

AUTOMOBIL ELEKTRONIK

E/E-Entwicklung für Entscheider

 **inova**
Semiconductors

Chips für Licht- und Datenströme

Interview mit Robert Kraus,
CEO von Inova Semiconductors 14



Hüthig

erfolgsmedien für experten

KOMMUNIKATION

Fahrzeuge jetzt auf den Markt bringen und dann per OTA zu 5G wechseln 24

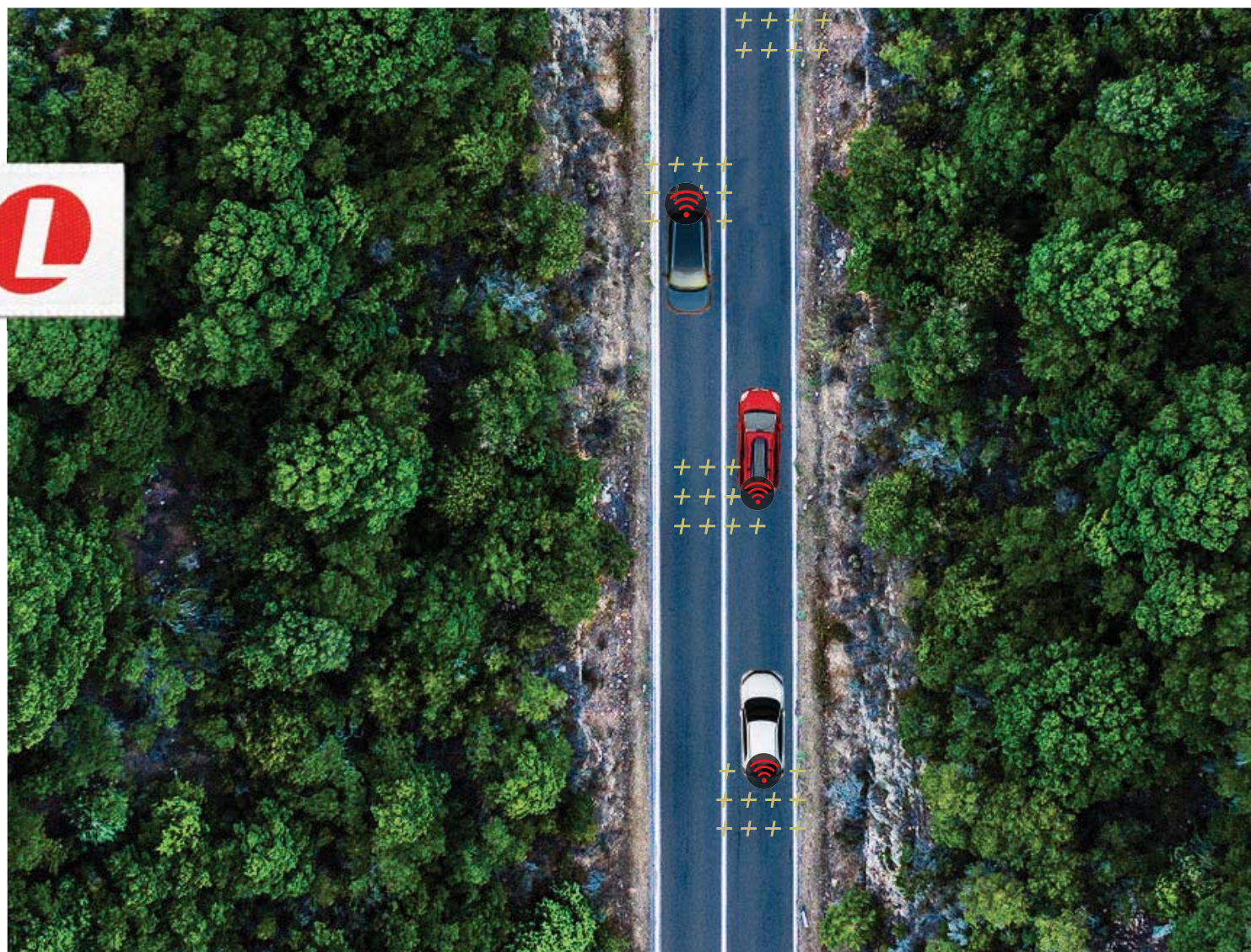
LEISTUNGSELEKTRONIK

Booster: Schnelles Laden von 800-V-Fahrzeugen auch an 400-V-Ladesäulen 30



TOOLS

Embedded Re-Usability: Plattform-Ansatz mit Generatoren für SW-Baukästen 36



Connecting the future of 5G, are you ready?

Lear's connectivity capabilities enable advanced driving solutions today. Our first-to-market fully connected and integrated technology comes complete with next generation 5G, V2X, Bluetooth, Wi-Fi, and Global Navigation Satellite System, creating future-focused technologies for tomorrow's vehicle architectures and in-vehicle experiences.

Making every drive better™



LEAR.COM



EDITORIAL von Chefredakteur Alfred Vollmer



Dauerthema Halbleiter

Als wir am 15.2.2021 das Interview „Technologische Gründe für den Halbleitermangel im Automobilsektor“ unter www.all-electronics.de/?p=498233 veröffentlichten, da ahnten wir noch nicht, welche medialen Nachwirkungen es haben wird. Auch die Diskussionen zu diesem Thema gehen auf unserer LinkedIn-Seite (all-electronics.de) immer noch weiter. Aber wir sind nicht die Einzigen, die auf das Thema aufmerksam machen. So hat zum Beispiel Infineon-CEO Dr. Reinhard Ploss in der Financial Times Anfang März exakt die gleiche Problematik in den Mittelpunkt seines Interviews gestellt.

Wenn bei OEMs die Bänder still stehen, weil die passenden Halbleiter fehlen, dann wird es richtig teuer. Als vor zehn Jahren die Tsunami-Katastrophe bei Fukushima zu Lieferschwierigkeiten führte, war eine Naturkatastrophe die Ursache, aber jetzt ist das Problem – so unangenehm die Wahrheit auch ist – hausgemacht, denn jetzt beißt sich die JiT-Katze (JiT: Just-in-Time) selbst in den Schwanz. Lead-Zeiten von 52 Wochen sind bei manchen Halbleitern mittlerweile keine Seltenheit mehr. Dass bei den besonders knappen MOSFETs die Preise „nur“ um 15 bis 20 Prozent ansteigen ist da fast schon verwunderlich,

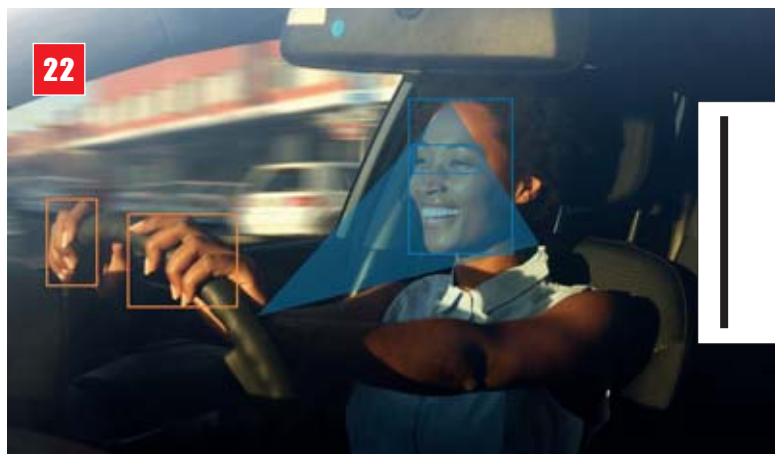
denn Angebot und Nachfrage bestimmen bekanntlich den Preis. Kommt nach der höchstkonsequenten JiT-Belieferung jetzt etwa eine gewisse Rückbesinnung auf Pufferlager? Mir erscheint das sehr sinnvoll.

Um den Chiphunger der Branche zu stillen plant TSMC nach Angaben der taiwanesischen Zeitung UDN, satte 35 Milliarden US-\$ in eine Giga-Fab in Arizona/USA zu investieren – mit dem klaren Ziel, dort über 100.000 Waferstarts/Monat (mit je 300 mm Durchmesser) zu erreichen. Diesen Gerüchten zufolge soll das neue TSMC-Werk in den USA mehr Produktionsfläche aufweisen als alle derzeit bestehenden TSMC-Fabs zusammen. Offiziell wird TSMC in Arizona „nur“ für 12 Milliarden US-\$ eine 5-nm-Fab bauen, die ab 2024 jeweils 20.000 Wafer/Monat prozessieren soll; auch das ist schon eine große Menge.

Aber bis 2024 ist es noch lange hin, und längst nicht jedes Produkt wird in einer 5-nm-CMOS-Technologie gefertigt, so dass die Logistik spannend bleibt.

Alfred Vollmer

alfred.vollmer@huethig.de



*Von Insassen-
erkennung bis
biometrische
Authentifizierung*

Analog Devices

INHALT



Titelmotiv gesponsert von Inova, Titelfoto: Timo Bierbaum, Titelgrafik: akebonos-tock – stock.adobe.com



14

MÄRKTE + TECHNOLOGIEN

- 06 ZVEI-Standpunkt**
Halbleiter im Fokus
- 07 News und Meldungen**

COVERINTERVIEW

- 14 Chips für Licht- und Datenströme**
Interview mit Robert Kraus, Inova Semiconductors

SENSOREN

- 18 Prüfung und Kalibrierung von 4D-Radarsensoren**
Von Entwicklung bis Prüffeld
- 22 Von Insassenerkennung bis biometrische Authentifizierung**
Sensoren im Fahrzeug-Innenraum bieten Sicherheit und Komfort

KOMMUNIKATION

- 24 Die Zukunft beginnt heute**
Flexibler Übergang von 4G auf 5G
- 26 ESD-Schutzsysteme für Automotive-Ethernet**
SEED-Simulationen helfen bei der Entwicklung von Open-Alliance-konformen Schutz

LEISTUNGSELEKTRONIK

- 30 Booster für die Elektromobilität**
Schnelles Laden von 800-V-Fahrzeugen auch an 400-V-Ladesäulen
- 32 Weniger Verluste im OBC**
GaN-FETs im E-Auto: Design-Herausforderungen bei hohen Frequenzen
- 34 Höhere Akkuspannung, kleinere BOM**
750-V-SiC-FETs für die nächste EV-Generation

TOOLS

- 36 Embedded Re-Usability**
Ein Plattform-Ansatz mit Generatoren unterstützt Software-Baukästen
- 40 Millionen Testkilometer virtuell fahren**
Closed-Loop-Prüfsysteme für hochautomatisierte Fahrfunktionen
- 44 Offen oder geschlossen?**
V2X und C-V2X Testing im Closed-Loop-Verfahren für automatisiertes Fahren
- 46 Autonomie trotz Unsicherheit vorantreiben**
Fortschritte bei Tools für das Training neuronaler Netze für AD-Anwendungen

Tools

- 36 Embedded Re-Usability**
Generatoren-basierte Ansätze unterstützen den Aufbau und das Rollout von Software-Baukästen. Passende Werkzeugunterstützung führt zu hoher Qualität, einfacher Anwendung der Bausteine und hoher Akzeptanz.





RUBRIKEN

- 03 Editorial**
Dauerthema Halbleiter
- 48 Neue Produkte**
- 49 Impressum**
- 49 Verzeichnisse**
Inserenten-/ Personen- und
Unternehmensverzeichnis
- 50 Dr. Lederers Management-Tip**
Resilienz gegen Schock



E-Paper und Abkürzungsverzeichnis

Die Zeitschrift AUTOMOBIL-ELEKTRONIK erreichen Sie jetzt in digitaler Form noch einfacher. Als PDF war und ist sie im Archiv ja bereits über ein Jahrzehnt abrufbar, aber jetzt bieten wir Ihnen ein **blätterbares E-Paper** auf der Website www.all-electronics.de. So können Sie auch im Home-Office jederzeit die jeweils neusten Ausgaben der AUTOMOBIL-ELEKTRONIK und der

emobility tec sofort lesen. Erklärungen zu mittlerweile weit über 1000 **Abkürzungen** rund um die Automobil-Elektronik finden Sie in bewährter Weise auf www.all-electronics.de im Bereich „Abkürzungen“ (oben Mitte). Diverse allgemeine Abkürzungen in den Bereichen Elektronik, Messtechnik und Datenverarbeitung ergänzen die Liste.

ALL-IN-ONE ENGINEERING TESTER BY SOFTING



Keeps your Testing Pace



High Performance Diagnostics
and Flash Programming



Connecting Engineers
Worldwide





Halbleiter im Fokus

Dr. Sven Baumann ist ZVEI-Experte für Mikroelektronik, Sensorik und Aktorik.

Als sei die momentane Situation aufgrund der Corona-Pandemie nicht schon herausfordernd genug, begann das neue Jahr 2021 mit einem Paukenschlag. Die Presse berichtete, dass die Versorgung der deutschen Automobilindustrie mit Halbleitern gefährdet ist. Die ohnehin seit längerem gebeutelte Automobilindustrie habe deswegen sogar mit Umsatzeinbrüchen zu kämpfen. Sogar das politische Ziel des Umstiegs auf Elektromobilität ist laut Berichterstattung in den Medien in Gefahr. All dies sei zurückzuführen auf fast unsichtbare und bislang wenig beachtete elektronische Bauteile – die Chips, die plötzlich knapp im Angebot seien.

Dieser Versorgungsengpass verdient genaue Betrachtung. Zunächst können wir festhalten, dass die weltweite Pandemie alle Wirtschaftszweige vor unvorhersehbare Herausforderungen gestellt hat. Im Frühjahr vergangenen Jahres mussten Geschäftsentscheidungen in einem äußerst unsicheren und unabsehbaren Umfeld getroffen werden. Nur wenige hatten mit einer derartig schnellen Erholung wichtiger industrieller Felder noch im Jahr 2020 gerechnet. Besonders die Automobilbranche zeigte sich zurückhaltend und reduzierte ihre Bestellungen von Chips im Frühjahr 2020 deutlich. Diese Entscheidung wirkt bis heute nach und ist der wichtigste Grund für die Knappheiten bei den

Automobilherstellern. Zwar arbeiten die Halbleiter-Produzenten mit Hochdruck daran, die Nachfrage wieder bedienen zu können. Doch die Halbleiterproduktion einschließlich der nachgelagerten notwendigen Schritte wie Test und Assembly

Es muss darauf geachtet werden, dass auch die in Deutschland und Europa bestehende Produktionskapazität erhalten und ausgebaut wird.

benötigt rein physikalisch schon mehr als drei Monate und kann nicht beschleunigt werden. Bis zur Lieferung an den Automobilhersteller vergehen etwa weitere zwei bis drei Monate, bedingt durch die Fertigung der Systeme beim automobilen Zulieferer.

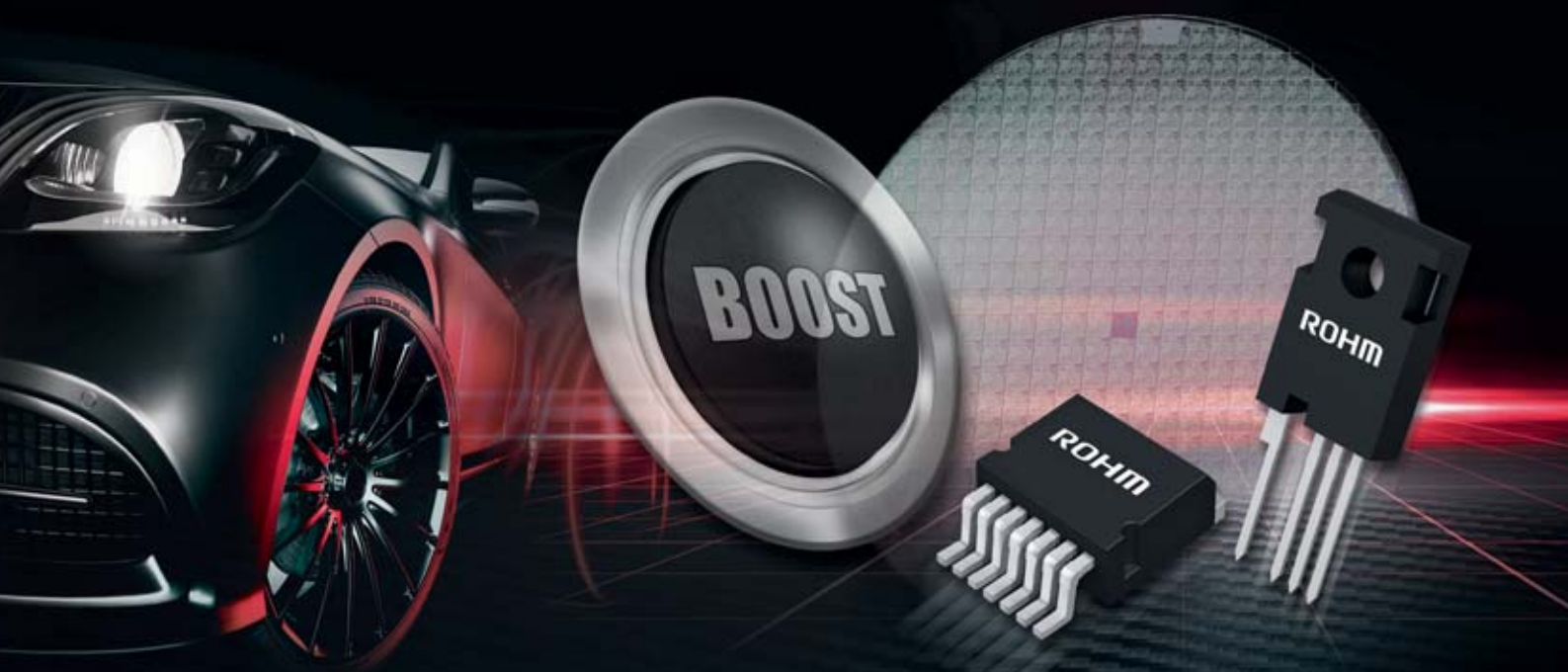
Um künftig die Versorgungssicherheit ungebrochen gewährleisten zu können, ist vor allem eine bessere Kommunikation zwischen allen Marktteilnehmern und ein besseres Verständnis für die globalen und hoch arbeitsteiligen Wertschöpfungsnetzwerke der Mikroelektronik notwendig.

Der ZVEI wird diese Herausforderung annehmen und bei den hierfür notwendigen Strukturen unterstützen.

Sicher ist, dass die Halbleiterindustrie weiterhin ihre Produktionskapazitäten weltweit anpassen wird, um alle Märkte bestmöglich bedienen zu können. Das gilt natürlich auch für den technisch anspruchsvollen und hoch innovativen Automobilsektor. Die stetige Versorgung mit Chips wird sich wieder einspielen.

In diesem Zusammenhang muss darauf geachtet werden, dass auch die in Deutschland und Europa bestehende Produktionskapazität erhalten und ausgebaut wird. Die aktuelle Marktsituation verdeutlicht, wie wichtig es für Halbleiterunternehmen ist, beim Kapazitätsausbau voranzugehen. Dies ist von strategischer Bedeutung und die Politik muss hier den richtigen Rahmen setzen. Es ist notwendig, zügig zu einer ambitionierten finanziellen Ausstattung des IPCEI-2 für Mikroelektronik zu kommen. Den Ankündigungen, die Halbleiterindustrie in Europa mit einem Milliardenbetrag zu fördern, müssen Taten folgen. Die Strukturen sind vorhanden, ebenso wie eine leistungsfähige und innovative in Europa entwickelnde und produzierende Industrie und eine hoch entwickelte Forschungslandschaft. Der politische Startschuss muss nun in Brüssel und den Hauptstädten der EU-Staaten fallen – und zwar schnell. (av) ■

**SMALLER
STRONGER
FASTER**



BOOST YOUR SYSTEM EXTRA POWER DANK DER ROHM-SiC-TECHNOLOGIE

Etabliert, erprobt, erfolgreich: Als Technologieführer gestaltet ROHM die Energielösungen der Zukunft. Unsere hochentwickelte Siliziumcarbid (SiC)-Technologie steigert die Leistung von Kfz-Stromversorgungssystemen. Wir produzieren SiC-Komponenten in einem vertikal integrierten Fertigungssystem und garantieren höchste Qualität und eine konstante Versorgung des Marktes. Erzielen auch Sie Höchstleistungen mit unseren neuesten SiC-Lösungen.

SMALLER

Kleineres Volumen und
reduziertes Gewicht

STRONGER

Stärkeres Potential durch
höhere Leistungsdichten

FASTER

Schnelles Laden und
effiziente Leistungswandlung



AUTOMOTIVE



INDUSTRIAL

www.rohm.com



Top-FIVE all-electronics.de

Die AUTOMOBIL-ELEKTRONIK finden Sie unter www.all-electronics.de/e-paper auch als E-Paper für den Browser. Zusätzlich stellen wir die einzelnen Beiträge unter www.all-electronics.de online. Über den Filter „Automotive“ oder den Channel „Applikationen / Automotive“ fokussieren Sie die Auswahl auf Themen rund um die Automobilelektronik. Das Abkürzungsver-

zeichnis mit weit über 1000 einzelnen Eintragungen und vielen zusätzlichen Erklärungen erreichen Sie komfortabel, indem Sie ganz oben auf der Homepage „Abkürzungen“ anklicken.

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

1

Chips für Superkräfte im Auto: Interview mit Lars Reger, CTO von NXP

Beitrag der Redaktion



2

Technologische Gründe für den Halbleitermangel im Automobilsektor

Beitrag der Redaktion

3

Update bei Bosch in Dresden: Erste Wafer durchlaufen vollautomatisiert die Fertigung

Beitrag der Redaktion

4

Continental investiert in KI-Chip-Startup Recogni

Beitrag der Redaktion

5

Warum Dendriten in Lithium-Ionen-Batterien wachsen

Beitrag der Redaktion

Mehr als „nur“ Interior Lighting

Iseled-Allianz wächst auf 38 Mitgliedsunternehmen



„Das breite Spektrum der Allianzmitglieder aus unterschiedlichsten Industriesegmente verleiht der Iseled-Technologie eine immer größere Dynamik“, kommentierte Robert Kraus, CEO von Inova Semiconductors und einer der Gründerväter der Iseled-Allianz.

Mit fünf neuen Mitgliedsunternehmen Alps Alpine Europe, Grammer, Harvatek, Osram Continental und Yanfeng ist der offene Industrieverbund Iseled-Allianz auf 38 Mitglieder gewachsen. Alps Alpine Europe bemerkte zu seinem Beitritt zur Iseled-Allianz, die dynamisch steuerbare Beleuchtung sei „ein Schlüsselfaktor“ für mehr Sicherheit, Komfort und Wertschätzung. Die bereits implementierte Iseled-Technologie sei „erst der Anfang einer neuen Ära der Funktionsintegration für das, was wir ‚Digital Cabin‘ nennen“. Von Seiten des Automobilzulieferers Grammers hieß es, mittlerweile habe sich durch die Iseled-Allianz eine vollständige Anwendersphäre gebildet, das der Industrie „einen vereinfachten Einstieg in komplexe RGB-Ambientebeleuchtung“ ermögliche. Dr. Christoph Gärditz, Head of Interior Lighting bei Osram Continental

sieht erweiterte Anwendungsmöglichkeiten für diese Technologie: „Der bisherige Iseled-Fokus auf Ambientebeleuchtung kann durch unsere Expertise im Bereich Projektion wesentlich erweitert werden. Gemeinsam mit den anderen Partnern will Grammer die Anwendungsgebiete für smarte LEDs vorantreiben und das große Interesse am Markt bedienen“. Christophe Pincemin, Director Product Line Lighting bei Yanfeng Technology erklärte, Iseled und ILas seien „wichtige Wegbereiter für unsere Vision der Smart Cabin“. Yanfeng werde mit seiner weltweiten Präsenz und Marktkennntnis – besonders des chinesischen Marktes – auch dazu beitragen, „die Akzeptanz und Durchdringung von Iseled auf diesem Markt zu beschleunigen“. Mit der Iseled-Technologie wird die analoge LED quasi zu einem digitalen Bauelement.

Chips für autonome Fahrzeuge

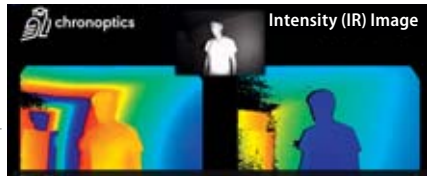
Continental investiert in KI-Chip-Start-up Recogni



Der Serieneinsatz neuer Chiparchitektur für schnelle Objekterkennung von Recogni könnte bereits 2026 die Möglichkeiten der bereits bestehenden Partnerschaft von Continental mit Nvidia ergänzen.

Continental beteiligt sich am deutsch-amerikanischen KI-Chip-Start-up Recogni, das AI-Prozessoren bei niedrigem Energieverbrauch entwickelt. Recogni arbeitet an einer neuen Chiparchitektur für die auf KI basierende Objekterkennung in Echtzeit. Eingesetzt werden sollen die Prozessoren unter anderem in den Continental-Hochleistungscomputern im Auto. Dort verarbeiten sie Sensordaten für das automatisierte und autonome Fahren. Continental bringt neben dem finanziellen Engagement auch sein Know-how im Bereich der KI, der Fahrzeugsensorik und der Fahrerassistenzsysteme in die Weiterentwicklung des Chipdesigns ein. 2026 soll eine erste Serienproduktion mit dem neuen Chipansatz möglich sein. Weitere Details finden Sie in der Langversion dieses Beitrags unter www.all-electronics.de/?p=499587.

Fehlerkorrektur in ToF-3D-Kameras Melexis erwirbt Lizenz von Chronoptics



Die Technik von Chronoptics zur Mehrwege- und Linearitätsfehlerkorrektur für ToF-3D-Kameras ermöglicht Distanzmessungen auch in schwierigen Situationen, etwa mit stark reflektierenden Objekten.

Melexis hat mit dem neuseeländischen Unternehmen Chronoptics eine exklusive Lizenzvereinbarung getroffen, um die patentierte Technik von Chronoptics zur Mehrwege- und Linearitätsfehlerkorrektur für ToF-3D-Kameras (Time-of-Flight) in Automobil-Anwendungen zu nutzen. Die Zielanwendungen sind ADAS/AD sowie Innenraumüberwachungs- und Sicherheitssysteme. Chronoptics löst das Problem, dass Mehrweg-Interferenzen in ToF-Kameras in einigen Anwendungsfällen unter bestimmten Bedingungen zu ungenauen Tiefenmessungen führen, beispielsweise bei breitem Sichtfeld (FoV) oder wenn die Szene stark reflektierende Objekte enthält. Ein unter www.all-electronics.de/?p=500954 sichtbares Kurzvideo zeigt sehr deutlich die Möglichkeiten der Algorithmen.

Fahrzeug per Smartphone öffnen und starten Security-Firmware für Digital-Key gemäß CCC

EsCrypt hat für seine Security-Firmware CyscurHSM die Digital-Key-Spezifikation des Car Connectivity Consortiums (CCC) umgesetzt und kapselt die dafür nötigen Cybersicherheitsfunktionen im HSM-Core. Dies erlaubt es, das Fahrzeug mit dem Smartphone zu authentifizieren, das heißt sicher zu öffnen, zu schließen, zu starten oder zu verleihen. Für die Releases 2.0 und 3.0 der Digital-Key-Spezifikation von CCC stellt CyscurHSM (ein Automotive Security-Stack für ICs mit integriertem Hardware-Sicherheitsmodul) ab sofort alle fahrzeuginternen Security-Funktionen zur Verfügung. Die HSM-Firmware der ETAS-Tochter EsCrypt unterstützt damit unter anderem die Absicherung der drahtlosen Kommunikation zwischen Fahrzeug und Smartphone per Nahfeldkommunikation (NFC), Bluetooth und Ultra Wide Band Communication (UWB).

Die CCC-Spezifikationen decken dabei alle übergeordneten Schnittstellen und Protokolle des Systems ab – von der Public-Key-Infrastruktur über das Smartphone bis hin zum Steuergerät im Fahrzeug. Für die detaillierte Software-Architektur innerhalb jeder Komponente jedoch ver-



Die Security-Firmware CyscurHSM lässt sich direkt an OEM-spezifische Konzepte anpassen.

folgen die Automobilhersteller eigene, spezifische Implementierungskonzepte. Mit der HSM-Firmware lassen sich dabei die Erzeugung, sichere Speicherung, Verwaltung und Verwendung kryptographischer Schlüssel für die CCC-Digital-Key-Protokolle im HSM-Core kapseln. Zusammen mit der Anwendung auf dem Host-Core wird so beispielsweise ein sicheres Owner Pairing oder der verschlüsselte Datenaustausch mit mobilen Endgeräten realisiert.

SYNOPSYS®

Bremse los! Schneller entwickeln ohne Hardware

Virtual ECUs mit Synopsys Silver
und Virtualizer

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

synopsys.com/virtualprototyping



PERSONEN



Udo Hornfeck ist seit dem 1. März 2021 CTO der ZKW Group. Zuvor war er CTO der Wiring Systems Division bei Leoni.



Rinat Asmus (BMW) wurde zum neuen Vorsitzenden der Entwicklungspartnerschaft Autosar gewählt.



Zhengxin 'Charlie' Cai ist jetzt CEO von Preh. Er folgt damit auf Dr. Stephan Weng als Vorsitzender der Geschäftsführung.



Freddie Geier wird CEO und Member of the Board beim Automotive-Software-Unternehmen Rightware. Er war zuvor unter anderem bei Novero und Apple tätig.



Reinhard Ploss, CEO von Infineon, ist der neue Vizepräsident von aca-tech, der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften.



Martin Schleicher ist jetzt Head of Software Strategy bei Continental. Er arbeitete zuvor fast 30 Jahre lang bei der Continental-Tochter Elektrobot.



Patrick Mattes leitet den neuen Geschäftsbereich Power and Energy Solutions Elektromobilität bei Marquardt.



Andreas Jagl ist jetzt für den Geschäftsbereich Interieur der Brose-Gruppe verantwortlich. Er folgt auf Sandro Scharlibbe.

Milliardensummen Nexperia investiert in die Produktion und F&E

Der Halbleiterbauelemente-Hersteller Nexperia wird im Laufe des Jahres 2021 „in großem Maßstab“ in die Erweiterung seiner Produktionskapazitäten – unter anderem in Hamburg in neue Technologien für die Fertigung von ‚Wide Band-gap‘-Halbleitern. Die chinesische Muttergesellschaft von Nexperia, Wingtech Technology, wird zudem umgerechnet 1,85 Milliarden US-Dollar für den Bau einer neuen 300 mm-Leistungshalbleiter-Waferfabrik in Lingang, Shanghai, bereitstellen. Sie soll bereits 2022 in Betrieb gehen und ist für eine Jahresproduktion von 400.000 Wafern ausgelegt. Alle Details finden Sie in der Langversion dieses Beitrags unter www.all-electronics.de/?p=499087.

Softing Automotive, Globalmatix und Softwarehelden Kooperation für Kundenprojekte



Bereits in einem früheren Kundenprojekt haben die drei Unternehmen die Vorteile einer Kooperation erkannt und nun formell beschlossen.

Globalmatix und Softing Automotive Electronics haben eine strategische Zusammenarbeit mit dem Software-Entwickler Softwarehelden geschlossen. Die Kooperation kommt vor allem den Auftraggebern der Unternehmen zugute. Diese Auftraggeber sind beispielsweise Automobilhersteller und Eigentümer großer Fahrzeugflotten. Die Kundenprojekte der beiden Softing-Tochterfirmen Globalmatix und Softing Automotive Electronics sollen durch die Kooperation mit Softwarehelden von einer gemeinsamen abgestimmten Entwicklung von Systemen aus Hard- und Software-Lösungen für profitieren; dies soll auch die Entwicklungsgeschwindigkeit erhöhen. Vom Austausch der Teams und deren Expertise erhoffen sich die Kooperationspartner zudem Skaleneffekte und eine höhere Wertschöpfung für ihre Auftraggeber. „Mit dem Leistungsportfolio der Softwarehelden ist Softing in der Lage, komplette Projektumfänge aus einer Hand anzubieten, vom Fahrzeug bis zur erweiterten Big Data Analyse und Aufbereitung der Daten“, erklärte Dr. Wolfgang Trier, CEO von Softing. Weitere Details liefert Ihnen die Langversion dieser Story unter www.all-electronics.de/?p=499345.

Silizium-Photomultiplier SiPM-Arrays für Automotive-Lidar – mit hoher Empfindlichkeit

ON Semiconductor führt die neue RDM-Serie von SiPM-Arrays (Silizium-Photomultiplier) ein. Bei dem ArrayRDM-0112A20-QFN handelt es sich um ein monolithisches 1x12-Array von SiPM-Pixeln, das auf dem RDM-Prozess des Unternehmens basiert. Nach Angaben von ON Semiconductor ist es „das branchenweit erste Automotive-qualifizierte SiPM-Array“. Auf Grund seiner Empfindlichkeit für Licht im Nahinfrarot-Bereich (NIR-Licht) lässt sich bei 905 nm eine Photonen-Detektionseffizienz (PDE) von 18,5% erzielen. Die hohe interne Verstärkung des SiPM ermöglicht eine Empfindlichkeit bis hinunter auf Einzelphotonen-Niveau – eine Eigenschaft, die zusammen mit der PDE auch schwache Rücksignale erkennt. Dies führt dazu, dass sich auch bei wenig reflektierenden Zielen größere Entfernungen erreichen lassen. Die Entwicklung eines solchen Produkts hatte ON Semiconductor bereits 2019 im Exklusiv-Interview mit AUTOMOBIL-ELEKTRONIK angekündigt. 2018 hatte das Unternehmen die irische Firma SensL akqui-



Das ArrayRDM-0112A20-QFN ist das „branchenweit erste Automotive-qualifizierte SiPM-Array für Lidar“. Es ist ein monolithisches 1x12-Array von SiPM-Pixeln, das auf dem RDM-Prozess von ON Semiconductor basiert.

riert, die sich seit mehr als 15 Jahren primär im Medical- und Industriebereich mit Lidar beschäftigt. Das neue Produkt ist nach AEC-Q102 qualifiziert und gemäß IATF 16949 entwickelt.

Kfz-Zulassungsstatistik Februar 2021

Jede 5. Kfz-Neuzulassung hat einen Elektroantrieb

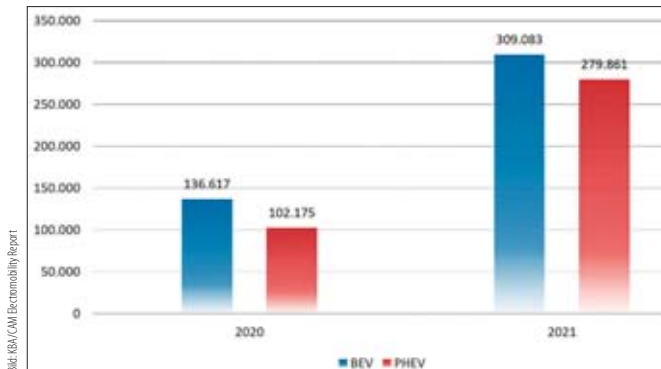


Bild: IFA/CAM Electromobility Report

Im Februar 2021 hatten in Deutschland 20,7 % Prozent aller neu zugelassenen Fahrzeuge einen Elektroantrieb. Von diesen mehr als 40.000 Elektrofahrzeugen waren über 18.000 reine BEVs. Noch im Februar 2020 lag der Neuzulassungsanteil von E-Autos bei 6,9 %. Die Zahl aller Kfz-Neuzulassungen war im Februar 2021 jedoch rückläufig – 25,1 % niedriger als im Vorjahresmonat. Diese Zahlen meldete der Electromobility Report des Center of Automotive Management (CAM) in Bergisch Gladbach. In den beiden ersten Monaten des Jahres 2021 wurden 34.593 Neuzulassungen von reinen BEVs und 42.467 PHEVs verzeichnet, was insgesamt einem Zuwachs von 136 % gegenüber dem Vorjahreszeitraum entspricht. Damit wachsen die E-Fahrzeuge weiter entgegen dem rückläufigen Ge-

anhalten und Deutschland seine Position halten, dann könnte Deutschland „zunehmend eine Schrittmacherfunktion für die neuen Antriebe“ ausüben, meint Prof. Dr. Stefan Bratzel, Direktor des CAM. Allerdings, schränkt Bratzel ein, beruhe die Dynamik noch überwiegend auf PHEVs, die derzeit mehr als 55 % der Neuzulassungen von E-Autos ausmachen. PHEVs seien jedoch nur bei bestimmten Fahrprofilen und bei regelmäßigem Laden ökologisch sinnvoll. „Die derzeitigen Förderkulissen in Deutschland unterstützen jedoch nicht dem ‚artgerechten‘ Einsatz von Plug-Ins und sollten aus Klimaschutzgründen dringend angepasst werden“, kritisierte Bratzel. Weitere Details und eine zusätzliche Grafik liefert ein Klick auf www.all-electronics.de/?p=500580.

Bestand von Elektrofahrzeugen in Deutschland (Stand: 1. Januar)

samtzulassungstrend. Mit diesen Absatzzahlen im Jahr 2020 ist Deutschland nach China zum zweitgrößten Einzelmarkt für die Elektromobilität (BEV/PHEV) angestiegen und hat damit auch die USA überholt.

Würde diese Dynamik

Flash-Lidar

LeddarTech kooperiert mit Seoul Robotics



Bild: LeddarTech

Durch die Kooperation mit Seoul Robotics kann LeddarTech die 3D-Software SENSR nutzen, die 3D-Lidar-Daten für das autonome Fahren verarbeitet.

LeddarTech hat mit Seoul Robotics aus Südkorea eine Kooperation geschlossen, um gemeinsam ein Lidar-System mit höherer Leistung und Robustheit zu entwickeln. Die beiden Unternehmen arbeiten gemeinsam an der Entwicklung von Echtzeit-Bildverarbeitungslösungen als Ergänzung zu LeddarTechs Lidar-System Leddar Pixell, das für Shuttles, Robotaxis, ADVs, Busse und schwere Nutzfahrzeuge entwickelt wurde. Die beiden Unternehmen wollen nun ein Lidar-System mit höherer Leistung und Robustheit als der existierende 3D-Flash-Solid-State-Sensor mit 180-Grad-Blickwinkel entwickeln, das schnell auf dem Markt eingeführt werden kann und kostengünstiger ist. Weitere Details finden Sie in der Langversion dieses Beitrags unter www.all-electronics.de/?p=499454.

Q CELLS

Advertorial

Günstiger Solarstrom vom eigenen Dach ohne Investitionskosten für Unternehmen

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

Power Contracting im Rundum-Sorglos-Paket

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

Anlagenpacht für maximale Kostenersparnis

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



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

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



kurz & BÜNDIG

BorgWarner will Akasol mehrheitlich übernehmen.

ZF hat von Volkswagen einen weiteren Serienauftrag für sein regeneratives Bremsregelsystem ESC470 für EVs bekommen.

ErlingKlinger hat einen Großauftrag über Batteriekomponenten im mittleren dreistelligen Millionen-Euro-Bereich bekommen. Die Komponenten wandern in die Serienplattform eines deutschen Premiumherstellers.

Das **DLR** simuliert elektrochemische Vorgänge in Batterien und Brennstoffzellen mit einem Quantencomputer, um so höhere Leistungen und Energiedichten zu erzielen.

Volvo setzt im XC40 die BMS-ICs und den Automotive Audio Bus von **Analog Devices** ein.

Coca-Cola will seine rund 2.300 Dienst- und Nutzfahrzeuge bis 2025 vollständig auf EVs umstellen.

Die Cherokee Nation (Das Volk der Irokesen) hat **Jeep** erneut aufgefordert, seine Fahrzeuge nicht mehr „Cherokee“ zu nennen.

Ibeo erprobt in Berlin und Peking Lidar-Systeme auf Real-Solid-State-Basis – zur Validierung für Great Wall Motor.

Faurecia und das KIT entwickeln gemeinsam Ansätze für den insassenzentrierten Innenraum der Zukunft.

ZF hat sein gemäß Level 2+ teilautomatisiertes Fahrsystem coASSIST mit Dongfeng Aerolus Yixuan in Serie gebracht.

Renault und Faurecia kooperieren bei Wasserstoff-Speichersystemen für leichte Nutzfahrzeuge.

Mercedes Benz Vertrieb Deutschland ermöglicht jetzt die gesamte Kaufabwicklung online: mit digitaler Signatur.

DEKRA hat in Mexiko die erste von sechs Abgasprüfstationen in dem Land eröffnet.

Hella hat ein neues Entwicklungszentrum in Craiova/Rumänien eröffnet.

EDAG hat mit dem Bau eines Versuchszentrums in München begonnen – gleich neben dem FIZ von BMW.

Vitesco hat sein Werk in Debrecen/Ungarn eröffnet.

Die **Car.Software-Organisation** im VW-Konzern wird gemeinsam mit Microsoft eine Automated Driving Plattform für die agile Entwicklung automatisierter Fahrfunktionen aufbauen.

Schaeffler investiert 80 Millionen Euro in ein neues Zentrallabor in Herzogenaurach. Der finnische Datenfunk-Spezialist **Bittium** ist der Genivi-Alliance beigetreten.

Rohde&Schwarz tritt dem FiRa-Consortium bei, das sich mit UWB beschäftigt.

Aral will bis Jahresende 500 Ladepunkte mit bis zu 350 kW an über 120 Tankstellen bereitstellen.

Genesys feiert in 2021 seinen 25. Geburtstag. Der **Nissan** Leaf ist jetzt zehn Jahre auf dem Markt.

Valeo will bis 2050 CO₂-neutral werden.

BorgWarner hat einen 800-V-Elektromotor für Nutzfahrzeuge auf den Markt gebracht.

Bosch erhielt 2020 Aufträge zur Powertrain-Elektrifizierung im Wert von 7,5 Mrd. Euro.

FEV unterstützt die OEMs jetzt bei der Ladekompatibilitätsanalyse.

Deutronic und b-plus entwickeln gemeinsam einen HV-DC/DC-Wandler mit Autosar-Schnittstelle.

Dolby Atmos kommt erstmals ins Auto und wird Teil des Surreal-Sound-Systems mit 21 Lautsprechern im neuen EV Lucid Air.

Projekt Xandar

Sichere Systeme zum autonomen Fahren



Autonome Fahrzeuge und Drohnen zählen zu den Anwendungen des Xandar-Projekts. Dabei wird am KIT das Kernstück der Werkzeugkette entwickelt – vom modellbasierten Entwurf über die Aufgabenparallelisierung bis hin zum finalen Code auf der Plattform.

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) koordiniert in dem Projekt Xandar (X-by-Construction Design framework for Engineering Autonomous & Distributed Real-time Embedded Software Systems) die Erarbeitung einer sicheren Werkzeugkette zur Software-Entwicklung und Hardware-Software-Integration für Systeme zum autonomen Fahren. Die Werkzeugkette soll für komplexe Anwendungen auf zukünftigen Prozessorplattformen dienen, beispielsweise für au-

tonome Fahrzeuge oder Drohnen (in Städten). Dabei müssen die Software und die Hardware für diese computerbasierten und vernetzten, eingebetteten Systeme höchste Anforderungen an Sicherheit, Echtzeitfähigkeit, Energie- und Ressourceneffizienz erfüllen. Die Europäische Kommission fördert das dreijährige Projekt mit insgesamt rund fünf Millionen Euro. Weitere Details finden Sie unter www.all-electronics.de/?p=499311.

„Drahtlos-Updates so reibungslos wie beim Smartphone“ Vernetzung von Fahrzeugen und Cloud

Bosch und Microsoft entwickeln gemeinsam eine Software-Plattform für die Vernetzung von Autos und Cloud. Sie soll die Entwicklung software-definierter Fahrzeuge beschleunigen und kostengünstiger machen sowie vor allem zwei Dinge ermöglichen: Entscheidende Verbesserungen der Software-Entwicklungswerkzeuge sollen es Autoherstellern und Zulieferern – auch über Unternehmensgrenzen hinweg – ermöglichen, ihre eigene Software-Entwicklung zu vereinfachen und zu beschleunigen, dabei jedoch weiterhin die hohen Sicherheitsanforderungen der Automobilindustrie einzuhalten. Zum Zweiten soll die Plattform Updates und Upgrades der Fahrzeug-Software über die Cloud auf die Steuergeräte und Fahrzeugrechner vereinfachen. Das werde auch dadurch möglich, indem die Software-Architekturen von Fahrzeugen und Cloud nun zueinander passen. Die Software-Plattform basiert auf der Azure-Cloud von Microsoft und beinhaltet Software-Bausteine von Bosch. Erste Fahrzeugprototypen sollen die neue Software-Plattform bis Ende 2021 nutzen können. Die Unternehmen wollen außerdem die voll-



Die Kooperation von Bosch und Microsoft soll zu einer Software-Plattform führen, die die Aktualisierung der Fahrzeug-Software sowie digitale Dienste vereinfacht.

integrierte GitHub-Enterprise-Plattform von Microsoft nutzen. Es ist darüber hinaus geplant, wichtige Teile der neuen Software-Plattform als Open Source auf GitHub.com für Entwickler bereitzustellen. „Mit einer umfassenden Softwareplattform vom Fahrzeug bis in die Cloud reduzieren wir die Komplexität sowohl in der Software-Entwicklung als auch der Systemintegration im Auto“, erklärte Dr. Markus Heyn, Geschäftsführer von Robert Bosch. „Damit schaffen wir die Voraussetzung, dass die Drahtlos-Updates bei Fahrzeugen ebenso reibungslos und komfortabel funktionieren wie beim Smartphone.“

Renesas und Lupa-Electronics Offenes Kameramodul für Fahrzeug-Frontkameras



Die Kombination der EagleCam mit den R-Car-SoCs soll es ermöglichen, intelligente Frontkameras schneller zu entwickeln und damit NCAP- und L2+-Funktionen rascher in die Fahrzeuge zu bringen.

ted Reality. Zusätzlich zu den R-Car-SoCs beinhaltet das offene Kameramodul auch die Automotive Power Management-ICs (PMICs) von Renesas. Mit dem kürzlich angekündigten Update des R-Car-V3H-SoCs werden die schlüsselfertigen Lösungen verbessert: höhere CNN-Leistung von bis zu 3,7 TOPS, Unterstützung funktionaler Sicherheit in der Echtzeit-Domäne bis zu ASIL-C-Metriken sowie Sensorunterstützung von bis zu 8 MP. Die EagleCam verfügt über ein vorvalidiertes Hardware-Design.

Renesas und Lupa-Electronics haben mit EagleCam ein skalierbares Kameramodul für Kfz-Frontkameras entwickelt. Das Modul beruht auf einer offenen Kamera-Plattform und ermöglicht dadurch die flexible Integration weiterer Funktionen. EagleCam ist eine offene Frontkamera, die mit den beiden SoCs R-Car V3H und R-Car V3M von Renesas Electronics ausgestattet ist. Die skalierbare Kameraplattform zielt auf die neuesten Euro-NCAP- und C-NCAP-Anforderungen ab: automatische Notbremsung, Frontkollisionsschwermetallwarnung, Spurhalteassistent sowie Verkehrs-

zeichenerkennung. Die gemeinsam entwickelte Systemlösung ermöglicht es Automobilherstellern und Zulieferern, ihr Angebot zu differenzieren und zu erweitern, indem sie ihre eigene Software oder Produkte von Drittanbietern integrieren können; somit lassen sich zusätzliche Fahrzeugfunktionen hinzufügen. Basierend auf den R-Car-SoCs von Renesas unterstützt die EagleCam eine Bandbreite von Low-End- bis High-End-Frontkamera-Anwendungen mit optionalen Erweiterungen für Surround View, Fahrerüberwachung und Augmen-

Globalfoundries und Bosch mmWave-SoCs für Automotive-Radar

Globalfoundries und Bosch sind eine Partnerschaft für die Entwicklung und Herstellung der nächsten Generation von Automotive-Radartechnologie eingegangen. Globalfoundries (GF) wird die ICs im Dresdner Werk Fab 1 fertigen. – und zwar in GFs 22FDX RF-Technologie. Die ersten 22FDX-basierten Radar-SoC sollen in der zweiten Hälfte des Jahres 2021 ausgeliefert werden.

Wir stehen für

RE-USE.



Unsere Produkte **KYOTO, FUJI, OMIYA** und **ASP** unterstützen den Software Re-Use rund um AUTOSAR.

pinteam.eu



PiNTeam

INTERVIEW mit Robert Kraus, Inova Semiconductors

Chips für Licht- und Datenströme

AUTOMOBIL-ELEKTRONIK hat sich mit Robert Kraus, Mitgründer und CEO des Münchner Halbleiterherstellers Inova Semiconductors, über den Markt, schnelle Datenströme, das Armaturenbrett der Zukunft und die Trends im Bereich Innenraumbeleuchtung unterhalten.

Das Interview führte Alfred Vollmer

Herr Kraus, wie laufen die Geschäfte; können Sie genügend liefern?

Robert Kraus: Wir sind in der angenehmen Situation, dass wir aktuell unseren Lieferverpflichtungen und Zusagen voll nachkommen können.

Die Geschäfte laufen gut, und wir sind sehr zufrieden, denn unsere beiden Standbeine – APIX und ISELED – entwickeln sich beide prächtig. Nach dem Einbruch im letzten Jahr – Corona-bedingt haben ja die OEMs wochenlang keine Autos gebaut – haben wir für 2021 einen sportlichen Wachstumsplan und liegen im ersten Quartal 2021 bereits darüber. Unseren Forecast an die Fabs, den wir letztes Jahr abgegeben haben, müssen wir schon wieder nach oben korrigieren – und das in einer Zeit, in der die Foundries eigentlich keine Kapazität mehr haben. Das ist eine echte Herausforderung.

Beginnen wir mit APIX, wo 2008 die ersten Produkte auf die Straße kamen, bei BMW. Nach APIX2 in 2012 ist mittlerweile die dritte Generation APIX3, jetzt mit 12 Gbit/s, auf dem Markt; aktuell bemustern wir hiervon bereits eine Rev 2. APIX3 ist kein klassischer Chip mehr sondern ein hochkomplexes SoC (System on Chip) mit leistungsfähigen Video-Schnittstellen wie Display-Port mit HDCP 2.3, DSC-, HDR-Support und integrierten Mikrocontroller, um diese hohe Funktionalität überhaupt zu ermöglichen. Während 2008 für die beiden Displays und das Head-Up-Display im Armaturenbrett noch je eine eigene Head-Unit benötigt wurde, arbeiten wir mit APIX3 an Architekturen, die 2025/2026 beim OEM vom Band laufen werden, bei denen die Head-Unit dann bis zu sechs Displays alleine im Armaturenbrett ansteuert. So mancher Endkunde ist heutzutage von den Zentimeterangaben zur Bildschirmdiagonale mehr beeindruckt als von der Anzahl der Zylinder.

APIX ist bis heute in 60 Modellreihen bei 10 OEMs im Einsatz, zusammen mit den Produkten unserer Lizenznehmer – allen voran Socionext aber auch Toshiba, Analog Devices und Cypress – haben wir mittlerweile über 150 Millionen APIX-Knoten vor allem in den Fahrzeugen europäischer Hersteller. Beginnend mit APIX2 und vor allem mit APIX3 sind wir jetzt mehr und mehr auch auf den Plattformen großer chinesischer OEMs. Zusammen mit Socionext, damals noch Fujitsu Semiconductor und unser erster APIX-Lizenznehmer im September 2007, haben wir gerade

die Lizenzierung von APIX3 für deren Grafikdisplaycontroller der vierten Generation, den Indigo 4, bekanntgegeben; das ist jetzt seit 14 Jahren eine erfolgreiche Partnerschaft.

Und da wir selbst mit APIX2 – auch schon seit 10 Jahren im Markt – immer noch neue Design-ins machen, werden wir die APIX-Story bis weit ins nächste Jahrzehnt fortschreiben. Jetzt – mit APIX3 und einer buchstäblichen Inflation an Displays im Auto – mit immer größeren Stückzahlen.

Wie sieht es aus mit APIX4?

Robert Kraus: Keine Frage, die Entwicklung geht weiter, und die Premiumhersteller planen, künftig immer noch größere, höher auflösende Displays zu verbauen: Nach Full HD, 4k (mit HDR, High Dynamic Range), gibt es sogar schon Pläne, auch im Auto 8k-Displays einzusetzen.

Wir denken deshalb schon konkret über einen APIX4 mit nativen 24 Gbit/s nach. Und hier gibt es mehrere Wege der Realisierung, etwa Brute-Force mit viel Rechenpower, teuren Prozessknoten und anderen Nachteilen. Wir haben fast 30 Jahre Erfahrung bei der Entwicklung von Gigabit-SerDes-Bausteinen und verfolgen hier einen andere Ansatz – sozusagen das Beste aus beiden Welten.

Was tut sich bei Iseled, dem zweiten Standbein von Inova?

Robert Kraus: Iseled hat eine enorme Dynamik entwickelt. Das haben wir ja auch auf der mittlerweile dritten Iseled-Konferenz im September 2020 gesehen, die wir wegen der Corona-Pandemie als hybriden Workshop durchführten. Von den insgesamt 400 Teilneh-

mern weltweit konnten immerhin 70 Personen physikalisch vor Ort sein, und wir hatten eine exzellente Resonanz. Bei welcher anderen hybriden oder rein virtuellen technischen Konferenz im letzten Jahr waren schon so viele Teilnehmer dabei? Am 19.10.2021 wird dann in München die vierte Iseled-Konferenz stattfinden.

Was ist das besondere an Iseled?

Robert Kraus: Iseled eliminiert unter anderem das Binning-Problem bei den LEDs und ermöglicht eine smarte digitale Ansteuerung des eigentlich analogen Bauteils LED. Iseled senkt die Systemkosten, weil die RGB-LEDs und ein Treiber-Controller-IC zusammen in einem sehr kleinen SiP, System in Package, verbaut sind.

Aus einer Technologie, die eigentlich nur dazu gedacht war, LEDs im Armaturenbrett über kurze Entfernungen von 30-40 cm anzusteuern, ist mit ILAS ein hochperformanter Licht- und Sensor-Bus entstanden.

Robert Kraus, Inova Semiconductors



Robert Kraus (rechts, hier im Präsenz-Interview im Februar 2021 mit AUTOMOBIL-ELEKTRONIK-Chefredakteur Alfred Vollmer): „Ich habe den Eindruck, dass alle OEMs ... das Thema Innenraum-Lichteffekte sehr proaktiv angehen. Nicht nur Premium-OEMs verbauen mittlerweile 40 Prozent mehr lichtgebende Elemente als in der Vorgänger-Generation. ... Beim Innenlicht geht richtig die Post ab. An dieser Stelle wird es für uns spannend, weil die klassischen Architekturen mit LIN-Bus etc. bei der hohen Anzahl von LEDs und der immer stärkeren Dynamisierung des Lichts an ihre Grenzen kommen.“

Schon während der Herstellung des SiP erfolgt die Kalibrierung des smarten Mini-LED-Moduls, das dann wie eine digitale Komponente betrieben werden kann. Die Ansteuerung der LEDs – theoretisch können tausende hintereinander kaskadiert werden – erfolgt über ein schlankes Protokoll mit 2 Mbit/s Datenrate, da ja nur Adresse, Farb- und Helligkeitswert übertragen werden müssen. Deshalb wird Iseled auch als „Digitale LED“ bezeichnet.

Welche Bedeutung hat die Iseled-Allianz?

Robert Kraus: Eine hochinnovative Technik zu entwickeln ist das eine, sie dann aber auch noch als völliger Newcomer im Automotive-Lighting-Markt mit all den etablierten Licht-Größen erfolgreich im Markt einzuführen, das andere.

Eine ähnliche Situation also wie bei APIX, bei dessen Einführung wir gerade einmal 15 Mitarbeiter hatten und ein völliger Nobody im Automotive-Segment waren. Aber schon damals hatten wir erkannt, dass der Kunde bei anspruchsvolleren Produkten keinen formalen IEEE-Standard braucht, sondern Komponenten, die aufeinander abgestimmt sind und reibungslos zusammen funktionieren. Diese Idee, ein Ökosystem zu schaffen, war so bereits bei APIX ein wesentlicher Schlüssel zum Erfolg. Deshalb sind wir diesen Weg auch bei Iseled von Beginn an konsequent gegangen.

Die Iseled-Allianz ist ein offenes Industrie-Konsortium, deren Mitglieder ein gemeinsames Ziel verfolgen: die Entwicklung eines umfangreichen, voll aufeinander abgestimmten Ökosystems rund um Iseled. Neben LED-Herstellern sind dort auch Anbieter von Mikrocontrollern vertreten, ebenso die großen Automotive-

Tier-1s im Licht-Bereich, aber auch kleinere, sehr innovative Entwicklungsfirmen und Messgerätehersteller.

Bei ihrer Gründung im Herbst 2016 legten gerade mal fünf Firmen den Grundstein für die Iseled-Allianz. Mittlerweile ist sie auf 38 Mitglieder angewachsen. Gerade erst sind Alps Alpine, Grammer, der chinesische LED-Hersteller Harvatek, Osram-Continental sowie der für den chinesischen Markt sehr wichtige Zulieferer Yanfeng neu hinzugekommen. Damit wird heute schon die komplette Wertschöpfungskette im Bereich Automotive Lighting abgedeckt. Und wir haben schon wieder neue Anfragen.

Welche Fahrzeuge kommen mit Iseled-Technologie auf den Markt?

Robert Kraus: Im Sommer 2020 hatte der chinesische Hersteller FAW als weltweit erster OEM Iseled serienmäßig in einem Fahrzeug verbaut – im Premiummodell Hongqi H9. Mittlerweile gibt es weitere Anläufe, die wir als Tier-3 längst nicht alle kennen; gerade in Asien entwickelt sich der Markt sehr dynamisch. Damit haben wir aktuell die Herausforderung, dass die bei uns tatsächlich geordneten Waferscheiben bei weitem über den Forecasts liegen, die zum Teil erst wenige Wochen alt, aber schon wieder obsolet sind. So wie es aussieht werden wir in diesem ersten Jahr mit den verkauften Chips schon im zweistelligen Millionenbereich liegen – auch schon für erste Anwendungen außerhalb des Automotive-Segments, etwa im Bereich Digital Signage. Beruhigend dabei ist, dass wir – abgesehen von der aktuellen Chipknappheit – mit unserem langjährigen Foundry-Partner konkrete Ideen haben, wie wir diesen Bedarf bedienen können, denn

ab 2023 werden die Stückzahlen enorm ansteigen, ab 2025 kommt dann auch ILaS dazu. Und auch unsere LED-Hersteller investieren fleißig in neue Fabs; ab 2024 soll bereits eine Kapazität im Milliarden-Bereich aufgebaut sein.

Ich habe den Eindruck, dass die großen OEMs – von Tesla einmal abgesehen – das Thema Innenraum-Lichteffekte sehr proaktiv angehen. Nicht nur Premium-OEMs verbauen mittlerweile 40 Prozent mehr lichtgebende Elemente als in der Vorgänger-Generation ihrer Fahrzeuge. Weil die Kunden im Auto ein Lichterlebnis haben wollen, geht der Trend weg vom klassischen An/Aus hin zum Übergang mit dynamischen Effekten. An dieser



Es gibt schon Überlegungen Richtung APIX4 und 24 Gbit/s.

Robert Kraus,
Inova Semiconductors

Stelle wird es für uns spannend, weil die klassischen Architekturen etwa mit dem LIN-Bus bei der immer größeren Anzahl von LEDs und der gleichzeitigen Dynamisierung des Lichts an ihre Grenzen kommen. Die Lichtsteuerung wird heute oft einfach an die vorhandene Bordelektronik angehängt, aber so lassen sich die Mächtigkeit und all die Möglichkeiten der neuen Technologie nicht unterstützen. Damit es trotzdem effizient und kostengünstig ist, braucht es dafür eine neue Licht-Architektur.

Was verstehen Sie unter einer neuen Licht-Architektur, und was muss sie leisten?

Robert Kraus: Es geht darum, die Lichtwelt von morgen im Auto möglich zu machen: hunderte von LEDs, und das Ganze auch noch dynamisch oder sogar funktional. Das können klassische Lichtarchitekturen mit dem LIN- oder CAN-Bus auf Grund ihrer Einschränkungen hinsichtlich Skalierbarkeit sowie der maximalen Anzahl der Clients so nicht leisten, aber dafür wurden sie auch nicht konzipiert.

An dieser Stelle kommt unser ILaS ins Spiel, das Iseled Light and Sensor Network: ein neuer Feldbus im Fahrzeug, der wie der Name schon sagt, neben den Iseled-Lichtelementen auch Sensoren und Aktuatoren in das Netzwerk einbinden kann – bis zu 4097 Stück.

Was bedeutet es für den LIN-Bus, dass ILaS seinen Platz im Auto bekommt?

Robert Kraus: Natürlich wird es im Fahrzeug keinen Technologiesprung auf eine ausschließliche ILaS/Iseled-Architektur geben, denn solch eine Disruption gibt es im Auto selten. Auch wenn manchmal das Gegenteil behauptet wird, muss sich der OEM auch hier nicht für entweder/oder entscheiden; es wird für einige Zeit eine Koexistenz der Busse geben. So werden erste Iseled-

Systeme noch über LIN-Hubs an die jetzigen Lichtsysteme angedockt; erste Produkte gibt es hier schon. Ein großer Halbleiterhersteller arbeitet aber auch schon an der großen Lösung, der direkten Anbindung des ILaS-Bus an das Ethernet-Bordnetz via Ethernet-to-ILaS-Bridge-Chip. Über die Zeit wird sich Iseled/ILaS auf breiter Front und dann auch in den Volumenmodellen durchsetzen, da sind wir uns ganz sicher.

Wir arbeiten auf jeden Fall mit Hochdruck an unserem ersten ILaS-Busnotenbaustein, den wir Mitte des Jahres bemustern werden. Auch das Konzept für Iseled 2.0 mit zusätzlichen, von vielen Kunden gewünschten Features ist fertig; da wollen wir in 4Q/21 erste Muster haben. Entscheidend für die schnelle Verbreitung von Iseled/ILaS wird sein, dass es bald ein breites Portfolio an attraktiven Produkten gibt, was wir als Firma Inova alleine gar nicht leisten können. Weder wir noch die OEMs wollen das. Genau dafür haben wir in den Reihen der Iseled-Allianz auch eine Reihe von Halbleiterherstellern, die schon fleißig an entsprechenden Produkten arbeiten: schauen Sie sich alleine das große Portfolio an Controller-Bausteinen von Microchip und NXP an, die heute schon das Iseled-Protokoll unterstützen.

Mit APIX hatten wir praktisch eine Blaupause, wie wichtig Ökosysteme für neue Technologien sind, und bei Iseled sind wir diesen Weg konsequent von Anfang an gegangen.

Wie schaffen Sie es als kleiner deutscher Fabless-Halbleiterhersteller, in neue Designs zu kommen?

Robert Kraus: Am Anfang war es sicher ein immenser Vertrauensvorschuss von unserem ersten Kunden, BMW, dass sie als Premium-OEM unseren APIX eingesetzt haben – und dann auch gleich in ihr Flaggschiff, den 7er BMW (F01). Das war im November 2008. Aber wir hatten mit APIX von Anfang an eine technisch brillante Lösung und dazu ein klasse Team, das über all die Jahre und bis heute Spaß an der Technik hat und auch nach 20 Jahren immer noch sehr innovativ ist. Natürlich gab es Höhen und Tiefen, aber mit der Zeit haben wir uns das aufgebaut, was man heutzutage Credibility nennt – ein kleiner, hochinnovativer Halbleiterhersteller, der „Automotive kann“ – hinsichtlich Qualität aber auch in Bezug auf Service und Zuverlässigkeit. Das drückt sich auch in Zahlen und Fakten aus: erst kürzlich hat uns ein großer US-Zulieferer wieder als A-Supplier ausgezeichnet, ein paar Wochen zuvor ein großer japanischer Tier-1.

Dass wir technologisch wirklich ganz vorne mit dabei sind, zeigen unter anderem auch unsere zahlreichen Auszeichnungen, die PC-Zeitschrift Chip etwa hat uns erst kürzlich wieder als „Digital Innovator 2021“ gewürdigt.

Womit gewinnen Sie das Vertrauen, dass nicht wegen Inova die Bänder der OEMs stillstehen werden?

Robert Kraus: Wir machen uns jetzt schon Gedanken darüber, dass wir beim Hochlaufen der Stückzahlen zu dann wirklich sehr großen Volumina eine entsprechende Backup- und Second-Source-

Strategie haben. Schon damals, 2005 bei der Konzeption von APIX, war es eine klare Vorgabe, die eigentlich klassische analoge Funktion, den Gbit/s-Physical-Layer, höchstmöglich zu digitalisieren, damit das Produkt nicht nur in einer bestimmten Fab und möglicherweise auch noch mit einem angepassten Prozess gefertigt werden kann. Dies ist uns gelungen, und dass heute APIX Chips von mehreren Herstellern, in verschiedenen Baseline-Technologieknoten und in Foundries auf der ganzen Welt gefertigt werden, ist sicher Teil der hohen Akzeptanz und des Erfolgs von APIX.

Und bei Iseled und ILaS, wo sich die Stückzahlen in ganz anderen Größenordnungen bewegen werden, steht das Thema Verfügbarkeit und Absicherung bei unseren Prioritäten heute schon ganz oben.

Was sind die nächsten Pläne von Inova Semiconductors?

Robert Kraus: Im nächsten logischen Schritt bringen wir APIX und Licht zusammen, indem wir die breite APIX-Datenautobahn nutzen, um nicht nur Display- sondern auch Lichtinformationen gemeinsam zu übertragen. Damit könnten in manchen Fällen auch ganze Steuergeräte wegfallen. Die Entwicklung im Fahr-



Wir bereiten uns schon auf die Zeit vor, wenn die Volumina von Iseled in die Milliarden gehen.

Robert Kraus,
Inova Semiconductors

zeug geht ja ohnehin zu zentralen, sehr leistungsfähigen Domain-Architekturen – Tesla hat es vorgemacht. Da bieten sich viele interessante Applikationen an, von denen etwa das dynamische Backlight nur der Anfang ist. Weil das Thema Display & Licht zunehmend zum Hype wird, sind wir mit APIX, Iseled und ILAS derzeit wirklich sehr gut beschäftigt. Jetzt müssen wir nur noch den Kunden zeigen, wie diese neue Welt der Visualisierung aussehen kann; bei uns im Labor funktioniert das schon alles. ■

Interviewer

Alfred Vollmer
Chefredakteur AUTOMOBIL-ELEKTRONIK

feno

ISELED Starterkit



- sofort Licht mit echtem Plug & Play
- ansteuern über den LIN-Bus
- zwei flexible LED-Streifen mit je 16 ISELEDs
- feno control Lichtsoftware inklusive
- individuelle Lichtsequenzen abspeichern
- abspielen über den ISELED-Bus





Bild: Röhde & Schwarz

Prüfung und Kalibrierung von 4D-Radarsensoren

Von Entwicklung bis Prüffeld

Wie lassen sich Nah- und Fernbereich-Radarsysteme im Labor sowie im Prüffeld effizient testen, prüfen und kalibrieren? In einer engen Kooperation zweier Firmen entstand ein kompaktes Test- und Prüfsystem, das auch für 4D-Radare (Imaging Radar) geeignet ist.

Autoren: Rong Chen Leng, Ralf Reuter

Forschung und Entwicklung, Optimierung, Validierung und Kalibrierung von Kfz-Radarsensoren sind notwendigerweise nur in Kombination mit akkuraten Tests möglich, da die Verkehrssicherheit hier unmittelbar von der Präzision abhängt. Neben der Messung der HF-Parameter gilt es durch Zielsimulation zu evaluieren, ob ein Sensor die Orte und Geschwindigkeiten der Objekte in sei-

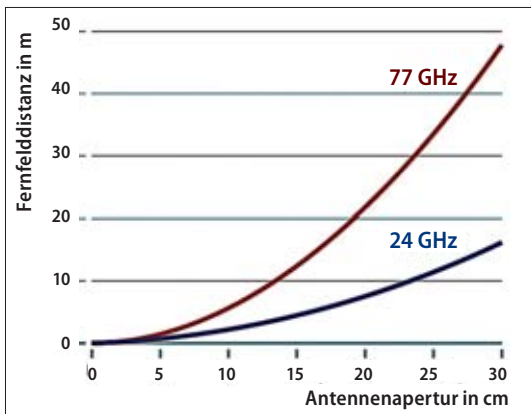
nem Erfassungsbereich innerhalb der geforderten Toleranzen ermittelt.

Der hohe Frequenzbereich und die Notwendigkeit, die Messungen unter Fernfeldbedingungen vorzunehmen, um genaue Ergebnisse zu erzielen, macht die Aufgabe anspruchsvoll. Nach der Fraunhofer-Formel erfordert die Messung eines 77-GHz-Radars mit 15 cm Apertur einen Abstand von mindestens 11,5 m zum Ziel (Bild 1); erst ab hier weist das elektromagnetische Feld die nötige Homogenität auf (Quiet Zone, Bild 2). Da die Industrie immer höhere Winkelauflösungen anstrebt, werden in Zukunft tendenziell mehr Antennen pro Modul integriert, was einen Flächenzuwachs beim Antennen-Array mit sich bringt. Aperturen von mehr als 20 cm, vor allem in der Prototypphase, sind daher nichts Ungewöhnliches. Weil Fernfeld-Testkammern für solche Verhält-



Eck-DATEN

Ein kompaktes Testsystem aus geschirmter Messkammer und Radarzielsimulator ermöglichen es, selbst komplexe Sensoren neuester Generation in weniger als einer Minute zu kalibrieren. Die 30 cm durchmessende Quiet Zone der Kammer, in der Fernfeldverhältnisse herrschen, bietet selbst großflächigen Sensoren genügend Raum, sodass für kommende Sensorgenerationen vorgesorgt ist.



nisse nicht praktikabel sind, nutzt man Methoden zur Nahfeld-Fernfeld-Transformation. Sie führen zu Compact Antenna Test Ranges (CATR) von so geringer Größe, dass man sie auch in kleineren Laboren ohne Weiteres unterbringen kann – erst recht in einer Produktionsumgebung (Bild 3).

Leistungs- und Konformitätstests für Radarsensoren

Radarsensoren gehören zu den Kfz-Komponenten, die eine 100-Prozent-Kontrolle erfordern. Dies geschieht zum einen aus Sicherheitsgründen, zum andern, weil die Datenstreuung beim HF-Frontend eine individuelle Kalibrierung notwendig macht. Dazu simuliert man ein Ziel mit bekannter Position, Größe und Geschwindigkeit. Für dieses Ziel werden Gewinn, Phase und Kopplung jedes Antennenzweigs kalibriert. Kalibrieren heißt hier „mit Korrekturdaten versehen“, die anschließend im Modul abgelegt werden.

Wenngleich die Branche von sich aus bestrebt ist, alles Notwendige zu tun, um verlässliche Radare in Verkehr zu bringen, nehmen sich inzwischen auch die zuständigen Normungsgremien des Themas an.

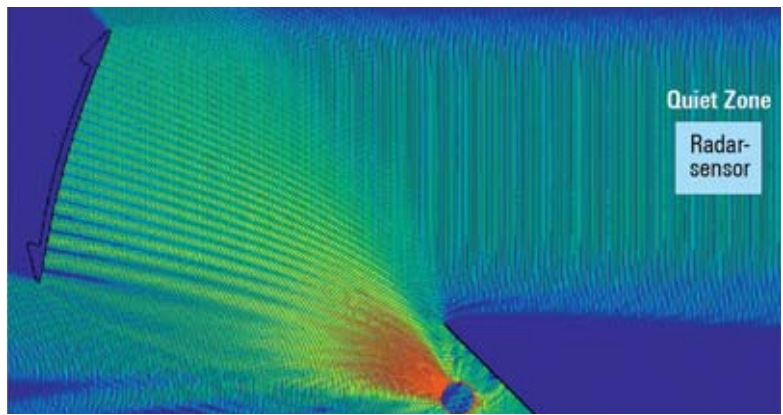


Bild 1 (links): Die große Fernfelddistanz eines 77-GHz-Automotive-Radars zwingt die Messtechnikerhersteller zu findigen Lösungen, um die Messeinrichtungen kompakt zu halten.

Bild 2 (rechts): Der parabolische Präzisionsreflektor der Testkammer transformiert die sphärischen Nahfeldwellen von der Feed-Antenne in ebene Fernfeldwellen, so dass am Ort des Positionierers, an dem sich das zu prüfende Radar befindet, eine „ruhige Zone“ (Quiet Zone) mit einem Durchmesser von 30 cm entsteht.

So hat das ETSI Kfz-Radar-Normen für den Geltungsbereich der EU herausgegeben, die Messungen unter Fernfeldbedingungen vorschreiben. Angesichts der Bedeutung der Radare für den zukünftigen Verkehr ist mit vergleichbaren Normen für andere Regionen zu rechnen.

Wie alle Geräte, die Signale senden und empfangen, müssen auch Radarsensoren nach den gesetzlichen Vorschriften für EMI zertifiziert sein. Die Grenzwerte sind in Europa durch die Radio Equipment Directive (RED) und die zugehörigen ETSI-Normen festgelegt. Für die USA hat die FCC ähnliche Normen herausgegeben.

Prüfung und Kalibrierung in der Praxis: die nächste Generation von Kfz-Radaren

Uhnder, ein Hightech-Startup mit Sitz in Austin, Texas, hat ein spezielles bildgebendes Radarsystem entwickelt und in ein fingernagelgroßes Radar-on-Chip-Modul (RoC) integriert. Das Unternehmen hat zusammen mit Rohde & Schwarz an der Entwicklung eines möglichst idealen Testaufbaus und Kalibrierungsalgorithmus mitgewirkt.

Mehr Verkehrssicherheit durch ADAS – mit Radar & Co

Die EU kann eine vergleichsweise gute Verkehrssicherheitsbilanz vorweisen. Dennoch kommen nach einer Veröffentlichung des Europäischen Parlaments in jedem Jahr noch mehr als 25.000 Personen auf den Straßen der EU ums Leben, während weitere 135.000 Personen schwer verletzt werden. Allein die sozioökonomischen Folgen schätzt man auf 120 Milliarden Euro jährlich. Bessere Sicherheitssysteme in den Autos sollen die Zahlen weiter nach unten bringen. Fahrerassistenzsysteme (ADAS) wie Totwinkel-Warner und Bremsassistenten sind seit Jahren Stand der Technik. Im Februar 2019 haben sich vierzig Länder unter Führung Japans und der Europäischen Union darauf geeinigt, ab dem Jahr 2022 die Ausrüstung neuer Pkw und leichter Nutzfahrzeuge mit automatischen Notbremsystemen (AEB) vorzuschreiben.

Darüber hinaus bewertet das European New Car Assessment Programme (NCAP) Fahrzeuge auf der Grundlage von Sicherheitsmerkmalen, um die Verbraucher besser zu informieren und die Autohersteller zum forcierten Einsatz von ADAS zu ermutigen. Die ADAS-Entwicklung wird aber auch ohne legislative Vorgaben mit Nachdruck vorangetrieben, da das autonome Fahrzeug als Fernziel aller Entwicklungsanstrengungen gar nicht anders realisierbar ist. Insbesondere das sensorische Frontend, das die Augen und Ohren des Fahrers ersetzen muss, macht rasche Fortschritte. Fahrzeuge der Autonomiestufen 4 und 5 werden vermutlich auf ein reichhaltiges Sensorik-Set aus Kameras, Ultraschall-, Lidar- und Radarsensoren zurückgreifen. Neben funktionalen Gesichtspunkten entscheiden auch die Kosten dieser Komponenten über ihre Verwen-

dung. Die auf der Lasertechnik basierenden Lidarsensoren hinken der Radarentwicklung etwas hinterher und sind noch vergleichsweise teuer. Sie zeichnen sich durch ein höheres räumliches Auflösungsvermögen aus, sind aber mit dem Handicap jedes optischen Systems geschlagen, der Sichtbeeinträchtigung bei schlechten Wetterbedingungen. Damit haben Radare kein Problem, und da die Sensoren in den letzten Jahren große Performance-Sprünge gemacht haben und relativ preiswert sind, bilden sie das Rückgrat aktueller ADAS. Im Vergleich zu herkömmlichen 24-GHz-Radarsensoren mit 200 MHz Bandbreite verfügen die neuesten 77/79-GHz-Sensoren über eine Bandbreite von bis zu 4 GHz. Das neue Daten-Setup lässt die Antennen schrumpfen, während Auflösungsvermögen und Genauigkeit signifikant zulegen.

Bild 3: Testlösung für Automotive-Radarsensoren, bestehend aus geschirmter Testkammer und Radarechogenerator. Zum Betrieb wird der fernbediente Echogenerator an der Kammerrückseite montiert.



Anders als konventionelle Automotive-Radare arbeitet das Uhnder-RoC nicht mit analog modulierten FMCW-Chirps, sondern mit code-modulierten Digitalsignalen (Digital Code Modulation, DCM). Das RoC ist auch deswegen einzigartig, weil es erstmalig das analoge Frontend, die Basisbandverarbeitung, das digitale Frontend, das digitale Backend sowie Speicher und Schnittstellen auf einem einzigen CMOS-Chip vereint. Zwei CPUs und zwei DSPs kümmern sich um die digitale Signalverarbeitung. Allein die Basisbandsektion verfügt über eine Rechenleistung von 20 TOPs. Die gesamte Rechenleistung ist erforderlich, um ein komplettes Radarsystem mit einer Antennengruppe bestehend aus 12 Sende- und 16 Empfangsantennen herzustellen.

Der RoC erzeugt 192 virtuelle Transceiver, indem er die Code-Diversität der Signale ausnutzt. All dies führt zu einer Vielzahl von Vorteilen, einschließlich besonderer Kompaktheit, niedrigem Stromverbrauch, hoher Rechenleistung und besonders hoher räumlicher Auflösung.

4D-Radar

Das Uhnder-RoC ist ein sogenanntes 4D-Radar, weil es zu jedem Ziel die Werte für Azimut, Elevation, Entfernung und Geschwindigkeit liefert. Durch die hohe räumliche Auflösung lässt sich mit einem auf dem RoC basierenden Sensor ein detailliertes Umweltmodell gewinnen, das einem mit optischen Mitteln gewonnenen kaum noch nachsteht (Bild 4).

Damit ein Sensor mit Uhnder-RoC sein Potenzial entfalten kann, muss er penibel kalibriert werden. Die Ingenieure des Unternehmens haben die Kombination aus einem Echogenerator und einer CATR-Prüfkammer mit einer Grundfläche von 1,3 m² verwendet, um einen schnellen serienreifen Kalibrieralgorithmus zu entwickeln. Dieser hilft den Sensor-Herstellern bei der Verifizierung am Ende der Produktionslinie. Sie verwenden den Testaufbau auch, um die Empfindlichkeit und Genauigkeit der Sensoren zu verbessern.

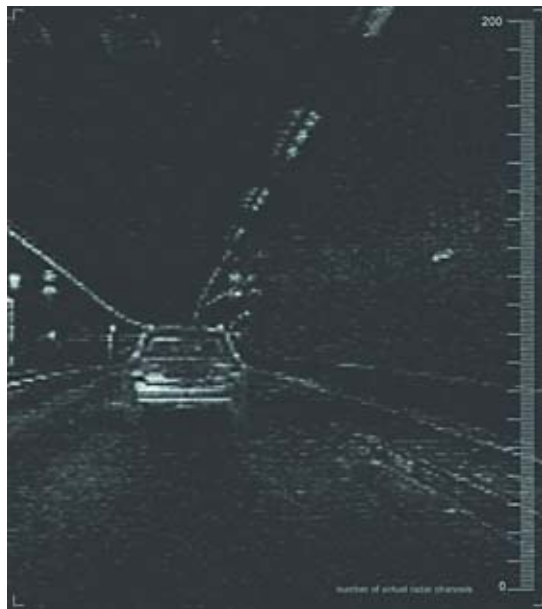
Der Echogenerator simuliert bis zu vier Ziele mit kundenspezifischer Entfernung, Geschwindigkeit und Größe. Die automatische Variation des Einfallswinkels in Azimut und Elevation, unter dem das Echo auf den Sensor trifft, übernimmt mit hoher Stellgeschwindigkeit und einer Winkelauflösung von 0,03° der speziell für Radaranwendungen entwickelte 3D-Positionierer der Kammer. Er kann die Polarisationsrichtung zwischen Radar und Messsystem konstant halten, was bewegungsabhängige Fehler, die bei einfachen Positioniersystemen auftreten, vermeidet.

Mit dem Echogenerator können Testgeräte wie Signalgeneratoren und Signalanalysatoren am ZF-Eingang angeschlossen werden, um die einschlägigen Testfälle abuarbeiten. Schlüsselparameter wie die belegte Bandbreite, Chirp-Linearität und Chirp-Dauer können gleichzeitig gemessen werden. Damit lassen sich RED-, ETSI- und FCC-EMI-Spezifikationen einhalten.

Bild 4a (links): Das Bild (Simulation) gibt einen Eindruck davon, wie sich die Leistung eines bildgebenden Radars (Imaging Radar) von der eines herkömmlichen Auto-radars unterscheidet. Hier das Bild eines herkömmlichen Auto-radars.



Bild 4b (rechts): Beim Imaging Radar ist die Auflösung so hoch, dass es eng benachbarte Objekte, etwa ein Fußgänger neben einem Radfahrer, getrennt auffassen und mit jeweils eigenen 4D-Koordinaten verarbeiten kann.



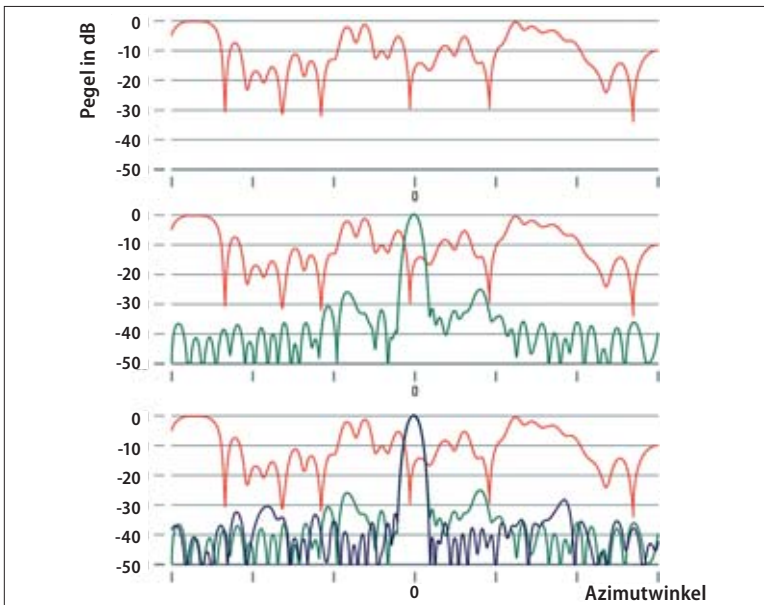


Bild 5: Kalibrierung eines Sensors auf Uhnder-RoC-Basis in der Messkammer mit dem Radarechogenerator. *Oben:* Mit dem unkalibrierten Sensor wird das Ziel nicht erkannt. *Mitte:* Der erste Kalibrierschritt erfolgt mit fest stehendem Sensor in Frontalstellung. Diese Kalibrierung kompensiert die Unterschiede der einzelnen Antennen in Bezug auf Phase und Amplitude aufgrund unterschiedlicher Weglängen. Das Ziel zeichnet sich jetzt mit einem PSRL von 25 dB deutlich ab. Kreuzkopplung erzeugen die Nebenkeulen. *Unten:* Im zweiten Schritt wird der Azimutwinkel zwischen Sensormittelachse und Ziel durch schrittweise Drehung des Positionierers von -45° bis $+45^\circ$ variiert. So lässt sich die Kreuzkopplung korrigieren, was sich in einem um 10 dB besseren PSRL niederschlägt. Diese Sweepkalibrierung dauert unter 25 s. Anschließend ist der Sensor kalibriert.

In einer gemeinsamen Demonstration auf der CES 2020 in Las Vegas zeigten die Partner, wie ein Uhnder-RoC-basierter Radarsensor in weniger als einer Minute kalibriert werden kann. Bild 5 illustriert den Ablauf.

Fazit

Radarsensoren sind die wichtigsten Quellen für Informationen über das Umfeld eines Fahrzeugs. Moderne quasi-bildgebende Sensoren (4D Imaging Radars) lösen die Umgebung bereits so fein auf, dass sich komplexe Umweltmodelle aus den Daten gewinnen lassen, auf deren Basis autonome Fahrzeugentscheidungen getroffen werden können. Die Sensoren, die auf immer größere Antennen-Arrays und eine Vielzahl von MIMO-Transceivern zurückgreifen, erbringen ihre Leistung nur nach exakter Kalibrierung, die für jedes Exemplar in der Fertigungslinie erfolgen muss. (av) ■

Autoren

Rong Chen Leng

Mitarbeiter bei Rohde & Schwarz

Ralf Reuter

Mitarbeiter bei Rohde & Schwarz



LeddarTech®

Lösung kritischer Herausforderungen bei Sensorik und Wahrnehmung zur Beschleunigung von ADAS und AD

LeddarVision™ Sensorfusion und Perception-Software ermöglichen Level 1-5 Autonomie



LeddarEngine™ die vielseitigste und skalierbarste Auto- und Mobilitäts LiDAR-Plattform



*95 patentierte Technologien (erteilt oder angemeldet)



Besuchen Sie LeddarTech
Berlin, Juli 2021



Bild 1: Ab 2022 schreiben die Euro-NCAP-Normen Fahrerüberwachungssysteme vor, zum Beispiel die Detektion der Hände am Lenkrad, meist in Kombination mit einem Spurhalteassistenten.

Bild: Shutterstock_461389341

Von Insassenerkennung bis biometrische Authentifizierung

Sensoren im Fahrzeug-Innenraum bieten Sicherheit und Komfort

Die Fahrzeug-Innenraumsensorik entwickelt sich schnell mit einer Reihe von Anwendungen, die eine Kombination aus Sensoren und intelligenten Algorithmen verwenden. Antreiber für diese Technologien sind die Vorschriften für die Insassensicherheit und Komfortverbesserungen für die Passagiere.

Autor: Andreas Pellkofer

Die Euro-NCAP-Normen und die Verordnung der Europäischen Kommission schreiben Fahrerüberwachungssysteme (DMS, Driver Monitoring Systems) ab 2022 vor. Bereits jetzt ist ein Handerkennungssystem am Lenkrad (HoD, Hands on detection) vorgeschrieben, um 2021 die UN-Gesetzgebung (R79) für Spurhalteassistentensysteme zu erfüllen. Zudem sind in den USA Systeme zur Erkennung der Anwesenheit von Kindern verpflichtend. Damit sind diese Überwachungssysteme ein Standardmerkmal der Fahrerassistenzplattformen Level 2+ und höher. Hinzu kommt die Verbesserung des Komforts für Passagiere, z.B. durch Emotionssensorik. OEMs haben dies als Differenzierungsfaktor erkannt. Bereits heute unterstützen DMS andere ADAS-Anwendungen. So wird z.B. ein Spurhalteassistent üblicherweise mit HoD-System kombiniert. Die Einführung von Technologien zur Erfassung

der Vitalparameter (VSM, Vital Signs Monitoring), wie z.B. EKG, Hautimpedanzmessung (EDA, Electro Dermal Activity), bietet die Möglichkeit, den Gesundheitszustand und das Stresslevel des Fahrers zu erkennen, zu interagieren und potenzielle Probleme zu vermeiden, bevor diese überhaupt entstehen. Eine weitere Anwendung ist die biometrische Authentifizierung des Fahrers (Bild 1).

Bei Betrachtung dieser Anwendungen, sei es hinsichtlich ihres physischen Standorts (Bild 2), ihrem Komfort- oder Sicherheitsaspekt oder der Lösung, die sie bieten müssen, wird deutlich, dass eine einzelne Sensorlösung nicht alle Anforderungen erfüllen kann. Dies macht eine Sensorfusion mit unterschiedlichen Erfassungsmodalitäten erforderlich.

Time-of-Flight-Technologie (ToF)

Kameras mit Laufzeitmessung sind eine der Schlüsseltechnologien, die mehrere

der zuvor beschriebenen Anwendungen abdecken können und sowohl Bild- als auch Tiefendaten liefern.

Eine ToF-Kamera, die sich im Armaturenbrett oder am Dachhimmel befindet, kann für DMS-Funktionen wie Eye-Tracking zum Einsatz kommen. ToF ist bereits bei Premium-OEMs für die erweiterte HMI- und Gestensteuerung im Einsatz, wobei der optimale Standort in der Dachkonsole liegt. ToF bietet eine sehr gute Lösung, um nicht nur die Anwesenheit von Kindern, sondern auch die Körperposition zu erfassen. Auch hier ist (in lila in Bild 2 dargestellt) die Notwendigkeit einer anderen Positionierung des Sensors zu erkennen, um eine Sichtlinie zum Rücksitz zu ermöglichen.

Mit den zunehmenden Fortschritten in der Bildabtastungstechnologie ist ToF aufgrund des kleineren Formfaktors, des großen Dynamikbereichs der Abtastung und der Fähigkeit, in direktem Sonnenlicht zu



Bild 2: Eine einzelne Sensorlösung kann nicht alle Anforderungen an die Innenraumüberwachung erfüllen. Deshalb ist hier eine Sensorfusion erforderlich.

arbeiten, die Methode der Wahl für die Tiefenabtastung. Die Kombination aus hochauflösender Abstandsmessung und mittelaufösendem Intensitätsbild (umgebungslichtunempfindliches 2D-Active-Helligkeitsbild) ist ein Alleinstellungsmerkmal für ToF.

Der ToF-Sensor von ADI hat eine der höchsten Auflösungen auf dem Markt, was Kameras mit einem größeren Sichtfeld ermöglicht. Die 3D-Information (Tiefe) sorgt für zusätzliche Robustheit. Für Komfortanwendungen stellt dies ein besseres Benutzererlebnis und für Sicherheitsanwendungen ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal dar.

Da sich mehrere Kameras im Fahrzeuginnenraum befinden, müssen sie Interferenzunterdrückung unterstützen, um Fehler bei der Tiefenmessung zu reduzieren. Derartige Herausforderungen sind auf Systemebene zu lösen.

Für die biometrische Authentifizierung kann ToF eine sehr sichere Lösung darstellen, die es schwierig macht, das System zu täuschen, wie dies bei anderen Implementierungen erwiesenermaßen möglich ist. Die ADI-Technologie im ToF-Bereich umfasst die ToF-Verarbeitung (ADDI9036), Laserdiodentreiber (ADP3634) und Leistungsregler (ADP5071).

Car Camera Bus (C²B)

Für den Anschluss verschiedener Kameras, unabhängig von 2D-Imagern oder 3D-ToF-Kameras, bietet ADI mit der C²B-Technologie zudem eine spezielle Kamera-Verbindungs-Technologie für den Fahrzeugbereich an. C²B ist eine weniger kostenintensive Lösung für die Übertragung von Kameradaten mit bis zu 2 Megapixeln zusammen mit Steuerinformationen von innerhalb oder außerhalb des Fahrzeugs installierten Kameras.

Impedanzerfassung

VSM ist eine interessante Anwendung, für die ADI mehrere Lösungen anbietet und eng mit Softwarepartnern zusammenarbeitet, um eine Gesamtsystemlösung für Funktionen wie Herzfrequenzvariabilität, Stressniveau usw. zu bieten. Der AD5941W ist eine integrierte Lösung sowohl für HoD als auch für die EDA-Messung. Die Impedanzerfassung bietet eine robuste und zuverlässige Lösung, mit der sich nicht nur das Aufliegen der Hände am Lenkrad, sondern auch die Qualität des Griffs erkennen lässt (eine wichtige Anforderung der Gesetzgebung).

Die Position der Hand auf dem Lenkrad lässt sich ebenfalls erkennen. Die EDA-Informationen können beispielsweise zur Erkennung des aktuellen Stressniveaus Verwendung finden. Der präzise Impedanzwandler AD5933 wird derzeit in Autos für HoD eingesetzt. Diese Bauteilfamilie wurde kürzlich durch den AD5941W und den AD5943W erweitert, um mehrere HoD-Zonen in einem einzigen Gerät unterstützen zu können.

Elektrokardiographie

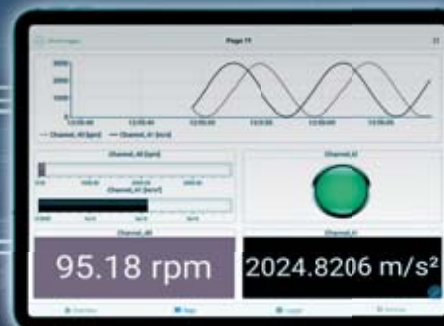
Durch die Kombination der Komponenten zur Impedanzmessung mit dem AD8232W, einem präzisen Verstärker für die Elektrokardiographie, kann Analog Devices eine komplette VSM-Lösung anbieten, die aus nur zwei Komponenten besteht. EKG ermöglicht zusammen mit EDA die Überwachung des Gesundheitszustands des Fahrers, wobei EKG auch für die biometrische Authentifizierung verwendet werden kann. (na)

Autor

Andreas Pellkofer
Applications Engineer bei
Analog Devices



**Messdaten
überall live
verfügbar mit
der IPEmotion
Mobile Edition!**



Jetzt live testen!

IPETRONIK

mobile-edition.ipetronik.com



Neue Fahrzeugmodelle mit einer vorinstallierten 5G-ready-Technologie lassen sich per OTA-Technologie (Over-the-Air) auf den 5G-Betrieb umstellen.

Die Zukunft beginnt heute

Flexibler Übergang von 4G auf 5G

Eine 5G-ready-Telematikeinheit ermöglicht es Automobilherstellern, Fahrzeuge mit einer 4G-Konfiguration auf den Markt zu bringen und 5G im Laufe der Lebensdauer des Fahrzeugs zu aktivieren. Allerdings gibt es da nicht nur bei den Antennen neue Aspekte. *Autor: Vishnu Sundaram*

Die Automobilindustrie befindet sich aktuell an einem technologischen Scheideweg. Sobald 5G flächendeckend verfügbar ist, werden Datenraten von bis zu 20 GBit/s realisierbar. Dies wird V2X-Kommunikation ermöglichen und so die Grundlage für automatisiertes Fahren legen. Darüber hinaus wird 5G das Fahrerlebnis neu definieren und neue Geschäftsfelder für Automobilhersteller eröffnen. Noch erschweren aber Einschränkungen bei Latenz und Bandbreite eine schnelle Umsetzung der neuen Möglichkeiten. Gleichzeitig macht die rapide technologische Entwicklung bereits verbaute System teilweise obsolet.

Flexibler Übergang von 4G zu 5G

Aktuellen Studien zufolge gehen die meisten großen Unternehmen, die im 5G-Sek-

tor tätig sind, davon aus, dass 5G bis 2026 weltweit verbreiteter sein wird als 4G. Allerdings gibt es erhebliche Unterschiede bei der Umsetzungsgeschwindigkeit. Südkorea hat bereits ein komplettes 5G-Netz im ganzen Land aufgebaut, Japan ist kurz davor, dieses Ziel zu erreichen, und China und die USA werden in diesem Jahr im großen Stil in 5G einsteigen. Europa hat in den vergangenen Jahren nicht genug investiert, um das globale 5G-Rennen anzuführen, schließt sich aber nun zunehmend der 5G-Einführung an. In Deutschland sehen wir erste Implementierungen von 5G-Diensten durch Mobilfunkbetreiber, 5G soll 2022 entlang von Autobahnen und bis 2023 in städtischen Gebieten flächendeckend verfügbar sein.

Aufgrund der unterschiedlichen Einführungsgeschwindigkeiten waren und sind viele Hersteller unsicher bezüglich

Zeitpunkt und Umfang der Verfügbarkeit von 5G. Da sie unkalkulierbare Risiken hinsichtlich Kosten und Komplexität der Integration befürchteten, während sie gleichzeitig 4G unterstützen mussten, zögerten sie, in den neuen Standard zu investieren. Daher traf Harman die strategische Entscheidung, sein Geschäft um 5G-fähige Technologien für Automobilhersteller zu erweitern. Die 5G-ready-Telematikeinheit ermöglicht es OEMs, Kraftfahrzeuge mit einer 4G-Konfiguration und geringeren Gemeinkosten auf den Markt zu bringen. Sie bietet dabei aber gleichzeitig die Möglichkeit, 5G im Laufe der Lebensdauer des Fahrzeugs zu aktivieren. Durch diese Flexibilität bleibt das Fahrzeug zukunftssicher und relevant. Durch die Entwicklung einer umfassenden, 5G-fähigen Lösung, wird die Lücke zwischen aktueller 4G- und zukünftiger



Viele neue Dienste im Fahrzeug basieren auf 5G.

5G-Verfügbarkeit geschlossen. Gleichzeitig ist gewährleistet, dass die Investitionen der OEMs in Konnektivität nicht durch technologische Fortschritte während des Modellzyklus obsolet werden.

Konnektivitätsportfolio

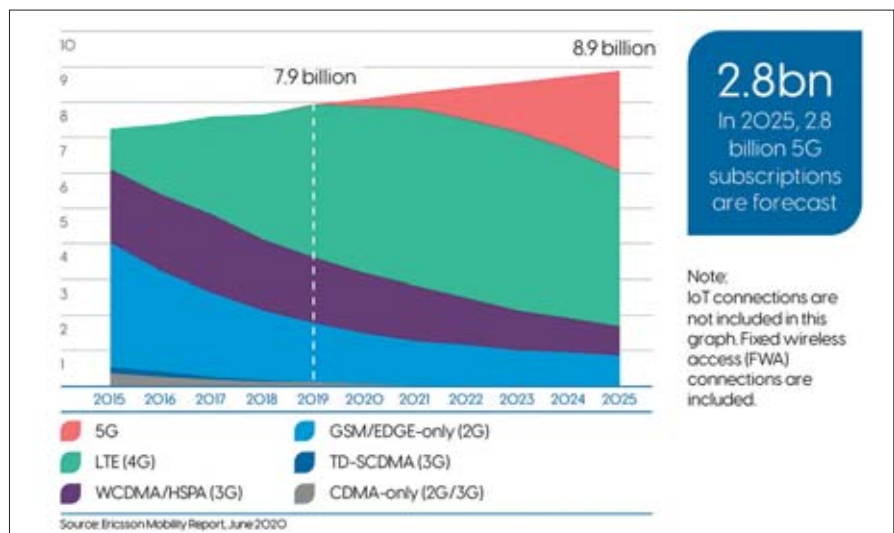
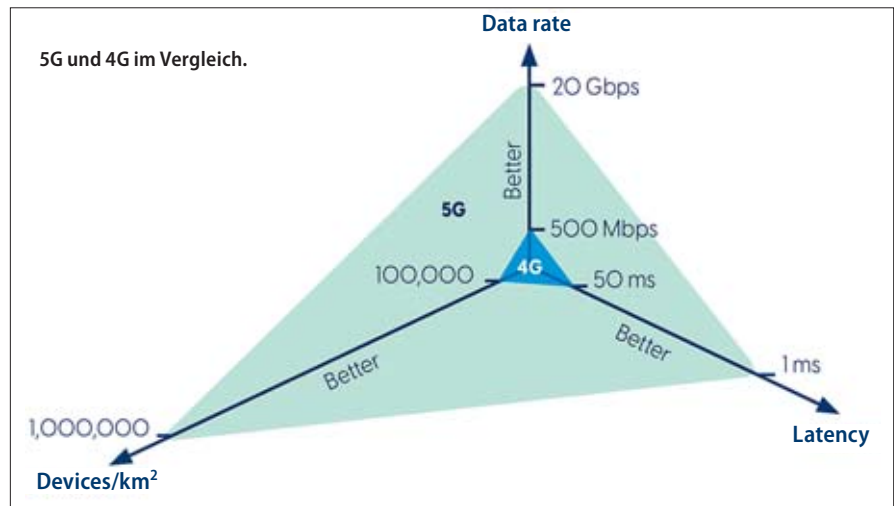
Um für die Verbraucher langfristig relevant zu bleiben, geht Harman davon aus, dass ein aktuelles, vernetztes Auto bis zu 18 Antennen benötigen könnte. Dies stellt eine große Herausforderung für das Design dar. Als Teil der 5G-ready-Strategie wird OEMs daher eine 5G-fähige konforme Multiband-Antenne für die TCUs angeboten. Diese kann aktuell bereits bis zu 14 reguläre Antennen aufnehmen und ist eine Technologieoption für alle zukünftigen Automodelle, deren zahlreiche mobilfunkbasierte Services jeweils eine dedizierte Antenne erfordern.

Als willkommener Nebeneffekt wird das konforme Antennenpaket die „Haifischflossen“-Dachantennen heutiger Autos überflüssig machen und den Fahrzeugdesignern eine saubere Oberfläche für zukünftige Automodelle bieten. Die Antenne wird unter der Fahrzeugkarosserie montiert und führt so zu einer verbesserten Ästhetik und effizienteren Aerodynamik. Es ist zu erwarten, dass die sichtbare Antenne ab den Automodellen des Jahres 2022 verschwinden wird.

Ein weiterer Teil der Konnektivitätssuite ist die neueste Software Turbo Connect (TBOT). Sie befindet sich in der TCU, in straßenseitigen Knotenpunkten, der Edge sowie in der Cloud und ist eine wichtige Brückentechnologie zwischen 4G und 5G. TBOT prognostiziert und optimiert die verfügbaren Konnektivitätsoptionen und passt dann die Bandbreiten- und Latenzanforderungen von leistungsintensiven Anwendungen wie Live-Streaming, Videokonferenzen oder Gaming an. Dies ermöglicht ein unterbrechungsfreies Konnektivitätserlebnis auch in Gebieten, in denen 5G nicht verfügbar ist.

OEMs profitieren mehrfach

Neue Fahrzeugmodelle mit einer vorinstallierten 5G-ready-Technologie können mit Over-the-Air (OTA) aufgerüstet werden, wann immer sich der OEM oder Kunde dafür entscheidet und sind somit zukunftssicher. Und selbst aktuelle



Aktuellen Studien zufolge gehen die meisten großen Unternehmen, die im 5G-Sektor tätig sind, davon aus, dass 5G bis 2026 weltweit verbreiteter sein wird als 4G.

4G-NADs (Network Access Devices) sind auf neuen Frequenzbändern, die ab 2026 verfügbar sein werden, 5G-fähig. Auf diese Weise minimieren OEMs Investitionsrisiken und gewinnen finanzielle und planerische Sicherheit. Dies ist vor allem für kleinere Hersteller wichtig, die das Timing ihrer Investitionen im Hinblick auf die Markterlöse präzise planen müssen, aber auch für große Hersteller, die 5G auch in ihren Mittelklassefahrzeugen anbieten wollen. Mit 5G-ready-Technologien können OEMs ihre Fahrzeugkonfigurationen auf unterschiedliche Kosten- und Anwendungsbedürfnisse zuschneiden und durch die Möglichkeit der OTA-5G-Aktivierung auch nach dem Verkauf zusätzliche Umsätze generieren.

Die 5G-Zukunft beginnt 2021

Viele deutsche Automobil-Hersteller setzen voll auf 5G-Technologie und passen

sich schneller an als die Netzbetreiber oder die Regierung. Infolgedessen überholen die deutschen Automobilhersteller ihre Konkurrenz und sind derzeit sogar weltweit führend bei der 5G-Konnektivität. Im Juli 2021 wird mit der Weltpremiere des BMW iX SUV das allererste vollständig 5G-fähige Automobil auf den Markt kommen.

Da Harman gemeinsam mit seinem Mutterkonzern Samsung ein langjähriger Entwicklungspartner der BMW Group sind, ist der iX mit 5G-fähiger Technologie des Unternehmens ausgestattet. Ab Juli können Kunden dann davon ausgehen, dass alle neuen deutschen Premium-Automodelle 5G-fähig sein werden. (neu, na) ■

Autor

Vishnu Sundaram
Senior Vice President of
Telematics, Harman





ESD-Schutzsysteme für Automotive-Ethernet

SEED-Simulationen helfen bei der Entwicklung von Open-Alliance-konformen Schutz

Die zu verarbeitende Datenmenge im Fahrzeug steigt und damit auch die Anforderungen an das Automotive-Ethernet. Elektrostatische Entladung und Robustheit sind Faktoren, die Entwickler bei ihrem Design beachten müssten. Mithilfe der SEED-Simulation können sie ihre Designs testen.

Autoren: Sergej Bub, Lukas Droemer, Andreas Hardock

Neue Trends und Technologien haben zur Folge, dass elektronische Systeme immer mehr Daten im Auto verarbeiten und übertragen müssen. Entwickler und Entscheider befürchten, dass die Kosten für den Kabelbaum und die Elektronik steigen werden und schon bald 40 Prozent der Produktionskosten eines Autos ausmachen könnten. Die Umstellung vom Kabelbaum zu einem hierarchischen, homogenen Netzwerk und einer Zonen-Architektur soll einerseits die Kosten und das Gewicht der Verkabelung reduzieren, andererseits aber auch die steigenden Anforderungen hinsichtlich hoher Datenraten, Datensicherheit und Flexibilität erfüllen. Um zukünftige Herausforderungen, die mit diesem neuen Netzwerkdesign einhergehen, zu bewältigen, ist Automotive Ethernet unverzichtbar.

An der flächendeckenden Einführung und Standardisierung von Ethernet-basierten Netzwerken im Automobil arbeiten große Autohersteller und Zulieferern in der gemeinnützigen OPEN (One-Pair Ethernet) Alliance Special Interest Group (SIG) zusammen. Darüber hinaus gewinnen die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Netzbetriebs zunehmend an Bedeutung. Wenn es um die Robustheit auf Systemebene geht, spielen sowohl diskrete ESD-Schutzbauteile als auch das Systemdesign eine entscheidende Rolle. Dabei müssen Autohersteller die Anforderungen, die in den OPEN Alliance Standards festgelegt sind, berücksichtigen. Eine grundlegende Herausforderung beim ESD-Design ist die Vorhersage der Robustheit auf Systemebene. Ein weit verbreiteter Irrtum ist, dass die Robustheit auf Systemebene von der Robustheit einzelner Komponenten abhängt. Tatsächlich ist sie von mehreren Faktoren abhängig:

- Robustheit des schwächsten Bauteils im System (meistens ein zu schützendes PHY).
- Eigenschaften des Schutzbauteils.
- Eigenschaften anderer Elemente im Signalpfad.
- Von der Leiterplatte und der Verkabelung ausgehende Parasitäreffekte.

Das SEED-Konzept betrachtet alle diese Faktoren in ihrer Gesamtheit und fasst sie in einer Ersatzschaltung zusammen, die sich wie eine gewöhnliche Schaltung simulieren lässt. Dadurch ist eine Vorhersage der Robustheit auf Systemebene möglich. Zur Simulation der Schutzwirkung verbinden Entwickler die Ersatzschaltungsdarstellung des Systems einschließlich des PHY (Physical Layer Interface, Bitübertragungsschicht des Transceivers) mit einem Modell des Schutzbauteils. Für die Systemsimulation lassen sich neben SPICE auch andere Simulationstools wie Verilog-A oder kundenspezifische Modelle auf der Basis von Netzwerk-Parameterblöcken kombinieren.

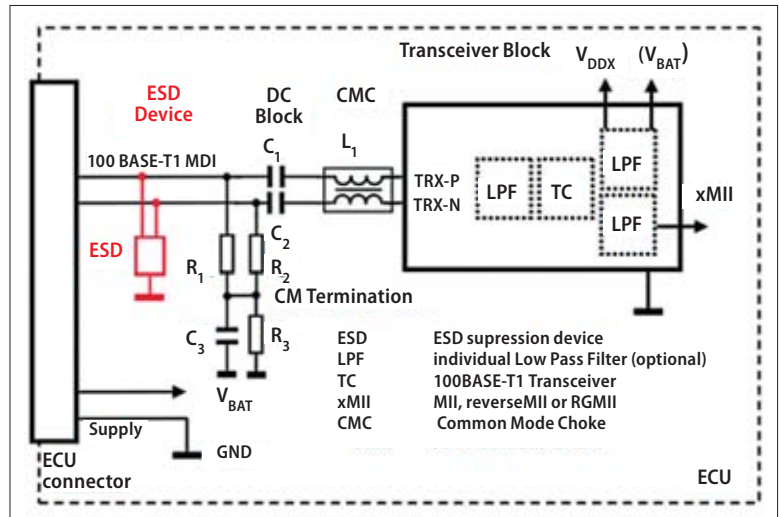


Bild 1: Die von der OPEN Alliance SIG (2019) empfohlene Anordnung des ESD-Schutzbauteils vor der 100BASE-T1-MDI-Schnittstelle.

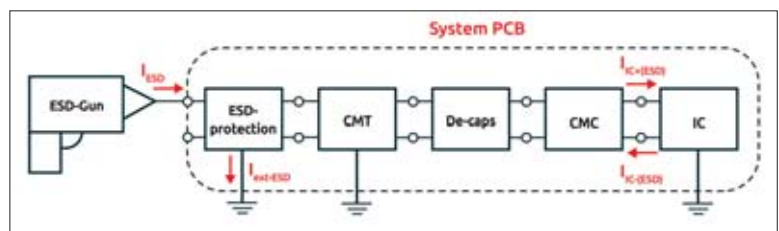


Bild 2: Ersatzschaltbild des SEED-Modells der Referenzschaltung für den ESD-Discharge-Current-Measurement-Test.

Ein Hauptziel der OPEN Alliance SIG ist die breite Anwendung der bestehenden IEEE-100BASE-T1- und 1000BASE-T1-Physical-Layer-Spezifikationen, ergänzt durch zusätzliche Spezifikationen für Konformität und Interoperabilität. Bei früheren Automotive-Ethernet-Implementierungen wurde den PHY-Anbietern empfohlen, alle erforderlichen diskreten ESD-Schutzvorrichtungen zwischen CMC (Common-Mode-Choke, Gleichtaktdrossel) und PHY zu platzieren. In der von der OPEN Alliance vorgeschlagenen Anordnung der ESD-Schutzbauteile innerhalb des 100BASE-T1-MDI-Netzwerks (Bild 1) ist das ESD-Schutzbauteil unmittelbar hinter dem Steckverbinder platziert, wodurch nicht nur der PHY, sondern auch

Eck-DATEN

Neue Trends in der Automobilindustrie erhöhen die Informationsverarbeitung in den Autos der Zukunft enorm. Das hat zur Folge, dass zu den klassischen Protokollen eine Ergänzung notwendig ist. Mit Automotive Ethernet ist eine adäquate Protokoll-Lösung verfügbar, die auf der Hardware-Ebene aber zusätzliche Herausforderungen mit sich bringt. Unter anderem sind zur Gewährleistung der Hardwaresicherheit neuartige ESD-Schutzbauteile erforderlich. System-Efficient ESD Design (SEED) ist ein neuer Ansatz zur ESD-Simulation auf der Systemebene, der es ermöglicht, neue Schutzbauteile zu entwickeln. Erstmalig ist es jetzt auch möglich eine ESD-Simulation auf Systemebene durchzuführen, die eine Anpassung aller Schaltungskomponenten aufeinander bereits in der Konzeptphase der Entwicklung erlaubt und somit den strengen Anforderungen der Automobilindustrie genügt.

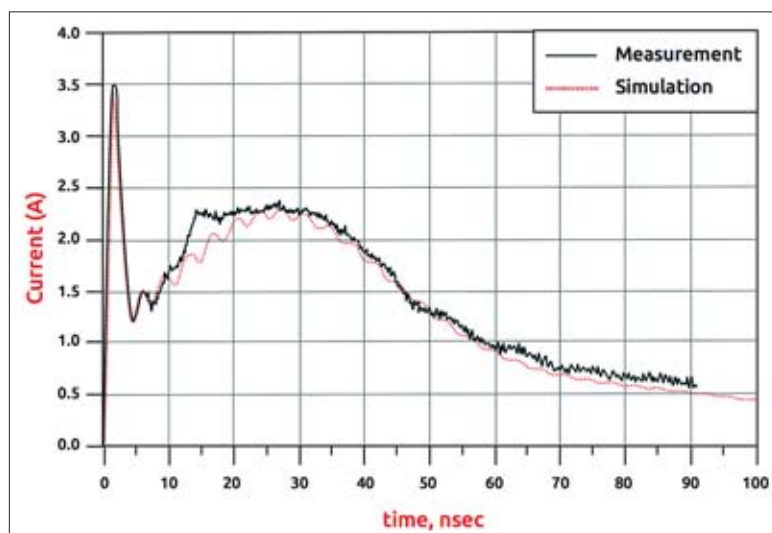


Bild 3: Simulierte (rot) und gemessene (schwarz) Stromverläufe.

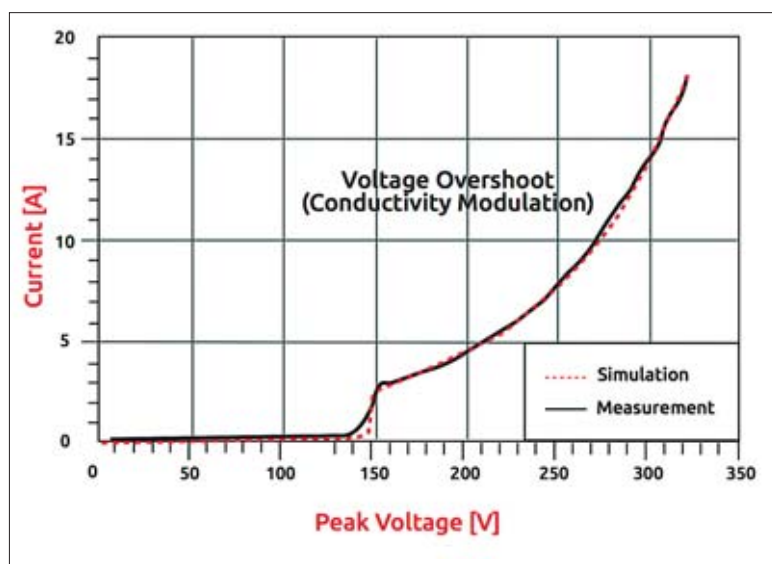


Bild 4: Simuliertes und gemessenes Verhalten (Spitzenspannung und Strom) des ESD-Schutzbauteils.

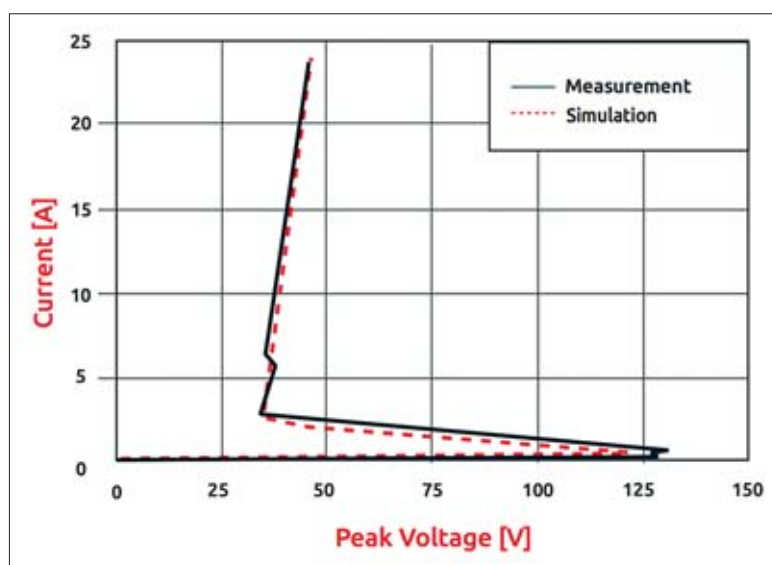


Bild 5: Messdaten aus dem Referenz-Board und SEED-Simulationsergebnisse im Vergleich.

die Gleichtaktdrossel (CMC) und alle vorgeschalteten passiven Bauteile geschützt werden. Diese Schaltungsanordnung leitet elektrostatische Entladungen fernab der Hauptbeschaltung direkt nach Masse ab.

In dem Dokument „IEEE 1000BASE-T1 EMC Test Specification for ESD Suppression Devices“ schlägt die OPEN Alliance unter anderem einen als „ESD Discharge Current Measurement“ bezeichneten Test vor, der eine Abschätzung der ESD-Robustheit auf Systemebene erlaubt. Der Test misst den in PHY1 hineinfließenden Reststrom und ermittelt die ESD-Robustheitsklasse gemäß den Testbedingungen des Human-Body-Modells.

Im Rahmen der Entwicklung des branchenweit ersten OPEN-Alliance-konformen, Silizium-basierten ESD-Schutzes für 100/1000BASE-T1-Automotive-Ethernet-Systeme simulierte Nexperia den ESD-Entladestrom-Test mit dem SEED-Verfahren. Mithilfe dieser Simulation konnte Nexperia untersuchen, wie diverse Parameter, darunter die parasitäre Induktivität des externen ESD-Schutzbauteils sowie dessen Ansprech- und Snap-Back-Verhalten, die ESD-Robustheit auf Systemebene beeinflussen. Dieser Ansatz ermöglicht es Entwicklern auch das elektromagnetische Stress-Niveau vorherzusagen, dem andere passive Bauteile während eines ESD-Ereignisses ausgesetzt sind.

Bild 2 zeigt das Ersatzschaltbild des SEED-Modells der Referenzschaltung für den ESD-Discharge-Current-Measurement-Test. Es umfasst ein externes ESD-Schutzbauteil, die Bauteile zur Gleichtakt-Terminierung (CMT), ein Entkopplungsnetzwerk, eine Gleichtaktdrossel und ein 100BASE-T1-PHY (IC). Bild 6 zeigt das ausgeführte Test-Board.

Die Gleichtaktdrossel (CMC) enthält zwei gekoppelte Induktivitäten (hier 200 μH @ 100kHz) in einem gemeinsamen Gehäuse. Auch das ESD-Schutzbauteil kann zwei gepaarte Schutzbauteile für beide Leitungen in einem gemeinsamen Gehäuse vereinen. Alternativ lassen sich auch separate Schutzbauteile verwenden, die jeweils nur eine Leitung schützen. Ein 2- Ω -Widerstand dient als Ersatzschaltung für das PHY und der 50- Ω -Widerstand minimiert den Aufwand für die Messung des IC-Stroms. Das zwischen der CMC und den externen ESD-Schutzbauteilen angeordnete CMT-Netzwerk besteht aus vier diskreten Bauteilen plus zwei 100-nF-Entkopplungskondensatoren. Der Eingang des Test-Boards ist direkt mit dem ESD-Schutzbauteil verbunden.

Das auf die typischen statischen und dynamischen Eigenschaften des Bauteils abgestimmte Modell ist als eine Ersatzschaltung implementiert, bestehend aus diskreten Elementen, kontrollierten Quellen und Regelkreisen sowie S-Parameter-Blöcken.

Bild 3 zeigt die Übereinstimmung zwischen den simulierten und den gemessenen Stromverläufen eines

You CAN get it...

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



PCAN-MiniDiag FD

Handheld zur grundlegenden Diagnose von CAN- und CAN-FD-Bussen. Messung der Bitrate, Terminierung, Buslast und Pegel am D-Sub-Anschluss.

290 €



PCAN-Router Pro FD

Frei programmierbarer 6-Kanal-Router für CAN und CAN FD mit I/O und Datenlogger. Auslieferung inkl. Entwicklungspaket mit Beispielen.

ab 980 €



PCAN-USB Pro FD

High-Speed-USB 2.0-Interface für die Anbindung von bis zu 2 CAN-FD- und 2 LIN-Bussen mit galvanischer Trennung.

490 €

Alle Preise verstehen sich zzgl. MwSt., Porto und Verpackung. Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.

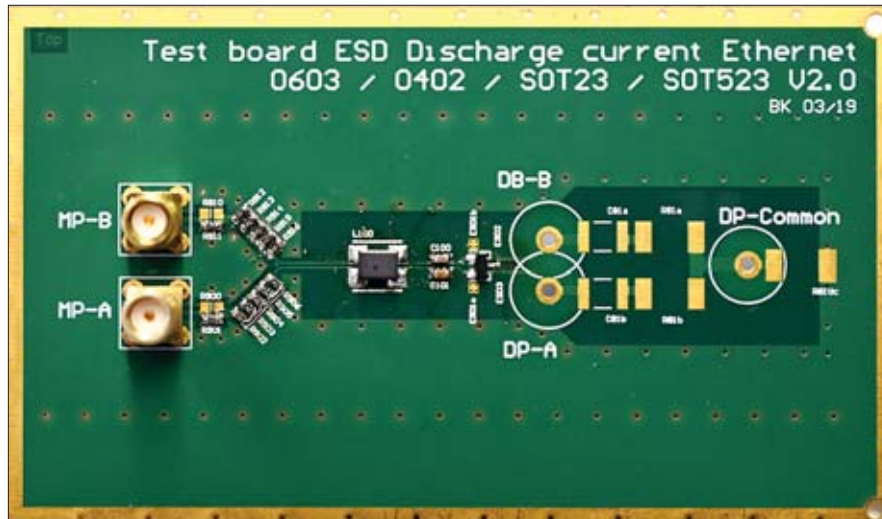
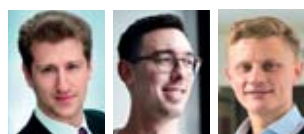


Bild 6: Test-Board wie beschrieben in Bild 2.

2-kV-ESD-Pulses sowohl im Bereich des ersten als auch des zweiten Peaks. Mit diesem Ergebniss können Entwickler nun jedes einzelne Element des SEED-Modells – Entkopplungs- und Terminierungs-Netzwerk, CMC und ESD-Schutzbauteile – auf das elektrische Verhalten individuell evaluieren. Bild 4 zeigt dies am Beispiel des ESD-Schutzbauteils. Hier sind das gemessene und das simulierte Verhalten der Spitzenspannung und des Stroms des externen, Silizium-basierten ESD-Schutzbauteils bei TLP-Pulsen (Transmission Line Pulse) mit einer Anstiegszeit von 1 ns simuliert. Danach wurde das vollständige Modell (Bild 2) anhand von Messdaten validiert, die ein Referenz-Board mittels TLP mit und ohne externes ESD-Schutzbauteil erfasst. Das TLP-Diagramm des Referenz-Boards mit externem ESD-Schutz (Bild 5) zeigt die Mess- und SEED-Simulationsergebnisse im Vergleich. Es ist eine Übereinstimmung zu sehen, die beweist, dass das zugrundeliegende SEED-Modell nicht nur zur qualitativen, sondern auch zur quantitativen Vorhersage der Robustheit auf Systemebene geeignet ist.

Eine elektrostatische Entladung kann überall dort auftreten, wo eine Person oder Bauteile ein elektrostatisch aufgeladenes Objekt berührt. Dies können Entwickler testen, indem sie einen ESD-Pulse nach IEC61000-4-2 in das System injizieren. Auch hier liefert die SEED-Simulation eine hervorragende Übereinstimmung mit den Messdaten. Nach diesem Konzept hat Nexperia die erste uneingeschränkt

OPEN-Alliance-konforme ESD-Schutzlösung für 100/1000BASE-T1-Ethernet entwickelt. Silizium-basierte Schutzbauteile bieten einen besseren ESD-Schutz – bis 30 kV – als ältere Technologien wie Varistoren, deren Eigenschaften sich im Laufe der Zeit verschlechtern. Sie tragen dadurch zu einer signifikant höheren Robustheit auf Systemebene bei. Die ESD-Schutzbauteile im kompakten SOT23-Gehäuse PESD2ETH1G-T und PESD2ETH100-T sind ausgelegt für aktuelle Ethernet-Schnittstellen im Automobil. Zusätzlich arbeitet Nexperia an weiteren ESD-Produkten für Multigigabit-Ethernet Anwendungen. Hier rücken neben den ESD auch Signalintegritätsanforderungen in den Vordergrund. Dies hat zur Folge, dass beispielsweise das Package eine zentrale Rolle einnimmt. Mit DFN-Packages (Discretes Flat No-leads) bietet Nexperia auch hier Lösungen. Diese kompakten Packages haben kleinere Streueinduktivitäten und -kapazitäten und bieten großen Vorteil bei der Signalintegrität. (prm) ■



Autoren

Sergej Bub

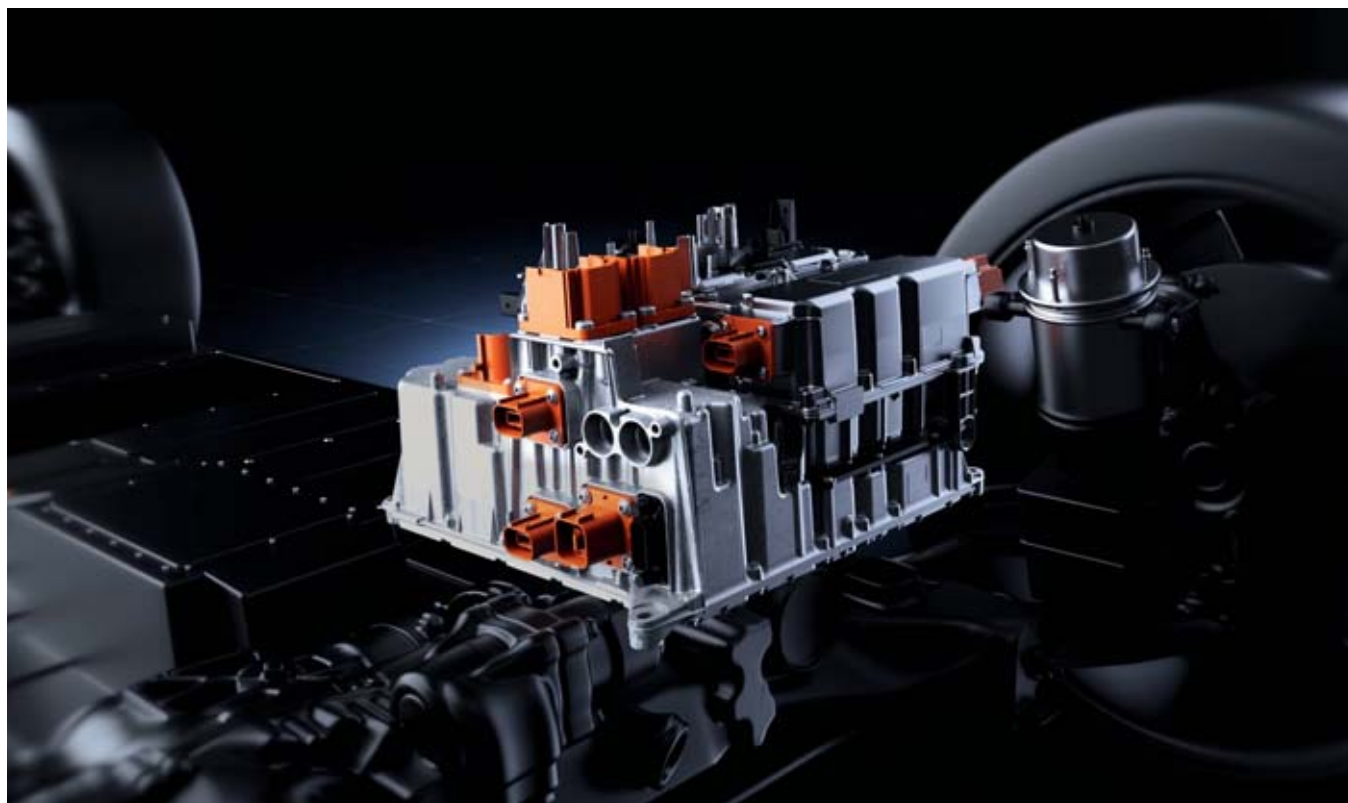
System Level ESD Expert bei Nexperia

Lukas Droemer

Product Manager bei Nexperia

Andreas Hardock

Application Marketing Manager bei Nexperia



Booster für die Elektromobilität

Schnelles Laden von 800-V-Fahrzeugen auch an 400-V-Ladesäulen

Die Infrastruktur an 400-V-Ladesäulen wurde in Europa in den letzten Jahren massiv ausgebaut. 800-V-Fahrzeuge gehen dabei jedoch leer aus, denn so ohne Weiteres lässt sich ihre Batterie nicht an 400-V-Ladesäulen „auftanken“. Anders wird dies mit einem speziell dafür entwickelten Hochvoltbooster.

Autor: Dr. Joachim Wagner

Der Hochvoltbooster von Preh ermöglicht das Schnellladen von 800-V-Fahrzeugen an herkömmlichen Ladesäulen mit 400 V. Die gelieferten 400 V werden mit einer Leistung von bis zu 150 kW auf 800 V „geboostet“. Im Ergebnis bedeutet dies, dass sich die Fahrzeugbatterie in etwas mehr als 35 Minuten von fünf Prozent auf bis zu 80 Prozent aufladen lässt. Damit steht Fahrern von 800-V-Fahrzeugen die breit gefächerte 400-V-Ladeinfrastruktur zur Verfügung.

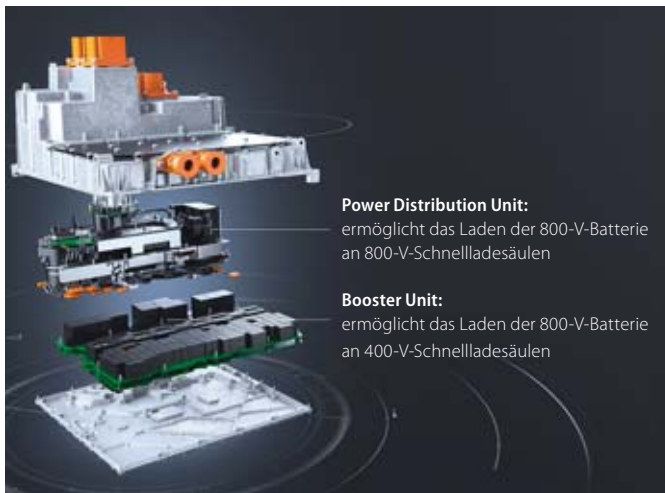
Technische Details des Hochvoltboosters

Der Hochvoltbooster von Preh ist ein klassischer Resonanzwandler, der die Ladesäulenspannung von 400 V auf 800 V anhebt und in den zwei Leistungsklassen 50 kW und 150 kW verfügbar ist. Durch seine spezielle Topologie bringt es der Booster auf einen Wirkungsgrad von über 97 Prozent. Das Erreichen eines

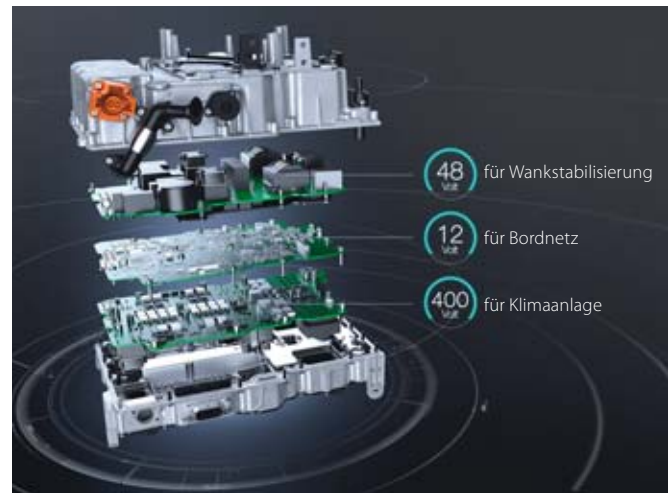
derartigen Wirkungsgrades erfordert auch die Entwicklung und das Testen von geeigneten Software-Algorithmen für die interoperable Nutzung von allen weltweit verfügbaren DC-Ladesäulen.

Weltweit sind die landesspezifischen Normen für Schnellladesäulen bei den Lade- und Kommunikationsprotokollen wie CCS, CHAdeMo oder GB/T Standard unterschiedlich. Zusätzlich aber gestalten sich je nach geographischer Lage auch die Themen Ladekabel-Vorladung, Isolationsüberwachung oder PE-Plausibilisierung und – Symmetrierung unterschiedlich und erfordern den Einsatz intelligenter Software-Algorithmen. Preh bietet hierfür eine weltweit interoperable Lösung mit einer generischen Software und der gleichen Hardware an, die in Feldversuchen an allen gängigen Schnellladesäulen erprobt wurde.

Die Booster-Architektur hat zwei weitere Vorteile: Zum einen lässt sich mittels eines 150-kW-Boosters



Der Hochvolt-Booster ist ein klassischer Resonanzwandler, der die Ladesäulenspannung von 400 V auf 800 V anhebt.



Das Herzstück des DC/DC-Wandlers bildet eine leistungsstarke Recheneinheit zur Steuerung der Power-Funktionen.

an Schnellladesäulen, die auf maximal 750 V limitiert sind (zum Beispiel in China), die 800-V-Antriebsbatterie ohne Zeitverlust durch Umschalten tatsächlich auf 100 Prozent durchladen. Zum anderen sind die elektrischen Verbraucher des Fahrzeugs während des Ladevorgangs unterbrechungsfrei mit Spannung versorgt, weil die 800 V stabil aufrechterhalten werden können.

Dreistufige Gleichspannungswandlung

Zum Einsatz kommt die Gleichspannungswandlung auch in einem Multiwandler für einen elektrischen Sportwagen. Der Wandler transformiert die 800 V dabei in drei unterschiedliche Spannungen: 48 V, 12 V und 400 V. Die 48-V-Spannung dient zur Versorgung der Wankstabilisierung. Hier arbeitet das System bidirektional, da mittels Rekuperation auch eine Rückwandlung der 48 V in 800 V erfolgt. Die 12-V-Spannung dient der Versorgung des Bordnetzes und die Spannung von 400 V betreibt den elektrischen Klimakompressor.

Bauweise des DC/DC-Wandlers

Der dreistufige DC/DC-Wandler wurde auf kleinstem Bauraum realisiert. Da kleine Bauräume kaum Platz für EMV-Vermeidungsmaßnahmen lassen, bestand eine der Herausforderungen darin, das Entstehen von EMV-Störungen zu minimieren. Daher kommen pro Stufe Resonanzwandler zum Einsatz, die eine weiche und verlustfreie Spannungswandlung möglich machen und einen Wirkungsgrad von bis zu 96 Prozent erzielen.

Dieser Wirkungsgrad verringert die entstehende Abwärme entscheidend und ermöglicht eine kompakte Systemauslegung. Durch die gewählte Topologie bleiben die internen Spannungen unter 650 V, womit kostengünstige Si-MOSFETs in SMD-Bauweise Verwendung finden können und sich die Ampli-

tude des Ripplestroms klein halten lässt. Das Herzstück des Wandlers bildet eine leistungsstarke Recheneinheit, die das gesamte Multiwandler-System mittels intelligentem Ansteuerkonzept regelt. Sowohl Multiwandler als auch Hochvolt-Booster finden auf kompaktem Bauraum Platz und lassen sich platzsparend zusammen in den E-Antriebsstrang integrieren. Die Zuverlässigkeit solcher Komponenten wird bei Preh in einem eigenen 250-kW-Hochleistungsprüflabor sichergestellt. Hier kann der Zulieferer am Stammsitz in Bad Neustadt Umwelteinflussimulationen sowie mechanische, elektrische und Lebensdauerprüfungen vornehmen.

Ausblick

In Entwicklung befindet sich eine nächste Generation des Hochvoltboosters, wobei hier insbesondere auf ein modulares Plattformkonzept mit Gleichteilen fokussiert wird. In der nachfolgenden Generation des Gleichspannungs-Multi-Wandlers liegt ein Entwicklungsschwerpunkt auf der weiteren Erhöhung der Leistungsdichte, bei nochmals optimiertem Bauraum. Auch in der Weiterentwicklung befindet sich das Batteriemanagement, das sich in seiner jetzigen Version bereits in der Serienfertigung befindet und in diversen Hybridfahrzeugen auf der Straße ist und auch in Flurförderfahrzeugen zum Einsatz kommt. Zukünftige Meilensteine sollen unter anderem auch eine 11-kW-On-Board-Charger-Lösung sein, die in der Lage ist, bidirektionale Lademöglichkeiten für Vehicle-to-Grid (V2G) und Vehicle-to-Load (V2L) zu bieten sowie die Weiterentwicklung der Wireless-Charging-Lösungen mit 11 kW. (na)

Autor

Dr. Joachim Wagner

Head of Pre-Development E-Mobility
bei Preh



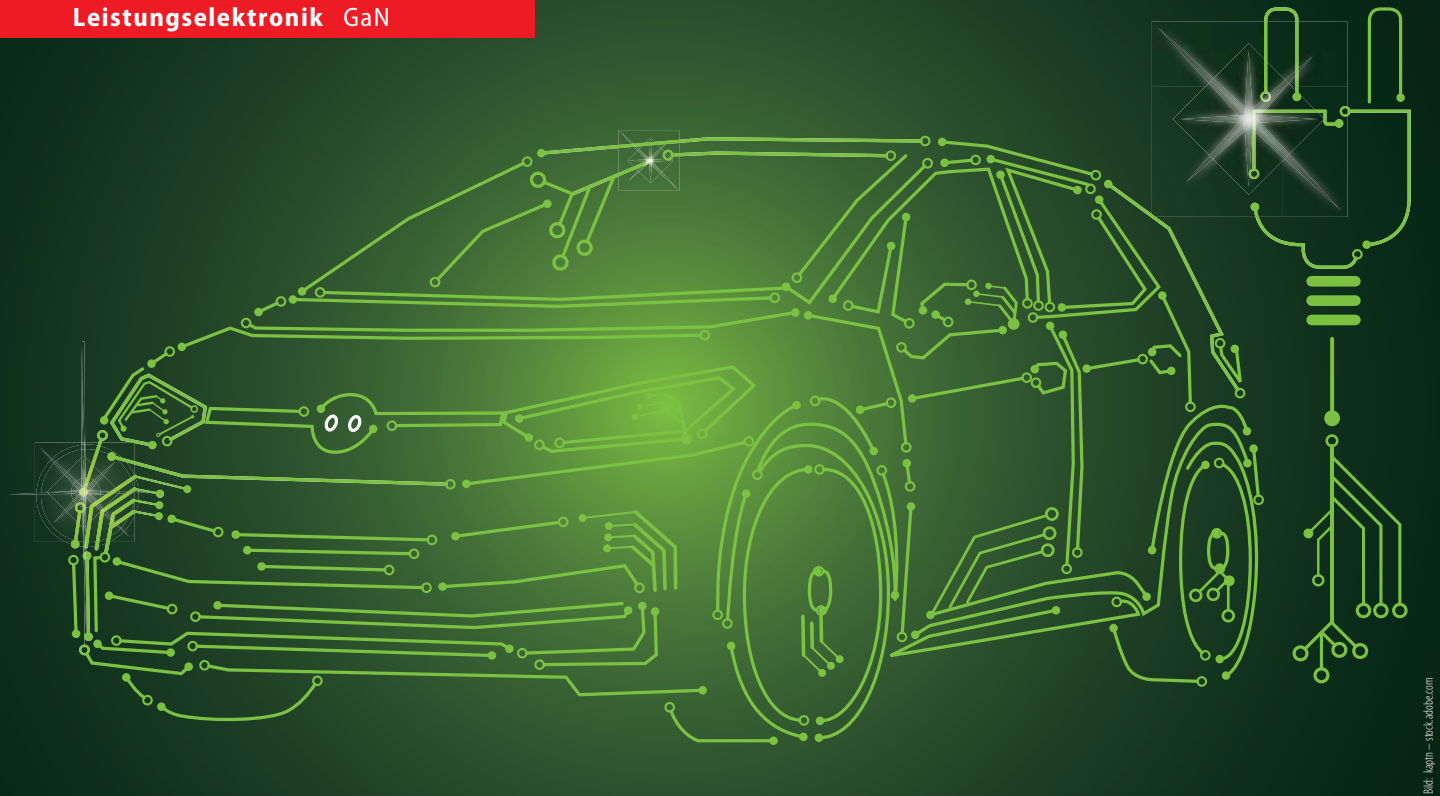


Bild: kpm - stock.adobe.com

Weniger Verluste im OBC

GaN-FETs im E-Auto: Design-Herausforderungen bei hohen Frequenzen

Beim Bordladegerät (OBC) von Elektrofahrzeugen tut sich technisch derzeit einiges. Höhere Laderaten haben zu einer Leistungsanhebung von 3,6 kW auf 22 kW geführt. Gleichzeitig muss der OBC allerdings auch in den vorhandenen Einbauraum passen, und er darf die Bauelemente nicht überhitzen. Dies ist mit GaN-FETs auch heute schon realisierbar.

Autor: Ramanan Natarajan

Die Bordladegeräte von EVs erlauben es den Anwendern, die Batterie direkt aus dem Wechselstromnetz zu laden. Die Notwendigkeit zur Steigerung der Laderaten hat zu einer Leistungsanhebung von 3,6 kW auf 22 kW geführt, aber gleichzeitig muss die OBC-Einheit in den vorhandenen Einbauraum passen und vom Fahrzeug stets mitgeführt werden, was den Aktionsradius nicht schmälern darf. Gleichzeitig gibt es Bestrebungen, die Leistungsdichte der Bordladegeräte zu erhöhen, nämlich von derzeit weniger als 2 kW/l auf über 4 kW/l.

Die Bedeutung der Schaltfrequenz

Der OBC ist ein geschalteter Leistungswandler, dessen Gewicht und Volumen zu einem großen Teil auf passive Bauelemente mit den entsprechenden Kühlkörpern entfällt. Der Einsatz kleinerer passiver Bauelemente wird durch eine Erhöhung der Schaltfrequenz möglich, jedoch nehmen hierdurch auch die Verluste in den schal-

tenden Bauelementen zu, zu denen beispielsweise Leistungs-MOSFETs und IGBTs gehören. Da beim Verkleinern der Abmessungen weniger Oberfläche zum Abführen der Wärme zur Verfügung steht, müssen die Verluste sinken, um die Bauelemente auf derselben Temperatur zu halten. Die höhere Leistungsdichte verlangt nach einer gleichzeitigen Anhebung von Schaltfrequenz und Wirkungsgrad.

Genau hierin liegt die Herausforderung, mit der auf Silizium basierende Leistungsbausteine ihre Probleme haben. Ein Erhöhen der Schaltgeschwindigkeit senkt grundsätzlich die beim Schalten entstehenden Energieverluste. Diese Geschwindigkeitssteigerung ist notwendig, da sich sonst die Frequenz nicht über eine bestimmte Obergrenze hinaus anheben lässt.

Besondere Vorteile von GaN

Die geringe Gatekapazität von GaN lässt bei harten Schaltvorgängen ein schnelle-

res Ein- und Ausschalten zu, was die Übergangsverluste verringert. Die Gateladungsgütezahl von GaN beträgt 1 nC·Ω. GaN ermöglicht eine niedrige Ausgangskapazität und erlaubt damit schnelle Drain-Source-Übergänge beim sanften Schalten, und dies insbesondere bei niedrigen Last- bzw. Magnetisierungsströmen. Ein typischer GaN-FET etwa kommt auf eine Ausgangsladungsgütezahl von 5 nC·Ω, während es bei Silizium 25 nC·Ω sind. Dies gibt Designern die Möglichkeit, kurze Totzeiten und geringe Magnetisierungsströme zu verwenden, was wiederum notwendig ist, um die Schaltfrequenz zu steigern und die zyklischen Verluste zu verringern.

Im Unterschied zu Leistungs-MOSFETs auf Si- und SiC-Basis weist ein GaN-Transistor in seiner Struktur keine Body-Diode auf, sodass keine Sperrverzögerungsverluste auftreten. Hierdurch sind neue, sehr effiziente Architekturen wie etwa brückenlose Totem-Pole-Leistungsfaktor-

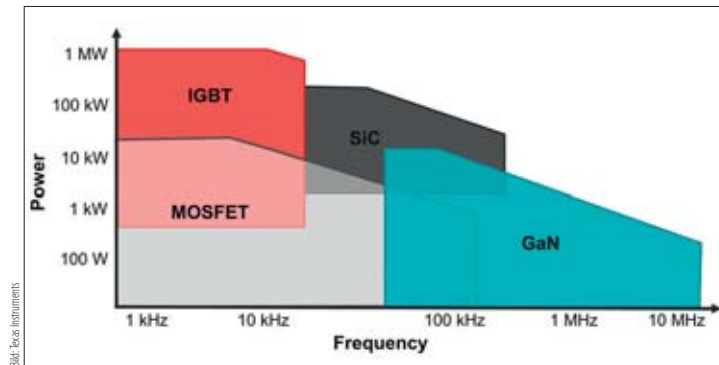
Korrekturstufen auch mit Leistungen von mehreren Kilowatt realisierbar (Bild 1).

Design-Herausforderungen

Die typischen Anstiegs- und Abfallzeiten von 10 ns verlangen beim Schalten von mehreren hundert Volt nach sorgfältigem Design, um die unerwünschten Auswirkungen parasitärer Induktivitäten zu unterbinden. Die Common-Source- und Gateschleifen-Induktivität zwischen FET und Treiber sind in verschiedener Hinsicht kritisch. Die Common-Source-Induktivität limitiert die Steilheit der Drain-Source-Spannungsflanken (dV/dt) und der Stromflanken (dI/dt), was die Schaltgeschwindigkeit verringert und die Überschneidungsverluste beim harten Schalten ebenso erhöht wie die Übergangszeiten beim sanften Schalten.

Die Gateschleifen-Induktivität begrenzt die Steilheit der Gatestrom-Flanken (dI/dt), was ebenfalls die Schaltgeschwindigkeit reduziert und zu höheren Überschneidungsverlusten beim harten Schalten führt. Zu den weiteren negativen Auswirkungen gehört die erhöhte Empfindlichkeit gegen unerwünschtes Einschalten aufgrund des Millereffekts, was das Risiko für höhere Verluste birgt und für das Design die Herausforderung mit sich bringt, die übermäßige Spannungsbelastung des Gate-Isolators zu minimieren. Letztere beeinträchtigt die Zuverlässigkeit, sofern keine geeigneten Gegenmaßnahmen getroffen werden.

Entwickler können hier auf Ferritperlen und Dämpfungswiderstände zurückgreifen, die jedoch die Schaltgeschwindigkeiten verringern und damit der angestrebten



GaN-Bauelemente bringen hohe Frequenzen in Anwendungen wie On-Board-Charger im EV. Damit fallen passive Bauelemente kleiner aus, und die Verluste sinken deutlich.

Frequenzsteigerung zuwiderlaufen. GaN- und SiC-Bauelemente sind grundsätzlich an hohe Frequenzen anpassbar, aber es sind auf der Systemebene weitere technische Herausforderungen zu überwinden, um ihre Vorteile vollständig auszuschöpfen. Ein sorgfältig entwickeltes Produkt, bei dem die Aspekte der einfachen Anwendung, der Robustheit und der Designflexibilität berücksichtigt sind, beschleunigt die Akzeptanz der Technologie.

GaN-FET mit Treiber und PWM

Die vollständig integrierten 650-V-GaN-FETs von Texas Instruments sind dafür ausgelegt, die Wirkungsgrad- und Schaltfrequenz-Vorteile von GaN auszuspielen, ohne dass die Nachteile bezüglich des Designs und der Bauelemente-Auswahl in Kauf zu nehmen sind. Die Integration des GaN-FET und des zugehörigen Treibers auf engstem Raum in einem QFN-Gehäuse mit geringen Induktivitätswerten bewirkt eine entscheidende Verringerung der parasitären Gateschleifen-Induktivitäten, was Bedenken wegen einer möglichen Überlastung des Gates und eines

parasitären Einschaltens durch den Millereffekt ausräumt. Gleichzeitig sorgen die geringen Common-Source-Induktivitäten für hohe Schaltgeschwindigkeiten, was wiederum die Verluste senkt. In Verbindung mit den Echtzeit-Mikrocontrollern der C2000-Reihe (z. B. TMS320F2838x oder TMS320F28004x) ermöglicht der LMG3522R030-Q1 in Leistungswandlern Schaltfrequenzen von mehr als 1 MHz, wodurch sich die Größe der induktiven Bauelemente gegenüber Si- und SiC-Lösungen um 59 Prozent verringern lässt.

Drain-Source-Anstiegsgeschwindigkeiten von über 100 V/ns machen im Vergleich zu diskreten FETs eine Senkung der Schaltverluste um sieben Prozent möglich, während die Einstellbarkeit von 30 V/ns bis 150 V/ns ein Abwägen zwischen Wirkungsgrad und EMI zulässt, um die Risiken für das anschließende Produktdesign zu mindern. (na)

Autor

Ramanan Natarajan
Product Marketing Manager bei
Texas Instruments



Flüssigkeitskühlung für das Batteriemanagementsystem

- Kühlung des On-Board-Chargers
- Optimale Temperierung des Batteriemoduls
- Schutz vor Überhitzung des Batteriesystems
- Projektspezifische Dimensionierung
- Einbindung in bestehende Kühlkreisläufe möglich

CTX THERMAL
SOLUTIONS





Bild: measy - stock.adobe.com

Höhere Akkuspannung, kleinere BOM

750-V-SiC-FETs für die nächste Generation von E-Fahrzeugen

Die Leistungsvorteile von Bauelementen mit Wide-Bandgap-Prozesstechnologien sind mittlerweile anerkannt, und ihr Wert in Bezug auf die Fahrzeugelektrifizierung steht außer Frage. Mit weiteren Innovationen auf architektonischer Ebene besteht die klare Aussicht, dass sie den Betrieb von Elektrofahrzeugen noch effizienter gestalten und Verluste minimieren.

Autor: Anup Bhalla

Im Laufe des letzten Jahrzehnts war zu beobachten, wie Wide-Bandgap-Halbleitertechnologien entstanden und sich schließlich in bestimmten Anwendungsbereichen durchgesetzt haben, in denen sich ihre Leistungsvorteile als besonders wertvoll erwiesen.

Siliziumkarbid (SiC) ist das Paradebeispiel für die breite Adaption von Wide-Bandgap-Halbleitern und steht nun in den Startlöchern, um die Entwicklungen auf die nächste Stufe zu heben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bereits in einigen Aspekten des Designs von Elektrofahrzeugen (EVs) als ausschlaggebend erwiesen hat.

Der SiC-Faktor

Durch eine effizientere Leistungsumwandlung bei Elektrofahrzeugen lässt sich die Reichweite deutlich erhöhen. In Bezug auf On-Board-Ladegeräte (OBCs, On-Board Chargers) wird die Unterstützung höherer Spannungen erforderlich sein. FETs, die für 650 V ausgelegt sind, müssen Bauelementen mit höheren Spannungsparametern weichen, ohne dabei die zusätzlichen Kosten in Kauf nehmen zu müssen, die Bauelemente benötigen, welche für mehr als 900 V ausgelegt sind. Schließlich wird der eingesetzte Antriebswechselrichter durch Verbesserungen am Antriebsstrangsystem weniger Auswir-

kungen in puncto Kosten haben. Alle drei Elemente sind aus Verbrauchersicht von Interesse – und durch die Implementierung in ihre Fahrzeuge können sich Hersteller einen Wettbewerbsvorteil gegenüber ihren Konkurrenten verschaffen.

Neue Generation an SiC-Bauelementen

Durch architektonische Verbesserungen an SiC-Bauelementen wird es möglich sein, die Leistungsdichte zu erhöhen und einige der Leistungsverluste zu verringern, die in aktuellen EV-Systemen auftreten. Gleichzeitig dürfte es auch möglich sein, die Material-Kosten (BOM) des Systems

zu senken, so dass Elektrofahrzeuge zu attraktiveren Preisen positionierbar sind. Halbleiterhersteller müssen diese Verbesserungen innerhalb eines möglichst kurzen Zeitrahmens umsetzen.

In Anbetracht der Dringlichkeit, mit der praktikable Lösungen für die zuvor dargestellten Probleme gefunden werden müssen, hat UnitedSiC seine SiC-Technologie der vierten Generation (Gen 4) vorgestellt. UJ4C075018K4S ist ein AEC-Q101-konformer SiC-FET-Baustein, der für 750 V ausgelegt ist. Er verfügt über eine Trench-SiC-JFET-Struktur mit hoher Dichte. Der JFET wurde mit einem Niederspannungs-MOSFET, der auf Silizium (Si) basiert, kombiniert und bildet eine sogenannte Kaskode. Das JFET-Element ist sehr kompakt, wodurch ein extrem niedriger Einschaltwiderstand im Verhältnis zur belegten Fläche erreicht wird. Alternativ ließe sich über die Gen-4-SiC-Technologie ein FET mit kleineren Abmessungen einsetzen, wobei der Einschaltwiderstand auf einem akzeptablen Wert gehalten werden könnte, so dass ein Down-sizing erreichbar wäre.

Die Bodydiode des UJ4C075018K4S liefert sehr gute Werte, sowohl in Bezug auf den Vorwärtsspannungsabfall (V_{FSD}) als auch auf die Sperrverzögerungsladung (Q_{RR}). Der SiC-Die ist dünner, um seine elektrischen und thermischen Eigenschaften zu verbessern. Der Die wird dann auf einem Kupfer-Leiterrahmen befestigt, auf den ein Silber-Sintermaterial aufgebracht wird. Dessen Wärmeleitfähigkeit ist herkömmlichen Loten weit überlegen. All dies führt zu Verbesserungen beim Widerstand zwischen Sperrschicht und Gehäuse. Seine minimalen Gate-Ansteuerungsverluste bedeuten, dass dieser FET in weich schaltenden Anwendungen viel schneller schaltbar ist als herkömmliche Bauelemente, ohne dass die Gefahr einer Überhitzung der vorhandenen Gate-Ansteuerungs-ICs besteht.

Höhere Akkuspannungen möglich

Durch die Unterstützung des 750-V-Betriebs kommen die FETs besser mit höheren Akkuspannungen zurecht als die standardmäßigen 650-V-Bausteine. Das bedeutet, dass die besseren Leistungswerte erreicht werden können, ohne dass auf teurere Komponenten mit höheren

Technology	G4 SiC FET	SiC MOS1	SiC MOS2	SiC MOS3	SJ (fast)
Voltage Rating [V]	750	650	650	650	600
RdsA @25C (mohm-cm2) SiC	0.7	2.1	2.1	2.8	8
RdsA @125C (mohm-cm2) SiC	1.26	2.6	2.6	4.3	14.4
VTH	4.8	4.5	2.3	3.1	3
Preferred Gate drive	0 to 12V	0 to 18V	-4 to 15V	-5 to 18V	0 to 10V
Qg,V (uJ)t	0.36	1.13	3.57	3.73	2.51
VfSD (25C) [V] Nominal Current, VgsOff	1.6V(50A)	4V(38.3A)	5.4V(55.8A)	4.3V(50A)	1V
125C Rdson x Eoss [mOhm-uJ]	372	732.6	714	754	826.5
125C Rdson x Coss,tr [mOhm-nF]	8.7	12.1	8.8	13.7	108.2
VF x Qrr [V-uC]	0.17	0.96	2.33	1.59	1.56
Rdson, Nominal	18m	27m	15m	20m	15m

Quelle: UnitedSiC

Tabelle 1: UnitedSiC-750-V SiC-FETs im Vergleich zu aktuellen 650-V-SiC-MOSFET- und 600-V-Superjunction-FET-Optionen.

Spannungswerten (z. B. 900 V oder 1200 V) zurückzugreifen ist. In Tabelle 1 ist ein Vergleich der wichtigsten Leistungsparameter von diskreten Leistungshalbleitern verschiedener Hersteller zusammengestellt. Es handelt sich dabei um einen Si-basierten Superjunction-FET sowie mehrere 650-V-MOSFETs auf SiC-Basis. Obwohl der UJ4C075018K4S für eine weitaus höhere Spannung ausgelegt ist (100 V bis 150 V höher) als die anderen genannten Bauelemente, ist der Wert seines Einschaltwiderstands pro Flächeneinheit immer niedriger. Die 650V-SiC-MOSFETs haben um den Faktor 2 oder 3 höhere Werte als der UJ4C075018K4S, der Si-basierte FET ist eine ganze Größenordnung schlechter.

G4-SiC in EV-Anwendungen

Durch den Einsatz der G4-SiC-FETs mit ihren geringen Schaltverlusten und niedrigem Q_{RR} lässt sich die Front-End-PFC-Stufe mit deutlich höheren Frequenzen betreiben, als es die zunehmend veralteten IGBT-basierten Anordnungen vermögen – bis hin zu 100 kHz. Ebenso ist es möglich, wesentlich höhere Frequenzen auf die DC-DC-Stufe anzuwenden. Die Wirkungsgradverbesserungen bei diesem System haben Vorteile im Hinblick auf das Wärmemanagement. Hierbei ist weniger Entwicklungsaufwand notwendig und das BOM-Budget fällt kleiner aus, da weniger Wärme abzuführen ist.

Das Wechselrichterelement des Elektrofahrzeugs treibt den Antriebsstrang an und macht einen großen Teil der Gesamtkosten eines E-Fahrzeugs aus. Die meisten Hersteller von EV-Wechselrichtern untersuchen bereits aktiv SiC-basierte Lösungen. Durch den Einsatz von Wechselrichtern mit geringeren Gesamtabmessungen ergeben sich große Vorteile. E-Fahrzeuge werden damit auch aus finanzieller Sicht attraktiv. Das Gewicht des Fahrzeugs wird reduziert und durch die geringeren Verluste steigt auch seine Reichweite.

Obwohl größere Elektrofahrzeuge für den kommerziellen Einsatz SiC-FETs mit höheren Spannungen benötigen, gibt es viele Möglichkeiten für FETs mit 750 V, die in den Antriebsstrang von E-Fahrzeugen für die Privatnutzung integrierbar sind. Es hat sich gezeigt, dass die UnitedSiC-G4-SiC-FETs in diesem Zusammenhang die Best-in-Class IGBT-Module übertreffen, da sie weitaus geringere Verlustleistungen aufweisen und mit erheblich höheren Frequenzen arbeiten können. Weitere Vorteile sind deutlich geringere Gleichrichterverluste beim regenerativen Bremsen sowie eine Kurzschlussfestigkeit, die eher dem entspricht, was von IGBTs zu erwarten wäre. (na) ■

Autor

Anup Bhalla

VP Engineering bei UnitedSiC





Bild: Saxe - stock.adobe.com

Embedded Re-Usability

Ein Plattform-Ansatz mit Generatoren unterstützt Software-Baukästen

Generatoren-basierte Ansätze unterstützen den Aufbau und das Rollout von Software-Baukästen. Leistungsfähige Werkzeugunterstützung führt zu hoher Qualität, einfacher Anwendung der Bausteine und hoher Akzeptanz.

Autoren: Simon Moissl, Michael Rauscher, Martin Gruber

Ein gutes ECU-Produkt an den Start zu bringen, das ist der erste Schritt zum Erfolg. Wirklich durchstarten wird jedoch nur, wer daraus eine Produktplattform formen kann. Dieser Schritt ermöglicht eine gezielte Investition in ein Basisprodukt, das dann mit reduzierten Kosten und geringen Risiken in Projekte bei verschiedenen Anwendern umsetzbar ist (Bild 1).

Dabei spielt es keine Rolle, ob bereits bei Entwicklungsbeginn ein Ansatz wiederverwendbarer Platt-

formelemente geplant wird, oder dieser erst im Verlauf des Pilotprojektes oder im Rahmen weiterer Gespräche mit den Anwendern entsteht. Entscheidend ist: je früher die Entscheidung für einen Re-Use Ansatz fällt, desto größer sind die erzielbaren Synergien.

Eine Plattform statt wiederkehrender Projekte

Eine aktuelle ECU-Software-Architektur vereint geschickt COTS-Produkte wie einen Classic Autosar

Stack, produktspezifische Treiber und Applikationen sowie Integrationskomponenten anderer Entwicklungspartner. Je besser dabei die Abtrennung der wiederverwendbaren Anteile gelingt, desto leichter fällt später die Nutzung in den nächsten Projekten (Bild 2).

So gelingt es spielend, weitere Projekte durch den Einsatz eines solchen Baukastens effizient umzusetzen. Die Vorteile entstehen dabei entlang des kompletten A-SPICE-Zyklus. Vom Anforderungsmanagement bis hinein in die Tests profitieren die Anwenderprojekte von der bereits geleisteten Arbeit.

Der Classic-Autosar-Standard liefert für Projekte und Plattformen eine geeignete Basis. Die im Standard definierten Schnittstellen, Abstraktionsgrenzen und Konfigurationsoptionen eignen sich besonders für die Gestaltung wiederverwendbarer Applikationen. Definierte Austauschformate- und Modelle tun ihr Übriges bei der Ausgestaltung automatisierter Werkzeugketten und Workflows.

Spannend wird die Frage der Wiederverwendbarkeit im Bereich der Basis-Software. Über „Complex-Drivers“ lassen sich in Autosar-kompatiblen Basis-Software-Systemen maßgeschneiderte Module einbinden. So kann die generische Basis-Software bei Bedarf um spezifische Funktionen erweitert werden.

Auch im Bereich der Complex-Driver stellt der Classic-Autosar-Standard hilfreiche Mittel wie Schnittstellenvereinbarungen, Kompatibilitätsregeln und modellbasierte Konfigurationskonzepte bereit. Eine effiziente Nutzung dieser Grundlagen für die eigenen Plattform-Konzepte bedingt jedoch eine leistungsfähige Tool-Unterstützung.

Pakete statt Einzelteile liefern

Solange einzelne Software-Module nur innerhalb eines Projektes zum Einsatz kommen, ist die individuelle Ausgestaltung nur in diesem kleinen Kontext von Bedeutung. Datei- und Code Strukturen, Konfigurationsregeln und Dokumentation folgen dann den Projektregeln. Bei übergreifenden Plattformkonzepten muss aber das Ziel sein, jedes Baukastenelement möglichst abgeschlossen und formal strukturiert nach einem wiederkehrenden Muster umzusetzen. Die vereinfachte Integration in den Projekten sowie eine gute Wartbarkeit im Projektverlauf sind die Vorteile (Bild 3).

Synergieeffekte treten hier nicht nur durch die reine Wiederverwendung bereits hergestellter Module auf. Auch die Pflege während der Projektlaufzeit gestaltet sich mithilfe eines geeigneten QM-Konzeptes denkbar effizient. Dabei werden relevante Informationen zu den Re-Use-Paketen aus den Projekten in die Plattform-Entwicklung eingeliefert. Dabei kann es sich um Fehlfunktionen, Integrationsprobleme, unvollständige Dokumentation oder auch Funktions-

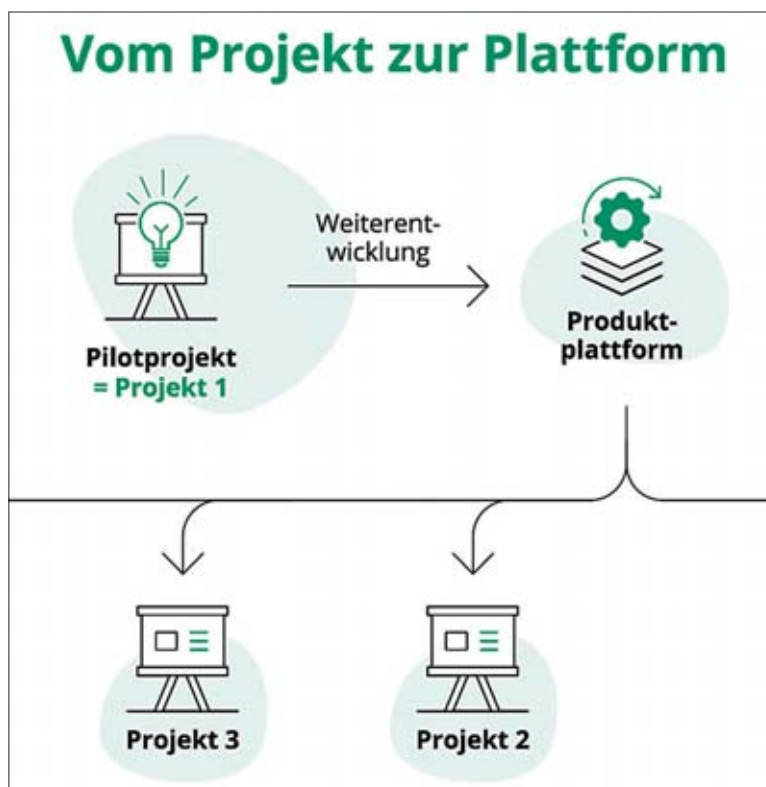


Bild 1: Aus dem Pilotprojekt wird eine Plattform. Je früher die Entscheidung für einen Re-Use-Ansatz fällt, desto mehr Synergien sind möglich.

erweiterungen handeln. Die daraus entstehenden Updates oder Upgrades der Re-Use-Pakete lassen sich dann einfach und schnell in den relevanten Projekten übernehmen, ohne lange Integrationszyklen und manuelle Übernahmen in Kauf nehmen zu müssen.

Wie kann Kyoto helfen?

Der Kyoto-Ansatz unterstützt die Anwender in der Erstellung wiederverwendbarer Pakete. Solche Pakete werden in diesem Zusammenhang „GUnits“ (Generatoren-Einheit) genannt. Eine GUnit bringt alle notwendigen Bestandteile zum Einsatz in den Projekten mit. Zu den wichtigen Inhalten zählen die Parameterdefinition, Validierungsregeln, Templates und Meta-Informationen.

Anwender des Paketes müssen in der Lage sein, dieses zielgerichtet und effizient in das spezifische Projekt einzubinden. Die Parameterdefinition beschreibt alle Konfigurationsmöglichkeiten, über die das Paket an die spezifischen Anforderungen im Projekt anpassbar ist. Die in der Parameterdefinition beschriebenen Konfigurationsmöglichkeiten können

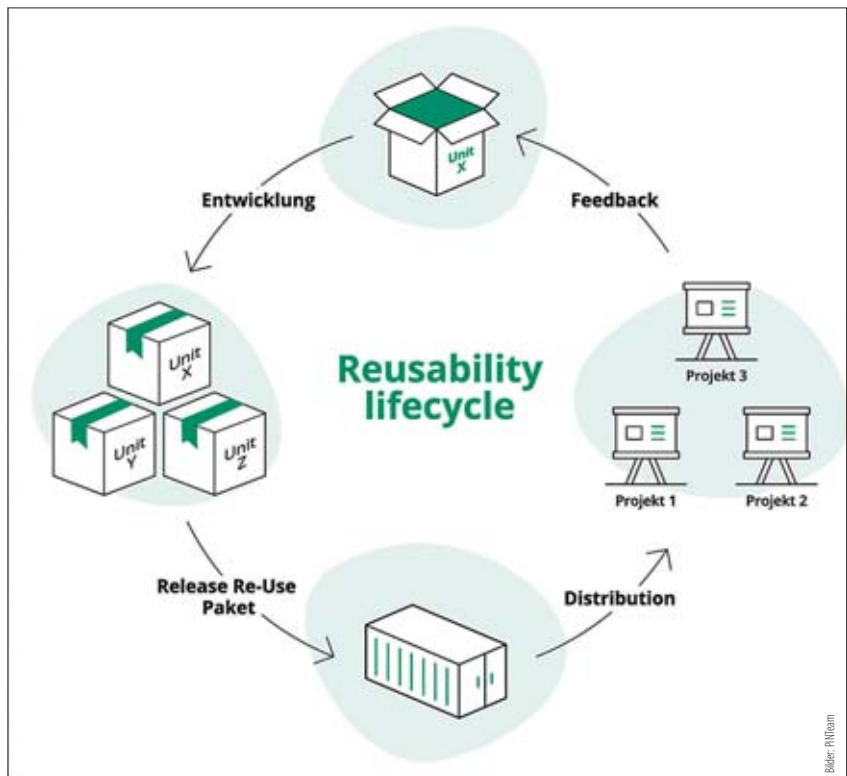


Eck-DATEN

Bei übergreifenden Plattformkonzepten ist es das Ziel, jedes Element des Software-Baukastens möglichst abgeschlossen und formal strukturiert nach einem wiederkehrenden Muster umzusetzen. Dies erleichtert die Integration in den Projekten und sorgt für eine gute Wartbarkeit im Projektverlauf. Der Kyoto-Ansatz unterstützt die Anwender in der Erstellung wiederverwendbarer Pakete, genannt GUnits.

Bild 2 (links): Re-Use-Anteile in einer Software-Lösung. Je besser die Abtrennung der wiederverwendbaren Anteile gelingt, desto leichter gelingt die Nutzung in Folgeprojekten.

Bild 3 (rechts): Der Entwicklungszyklus in Plattform-Paketen.



komplexe Abhängigkeiten aufweisen. Validierungsregeln beschreiben diese Abhängigkeiten und informieren den Anwender bei Problemen. Templates enthalten die Abbildung in den Quellcode. Der Kyoto-Generator kombiniert die Templates während der Generierung mit den zuvor hinterlegten Konfigurationsparametern und erzeugt so das gewünschte Ergebnis. Ein Paket enthält zusätzlich Meta-Informationen, die für das Handling unabdingbar sind. Dazu gehören Versionsinformationen, Lizenzdaten und auch Verknüpfungen zu anderen Paketen. Mithilfe dieser Informationen kann Kyoto später erkennen, ob alle notwendigen Pakete verfügbar und in den korrekten, kompatiblen Versionen vorliegen.

Entwicklung der GUnits mit dem Designer

Software-Entwickler erwarten heute eine adäquate Entwicklungsumgebung inklusive intelligenter Editoren, Debuggern und Automatisierungswerkzeugen. Die Entwicklung geht leicht von der Hand, die Produktivität sowie Motivation bleiben auf einem hohen Niveau. Aus diesem Grund bringt Kyoto mit dem Designer eine vollumfängliche Entwicklungsumgebung für GUnits mit. Hier finden sich leistungsfähige Editoren für alle Dateiformate, umfangreiche Dokumentation sowie vollständige Debugging-Funktionen für alle aktiven Bestandteile einer GUnit.

Nutzer der GUnits sollen diese sorgenfrei in Projekten einsetzen können. Dafür muss die Qualität stimmen. Und nicht nur das: durch die Wiederverwendung der Pakete in mehreren Projekten entsteht

ein großer Hebel, der die Qualität der Anwenderprojekte in großem Umfang positiv wie negativ beeinflussen kann. Entsprechend ist die Qualität der GUnits von entscheidender Bedeutung. Kyoto Designer bringt hier Testumgebungen für alle aktiven Bestandteile der GUnits mit. Durch die strukturierte Erstellung von Test-Szenarien und Testfällen lassen sich damit Templates, Validierungsregeln oder auch Rechenregeln absichern. Standardisierte Testreports sind einfach und schnell in weiterführende Prozesse und KPI Dashboards integrierbar.

Ein Paket allein macht noch keinen Baukasten. Dieser entsteht durch die gesammelte Verfügbarkeit vieler Pakete im Verbund. Der Release-Zyklus des Kyoto Designer erlaubt die gesammelte Bereitstellung der entwickelten Pakete in beliebiger Kombination als Update-Site (siehe die Container in Bild 4). Diese Container bilden das Lieferartefakt der Plattform und stellen die Schnittstelle zu den Anwendern dar.

Übergeben werden die Container über zentrale Artefakt-Management Plattformen. Der fertiggestellte Container wird dort – für alle Projekte sichtbar – in standardisierter Form verfügbar. Ein einfacher, direkter und reproduzierbarer Rollout ist gewährleistet. Die Artefakt Repositories halten alle ausgelieferten Versionen verfügbar, ein regressiver Zugriff auf ältere Stände ist immer möglich.

GUnits anwenden mit dem Konfigurator

Die Entwickler und Integratoren im Anwenderprojekt setzen sich mit der Übernahme unterschiedlicher

Zulieferungen in den Projektkontext auseinander. Entsprechend stellt der Kyoto-Konfigurator ein effizientes und übersichtliches Werkzeug bereit, um Baukastenelemente schnell und einfach in das Projekt zu integrieren. Die gewünschten Container werden per Update-Mechanismus direkt aus dem Artefakt-Repository in die Konfigurator-Umgebung übernommen.

Der Anwender kann sich nun auf die zielgerichtete Nutzung der bereits vorbereiteten Baukastenelemente konzentrieren. Dabei unterstützt der Kyoto-Konfigurator anhand der hinterlegten Parameterdefinitionen und stellt übersichtliche Editoren und Bearbeitungsmöglichkeiten bereit. Durch die verfügbare Live-Validierung, basierend auf den in der GUnit hinterlegten Validierungsregeln, verfügt der Anwender über ein direktes Feedback während der Konfigurationsarbeit. Eine Kommentarfunktion erlaubt die Ergänzung nützlicher Hinweise direkt an den Konfigurationsparametern. Dies erleichtert nicht nur Analyse und den Review, sondern lässt sich auch als zusätzliche Ebene für die Anforderungsverfolgung nutzen.

Weitere wiederverwendbare Pakete

Neben den generierbaren GUnits stehen zwei weitere Pakettypen zur Verfügung. Oftmals liefern Rahmenprozesse bereits Informationen, wie bestimmte GUnits zu konfigurieren sind. Hier wird eine sinnvolle Möglichkeit benötigt, um Informationen beliebiger Art in Konfigurationsdaten zu übernehmen. Dabei kommen IUnits ins Spiel. Diese beinhalten maßgeschneiderte Import-Logik, die bei der Entwicklung im Designer perfekt an die Vorprodukte anpassbar sind. Auch diese IUnits werden wie andere Bestandteile der Plattform in den Baukasten-Container gepackt. Sie stehen damit den Integratoren in den Projekten schnell und einfach zur Verfügung. Die Import-Logik wird also einmalig im Kyoto Designer entwickelt und danach in allen passenden Projekten wiederverwendet.

Dabei spielt das Format der bereitgestellten Vorinformationen keine große Rolle, alle gängigen Formate werden unterstützt. Ein Tool kommt selten allein! Für ein gutes Handling bei der Integration muss sich Kyoto daher in Werkzeugketten integrieren lassen. EUnits ermöglichen die Herstellung maßgeschneiderter externer Werkzeuganbindungen. Sie erlauben die Steuerung anderer Werkzeuge und die Anbindung des Datenstromes (Eingangs- und Ausgangsdaten) an den Kyoto-Konfigurator-Workspace. Externe Generatoren, Analysewerkzeuge oder auch Reporting-Tools lassen sich so bequem integrieren (Bild 5).

Kyoto in Safety-Projekten

Viele Generatoren-basierte Ansätze verlieren im Kontext besonders sicherheitsrelevanter Entwicklungs-

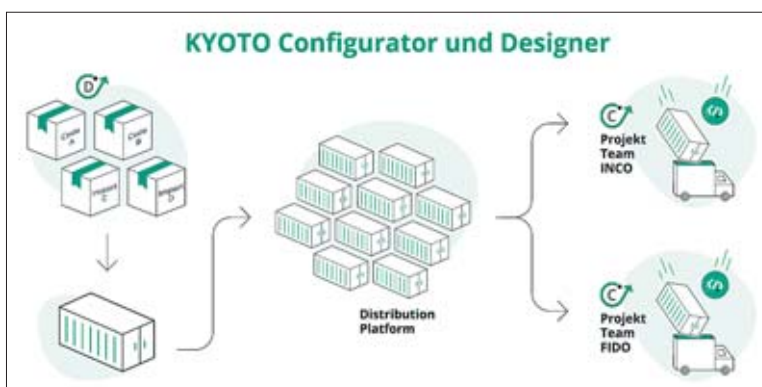
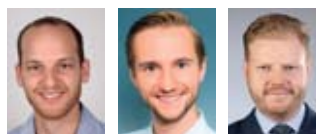


Bild 4: Der Kyoto Designer und der Konfigurator im Überblick. Der Designer ist eine vollumfängliche Entwicklungsumgebung für GUnits.

Features & Contents		
	☆ Features	≡ Contents
CODE Re-Use source code	<ul style="list-style-type: none"> • Konfigurierbar • Live-Validation • Code-Generierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konfigurationsmodell • Validierung • Code Templates • Beispiele • Dokumentation
IMPORT Re-Use Importer	<ul style="list-style-type: none"> • Spezifische Importe 	<ul style="list-style-type: none"> • Maßgeschneiderte Import Logik
CONTROL Werkzeuganbindung	<ul style="list-style-type: none"> • Anbinden externer Werkzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> • Integrationslogik zur Steuerung externer Werkzeuge

Bild 5: Kyoto-Pakettypen und ihre jeweiligen Features und Inhalte im Überblick.

Projekte schnell an Vorteilen. Fehlt das Vertrauen in den Generator, so müssen generierte Artefakte manuell auf Korrektheit überprüft werden. Dies erzeugt erhebliche Mehraufwände und kostet wertvolle Entwicklungszeit. Für den Kyoto-Generator ist aus diesem Grund ein entsprechendes Qualifizierungs-Kit verfügbar, dass bei Bedarf eine automatisierte Qualifizierung nach ISO26262 für den Einsatz bis ASIL-D bereitstellt. (na) ■



Autoren

Simon Moissl

Leitender Architekt KYOTO bei PiNTeam

Michael Rauscher

Projektleiter KYOTO und Rollouts bei PiNTeam

Martin Gruber

Chief Technology Officer bei PiNTeam



Mit der Zukunftsvision vom autonomen Fahren geht ein steigender Bedarf an Fahrerassistenzsystemen im Fahrzeug einher.

Bild: ASP

Millionen Testkilometer virtuell fahren

Closed-Loop-Prüfsysteme für hochautomatisierte Fahrfunktionen

Mit der zunehmenden Automatisierung der Fahrfunktionen steigen die Herausforderungen in der Entwicklung, denn die Software muss nicht nur in höherer Komplexität, sondern auch in immer kürzeren Zyklen entwickelt werden. Hilfestellung dabei bieten individuell konzeptionierte schlüsselfertige Prüfsysteme zur automatisierten Validierung von Fahrerassistenzsystemen bis SAE-Level 5. *Autor: Martin Schiefenhövel*

Wie lassen sich Millionen von Fahrkilometern virtuell „abfahren“, um so automatisierte Fahrfunktionen realitätsnah zu testen? Die Antwort ist einfach und komplex zugleich, während gleichzeitig die Anzahl an öffentlichen Teststrecken für autonome Fahrzeuge in den vergangenen Jahren weltweit gestiegen ist. Dies ist ein wichtiger Schritt, um das autonome Fahren voranzutreiben, da mit hochautomatisierten Fahrfunktionen vor einer finalen Freigabe mehrere Millionen Testkilometer zurückgelegt werden müssen. Bedenkt man jedoch, dass ein Testfahrzeug beziehungsweise der Fahrer am Tag nur rund 1.000 km zurücklegen kann und Extremsituationen wie etwa stehende Fahrzeuge bei einer Eigengeschwindigkeit von 200 km/h kaum in der Wirklichkeit getestet werden können, wird offensichtlich: Reale Versuchsfahrten alleine werden nicht

ausreichen, um Fahrfreigaben für die immer vielfältigeren und komplexeren Fahrfunktionen in immer kürzeren Entwicklungszyklen zu erwirken. Deshalb sind Prüfsysteme erforderlich, mit denen Fahrerassistenzsysteme für das autonome Fahren bis Level 5 automatisiert validiert werden. Die ASAP-Gruppe konzeptioniert derartige Prüfsysteme für ihre Kunden und setzt sie in schlüsselfertige Prüfsysteme um.

Anforderungen an Prüfsysteme für ADAS-Funktionen

Die Notwendigkeit für mehrere Millionen an Testkilometern mit hochautomatisierten Fahrfunktionen liegt in ihrer hohen Komplexität. Ein Beispiel: Für das autonome Navigieren durch den Stadtverkehr müssen automatisierte Systeme Teilnehmer im Straßenverkehr sowie Objekte wie Verkehrszeichen erkennen und dar-



Closed-Loop-Prüfstand für den Einsatz der Modelle.

auf korrekt reagieren. Nach der Erkennung müssen Motor- und Bremssteuergerät die Geschwindigkeit gemäß der Verkehrssituation anpassen und diese Änderungen auch dem Fahrer informativ anzeigen. Somit muss für eine einwandfreie Ausführung der Funktion unter anderem abgesichert werden, ob die Abstrahlwinkel der hierfür eingesetzten Sensoren jederzeit 100 Prozent des Fahrzeugumfelds abdecken, Objekte richtig erkannt und unmittelbar gemeldet werden oder auch ob die Kommunikation zwischen den Steuergeräten innerhalb einer Wirkkette funktioniert.

HiL- und SiL-Tests für autonome Fahrfunktionen

Um solche Funktionen frühzeitig validieren zu können, gewinnen neben HiL- (Hardware-in-the-Loop) die SiL-Tests (Software-in-the-Loop) immer mehr an Bedeutung. Hierbei eingesetzte Modelle spielen in diesem Kontext eine zentrale Rolle, denn sie bilden das zu entwickelnde Steuergerät, seine Verhaltenslogik, die passende Umgebungslogik, die es umgebende restliche Wirkkette und das Zusammenspiel mit anderen Steuergeräten sowie verschiedene Fahrzeugvarianten und Zielplattformen ab. Dank dieser Modelle lassen sich neue Fahrfunktionen an SiL-Plattformen und Prüfständen automatisiert validieren. Im Gegensatz zum Einsatz von SiL-Systemen, die künftig eine Großzahl der notwendigen Erprobungskilometer im virtuellen Fahrmodus einfahren müssen, ist der Einsatz von Verbundprüfständen mit realer Hardware und entsprechender Einspeisung für die erfolgreiche Abnahme autonomer Fahrfunktionen obligatorisch. Die Anforderungen an ein solches Prüfsystem sind entsprechend der Komplexität der zu testenden Funktionen sehr hoch.

Closed-Loop-System

Zum einen müssen die Entwickler dafür sorgen, dass das Prüfsystem beziehungsweise die im virtuellen Fahrzeug eingesetzte Sensorik bei virtuellen Test-

fahrten Informationen erhält – beispielsweise, dass einige Meter vor dem Fahrzeug ein anderer Verkehrsteilnehmer bremst oder ein Objekt steht. Hierfür sind die zuvor erwähnten Modelle inklusive eines virtuellen Prüfumfelds erforderlich. Darüber hinaus muss im Prüfsystem anschließend eine Rückmeldung der aufgenommenen Umgebung von der Sensorik an die Steuergeräte erfolgen; das System muss daher als Closed-Loop-System aufgebaut werden.

Unter Closed-Loop versteht man die Eigenschaft, dass ein real verbauter Steuergeräteverbund und die simulierte Umgebung in Interaktion stehen. Beschleunigen die beteiligten Steuergeräte beispielsweise virtuell auf eine bestimmte Geschwindigkeit, muss die simulierte Umgebung sich dementsprechend verändern und Rückmeldung über Steigungswinkel der Straße, Raddrehzahl und weitere Details an die entsprechenden Steuergeräte und Sensoren geben. Eine weitere Anforderung besteht darin, die Rückmeldung der Umgebung ohne Umwege von der Sensorik in das Steuergerät einzuspeisen, so dass dieses unmittelbar entsprechend der Situation reagieren kann. Hierfür müssen die Entwickler für eine Abkopplung des realen Sensors vom Steuergerät sowie für eine direkte Simulation zu den Steuergeräten sorgen. Die größte Herausforderung in der Entwicklung eines Closed-Loop-Prüfsystems für hochautomatisierte Fahrfunktionen liegt jedoch im Timing: Für sinnhafte Berechnungen und Tests muss sich aus den Modellen ein schlüssiges Gesamtbild für die Fahrzeug-Umfeldsensorik ergeben.

Eck-DATEN

Mit einem Closed-Loop-Prüfstand ist es möglich, im Labor die automatisierten Fahrfunktionen bis Level 5 realitätsnah zu testen. Dies spart Millionen von Testkilometern auf der Straße. Insgesamt reduziert die Validierung am Prüfstand den Bedarf an realen Fahrversuchen mit teuren Prototypen auf ein Minimum und sorgt so nicht nur für eine Zeit- sondern auch für eine Kostenoptimierung der Validierung.

Damit die gesamte Sensorik zeitgleich fusioniert werden kann – sich also ein schlüssiges Szenario ergibt – muss der Prüfstand demnach alle Informationen zeitsynchron (deterministisch) zur Verfügung stellen. Erfolgt beispielsweise zur Absicherung eines Autobahnpiloten die Simulation einer Fahrt bei 130 km/h, bei der von rechts ein anderes Fahrzeug mit 90 km/h einschert, so müssen alle aufgenommen Umgebungsdaten wie Geschwindigkeit, Abstände, Verkehrsschilder oder Straßenführung gleichzeitig und unmittelbar als Gesamtbild an das Steuergerät zurückgespielt werden, damit dieses eine schlüssige Datenfusion erstellen kann. Nur so kann, im Zusammenspiel mit allen weiteren Steuergeräten der Wirkkette, in diesem Beispiel die korrekte Funktion in Form der Einleitung eines Bremsvorgangs erfolgen.

Konzeption und Umsetzung eines Closed-Loop-Prüfsystems

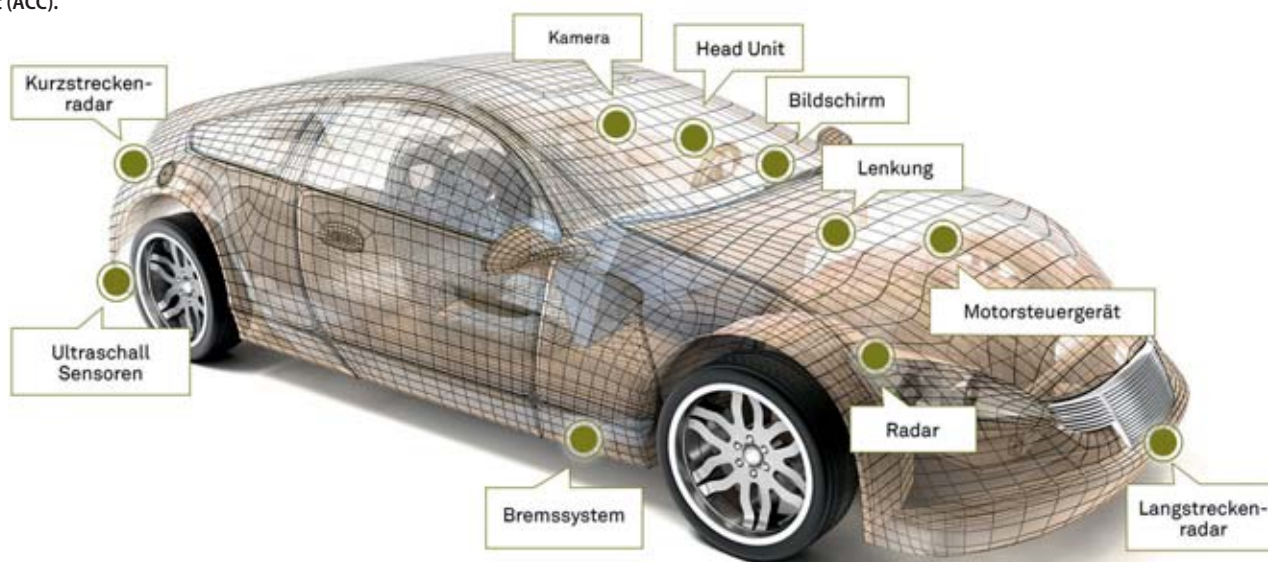
Zu Beginn der Konzepterstellung für einen Closed-Loop-Prüfstand stehen zunächst die elektrische und die mechanische Planung. Neben der Auswahl der geeigneten Messtechnik und Simulations-Hardware erfolgt auch die Definition der Rahmenbedingungen, zum Beispiel hinsichtlich der benötigten elektrischen Spannung, bevor dann die Einplanung aller Komponenten erfolgt: Neben Messtechnik und Kfz-Elektronik werden benötigte Schnittstellen eingerichtet und alle Steuergeräte der Wirkkette der zu validierenden Funktionen integriert. Bei hochautomatisierten Fahrfunktionen sind eine Vielzahl von Steuergeräten Teil einer Wirkkette – angefangen von Kameras, Radar- und Ultraschallsensoren über Motorsteuergeräte und Head-Unit bis hin zum Bremssystem. Jede Komponente einer Wirkkette beleuchten die Entwickler bei der Planung individuell. Dabei legen sie fest, ob das

Steuergerät im Prüfstand real verbaut werden muss, eine Simulation genügt oder die Möglichkeit zum Umschalten notwendig ist. Das Umschalten zwischen realem und simuliertem Steuergerät sorgt für eine höhere Flexibilität des Testens am Prüfstand, da so in der Entwicklungsphase sich die Wirkkette zunächst mit der Simulation und erst später mit Prototypen beziehungsweise dem finalen Steuergerät überprüfen lässt. Zusätzlich wird die Integration simulierter Steuergeräte in der frühen Entwicklungsphase bevorzugt, da sie eine mögliche Fehlerquelle ausklammern können. Daher simulieren diese Systeme grundsätzlich all die Steuergeräte, die keine tragende Rolle in der Wirkkette spielen, sondern lediglich vorhanden sein müssen.

Die nächste große Herausforderung in der Entwicklung des Prüfsystems liegt in der Kommunikation aller Steuergeräte untereinander. Sie muss im Prüfstand fehlerfrei abgebildet sein und die hierfür benötigten Kommunikationsleitungen zwischen den Steuergeräten müssen im Prüfsystem korrekt verdrahtet werden. Im zuvor beschriebenen Beispiel der Absicherung des Autobahnpiloten sorgen die Kommunikationsleitungen dafür, dass die Fahrzeug-Umfeldsensorik das von rechts langsamer einscherende Fahrzeug erkennt und die Information unmittelbar an das entsprechende Steuergerät übermittelt, damit dieses das Signal an das Bremssystem schickt.

Ist die Entwicklung des Prüfstands so weit vorangeschritten, dass die vorausgehend beschriebenen Planungsschritte alle berücksichtigt sind und das Gesamtsystem komplett abgebildet ist, überprüfen die Entwickler nochmals den Bedarf an benötigter Messtechnik und Messpunkten: Da sich die im Prüfstand eingeplanten Komponenten alle noch in der Entwicklung befinden, ergibt sich zu diesem späteren

Eine Vielzahl von Steuergeräten sind Teil der Wirkkette hochautomatisierter Fahrfunktionen, hier als Beispiel ein Abstandsregeltempomat (ACC).



Zeitpunkt meist noch an mehreren Stellen ein Änderungsbedarf, der sich jetzt durch Änderungen nachträglich berücksichtigen lässt. So bleibt der Aufbau des Prüfsystems bis kurz vor Fertigstellung flexibel für die individuellen Anforderungen des Testsystem-Endnutzers.

Modelle für den Einsatz am Prüfstand

Zeitgleich zu Beginn der Konzepterstellung für den Closed-Loop-Prüfstand beginnt mit der Erstellung der bereits erwähnten Modelle, die später zur Validierung am Prüfstand zum Einsatz kommen, die Modellbereitstellung in enger Abstimmung mit dem Bereich Prüfsysteme. Umgebungsmodelle für die Absicherung von Komponenten oder Wirkketten müssen alle am Prüfsystem nicht real verbauten Steuergeräte, Bussysteme und das Fahrzeugverhalten realistisch simulieren können. Mit steigendem Reifegrad der Steuergeräte nimmt auch die Komplexität der Modelle zu.

In einem aktuellen Projekt erstellen Mitarbeiter der ASAP-Gruppe die für die Entwicklung von ADAS-Funktionen benötigten Modelle für SiL- und HiL-Tests, die viele verschiedene Fahrzeugmodelle inklusive aller Optionen für Sonderausstattungen bedienen. Im Modell zur Validierung der autonomen Navigation durch den Stadtverkehr etwa sind das Steuergerät selbst, seine Verhaltenslogik, die passende Umgebungslogik, die es umgebende Wirkkette sowie das Zusammenspiel mit anderen Steuergeräten, aber auch verschiedene Fahrzeugvarianten und Zielplattformen abgebildet.

Für die Nachbildung der Verhaltenslogik – also der Reaktion des Steuergeräts auf eingehende Signale – werden zunächst alle relevanten Komponenten der Wirkkette definiert. Nichtrelevante Signale, die keine Auswirkung auf die Wirkkette haben, kommen von einer statischen Restbussimulation. Dynamische Anteile der Wirkkette simuliert das System so realitätsnah wie möglich. Ein solches Modell besteht aus etwa 60 bis 70 kleinteilig aufgebauten Modulen. Falls im Laufe der Entwicklung Änderungen notwendig werden, können diese schnell und gezielt am entsprechenden Modul innerhalb des Gesamtmodells umgesetzt werden. Anschließend erfolgt automatisiert die Verifizierung des Modells mit zusätzlichen Eigenschaften – und zwar vor dem produktiven Einsatz an einem Closed-Loop-Prüfstand.

Nach Inbetriebnahme 24/7 im Einsatz

Vor den Tests am Prüfstand nehmen die Entwickler des Testsystems direkt beim OEM oder Zulieferer in Betrieb, wobei sie in einem ersten Schritt das Gesamtsystem hinsichtlich Funktionalität der Elektrik überprüfen. Anschließend schalten sie die Steuergeräte aktiv und kontrollieren deren Kommunikation mit



Die Verdrahtung der Kommunikationsleitungen für die Kommunikation aller ECUs einer Wirkkette untereinander erfordert immer noch viel Handarbeit.

anderen Steuergeräten sowie deren Erreichbarkeit für die Diagnose. Die Diagnosewerte wiederum dienen dann als Analyse-Basis für eine finale Überprüfung des gesamten Prüfsystems.

Nach erfolgreicher Inbetriebnahme bietet der Closed-Loop-Prüfstand für die Entwicklung hochautomatisierter Fahrfunktionen diverse Vorteile. Zum einen ist durch den Einsatz einer Testautomatisierung die Absicherung nicht auf manuelle Eingaben angewiesen, so dass der Prüfstand rund um die Uhr kostengünstig seinen Dienst verrichten kann; er dokumentiert dabei alle Ergebnisse automatisiert. Darüber hinaus ermöglicht der Prüfstand die gezielte Reproduktion von Fehlern, so dass es möglich ist, Funktionen auf die jeweils ausgewählten häufigsten Fehlerquellen hin zu untersuchen. Die Reproduzierbarkeit ermöglicht zudem ein kontinuierliches Re-Testing der Steuergeräte unter exakt gleichen Prüfbedingungen.

Im Vergleich zum realen Fahrversuch lassen sich am Prüfstand Funktionen mit deutlich gesteigerter Prüftiefe über eine Vielzahl von Parameterräumen umfassend absichern: Für jedes Steuergerät bietet der Prüfstand sowohl die Option zu Tests an einem Einzelprüfplatz als auch zur Validierung im vernetzten System der Wirkkette. Verglichen mit realen Fahrversuchen werden die Funktionen am Prüfstand darüber hinaus in sicherer Umgebung erprobt: Würde etwa die Sensorik oder die Verarbeitung ihrer Daten durch die Fahrfunktionen bei einem Test am Prüfstand versagen, führt dies nicht wie unter realen Testbedingungen zu kostspieligen Schäden am Fahrzeug oder der Testumgebung. Den Millionen an Testkilometern zur Absicherung hochautomatisierter Fahrfunktionen von morgen steht damit nichts mehr im Wege. (av) ■

Autor

Martin Schiefenhövel

Leiter Prüfsysteme bei der ASAP-Gruppe



Offen oder geschlossen?

V2X und C-V2X Testing im Closed-Loop-Verfahren für automatisiertes Fahren

Zum Testen von Vehicle-to-X-Kommunikation (V2X) können Entwickler sowohl auf das Open-Loop- als auch auf das Closed-Loop-Verfahren zurückgreifen. Die Wahl hängt dabei von verschiedenen Faktoren und den Anforderungen der Anwendung ab.

Autor: Manfred Miller

Bei der Vehicle-to-X-Kommunikation (V2X) geht es im Wesentlichen um den Austausch von Informationen, die entweder reinen Informationscharakter für den Fahrer haben oder aber als zusätzliche Datenquelle für eine Sensordatenfusion Einfluss auf die Manöverentscheidung des automatisiert bzw. autonom fahrenden Fahrzeuges haben. So lassen sich zum Beispiel Informationen über die Signalphasen einer Ampel dem Fahrer „nur“ anzeigen, allerdings ist auch möglich, dass das Fahrzeug automatisch seine Geschwindigkeit bei Annäherung an eine bevorstehende Rotphase verringert. Ein weiteres Beispiel ist die Funktion des Notbremsassistenten: Hierbei warnt

das Fahrsystem den Fahrer im Voraus vor einem stark bremsenden Fahrzeug, obgleich die Sicht sowohl für den menschlichen Fahrer als auch für die Bordsensorik durch weitere Fahrzeuge verdeckt sein kann. In diesem Beispiel bringt ein Eingriff in die Längsführung bereits bei einem niedrigen Automatisierungsgrad einen Gewinn an Sicherheit.

Closed- oder Open-Loop?

Beim Testen der ersten Variante, also bei der reinen Informationsbereitstellung für den Fahrer, ist eine Closed-Loop-Betrachtung beim Testen in einem Hardware-in-the-Loop-Prüfstand (HiL) nicht zwingend erforderlich, da die empfangene Informa-

tion zunächst keinen Einfluss auf das Fahrmanöver des eigenen Fahrzeuges hat. Das Testsystem kann einfacher gehalten werden, da lediglich die Ampelinformationen bzw. die Informationen über die Verzögerung eines vorausfahrenden Fahrzeuges für das Device under Test (DuT) notwendig sind. Die Ausgabe auf einem HMI hat keine direkte Auswirkung auf die Längsführung. Das Testsetup und das zugrundeliegende Testszenario können Entwickler daher fest definieren, da es lediglich von Interesse ist, ob der Fahrer rechtzeitig die zum jeweiligen Zeitpunkt definierte richtige Information auf dem HMI erhalten hat. Mit einer Open-Loop-Testumgebung lässt sich die V2X-Funktion hinreichend testen.



Bild: mecamonworks - stock.adobe.com

Bei aktuell mit V2X ausgestatteten Serienfahrzeugen wurde dieser Testansatz mithilfe des WaveBee Hive – einem Open-Loop-HiL-System – und WaveBee to-go – einem Open-Loop ViL-System für Real-fahrttests – erfolgreich durchgeführt. Die Idee hinter WaveBee Hive und to-go ist die Simulation von V2X-Netzwerken inklusive der echten Erzeugung von den darin versendeten Nachrichten über virtualisierte Netzknoten. Diese Vorgehensweise vereinfacht das Test-Setup ganz wesentlich, da selbst bei einer Vielzahl von Netzwerkteilnehmern nur wenig reale Kommunikationshardware vorhanden sein muss.

Bei einem aktiven Eingriff in das Fahrmanöver ist ein fest definiertes Testszenario nicht zielführend. Am Beispiel des Notbremsassistenten zeigt sich das: Das automatische Abbremsen des eigenen Fahrzeugs führt im Idealfall zu einer Entschärfung der Gefahrensituation, sodass die Bremsleistung reduziert werden kann. Somit hat die automatische Längsführung einen direkten Einfluss auf die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs (Fahrzeug, in dem das DuT später verbaut werden soll) und damit auf dessen Position im zeitlichen Ablauf des Testszenarios.

Dynamisierung des Testablaufs

Beim Testen von Anwendungen, die auf V2X-Informationen aufbauen, sind zwei Informationen in den ausgetauschten Nachrichteninhalten elementar: Position und Zeit. Diese beiden Informationen sind als Minimalanforderung definiert, um verwertbare Nachrichten in einem V2X-Netzwerk überhaupt auszutauschen. Dieser Umstand zeigt, dass ein automatisierter Eingriff in die Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs direkte Auswirkungen auf die Ego-Position im weiteren zeitlichen Verlauf der Testausführung hat. Ein fest ablaufendes Testszenario stößt hier an seine Grenzen und es muss folglich sichergestellt sein, dass sich die Ortsinformation des Ego-Fahrzeugs zu jedem Zeitpunkt dynamisch verhalten kann. Die Frage ist hierbei, wie sich diese variable Ortsinformation bei einem feststehenden HiL-Aufbau in einer Laborumgebung realisieren lässt. Zusätzlich erfordert das Testsetup eine einheitliche und synchronisierte Zeitbasis für alle Netzknoten im V2X-Netzwerk – unabhängig davon, ob sie aus der Simulation kommen

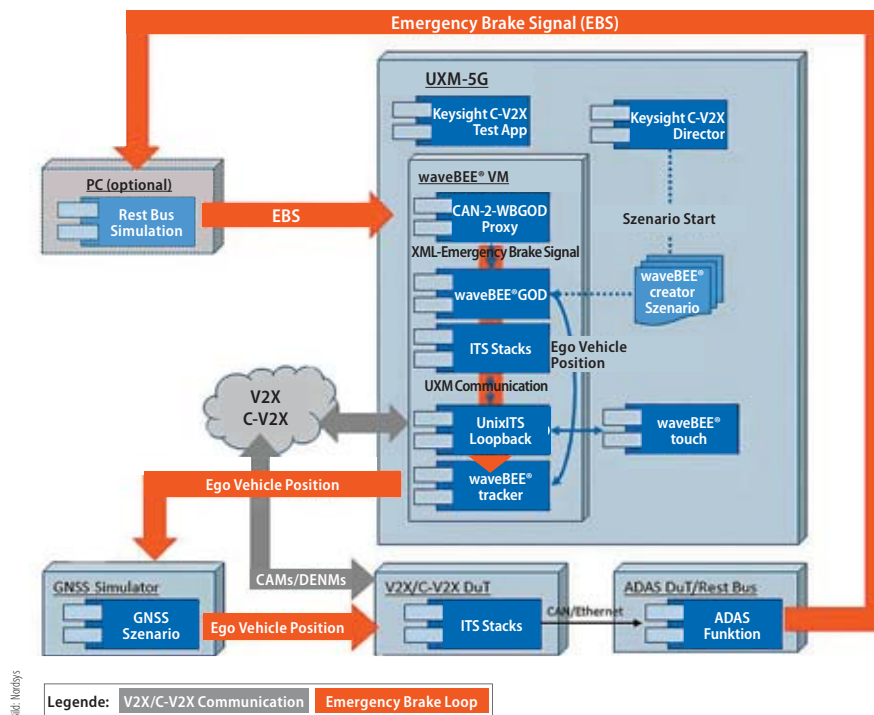


Bild 1: Testaufbau eines Closed-Loop-HiL-Systems für das Testen von V2X/C-V2X Funktionen am Beispiel des Notbremsassistenten mit den jeweiligen Datenflüssen.

oder reale Hardware in Form des DuTs im HiL-Aufbau integriert ist.

Bild 1 zeigt einen entsprechenden Testaufbau mit den Datenflüssen im Closed Loop. Beim Testen des Notbremsassistenten definiert der Entwickler die Position sowie die Geschwindigkeit und deren Veränderung über die Zeit des vorausfahrenden Fahrzeugs in einem Testfalleditor. Für das Ego-Fahrzeug muss er zusätzlich eine Plantrajektorie festlegen, welche ohne einen automatisierten Eingriff in die Längsführung des Ego-Fahrzeugs zu einem Auffahrunfall führen würde. Die Ausführung des Testszenarios, die zentrale Ablaufsteuerung sowie die Erzeugung der V2X-Nachrichten erfolgt in diesem Setup auf einer UXM-5G-Wireless-Test-Plattform von Keysight Technologies, in welche die entsprechenden WaveBee-Softwarekomponenten für die GNSS-Ansteuerung sowie das Erzeugen der V2X-Nachrichten als virtuellen Maschine integriert wurden. Sobald der Entwickler das Testszenario zentral über den C-V2X-Director startet, fährt das vorausfahrende Fahrzeug entlang der festgelegten Wegpunkte mit den jeweils definierten Geschwindigkeiten und überträgt diese Information mittels V2X-Nachrichten an das V2X-DuT, welches ebenfalls wie geplant losfährt. Diese dort decodierten

Positionsinformationen lassen sich nun entweder über ein reales ADAS-Steuergerät oder eine Restbussimulation weiterverarbeiten, welche dann das Bremsmanöver entsprechend auslösen. Die Verzögerung führt zu einer dynamischen Veränderung der zuvor festgelegten Trajektorie des Ego-Fahrzeugs. Die Dynamik bei Ort und Geschwindigkeit des Ego-Fahrzeugs wird hierbei über eine Steuerung der GNSS-Signale im GNSS-Simulator erreicht und der Loop ist damit geschlossen. Für das Monitoring der V2X-Kommunikation sowie das Logging der V2X-Nachrichten ist eine WaveBee Touch in den Testaufbau integriert.

Mit diesem Ansatz lassen sich unterschiedliche Bordnetzarchitekturen abtesten, bei denen etwa die GNSS-Informationen für das Ego-Fahrzeug auch aus einem separaten Steuergerät stammen können. Ebenso erlaubt dieses Setup sowohl die Einbindung weiterer Simulatoren als auch zusätzlicher realer Sensorhardware bis hin zu einem kompletten HiL-Setup, das sämtliche relevanten Sensoren sowie die Sensordatenfusion umfasst. (prm)

Autor

Manfred Miller

Geschäftsführender Gesellschafter der Nordsys





Autonomie trotz Unsicherheit vorantreiben

Fortschritte bei Tools für das Training neuronaler Netze für AD-Anwendungen

Oft gelten die Turbulenzen des vergangenen Jahres und die jüngsten Trends in der Automobilindustrie bei der Automatisierung des Fahrens als Fuß auf der Bremse. Trotzdem gehen die Entwicklungen weiter voran; nur konzentriert sich die Branche nun auf Lösungen, die bereits heute einsatzbereit sind.

Autor: Laszlo Kishonti

Am Beginn der Covid-19-Krise dachte mancher, dass der Schub in Richtung Automatisierung des Fahrens zurückgestellt würde. Vor dem Hintergrund gekürzter Forschungsbudgets und unter dem Druck der europäischen Gesetzgeber zur Erfüllung der CO₂-Emissionsziele schien die Elektrifizierung der offenkundige Schwerpunkt zu sein. Es stellte sich die Frage, ob für das autonome Fahren überhaupt noch etwas vom Kuchen übrigbleiben würde. Die Antwort ist „ja“, denn auch 2020 wurden erfolgreiche Investitionsrunden abgeschlossen, zum Beispiel bei Aimotive.

Entwicklungszeit reduzieren

Das Entwicklungs-Ziel ist simpel: Lösungen für autonomes Fahren, die auf bestehenden und aktuellen Forschungsergebnissen basieren, schnell auf den Markt bringen. Um dies zu erreichen, müssen OEMs von agilen Softwareentwicklungsmethoden lernen und CI/CD-Pipelines (Continuous Integration – Continuous Deployment) implementieren. Dabei dient die Simulation als wichtiges Werkzeug. Der Simulator aiSim ist zum Beispiel ein ISO26262-zertifiziertes Tool für die Entwicklung von Anwendungen für das autonome Fahren.

Nachbildung der realen Welt ist mehr als Physik

Determinismus und Skalierbarkeit sind bei der Simulation für das autonome Fahren kritische Faktoren. Diese Faktoren mit mehreren verschiedenen Sensormodalitäten umzusetzen, ist keine triviale Herausforderung. Ein realistisches Verkehrsverhalten in der Simulation zu erzeugen, ist sogar um ein Vielfaches komplexer. Grundsätzlich lassen sich zwei verschiedene Arten von Tests in Simulatoren unterscheiden. Dazu gehören einerseits anwendungsfallbasierte Tests, in denen die zu untersuchende Funktionalität genau definiert ist: Es werden Szenarien für einen bestimmten Zweck erstellt, in denen der Verkehr auf vordefinierte Weise funktioniert.

Die zweite Art von Tests ist jedoch allgemeiner. Das Ziel der Automatisierung des Fahrens ist es, adäquat auf sämtliche Verkehrssituationen zu reagieren. Dazu muss das System im Simulatortest variablen, aber realistischen Verkehrssituationen ausgesetzt sein. Was komplexe urbane Umgebungen betrifft, ist dies leichter gesagt als getan, und der ursprünglichen Verkehrs-KI in aiSim fehlten bestimmte Funktionen. Die Lösung kam mit Sumo (Simulation of Urban Mobility), einem System das nun anstelle des bisherigen prozeduralen Systems von aiSim zur Generierung des Straßenverkehrs zum Einsatz kommt.

Ziel war es, die Integration so einfach wie möglich zu halten und gleichzeitig alle in Sumo verfügbaren Funktionen zu unterstützen. Schließlich wurde eine Co-Simulationslösung implementiert. Wenn beim Laden eines Szenarios im Simulator eine Sumo-Konfigurationsdatei referenziert wird, wird auch eine Instanz der Sumo-Welt erzeugt. Mit jedem Zeitschritt erfolgt die Synchronisierung beider Welten, indem die Sumo-gesteuerten Fahrzeuge abgefragt und in aiSim positioniert werden, während die Position des Ego-Fahrzeugs an die Sumo-Welt zurückgemeldet wird. Der relevante Code wurde für die Integration in einem Modul implementiert, das für alle Partner offen zugänglich ist.

Immer näher an der Produktion

Die in aiSim erzielten Fortschritte hatten einen wesentlichen Anteil an der Entwicklung von aiDrive. In Zusammenarbeit mit Sony wurden ADAS-Funktionalitäten und Autonomie Level L2+ für den Vision-S-Prototyp entwickelt. Über dieses Projekt hinaus sind auch die allgemeinen Fähigkeiten von aiDrive weitergewachsen. Es erfolgte ein umfangreiches Update an der Software für die Erstellung von Straßenmodellen, was das Befahren von Rampen an Autobahnkreuzungen ermöglicht, ohne auf HD-Karten angewiesen zu sein. Dadurch kann aiDrive beim Erreichen des Autobahnnetzes die Kontrolle über das Fahr-



zeug übernehmen und diese ohne Benutzereingriff bis zur abschließenden Ausfahrt leiten.

Optimiertes Training für neuronale Netze

Die Lösung für die Computing-Herausforderungen des autonomen Fahrens liegen in dedizierten Plattformen. Neuronale Netze stellen einen wichtigen Teil der Herausforderung dar. Deshalb entstand eine Kooperation mit Nextchip, um aiWare in den Image-Edge-Prozessor Apache5 zu integrieren. In Kooperation mit Arm wird die Portabilität von Hard- und Software für leistungsstarke Automotive-KI-Systeme maximiert. Veröffentlicht wurde auch aiWare Studio, eine PC-Anwendung, mit der Benutzer verschiedene aiWare-Instanzen mit unterschiedlichen neuronalen Netzen simulieren können. Die meisten Chip-Anbieter konzentrieren sich auf Tools, die nur die Software optimieren, welche das neuronale Netzwerk ausführt, und zwingen dadurch die Anwender dazu, das neuronale Netzwerk selbst viel zu früh einzufrieren.

AiWare Studio ermöglicht es dem Benutzer, mit einer Reihe von interaktiven visuellen Tools das neuronale Netz selbst blitzschnell zu verändern. Das Tool kann die Leistung jeder aiWare-Konfiguration für die meisten Workloads bis auf fünf Prozent genau abschätzen – ohne dass hierfür physische Prozessoren notwendig sind. Dadurch sind die Anwender in der Lage, die optimale Konfiguration für ihren Anwendungsfall zu bestimmen. Noch wichtiger ist aber, dass die OEMs und Tier1 dadurch die Leistung ihrer eigenen benutzerdefinierten neuronalen Netzwerke genau vorhersagen können, bevor sie eine Entscheidung bezüglich neuer Prozessoren treffen. (na) ■

Anstatt des prozeduralen Systems zur Generierung des Straßenverkehrs in aiSim kommt nun Sumo (Simulation of Urban Mobility) zum Einsatz.

Autor
Laszlo Kishonti
CEO von Aimotive



Mit integrierter Sperrdiode

65-V-eGaN-FET jetzt AEC-Q101-qualifiziert

Die e-GaN-FETs EPC2219 von für 65 V von EPC sind nun qualifiziert nach AEC-Q101 erhältlich. Sie eignen sich für Lidar-Systeme in Fahrzeugen und anderen rauen Umgebungen. Die Technologie kommt auch in Radarsystemen für AD, 48/12V-DC/DC-Wandlern für die Mild-Hybrid-Stromversorgung, in HiFi-Infotainment-Systemen und leistungsstarken Scheinwerfern in LKWs zum Einsatz. Die AEC-Q101-Qualifizierungstests haben die Schaltkreise inklusive Feuchtigkeitstests mit Vorspannung (H2TRB), Hochtemperatur-Sperrvorspannung (HTRB), Hochtemperatur-Gate-Vorspannung (HTGB), und Temperaturwechsel (TC) bestanden. Weitere diskrete Transistoren und ICs, die für raue Automotive-Umgebungen ausgelegt sind, sollen folgen. Untergebracht sind eGaN-FETs mit integrierter Sperrdiode in einem 9 mm x 9 mm großen WLCS-Gehäuse, das die gleichen Teststandards wie herkömmliche Gehäuse erfüllt. Der Einschaltwiderstand der Bauelemente liegt bei 3,3 Ω , der Betriebstemperaturbereich reicht von -40 °C bis +150 °C.



Mit erweitertem Python-Support

Vereinfachter Test und Debugging von SoCs

Die Universal Debug Engine UDE 2021 von PLS erlaubt mit einer intuitiven Benutzeroberfläche ein vereinfachtes Debugging sehr komplexer Multi-core-SoCs und erleichtert automatisierte Tests mit optimierter Code-Coverage-Funktion. Im Gegensatz zum bisherigen Aufbau können nun alle



Fenster im Debugger, die beispielsweise den Quellcode, interne Zustände wie Variablen oder Register anzeigen oder auch grafische Visualisierungen bieten, innerhalb der UDE-Oberfläche vollkommen flexibel angeordnet und gruppiert werden. Perspektiven erlauben es, innerhalb einer Debugger-Sitzung

mehrere Ansichten zu definieren und zwischen Ihnen umzuschalten, um den Fokus auf eine bestimmte Debugging-Aufgabe zu legen. UDE 2021 hat nun eine vollständige 64-Bit-Code-Basis. Zusätzlich ist eine Python-Konsole implementiert. Damit lässt sich die Skriptsprache nun nicht mehr nur für externes Scripting wie z.B. zur Fernsteuerung der UDE über eine Kommandozeile verwenden, sondern kann jetzt auch innerhalb von UDE als Kommandosprache dienen.

Für Umgebungen mit extremen Temperaturen

High-Side-Strommessverstärker

Der AEC-Q100-Grade-0-qualifizierte Strommessverstärker MCP6C02 von Microchip ist für die präzise Strommessung in störbehafteten Umgebungen unter extremen Temperaturbelastungen ausgelegt. Untergebracht ist der Verstärker im 6-poligen SOT-23-Gehäuse der Klasse 1 oder im 8-poligen 3x3-VD-FN-Gehäuse der Klasse 0. Die VDFN-Variante weist einen maximalen Offset-Fehler von 12 μ V über einen Temperaturbereich von -40 °C bis +150 °C auf. Dies erlaubt den Einsatz kleinerer Shunt-Widerstände bei gleichzeitig hoher Messauflösung. Darüber hinaus wird das VDFN-Gehäuse mit einer Wetttable-Flank-Beschichtung verarbeitet, was eine visuelle Inspektion der Lötstellen ermöglicht. Zusätzlich bieten die Bausteine MCP6C02 und MCP6C04 einen integrierten Filter für elektromagnetische Störungen sowie eine Zero-Drift-Architektur. Das Evaluierungsboard ADM01104 unterstützt die Strommessverstärker und wird vorbe-stückt geliefert, um Belastungen durch hohe Spannungen und Ströme zu vermeiden.



Im TO-247-4L-Gehäuse

1200-V-SiC-MOSFETs für E-Mobility-Lösungen

Alpha and Omega Semiconductor (AOS) entwickelte 1200-V-SiC-MOSFETs speziell für den Einsatz in Automotive-Anwendungen, die nach AEC-Q101-qualifiziert. Die Bauteile sind ausgelegt für die Anforderungen an Effizienz und Zuverlässigkeit von On-Board-Ladegeräten für Elektrofahrzeuge (EV), Motorantriebswechselrichtern und Off-Board-Ladestationen. Sie bieten nach Angaben des Unternehmens den branchenweit niedrigsten On-Widerstand, der für einen MOSFET in einem für die Automobilindustrie qualifizierten TO-247-4L-Gehäuse mit einem Standard-Gate-Driver von 15 V verfügbar ist. Bei dem Bauteil AOM033V120X2Q handelt es sich um einen 1200-V-SiC-MOSFET, der auf der SiC-MOSFET-Plattform der zweiten Generation von AOS basiert und in einem optimierten TO-247-4L-Gehäuse untergebracht ist. Darüber hinaus haben die SiC-MOSFETs einen sehr geringen Anstieg des On-Widerstands bis zur Nenntemperatur von 175 °C, um Leistungsverluste zu minimieren und die Effizienz weiter zu erhöhen.



Erweiterte Konnektivität

MicroAutoBox-III mit mehr Schnittstellen

dSPACE bietet die MicroAutoBox III mit einem erweiterten Angebot an Bus- und Netzwerkschnittstellen an, um die Anforderungen an Konnektivität von In-Vehicle-Prototyping-Systemen zu erfüllen. Aufgrund der hohen Kanalzahl eignet sich die Variante D1521 insbesondere für kommunika-



tionsintensive Entwicklungen, die unter anderem der Zentralisierung der E/E-Architekturen Rechnung tragen. Typische Anwendungsfälle sind intelligente Gateways, das Ausführen überlagerter Regler zur Ansteuerung weiterer ECUs in Echtzeit über Busse und Netzwerke sowie der Entwurf von Zentralsteuergeräten mit service-basierter Ethernet-Kommunikation. Das DS1521-Bus- und Netzwerk-

board bietet acht CAN-FD-Kanäle, drei Automotive-Ethernet-Ports (100/1000BASE-T1), zwei FlexRay-Anschlüsse (A/B), drei LIN-Kanäle sowie zusätzlich UART-, Digital- und Analogschnittstellen. Die Konfiguration des Systems erfolgt über die Implementierungssoftware ConfigurationDesk inklusive des integrierten Bus-Managers.

Auf Beschleunigungsmessungs-Basis

Sensor zur aktiven Geräuschnunterdrückung

Molex stellt einen auf Beschleunigungsmessung basierenden RNC-Sensor (Road Noise Cancellation) für die aktive Geräuschnunterdrückung in Fahrzeugen vor. Dies ist das erste Produkt einer neuen Reihe von Automotive-



ANC-Sensoren (Active Noise Cancellation). Angebracht werden die ANC-Sensoren am Fahrzeug-Chassis, zum Beispiel in Radkästen und im Fahrzeugrahmen. Die Sensoren nutzen die Automotive-Adio-Bus-Technologie (A²B) von Analog Devices, um die Übertragung von HiFi-Audio zu gewährleisten und gleichzeitig Kom-

plexität, die Kosten und das Gewicht der Verkabelung zu verringern. Durch die Kopplung mit dem A²B-Netzwerk übertragen die Sensoren Geräuschsignale in weniger als 2 ms an die Verarbeitungseinheit. Sie verfügen über integrierte Anschlüsse und sind in Daisy-Chain-Anordnung konfiguriert. Die Steckverbinder stammen aus der Mini50-Reihe von Molex. Untergebracht sind die Sensoren z.B. in IP6K9K-Gehäusen, um besseren Schutz vor rauen Bedingungen zu gewährleisten.

Inserenten

CTX	33	IPETRONIK	23	PEAK	29	Softing	5
feno	17	LEAR	2. US	PINTeam	13	Synopsys	9
Inova	Titelseite	LeddarTech	21	Rohm	7		

Unternehmen

acatech	10	CAM	11	Faurecia	12	LeddarTech	11	ON Semiconductor	10	Tesla	14
Aimotive	46	Chronoptics	9	FAW	14	Leoni	10	Osram Continental	8, 14	Texas Instruments	32
Akasol	12	Coca-Cola	12	FEV	12	Lucid	12	PINTeam	36	Toshiba	14
Alpha and Omega Semiconductor	48	Continental	8, 10	Genesys	12	Lupa-Electronics	13	PLS	48	TSMC	3
Alps Alpine	8, 14	DEKRA	12	Globalfoundries	13	Marquardt	10	Preh	10, 30	Uhnder	18
Analog Devices	12, 14, 22, 48	Deutronic	12	Globalmatix	10	Melexis	9	Recogni	8	UnitedSiC	34
Apple	10	DLR	12	Grammer	8, 14	Mercedes Benz	12	Renault	12	Valeo	12
Aral	12	Dolby	12	Great Wall Motor	12	Microchip	14, 48	Renesas	13	Vitesco	12
ASAP-Gruppe	40	Dongfeng Aerolus Yixuan	12	Harman	24	Microsoft	12	Rightware	10	Volkswagen	12
Bittium	12	dSPACE	48	Harvatek	8, 14	Molex	48	Rohde & Schwarz	12, 18	Volvo	12
BMW	10, 12, 14, 24	EDAG	12	Hella	12	Nexperia	10, 26	Samsung	24	Wingtech Technology	10
BorgWarner	12	Elektrobit	10	Ibeo	12	Nextchip	46	Schaeffler	12	Xilinx	14
Bosch	8, 12, 13	ElringKlinger	12	Infineon	3, 10	Nissan	12	Seoul Robotics	11	Yanfeng	8, 14
b-plus	12	EPC	48	Inova	14	Nordsys	44	Socionext	14	ZF	12
Brose	10	Encrypt	9	Jeep	12	Novero	10	Softwarehelden	10	ZKW Group	10
		ETAS	9	KIT	12	NXP	8, 14	Sony	46		

Personen

Asmus, Rinat	10	Droemer, Lukas	26	Hornfeck, Udo	10	Mattes, Patrick	10	Ploss, Reinhard	3, 10	Schleicher, Martin	10
Baumann, Sven	6	Gärditz, Christoph	8	Jagl, Andreas	10	Miller, Manfred	44	Rauscher, Michael	36	Sundaram, Vishnu	24
Bhalla, Anup	34	Geier, Freddie	10	Kishonti, Laszlo	46	Moissl, Simon	36	Reger, Lars	8	Trier, Wolfgang	10
Bratzel, Stefan	11	Gruber, Martin	36	Kraus, Robert	14	Natarajan, Ramanan	32	Reuter, Ralf	18	Wagner, Joachim	30
Bub, Sergej	26	Hardock, Andreas	26	Lederer, Dieter	50	Pellkofer, Andreas	22	Scharlibbe, Sandro	10	Weng, Stephan	10
Cai, Zhengxin „Charlie“	10	Heyn, Markus	12	Leng, Rong Chen	18	Pincemin, Christophe	8	Schiefenhövel, Martin	40		

Impressum

AUTOMOBIL
ELEKTRONIK

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

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

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

Verlag

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



Hüthig

erfolgsmedien für experten

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

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

Auslandsvertretungen

Schweiz, Liechtenstein:

Katja Hammelbeck, interpress gmbh

Ermatinger Straße 14, CH-8268 Salenstein,

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

E-Mail: kh@interpress-media.ch

USA, Kanada, Großbritannien, Österreich:

Marion Taylor-Hauser,

Max-Böhm-Ring 3, 95488 Eckersdorf,

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

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



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

Datenschutz:

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

Vertrieb

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

Abonnement:

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

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

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

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

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

Der Studentenrabatt beträgt 35 %.

Kündigungsfrist:

jederzeit mit einer Frist von 4 Wochen zum Monatsende.

Erscheinungsweise: 6 x jährlich

Redaktion

Chefredaktion:

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

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

E-Mail: alfred.vollmer@huthig.de

Redaktion:

Dr.-Ing. Nicole Ahner (na)

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

E-Mail: nicole.ahner@huthig.de

Martin Probst (prm)

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

E-Mail: martin.probst@huthig.de

Redaktionsassistentin und Sonderdruckservice:

Diemut Baldauf,

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

E-Mail: diemut.baldauf@huthig.de

Anzeigen

Head of Sales:

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

E-Mail: frank.henning@huthig.de



Resilienz gegen Schock

Dr. Lederers Management-Tipps



Karikatur: Heinrich Schwarz/Blanke

In seiner letzten Sitzung war der Vorstand ins Grübeln gekommen. Wie konnte es sein, dass ein externes Ereignis wie Corona das Unternehmen so unvorbereitet getroffen hat? Zudem wiederholte sich die Geschichte, war es doch mit der Bankenkrise genauso. Dabei hatten sie extra eine ganze Abteilung aufgebaut, die sich nur ums Risikomanagement kümmerte, mittlerweile auch mithilfe von KI und Big Data. Keines der Modelle und keiner der Indikatoren hatte rechtzeitig angeschlagen. Wie sich seine Kollegen das zusammenreimen würden, fragte der Vorsitzende, doch es kam keine überzeugende Argumentation zusammen.

Dabei ist die Situation recht einfach erklärbar: Herkömmliches Risikomanagement geht von bekannten Parametern aus der Vergangenheit aus und erwartet, dass sich auch die Zukunft damit abbilden lässt.

Sich darauf zu verlassen, was gang und gäbe ist, geht für neue, unbekannte Ereignisse schief. Ungewissheit, wie sie von einer Pandemie oder einer Bankenkrise ausgeht, ist nicht klassisch vorhersagbar. Daher bleibt nur der Weg, sich bestmöglich gegen mögliche Folgen eines externen Schocks zu wappnen. Doch wie, wenn weder das Ereignis noch seine Konsequenzen bekannt sind? Indem sich Unternehmen resilient aufstellen.

Flexibilität ist Trumpf

Wie genau geht das? Was brauchen Unternehmen, um resilient zu sein? Hier ein paar Anregungen dazu:

- **Beweglichkeit im Kopf:** Wenn der Schock da ist, heißt es schnell zu handeln und sich an neue Bedingungen anzupassen. Regelmäßiges fundamentales Infragestellen des Status quo ist dafür nützlich, denn es befördert die Flexibilität im Kopf.

- **Unterstützende Kultur:** Rücksicht auf Althergebrachtes, Schutz ehemaliger Innovationen, Aversion gegen „not invented here“ und mehr dergleichen macht träge. Diese Hürden in guten Zeiten abzubauen, schafft Flexibilität für schlechte.

- **Vertrauen in die Führung:** Menschen brauchen die Gewissheit, das Richtige zu tun, um einem neuen Weg zu folgen. Haben sie erfahren, dass sie darauf vertrauen können, wird das auch unter Schock so sein. So unterschiedlich Organisationen mit dramatischen Ereignissen umgehen, so unterschiedlich ist ihre Fähigkeit zur Resilienz. Die Häufigkeit von externen Schocks wird in der heutigen, hochvernetzten Welt zunehmen. Wohl dem Unternehmen, das dafür gerüstet ist. (av)

Autor

Dr. Dieter Lederer

Veränderungsexperte, Unternehmer, Investor und Musiker.

**E/E-Entwickler, Ingenieure,
Manager. AUTOMOBIL-
ELEKTRONIK hat die gesamte
Wertschöpfungskette im
Fokus – von der Entwicklung
bis zum fertigen System.
Jetzt kostenlos testen:
[www.automobil-elektronik.de/
kostenlos](http://www.automobil-elektronik.de/kostenlos)**



Sie suchen Fach- und Führungskräfte?



industri**jobs**.de

Das Karriereportal für
Fach- und Führungskräfte in der Industrie

Weitere Informationen:
www.industriejobs.de • stellenangebote@industriejobs.de