices und die Einbettung der eSync-Spezifikation in standardisierte Automotive-Entwicklungsprozesse ermöglichten so die Entwicklung praxistauglicher und anwenderfreundlicher OTA-Standards, die für den technologischen Fortschritt in der Automobilindustrie entscheidend sind. Denn die Automobilindustrie verfolgt zunehmend eine Standardisierung von Over-the-Air-Lösungen. Obwohl deutsche Autohersteller bereits seit einigen Jahren OTA-Technologien nutzen, ist die vollständige Implementierung einheitlicher Standards, wie sie von der eSync Alliance entwickelt werden, noch im Gange. Die Branche befindet sich auf dem Weg zu einer flächendeckenden Umsetzung, doch dieser Prozess wird noch etwas Zeit in Anspruch nehmen. JOYNEXT wird auch in Zukunft diesen Prozess aktiv mitgestalten. (na) ●

Autor: Daniel Wedekind, Senior Manager bei JOYNEXT

JOYNEXT fördert die Integration der eSync-Spezifikation in den automobilen Software-Entwicklungsprozess und gleichzeitig die Interoperabilität und Kompatibilität von eSync-basierten Systemen bei reduziertem Integrationsaufwand für OEMs.

Bild: Joynext

You CAN get it...

Hardware und Software für CAN-Bus-Anwendungen...



NEU

PCAN-MicroMod FD ECU

Universelles, konfigurierbares Steuergerät mit CAN FD, diversen I/Os, robustem IP67-Gehäuse und E1-Typgenehmigung zur Integration von kundenspezifischen Anwendungen.



PCAN-MicroMod FD Grundplatten

Konfigurierbare I/O-Module mit CAN-FD-Interface. In verschiedenen Versionen für analoge oder digitale I/O-Anwendungen erhältlich.



PCAN-Router FD

Frei programmierbarer Router für CAN und CAN FD mit 2 Kanälen. Erhältlich mit D-Sub- oder Phoenix-Anschlüssen inkl. Entwicklungspaket.

Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.

www.peak-system.com

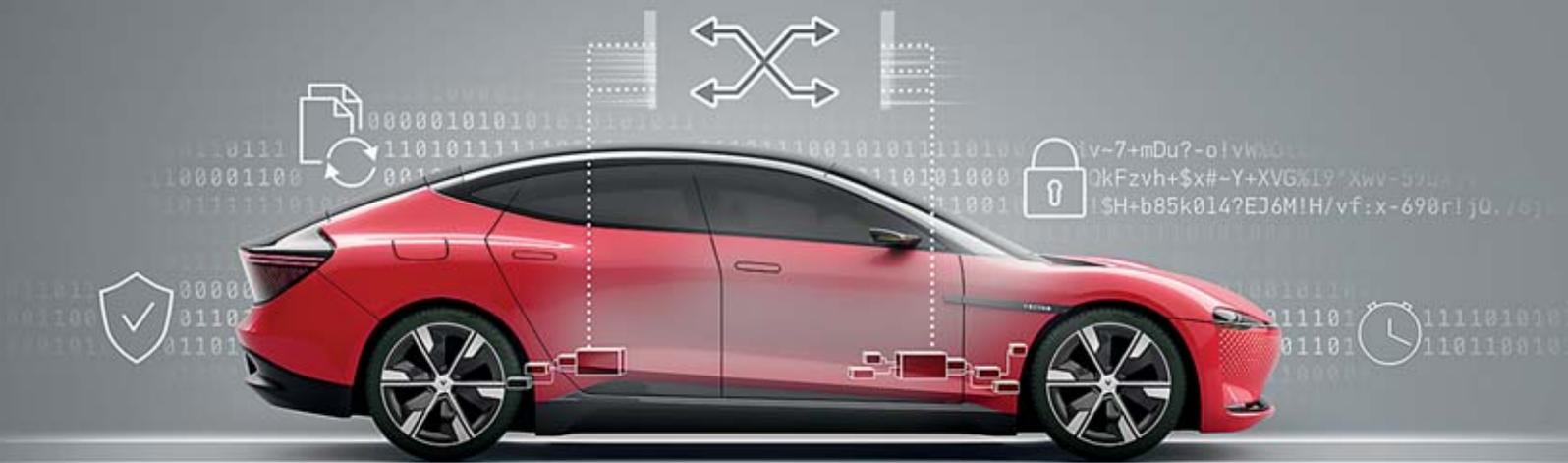


PEAK-System Technik GmbH

Tel.: +49 6151 8173-20

Fax: +49 6151 8173-29

info@peak-system.com



Ethernet-Kommunikation ist die Basis von SDV-Architekturen. Daraus entstehende Cybersecurity-Risiken lassen sich durch den Einsatz hybrider Netzwerk-Firewalls minimieren.

Make it Safe! Software auf der Straße

Abwehr unerlaubter Netzwerkzugriffe mit Automotive Firewalls

SDVs eröffnen neue Möglichkeiten – aber auch neue Cybersecurity-Risiken. Automotive-Firewalls, insbesondere hybride Firewalls, die Hardware und Software kombinieren, stellen eine Lösung dar, um diese Risiken durch intelligente Netzwerkfilterung und maßgeschneiderte Regelsätze (Policies) zu minimieren.

Software-Defined Vehicles (SDVs) bieten sowohl für Automobilhersteller als auch für Kunden zahlreiche Vorteile. So lassen sich OTA-Software-Updates schnell und effizient durchführen, Entwicklungsprozesse beschleunigen und Kunden profitieren von kontinuierlichen Funktionserweiterungen des Fahrzeugs. Durch das dafür notwendige dynamische Fahrzeugnetzwerk steigen jedoch auch die Risiken und Herausforderungen im Hinblick auf die Cybersecurity.

Im Vergleich zu den robusteren AUTOSAR Classic ECUs, die über legacy Busse wie CAN kommunizieren, eröffnet die Verwendung von Ethernet für die ECU-Kommunikation neue Angriffsflächen. Kommunikationsdaten von sicherheitsrelevanten Funktionen müssen von den Daten anderer Funktionalitäten, wie etwa Infotainment, durch Firewalls voneinander getrennt werden. Der Einsatz reiner Firewall-ECUs ist aufgrund diverser Faktoren wie Kosten, Energiebedarf und Bauraum unrealistisch. Bestehende Hardware muss genutzt werden.

Ethernet Switches dienen als Netzwerk-Firewalls

Netzwerk-Firewalls, die auf Smart Ethernet Switches implementiert sind, bieten die attraktivste Lösung für die Cybersecurity eines SDV-Netzwerkes.

Die im Switch integrierte CPU ermöglicht eine detaillierte, tiefgehende Analyse des Datenverkehrs durch Deep Packet Inspection. Besonders in Fahrzeugnetzwerken werden jedoch hohe Anforderungen an Bandbreite und Latenz gestellt, während gleichzeitig die Rechen- und Speicherressourcen begrenzt sind. Eine vollständige Filterung des gesamten Datenverkehrs durch eine rein softwarebasierte Firewall ist daher nicht realisierbar.

Aus diesem Grund greifen Netzwerk-Firewalls auch auf spezialisierte Funktionen der Switch Hardware wie beispielsweise TCAM (Ternary Content-Addressable Memory) zurück, um die Paketfilterung schnell und effizient durchzuführen.

Autor

Alexander Zeeb,
Solution Manager
Embedded Software
mit Schwerpunkt
Cybersecurity bei
Vector Informatik

Hardware- und softwarebasierte Filterung – hybride Lösung

Die softwarebasierte Filterung in der CPU ist aufgrund des verfügbaren Speichers für „große“ Policies geeignet und ermöglicht gleichzeitig zusätzliche Aktionen wie das Reporten sicherheitsrelevanter Ereignisse. Nachteil: Sie ist aufgrund der beschränkten CPU-Leistung und der umfangreichen Policies vergleichsweise langsam. Schnell und effizient ist hingegen die hardwarebasierte Filterung durch TCAM. Hardwarebasierte Filterung ist jedoch statisch und kann oft nicht alle Filterbedingungen komplexer Regeln abbilden. Zudem ist die Anzahl der zur Verfügung stehenden TCAM-Einträge ein limitierender Faktor. Diese Nachteile können durch die kombinierte Filterung ausgeglichen werden. Dabei werden die einzelnen Regeln einer Policy so auf hardware- und softwarebasierte Filterung aufgeteilt, dass deren jeweilige Stärken optimal genutzt werden. Es entsteht eine hybride Lösung, die die Vorteile beider Technologien vereint.

Definition von Firewall Policies

Die Aufteilung der Regeln in hardware- bzw. softwarebasierte Filterung bringt eine höhere Komplexität mit sich. Es muss berücksichtigt werden, welche Hardwarefunktionalitäten der konkrete Switch besitzt, welche Regeln für hardwarebasierte Filterung geeignet sind und welche eine softwarebasierte Filterung erfordern. Das alles muss in Anbetracht der Policy-Größe toolbasiert erfolgen. Der Aufteilungsprozess umfasst mehrere Schritte (siehe Bild 2):

(1) Zunächst werden die Regeln hinsichtlich ihrer Kompatibilität auf hardwarebasierte Filterung geprüft und aufgeteilt.

(2) Anschließend erfolgt die Priorisierung der kompatiblen Regeln basierend auf dem analysierten Datenverkehr.

(3) Im nächsten Schritt werden die Regeln unter konkreten Hardware-Elementen (TCAM) bzw. der Softwarefilterung zugewiesen.

(4) Abschließend wird die Soft- und Hardwarekonfiguration für die Firewall erzeugt.

Jede Firewall benötigt eine Policy, die auf die Netzwerkkommunikation eines Fahrzeugs abgestimmt ist. Ihre Erzeugung muss toolbasiert und erweiterbar sein, da die Netzwerkkommunikation von SDV-Architekturen sehr umfangreich ist und kontinuierlich aktualisiert wird. Gleichzeitig muss die Policy Erzeugung flexibel sein, um

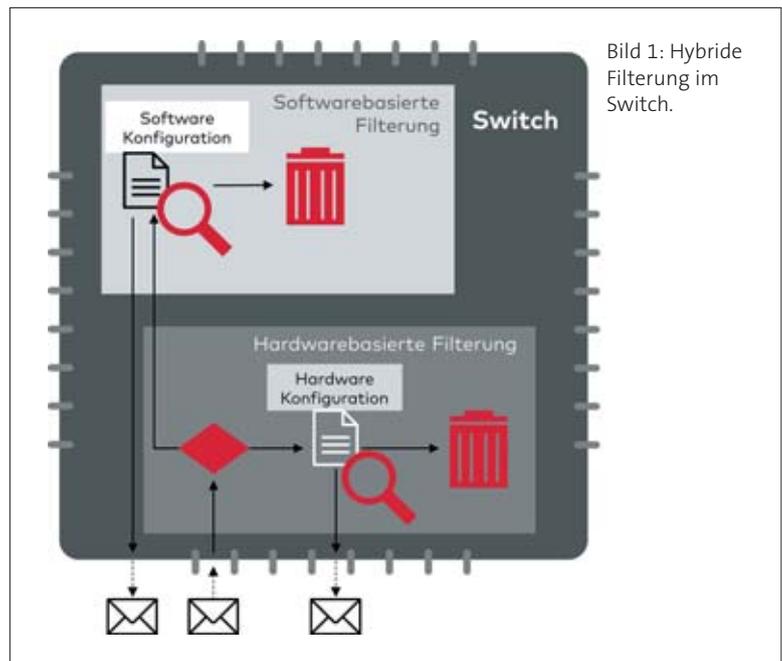


Bild 1: Hybride Filterung im Switch.

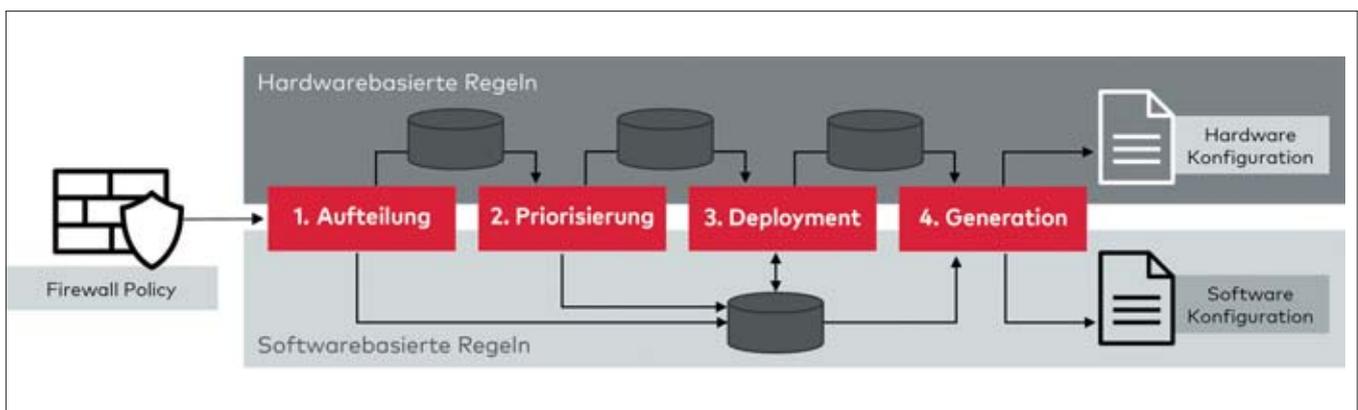
OEM-Spezifika zu berücksichtigen und den Fahrzeugentwicklungsprozess nicht unnötig zu behindern. Die AUTOSAR-Systembeschreibung bietet eine gute Basis, aus der Firewall-Policies erzeugt werden können. Auf dieser Grundlage werden projektspezifische Ergänzungen und Änderungen manuell eingearbeitet. Die daraus erzeugten Policies sind meist so umfangreich, dass die Ressourcen einer Switch-basierten Netzwerk-Firewall nicht ausreichen würden. Als Folge dessen werden Sie in einem nachfolgenden Schritt optimiert, wobei die Anzahl der effektiven Filterbedingungen minimiert wird. Das reduziert die Größe der Policies und reduziert die Verarbeitungsdauer der Filterung im Switch.

Fazit

Ethernet-Kommunikation bildet die Basis für die Realisierung von SDV-Architekturen. Dabei entstehen neue Cybersecurity-Risiken, die durch den Einsatz hybrider Netzwerk-Firewalls minimiert werden können. Zur Bewältigung der technischen Komplexität dieser Firewalls und zur optimalen Nutzung ihrer Ressourcen sind intelligente Lösungen erforderlich. (na)

- softwarebasierte Regeln.

Bilder: Vector Informatik



Mit einer Plattform zu mehr Sicherheit

Sicherheit und Datenschutz: Geht das eine ohne das andere?

Sicherheit und Datenschutz sind eng miteinander verbunden. Während Sicherheitslücken unmittelbare Gefahren bergen, kann unzureichender Datenschutz schwerwiegende wirtschaftliche und sicherheitsrelevante Folgen haben. Die Foundries-Factory-Plattform soll eine effiziente Umsetzung beider Anforderungen ermöglichen.



Bild: DZMITRY – stock.adobe.com

OEMs finden Werkzeuge für den Datenschutz beim Auto in der Foundries-Factory-Plattform.

Die unterschiedliche Dringlichkeit und Bedeutung der Sicherheit und des Datenschutzes bei Verbrauchern und Industrie kann man am einfachen Beispiel eines Kraftfahrzeugs mit fortschrittlichen Fahrerassistenzsystemen beschreiben. Unzureichender Datenschutz für den Benutzer könnte dazu führen, dass unbefugte Dritte das Protokoll der Fahrten des Fahrzeugs ausspähen, wenn die Daten z. B. zwischen dem Fahrzeug und der Versicherung des Fahrers übertragen werden. Das mag als unzulässiger Eingriff empfunden werden, hat aber gewöhnlich keine erheblichen Auswirkungen für den Fahrer.

Ein unzureichender Schutz der Sicherheit könnte es hingegen einem böswilligen Angreifer ermöglichen, die Assistenzsysteme des Fahrzeugs zu übernehmen oder zu stören und so die Fähigkeit des Fahrers einschränken, den sicheren Betrieb aufrechtzuerhalten. Die Folgerung daraus erscheint einfach: Datenschutz ist ganz nett, aber nicht unbedingt notwendig, aber der Schutz der Sicherheit ist unverzichtbar. Aber auch das ist aus mindestens zwei Gründen nicht falsch.

Autor

Tyler Baker, Fizepräsident Engineering bei Qualcomm Innovation Center

Verletzung des Datenschutzes

Auch wenn eine Verletzung des Datenschutzes keine erheblichen Auswirkungen auf die Sicherheit hat, heißt das nicht, dass sie nicht schädlich ist. Wenn ein Verbrau-

cher beim Kauf eines Fahrzeugs nicht klar und ausdrücklich die Gefahr versteht, dass personenbezogene Daten – Fahrzeiten und -strecken, sein Fahrstil usw. – in die falschen Hände geraten, ist der Fahrzeughersteller in der Pflicht, für ihren Schutz zu sorgen. Gleiches sollte für alle anderen vernetzten Geräte gelten. Schließlich mag niemand das Gefühl haben, dass er ausspioniert wird.

Weiterhin kann eine Verletzung des Datenschutzes in anderen Anwendungsfällen als einem privaten Kraftfahrzeug äußerst schwerwiegende Folgen haben. Das gilt bei Systemen in der Industrie oder im Handel noch mehr als bei Consumer-Produkten. So könnte beispielsweise das Steuersystem eines Kraftwerks Daten zu seiner Reservekapazität über das Netzwerk des Energieversorgers senden. Diese vertraulichen Informationen könnten für Mitbewerber von wirtschaftlichem Wert sein. Sie könnten von böswilligen Tätern sogar dazu genutzt werden, den günstigsten Zeitpunkt für einen Cyber-Angriff auf das Stromnetz eines Landes zu bestimmen, um größtmöglichen Schaden oder Unannehmlichkeiten zu verursachen.

Datensparsamkeit

Damit sind die OEMs zumindest moralisch verpflichtet, den Datenschutz ebenso ernst zu nehmen wie die Sicher-

heit. Und die Grundprinzipien des Datenschutzes sind einfach. Wenn es beim Schutz der Sicherheit darum geht, Angreifer aus Embedded-Geräten herauszuhalten, dient der Datenschutz dazu, die Daten im Gerät zu schützen. Das heißt:

- Nicht mehr Daten sammeln und speichern, als unbedingt erforderlich sind, damit das Gerät seine Funktion erfüllen kann
- Anonymisieren der gesammelten oder gespeicherten Daten
- Verschlüsseln der gespeicherten und zu übertragenden Daten

Das kann man als eine Datenbereinigung betrachten. Gespeicherte Daten werden bereinigt und angefallener „Datenmüll“ oder unnötige Daten werden entfernt, um die Größe der Angriffsfläche für böswillige Akteure zu verringern.

Foundries-Factory-Plattform

Man könnte den OEM nachsehen, dass sie den Datenschutz als lästig ansehen. Schließlich ist er eine weitere zu implementierende Funktion, über die Sicherheit hinaus, die gerade kompliziert genug ist.

Tatsächlich verursacht der Datenschutz für die Anwender der Foundries-Factory-Plattform einen erstaunlich geringen Mehraufwand, denn sie verfügen bereits über eine Reihe von Features, die die optimalen Vorgehensweisen bei der Sicherheit und die neusten Vorschriften, z. B. die Cyberresilienz-Verordnung der Europäischen Union, unterstützen. Sicheres Booten, Reaktionen auf CVE-Einträge, Sicherheit bei OTA-Updates und mehr sind feste Bestandteile der Entwicklung und des Gerätemanagements bei Foundries-Factory.

Die datenschutzspezifischen Features in der Plattform lassen sich neben den sicherheitsbezogenen Features sehr einfach aktivieren. So kann z. B. das Betriebssystem Linux-micro-Plattform (LmP), das der Foundries-Factory-Plattform zugrunde liegt, so konfi-



guriert werden, dass die zufällige Speicheranordnung im Linux-Kernel implementiert wird.

Falls ein feindlicher Akteur in das Sicherheitssystem des Geräts eindringen sollte, bestände die einfachste Art, die Daten im Gerät zu inspizieren, darin, den Speicher des Prozessors auszulesen. Das LmP nutzt Funktionen im Linux-Kernel, um Datensequenzen in diesem Speicher in Blöcke zu unterteilen, und die Orte, an denen diese Blöcke gespeichert werden, zufällig festzulegen, um es einem Dritten schwieriger zu machen, die Daten in der ursprünglichen Abfolge wiederherzustellen.

Andere Features im System der Foundries-Factory sorgen für zusätzlichen Datenschutz. Die Techniker im Kundensupport können die Anwender umfassend informieren und darin schulen, wie sie sie nutzen können.

Für die Anwender gilt damit: Wenn die Sicherheit wichtig ist, dann ist es auch der Datenschutz, und die Werkzeuge für den Datenschutz finden sie in derselben Foundries-Factory-Plattform, mit der sie auch das Embedded-Gerät steuern. (bs)

Bei Systemen in der Industrie oder im Handel kann eine Verletzung des Datenschutzes äußerst schwerwiegende Folgen haben.

Bild: tippapatt – stock.adobe.com

hitex



SAFETY & SECURITY FÜR AUTOMOTIVE

Die Vernetzung des Automobils führt zu erhöhten Anforderungen an Sicherheits- und Manipulationsschutz.

Hitex bietet hier leistungsstarke, zertifizierte Softwarelösungen und Entwicklungsprozesse zur Unterstützung Ihrer Embedded-Entwicklung.

www.hitex.com/automotive



Isoliertes Erfassen von Gleich- und Wechselspannungen

Genauere Messungen für aktuelle Leistungswandler und Motorregler

Kompakte, effiziente und kosteneffektive Leistungswandler und Motorregler sind heutzutage ein Muss. Denn immer höhere Spannungen sind zu messen und der Platz ist knapp. Isolierte Spannungsmessbausteine bringen alles mit, was diese Anwendungen erfordern.

Auf einen Blick

- Integrierte isolierte AC- und DC-Spannungsmessbausteine verhelfen Elektrofahrzeugen zu mehr Reichweite und Betriebssicherheit.
- Spannungsmessungen mit einem Fehler <1 Prozent bieten genaue Energieabgabe und kleine Verlustleistungen.

Aktuelle Industrie- und Automotive-Anwendungen sollen aus erneuerbaren Energiequellen ein Maximum an Energie herausholen. Dementsprechend steigt die Nachfrage nach kompakten, effizienten, präzisen und kosteneffektiven Leistungswandlern und Motorreglern stetig an. Aber das genaue, isolierte Messen hoher Spannungen stellt aus elektrotechnischer Sicht eine beträchtliche Herausforderung dar, zumal die zu messenden Spannungen immer höher werden – bei Gleichspannungen ist beispielsweise ein Anstieg von 400 V auf 800 V und sogar 1500 V zu verzeichnen.

Auch die Bezahlbarkeit für Konsumenten und die Optimierung des Platzbedarfs bekommen einen immer höheren Stellenwert. Gefordert sind deshalb präzise, größenoptimierte, galvanisch isolierte Spannungsmesslösungen.

Mehr Reichweite und Sicherheit für Elektrofahrzeuge

Jahr für Jahr verkünden die Automobilhersteller Pläne zur Entwicklung von Elektrofahrzeugen (EVs) mit noch mehr Reichweite und Betriebssicherheit, die gleichzeitig bezahlbar bleiben sollen. Integrierte, isolierte DC-Spannungsmessbausteine können die Batteriespannung in Bordladegeräten, Gleichspannungswandlern und Batteriemangement-Systemen mit einem Fehler von weniger als ein Prozent messen und damit zur Vergrößerung der Reichweite beitragen. Isolierte AC-Spannungsmessbausteine wiederum sind kompakte integrierte Schaltungen (IC), die ein- oder dreiphasige Netzspannungen mit hoher Genauigkeit messen können. Unabhängig ob AC oder DC – Bausteine zum isolierten Messen hoher Spannungen erkennen Ausfälle und erzeugen diesbezügliche Warnmeldungen für die Fahrer. Außer zur Reichweite und



lierten Spannungsmesser erlauben Spannungsmessungen mit einem Fehler von weniger als ein Prozent und schaffen damit die Voraussetzungen für eine präzisere Energie-abgabe und eine Reduzierung der Verlustleistung. Die dadurch erzielten Kosteneinsparungen lassen sich letztendlich an die Konsumenten weitergeben.

Anwendungen im Bereich der Energie-Infrastruktur benötigen AC- und DC-Spannungsmessungen. Ein isolierter Spannungssensor gestattet ein genaues Messen der Netzspannung. Dies ist wichtig für Leistungswandler, da für die Leistungsfaktor-Korrektur die genaue Phasendifferenz zwischen den verschiedenen Spannungen bekannt sein muss. In Wechselrichtern wiederum liefern isolierte Spannungssensoren präzise Spannungsinformationen für die Netz- und/oder die Verbraucherseite. Schließlich verkürzen isolierte Gleichspannungsmessungen die Ladezeit in der Konstantspannungsphase, in der die Batterie auf die finale Spannung aufgeladen wird, ohne Schaden zu nehmen.

Ob industrielle Antriebe oder Traktionswechselrichter für Elektrofahrzeuge – in Motorregelungs-Anwendungen besteht ein wachsender Bedarf an präzisen Gleichspannungsmessungen. Ein kompaktes IC ermöglicht hier exaktere DC-Spannungsmessungen, ohne auf der Leiterplatte übermäßig viel Platz zu beanspruchen. Damit werden gleich zwei Herausforderungen von Motorregelungs-Anwendungen überwunden.

Speziell für den Einsatz in Leistungswandler- und Motorregelungs-Systemen hat TI zwei neue isolierte Spannungserfassungstechniken entwickelt, nämlich integrierte Hochspannungs-Widerstände und Bausteine mit massebezogenem Ausgang.

Betriebssicherheit können isolierte AC- und DC-Spannungsmessbausteine auch zur Bezahlbarkeit beitragen, da ein IC mehrere externe Bauelemente zusammenfasst.

Genauer messen und schneller laden

In Smart-Energy-Infrastrukturen können hochintegrierte, isolierte Spannungsmessbausteine die Kosten senken und eine höhere Leistungsdichte ermöglichen. Dies betrifft unter anderem DC- oder AC-Ladegeräte, Energiespeichersysteme und PV-Wechselrichter. Die iso-

Integrierte Widerstände für kleinere Lösungen

Die aus den Bausteinen AMC0380D04-Q1, AMC0381D10-Q1 und AMC0386M10-Q1 bestehende Familie galvanisch isolierter Spannungsmessverstärker und Modulatoren enthält Hochspannungs-Widerstandsteile und verzichtet damit auf sperrige und teure externe Widerstände, um die zu messende Spannung auf ± 1 V beziehungsweise 0-2 V herabzusetzen. Separate Hochspannungs-Widerstände können auf der Leiter-

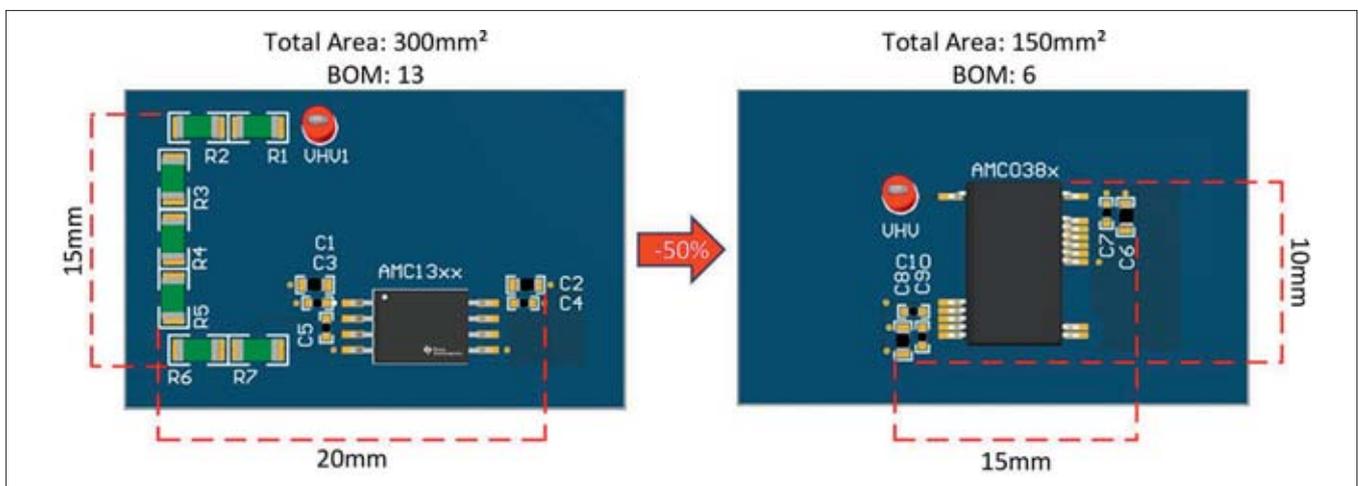


Bild 1: Galvanisch isolierte Spannungsmessverstärker und Modulatoren brauchen keine sperrigen und teuren externen Widerstände und sparen damit Platz auf der Leiterplatte.

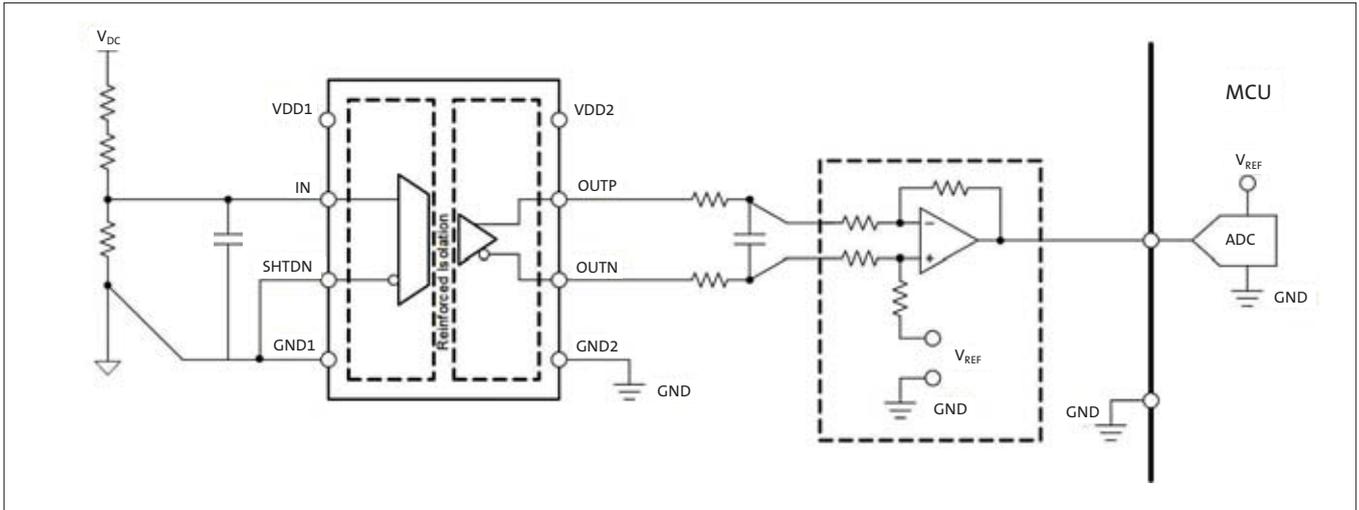


Bild 2: In der traditionellen Topologie zur isolierten Spannungsmessung wandelt eine aus Operationsverstärker und Spannungsreferenz bestehende Schaltung das differenzielle Signal in ein massebezogenes um.

platte viel Platz beanspruchen und möglicherweise sind bis zu 15 davon notwendig, um die Spannung hinreichend herabzusetzen und die Isolationsspezifikationen des jeweiligen Systems einzuhalten. Separate Hochspannungs-Widerstände sind zudem eine Ursache von Messfehlern sowie Langzeit- und Temperatur-Drifteffekten. Nicht zuletzt erfordern sie eine Kalibrierung am Ende der Fertigung.

AMC0380D04-Q1 (Verstärker mit isoliertem Eingang für $\pm 400 V_{AC}$), AMC0381D10-Q1 (Verstärker mit isoliertem Eingang für $1000 V_{DC}$) und AMC0386M10-Q1 (Modulator mit isoliertem Eingang für $\pm 1000 V_{AC}$) sorgen nicht nur für niedrigere Systemkosten, sondern verringern auch die Lösungsabmessungen um bis zu 50 Prozent, da keine externen Hochspannungs-Widerstände erforderlich sind (Bild 1).

Verstärker mit isoliertem Eingang sorgen nicht nur für niedrige Systemkosten, sondern verringern auch die Lösungsabmessungen um bis zu 50 Prozent, da externe Widerstände wegfallen.

Zudem ist eine Systemkalibrierung entbehrlich, da der Verstärkungsfehler der internen Widerstände bei diesen Bausteinen bereits werksseitig herauskalibriert wird, was Zeit und Kosten in der Produktion spart.

Durch die höhere Genauigkeit können die Bausteine außerdem den Systemwirkungsgrad verbessern. Der integrierte Widerstandsteiler zeichnet sich nämlich verglichen mit diskreten Widerständen durch eine sehr geringe Temperatur- und Langzeitdrift aus, sodass Spannungsmessungen mit einem Fehler von weniger als ein Prozent möglich sind.

Bausteine mit massebezogenem Ausgang

Beim Design isolierter Spannungsmessschaltungen auf der Basis herkömmlicher isolierter Verstärker (z. B. AMC1311) muss das differenzielle Ausgangssignal des isolierten Verstärkers oft in ein massebezogenes Signal umgewandelt werden, das sich direkt an

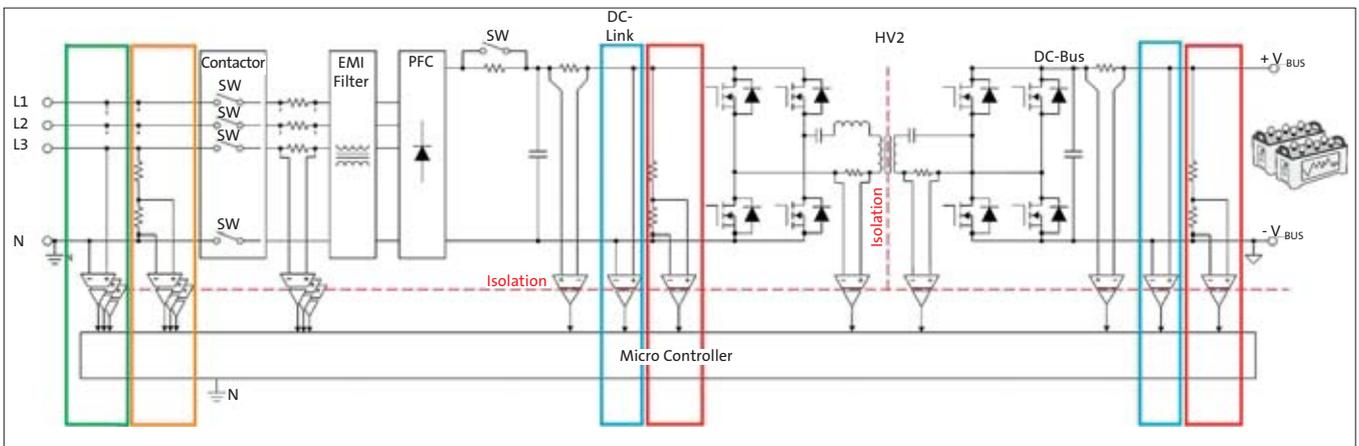


Bild 3: Standardmäßige Topologie eines Leistungswandlersystems: Messen der Netzwechselfspannung ohne externe Hochspannungs-Widerstände (grüner Kasten) bzw. mit externen Widerständen (gelber Kasten); Erfassen der Gleichspannung ohne (blaue Kästen) bzw. mit externen Widerständen (rote Kästen).

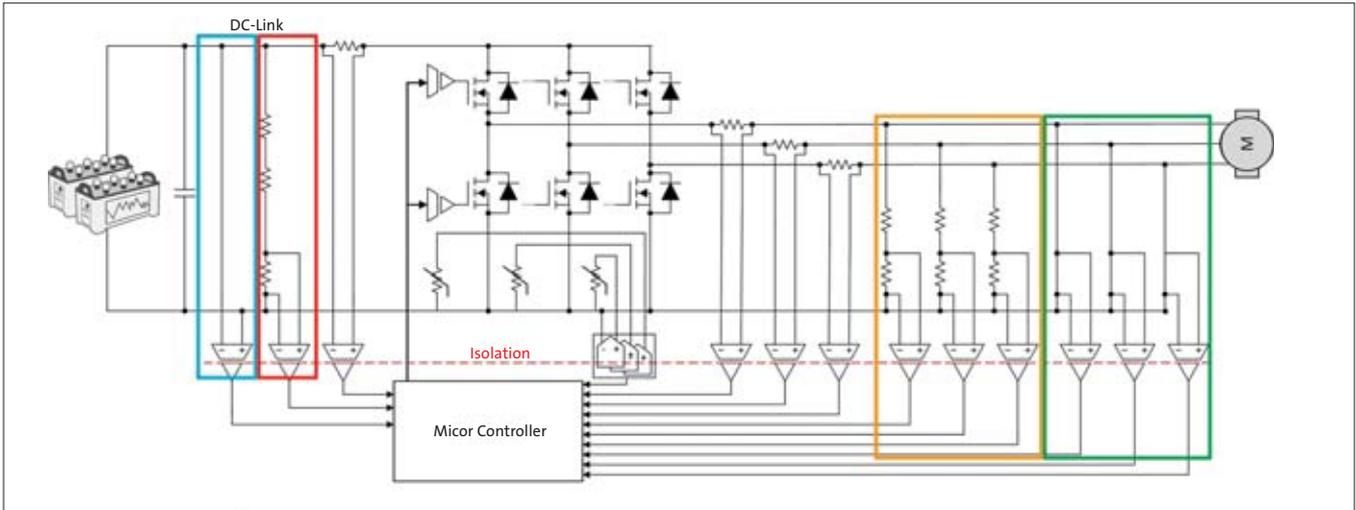


Bild 4: Standard-Topologie eines Motorregelungssystems; Erfassen der Wechselspannung ohne externe Hochspannungs-Widerstände (grün), bzw. mit externen Widerständen (gelb); Erfassen der Gleichspannung ohne externe Widerstände (blau) bzw. mit externen Widerständen (rot).

Bilder: Texas Instruments

den integrierten A/D-Wandler (ADC) des jeweiligen Mikrocontrollers führen lässt. Daraus können Mehrkosten und eine größere Leiterplattenfläche resultieren. Die Bausteine AMC0311R-Q1, AMC0311S-Q1, AMC0330R-Q1 und AMC0330S-Q1 kommen ohne eine separate, meist aus einem OPV und einer Spannungsreferenz bestehende Schaltung zur Umwandlung des differentiellen Signals in ein massebezogenes Signal aus (Bild 2). Dabei belegen AMC0311R-Q1 und AMC0330R-Q1 nicht nur weniger Leiterplattenfläche, sondern besitzen überdies einen ratiometrischen Ausgang. Das vom isolierten Spannungsmesser erzeugte Signal wird also gemäß der Referenzspannung des A/D-Wandlers im MCU variiert, sodass sich der gesamte Dynamikbereich des ADC ausschöpfen lässt, um Messungen mit höherer Auflösung zu ermöglichen.

Spannungsmessung in Leistungswandlern und Motorregelung

Bild 3 zeigt die Topologie eines Leistungswandlersystems. Zum Messen der Netzwechselspannung kommt entweder der AMC0380D04-Q1 ohne externe Hoch-

spannungs-Widerstände (grüner Kasten) beziehungsweise AMC0330D-Q1, AMC0330S-Q1 oder AMC0330R-Q1 mit externen Widerständen (gelber Kasten) zum Einsatz. AMC0381D10-Q1 und AMC0386M10-Q1 ohne externe Widerstände (blaue Kästen) beziehungsweise AMC0311D-Q1, AMC0311S-Q1 oder AMC0311R-Q1 mit externen Widerständen (rote Kästen) kommen zum Erfassen der Gleichspannung infrage. Die standardmäßige Topologie eines Motorregelungssystems ist in Bild 4 dargestellt. Zum Erfassen der Wechselspannung eignen sich der AMC0380D04-Q1 ohne externe Hochspannungs-Widerstände (grüner Kasten) beziehungsweise die Bausteine AMC0330D-Q1, AMC0330S-Q1 oder AMC0330R-Q1 mit externen Widerständen (gelber Kasten). Gleichspannung lässt sich mit dem AMC0381D10-Q1 beziehungsweise dem AMC0386M10-Q1 (ohne externe Widerstände, blauer Kasten) beziehungsweise dem AMC0311D-Q1, AMC0311S-Q1 oder AMC0311R-Q1 (mit externen Widerständen, roter Kasten) erfassen. (mou) ●

Autor: Kia Rahbar, Product Marketing Manager, Isolated Converters, Texas Instruments



Manche mögen's sehr heiß

Textile und keramische Halbzeuge für den Einsatz in Hochtemperaturtechnik und Isoliertechnik

- ▼ Hochtemperaturfeste Bänder, Schnüre, Schläuche und Garne aus Glasfasergewebe
- ▼ Bindemittelfreie und bis zu 1.850° C temperaturbeständige Keramikfaserprodukte
- ▼ Biokompatible Platten, Matten und Ausrollware aus polykristalliner Wolle (PCW)
- ▼ Mechanisch und thermisch bearbeitbare Halbzeuge aus verschiedenen Massivkeramik-Werkstoffen

Kompetente Beratung. Hohe Verfügbarkeit. Kurzfristige Lieferung kleiner Mengen.

Hochtemperaturtechnik | Isoliertechnik | Werkstofftechnik | Qualitätssicherung



Zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001:2015



www.kager.de

Bei der Verarbeitung enormer Datenmengen im aktuellen Fahrzeugen spielt High-Performance-Computing eine zentrale Rolle. Hierfür sind Speicher notwendig, die diese Datenmengen effektiv lesen und schreiben können.

Bild: godlikeart – stock.adobe.com

Augen auf bei der Speicher-Auswahl

Wie intelligente Entscheidungen Ausfälle im Automobilssektor verhindern

Schon bei der Konzeption eines Automobils müssen OEMs besondere Vorkehrungen treffen, denn Fahrzeugrückrufe kosten Milliarden – oft wegen fehlerhafter Elektronik. Aktuelle Speicherlösungen müssen höchste Sicherheitsstandards erfüllen, um Risiken zu minimieren.

Um dem Kunden ein sicheres und vor allem langlebige Produkt zu bieten, müssen Automobilhersteller schon bei der Konzeption des Automobils besondere Vorkehrungen treffen. So müssen sie darauf achten, dass die eingebauten Komponenten gut aufeinander abgestimmt sind und dass diese auch verfügbar sind. Andernfalls können im späteren Verlauf Probleme auftreten, die sowohl für Hersteller als auch Käufer unangenehm und frustrierend sind und sich negativ auf das Geschäft auswirken.

Ein bekanntes Beispiel hierfür sind Lieferengpässe. Diese verzögern oftmals den kompletten Produktionsablauf und sorgen bei Käufern, die teilweise schon länger auf ihr Fahrzeug warten, für Frust. Noch ärgerlicher hingegen ist ein Fahrzeugrückruf. Diese kommen in der Automobilindustrie leider häufig vor und betreffen jedes Jahr Millionen von Autos und Verbrauchern. Ein entscheidender Punkt, die Gefahr eines Rückrufs zu minimieren, ist die Wahl der richtigen Schlüsselkomponenten, die in die elektrischen Systeme des Fahrzeugs eingebaut werden. Arbeits- und Datenspeicher für Fahrzeugsysteme sind ein wesentlicher Faktor für Qualität, Sicherheit, Zuverlässigkeit und Leistung.

Rückrufe sind nicht nur eine Frage der Sicherheit, sondern auch der Kosten für Automobilhersteller. Sie können den Ruf und das Markenimage der Hersteller nachhaltig schädigen, was im schlimmsten Fall zu geringeren Verkaufszahlen, abnehmender Kundenloyalität

und einem Marktanteilsverlust führt. Schaut man einmal auf die Historie des Automobils, so lässt sich feststellen, dass in früheren Zeiten viele Rückrufe entweder mechanischer Natur oder auf fehlerhafte elektrische Komponenten zurückzuführen waren. Durch die Zunahme elektronischer Komponenten in sicherheitsrelevanten Systemen wie fortschrittlichen Fahrerassistenzsystemen (ADAS) und Elektronik für autonomes Fahren kommen immer mehr Aspekte hinzu, die zu Ausfällen im Elektronikbereich des Fahrzeugs führen können und somit ein Risiko darstellen.

Identifizierung von Risikobereichen und Ausblick in die Zukunft

Neue und innovative Funktionen für das Fahrerlebnis und die Sicherheit kommen seit vielen Jahren auf den Markt und ein wirkliches Ende ist dabei noch nicht in Sicht. Viele dieser Funktionen wie Totwinkelüberwachung, Vorwärtskollisionswarnung, Fußgängererkennung, Spurhalteassistent, Notbremsung und Einparkhilfe erfordern die Analyse von Sensor- und Bilddaten, damit empfohlene Maßnahmen in Echtzeit präzise berechnet werden können. Bei der Verarbeitung dieser enormen Datenmengen spielen High-Performance-Computing-Lösungen (HPC) eine zentrale Rolle. Diese benötigen einen Speicher, der diese Datenmengen effektiv lesen und schreiben kann. Ein Anwendungsbeispiel bei dem HPC-Lösungen zum Einsatz kommen, sind

| | |
|---------------------------------|---|
| ● Safety | Collision avoidance Parking assist Braking assist Traction-control system Autonomous features |
| ● Powertrain | Engine control Fuel-injection system Hybrid-electric control Transmission control |
| ● Functional integration | Centralized storage Zonal control Full autonomous (safety and infotainment) |
| ● Infotainment | Audio and video streaming Driver display Navigation Traffic and road information |
| ● Connectivity | Broadband, Wifi, Bluetooth Over-the-air software updates |

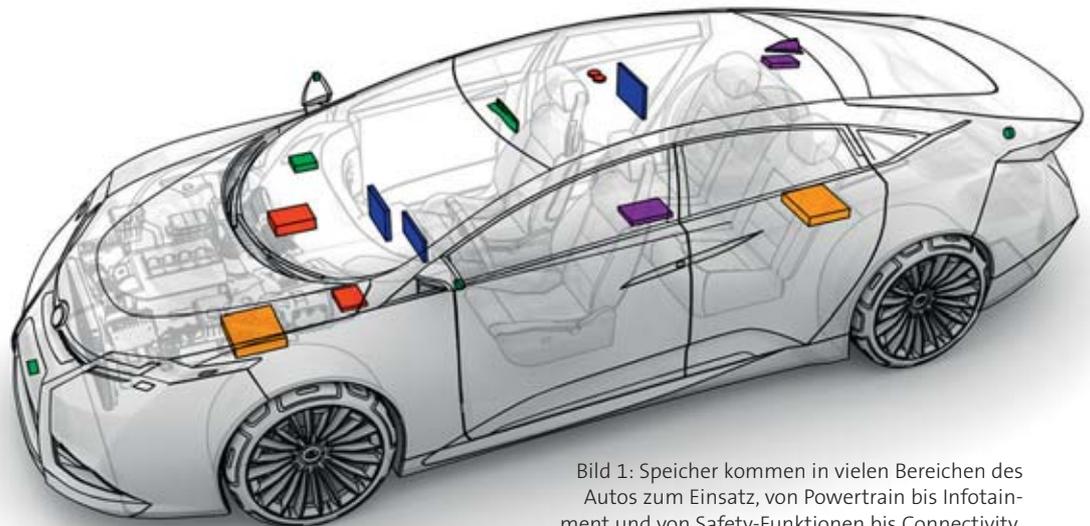


Bild 1: Speicher kommen in vielen Bereichen des Autos zum Einsatz, von Powertrain bis Infotainment und von Safety-Funktionen bis Connectivity.

Bild: Micron

autonome Systeme. Hier müssen nicht nur lokale Informationen, sondern auch vernetzte Daten präzise analysiert werden. Das macht die Datenverarbeitung komplexer und erfordert mehr Rechenleistung. Daher kann es vorkommen, dass Millionen von Zeilen Code/Software ausgeführt werden müssen. Kurz gesagt bedeutet das, dass sie viel Speicher (z. B. normalerweise Low-Power Dynamic Random-Access Memory oder LPDDR) benötigen, um diesen Code schnell auszuführen, und viel Speicherplatz für sowohl Code als auch die Daten (z. B. nichtflüchtiger Speicher oder Flash-Speicher) benötigen (Bild 1).

Zudem wünschen sich mittlerweile viele Kunden, dass das Auto auf ihre individuellen Bedürfnisse angepasst werden kann. Daher wird das Thema Software-definierte Fahrzeuge für die Automobilindustrie immer wichtiger. Hier lassen sich viele Funktionen, wie Fahrassistenzsysteme oder erweiterte Infotainment-Funktionen mittels Software steuern und individualisieren. Um eine Software nachzurüsten bzw. zu aktualisieren, ist es bei vielen dieser Fahrzeuge auch nicht mehr nötig, eine Werkstatt aufzusuchen, sondern diese können via Over-the-Air-Updates (OTA) eingespielt werden. Da diese Funktionen teilweise sicherheitsrelevant sind, ist es umso wichtiger, dass die Speicherkomponenten, auf denen die Anwendungen liegen und abgesichert sind, verlässlich sind.

Risikominderung, Begrenzung von Störungen und Kosteneinsparung

In vielen Verbraucher- und Computerprodukten werden Arbeits- und Datenspeicher eher als normale Komponenten betrachtet, da in diesen Märkten das kostengünstigste Device oft ausreichend ist. Im Automobilmarkt ist die Auswahl der Geräte jedoch eine Entscheidung, die vom Hersteller sorgfältig getroffen werden muss. Denn durch das Verwenden der richtigen Komponenten wird gewährleistet, dass im späteren Verlauf weder Kunden noch Hersteller Beeinträchtigungen in Kauf nehmen müssen.

Grund hierfür ist unter anderem, dass heutige Arbeits- und Datenspeicher hochkomplex sind und bereits über Rechenleistung im Gerät verfügen. Diese Tatsache,

verbunden mit den Anforderungen der Automobilindustrie, macht die Wahl der Komponenten entscheidend. Es ist auch wichtig, dass Ingenieur- und Qualitätsgruppen in den Auswahlprozess der Geräte einbezogen werden, um das Risiko von Ausfällen noch weiter zu verringern. Ein Vergleich der Produkte (Bild 2) kann helfen, das Ausfallrisiko, die Systemkompatibilität, die Sicherheitskonformität und die Garantieanforderungen für ein bestimmtes Fahrzeug zu bewerten.

Die Verantwortlichen, die die Teile für den Einsatz in Fahrzeuganwendungen auswählen, sollten nach Komponenten suchen, die für die extremen Anforderungen von Automobilumgebungen wie extreme Temperaturen, hohe Qualität und Zuverlässigkeit sowie die für die Anwendung wesentlichen Sicherheitsstandards ausgelegt und robust sind. Darüber hinaus ist es wichtig, dass die ausgewählten Komponenten eine lange Lebensdauer und eine hohe Beständigkeit gegenüber mechanischen Belastungen aufweisen. Dies stellt sicher, dass die Fahrzeugsoftware auch unter anspruchsvollen Bedingungen zuverlässig funktioniert. Eine sorgfältige Auswahl der Teile steigert zudem die Kundenzufriedenheit, da sie mit weniger, bis keinen Ausfällen rechnen können. Auch Unternehmen haben diesen Bedarf erkannt. So beispielsweise der Hersteller Micron Technology, der gezielt für diesen Anwendungsbereich Produkte entwickelt, die den hohen Standards entsprechen und dabei kontinuierlich weiterentwickelt werden, um den wachsenden Anforderungen der Automobilindustrie gerecht zu werden.

Fahrzeugrückrufe sind für Hersteller kostspielig. Diese Kosten können durch die Auswahl der richtigen Arbeits- und Datenspeicher gemindert oder reduziert werden. Sie machen den Unterschied und helfen dem Unternehmen dabei, potenziell große Verluste und einen beeinträchtigten Qualitätsruf zu vermeiden. Hierbei ist es ratsam, sich die Expertise von branchenkundigen Unternehmen wie Micron Technology zunutze zu machen, die bereits seit vielen Jahren innovative Komponenten liefern und mit Automobilherstellern zusammenarbeiten, um sie gezielt dabei zu unterstützen, kritischen Entscheidungen zu treffen. (na)

Autor

Rainer Flattich,
Managing Director
Micron Semiconductor Germany

MEMS-Technik statt Quarzkristalle

Halbleiterbasierende Taktgeber machen Fahrzeuge sicher

Der Wechsel von Quarz- zu MEMS-basierendem Timing macht Fahrzeugsysteme sicherer und vereinfacht die Gesamtsystemarchitektur. Robuste Timing-ICs ermöglichen einen zuverlässigen Betrieb von Elektrofahrzeugen selbst in störbehafteten Umgebungen.

Vier große Trends prägen die Zukunft der Mobilität: Elektrifizierung, geteilte Fahrzeugnutzung, aktive Sicherheitssysteme und Fahrautomatisierung. Diese Trends haben bereits großen Einfluss auf die Art und Weise, wie Fahrzeuge entworfen werden. Denn um Nutzungsüberwachung und Abrechnung, Antriebsstrangsteuerung, autonomes Bremsen und Lenken, Navigation, Positionierung, kontextbezogene Erfassung und V2X-Kommunikation zu bewältigen, sind mehr digitale Systeme an Bord erforderlich. Dementsprechend wächst der Markt für elektronische Bauelemente und Software für Fahrzeuge doppelt so schnell wie der Automobilmarkt insgesamt und soll bis 2030 ein Volumen von 450 Mrd. US-Dollar erreichen. Derzeit enthält ein Fahrzeug etwa 70 bis 100 Timing-ICs (Takt-/Zeitgeber), Tendenz steigend.

Gutes Timing sorgt für Datenintegrität und Sicherheit

Die zunehmende Zahl digitaler Systeme an Bord führt zu einem enormen Anstieg schneller Datenübertragungen im gesamten Fahrzeug, einschließlich über das Ethernet-Backbone des Fahrzeugs und über drahtlose (Funk-)Netzwerke. Da elektronische Systeme immer komplexer werden und immer mehr Sensoren für die Automatisierung hinzukommen, können Fahrzeuge mehr als 20 TB Daten pro Stunde erzeugen. Diese Datenflut erfordert eine nahtlose Kommunikation und Verarbeitungskapazitäten mit einer Rechenleistung von bis zu 100 TFlops.

Für die Verwaltung dieser riesigen Datenmenge ist präzises Timing unerlässlich. Das Fahrzeug ist in hohem Maße auf Timing-ICs angewiesen, um die schnellen und umfangreichen Datenübertragungen von verschiedenen Sensoren zu ADAS-Rechnern und Steuergeräten zu synchronisieren, Schnittstellen mit mehreren Gigabit pro Sekunde effektiv zu verwalten und eine nahtlose Kommunikation zwischen internen und externen Fahrzeugsystemen sicherzustellen.

Besonders in sicherheitskritischen Systemen, in denen die Vermeidung gefährlicher Zustände durch einen Komponentenausfall höchste Prio-

rität hat, müssen Timing-ICs hochzuverlässig und -präzise sein. Da die Branche von passiven zu aktiven Sicherheitssystemen übergeht, ist präzises Timing von entscheidender Bedeutung. Bei diesen und bei autonomen Fahrfunktionen sind ein sehr niedriger Jitter, hohe Stabilität und ein zuverlässiger Betrieb äußerst wichtig, um die funktionale Sicherheit zu gewährleisten.

Höhere Ströme führen zu mehr EMI

Die Betriebsumgebungen im Fahrzeugbereich sind von Natur aus rau – mit hohen Umgebungstemperaturen, starken Vibrationen und mechanischen Stößen. Bei geteilter Nutzung sollen Fahrzeuge erwartungsgemäß bis zu 90 Prozent der Zeit in Betrieb sein, deutlich mehr als bei Einzelnutzern. Dies erhöht die Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Fahrzeugsysteme. Denn alle Systeme sind häufigen Ein- und Ausschaltzyklen sowie erhöhtem Verschleiß ausgesetzt, was robuste Komponenten erfordert, die mehr Arbeitszyklen standhalten.

Die komplexere Fahrzeugelektronik von Elektrofahrzeugen bringt aber auch Designherausforderungen mit sich. Diese kompakten elektronischen Systeme müssen mit zunehmenden elektromagnetischen Störungen (elektromagnetische Interferenzen, EMI) aufgrund der höheren Ströme im Fahrzeug zurechtkommen, was den Betrieb elektronischer Geräte stören kann. Robuste Timing-ICs spielen eine entscheidende Rolle bei der Taktung und Synchronisierung komplexer Fahrzeugelektronik, um für einen zuverlässigen Betrieb von Elektrofahrzeugen selbst in störbehafteten, anspruchsvollen Umgebungen zu sorgen.

MEMS-Technik ersetzt Quarzkristalle

In der Vergangenheit lieferten Quarzkristalle die Zeitreferenz für elektronische Schaltkreise. MEMS-Technik (mikroelektromechanisches System) ermöglicht es nun, die thermischen, mechanischen und elektrischen Eigenschaften von Silizium zu nutzen, um genaue Timing-ICs zu entwickeln.

MEMS-Resonatoren können viel kleiner als Quarzkristalle sein, Timing-ICs haben also eine kleinere Grundfläche (bis 1 mm x 1,2 mm) und sind damit ideal für Fahrzeuganwendungen wie Kameramodule und Radar-/Lidar-Sensoren. Durch die geringere Größe und Masse sind die Bauteile im Vergleich auch bis zu hundertmal widerstandsfähiger gegen Stöße und

Auf einen Blick

- MEMS-Timing-ICs sind kleiner und genauer als Quarze und weniger anfällig für Temperaturschwankungen.
- Mit Si-basierenden Timing-Lösungen lassen sich Standards für die funktionale Sicherheit von Fahrzeugen leichter einhalten.

Bild: Bild: iStock-116836515





Bild 1: Moderne Elektrofahrzeuge kommen nicht mehr ohne digitale Systeme aus.
Bild: iStock-1448679318



Bild 2: Die komplexe Fahrzeugelektronik von Elektrofahrzeugen erfordert genaue Timing-ICs.

Bild: iStock-889309702

Vibrationen ebenso wie gegenüber elektromagnetischen Störungen. Diese Widerstandsfähigkeit zahlt sich in Anwendungen mit hohen Strömen und elektromagnetischen Feldern aus, etwa in Batteriemanagementsystemen für Elektrofahrzeuge.

Genaueres Timing auch bei extremen Temperaturen

Darüber hinaus ermöglichen die intrinsischen Materialeigenschaften Si-basierender MEMS-Bausteine eine kontrollierte Frequenzgenauigkeit über einen weiten Temperaturbereich und die Genauigkeit weicht im Gegensatz zum typischen Verhalten von Quarzen bei extremen Temperaturen nicht exponentiell ab. Ein MEMS-Oszillator in Automotive-Qualität hat eine Stabilität von bis zu ± 20 ppm über -40 bis $+125$ °C. Dieser Wert umfasst die anfängliche Genauigkeit, Temperatureffekte und Alterung. Das Hinzufügen einer Temperaturkompensation verbessert die Stabilität auf bis zu $\pm 0,1$ ppm. Diese Genauigkeit ermöglicht eine bessere Synchronisierung der V2X- und 5G-Kommunikation über erweiterte Temperaturbereiche. MEMS-Timing ist auch frei von sogenannten Kaltstartproblemen am unteren Ende

des Temperaturbereichs, die bei Systemen mit Quarzoszillatoren häufig auftreten. Ebenso wenig sind Si-MEMS-Resonatoren anfällig für Mikrosprünge. Diese zufälligen, nicht reproduzierbaren Frequenzsprünge treten bei quarzbasierenden Oszillatoren häufig auf und können zu einem Signalverlust bei der GNSS- oder V2X/5G-Kommunikation führen. Tatsächlich bleibt die von einem MEMS-basierenden Oszillator erzeugte Frequenz auch dann konstant, wenn die Umgebungstemperatur schnell ansteigt, während Quarzoszillatoren zufällige Frequenzen mit Temperaturspitzen ausgeben.

Weniger Fehler gleich mehr Sicherheit

Die geringere Wahrscheinlichkeit eines Komponentenausfalls (failure in time, FIT) führt auch zu einer niedrigeren Wahrscheinlichkeit für Hardwarefehler (probability metric for hardware failure, PMHF), sprich mehr Sicherheit in Fahrzeugsystemen und auf Systemebene. Die enge Integration von MEMS- und CMOS-Technologie in Verbindung mit Sicherheitsmechanismen verbessert Single-Point-Fehler-Metriken (SPFM) und Latent-Fehler-Metriken (LFM). Diese Verbesserungen sind für die Einhaltung von Sicherheitsstandards wie ISO 26262

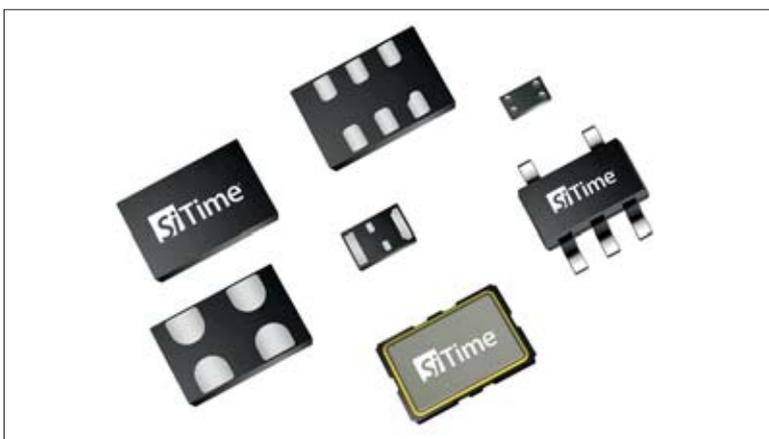


Bild 3: Bei Silizium-basierenden MEMS-Bausteinen zur Taktgebung weicht die Genauigkeit nicht exponentiell ab wie das bei Quarz-Kristallen der Fall ist, sondern bleibt stabil.

Bilder: SiTime



Bild 4: Der Silizium-MEMS-basierende Oszillator SiT9025 mit vier Pins bleibt stabil selbst bei schnellen Temperaturänderungen.

für funktionale Sicherheit von Fahrzeugen entscheidend. Eine niedrigere FIT-Rate erhöht auch die Hardwaresicherheit in einer Gefährdungs- und Risikoanalyse (Failure modes, effects, and diagnostic analysis, FMEDA), der quantitativen Analyse, die im Rahmen der Bewertung der funktionalen Sicherheit erforderlich ist.

Ein Beispiel für die Vorteile des Si-basierenden MEMS-Timings ist ein Kameramodul für Fahrzeuge. Im Fahrzeug kommen immer mehr Kameras zum Einsatz, um Bildsensoren für Systeme wie die Erkennung des toten Winkels und die Verkehrszeichenerkennung sowie für ADAS-Funktionen wie Einparkhilfe, Spurhalteassistent, Notbremssystem und adaptive Geschwindigkeitsregelung bereitzustellen. Zu den üblichen Designherausforderungen gehören Platzbeschränkungen auf der Platine, extreme Umgebungstemperaturen und schnelle Temperaturänderungen sowie Stöße, Vibration und EMI. Außerdem soll die Sensorauflösung ständig weiter steigen. Das erfordert dann höhere Datenraten, wodurch die Minimierung des Taktjitters an Bedeutung gewinnt.

MEMS sorgen für stabilere Verbindungen

Ein MEMS-basierender Oszillator wie der SiT9025 von SiTime (Bild 4) ist klein und liefert stabile, hohe Genauigkeit über einen weiten Temperaturbereich – selbst bei schnellen Temperaturänderungen. Der Oszillator verfügt über konfigurierbare Spread-Spectrum-Funktion sowie einstellbare Anstiegs-/Abfallzeiten, was EMI minimiert. Die Bausteine weisen außerdem wenig Jitter, hohe Stoß- und Vibrationsfestigkeit sowie Funktionen auf, um EMI zu reduzieren. Die hohe Zuverlässigkeit spiegelt sich in einer bis zu 50-mal besseren Ausfallrate als bei Quarzoszillatoren wider. So können die Systeme die strengen Vorgaben für funktionale Sicherheit erfüllen (s. Kasten).

MEMS-Oszillatoren weisen eine Frequenzstabilität von bis zu ± 100 ppb auf und sind damit vergleichbaren Quarzalternativen überlegen. Die Frequenzantwort auf Temperaturänderungen,

df/dT , kann besser als 3,5 ppb/ $^{\circ}C$ sein, was zu einer besseren Kopplung mit GNSS und V2X sowie zu weniger Verbindungsabbrüchen führt.

Doppelt hält besser: Zwei Resonatoren auf einem Chip

MEMS-Oszillatoren können mit speziellen Funktionen ausgestattet werden, um bestimmte Eigenschaften zu bieten wie etwa eine erhöhte Robustheit gegenüber Störungen seitens der Spannungsversorgung. Beispiele sind die Differential-Oszillatoren SiT9396 und SiT9397 (Bild 5).

Hat die Temperaturstabilität hohe Priorität, bieten die Super-TCXO-Oszillatoren SiT5386 und SiT5387 (Bild 3) den DualMEMS-Chip-Aufbau und TurboCompensation, um eine Temperaturstabilität zu bieten, die mit der eines beheizten Quarzoszillators (OXCO) vergleichbar ist, jedoch zu geringeren Kosten und mit kleinerem Stromverbrauch. DualMEMS vereint zwei Si-MEMS-Resonatoren auf einem einzigen Chip. Ein Resonator ist so optimiert, dass er über der Temperatur einen nahezu flachen Frequenzgang aufweist.

Der zweite Resonator fungiert als präziser Temperatursensor, dessen Frequenz auf Temperaturänderungen reagiert. Die Empfindlichkeit ist linear – mit einer Steigung von etwa ± 7 ppm/ $^{\circ}C$, sodass das Frequenzverhältnis zwischen den beiden Resonatoren eine schnelle und genaue Messung der Resonatortemperatur ermöglicht. Dies wird als TurboCompensation bezeichnet und ermöglicht eine Auflösung von 30 μK sowie eine Bandbreite in der Größenordnung von 100 Hz. Die Temperaturmessung wird dann in einen Temperaturkompensationsalgorithmus eingegeben, den das zugehörige Mixed-Signal-CMOS-IC ausführt, was zu einer temperaturkompensierten Frequenzverschiebung von besser als ± 1 ppm führt. (mou)

Autor: Sumeet Kulkarni, Director Product Marketing, Automotive, SiTime



Bild 5: Die Differential-Oszillatoren SiT9396 und SiT9397 sind besonders robust gegenüber Störungen seitens der Spannungsversorgung.

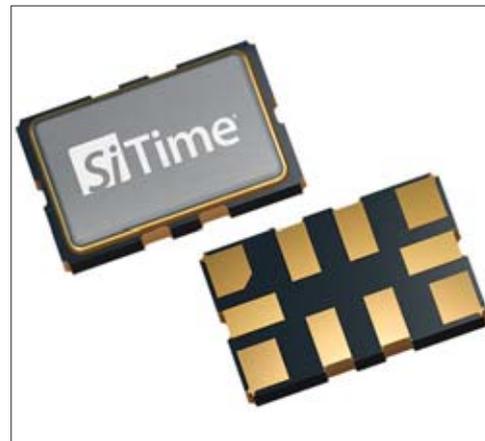


Bild 6: Die Super-TCXO-Oszillatoren SiT5386 und SiT5387 bieten DualMEMS-Chip-Aufbau und TurboCompensation.

10 MILLIONEN +

Elektrofahrzeuge sind unterwegs mit...

Rel-ion™ MATERIALIEN

Erhöhte Zuverlässigkeit

ELEKTRISCH

MECHANISCH

THERMISCH



INDIUM CORPORATION®

indium.com

From One Engineer To Another®

Sicher unterwegs

AEC-Q200-qualifizierte Sicherungen in der Automobilumgebung

Um in Elektro-Fahrzeugen elektronische Komponenten, Geräte und Verkabelung und vor allem die Fahrzeuginsassen zu schützen, spielen Sicherungen eine entscheidende Rolle. Umso wichtiger ist, dass diese Komponenten einen einheitlichen Standard erfüllen.

Auf einen Blick

- An Kfz-Sicherungen werden hohe Anforderungen gestellt. Sie müssen mit immer höheren Spannungen und auch hohen Temperaturen zurechtkommen.
- Der AEC-Q-Standard hilft dem Entwickler dabei, die richtige Wahl zu treffen.

Sicherungen werden seit den Anfängen des elektrischen Lichts im späten neunzehnten Jahrhundert als wichtige Schutzeinrichtungen eingesetzt. Sie schützen Geräte vor Fehlern wie Kurzschlüssen, die an einer Last auftreten, indem sie den Stromfluss unterbrechen. Diese Unterbrechung kann die Verkabelung, elektronische Geräte und die Last vor Schäden schützen. Daher können Sicherungen das Risiko von Personen- und Sachschäden minimieren.

Der Trend zu SiC in der Elektrifizierung

Der Schutz, den Sicherungen bieten, ist besonders für den wachsenden Automobilmarkt und die steigende Nachfrage nach Elektrofahrzeugen von Vorteil. Mit der Energieumwandlung von Elektrofahrzeugen und der ständig wachsenden Anzahl elektronischer Systeme ist der Schutz von Stromkreisen ein Muss, um die zahlreichen Geräte in einem Elektrofahrzeug zu schützen.

Kfz-Sicherungen

Die typische Kfz-Sicherung basiert darauf, dass ein leitendes Element schmilzt. Es entsteht ein Lichtbogen, der die Verbindung in einen offenen Stromkreis verwandelt.

Der Stromimpuls (Stärke, Form und Zeit), die Umgebungstemperatur und die Eigenschaften der Sicherung bestimmen die Temperatur im Sicherungselement, bei der dies geschieht. Die Zeit-Strom-Kurve (TCC genannt) bei verschiedenen Sicherungsnennströmen hilft dabei, die Unterbrechungszeit für einen bestimmten Strom zu bestimmen. Zusammen mit der Schmelzenergie $I^2 \times t$, ist dies ein wichtiges Kriterium bei der Bestimmung einer geeigneten Sicherung für die jeweilige Anwendung.

Leistung und Sicherheit der E-Auto-Batterie

Kfz-Sicherungen haben sich weiterentwickelt, um den sich ändernden Anforderungen der Industrie gerecht zu werden. In den 1960er Jahren wurden üblicherweise Glasrohrsicherungen verwendet, aktuell sind es die kompakteren Blattsicherungen. Die meisten von ihnen sprechen schnell an (innerhalb weniger Millisekunden), was gut ist, um Schäden an empfindlicher Elektronik zu vermeiden, aber schlecht für Motoren, da der Einschaltstrom beim Anfahren hoch ist. Für diese Anwendung wurden träge Sicherungen entwickelt, bei denen die Ansprechzeit in der Größenordnung von mehreren

Bild 1: Darstellung der für Sicherungen vorgeschriebenen Belastungstests der Norm AEC-Q200 Rev. E. Bild: Littelfuse

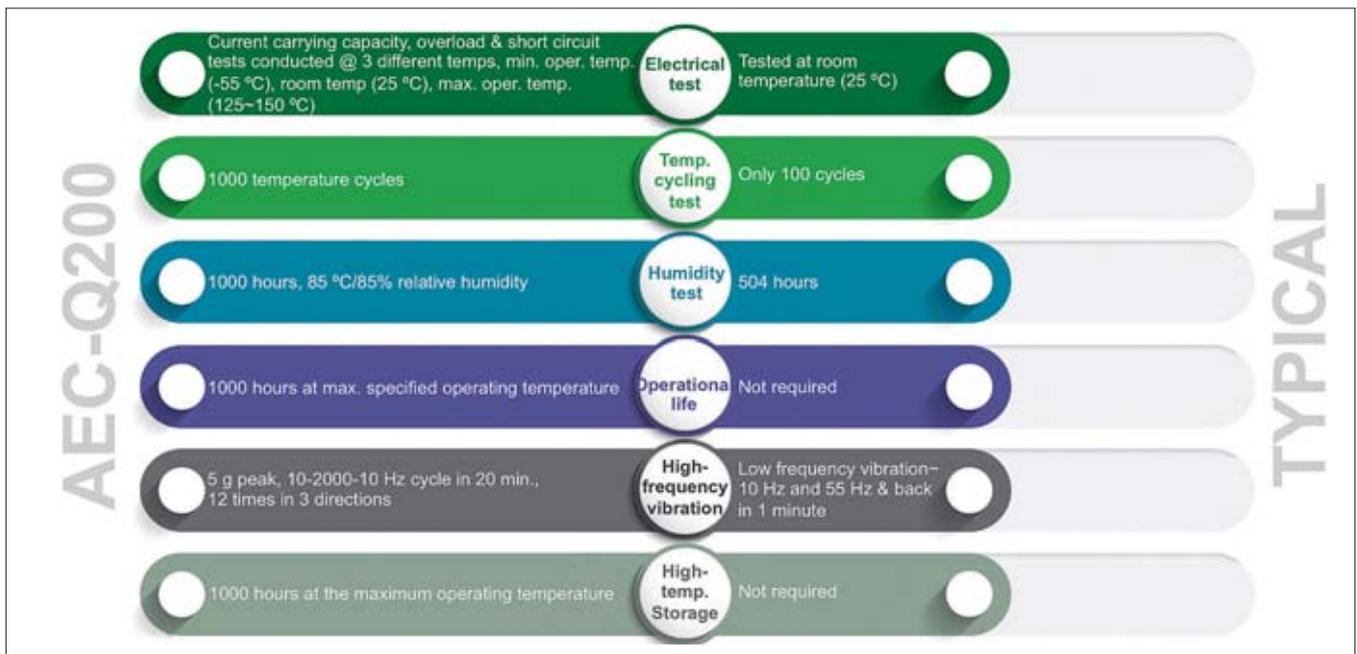




Bild: Daniel Strautmarm – Adobe Stock

Sekunden liegen kann. Zu den weiteren charakteristischen Anforderungen an Sicherungen, die in Kraftfahrzeuganwendungen eingesetzt werden, gehören:

- Höhere Spannungen von bis zu 800 V für den sich ändernden Bus werden bald erwartet. Deshalb sind Nennwerte von mehr als 1000 V erforderlich, wobei bei diesen Spannungen entstehenden Bogenentladung große Aufmerksamkeit geschenkt werden muss, um Schäden am Stromkreis zu vermeiden.
- Hohe Zuverlässigkeit aufgrund des Risikos von Unfällen bei Ausfällen.
- Großer Bereich der Umgebungstemperatur. Im Motorraum verwendete Sicherungen können Temperaturen von -40 °C bis $+150\text{ °C}$ oder mehr ausgesetzt sein.
- Größe, Gewicht und Formfaktor sind die wichtigsten Ziele für die Minimierung aller in einem Elektrofahrzeug verwendeten Komponenten, da die Fahrzeugleistung und die Reichweite bei einer bestimmten Batterieladung erhöht werden müssen.
- Vibrationsfestigkeit ist aufgrund der unterschiedlichen Straßenbedingungen und Fahrprofile eine wichtige Anforderung.

Die Automobilnorm AEC-Q200

Chrysler, Ford und General Motors gründeten in den 1990er Jahren den Automotive Electronics Council (AEC), um ein gemeinsames Qualitätssystem zu schaffen und die Qualifikationsstandards für Automobilanwendungen zu vereinheitlichen. Die Norm AEC-Q200 regelt die Qualifizierung von passiven Bauteilen durch Belastungstests. Die frühere Revision D der AEC-Q200, die seit Juni 2010 in Kraft ist, umfasste Bauteile wie Widerstände, Kondensatoren, Transformatoren, Resonatoren, Quarze, rücksetzbare Sicherungen, Thermistoren und Varistoren. Diese Norm behandelt zwei Hauptbeanspruchungskategorien für die passiven Bauteile:

- Umweltbelastungen wie Temperaturschwankungen, Feuchtigkeitsschwankungen, Lagerung bei hohen Temperaturen und Tests zur Lebensdauer bei hohen Temperaturen.
- Physische Belastung wie Vibration, mechanischer Schock, Lötbarkeit und Beständigkeit gegen Lötwärme, Entflammbarkeit, Anschlussfestigkeit und Beständigkeit gegen Lösungsmittel.

Bei der im März 2023 veröffentlichten Aktualisierung Rev. E der AEC-Q200 sind die Zuverlässigkeitsanforde-

Autor

Rolf Horn, Anwendungingenieur bei DigKey

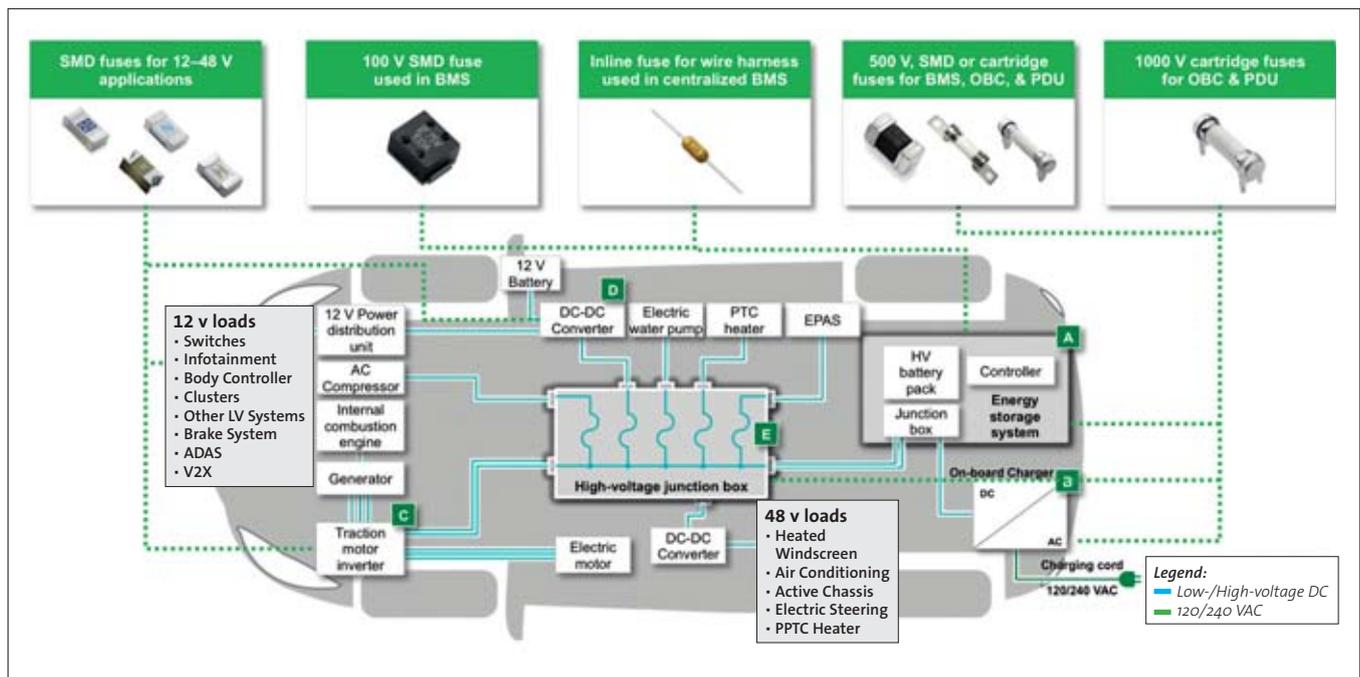


Bild 2: Darstellung des Sortiments an AEC-Q200-qualifizierten Sicherungen von Littelfuse für Kfz-Anwendungen.

Bild: Littelfuse

ungen für Sicherungen hinzugefügt. Wie in Bild 1 dargestellt, enthält Rev. E eine umfassende Liste von Stress-tests, die sowohl die oben genannten Umwelt- als auch die physischen Stressfaktoren umfassen.

AEC-Q-Standard erleichtert die Auswahl von Automotive-Sicherungen

Die Belastungsbedingungen der Norm AEC-Q200 Rev. E sind strenger als die typischen Tests für Nicht-Automobile. Einige wichtige Tests wurden hinzugefügt, wie z. B. der 1000-Stunden-Lebensdauertest bei der maximalen spezifizierten Betriebstemperatur. Die Prüfmethodik für Sicherungen erfordert Widerstandsmessungen vor und nach der Belastung sowie Strombelastbarkeits- und Überlasttests nach der Belastung. Ziel der AEC-Q200 Rev. E ist es, eine gemeinsame Norm zu schaffen, die Hersteller für die Entwicklung und Prüfung von Sicherungen für den Automobilmarkt verwenden können.

Gemäß AEC-Q200-Rev.-E-qualifizierte Sicherungen

Littelfuse führte in den 1930er Jahren die ersten Kfz-Sicherungen ein, und seine ATO-Blattsicherungen gelten als weltweiter Standard. Das Unternehmen trug zur Entwicklung der Qualifikationsbelastungstests der Rev. E für Sicherungen bei, da ihre internen Qualifikationstests für Kfz-Sicherungen bereits mit der AEC-Q200 Rev. E abgestimmt waren.

Bild 2 zeigt die Palette der von Littelfuse hergestellten Sicherungen für Kfz-Anwendungen. Es gibt sie in verschiedenen Bauformen wie Patronensicherungen und Sicherungen für die Durchkontaktierung oder Oberflächenmontage.

Einzelheiten zu einigen der AEC-Q200-qualifizierten Sicherungen sind:

- Die Patronensicherung der Serie 828 verfügt über eine Hochspannungsfestigkeit von 1000 V_{DC} mit einer

Unterbrechungsfestigkeit von 10 kA bei der Nennspannung. Sie sind für OBC und PDU bestimmt.

- Die oberflächenmontierbare Serie 885 Nano2 ist für eine Nennspannung von bis zu 500 V_{DC} mit einer verfügbaren Unterbrechungsleistung von 1500 A bei 350 V_{DC} ausgelegt. Diese kompakten Sicherungen können in Li-Ionen-Batteriepacks, dem BMS und HV-DC/DC-Wandlern eingesetzt werden.
- Die oberflächenmontierbaren Dünnschicht-Chipsicherungen der Serie 437A bieten Nennspannungen von 32 V_{DC} bis 125 V_{DC} und einen Unterbrechungswert von 50 A bei der Nennspannung. Mit ihrem geringen Platzbedarf und ihrer schnellen Reaktionszeit eignen sie sich ideal für den Sekundärschutz von kompakter Automobilelektronik wie LED-Scheinwerfern, Navigationssystemen, TFT-Displays usw.
- Die Serie PICOII 521 ist eine sehr flinke Sicherung in einem platzsparenden Subminiatur-Gehäuse mit durchkontaktierbarem Keramikkörper. Die Nennspannung beträgt 75 V, der Unterbrechungsstrom 300 A bei Nennspannung. Diese können für den BMS-Schutz verwendet werden.

Fazit

Elektrofahrzeuge benötigen immer mehr elektronische und elektrische Leistungsumwandlungskomponenten und -module. Sicherungen spielen eine entscheidende Rolle für die Sicherheit, nicht nur für die elektronischen Komponenten, die Verkabelung und die Geräte, die sie schützen, sondern auch für die Personen, die das Fahrzeug bedienen. Die Aufnahme von Sicherungen in die AEC-Q200-Qualifikationsnormen stellt sicher, dass diese wichtigen Komponenten einen einheitlichen Standard erfüllen. Littelfuse verfügt über eine Reihe von AEC-Q200-qualifizierten Sicherungen, die in einer Vielzahl von EV-Überstromschutzanwendungen eingesetzt werden können. (bs)

Mit UL-Zulassung

Gekapselte Ultra-Subminiaturschalter

Omron Electronic Components Europe führt 14 neue UL-Modelle seiner abgedichteten Sub-Miniaturschalter ein. Laut Herstellerangaben ist die D2EW-Schalterserie eine der kleinsten auf dem Markt erhältlichen.

Die UL-Zertifizierung der Schalter bestätigt, dass die neuen Varianten von einer unabhängigen dritten Partei gründlich getestet wurden und alle geltenden Sicherheitsanforderungen erfüllen oder übertreffen.

Das D2EW-Schaltersortiment wurde für eine erhöhte Designflexibilität bei der Entwicklung von Geräten und Anlagen entwickelt. Seine kompakten Abmessungen ($8,3 \times 7,0 \times 5,3 \text{ mm}^3$) machen den D2EW laut Herstellerangaben zu einer der kleinsten auf dem Markt erhältlichen Switch-Familien, die gleichzeitig hohe Leistung und Zuverlässigkeit bietet. Eine minimale anwendbare Last von $50 \mu\text{A}$ trägt zur Energieeinsparung bei.

Durch die Schutzart IP67 (ausgenommen Klemmen bei Terminalmodellen) und die hohe Temperaturbeständigkeit bis zu $+85 \text{ }^\circ\text{C}$ eignen sich die Schalter für Umgebungen, die wasser- oder staubdichte Komponenten erfordern, wie z. B. Außenanwendungen. Aufgrund seiner geringen Größe eignet sich der D2EW ideal für elektronische Geräte, bei denen die Maximie-



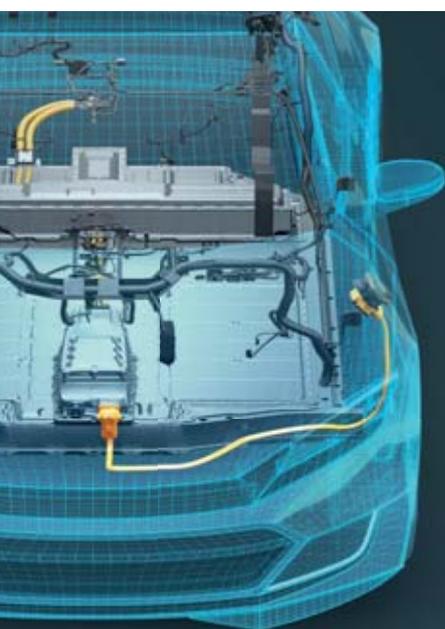
Omron Electronic Components Europe hat sein D2EW-Sortiment an abgedichteten Ultra-Subminiatur-Basisaltern mit der Einführung von 14 neuen UL-Modellen erheblich erweitert.

Bild: Omron Electronic Components Europe

rung des Platzbedarfs ohne Beeinträchtigung von Leistung und Zuverlässigkeit eine hohe Priorität für die Entwickler darstellt. Die einzigartige Stößelform der Schalter ermöglicht einen Mehrwinkelbetrieb mit 90 Grad , sowohl vertikal als auch horizontal, ohne dass ein Hebel erforderlich ist, was den Platzbedarf reduziert.

Die Schleifkontaktstruktur der Schalter bietet einen zuverlässigen Kontakt mit leisem Betrieb. Es sind Varianten mit kurzen

oder langen Einpressklemmen, geraden Leiterplattenklemmen, Lötstellen und vergossenen Anschlussdrähten in einer Reihe von Konfigurationen erhältlich. Zahlreiche Varianten sind auch mit farbcodierten Kappen sowie mit links-rechts-asy-metrischen Pfosten- und Schlitzausführungen erhältlich, um eine fehlerhafte Montage zu verhindern. Der Hersteller unterstützt seine Kunden in West- und Ost-europa durch acht Regionalbüros. (na) ●



D
DRÄXLMAIER

Elektromobilität ganzheitlich gedacht

Innovative Lösungen vom modularen Hochvolt-Ladesystem über Batterieelektronik sowie Kontakt- und Stecksysteme bis hin zu leistungsstarken Hochvolt-Batterien.

www.draexlmaier.com

WE CREATE CHARACTER



Software-defined Audio ist mehr als nur ein technologischer Fortschritt. Es stellt einen Paradigmenwechsel in der Art und Weise dar, wie Menschen Audiosysteme im Auto wahrnehmen.

Bild: BillionPhotos.com - stock.adobe.com

Die Zukunft mit Software-defined Audio aktiv gestalten

Wie SDA die Automobilwelt verändert

Technologien unter dem Stichwort Software-defined Audio ermöglichen flexible Audioarchitekturen, senken Kosten und schaffen personalisierte Hörerlebnisse für die nächste Fahrzeuggeneration. Mit welcher Tradition dafür gebrochen wird.

Die Automobilindustrie durchläuft eine digitale Transformation, die durch den Bedarf an ausgefeilten, softwarezentrierten Fahrzeugsystemen vorangetrieben wird. Fahrzeuge der nächsten Generation sind auf fortschrittliche zentrale Computerplattformen angewiesen. Sie bieten neue Möglichkeiten, die Softwareentwicklung zu beschleunigen, die effiziente Nutzung von Fahrzeughardware zu verbessern und Innovationen zu liefern.

Ein Bereich, in dem dies besonders wirkungsvoll ist, ist die Entwicklung von Software-defined Audio (SDA)-Systemen. Sie nutzen Software, um Audiofunktionen zu steuern und zu optimieren. Damit ersetzen sie traditionelle, kostspielige Hardware wie DSP-fähige Audioverstärker und erinnern an die Revolution der IT-Infrastruktur durch Software-defined Networking (SDN). Durch leistungsfähige zentrale Computing-Plattformen können Automobilentwickler ihre Arbeitsabläufe beschleunigen und die Zusammenarbeit verbessern. Zudem werden sie in die Lage versetzt, Audioerlebnisse zu

liefern, die das Hören im Fahrzeug für Fahrer und Passagiere neu definieren.

Was ist Software-defined Audio?

Software-defined Audio bezieht sich auf die Entkopplung der Audioverarbeitung und -steuerung von der Verstärkerhardware. Dadurch lassen sich Audiofunktionen über Software entwerfen, entwickeln, verwalten und aktualisieren sowie auf neuen System-on-Chip (SOC)-Architekturen ausführen. Traditionell sind Audiosysteme im Automobilbau stark auf spezifische Hardwarekomponenten angewiesen, die auf unterschiedliche Audiofunktionen zugeschnitten sind. Dieser hardwarezentrierte Ansatz führte in der Vergangenheit oft zu höheren Kosten, verlängerten Entwicklungszyklen und eingeschränkter Flexibilität bei der Aufrüstung von Audiofunktionen nach dem Kauf. Mit SDA sind die Audioverarbeitungsfunktionen in eine zentrale Plattform eingebettet, die kontinuierlich aktualisiert und verbessert werden kann. Dieses Verschieben von audiospezifischer

zu zentraler Fahrzeughardware und -software vereinfacht die Audioarchitektur erheblich und sorgt zugleich für mehr Flexibilität und Skalierbarkeit.

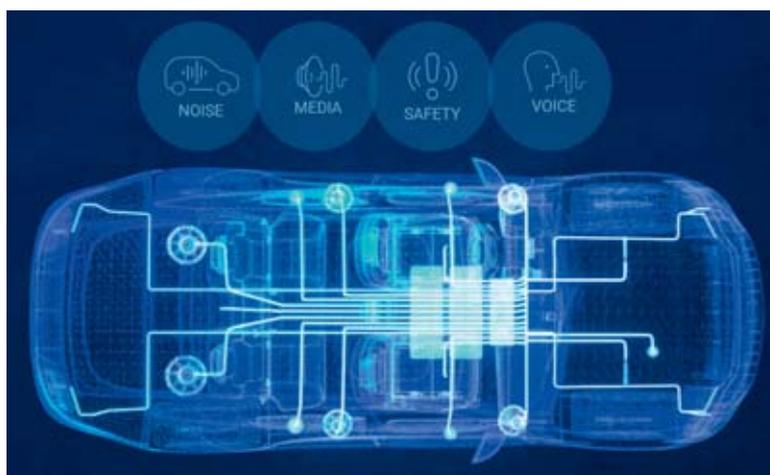
Die Vorteile von Software-defined Audio

Einer der wichtigsten Vorteile von SDA ist das Potenzial zur Kostensenkung. Durch die Zentralisierung der Audioverarbeitung können Automobilhersteller ihre Abhängigkeit von DSP-fähigen Audioverstärkern verringern. Diese Vereinfachung verkleinert die Stückliste, reduziert die Masse und Volumen sowie die Herstellungskosten.

SDA verschafft Automobilherstellern außerdem die Flexibilität, mehrere Audiosystemkonfigurationen und sogar unterschiedliche Audiomarken für verschiedene Fahrzeugausstattungsvarianten anzubieten. Die gleiche Verarbeitungs- und Softwarestruktur ist Teil der Whole-Vehicle-Computing-Plattform. Dadurch ähneln sich die Audiosysteme – was früher nicht der Fall war. Ein komplexeres System für ein Fahrzeug mit umfassender Ausstattung hinzuzufügen oder sogar die Audiomarkte zu wechseln, wird einfacher. Der Grund: Funktionen lassen sich zu demselben grundlegenden Softwarekern hinzufügen. Lediglich Verstärker mit mehr Kanälen oder zusätzliche Lautsprecher erfordern eine andere Hardware. Eine komplette Neugestaltung der Audioarchitektur im Fahrzeug ist nicht nötig. Die optimierte Audioarchitektur verkürzt auch die Markteinführungszeit. Herkömmliche Audiosysteme bedürfen umfangreiche Tests und die Integration verschiedener Hardwarekomponenten – vielfach ein zeitaufwendiger und komplexer Prozess. SDA ermöglicht jedoch Rapid Prototyping und iterative Entwicklung entweder auf SOC-Entwicklungsbänken oder in der Cloud. Das verkürzt den Entwicklungszyklus. Software-Updates können schnell bereitgestellt werden, sodass Automobilhersteller rasch auf Marktanforderungen und technologische Fortschritte reagieren können.

Welchen Nutzen bietet Audio on Demand?

Eine der interessantesten Aussichten von SDA ist seine Fähigkeit, High-End-Audioerlebnisse auf Abruf anzubieten. Ein Auto könnte beispielsweise mit einem Standard-Stereo-Audiosystem ausgestattet sein. Über ein Over-the-Air-Software-Update (OTA) ließe es sich in diesem Fall jederzeit auf ein hochwertiges 3D-Klangerelebnis aufrüsten – ganz nach Wunsch des Nutzers. Das Modell verbessert das Kundenerlebnis und eröffnet den Automobilherstellern neue Einnahmequellen. Over-the-Air-Updates ermöglichen Automobilherstellern, verschiedene Audio-Upgrades bereitzustellen – von erweiterten Equalizer-Einstellungen bis hin zu Surround-Sound-Features. Verbraucher können ihr Audioerlebnis individuell gestalten, ohne Änderungen am Fahrzeug vornehmen zu müssen. Dadurch wird das Audiosystem von einer festen Komponente zu einem flexiblen, anpassbaren Service. Gleichzeitig eröffnet sich für Hersteller die Möglichkeit, Premium-Audiofunktionen im Abo anzubieten, etwa für Roadtrips oder besondere Anlässe. Ein solches Pay-as-you-go-Modell spiegelt den wachsenden Trend unter Verbrauchern zu personalisierten On-Demand-Diensten wider. Darüber hinaus ermöglicht SDA auch die Integration mit anderen digitalen Ökosystemen wie Streaming-Diensten, Sprachassisten-



ten und vernetzten Geräten. Diese Konnektivität verbessert das Fahrerlebnis und macht das Auto zu einem wichtigen Element des digitalen Lebensstils. Die regelmäßigen Updates der Audiofunktionen stärken zudem die Markentreue, da die Verbraucher langfristig von ihrer Investition profitieren.

Mehr als nur Musik: Audio als digitaler Fahrzeugdienst

Die Geräuschkulisse im Auto verändert sich schnell und umfasst mittlerweile neben der Medienwiedergabe auch Bluetooth-Telefonate, VPA-Informationen (Virtual Personal Assistant), Navigationsansagen sowie die Steuerung von Straßen- und Antriebsgeräuschen. Passagiere wünschen sich zudem, verschiedene Audio-Signale an unterschiedlichen Sitzen abzuspielen, um ein persönlicheres Erlebnis zu ermöglichen. Diese komplexen Anforderungen erfordern eine tiefere Integration von Fahrzeugteilen, die normalerweise nicht mit dem Audiosystem verbunden sind. Eine softwaredefinierte Audioarchitektur stellt Audio als Dienst über dieselbe Software und denselben System-on-a-Chip-Computer bereit, der auch andere Fahrzeugfunktionen steuert. Dadurch wird die akustische Ausgabe enger mit den Sensoren und Signalen im Fahrzeug verknüpft. So entstehen die kohärenten, integrativen und personalisierten Hörerlebnisse, die Fahrer und Passagiere in aktuellen Fahrzeugen erwarten.

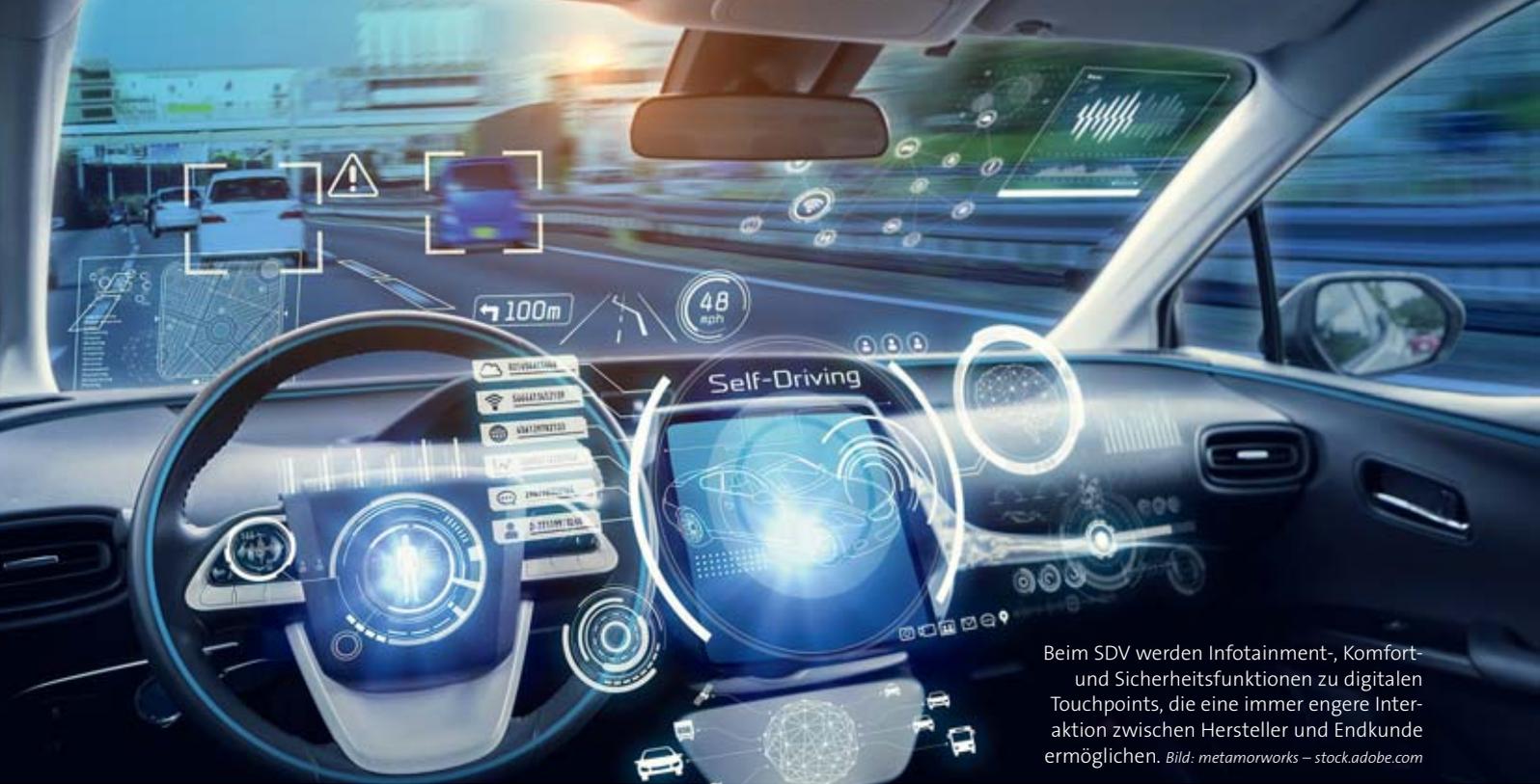
Fazit zu Software-defined Audio

Software-defined Audio ist mehr als nur ein technologischer Fortschritt. Es stellt einen Paradigmenwechsel in der Art und Weise dar, wie Menschen Audiosysteme im Automobil wahrnehmen und mit ihnen interagieren. Durch die Rationalisierung der Audio-Software-Architektur können Automobilhersteller Kosten senken, die Markteinführung beschleunigen und neue digitale Geschäftsmöglichkeiten erschließen. Die Flexibilität und Skalierbarkeit von SDA ermöglicht es, personalisierte High-End-Audioerlebnisse hervorzubringen, auf die bei Bedarf zugegriffen werden kann und die das Audioerlebnis im Auto in eine dynamische und sich entwickelnde Reise verwandeln. Da die Automobilindustrie die digitale Transformation weiter vorantreibt, erweist sich Software-defined Audio als wichtiger Faktor für Innovation und Wertschöpfung. (ml)

Durch die Zentralisierung der Audioverarbeitung können Automobilhersteller ihre Abhängigkeit von DSP-fähigen Audioverstärkern verringern. Bild: QNX

Autor

José Marín, Global Director, Software Defined Audio, QNX



Beim SDV werden Infotainment-, Komfort- und Sicherheitsfunktionen zu digitalen Touchpoints, die eine immer engere Interaktion zwischen Hersteller und Endkunde ermöglichen. Bild: metamorworks – stock.adobe.com

SDV: Strategien zur operativen Exzellenz

Software ist das Herzstück auf vier Rädern

Es gilt jetzt SDV holistischer zu betrachten. Schließlich gehen komplett neue Geschäftsmodelle damit einher. Wer setzt auf welche Strategie?

Angetrieben von Digitalisierung, ESG-Anforderungen und geopolitischen Unsicherheiten, durchläuft die Industrie einen tiefgreifenden Strukturwandel. Das softwaredefinierte Fahrzeug wird dabei zum Sinnbild des Wandels: KI-gestützte Assistenzsysteme, persönliche Dienste und regelmäßige Over-the-Air-Updates stellen Software und Daten ins Rampenlicht. Wer sein Geschäftsmodell nicht rasch auf diese neue Realität ausrichtet, riskiert den entscheidenden Entwicklungssprung zu verpassen.

Was sind die dominanten Strategien?

Die Bedeutung softwaredefinierter Fahrzeuge (SDV) führt zu einem strategischen Umdenken in der gesamten Branche. Ein zentrales Ziel ist der Aufbau von unternehmenseigenem Software-Know-how. Grundsätzlich lassen sich drei dominante Strategien erkennen:

Eigenentwicklung mit zentraler Softwareplattform: Immer mehr große OEMs investieren in Inhouse-Entwicklungsteams und eigene Plattformen, um Innovationsgeschwindigkeit und Qualität stärker selbst zu steuern. Interne Software-Abteilungen und spezialisierte Tochtergesellschaften entwickeln komplette Betriebssysteme und Software-Stacks, sodass Hard- und Software zu einer integrierten Wertschöpfungseinheit verschmelzen. Ziel ist eine durchgängige Softwareplattform, die in verschiedenen Fahrzeugsegmenten zum Einsatz kommt. Damit entsteht eine gewisse Unabhängigkeit von Zulieferern, allerdings ist der Entwicklungsaufwand immens.

Kooperationen und Allianzen mit Technologiepartnern: Parallel dazu setzen viele Unternehmen auf Partnerschaften mit Tech-Firmen, um die Komplexität und den hohen Ressourcenbedarf in der Softwareentwicklung zu meistern. Gemeinsame Ökosysteme und offene Plattformen verkürzen Entwicklungszyklen und bündeln Know-how – von Cloud-Lösungen bis zu KI-basierten Diensten. Offene Standards und Open-Source-Initiativen schaffen zudem Flexibilität bei der Integration unterschiedlicher Softwarebausteine. Diese Strategie kann Entwicklungsgeschwindigkeit und -qualität erhöhen, birgt jedoch das Risiko, dass wichtige Kompetenzen außerhalb des OEM aufgebaut werden.

Hybrider Ansatz mit Zukäufen und gezielten Kooperationen: Dabei holen sich Unternehmen gezielt Spezialwissen und Technologien ins Haus, etwa durch den Erwerb von Software-Start-ups, während sie weiterhin eng mit traditionellen Zulieferern zusammenarbeiten.

Neudefinition der Wertschöpfung

Die jüngste Studie des Center of Automotive Management (CAM) verdeutlicht, dass SDV eine Neudefinition der Wertschöpfung im Automobilssektor sind – und das in einem Marktumfeld, das von rückläufigen Margen und starkem Wettbewerbsdruck gekennzeichnet ist.

Neben einer internen Kompetenzentwicklung und dem Aufbau technischer Plattformen erfordert die SDV-Transformation auch neue Kooperations- und Allianzmodelle. Nur so lassen sich laut der CAM-Studie

Auf einen Blick

- SDVs verändern Wertschöpfung und Geschäftsmodelle.
- OEMs setzen auf Eigenentwicklung, Partnerschaften oder hybride Ansätze.
- Interviews mit CEOs und Führungskräften zeigen strategische Stoßrichtungen.

„Risiken abfedern und langfristige Wachstumschancen erschließen“.

Nutzerzentrierte Services und Subscription-Modelle

Durch nutzerzentrierte Services und Subscription-Modelle ergeben sich attraktive Umsatzpotenziale: Over-the-Air-Updates, freischaltbare Zusatzfunktionen und personalisierte Angebote begleiten den gesamten Fahrzeuglebenszyklus und binden Kunden an die Marke.

Um diese dynamische Entwicklung zu steuern, setzen Unternehmen auf agile Organisationsstrukturen. Methoden wie Continuous Integration/Continuous Deployment und DevOps ermöglichen es, neue Features innerhalb weniger Wochen einzuführen. Interviews mit CEOs und Führungskräften zeigen folgende strategische Stoßrichtungen:

BMW: Digital First

BMW setzt verstärkt auf Digital First und zielgerichtete Software-Services, um die Verbindung zum Kunden auszubauen. Neben der hauseigenen BMW Operating System-Plattform (aktuell Version 8, bald Version 9) steht insbesondere die Nutzererfahrung im Fokus. Das Leitbild beinhaltet:

Premium-Digitalerlebnis: Eine intuitiv bedienbare Benutzeroberfläche und umfassende Connected-Services sollen der Kern des Fahrerlebnisses sein. Abomodelle für Zusatzfunktionen sorgen für neue Erlösquellen.

Partnerschaften: Im Software-defined Vehicle-Bereich arbeitet BMW eng mit Technologieunternehmen und Halbleiterherstellern zusammen, um die E/E-Architektur leistungsfähig und sicher zu gestalten.

Smarte Datenanalyse: Über Fahrzeug- und Nutzerdaten identifiziert BMW in Echtzeit Auslastungen, Wartungsbedarfe und Kundenpräferenzen. Die stetige Datenrückkopplung ermöglicht gezielte Weiterentwicklungen und Produktverbesserungen.

VW: ein Betriebssystem für alle Marken

Volkswagen verfolgt mit Konzerntochter CARIAD eine Software-Offensive. Kern ist eine einheitliche Plattform, die sukzessive bei Audi, Porsche, VW und anderen Konzernmarken eingesetzt werden soll. Die Kernaspekte sind:

Zentrale Architektur: Statt zahlreicher getrennter Steuergeräte soll es eine skalierbare, konzerneinheitliche Software- und Hardware-Struktur geben.

Herausforderungen: Die Komplexität durch unterschiedliche Markenphilosophien und Modellreihen ist enorm. Das sorgte bereits für Verzögerungen bei wichtigen Fahrzeugprojekten.

Ausblick: Mit CARIAD will VW langfristig selbst bestimmen, wie Daten erhoben, ausgewertet und monetarisiert werden. OTA-Updates, Personalisierung und KI-basierte Assistenzfunktionen sind erst der Anfang.

Mercedes-Benz: mit MB.OS zur Luxusstrategie

Auch Mercedes-Benz hat erkannt, dass zukünftiger Markterfolg im digitalen Kundenerlebnis liegen wird. Mit „MB.OS“ schafft der Stuttgarter OEM eine zentrale Software-Plattform für alle neuen Baureihen. Das eigene Betriebssystem wird als Basis genutzt, um eine Luxuserfahrung auf allen Ebenen zu schaffen – vom hochauf-



lösenden Cockpit-Display über hochautomatisiertes Fahren (Level 3) bis zu personalisierten Entertainment-Features.

In-house-Kompetenz und proprietäre Entwicklungs-umgebungen sollen sicherstellen, dass man die Wertschöpfung und Kontrolle über Daten- und Softwarezyklen behält. Mit einem durchdachten User Interface und fortschrittlichen KI-Funktionen will Mercedes den Premium-Anspruch unterstreichen und die Kundenzufriedenheit langfristig steigern.

Stellantis: Software-Offensive mit globalen Partnern

Der Stellantis-Konzern – mit Marken wie Peugeot, Citroën, Opel, Fiat oder Jeep – hat eine Software-Roadmap vorgestellt, die darauf abzielt, die Modellvielfalt zu bündeln und Synergieeffekte zu heben. Der Kern hier:

Mehrere Plattformen: Mit „STLA Brain“ entsteht eine zentrale Rechenarchitektur, die in unterschiedlichen Fahrzeugklassen (STLA Small, Medium, Large, Frame) eingesetzt wird.

Kooperationen: Der Konzern arbeitet eng mit Tech-Partnern wie Foxconn und Waymo zusammen, um bei hochautomatisierten Funktionen, KI oder Infotainment schnell aufzuschließen.

Monetarisierungsmodell: Ähnlich wie bei anderen OEMs ist die Softwarestrategie eng mit neuen Geschäftsmodellen verknüpft. So plant Stellantis, digitale Services und OTA-Updates in modularer Form anzubieten.

Renault: Software République als Innovationsnetzwerk

Die Renault-Gruppe setzt auf Allianzen, um bei Themen wie KI, Cybersicherheit und Software-Entwicklung schnell voranzukommen. Im Rahmen des Ökosystems Software République arbeitet Renault gemeinsam mit Partnern aus verschiedenen Branchen daran, die E/E-Architektur und datenbasierte Services zu optimieren.

Offene Innovationskultur: Als Teil eines größeren Netzwerks sollen alle Teilnehmer von gegenseitigem Know-how profitieren – etwa beim Edge-Computing, in Cloud-Technologien oder bei Big-Data-Analysen.

Kundennutzen im Fokus: Renault möchte in zukünftigen Fahrzeugen ein dynamisches Portfolio an Diensten

VW will mit CARIAD langfristig seine SDV-Strategie selbst bestimmen. OTA-Updates, Personalisierung und KI-basierte Assistenzfunktionen sind dabei nur der Anfang.

Bild: miss irine – stock.adobe.com

Autorin

Andrea Hoffmann-Topp, Fachredakteurin Automotive & Industry (mi-connect)



In-Vehicle-Systeme ermöglichen schnelles App-Deployment und einen effizienten Datenaustausch zwischen Cloud-Backend und dem Software Defined Vehicle.

Bild: Vector Informatik GmbH

anbieten: von Routenplanung mit Echtzeit-Verkehrsdaten bis zu Remote-Diagnose und OTA-Funktionsupdates.

NXP: Taktgeber sind Marktteilnehmer ohne Altlasten

Sebastián Clamagirand, Senior Vice President, Automotive System and Marketing bei NXP, beurteilt den Wandel hin zu einem höheren Entwicklungstempo und kürzeren Markteinführungszeiten wie folgt: „Diese Entwicklung wird vor allem durch neue Marktteilnehmer ohne Altlasten geprägt, insbesondere von chinesischen Automobilherstellern. Mit ihrer Strategie, im Zwei-Jahres-Takt neue Modelle auf den Markt zu bringen, setzen sie etablierte westliche Hersteller zunehmend unter Zugzwang.“

Trotz unterschiedlicher technischer Ansätze in der Branche hat Clamagirand die Gemeinsamkeiten im Blick, darunter die Zentralisierung der Fahrzeugarchitektur, eine Bottom-up-Integration, die Trennung von Hard- und Software sowie die kontinuierliche Upgradefähigkeit des Fahrzeugs.

NXP hat den Trend zum SDV früh erkannt und die NXP CoreRide-Lösung entwickelt: „Ziel ist es, die Markteinführungszeit für unsere Kunden zu verkürzen und ihre Gesamtbetriebskosten zu senken, wenn sie sich für NXP-Lösungen entscheiden. NXP CoreRide bietet ein Referenzdesign auf der Ebene elektronischer Steuergeräte (ECUs), das die verschiedenen am Markt verfügbaren E/E-Architekturen berücksichtigt, und stellt hochwertige Software und optimierte Leistung für die wichtigsten Anwendungsfälle im Fahrzeug zur Verfügung“, beschreibt Sébastien Clamagirand die NXP-Lösung.

Eine der größten Herausforderungen bei der Umstellung auf das SDV sei die Verfügbarkeit der richtigen Software und die Fähigkeit, diese effektiv zu managen. Aus diesem Grund hat NXP kürzlich die Übernahme von TTTech Auto angekündigt, einen führenden Anbieter von sicherheitskritischen System- und Middleware-Lösungen für das softwaredefinierte Fahrzeug.

Vector Informatik: Gesamtlösungsanbieter

Aufgrund der langjährigen Erfahrung im Bereich Automotive Software ist Vector Informatik ein geeigneter

Kooperationspartner für Automobilhersteller und -zulieferer bei der Entwicklung von SDVs. Geschäftsführer Dr. Matthias Traub sagt: „Wir sind stolz darauf, dem Trend bereits einen Schritt voraus zu sein und über umfangreiches Fachwissen im Bereich SDV zu verfügen. Unsere Lösungen haben wir schon erfolgreich in großen Projekten eingesetzt, wie zum Beispiel bei der Entwicklung von MB.OS für Mercedes Benz, STLABrain für Stellantis und in der Kooperation mit Mahindra im Born Electric Projekt. Unsere langjährige Erfahrung in der Automotive Softwareentwicklung verschafft uns als Gesamtlösungsanbieter einen erheblichen Vorteil.“

Das SDV Portfolio der Vector Informatik konzentriert sich auf eine Komplettlösung für SDV, die aus drei wesentlichen Bereichen aufgebaut ist: Software Plattform, Software Factory und SDV Services.

Die ganzheitliche Software-Plattform für in-Vehicle und Cloud ist eine Ende-zu-Ende-Lösung. Diese Softwarearchitektur ermöglicht es OEMs sich auf die Erstellung von kundendifferenzierenden Applikationen zu fokussieren, die unabhängig von der darunterliegenden Hardwarearchitektur über verschiedene Fahrzeugplattformen hinweg eingesetzt werden können. Die Software-Plattform von Vector ist modular und wird als Source Code zur Verfügung gestellt, wodurch Tier1s und OEMs diese flexibel einbinden und erweitern können.

Die Software Factory bietet eine durchgängige Lösung für eine Entwicklungsumgebung von der Appentwicklung über die Integration, SIL & HIL Testing bis hin zum Deployment in der Fahrzeugflotte. Durch die hochautomatisierten Abläufe können sich die Entwickler auf ihre jeweiligen Rollen konzentrieren und Kunden erreichen deutlich kürzere Release- und Entwicklungszyklen.

KPIT: Strategische Partnerschaften und Investitionen

Um bei der Implementierung einer zentralen Architektur schneller voranzukommen, sollten nach KPIT folgende Maßnahmen ergriffen werden: Harmonisierung der Software- und Systemarchitektur, frühzeitige Konzentration auf die Validierung der Software und der Hardwareplattform einschließlich des Netzwerks sowie frühzeitige Integration, wenn eine virtuelle Validierungsplattform in großem Umfang genutzt wird.

Europäische OEMs müssen hier mit den Lösungsanbietern zusammenarbeiten, die es ermöglicht, zu investieren und Lösungen anzubieten, die den gesamten Entwicklungsprozess beschleunigen und auch die Qualitätsprobleme lösen können. KPIT setzt auf strategische Partnerschaften und Investitionen – etwa mit Technica Engineering, NDream und Qorix – sowie auf eine enge Zusammenarbeit mit Chip-to-Cloud-Partnern, um ganzheitliche Ökosystemlösungen zu entwickeln.

Herausforderungen in Bezug auf Cybersicherheit, wie wachsende Angriffsflächen durch vernetzte Systeme, Lücken in der Bedrohungsanalyse und Risikobewertung sowie Schwachstellen durch komplexe Lieferketten und uneinheitliche Praktiken der Zulieferer will KPIT mit End-to-End-Cybersicherheitslösungen begegnen. Diese sollen die Risikobewertungen, robuste Sicherheitsimplementierungen, Penetrationstests, Schwachstellenmanagement und Unterstützung für globale Zertifizierungen wie R155/R156 umfassen. (bs, na) ●

SPECIAL: Elektrifizierung

emobilitytec

STANDARDISIERUNG

Zukunftssichere Kommunikation in der Elektromobilität: Protokolle und Standards erklärt.

Seite 50

WIRELESS BMS

Mit einem BMS, das per UWB kommuniziert, Batterien sicherer und leichter produzierbar machen.

Seite 58

LADEINFRASTRUKTUR

Ladesäulen im Visier von Hackern: Wie lassen sich Cyberangriffe auf Ladeinfrastrukturen verhindern?

Seite 60



Bild: phanlamaiaphoto
- stock.adobe.com

Zukunftssichere Kommunikation in der E-Mobilität

Protokolle und Standards für die Ladeinfrastruktur von morgen

Die Elektromobilität stellt Entwickler vor Herausforderungen: Eine zuverlässige, sichere und interoperable Ladeinfrastruktur ist hier essenziell. Kommunikationsprotokolle wie OCPP, OCPI und ISO 15118 spielen dabei eine Rolle: Mit ihrer gezielten Integration können Entwickler den Weg zu automatisierten, intelligenten und netzdienlichen Ladesystemen ebnen.

Autoren



(li.) Christian Krawczyk, Head of Product bei Reev,

(re.) Alex di Mango, CTO bei Reev

Die Automobilindustrie steht an einem Wendepunkt: Die Elektrifizierung von Fahrzeugen ist längst nicht mehr nur eine Randerscheinung, sondern der zentrale Antrieb für die Zukunft der Mobilität. Für Entwickler, die im Zentrum dieser Entwicklung stehen, gibt es eine große Aufgabe: die technischen Grundlagen für eine Ladeinfrastruktur zu schaffen, die ebenso benutzerfreundlich wie zukunftssicher ist.

Kommunikation ist der Schlüssel dazu. Denn die größte Hürde auf dem Weg zu einer durchgängigen E-Mobilität ist nicht nur die Entwicklung von Elektrofahrzeugen selbst, sondern auch die Schaffung eines nahtlo-

sen, interoperablen und sicheren Systems, das Fahrzeuge, Ladestationen und Energiequellen miteinander verbindet.

Dieser Artikel beleuchtet die relevantesten Protokolle und Kommunikationsstandards im E-Mobilitätssektor und zeigt, wie Entwickler mit diesen Technologien die Ladeinfrastruktur von morgen gestalten können.

Ladeinfrastruktur-Kommunikation

Das Open Charge Point Protocol (OCPP) ist der De-facto-Standard für die Kommunikation zwischen Ladestationen (Charge Points, CPs) und den Charge Point Management Systemen (CPMS). Entwickelt von





der Open Charge Alliance, ermöglicht OCPP die interoperable Kommunikation und damit den reibungslosen Betrieb von Ladestationen, unabhängig vom Hersteller oder Betreiber.

Die aktuell sehr verbreitete Version, OCPP 1.6, bietet bereits umfassende Funktionen zur Steuerung und Überwachung von Ladestationen an, einschließlich Remote-Updates, Fehlerbehebung und Energie- bzw. Lastmanagement. Letzteres ist besonders hervorzuheben, da es für das Netz und die Energieverteilung entscheidend ist. Entwickler haben die Möglichkeit, mittels OCPP dynamische Laststeuerungsalgorithmen zu integrieren, die eine flexible Steuerung der Ladeleistung in Echtzeit ermöglichen, basierend auf der Netzbelastung und den spezifischen Anforderungen der EVs. Doch die Zukunft liegt in OCPP 2.0.1, das eine deutlich erweiterte Funktionalität aufweist. Für Entwickler eröffnet dies neue Möglichkeiten, wie beispielsweise:

- **Erweiterte Sicherheitsfeatures:** OCPP 2.0.1 integriert Verschlüsselung und digitale Signaturen, um die Sicherheit der Kommunikation zwischen EV, Ladestation und Backend zu gewährleisten. Dies ist besonders relevant, da immer mehr Datenpunkte in der Ladeinfrastruktur ausgetauscht werden.
- **Push-Notifications und verbesserte Fehlermeldungen:** Eine tiefere Integration in das Flottenmanagement wird durch verbesserte Benachrichtigungsmechanismen und Fehlermeldungen ermöglicht, was die Verwaltung großer Ladeparks optimiert.
- **Geräteinteroperabilität und Zukunftssicherheit:** Die Erweiterung von OCPP erlaubt die Integration neuer Funktionen wie bidirektionales Laden (Vehicle-to-Grid, V2G), was eine Grundlage für zukünftige Geschäftsmodelle im Bereich Energiemanagement schaffen könnte.

Neben OCPP spielt das Open Charge Point Interface (OCPI) eine zentrale Rolle in der E-Mobilitätsland-

schaft. Während OCPP die Kommunikation zwischen Ladestation und Backend-Software regelt, ermöglicht OCPI den Datenaustausch zwischen Ladestellenbetreibern und E-Mobility Service Providern (EMSPs). Dies fördert die Interoperabilität und gewährleistet nahtlose Roaming-Funktionen, die für ein effizientes und kundenfreundliches Ladeerlebnis von zentraler Bedeutung sind.

Für Entwickler in der Automobilindustrie ist es unerlässlich, sich sowohl mit OCPP als auch mit OCPI intensiv zu beschäftigen. Gemeinsam bilden sie die Basis für die Implementierung moderner Lade-funktionen, die eine zentrale Rolle beim Betrieb und der Vernetzung von Ladeinfrastrukturen spielen.

ISO 15118: Plug & Charge

Während das Open Charge Point Protocol als Fundament dient, bietet ISO 15118 die Möglichkeit, das Ladeerlebnis für den Endnutzer grundlegend zu verbessern. Dieser Standard ist der Wegbereiter für Plug & Charge, wodurch die Vision eines vollständig automatisierten Ladevorgangs ohne zusätzliche Authentifizierungsmethoden wie RFID-Karten oder Apps realisiert werden kann.

Im Zentrum von ISO 15118 steht die Vehicle-to-Grid-Kommunikation (V2G), die es einem EV ermöglicht, direkt mit der Ladestation zu kommunizieren und dabei alle nötigen Informationen für Authentifizierung und Zahlung sicher auszutauschen. Plug & Charge, das beispielsweise in einigen Tesla Superchargern bereits Realität ist, bietet:

- **Vereinfachte Benutzererfahrung:** Fahrerinnen und Fahrer müssen sich nicht mehr um Zahlungsdetails oder Authentifizierung kümmern. Das Fahrzeug übernimmt diese Aufgaben automatisch, was den Ladevorgang stark vereinfacht.
- **Sicherheit durch digitale Zertifikate:** ISO 15118 basiert auf einem Public-Key-Infrastructure (PKI)-System, bei dem sowohl das Fahrzeug als auch die

Links: Die Grundlage für eine weitgehende Elektrifizierung von Fahrzeugen ist eine benutzerfreundliche und zukunftssichere Ladeinfrastruktur.

Rechts: Entwickler haben die Möglichkeit das Lade-Ökosystem so zu gestalten, dass es die breite Akzeptanz der E-Mobilität ermöglicht.

»Während OCPP die Kommunikation zwischen Ladestation und Backend-Software regelt, ermöglicht OCPI den Datenaustausch zwischen Ladestellenbetreibern und EMSPs.«

Auf einen Blick

- Standards wie OCPP, OCPI und ISO 15118 sichern die Kommunikation der Ladeinfrastruktur.
- Plug & Charge vereinfacht das Laden, Autocharge ist eine Übergangslösung.
- PV und Speicher ermöglichen smartes, CO₂-optimiertes Laden.



Links: Die Vehicle-to-Grid-Kommunikation ermöglicht es dem EV, direkt mit der Ladestation zu kommunizieren.

Rechts: Fahrer müssen sich nicht mehr um Zahlungsdetails oder Authentifizierung kümmern. Das Fahrzeug übernimmt diese Aufgaben automatisch.

Bilder: Reev

Ladestation digitale Zertifikate austauschen, um eine sichere und manipulationsresistente Kommunikation zu gewährleisten.

Für Entwickler stellt ISO 15118 eine besondere Herausforderung dar, da sie sowohl die Integration der erforderlichen Hardware in die Fahrzeuge als auch die Implementierung der Softwareprotokolle für die V2G-Kommunikation sicherstellen müssen. Doch die Vorteile sind immens: Plug & Charge könnte sich als Standard durchsetzen und damit nicht nur die Benutzerfreundlichkeit steigern, sondern auch neue Geschäftsmodelle rund um Ladeinfrastrukturen ermöglichen.

Autocharge als Zwischenlösung

Obwohl ISO 15118 die Zukunft der Ladeinfrastruktur repräsentiert, gibt es für Entwickler eine alternative Technologie, die kurzfristig eine einfache Implementierung ermöglicht: Autocharge. Dieses Protokoll basiert auf der Identifizierung des Fahrzeugs über seine MAC-Adresse und ermöglicht so eine automatische Authentifizierung des Fahrzeugs, wenn es an eine Ladestation angeschlossen wird. Die Vorteile von Autocharge sind:

- **Einfachheit der Implementierung:** Autocharge erfordert keine komplexe Zertifikatsinfrastruktur, was es für Hersteller und Betreiber schnell einsatzfähig macht.
- **Breite Anwendung:** Insbesondere für Fahrzeuge, die ISO 15118 nicht unterstützen, bietet Autocharge eine pragmatische Lösung, um den Ladeprozess zu vereinfachen.

Jedoch hat Autocharge auch Schwächen, vor allem in Bezug auf die Sicherheit, da die Authentifizierung auf einer unveränderbaren MAC-Adresse basiert, die potenziell anfällig für Spoofing ist – also das Vortäuschen einer falschen Identität. Dennoch kann es als Übergangslösung dienen, bis ISO 15118 breitere Akzeptanz findet.

Photovoltaik und Batteriespeicher

Die wachsende Integration von erneuerbaren Energien in die Ladeinfrastruktur erfordert smarte Energiemanagementsysteme. Photovoltaikanlagen (PV) und Batteriespeicher bieten die Möglichkeit, E-Fahrzeuge umweltfreundlich und kostenoptimiert zu laden.

Für Entwickler ergeben sich hier spannende Möglichkeiten:

- **PV-Integration und Lastmanagement:** Durch die Integration von PV-Anlagen und Batterien in das lokale oder cloudbasierte Energiemanagementsystem (EMS) können Ladepunkte intelligent gesteuert werden, um den Eigenverbrauch der erzeugten Energie zu maximieren und die Netzlast zu minimieren. Protokolle wie Modbus TCP ermöglichen die Kommunikation zwischen den Ladepunkten und den Energiequellen, um den Ladeprozess auf die Verfügbarkeit von PV-Strom abzustimmen.

- **CO₂-Optimierung und Smart Charging:** Darüber hinaus können EMS-Systeme so konfiguriert werden, dass der Ladevorgang automatisch CO₂-optimiert durchgeführt wird, indem er bevorzugt zu Zeiten stattfindet, in denen erneuerbare Energien im Netz verfügbar sind oder lokale PV-Anlagen maximalen Strom liefern. Hier kommt die Integration von OCPP 2.0.1 und ISO 15118 zum Tragen, da sie die notwendige Schnittstelle zur Steuerung des Ladeverhaltens bieten.

Mobilität von morgen

Für Entwickler in der Automobil- und Ladeinfrastrukturbranche sind diese Technologien entscheidend, um die Mobilität der Zukunft zu gestalten. OCPP bietet die notwendige Flexibilität und Skalierbarkeit, während ISO 15118 die nahtlose Ladeerfahrung und zukünftige Energiemanagementfunktionen ermöglicht. Autocharge mag kurzfristig eine Lösung bieten, doch langfristig wird die Integration von ISO 15118 und V2G entscheidend sein. Die Einbindung von Photovoltaik und Batteriespeichern wird schließlich eine CO₂-optimierte Ladeinfrastruktur ermöglichen.

Entwickler haben heute die Möglichkeit, nicht nur die Fahrzeuge, sondern auch das Ökosystem zu gestalten, das die breite Akzeptanz der E-Mobilität ermöglicht. Die Wahl der richtigen Kommunikationsstandards und Protokolle sind dabei die Schlüssel zur Schaffung eines nachhaltigen, effizienten und nutzerfreundlichen Mobilitätssystems. (bs)

**Wir begleiten Sie.
Hin zur E-Mobilität.**

pcim
EUROPE

Visit us
at booth
A4-109



100% Fokus auf
E-Mobility



100% Fokus
auf Leistungselektronik



Alle A-Komponenten
für Ihren Powertrain

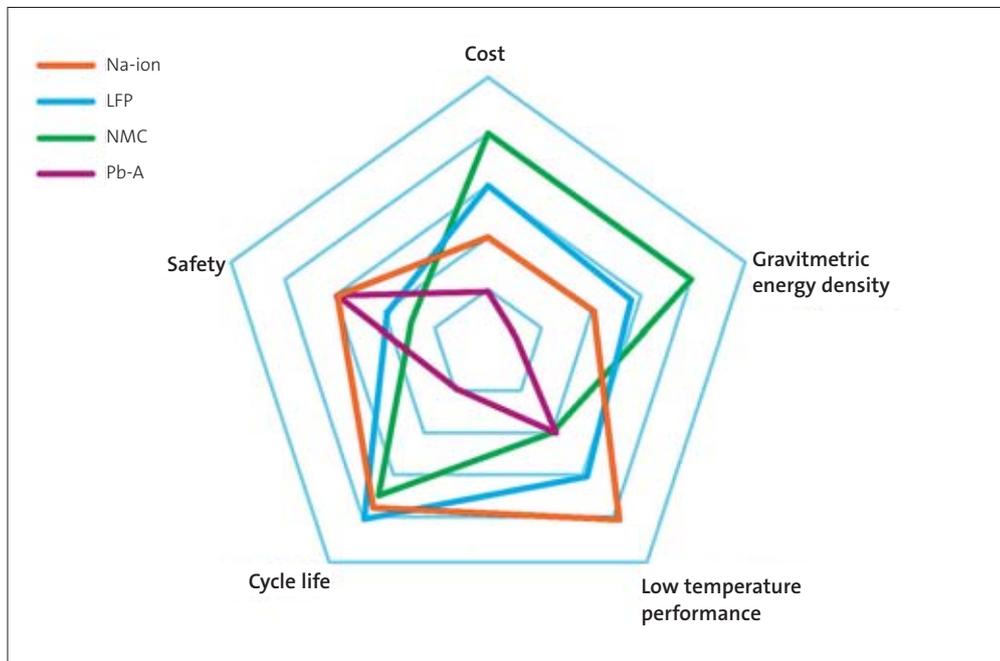


ai-energy GmbH
Meckenloher Straße 11
D-91126 Rednitzhembach

+49 9122 99 54-700
info@ai-energy.de
www.ai-energy.de

Lithium-Ionen- vers. Natrium-Ionen-Technologie

Der nächste Schritt in der Batterietechnologie: Natrium-Ionen



Vergleich von Na-Ionen mit verschiedenen anderen Zellchemien.

Bild: ID-TEchex

Als kosteneffiziente und rohstofffreundliche Alternative zu Lithium-Ionen-Batterien rücken Natrium-Ionen-Batterien zunehmend in den Fokus. Ein Überblick über die Vor- und Nachteile beider Technologien. Natrium-Ionen-Batterien folgen den gleichen elektrochemischen Prinzipien wie Lithium-Ionen-Batterien, wobei Natrium das Lithium ersetzt. Zwar sind für diese Substitution unterschiedliche Kathoden, Anoden und Elektrolyte erforderlich, doch die chemische Zusammensetzung ist bei beiden Technologien insgesamt ähnlich.

Der größte Unterschied liegt in der Kathode. Die drei Haupttypen von Natrium-Ionen-Kathoden, die derzeit entwickelt werden, sind Übergangsmetalloxide (ähnlich wie NMC), Polyan-Ionen (ähnlich wie LFP) und Preußischblau-Analoga (einzigartig für Natrium-Ionen). Übergangsmetalloxide und Preußischblau-Analoga sind besonders vielversprechend, da sie

kostengünstig sind und keine seltenen Erden enthalten.

Was die Anode und den Elektrolyten betrifft, sind Natrium-Ionen-Batterien den Lithium-Ionen-Batterien weitgehend ähnlich. Hartkohlenstoffanoden, die in früheren Lithium-Ionen-Generationen verwendet wurden, sind die bevorzugte Wahl, da Natrium-Ionen zu groß sind, um sich in Graphit einzulagern. Die Elektrolyte bestehen aus ähnlichen Salzen und Lösungsmitteln, wobei Natrium das Lithium ersetzt.

Vergleicht man die verschiedenen Leistungsmerkmale, so erschließen sich die allgemeinen Vor- und Nachteile jeder Batteriechemie. Die Energiedichte von Natrium-Ionen-Batterien ist geringer als die von Hochenergie-Lithium-Ionen-Zellen, die Nickel verwenden, aber sie nähern sich der Energiedichte von Hochleistungs-Lithium-Eisenphosphat-Zellen (LFP) an. Ein interessanter Aspekt ist, dass Natrium-Ionen-Batterien sehr hohe Leistungsdichten er-

reichen können – es gibt Berichte von rund 1000 W/kg, was deutlich über den Werten von NMC-Zellen (ca. 340–420 W/kg) und LFP-Zellen (ca. 175–425 W/kg) liegt. Zudem zeigen Natrium-Ionen-Batterien ein besseres Verhalten bei niedrigen Temperaturen.

Ein Hauptvorteil von Natrium-Ionen-Batterien ist ihr potenziell geringerer Preis im Vergleich zu Lithium-Ionen-Technologien. In großem Maßstab wird erwartet, dass eine Natrium-Ionen-Batterie mit einer Kathode aus geschichtetem Metalloxid und einer Anode aus Hartkohlenstoff etwa 25 bis 30 Prozent geringere Materialkosten aufweist als eine Lithium-Eisenphosphat-Batterie (LFP-Batterie). Dieses Kostenersparnis ergibt sich hauptsächlich aus dem Ersatz von Lithium und Kupfer durch die kostengünstigeren Materialien Natrium und Aluminium.

Die tatsächliche Kostenstruktur hängt jedoch von mehreren Faktoren ab. Der größte

Kostenfaktor sind die Elektrodenmaterialien. Im Fall von Natrium-Ionen-Batterien gilt Hartkohlenstoff derzeit als der bevorzugte Anodenwerkstoff. Zwar ist Hartkohlenstoff günstiger als Graphit, er hat aber eine geringere Dichte. Das bedeutet, dass für dieselbe Menge an Aktivmaterial mehr Elektrolyt benötigt wird. Zudem ist Hartkohlenstoff in der Herstellung teurer als natürlicher Graphit, und einige Varianten bieten eine geringere Leistung.

Wie sich die Preise für Natrium-Ionen-Batterien zukünftig entwickeln und ob sie die von Lithium-Ionen-Batterien unterbieten können, ist derzeit noch unklar. Zwar sinken die Kosten für Lithium-Ionen-Batterien weiterhin, doch wann genau die Natrium-Ionen-Technologie preislich gleichziehen oder günstiger werden könnte, lässt sich aktuell nur schwer abschätzen. (bs)

Dieser Beitrag beruht auf Unterlagen von ID-TEchex.



Bild: phonlamaipphoto - stock.adobe.com

Vom unidirektionalen AC-Laden zu bidirektionalen und V2X-Anwendungen

Fehlerströme überwachen in der Wallbox und im E-Fahrzeug

Die Infrastruktur für Elektrofahrzeuge entwickelt sich weiter, bidirektionales Laden und V2X-Anwendungen stellen Entwickler vor neue Aufgaben. Dabei spielt die Überwachung der Fehlerströme eine wichtige Rolle – hier sind Typ-B-Komponenten gefragt.

Der Markt für AC-Wallboxen und -Kabel verzeichnet beträchtliches Wachstum, angetrieben durch die zunehmende Verbreitung von Elektrofahrzeugen (Electrical Vehicles, EVs) weltweit. Klar definierte Spezifikationen und strenge Standards sorgen für die Sicherheit und Effizienz des AC-Ladens bei EVs, neue Herausforderungen ergeben sich jedoch im Fahrzeug selbst.

Marktreife und Trends beim AC-Laden

Der Markt für AC-Wallboxen/-Kabel verzeichnet ein beträchtliches Wachstum, das durch die zunehmende Verbreitung von EVs weltweit angetrieben wird. Er ist schnell gereift und zeichnet sich durch klar definierte Spezifikationen und strenge Standards aus, um die Sicherheit und Effizienz des AC-Ladens von EVs zu gewährleisten.

Neue Herausforderungen ergeben sich jedoch im E-Fahrzeug selbst:

Erstens ist das transformatorlose On-Board-Ladegerät (OBC) der nächste große Trend beim AC-Laden, da die Fahrzeughersteller das Gewicht und Volumen verringern und die Effizienz jedes Systems in einem E-Fahrzeug verbessern müssen. Gleichzeitig müssen die Kosten bei der Serienfertigung kontrolliert werden. Diese Leistungs- und Sicherheitsanforderungen aufgrund der hohen Spannungen und Ströme bedeuten, dass ein RCM ein zunehmend wichtiger Teil des Systems ist.

Die zweite Herausforderung ist die neue Komplexität, die durch „Vehicle-to-Everything“-Anwendungen (V2X) entsteht. Damit lässt sich die in den EV-Batterien gespeicherte Energie nicht nur für den Antrieb des Fahrzeugs nutzen, sondern auch für andere Fahrzeuge, den Haushalt, Geräte und sogar das Stromnetz. Dieser Paradigmenwechsel hat erhebliche Auswirkungen auf die Gestaltung und den Betrieb der EV-Ladeinfrastruktur sowie auf die Bordelektronik und -systeme. Bidirektionale OBC-Systeme sind für die Aktivierung von V2X-Funktionen unerlässlich, und diese Systeme erfordern fortschrittliche Sicherheitslösungen, um EV-Nutzer vor Stromschlägen zu schützen. Bidirektionale OBCs erfordern zuverlässige und genaue RCM-Lösungen, die sowohl Wechsel- als auch Gleichströme verarbeiten können und die neuesten Vorschriften wie ISO5474 erfüllen.

Die betriebswirtschaftliche Herausforderung

Eines der Hauptanliegen beim EV-Laden ist, die Sicherheit der Nutzer und sie vor Stromschlägen zu schützen. Die herkömmliche AC-Ladeinfrastruktur verfügt über robuste Standards und klare Spezifikationen. Innerhalb des E-Fahrzeugs führt der Übergang zu transformatorlosen und bidirektionalen OBC-Systemen jedoch zu Komplexitäten, die höhere Standards bei der Differenzstromerkennung erfordern. Insbesondere müssen RCM-Sensoren immun gegen magnetische und elektrische Felder in der Umgebung sein, Überlastungen effizient bewältigen dabei aber Fehlalarme vermeiden, die den Ladevorgang stören.

RCM-Sensoren müssen Leckströme erkennen und Schutzmechanismen auslösen. Beim EV-Laden sind die Anforderungen besonders streng. Sie müssen sowohl AC- als auch DC-Fehlerströme erkennen und äußerst robust sein, um Fehlalarme zu vermeiden.

Bidirektionale OBC-Systeme (Bild 1) erhöhen die Komplexität noch weiter. Sie müssen der neuen Norm

Auf einen Blick

- Zunehmend komplexe AC-Ladeanwendungen machen die genaue Überwachung von Fehlerströmen immer wichtiger.
- Beim Laden von Elektrofahrzeugen sind die Anforderungen an die Differenzstromerkennung sehr streng.

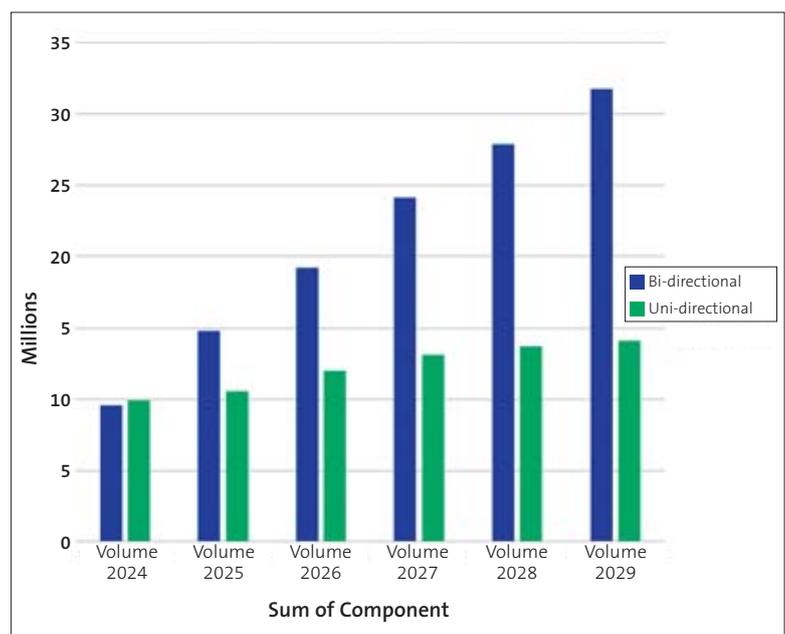


Bild 1: Der Markt für bidirektionale OBC-Systeme wächst rasant, bis 2029 sollen mehr als 30 Millionen Systeme im Einsatz sein.

Bild: LEM

| RCM type | Residual/Leakage current components | | | | Transient Resistant 3kA/20µs current wave |
|----------|-------------------------------------|---------------|-----------|---------------|--|
| | AC 50Hz | AC 50Hz pulse | Smooth DC | AC >50Hz <kHz | |
| AC | ✓ | X | X | X | X |
| A | ✓ | ✓ | < 6mA* | X | X |
| F | ✓ | ✓ | < 10mA* | ✓ | ✓ |
| B | ✓ | ✓ | ** | ✓ | ✓ |

*Type A and F using current transformer technology will function with smooth DC residual present up to the levels indicated but they will not detect smooth DC.

**Type B detect smooth DC currents and trips if the smooth DC current exceeds the threshold.

Bild 2: RCM-Sensoren der Serien CDSR und CDT von LEM basieren auf der eigens dafür entwickelten Fluxgate-Technik; integrierte Selbsttest- und Diagnosefunktionen sorgen für ordnungsgemäßen Betrieb. Bild: LEM

ISO5474 entsprechen, die funktionale Sicherheit für die AC-Übertragung in E-Fahrzeugen festlegt. RCM-Sensoren in bidirektionalen OBC-Systemen müssen dieser Norm entsprechen. Diese schreibt die Erkennung von AC- und DC-Fehlerströmen mit hoher Genauigkeit vor, um die Sicherheit während des V2X-Betriebs zu gewährleisten.

IEC 62752, UL2231, IEC62955 und die neue ISO5474 erfordern die Erkennung von AC- und DC-Leckströmen. RCM-Lösungen mit Fehlerstromerkennungskomponenten vom Typ AC, A und F gewährleisten dabei nicht das richtige Sicherheitsniveau (Bild 2). Nur ein Typ B kann AC und glatten DC messen und erkennen.

Aktuelle Lösungen zur Überwachung von Fehlerströmen

Die Fluxgate-Technologie bietet eine hohe Effizienz beim Erkennen von AC- und DC-Fehlerströmen und ist die bevorzugte Wahl für deren Überwachung beim EV-Laden. Die RCM-Sensoren der Serien CDSR und CDT von LEM basieren auf der eigens dafür entwickelten

Fluxgate-Technik, die für hohe Genauigkeit und Bandbreite bekannt ist.

Es ist auch sicherzustellen, dass die RCM-Sensoren stets ordnungsgemäß funktionieren. Daher bieten CDSR und CDT einen integrierten Selbsttest und Diagnosefunktionen (Temperatur, Überstromerkennung, Über-/Unterspannungsschutz usw.). LEMs Engagement für Qualität und Innovation sowie die Einhaltung internationaler Standards setzen Maßstäbe in der Branche und machen die Lösungen für Entwickler von EV-Ladesystemen und anderen Anwendungen äußerst attraktiv.

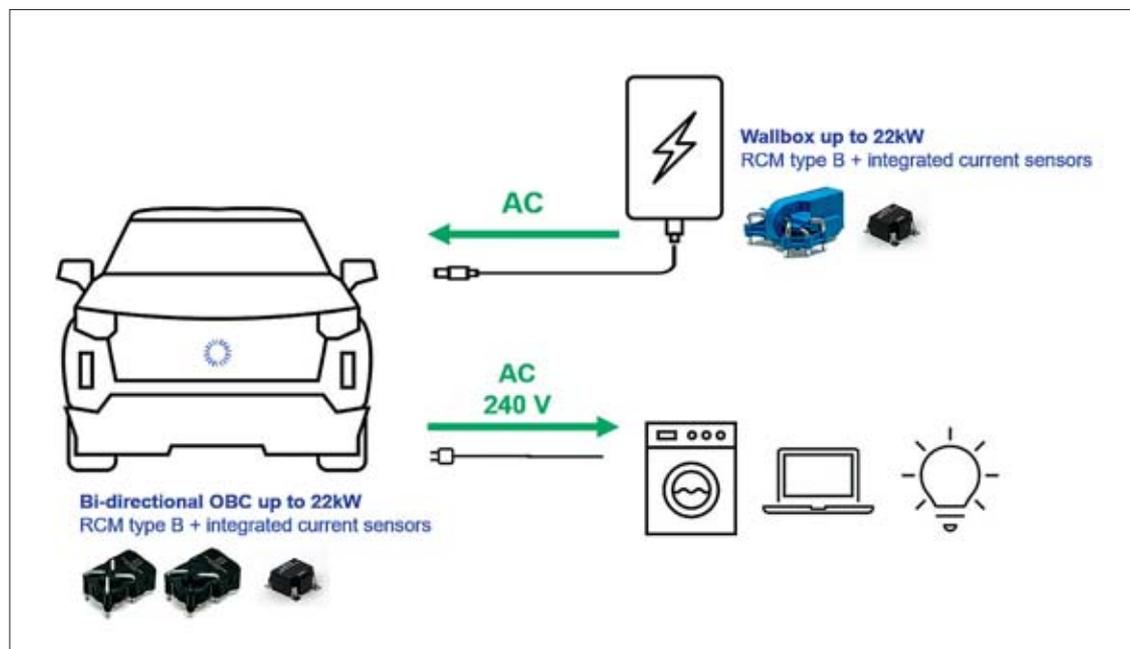
AC-Wallbox und -Ladekabel

Die idealen Stromsensoren für AC-Wallbox-Designs müssen den internationalen Auslösestandards (IEC 62752/62955/UL 2231) entsprechen und für verschiedene Ausgangsleistungspegel geeignet sein. Sie müssen 1- und 3-phasige Architekturen unterstützen, um den Einsatz der Designs in AC-Ladesystemen mit einer Leistung von 3,3 bis 22 kW zu ermöglichen.

Die von LEM entwickelte Fluxgate-Technik ist die genaueste heute verfügbare kontaktlose Messtechnik. Mit ihr bieten die CDSR-Sensoren bei der AC-/DC-Überwachung eine hohe Genauigkeit, um Fehlerströme von nur 5 mA zu erkennen. Die Sensoren sind in 1- und 3-phasigen Versionen erhältlich und eignen sich daher für verschiedene Ladesysteme. Ihr kompaktes Design und die einfache Integration sowie ihre vertikale Form optimieren den Designprozess und machen sie zur idealen Wahl für OEMs und Tier-1-Zulieferer, die die Sicherheit und Leistungsfähigkeit ihrer AC-Wallbox-Lösungen verbessern möchten.

Der kürzlich eingeführte CDT-Sensor basiert ebenfalls auf der patentierten Fluxgate-Technik von LEM. Er bietet eine hohe Genauigkeit von ±0,5 mA bei 5 mA sowie Automotive-Standard, um Fehler-/Leckströme in Ladekabeln zu erkennen. Der CDT sorgt für dynamische Fehlerauslösung mit fortschrittlichen Diagnosefunktionen, erfüllt alle relevanten Standards und verein-

Bild 3: RCM-Sensoren der Serien CDSR und CDT von LEM basieren auf der eigens dafür entwickelten Fluxgate-Technik; integrierte Selbsttest- und Diagnosefunktionen sorgen für ordnungsgemäßen Betrieb. Bild: LEM



facht die Systementwicklung. CDT ist in 1- und 3-phasierten Versionen und für verschiedene Ladekabelkonfigurationen erhältlich. Seine Diagnosefunktionen und dynamischen Fehlerauslösefunktionen sind nützliche Tools, um die Leistungsfähigkeit und Sicherheit von Ladelösungen zu optimieren.

Umstellung auf transformatorlose und bidirektionale On-Board-Ladesysteme (OBC)

Die Umstellung auf bidirektionale OBC-Systeme, die EV-Batterien als Stromquelle für verschiedene Anwendungen (V2X) ermöglichen, unterstreicht den Bedarf an RCM-Sensoren vom Typ B im Fahrzeugbereich: ISO-26262-ASIL-B- und ISO5474-konform. Der CDT-SF-Sensor von LEM erfüllt diese Anforderungen und bietet zwei unabhängige Messkanäle, Selbstdiagnose, hohe Genauigkeit und detaillierte Fehlerberichterstattung über SPL. Seine zwei unabhängigen Messkanäle sorgen für Redundanz und erhöhen die Zuverlässigkeit, während seine Selbstdiagnose und die Fehlerberichterstattung für optimale Leistungsfähigkeit und Sicherheit sorgen. Der Sensor ermöglicht auch eine vollständig externe Testwicklung für Sicherheitstests und mehr.

Die dynamische Auslösefunktion ermöglicht Entwicklern, die Auslöseschwelle entsprechend den spezifischen regionalen und normativen Anforderungen einzustellen. Der Sensor kann somit in verschiedenen Märkten und Anwendungen zum Einsatz kommen sowie zum Anpassen des Systems und für eine bessere Effizienz beim Umschalten vom Fahrzeugladen zur Last-/Netzabgabe (V2L/V2G) verwendet werden.

Fazit

Im sich schnell entwickelnden Markt des AC-Ladens für E-Fahrzeuge ist LEM mit seinen RCM-Lösungen

(Bild 3) führend. Da das Unternehmen die speziellen Herausforderungen bidirektionaler und V2X-Anwendungen bewältigt und die Einhaltung neuester Normen sicherstellt, stehen Entwicklern zuverlässige und hochwertige Sensoren zur Verfügung, die den Entwicklungsprozess vereinfachen und die Sicherheit erhöhen. Während der Markt sich weiterentwickelt, ist LEM entscheidend daran beteiligt, den Fortschritt voranzutreiben

und Maßstäbe in der elektrischen Messtechnik zu setzen.

Mit der zunehmenden Verbreitung von Elektrofahrzeugen und den komplexeren AC-Ladeanwendungen ist der Bedarf an fortschrittlichen Lösungen zur Überwachung von Fehlerströmen größer denn je. Die CDSR- und CDT-Sensoren von LEM sind die Lösung, um Sicherheit und Leistungsfähigkeit von Ladelösungen zu gewährleisten. Der CDT-SF-Sensor mit Fluxgate-Technik deckt dabei die speziellen Herausforderungen bidirektionaler

On-Board-Ladesysteme und neuartiger V2X-Anwendungen ab.

Während der Markt sich ständig weiterentwickelt, sorgt LEM mit seinen Neuerungen dafür, weiterhin an der Spitze der elektrischen Messtechnik zu stehen, um zuverlässige und genaue Lösungen für die Zukunft des Ladens von Elektrofahrzeugen bereitzustellen. (mou) ●

Die Fluxgate-Technik ist heute die genaueste verfügbare kontaktlose Messtechnik. Auch der kürzlich eingeführte CDT-Sensor basiert auf dieser Technologie mit $\pm 0,5$ mA Genauigkeit.



Bild 4: Der CDT-SF-Sensor deckt die speziellen Herausforderungen bidirektionaler OBC-Systeme und V2X-Anwendungen ab.

Bild: LEM

Autor: Clément Amilien, Head of Global Product Management Automotive, LEM

SINTERN MIT PRÄZISION

VON DER ENTWICKLUNG ZUR SERIE

PINK SIN Serie

- Exakte Kontrolle der Sinteratmosphäre
- Homogene Mehrlagensinterung
- Optimale Druckverteilung für zuverlässige Ergebnisse
- Einfacher Prozesstransfer von R&D zur Serie
- Vollautomatische Produktion

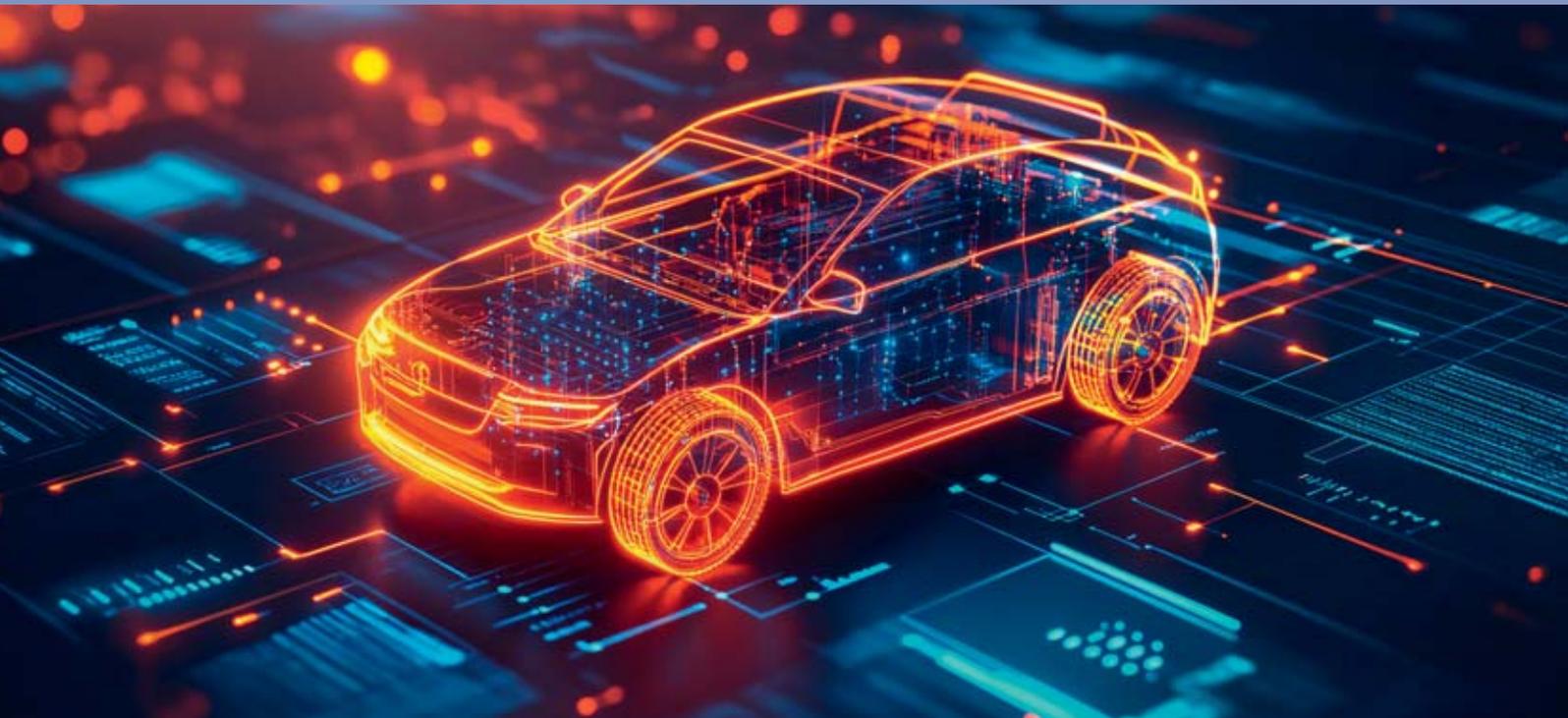
pcim

Besuchen Sie uns in Halle 5, Stand 311

Nürnberg, 06. – 08.05.2025

PiNK®





OEMs benötigen BMS, die sich einfach in ihre Konstruktions- und Fertigungsprozesse integrieren lassen. Ein drahtloses BMS auf UWB-Basis bietet genau diese Vorteile.

Bild: Oleksandr – stock.adobe.com

UWB ermöglicht kabelloses BMS

Ultrabreitband-Technologie für das EV-Batteriemangement

Die Anforderungen an Batteriemanagementsysteme in Elektrofahrzeugen steigen. Eine neue Generation kabelloser Lösungen auf Basis von Ultrabreitband-Technologie eröffnet entscheidende Vorteile bei Leistung, Produktion und Systemzuverlässigkeit.

Während der Markt für Elektrofahrzeuge wächst, sind Innovationen im Bereich Batterietechnologie entscheidend für den Erfolg. Batteriemanagementsysteme (BMS) verbessern die Batterieleistung durch Überwachung und Steuerung des Betriebs, erhöhen die Fahrzeugsicherheit und ermöglichen eine effizientere Produktion von Elektrofahrzeugen. Zudem spielen BMS-Lösungen auch eine Rolle bei der Einhaltung gesetzlicher und behördlicher Vorschriften. Beispielsweise liefern sie wichtige Informationen für den digitalen Batteriepass der EU, der gemäß einer neuen Verordnung bald erforderlich sein wird.

Doch vordergründig müssen Batteriepacks für Elektroautos vor allem Platz sparen. Darüber hinaus führt die Komplexität ihrer Herstellung leicht zu zusätzlichen Kosten, die die schnell skalierenden Anbieter von Elektroautos unbedingt in den Griff bekommen müssen. Gleichzeitig werden BMS-Lösungen für die Zuverlässigkeit und Sicherheit von Elektrofahrzeugen immer wichtiger. Die Automobilhersteller benötigen daher leistungsfähige Batteriemanagementsysteme, die sich zugleich einfach in ihre Konstruktions- und Fertigungsprozesse integrieren lassen.

Vor diesem Hintergrund werden Innovationen im Bereich der Drahtlos-Technologien für die Elektrofahrzeugindustrie immer wichtiger. Insbesondere die jüngsten Fortschritte bei der Ultrabreitband-Technologie

(UWB) in BMS-Lösungen, welche eine kabellose Kommunikation innerhalb von Batteriepacks ermöglichen, erweisen sich als wegweisend.

Die Zukunft des Batteriemangements in Elektroautos ist kabellos

Um die Vorteile eines drahtlosen BMS-Designs zu verstehen, lohnt sich ein kurzer Blick auf die Eigenschaften aktueller Batteriepacks. Ein typisches Batteriepack für Elektroautos ist in mehrere Module unterteilt, um eine leicht skalierbare Architektur zu gewährleisten. Jedes Modul enthält wiederum mehrere Batteriezellen, die zu ihrem Schutz durch das BMS genau überwacht werden. Schließlich steuert ein Prozessor das System und sammelt Daten wie Spannung, Stromstärke oder Temperatur, um sicherzustellen, dass es sicher und effizient arbeitet. Für all das war bisher eine Verkabelung notwendig. Drahtlose Technologien machen dies überflüssig und bieten dafür erhebliche Vorteile.

Denn der Einsatz drahtloser Technologien bedeutet natürlich einerseits weniger Verkabelung innerhalb eines Batteriepacks, was wiederum Gewicht und Platz spart. Andererseits ermöglicht das optimierte Design eine höhere Energiedichte bei gleichem Platzbedarf und damit eine größere Reichweite.

Außerdem verbessert sich durch drahtlose BMS-Lösungen die Zuverlässigkeit, da sich die Verkabelung im

Autorin

Katia Giovanella,
Product Marketing
Managerin BMS
bei NXP



Wenn es um kabellose Technologien für Batteriemanagementsysteme geht, sind nicht alle Optionen gleich gut. Der Einsatz von Ultrabreitband (UWB) bietet hierbei wichtige Vorteile gegenüber anderen drahtlosen Technologien, wie schmalbandige 2,4 GHz Funkssysteme (z. B. Bluetooth Low Energy). Bild: NXP

Laufe der Zeit abnutzen oder lösen kann. Ist eine Generalüberholung erforderlich, kann ein Funkmodul ganz einfach ausgetauscht werden. Alternativ kann es wiederverwendet werden, wenn das Elektrofahrzeug am Ende seines Lebenszyklus angelangt ist, was aus einer Nachhaltigkeitsperspektive besonders vorteilhaft ist.

Am wichtigsten ist jedoch die Effizienzsteigerung bei der Herstellung von Elektrofahrzeugen. Der Grund dafür ist, dass die Verkabelung innerhalb der Batteriepacks sehr komplex und schwierig zu automatisieren ist. Kabelbasierte Batteriesysteme erfordern den Einsatz sehr empfindlicher Kabel und Stecker, die präzise und manuell unter Berücksichtigung von Hochspannungskonfigurationen verarbeitet werden müssen. Dies wiederum ist enorm fehleranfällig. Ein drahtloses System eliminiert diese Komplexität und ermöglicht so eine automatisierte Montage. Dadurch kann die Produktion rationalisiert werden, und die Automobilhersteller können ihre Fahrzeuge schneller und kostengünstiger auf den Markt bringen.

So funktionieren Ultra-Breitband-BMS

Wenn es um kabellose Technologien für Batteriemanagementsysteme geht, sind nicht alle Optionen gleich gut. Der Einsatz von Ultrabreitband (UWB) bietet hierbei wichtige Vorteile gegenüber anderen drahtlosen Technologien, wie schmalbandige 2,4 GHz Funkssysteme (z. B. Bluetooth Low Energy).

Zum Vergleich: UWB kodiert Datenbits in extrem schmale Impulse, wodurch ein Signal mit einer sehr großen Bandbreite des Frequenzspektrums entsteht. Die Impulsbreite eines UWB-Signals liegt in der Größenordnung von 2 Nanosekunden und jeder Impuls enthält Informationen über BMS-Messungen wie Temperatur oder Spannung. Diese Messergebnisse werden auf die Trägerfrequenz hochkonvertiert, z. B. circa 8 GHz für UWB-Kanal 9. Es ist sogar möglich, den Übertragungsprozess zu verschlüsseln, um Sicherheit und Integrität zu gewährleisten. Aber was genau macht UWB mit all diesen Eigenschaften besser als andere

drahtlose Technologien? Das liegt in erster Linie an der Robustheit für die Umgebung, die sich innerhalb des Batteriepacks befindet.

Innerhalb des Batteriepacks gibt es viele metallene Oberflächen, an denen die Signale reflektiert und hin und her geworfen werden können. Dadurch entsteht eine Umgebung mit selektivem Hochfrequenz-Fading. Das bedeutet, dass sich die reflektierten Funksignale teilweise selbst auslöschen können, wenn sie über mehrere Wege den Empfänger erreichen. Darüber hinaus können unvorhersehbare Störungen von außerhalb der Batterieumgebung die Komplexität des Systems weiter erhöhen. Unter solchen Bedingungen benötigen Schmalbandsysteme im Gegensatz zu UWB komplexe adaptive Kanalalgorithmen, um Interferenzen oder Reflexionen in den Griff zu bekommen.

Bei UWB hingegen beeinträchtigen die durch Reflexionen verursachten, schmalen Frequenzeinbrüche im Band die Signalqualität kaum, da die Energie auf eine große Bandbreite verteilt wird. Mit anderen Worten, das Signal ist in der Batteriepack-Umgebung widerstandsfähiger als beim Schmalband, was eine stabile Datenkommunikation ermöglicht. Dank seiner Robustheit unterstützt UWB eine Datenübertragungsrate von 7,8 Mbit/s – deutlich mehr als viele Schmalband- oder sogar kabelgebundene Technologien.

Die Zukunft des BMS bedeutet höhere Leistung bei geringerer Fertigungskomplexität

Die UWB-Technologie stellt einen bedeutenden Durchbruch in der Batterietechnologie dar. Dank der hohen Leistung in der anspruchsvollen Umgebung innerhalb von Elektroauto-Batteriepacks können Automobilhersteller komplexe und teure kabelgebundene Lösungen hinter sich lassen. Die Leistung wird dabei gesteigert, ohne die Zuverlässigkeit zu beeinträchtigen.

Das Ergebnis sind langlebigere, effizientere, sicherere und leistungsstärkere Batteriesysteme für Elektrofahrzeuge, von denen Hersteller und Endverbraucher gleichermaßen profitieren. (na) ●



Cybersicherheit bereits bei der Planung berücksichtigen

Ladeinfrastrukturen im Visier der Hacker

Die Cybersicherheit von Ladeinfrastrukturen ist komplex, denn viele Komponenten müssen zusammenspielen und bieten dabei Angriffspunkte für Hacker. Klare Richtlinien und frühzeitige Tests könnten Cyberangriffe auf Ladeinfrastrukturen verhindern.

Auf einen Blick

- Der Ladevorgang, die Ladesäulen, die Backend-Systeme des Ladenetzes und die Roaming-Provider sind besonders gefährdet für Cyberangriffe.
- Mangelnde Kommunikation zwischen den Komponenten führt zu Sicherheitslücken.

Cyber-Angriffe verursachen jährlich Schäden in Milliardenhöhe. Allein im Jahr 2022 beliefen sie sich in Deutschland laut Wirtschaftsschutzbericht auf 203 Milliarden Euro. Alle Branchen sind betroffen - auch die Elektromobilität. Und hier wird es vor allem bei der Ladeinfrastruktur komplex.

In der Vergangenheit kam es vor allem im Ausland zu Angriffen auf die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. So wurden beispielsweise auf der Isle of Wight Ladeinfrastrukturen gehackt und auf den Bildschirmen nicht jugendfreie Filme abgespielt. Was zunächst wie ein harmloser Jugendstreich aussieht, kann jedoch schnell ernst werden. Wenn Hacker beispielsweise die

Batterie des Elektrofahrzeugs während des Ladevorgangs überladen, indem sie die Ladespannung manipulieren, kann diese schwer beschädigt werden. Auch sogenannte Denial-of-Service-Attacken in Kombination mit einer Ransomware-Attacke können hohe finanzielle Schäden verursachen. So können Hacker die Ladeinfrastruktur lahmlegen und den Betreiber erpressen, sie nur gegen Zahlung eines Geldbetrags wieder in Betrieb zu nehmen. Ein weiterer sehr häufiger Angriff besteht darin, dass Hacker beim Aufladen des Elektroautos vertrauliche Informationen wie persönliche Daten sowie Kontakt- und Zahlungsinformationen zu erbeuten versuchen.



Bild: Getty Images



Die meisten Studien im Bereich Cybersecurity stufen Ladeinfrastrukturen als besonders gefährdet ein.

Bild: iStock-1024298650

Die Vielfalt der Hersteller erhöhen die Risiken für Cyber-Angriffe

Aber auch hierzulande wird die Ladeinfrastruktur kontinuierlich ausgebaut, was sie als Ziel zunehmend attraktiver macht und das Risiko potenzieller Angriffe erhöht. Viele internationale Anbieter wollen ein Stück vom Kuchen, so dass beim Ausbau einer Ladeinfrastruktur viele verschiedene Komponenten beteiligt sind, die alle richtig miteinander kommunizieren müssen. Kein Wunder also, dass Ladestationen für Elektromobilität mit der NIS-2-Richtlinie zu den kritischen Infrastrukturen zählen.

Eines der größten Risiken für jede einzelne Komponente ist jedoch die Anfälligkeit ihrer Kommunikationsarchitektur für Cyberangriffe, da die Vielfalt der inhomogenen Produkt- und Lösungslandschaft die Anzahl potenzieller Einfallstore erhöht.

Laut einer Studie des Center of Automotive Management (CAM) gehört die Ladeinfrastruktur sogar zu den besonders gefährdeten Angriffszielen von bösartigen Hackern. Dennoch fehlen klare Richtlinien für ein sicheres Ökosystem der Ladeinfrastruktur, so dass Sicherheitslücken entstehen, die von Hackern ausgenutzt werden können. Im Erfolgsfall drohen Betreibern nicht nur hohe Folgekosten, sondern auch weitreichende Reputationsschäden.

Sicherheitslücken: Kommunikation, Nutzer und Energiefluss

Das Ökosystem der Ladeinfrastruktur besteht aus vier Bereichen, die sich wiederum jeweils aus einer Vielzahl an Komponenten zusammensetzen: Die eigentliche Ladeinfrastruktur in Form von Ladesäulen und Wallboxen, die Backend-Cloud mit dem Lade-Management-System und dem Energiesystem, das den Strom bereitstellt. Wenn die Komponenten in diesem Bereich nicht richtig miteinander kommunizieren, funktioniert die gesamte Technik nicht und Sicherheitslücken sind vorprogrammiert. Die Kommunikation zwischen den Ladesäulen und dem Abrechnungs-Backend ist häufig schlecht geschützt, da diese beispielsweise oft unverschlüsselt übertragen wird. Dies ermöglicht es Angreifern Kartennummern von Kunden zu erhalten und sie möglicherweise zu fälschen. Auch Personen könnten die Ladeinfrastruktur nicht ordnungsmäßig nutzen, so dass Sicherheitslücken entstehen.

Darüber hinaus muss ein reibungsloses Zusammenspiel zwischen dem Ladegerät und der Batterie des Elektrofahrzeugs selbst gewährleistet sein, damit wichtige Grenzwerte, wie die Ladespannung, eingehalten werden. Nur so kann verhindert werden, dass die Batterie mit einer Spannung oder Stromstärke geladen wird, die sie verträgt, damit kein Schaden entsteht. Auf diese Weise



Elektrofahrzeuge sind ein wesentlicher Bestandteil der Energiewende, deshalb braucht die Branche ein stärkeres Bewusstsein für die Gefahren und Risiken von Cyberangriffen auf die Ladeinfrastruktur.

Bild: CSA

wird eine Überladung oder ähnliches vermieden. Zwar verfügen Batterien von Elektroautos eigentlich immer über einen eigenen Schutzmechanismus, aber dennoch sind Beschädigungen denkbar.

Darüber hinaus besteht eine Wechselwirkung zwischen dem Ladegerät und dem Netzanschluss selbst. Dies bedeutet, dass es bestimmte Anforderungen (z. B. Stromstärke bei Schnellladung mit 200 Ampere) an den Strom gibt, wenn er exportiert wird. Sowohl die Wechselwirkungen zwischen dem Ladegerät und der Batterie als auch zwischen dem Ladegerät und dem Netzanschluss bieten wiederum Angriffspunkte für Hacker, da die entsprechenden Kommunikationsschnittstellen sehr vulnerabel sind.

Selbstverantwortung bei Cybersecurity

Wie bereits erwähnt, fehlen oft universelle Richtlinien für die verschiedenen Komponenten, an die sich die Hersteller halten müssen oder zumindest können. Die bereits existierenden Anforderungen sind noch nicht allgemeingültig. Die sich abzeichnende breite Akzeptanz allgemeiner Richtlinien könnte jedoch zu einem Game Changer werden. Dies ist auch deshalb wichtig, weil Hersteller meist nur einzelne Komponenten herstellen und aus diesem Grund nur einen eingeschränkten Blick auf das gesamte Ladeökosystem haben.: Kein Hersteller hat den Überblick über alle Funktion und den Nutzen aller Komponenten, so dass oft, wenn z. B. etwas nicht funktioniert, die Ursache bei anderen Komponenten gesucht wird. Hier sind Verbände und Gesetzgeber gefordert, entsprechende Standardisierungen flächendeckend durchzusetzen.

Die Hersteller sind jedoch in erster Linie selbst dafür verantwortlich, dass sie die neuesten Anforderungen zum Schutz der Ladeinfrastruktur vor Cyberangriffen erfüllen. Dazu sollten sie ihre Ladeinfrastrukturlösungen regelmäßig auf Herz und Nieren prüfen lassen. Mit sogenannten Penetrationstests können sie von Prüforganisationen wie die CSA Group überprüfen lassen, ob ihre Cybersicherheitspraktiken auf dem neuesten Stand

sind. Dabei werden alle Möglichkeiten getestet, die ein Cyber-Risiko darstellen könnten. Dazu gehören zum Beispiel die Authentifizierung von Login-Zahlungen, die Übertragung von Zahlungsdaten und authentifizierte Remote-Updates von Software. Vor allem Remote-Verbindungen werden überprüft, damit sich Nutzerinnen und Nutzer auch aus der Ferne einloggen können. Die Prüfer gehen alle möglichen Schritte durch, um festzustellen, wie das Ladegerät und die Software reagieren. Hierbei ist es wichtig zu erwähnen, dass dabei alle Elemente getestet werden, einschließlich der Umwelteinflüsse.

Weitere Maßnahmen für Hersteller

Zusätzlich zu den Tests sollten die Hersteller Technologie- und Markttrends kontinuierlich beobachten. Außerdem sollten sie präventive Sicherheitskonzepte und -maßnahmen einführen und regelmäßig überprüfen. Darüber hinaus ist es sinnvoll, Cybersecurity-Maßnahmen bereits bei der Entwicklung von Produkten und Lösungen zu implementieren. So sollten sich die Entwickler im Idealfall bereits zu Beginn des Designzyklus mit Best Practices, Aspekten und Standards der Cybersecurity vertraut machen. Dabei gilt die Devise: Je früher, desto besser – am besten bereits auf Werksebene – damit die jeweilige Komponente nicht zum Sicherheitsrisiko wird und noch einmal neu entworfen werden muss. Entscheidend dabei ist, dass jedes einzelne hergestellte Produkt die gleichen Anforderungen erfüllt.

Hersteller sollten jedoch auch berücksichtigen, dass die Sicherheitsanforderungen je nach Produktkategorie unterschiedlich sein können. Beispielsweise spielt die Cybersicherheit bei persönlichen Mobilitätsgeräten wie E-Fahrräder oder E-Scooter keine so große Rolle wie bei E-Trucks und Elektroautos. Bei straßengebundenen Anwendungen ist sie allerdings ein wichtiger Faktor, da viel innerhalb des Elektrofahrzeugs und zwischen Fahrzeug und Ladestation kommuniziert wird. Darüber hinaus gibt es Unterschiede im Brandverhalten, z. B. bei einem Batteriebrand. Hier ist entscheidend, wie lange es dauert,

bis das Ereignis für Menschen gefährlich werden kann. Diese müssen rechtzeitig informiert werden, damit sie sich in Sicherheit bringen können. Für Kleingeräte, die eher einen Gebäude- oder Wohnungsbrand auslösen können, gelten andere Anforderungen als für größere Fahrzeuge.

Der Gesetzgeber steht in der Pflicht

Doch nicht nur die Hersteller sind für ihre Komponenten verantwortlich. Der Gesetzgeber ist dafür verantwortlich die relevanten rechtlichen Regelungen so weit wie möglich an die technische Entwicklung anzupassen. Heute enthalten vor allem der EU Cyber Resilience Act und der NIST Cybersecurity Framework Profile for EV Charging relevante Regelungen, um die Elektromobilität abzusichern. Viele davon haben jedoch nur empfehlenden Charakter und sind für die Hersteller nicht verpflichtend.

Daher ist es wichtig, dass die Verbände und Normungsorganisationen technische Normen entwickeln, die den aktuellen und zukünftigen technologischen Trends sowie der Gefährdungslage Rechnung tragen. Darüber hinaus wäre es sinnvoll, die technischen Standards zwischen den Regionen zu vereinheitlichen und es verbindlich zu machen, diese einzuhalten. Dazu gehören auch fortschrittliche Cybersicherheitslösungen.

Damit die Hersteller von Ladeinfrastruktur besonders in der Testphase keine bösen Überraschungen erleben, sollten sie bei der Entwicklung stets auf Best Practices zurückgreifen.

Fazit: Mit Best Practices zur sicheren Ladeinfrastrukturen

Damit die Hersteller von Ladeinfrastruktur insbesondere in der Testphase keine bösen Überraschungen erleben, sollten sie bei der Entwicklung ihrer Produkte stets auf Best Practices zurückgreifen. Zum einen sind umfassende Produkttests wie z. B bei der Normungsorganisation CSA Group immer wichtig. Hersteller sollten die Sicherheit und Interoperabilität ihrer Produkte und Lösungen kontinuierlich und umfassend überprüfen lassen und an den technischen Fortschritt anpassen. Sie sollten bereits in der Planungsphase und nicht erst im Design

einen Test- und Zertifizierungspartner einbinden, um teure Fehler und Verzögerungen bei der Markteinführung zu vermeiden. Die Tests müssen sowohl die Funktionalität der Produkte und Lösungen als auch deren Sicherheit berücksichtigen.

Darüber hinaus sind Hersteller gut beraten, auch Komponenten, Prozesse und Systeme zu prüfen, für die keine Prüfpflicht besteht und für die es noch keine klaren Richtlinien gibt. Dies stärkt das Vertrauen der Verbraucher und beugt Reputationsschäden vor. Auch wenn das Thema Cybersecurity noch nicht zum Standard gehört, ist es ein wichtiges Anliegen der Branche. Zu guter Letzt sollten Hersteller kontinuierlich Markt und Technologietrends beobachten. Aber auch Verantwortliche in Organisationen und staatlichen Institutionen sollten Markt- und Technologietrends kontinuierlich verfolgen und aktiv mitgestalten. Dies beinhaltet künstliche Intelligenz (KI), aber auch Trends wie Vehicle-to-grid.

Es lässt sich zusammenfassen, dass die Sicherheit von Ladeinfrastrukturen ein komplexes Thema ist, dessen Erfolg von vielen Akteuren aus Politik und Industrie abhängt. Durch die Vielzahl an Komponenten, die reibungslos zusammenspielen müssen, ergeben sich zahlreiche Angriffspunkte für Hacker. Besonders gefährdet sind dabei der Ladevorgang, die Ladesäulen, die Backend-Systeme des Ladenetzes und die Roaming-Provider. Vor dem Hintergrund, dass Ladeinfrastrukturen in den

meisten Studien im Bereich Cybersecurity als besonders gefährdet eingestuft werden, muss in der Branche ein stärkeres Bewusstsein für die Gefahren und Risiken geschaffen werden. Elektrofahrzeuge sind ein wesentlicher Bestandteil der Energiewende. Sollte es böswilligen Akteuren gelingen, hier die Kontrolle zu übernehmen und die Technik unbrauchbar zu machen, würde dies einen weiteren Vertrauensverlust in dieses Jahrhundertprojekt bedeuten. (mou)

Autor: Michael Becker, Global Business Director für Energiespeicher bei CSA

Jobware, da hab' ich den Job her.

 **Jobware**
... da hab' ich den Job her!

ADVANTEST

Electrical Engineer for Testlab Operation (m/f/d)
Böblingen
Jobware-ID 054550088

FICHTNER

Projekt- und Entwicklungsingenieur (m/w/d)
Stuttgart
Jobware-ID 054262275

OSRAM

(Principal) Engineer Analog Design (d/m/f)
Garching
Jobware-ID 054570154

WEBER-HYDRAULIK

Senior Embedded Systems Engineer (m/w/d)
Konstanz
Jobware-ID 054284679

Diese und viele weitere attraktive Stellenangebote finden Sie unter jobware.de, der Jobbörse an Ihrer Seite.

Geben Sie einfach die Jobware-ID in die Suchmaske ein und lesen Sie die komplette Stellenanzeige. Viel Erfolg!



Anpassbar Silikone für Leistungselektronik

Wärmeleitende Silikon-Vergussmassen, Gap-Filler und Silikon-gele von Wevo-Chemie für das Thermomanagement machen schnelle Taktzeiten für eine effiziente Serienfertigung möglich. Die Wevosil-Produkte der dritten Generation ermöglichen zahlreiche Anpassungen, z. B. hinsichtlich des Fließverhaltens, der Topfzeit sowie der Härte und ihrer Grundhaftung. Sie erlauben für Leistungselektronik-Anwendungen wie DC/DC-Konverter individuelle Lösungen. Um schnelles Laden zu ermöglichen, umfasst die Wär-

meleitfähigkeit der 2K-Silikone einen Bereich von 1 W/m-K bei Vergussmassen (z. B. WEVOSIL 22102 FL) bis hin zu hoch wärmeleitenden Gap-Fillern mit 4 W/m-K (z. B. WEVOSIL 260-40 FL). Die Silikon-gele für Elektronik-Komponenten ermöglichen durch ihre dauerhafte Klebrigkeit („Tackiness“), auch bei vollständiger Aushärtung, eine dauerhafte Anbindung an das Gehäuse. Das Portfolio umfasst zudem Polyurethane und Epoxidharze, die entsprechend der bauteilspezifischen Anforderungen adaptiert werden.



Formale Methoden für vollständige Codesicherheit Rust-, C- und C++-Analyseservice

Trust-In-Soft stellt hybriden Rust-, C- und C++-Analyseservice mit formalen Methoden für vollständige Codesicherheit vor, die einzige derzeit verfügbare Code-Analyse-Lösung, die in der Lage ist, eine hybride C/C++- und Rust-Codebasis zu analysieren. Die Services wurden entwickelt, um die kritischen Anforderungen von Entwicklern und Managern an die Software-Zuverlässigkeit zu erfüllen, die sichergehen wollen, dass ihre Rust- oder gemischten Rust/C/C++-Codebasen frei von versteckten Schwachstellen sind, insbeson-

dere in sicherheitskritischen oder hochsensiblen Anwendungen. Mit den zielgerichteten Emulationsfähigkeiten kann die Analyse spezifische Hardware-umgebungen emulieren und so sicherstellen, dass die Ergebnisse die einzigartigen Eigenschaften des Zielsystems berücksichtigen. Mit Hilfe formaler Methoden stellen unsere Experten sicher, dass Ihre Software die Anforderungen an Zuverlässigkeit und Sicherheit erfüllt und selbst in den komplexesten oder unsichersten Szenarien frei von kritischen Schwachstellen ist.

IGBT- und SiC-Technologien Gate-Treiber-ICs

Infineon erweitert die Eice-Driver-Familie um isolierte Gate-Treiber-ICs für Traktionswechselrichter in E-Fahrzeugen, die für aktuelle IGBT- und SiC-Technologien ausgelegt sind und das Hybrid-Pack-Drive-G2-Fusion-Modul unterstützen. Die vorkonfigurierten Eice-Driver-Produkte der dritten Generation, 1EDI302xAS (IGBT) und 1EDI303xAS (SiC/Fusion), sind AEC-qualifiziert und ISO 26262-konform. Damit eignen sie sich für Traktionswechselrichter in kostengünstigen und leistungsstarken xEV-Plattformen. Die Bauteile 1EDI3025AS, 1EDI3026AS und 1EDI3035AS mit einer Ausgangsstufe von 20 A dienen als Treiber für Hochleistungswechselrichter aller Leistungsklassen bis über 300 kW. Die Varianten 1EDI-



3028AS und 1EDI3038AS mit einer Ausgangsstufe von 15 A eignen sich für den Einsatz in Wechselrichtern für batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) der Einstiegsklasse und Plug-in-Hybridfahrzeuge (PHEV) sowie für E-Fahrzeuge mit elektrisch erregten Synchronmaschinen (EESM). Überdies sind die Bauteile mit der Tunable-Soft-Off-Funktion ausgestattet, die eine hervorragende Kurzschlussleistung bietet und so SiC- und IGBT-Technologien unterstützt.

Mit sechs Kanälen Dual-RGB-LED-Treiber

Der Dual-RGB-LED-Treiber MLX-80142 von Melexis mit sechs Kanälen erweitert das Angebot an LED-Treibern mit intelligenter Zustandsmaschine. Er ist der erste Treiber, der MeLiBu 2.0 integriert. Der Baustein mit einer code-freien Option ermöglicht die Steuerung von zwei RGB-LEDs und unterstützt ein kreuzungsfreies PCB-Layout, um einfache einlagige Leiterplatten sowie PCB-lose vergossene Baugruppen wie In-Mold Structural Electronics zu unterstützen. Dieser Ansatz verbessert die Integration und sorgt für kompakte Designs mit einer Gesamtbreite von wenigen mm. Der Treiber eignet sich somit für Beleuchtungsbaugruppen mit begrenztem Platzangebot, wie sie in Armaturenbrettern oder Türverkleidungen zu



finden sind. Mittels In-Mould-Montage ermöglicht er die nächste Generation intelligenter RGB-Beleuchtung, insbesondere in anspruchsvollen Bereichen, in denen der Platz knapp ist. Um einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten, verfügt der IC über einen direkt verbundenen internen Bus. Dieser stellt sicher, dass bei seriell geschalteten Konfigurationen ein Ausfall eines ICs die Funktion der verbleibenden LED-Treiber nicht beeinträchtigt.

Inserenten

| | | | | | | | | | |
|------------|------------|----------------------|----|----------------------|------|-----------------|-------|------------------------|------|
| ai-energy | 53 | Green Hills Software | 3 | Inova Semiconductors | 4,US | MKU - Metrofunk | | Pilz | 5 |
| Dräxlmaier | 43 | Hitex | 29 | Jobware | 63 | Kabel Union | 3, US | PINK | 57 |
| dSPACE | Titelseite | Indium | 39 | Kager | 33 | PEAK | 25 | Würth Elektronik eiSos | 2,US |

Unternehmen

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------|-----------------------|-------|----------------------|----------|----------------------|---------------|----------------------|----------|--------------------|--------|
| Accenture | 12 | Daimler Truck | 13 | Green Hills Software | 8 | LEM | 54 | Reev | 50 | TTTech Auto | 13, 18 |
| Altos | 11 | Denso | 11 | Harman | 18 | Lichtblick eMobility | 13 | Renault | 46 | Uhnder | 11 |
| Aptiv | 11 | DLR | 8 | Hella | 11 | Melexis | 64 | RISC-V International | 3, 18 | Vancom | 13 |
| Arbe | 11 | DigiKey | 40 | HighTec | 8 | Mercedes-Benz | 13, 18, 46 | Robert Bosch | 13 | Vector Informatik | 18, 26 |
| Audi | 13 | dSPACE | 14 | Horizon Robotics | 18 | MHP | 13 | RWTH Aachen | 10 | Volkswagen | 46 |
| BMW | 13, 18, 46 | E.ON Group Innovation | 13 | IAR | 8 | Micron | 34 | Siemens | 13 | VW | 13 |
| Bosch | 11 | Elektrobit | 8, 18 | IDTechEx | 53 | NIO Europe | 13 | Silver Atena | 8 | Waveye | 11 |
| BP pulse | 13 | Endava | 13 | imec | 3, 8, 18 | Now | 13 | Sintef | 8 | Wevo-Chemie | 64 |
| BMBF | 10 | FIT Voltaire | 13 | Indie | 8 | NXP | 3, 18, 46, 58 | SiTime | 36 | Xavveo | 11 |
| BMDV | 8 | FMT | 18 | Infineon | 8, 64 | Omron | 43 | Stellantis | 14, 46 | Zendar | 11 |
| CAM | 46, 60 | Ford | 13 | Inova Semiconductors | 8 | PLS | 8 | Synopsys | 3, 8, 18 | ZF Friedrichshafen | 10, 11 |
| CARIAD | 46 | Freudenberg | 8 | JOYNEXT | 22 | Porsche | 13 | Tasking | 8 | ZVEI | 6 |
| Continental | 11 | Garrett | 8 | KPIT | 46 | QNX | 18, 44 | Texas Instruments | 30 | | |
| CSA | 60 | GlobalFoundries | 8 | Lauterbach | 8 | Qualcomm | 28 | Trust-In-Soft | 64 | | |

Personen

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----|-------------------|--------|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|--------|--------------------|-----------|
| Adolph, Christian | 13 | Chen, Liming | 18 | Giovanella, Katia | 58 | Krawczyk, Christian | 50 | Poledna, Stefan | 13, 18 | Telford-Reed, Nick | 13 |
| Amilien, Clément | 54 | Clamagirand, | | Grote, Christoph | 18 | Kulkarni, Sumeet | 36 | Prommersberger, | | Traub, Matthias | 18 |
| Anhalt, Maria | 18 | Sebastiën | 18, 46 | Heynkes, Jörg | 13 | Lederer, Dieter | 66 | Armin | 18 | Vollmer, Alfred | 3, 14, 18 |
| Athavale, Jyotika | 18 | Durach, Stephan | 18 | Hiesinger, Heinrich | 10 | Mango, Alex di | 50 | Rahbar, Kia | 30 | Wall, John | 18 |
| Baker, Tyler | 28 | Ewert, Sebastian | 13 | Hoff, Carsten | 14 | Marín, José | 44 | Reger, Lars | 18 | Wedekind, Daniel | 22 |
| Baumgartner, | | Flattich, Rainer | 34 | Horn, Christof | 12 | Mottale, Azar | 6 | Rink, Fabian | 13 | Zeyen, Michael | 13 |
| Matthias | 18 | Friedel, Augustin | 13 | Horn, Rolf | 40 | Östberg, Magnus | 18 | Schiefer, Peter | 8 | | |
| Becker, Michael | 60 | Funke, Alexander | 13 | Hudi, Ricky | 18 | Pallasch, Johannes | 13 | Schnaufer, Georg | 13 | | |
| Breidenbach, Rolf | 10 | Gallo, Andrea | 18 | Hurasky, Carsten | 18 | Placklé, Bart | 18 | Steinmetz, Benjamin | 13 | | |

Impressum

AUTOMOBIL ELEKTRONIK www.automobil-elektronik.de
www.all-electronics.de
23. Jahrgang
ISSN 0939-5326

Ihr Kontakt:
Leserservice:
huethig-medien@vuservice.de
Tel.: 06123/ 9238-301



Vertrieb

Vertriebsleitung: Stefan Waldeisen
Leserservice:
huethig-medien@vuservice.de
Tel.: 06123/ 9238-301, Fax.: 06123/ 9238-244

Abonnement:
https://fachzeitschriften.shop/products/automobil-elektronik
Bezugsbedingungen und -preise (inkl. ges. MwSt.) 2025:
Abopreis Online € 145,00
Inland € 155,00 zzgl. € 8,75 Versand = € 163,75
Ausland € 155,00 zzgl. € 17,50 Versand = € 172,50
Einzelverkaufspreis € 33,00 inkl. ges. MwSt. & zzgl. Versand
Der Studentenrabatt beträgt 35 %
Kündigungsfrist:
jederzeit mit einer Frist von einem (1) Monat.
Erscheinungsweise: 5 x jährlich

Redaktion

Chefredakteurin:
Petra Gottwald (pg) (v.i.S.d.P.), Tel.: +49 (0) 6221 489-221,
E-Mail: petra.gottwald@huethig-medien.de
Redaktionelle Leitung:
Dr.-Ing. Nicole Ahner (na), Tel.: +49 (0) 8191 125-494,
E-Mail: nicole.ahner@huethig-medien.de
Redaktion:
Martin Probst (prm)
Tel.: +49 (0) 8191 125-214,
E-Mail: martin.probst@huethig-medien.de
Sabine Synkule (M.Sc.), Tel.: +49 (0) 8191 125-403,
E-Mail: sabine.synkule@huethig-medien.de
Redaktionsassistentin und Sonderdruckservice:
Diemut Baldauf, Tel.: +49 (0) 8191-125-408
E-Mail: diemut.baldauf@huethig-medien.de

Anzeigen

Chief Sales Officer:
Sebastian Würle, Tel.: +49 (0) 8191 125-167,
E-Mail: sebastian.woerle@mi-connect.de

Anzeigendisposition:
Sabine Kaltschmidt, Tel.: +49 (0) 6221 489-598,
E-Mail: all-dispo@huethig-medien.de
Zur Zeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 23 vom 01.10.2024

Verlag

Hüthig Medien GmbH,
Im Weiher 10,
69121 Heidelberg
www.huethig-medien.de,
Amtsgericht Mannheim HRB 745739
Geschäftsführung: Moritz Warth
Chief Operations Officer: Stefan Waldeisen
Chief Digital Officer: Lorenz Zehetbauer
Leitung Zentrale Herstellung: Herbert Schiffers
Art Director: Jürgen Claus
Layout und Druckvorstufe: Cornelia Roth
Druck:
QUBUS media GmbH, Beckstraße 10, 30457 Hannover
© Copyright Hüthig Medien GmbH 2025, 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 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,
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 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 datenschutz@huethig-medien.de widersprechen. Ausführliches zum Datenschutz und den Informationspflichten finden Sie unter https://swmh-datenschutz.de/huethig-medien

Dr. Lederers Management-Tipps



Karikatur: Heinrich Schwarze-Blanke



Dr. Dieter Lederer
Berater, Investor,
Unternehmer und
Musiker.

Krisenmanagement: unzulänglich

Kaum ein Tag vergeht ohne neue Hiobsbotschaften. War es erst die Absage des Homeoffice, sind es jetzt Gerüchte um Abfindungsprogramme und Stellenstreichungen, die die Runde machen. Die Entwicklungsteams und -manager sehen der nächsten Zeit mit gemischten Gefühlen entgegen, während die Spekulationen um die Zukunft der Unternehmens ins Kraut schießen und die Produktivität in den Keller geht. Dabei herrscht Konsens über die schwierige Lage, in der man sich befindet. Dass es so nicht weitergehen kann, ist allen klar. Ärger und Frust kommen aus der Handhabung des Krisenmanagements. Verlässlichkeit und Verbindlichkeit scheinen keine Bedeutung mehr zu haben und vom früheren Zusammenhalt ist nichts mehr übrig.

Angst oder Arroganz?

Was steckt hinter diesen Unzulänglichkeiten? Was hält davon ab, der Krise angemessen zu begegnen? Man könnte meinen, eine unheilige Mischung aus nackter Angst und unangebrachter Arroganz leiten mehr als das Fokussieren auf die unternehmerische Wirkung, wie die folgenden Beispiele zeigen.

- **Angemessenheit egal:** Während mit horrenden Abfindungszahlungen um sich geschmissen wird, müssen Teams, die tagtäglich für operative Produkti-

vität sorgen, ihre halbjährlichen Teamessen selbst bezahlen. Diese augenfällige Unangemessenheit untergräbt Loyalität und Vertrauen.

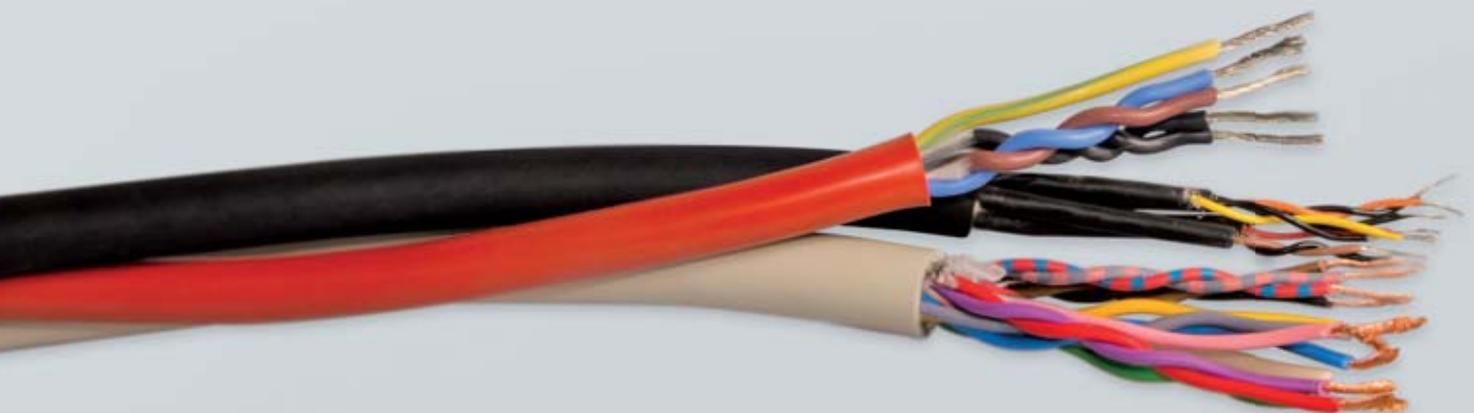
- **Wirksamkeit adieu:** Trainings, darunter auch solche zu Change und Leadership, müssen aus Kostengründen virtuell stattfinden. Teure Reisen von Vorständen und deren Entourage, die einzig der Selbstdarstellung dienen, finden natürlich weiterhin statt. Die davon ausgehende Botschaft: Ansehen schlägt Wirksamkeit.
- **Nonchalance willkommen:** Euphemistische Floskeln und kunstvolle Kommunikationsstrategien können nicht über das vorrangige Ziel der Sparanstrengungen hinwegtäuschen: das möglichst schnelle Hinauskomplementieren Vieler. Dass dahinter strukturelle Defizite stecken, die seit Jahren zementiert wurden, spielt offenbar keine Rolle. Lieber nonchalant korrigieren als Unangenehmes vorausschauend anpacken. Unternehmerische Nachhaltigkeit geht anders.

Trösten könnte, dass solche Krisen auch schon in der Vergangenheit gemeistert wurden und es anderen genauso geht. Das Risiko, angesichts von wirtschaftlicher Schwäche nicht zu überleben, ist mit Blick auf den globalen Markt heute jedoch ungleich höher. Es bleibt also nur die Flucht nach vorn – und das heißt: strukturelle Defizite beseitigen, lieber heute als morgen. (na)



Die DNA von Metrofunk

ist Leistungsgarant
im Automobil



Metrofunk Kabel-Union GmbH

Lepsiusstraße 89,

D-12165 Berlin,

Tel. 030 79 01 86 0

info@metrofunk.de – www.metrofunk.de



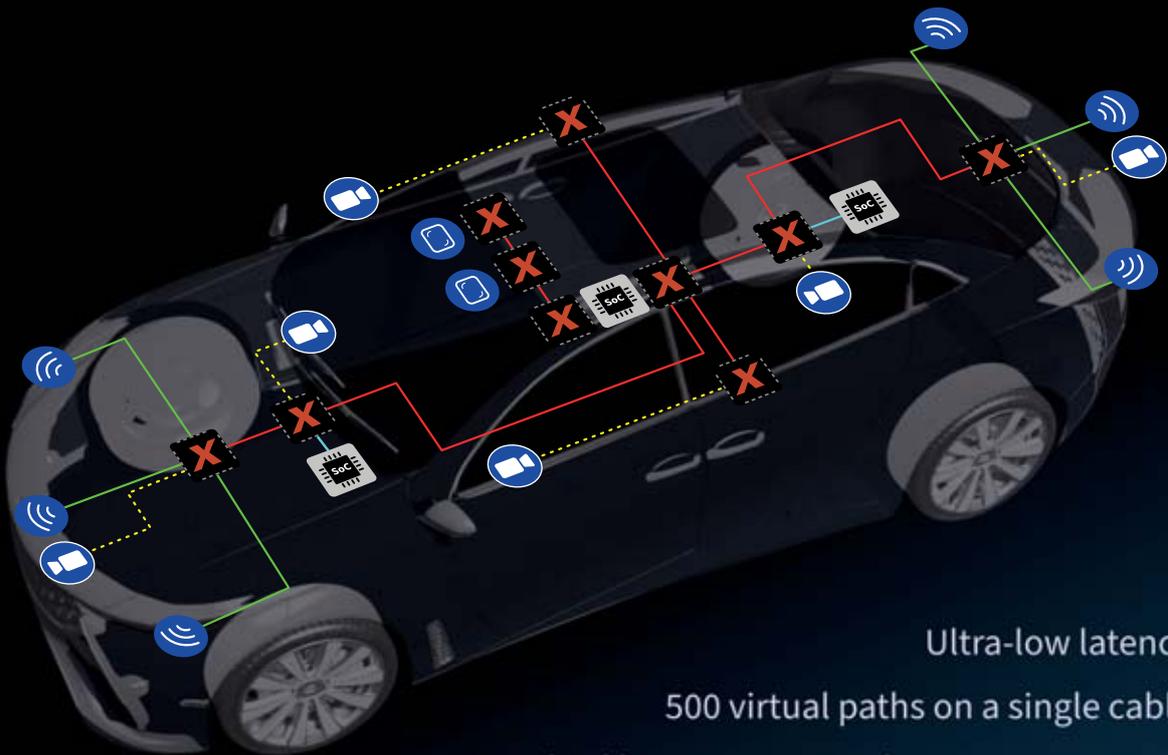
www.metrofunk.de

APXpress

The high-speed data backbone for zonal architectures, infotainment and ADAS

32 Gbps

The worlds fastest data communication in automotive



Ultra-low latency

500 virtual paths on a single cable

One-third lower system and maintenance costs

Hardware-based solution for zonal architectures

Compatible with DP, MIPI, APIX, PCI, SPI, ISELED, I2C, I2S, CAN and Ethernet

 **inova**
Semiconductors

APXpress
Whitepaper



CONNECTIVITY FOR AUTOMOTIVE LIGHT AND VISION

Inova Semiconductors, Zielstattstraße 32, 81379 München, +49 89 457475-60, www.inova-semiconductors.de