

# AUTOMOBIL INDUSTRIE

BEDIENKONZEPTE

## Projektionen statt Bildschirm



**70** JAHRE

EXKLUSIV-UMFRAGE  
Was Geschäftsführer  
im Jahr 2025 erwarten

FRANK WEBER  
Software-Entwicklung  
muss ins Zentrum

E-MOBILITÄT  
Batterieproduktion als  
Ökosystem begreifen



100 %  
electric



# Nachhaltige Mobilität schneller in die Zukunft bringen

Innovative Lösungen  
für den Markt von morgen

Wir machen  
Energie langlebig.



Unsere skalierbare  
Batterietechnologie  
ermöglicht sichere und  
saubere Energie.



**BORGWARNER**

# Jahr des Neustarts

**M**itte Januar forderte VDA-Präsidentin Hildegard Müller: „2025 muss ein Jahr des Neustarts sein“, mit Blick auf die anstehenden politischen Entscheidungen in Berlin und Brüssel. Der große Wurf sei notwendig, politisch und gesellschaftlich. Seitdem ist einiges passiert: Friedrich Merz wird in Kürze Olaf Scholz ablösen, Ursula von der Leyen hat einen Aktionsplan zur Rettung der europäischen Automobilindustrie vorgelegt, Volkswagen die Kleinwagenstudie „Every 1“ präsentiert und seine Software-tochter Cariad weiter geschrumpft, Mercedes-Benz den Hoffnungsträger CLA enthüllt, Webasto seinen CEO ausgetauscht, ZF die Partnersuche für seine Division E bestätigt, Continental die Abspaltung des Automotive-Geschäfts beschlossen – nur ein paar Schlagzeilen aus der jüngeren Vergangenheit.

**Jubiläumsjahr mit vielen Neuerungen auch bei »Automobil Industrie«.**

Völlig irre zeigt sich der Neustart in den USA: Trump führt Strafzölle gegen Mexiko und Kanada ein, um sie kurz darauf wieder auszusetzen, dann nimmt er Europa ins Visier; bizarr seine Tesla-Verkaufsshow mit Elon Musk.

Geradezu bescheiden wirken im Vergleich die Neuerungen bei »Automobil Industrie« – im

Rahmen unseres 70-jährigen Jubiläums, das wir 2025 in den Ausgaben März bis November mit Ihnen feiern wollen und das in der großen Jubiläumsausgabe im Dezember gipfeln wird.

Die erste Ausgabe erscheint mit überarbeitetem Design, größeren Fotos und frischer Optik und mit neuen Formaten. Etwa unsere Zahlenseite (S. 10), das Bild des Monats (S. 12), unsere Exklusiv-Umfrage (S. 14), den Mitschnitt (S. 20) oder das OEM-Interview (S. 30). Hinzu kommen neue Rubriken wie China Market Insider (S. 22), Innovationen zu bevorstehenden Messen (S. 46), Praxistest (S. 64) und Vorschau (S. 65).

Lesespaß und Nutzwert wollen wir Ihnen auch mit unserer cross-medialen „70 Jahre Serie“ (S. 32) bieten. Im Mittelpunkt stehen Unternehmen mit ihren wegweisenden Entwicklungen und vor allem: mit ihren innovativen Ideen für eine erfolgreiche gemeinsame automobiler Zukunft. Wollen Sie Teil dieser Story sein? Ich freue mich auf den persönlichen Austausch!



**Claus-Peter Köth**  
 Chefredakteur  
 »Automobil Industrie«



## CUSTOM-BUILT MOTORS

100 – 1 000 000 Nm  
 10 – 5 000 kW  
 up to 30 000 rpm

HIGH TORQUE



HIGH POWER



HIGH SPEED



HIGH DYNAMICS



[www.oswald.de](http://www.oswald.de)

OSWALD Elektromotoren GmbH  
 Oswaldstraße 1 | D-63897 Miltenberg  
 +49 9371 9719 0 | [oswald@oswald.de](mailto:oswald@oswald.de)





Sensoren und Software erkennen künftig, ob der Mensch hinter dem Lenkrad fit ist fürs Fahren. Seite 52



Stahl wird grün. Wie weit sind die Unternehmen, die den Werkstoff herstellen? Seite 62

**26 TITELSTORY:** Berührungsempfindlicher Bildschirm oder lieber eine Projektion? Das sehen die Hersteller unterschiedlich. BMW entscheidet sich in der neuen Klasse vorwiegend für Projektionen.

- 6 Kompakt:** Hannover Messe 2025 ++ VW zeigt Nachfolger des E-Up ++ Demontage: BYD- und Tesla-Akkus im Vergleich +++ Branche in Zahlen
- 12 Bild des Monats:** Großbaustelle BMW-Werk München

## Wirtschaft & Mobilität

- 14 Ausblick 2025:** Was ist wichtig und was muss zuerst passieren?
- 20 Mitschnitt:** Diese Pläne und Forderungen hat Luca de Meo, CEO der Renault Group

## China Market Insider

- 22 Produktion:** Wie generative KI in chinesischen Fabriken genutzt wird

## TITELSTORY

- 26 Bedienelemente:** Bildschirm oder Projektion?
- 30 BMW Neue Klasse:** Entwicklungsvorstand Frank Weber über die neue Modellgeneration

## 70 Jahre »Al«

- 32 Arnold Umformtechnik:** Verbinden mit System

## FOKUS

- 36 Autonomes Fahren:** Der lange Weg zum selbstfahrenden Auto
- 40 Steer by Wire:** Markt für elektronische Lenksysteme formiert sich – in China

- 42 Wankstabilisierung:** Bekanntes System auf Level 4
- 44 Künstliche Intelligenz:** Kollaboration statt Irritation

## Elektronik

- 48 E/E-Architektur:** Externe Expertise soll Cariad helfen
- 50 Energieübertragung:** Busbars sind eine Alternative zu Leitungen

## Interieur

- 52 Fahrerüberwachung:** Wenn Dein Auto weiß, dass du getrunken hast

## Produktion

- 54 Mercedes-Benz Manufaktur:** Wo aus Autos Kunstwerke werden
- 56 E-Mobilität:** Batterieproduktion muss als Ökosystem verstanden werden
- 58 BMW-Werk Landshut:** „Energy Master“ für die ganze Welt

## Karosserie & Leichtbau

- 60 Lightweight Summit:** Die Konferenz zum Leichtbau auf der Hannover Messe

## Werkstoffe & Nachhaltigkeit

- 62 Rohstoffe:** Auf dem Weg zum grünen Stahl

**35 FOKUS THEMA:**  
Autonomes  
Fahren



**Praxistest**

64 **Ausfahrt:** SAIC MG4

**Vorschau**

65 **AI 2-2025:** Das lesen Sie  
im nächsten Heft  
**Event-Tipp:** Smart Factory Day

**Personen & Karriere**

66 **Im Gespräch:** Pavel Boháč, Chief Executive  
Officer Aimtec



Pavel Boháč Chief Executive Officer Aimtec, über  
Konnektivität im Auto und Mobilitätsservices  
Seite 66

- 3 **Editorial**
- 46 **Innovationen**
- 65 **Impressum**

[www.automobil-industrie.de](http://www.automobil-industrie.de)

**Julabo**  
THE TEMPERATURE CONTROL COMPANY

**PRESTO™**  
Prozessthermostate



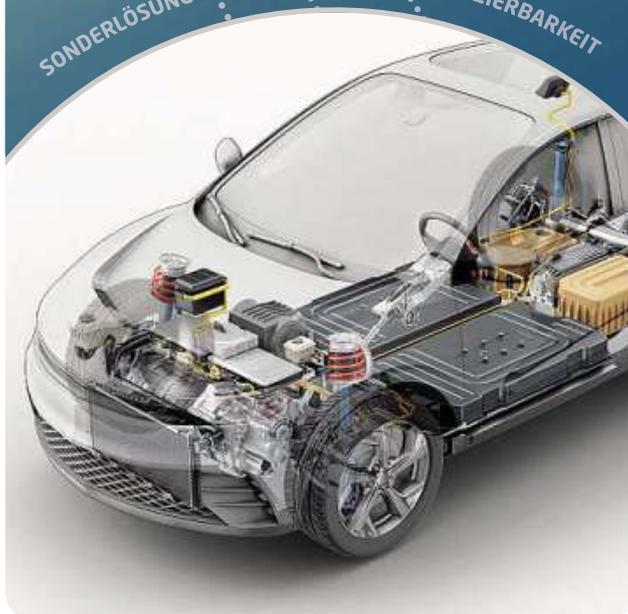
**PERFEKTE  
TEMPERATURSIMULATION  
FÜR IHREN PRÜFSTAND**

Vertrauen Sie bei Ihrem Prüfstand und der Temperierung von Umweltsimulationen für Material- und Qualitätsprüfungen oder Stress- und Belastungstests auf die hochdynamischen Temperiersysteme aus der PRESTO Reihe. Durch jahrzehntelange Erfahrung in der Entwicklung und Herstellung von Prozessthermostaten bietet JULABO nicht nur Premium-Temperiertechnik für höchste Ansprüche, sondern auch individuelle Sonderlösungen für kundenspezifische Anwendungen.

[WWW.JULABO.COM/AUTOMOTIVE](http://WWW.JULABO.COM/AUTOMOTIVE)



SONDERLÖSUNGEN QUALITÄT REPRODUZIERBARKEIT



PARTNERLAND KANADA

## Hannover Messe 2025

Vom 31. März bis zum 4. April findet die Hannover Messe statt. Das Partnerland ist Kanada. Mehr als 230 Aussteller und 250 Delegierte aus dem Land werden ihre industriellen Technologien und ihr Fachwissen in sechs Pavillons präsentieren.

Dabei geht es um fortschrittliche Fertigung, digitale Technologien, Forschung und Entwicklung, E-Mobilität und saubere Ener-

gie. Das teilt der Veranstalter der Hannover Messe mit, die Deutsche Messe.

Kanadas größte föderale Forschungs- und Technologieorganisation, der National Research Council of Canada, wird vor Ort sein, um Fachwissen und Kompetenzen in den Bereichen saubere Energie, fortschrittliche Fertigung, digitale Technologien und künstliche Intelligenz zu präsentieren.

Kanadische Wirtschaftschefs werden im Veranstaltungsprogramm aktiv sein. Darunter bei einem hochrangigen Wirtschaftsgipfel, einem Dialog über erneuerbare Energien, einem Dialog zwischen Führungskräften und der „FEMWORX“-Konferenz. Außerdem bei mehreren Podiumsdiskussionen, Grundsatzreden, Präsentationen von Ökosystemen und Produkteinführungen.

In einem Wasserstoff-Pavillon zeigen Vertreter des Landes ihre Produkte rund um den Energieträger. Dazu zählen Technologien für die Wasserstoff-Wertschöpfungskette, einschließlich kohlenstoffarmer Wasserstoffproduktion, Wasserstoffspeicherung und Endanwendungen.

Kanada wird sich zudem am „Renewable Dialogue“ beteiligen. Er findet am 31. März statt. Die vom Land Niedersachsen und der Deutschen Messe organisierte Veranstaltung befasst sich mit Partnerschaften zwischen Kanada und Deutschland im Bereich der erneuerbaren Technologien.

Eine Auswahl der Produkte die Unternehmen auf der Hannover Messe 2025 vorstellen, haben wir auf den Seiten 46 und 47 in diesem Heft zusammengestellt. (thg)



Bild: Deutsche Messe AG

STROMSPEICHER

## Europa fehlen Kapazitäten für Batteriezellproduktion

Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI sieht nur eine etwa 50-prozentige Chance, dass das von der EU gesteckte Ziel einer 90-prozentigen Selbstversorgung mit Batteriezellen im Jahr 2030 erreicht wird. Es gebe gute Argumente dafür, dass auch das zu optimistisch sei. Eine Versorgung zu 50 bis 60 Prozent halten die Forscher um Autor Steffen Link aber für relativ sicher. Insgesamt werde die Nachfrage nach Batteriezellen in Europa bis 2030 den Wert von einer Terawattstunde pro Jahr wahrscheinlich übersteigen. Für ihre Studie simulierten sie jeweils 1.000 Szenarien für Bedarf und Produktion. Dabei gab es Fälle, in denen der Bedarf übertroffen wird, häufiger war laut Link aber das Gegenteil.

Europa werde zwar vermutlich kaum die günstigsten Batterien herstellen können, sagt Link. „Aber vielleicht kann man auf lange Sicht in Sachen Nachhaltigkeit oder Performance bessere Eigen-

schaften erzielen oder sogar führend werden.“ Wenn man nur mit- oder hinterherlaufe, keine Risiken eingehen, und Innovationen nicht proaktiv vortreiben, werde man im Wettbewerb weiter zurückfallen. (dpa/thg)



Bild: Samsung

AUTONOMES FAHREN

## ZF darf deutschlandweit Level-4-System testen



Bild: ZF Group

Das Kraftfahrtbundesamt erlaubt ZF Mobility Solutions, ein Level-4-System für das autonome Fahren deutschlandweit auf öffentlichen Straßen zu erproben. Bisher galten die erteilten Einzelgenehmigungen für vorab klar definierte Strecken-

abschnitte oder Stadtgebiete. Der Fokus der Genehmigung liegt laut ZF auf dem öffentlichen – und damit auf dem städtischen und regionalen – Personennahverkehr. Autobahnen, Kraftfahrstraßen und Straßen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von größer 100 km/h sind von der Genehmigung ausgenommen. Die Genehmigung ist bis Ende 2026 gültig und kann anschließend bis Ende 2028 verlängert werden.

In Düsseldorf testete ZF im Auftrag der Rheinbahn AG im Februar bereits ein autonom fahrendes Shuttle – während der Messe für autonome Technologien und Robotik „Xponential“ zwischen Messeparkplatz und Messehallen. Im Projekt „RABus“ rollten im vergangenen Jahr in Friedrichshafen und Mannheim Shuttles nach Level 4 auf zwei ausgewählten Strecken im Mischverkehr. (thg)

## MANAGEMENT

# BMW-Entwicklungschef hört auf

BMW-Entwicklungsvorstand Frank Weber verlässt den Autohersteller. Sein Nachfolger wird am 1. Juni der aktuelle Einkaufsvorstand Joachim Post. Das Ressort Einkauf und Lieferantennetzwerk besetzt künftig Nicolai Martin.

Webers Nachfolger Joachim Post fing 2002 bei BMW an. Seit Januar 2022 ist er Mitglied des Vorstands für Einkauf und Lieferantennetzwerk. Er war zuvor unter anderem Leiter Produktlinie Mittelklasse BMW im Ressort Entwicklung sowie Leiter Fahrzeugstrategie. Als Nachfolger für Joachim Post wurde Nicolai Martin zum 1. Juni in den Vorstand der BMW AG berufen. Er ist derzeit Produktlinienleiter Oberklasse BMW, Rolls-Royce und hatte zuvor unterschiedliche Führungsfunktionen innerhalb der Entwicklung inne. Nach Stationen in den Bereichen Gesamtfahrzeug und Antrieb leitete er den Bereich Fahrerlebnis.

„Frank Weber und das gesamte Entwicklungsressort haben in den vergangenen Jahren eine hervorragende Leistung vollbracht,



Bild: BMW

um das zentrale Zukunftsprojekt von BMW zur Serienreife zu entwickeln: die Neue Klasse. Für diese Leistung gebührt Frank Weber unser aller Dank“, sagte Norbert Reithofer, Vorsitzender des Aufsichtsrates. „Wir wünschen ihm und seinem privaten Umfeld alles Gute für die Zukunft. Und gemeinsam mit dem Vorstand der BMW AG freuen wir uns auf den Start der Neuen Klasse Ende dieses Jahres.“ (thg)

## ZULIEFERER

# Webasto: Neuer Chef

Webasto hat einen neuen Chef. Seit 17. März 2025 ist Jörg Buchheim Vorstandsvorsitzender des Zulieferers. Der Aufsichtsrat und der bisherige Vorstandsvorsitzende Holger Engelmann haben sich laut Webasto einvernehmlich darauf verständigt. Engelmann tritt zum 31. März 2025 aus dem Unternehmen aus – sein Vertrag wäre Ende 2025 ausgelaufen.

Der Vorsitzende des Aufsichtsrats, Rolf Bulander, dankt Holger Engelmann für dessen Bereitschaft, sein Amt frühzeitig zur Verfügung zu stellen. „Der Aufsichtsrat und die Gesellschafter zollen Dr. Engelmann ihren großen Respekt für die geleistete Arbeit und das große Engagement.“ Für Engelmann ist „jetzt der richtige Zeitpunkt für diese wichtige Entscheidung, da die nun anstehende Phase der Restrukturierung personelle Kontinuität benötigt. Ich danke dem Aufsichtsrat, meinem Vorstandsteam sowie allen Mitarbeitenden für die Unterstützung und die vertrauensvolle Zusammenarbeit in den vergangenen Jahren.“ (thg)

31. MÄRZ – 4. APRIL 2025

# SOLUTIONIZE TO INNOVATE

Verkürzen Sie Entwicklungszyklen durch agile Fertigung und digitale Zwillinge. Auf der HANNOVER MESSE.  
[www.hannovermesse.de/automotive](http://www.hannovermesse.de/automotive)



WORLD. LEADING. INDUSTRYSHOW.



## AUTOMATISIERTES FAHREN

### Mercedes testet Farb-Markierung



Bild: Mercedes-Benz AG

Mercedes-Benz darf in Deutschland Markierungsleuchten für das automatisierte Fahren testen. Die Genehmigung gilt bundesweit für Erprobungszwecke und ist bis Juli 2028 befristet. Die Außenbeleuchtung soll so anderen Verkehrsteilnehmern anzeigen, ob die

hochautomatisierte Fahrfunktion aktiviert ist. Verkehrsbehörden und Polizei sollen außerdem leichter erkennen, ob die Fahrerin oder der Fahrer sich während der hochautomatisierten Fahrt anderen Tätigkeiten widmen darf.

Die Markierungsleuchten sind in den Front- und Heckleuchten und den seitlichen Blinkern in den Außenspiegeln integriert. Bei aktiviertem System leuchten diese türkis. Mercedes hatte die Signalfarbe für das automatisierte Fahren Ende 2023 ins Spiel gebracht.

Laut des Herstellers wurde die Farbe inzwischen in Normen und Vorschriftsentwürfe aufgenommen, zum Beispiel die SAE J3134, UN-ECE und China Compulsory Certification.

Studien mit Probanden haben gezeigt, dass sich Türkis als Signalfarbe sehr gut eignet. (thg)

## ID EVERY 1

### Volkswagen zeigt E-Up-Nachfolger



Bild: Achter - VCG

Volkswagen hat den Nachfolger des Elektro-Kleinwagens E-Up vorgestellt. Der „ID Every 1“ soll ab dem Jahr 2027 in Serie verfügbar sein. Bei der Präsentation Anfang März sprach Volkswagen von einem Einstiegspreis von „rund 20.000 Euro“.

Der E-Up als direkter Vorgänger war 2023 zum letzten Mal vom Band gelaufen.

Positioniert sein soll das neue Fahrzeug nach Herstellerangaben als „rein elektrisches Einstiegsmodell“. Die Preismarke von 20.000 Euro ist demnach als Grundpreis zu verstehen, der vor allem für die Kommunikation der Händler wichtig sein dürfte.

Der Kleinwagen soll bei dem angekündigten Grundpreis mit einer Reichweite von „mindestens 250 Kilometern“ ausgestattet sein – zum Einsatz kommt vermutlich eine LFP (Lithium-Eisenphosphat)-Batterie. Nähere Angaben machte Volkswagen nicht. Der E-Motor soll 70 Kilowatt leisten. Der ID Every 1 wird größer sein als der E-Up. So ist er mit 3,88 Metern etwa 28 Zentimeter länger. Zum Vergleich: Der elektrische Kleinwagen „ID 2 all“ soll 4,05 Meter lang werden. Im neuen E-Up sollen vier Personen Platz haben, der Kofferraum soll etwa 300 Liter fassen. (thg)

## TECHNISCHE ANALYSE

### Demontage: BYD- und Tesla-Akkus im Vergleich

Ein Team des Lehrstuhls „Production Engineering of E-Mobility Components“, PEM, der RWTH Aachen hat aktuelle Antriebsbatterien von Tesla und von BYD zerlegt und miteinander verglichen.

Demnach steht bei Teslas 4680-Zellen eine hohe Energiedichte im Vordergrund, während bei der Blade-Zelle von BYD die Volumeneffizienz und kostengünstigere Materialien bedeutsamer sind. Der Studie

zufolge ist die Batterie von BYD effizienter, weil sie ein einfacheres Wärmemanagement ermöglicht. „Beide Akteure haben immer nur wenige Daten zu ihren Batterien preisgegeben, so dass die mechanische Struktur und die meisten Eigenschaften der Zellen bis dato im Verborgenen geblieben sind“, sagt PEM-Leiter Professor Achim Kampker. Generell gebe es nur wenige detaillierte Daten und Analysen zu modernen Elektro-

fahrzeug-Batterien. Die RWTH-Forschenden untersuchten daher die mechanische Konstruktion, die Abmessungen und die elektrischen und thermischen Eigenschaften der Zellen sowie die genaue Materialzusammensetzung der Elektroden. Außerdem ermittelten sie die Kosten der Zellmaterialien und die für den Zusammenbau verwendeten Verfahren. „Wir waren überrascht, dass in den Anoden beider Batterien kein Silizium enthalten ist – vor allem bei Teslas Zelle, da Silizium in der Forschung weithin als Schlüsselmaterial zur Erhöhung der Energiedichte gilt“, sagt PEM-Leitungsmitglied Professor Heiner Heimes. Die Forschenden fanden zudem heraus, dass die beiden „hochgradig innovativen“ und „grundlegend unterschiedlich designten“ Batterietypen erhebliche Unterschiede in der Geschwindigkeit aufweisen, mit der sie sich im Verhältnis zu ihrer maximalen Kapazität laden oder entladen lassen.

Die Batterien wiesen allerdings auch unerwartete Ähnlichkeiten auf: So wurden ihre dünnen Elektrodenfolien jeweils mit dem noch ungewöhnlichen Laserschweißen statt mit dem marktüblichen Ultraschallschweißen miteinander verbunden. (thg)



Bild: BYD

## ANTRIEB

# MAN produziert letzte Generation Dieselmotoren in Nürnberg

MAN hat im Februar im Werk Nürnberg die Produktion des neuen 13-Liter-Dieselmotors „MAN D30“ gestartet.

Es ist der letzte seiner Art nach mehr als 100 Jahren Dieselmotorenbau am Standort. Den Motor haben die Marken der Traton Group entwickelt.

Nach dem Hochlauf der Produktion arbeiten rund 160 Beschäftigte im Dreischicht-Betrieb an dem Motor. Die technische Kapazität erlaubt eine Produktion von rund 50.000 Motoren jährlich. Es wird laut Unternehmen der letzte vollständig neu entwickelte Diesel-Nutzfahrzeugmotor bei MAN werden. Eine Nachfolgeneration ist nicht geplant.

Der Produktionsstart erfolgt nahezu parallel zum im Frühjahr geplanten Beginn der Batterie-Serienproduktion am Standort. Im Werk Nürnberg entstehen damit laut MAN

für viele Jahre Herzstücke der Antriebe für Modelle mit Verbrennungsmotor und für elektrisch angetriebene Fahrzeuge des Nutzfahrzeugherstellers.

Der D30 hat laut MAN einen maximalen Wirkungsgrad von mehr als 50 Prozent und einen der besten Verbräuche.

Den Motor gibt es in sechs Leistungsstufen von 380 bis 560 PS mit 2.100 bis 2.800 Newtonmetern Drehmoment. (thg)

## ELEKTRISCHE LKW

# Milence eröffnet erste Megawatt-Ladestationen



Bild: Milence

Der Ladetechnikanbieter Milence hat seine ersten Megawatt-Ladestationen in Betrieb genommen. Am Lkw-Rastplatz „Ketenis“ im Hafen von Antwerpen-Brügge wurden zwei Hochleistungsladegeräte von Power Electronics installiert. Sie leisten jeweils bis zu 1.440 Kilowatt, bei bis zu 1.500 Ampere und 1.000 Volt.

Am Ladehub sind damit 22 Ladestationen mit einer Ladeleistung von vier Megawatt CCS und 2,8 Megawatt MCS vorhanden. „Damit ist er einer der größten in Europa und ein echtes Wahrzeichen für elektrischen Güterverkehr“, beschreibt Milence in einer Mitteilung.

Das Megawatt Charging System, MCS, kann bis zu 3,75 Megawatt Gleichstrom liefern. Das im Hafen von Antwerpen-Brügge installierte System wurde im Jahr 2024 getestet und soll die Ladezeiten um etwa 90 Prozent senken. Elektro-Lkw sollen ihre Akkus in 30 Minuten laden können. (thg)

# WISSEN, WOHIN MAN SCHAUT

Sie suchen eine zuverlässige, fahrzeugübergreifende Lösung zur Fahrerüberwachung? Schauen Sie in den Rückspiegel.

Das in den Rückspiegel integrierte Driver Monitoring System (DMS) von Gentex erkennt Ablenkung, Müdigkeit, Vitalität und vieles mehr.

Unsere skalierbare Technologie geht weit über die gesetzlichen Anforderungen hinaus. Sie bietet 2D- und 3D-Innenraumüberwachung zur Erkennung von Fahrgästen, Bewegungen, Objekten und sogar der Anwesenheit von Leben (Presence of Life).

Mit Zusatzfunktionen wie Wächtermodus, Videotelefonie, Selfie-Kamera und in den Rückspiegel integrierten Warnhinweisen können wir Ihnen helfen, ein System zu entwickeln, das Ihre Marke widerspiegelt.

Wenn Sie also Hightech integrieren möchten, schauen Sie sich die Möglichkeiten von Gentex an.

*In die Decke integrierte DMS-Lösungen sind ebenfalls verfügbar.*



Fahrer- und Innenraumüberwachung



Zentrale DMS-Funktionen



2D-Innenraumüberwachung



3D-Innenraumüberwachung



Bild: IAA

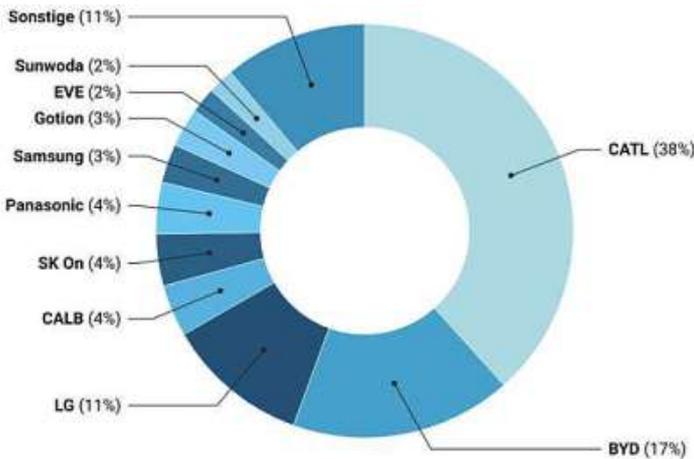
Frankfurt will die IAA zurückholen: Mit neuem Konzept wechselte die IAA 2021 von der Mainmetropole nach München. Bald steht die Vergabe für 2027, 2029 und 2031 an. „Wir haben unseren Hut in den Ring geworfen“, sagte Oberbürgermeister Mike Josef der FAZ.

**47** Prozent Marktanteil in Europa

hatte Volvo Trucks im Jahr 2024 bei schweren Elektro-Lkw ab 16 Tonnen. Im vergangenen Jahr setzte der Nutzfahrzeughersteller nach eigenen Angaben 1.970 Fahrzeuge ab. Die fünf wichtigsten Märkte im Jahr 2024 für Elektro-Lkw von Volvo waren Deutschland, die Niederlande, Schweden, Norwegen und die Schweiz. Der Anteil von Elektro-Lkw am europäischen Lkw-Markt lag Ende 2024 bei 1,3 Prozent.

## MARKTANTEILE DER ZEHN GRÖSSTEN BATTERIEHERSTELLER

weltweit in der Automobilindustrie



Nicht nur CATL, auch BYD, konnte seinen Marktanteil zuletzt leicht ausbauen. Dasselbe gilt für Gotion (Platz 8; Weltmarktanteil von 2,3 auf 3,2%) und Sunwoda (10.; 1,5 auf 2,1%). Lediglich CALB verschlechterte sich auf dem Weltmarkt leicht im Vergleich zum Vorjahr (4,8 auf 4,4%). EVE hielt unverändert einen Weltmarktanteil von 2,3 Prozent (9.).

Grafik: Asia Waypoint für Automobil Industrie • Quelle: SNE Research • Erstellt mit Datawrapper



Bild: Mercedes-Benz Group AG

**„Wir brauchen einen realistischen Pfad zur Dekarbonisierung der europäischen Autoindustrie – einen, der marktgetrieben ist und nicht von Strafen.“**

Ola Källenius, Mercedes-Benz-CEO und ACEA-Präsident

## AUTOMOBIL INDUSTRIE TICKER

Mercedes entlässt Beschäftigte in China +++ ZF will Antriebssparte ohne Verkauf ausgliedern +++ Schuler bekommt neuen Namen +++ Nissan tauscht CEO aus +++ Northvolt meldet Insolvenz in Schweden an +++ Ford-Werke erhalten Geld aus den USA +++ Xiaomi bringt E-Auto nach Europa +++ Hyundai produziert ab 2026 E-Autos in der Türkei +++ Fendt hat einen neuen Entwicklungschef +++ Tesla-Tochter kauft Teile des Maschinenbauers Manz +++ Toyota stellt dritte Generation seiner Brennstoffzelle vor +++ EDAG Group stellt sich neu auf +++ VW baut den ID 1 in Portugal +++ BMW testet Wasserstoff-Lkw für die Transportlogistik



Start-Stopp bei der Mediaplanung?  
»Automobil Industrie« sorgt für einen reibungslosen Lauf!

# 155.761<sup>\*</sup>



\* Führungskräfte bei Automobilherstellern und -zulieferern erreichen Sie jede Woche mit dem Newsletter der Automobil Industrie



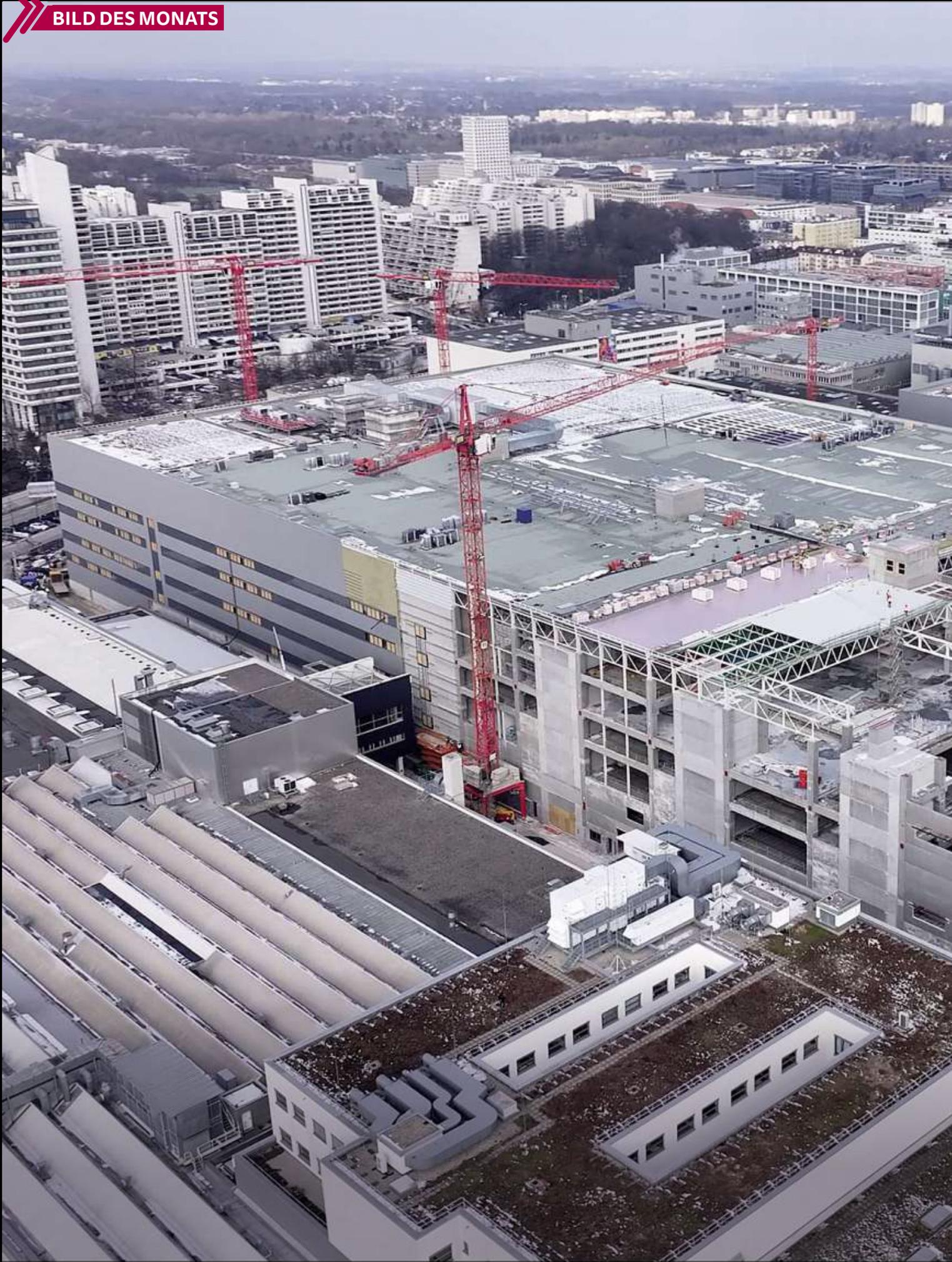
Entdecken Sie hier unsere Mediadaten 2025 und platzieren Sie sich in Ihrer Zielgruppe.



ist eine Marke der



VOGEL COMMUNICATIONS GROUP





## Transformation zur E-Mobilität

Das BMW-Werk München hat in seiner mehr als 100-jährigen Geschichte schon viele Veränderungen erlebt. Zu Beginn wurden dort Flugzeugmotoren und Motorräder gebaut; das erste Automobil rollte 1952 vom Band. Aktuell gleicht das Werk einer Großbaustelle. Die Vorbereitungen auf die Produktion der voll-elektrischen „Neuen Klasse“ ab Sommer 2026 laufen auf Hochtouren. Im laufenden Betrieb entstehen drei neue Produktions-hallen für den Karosseriebau, die Montage und die Logistik. Der Gesamtinvest beträgt 650 Millionen Euro. (kt)



AUTOMOBILINDUSTRIE

# Ausblick 2025: „Es braucht Signale, die Mut machen“

Die Branche fordert ein Jahr des Neustarts – mit Blick auf die politischen Entscheidungen in Berlin und Brüssel. „Automobil Industrie“ hat acht Zulieferer und drei Berater gefragt, welche Maßnahmen dringend notwendig sind und welche Themen 2025 höchste Priorität haben.

Die Interviews führte Claus-Peter Köth

Bild: © Coloures-Pic - stockadobe.com

## Herr Göttel, das Vertrauen in den Standort Deutschland hat stark gelitten, welche Maßnahmen sind notwendig, um wieder positiv nach vorne blicken zu können?

Ralf Göttel: Für Unternehmen im industriellen Umfeld ist es aktuell sehr herausfordernd, wettbewerbsfähig am Standort Deutschland zu arbeiten. Dies liegt unter anderem an der hohen Bürokratie, an Zusatzaufwendungen – etwa verbunden mit der Nachhaltigkeitsberichterstattung. Eine der größten Belastungen sind darüber hinaus die hohen Lohnkosten im Verhältnis zur effektiven Arbeitszeit von im Schnitt nur 8,4 Monaten im Jahr. Aufgrund von Urlaub, gesetzlichen Feiertagen und verhältnismäßig vielen Krankheitstagen ist Deutschland Schlusslicht mit Blick auf die tariflich vereinbarten Arbeitszeiten und Fehltag – selbst im europäischen Vergleich.

## Mit welchen Stärken kann Deutschland im internationalen Wettbewerb noch punkten?

Eigentlich haben wir in Deutschland gute Voraussetzungen: ein sicheres Rechtssystem, eine stabile Beschäftigungslage. Es braucht wieder mehr Zukunftphantasie, Signale, die Mut machen, in Deutschland zu investieren. Dazu gehören konkret weniger Bürokratie sowie eine industriefreundliche Politik mit Verlässlichkeit und Planbarkeit – etwa bei Energiepreisen.

## Mit welchen Erwartungen schauen Sie auf das laufende Jahr?

Benteler-CEO Ralf Göttel.



Die Marktaussichten für 2025 sind unsicher. Wir müssen auch in Zukunft weiter mit vollem Einsatz arbeiten. Gleichzeitig sind wir zuversichtlich: Mit unserer bewährten Strategie und dem Engagement unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind wir gut gerüstet, kommenden Aufgaben entschlossen zu begegnen. Wir werden – wie bislang – mit der Kombination aus jahrzehntelangem Know-how und großem Pioniergeist auf die sich wandelnden Marktbedingungen reagieren.

## Welche Projekte und Themen haben für Benteler im Jahr 2025 hohe Priorität?

Es ist unser Anspruch, auch in einem herausfordernden Umfeld die Zukunft zu gestalten. Dazu gehört konkret, dass wir den Aufbau neuer Standorte vorantreiben werden – beispielsweise in Marokko und in den USA. Unser autonomer Minibus – der Holon Mover – wird 2025 erstmals in einem Pilotprojekt auf öffentlichen Straßen unterwegs sein. Um die Kosten für Fahrzeuge niedrig zu halten, sehen wir zudem einen Trend zu größeren Baugruppen, wie etwa im Rahmen des Gigacastings. Diese Multipart-Integration, bei der Komponenten, wie Fahrzeugseitenwände, nicht mehr vom Kunden selbst verschweißt und eingebaut werden müssen, setzen wir bereits in China erfolgreich um. Und nicht zuletzt bleibt das Thema Nachhaltigkeit für uns relevant: Die Kreislaufwirtschaft wird in der Automobilindustrie immer wichtiger. Daher arbeiten wir daran, zum Beispiel die Re-

Bild: Benteler

cyclingquoten für Aluminium weiter zu erhöhen. Bei Stahl haben wir bereits nahezu 100 Prozent erreicht.

### **Herr Heyn, das Vertrauen in den Standort Deutschland hat stark gelitten. Welche Maßnahmen sind notwendig, um wieder positiv nach vorne blicken zu können?**

Über die schwierige Lage, speziell der deutschen Wirtschaft, besteht weitgehend Konsens: Zu hohe Energiepreise, zu viel Bürokratie, zu wenig Investitionen in die Infrastruktur, zu wenig Tempo bei der Digitalisierung. Wir müssen endlich vom Reden zum Handeln kommen – in Deutschland und in Europa. Nur so können wir wettbewerbsfähiger und resilienter werden.

### **Mit welchen Stärken kann Deutschland im internationalen Wettbewerb noch punkten?**

Deutschland hat große Chancen, einen technologischen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung in der Welt zu leisten. Wir sind zudem gut im Autobau und in der Hardware- und Software-Entwicklung, verfügen über hervorragend ausgebildete Menschen und eine hohe Lebensqualität. Wenn wir wirtschaftlich wettbewerbsfähig und attraktiv für Talente und Investoren bleiben, ist mir um den Standort Deutschland nicht bange.

### **Mit welchen Erwartungen schauen Sie auf das laufende Jahr?**

Für 2025 rechnen wir aktuell mit einer Stagnation der weltweiten Fahrzeugproduktion. Aber – und das stimmt mich trotz allem zuversichtlich: Bei Bosch haben wir die passenden Technologien für die Mobilität von morgen.

### **Welche Projekte und Themen haben für Bosch Mobility im Jahr 2025 hohe Priorität?**

Für die Fahrzeuge von morgen entwickeln wir bereits heute Technologien und Lösungen für neue zentralisierte Architekturen, die durchgängig das Zusammenspiel von Automobilelektronik und Cloud beherrschen. Nur so werden sich künftig neue Software-Funktionen etwa für Infotainment oder Fahrerassistenz einfach und bequem „over the air“ ins Auto einspielen und ständig auf dem neuesten Stand halten lassen. Damit ist Bosch übrigens auch ein idealer Partner für die großen Tech-Player weltweit.

### **Herr Romano, das Vertrauen in den Standort Deutschland hat stark gelitten, welche Maßnahmen sind notwendig, um wieder positiv nach vorne blicken zu können?**

Die Industrie ist angewiesen auf stabile politische und wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen. In der derzeit angespannten konjunkturellen Lage geht es vor allem um eine Verbesserung der Standortbedingungen in Deutschland. Die Vorschläge aus der Industrie liegen auf dem Tisch. Erforderlich sind unter anderem: der Fokus von politischen Entscheidungen auf Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit, eine praktisch spürbare Entbürokratisierung in Deutschland und Europa, wettbewerbsfähige Energiepreise im Vergleich zu anderen Ländern sowie Investitionen in eine mo-



Nino Romano, CTO  
Continental Auto-  
motive.

derne und funktionsfähige Infrastruktur sowie in Forschung und Entwicklung.

### **Mit welchen Stärken kann Deutschland im internationalen Wettbewerb noch punkten?**

Der europäische Binnenmarkt und die hohe Offenheit für weltweiten Handel bieten zahlreiche Möglichkeiten für Absatz und Beschaffung, die weiter ausgebaut werden sollten. Das duale Ausbildungssystem Deutschlands ist ein weltweit anerkanntes Erfolgsmodell. Zudem ist die Rechtssicherheit ein wertvolles Gut für wirtschaftlich Handelnde am Standort. Außerdem profitieren wir in Europa und Deutschland von starken und verlässlichen Zulieferern.

### **Welche Projekte und Themen haben für Continental im Jahr 2025 hohe Priorität?**

Das zentrale Projekt für Continental ist in diesem Jahr die Ausgliederung des Unternehmensbereichs Automotive als börsennotiertes Unternehmen. Nach der erforderlichen Zustimmung der Hauptversammlung der Continental AG am 25. April 2025, wollen wir diesen Schritt bis Ende des Jahres vollziehen. Als eigenständiges Unternehmen können wir unsere Stärken gezielter einsetzen, flexibler agieren und noch schneller auf Veränderungen im Markt reagieren. Unsere solide Marktposition, kombiniert mit einem hochwertigen Produktportfolio und exzellenter Systemkompetenz, bietet dafür optimale Voraussetzungen.

### **Welche Technik-Themen stehen auf Ihrer Agenda?**

In diesem Jahr werden wir dem autonomen Lkw-Transport einen großen Schritt näherkommen. Durch unsere Partnerschaft mit Aurora tragen wir dazu bei, selbstfahrende Lkw Realität werden zu lassen und so die Sicherheit, Effizienz und Nachhaltigkeit auf unseren Straßen zu verbessern. Ebenfalls große Fortschritte machen wir bei der Entwicklung von Lösungen für das Software Defined Vehicle (SDV). Die verstärkte Nutzung von Künstlicher Intelligenz erlaubt es uns, physische Testfahrten zu reduzieren und autonome Fahr- und Assistenzsysteme effizient zu entwickeln und zu testen.

In unserem Bereich User Experience wächst das Interesse an innovativen Designkonzepten, die differenzierende Gestaltungselemente und erweiterte Individualisierungsmöglichkeiten bieten. Das Fahrzeuginnere wird zunehmend zu einem personalisierten Raum, der den Lebensstil der Nutzer widerspiegelt. Ein Beispiel dafür ist das kürzlich auf der CES in Las Vegas vorgestellte „Emotional Cockpit“, das Ästhetik, Funktionalität und Individualität vereint.

Bild: Continental AG

Bild: Bosch/Wolfram Scheible



Markus Heyn,  
Bosch-Geschäftsführer und  
Vorsitzender Bosch  
Mobility.



Stefan Brandl, Vice-Chairman und CEO bei Dräxlmaier.

**Herr Brandl, das Vertrauen in den Standort Deutschland hat stark gelitten. Welche Maßnahmen sind notwendig, um wieder positiv nach vorne blicken zu können?**

Zu einem attraktiven Wirtschaftsstandort gehören eine tragfähige Verkehrsinfrastruktur, eine leistungsstarke digitale Infrastruktur sowie der kontinuierliche Ausbau der Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität. Zusätzlich verlangen die vielschichtigen Rahmenbedingungen von uns als Zulieferer höchste Reaktionsfähigkeit und Veränderungsbereitschaft. Bürokratische Hürden schränken uns spürbar ein, da sie unsere Innovationsgeschwindigkeit bremsen und die Realisierung wichtiger Zukunftsprojekte unnötig erschweren. Wir erwarten von der Politik präzise Rahmenvorgaben, Klarheit in den politischen Entscheidungen und Verlässlichkeit.

**Mit welchen Stärken kann Deutschland im internationalen Wettbewerb noch punkten?**

Deutschland verfügt nach wie vor über eine erstklassige akademische Ausbildung, gerade in den Ingenieursberufen, und die klassische duale Berufsausbildung hat weiterhin Vorbildcharakter in der Welt. Dementsprechend bietet Deutschland über alle Bildungsniveaus hinweg hochqualifizierte potenzielle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

**Mit welchen Erwartungen schauen Sie auf das laufende Jahr?**

Zusätzlich zu den verschiedenen geopolitischen Krisen wirken sich handelspolitische Hemmnisse, etwa in Form von Schutzzöllen, negativ auf die gesamtwirtschaftliche Entwicklung aus. In Europa hat sich zudem der Hochlauf der Elektromobilität – zum Teil durch politische Einflüsse – spürbar verlangsamt und lag zuletzt deutlich hinter den Planungen zurück. Hinzu kommt, dass sich das Marktumfeld in China spürbar verändert hat. Während der dortige Absatzmarkt über viele Jahre hinweg ein Wachstumstreiber der Automobilindustrie war, ist der Wettbewerb in China nun zunehmend umkämpft.

**Welche Projekte und Themen haben 2025 für Dräxlmaier hohe Priorität?**

Wir beobachten derzeit sehr unterschiedliche Entwicklungen in den weltweiten Absatzmärkten. Wir müssen daher in den jeweiligen Märkten gezielt auf die dortige Absatzsituation unserer Kunden und die daraus resultierenden Lieferabrufe eingehen. Dies hat zur Folge, dass wir in

verschiedenen Regionen Produktionshochläufe erfolgreich gestalten müssen – und zwar über all unsere Produktsegmente hinweg.

**Herr Jessulat, das Vertrauen in den Standort Deutschland hat stark gelitten, welche Maßnahmen sind notwendig, um wieder positiv nach vorne blicken zu können?**

Wie attraktiv ein Standort ist, hängt von einer Mischung aus wirtschaftlichen, rechtlichen, politischen und gesellschaftlichen Gegebenheiten, aber auch der Infrastruktur und dem technologischen Umfeld ab. Hier liegen Chancen und Potenziale für Deutschland.

**Mit welchen Stärken kann Deutschland im internationalen Wettbewerb noch punkten?**

Deutschland befindet sich heute sicherlich in einem verstärkten Wettbewerb mit anderen Volkswirtschaften. Doch nach wie vor kann Deutschland exzellente Akteure in Wissenschaft und Wirtschaft vorweisen, die wiederum auch zur Innovationskraft im Land führen.

**Mit welchen Erwartungen schauen Sie auf das laufende Jahr?**

Die Automobilproduktion in Europa war 2024 rückläufig und wird auch im Jahr 2025 nicht wachsen. Aus diesem Grund werden wir unseren Konzern für die Transformation resilient aufstellen. Grundlage dafür ist unsere Strategie SHAPE30, die dort ansetzt und uns als Roadmap für die kommenden Jahre dient.

**Welche Projekte und Themen haben für Elring-Klinger im Jahr 2025 hohe Priorität?**

Die Transformation in unserer Branche wird sichtbar und spürbar. Im Rahmen von SHAPE30 analysieren wir aus der Marktperspektive den Kundenbedarf, überprüfen unser Produktportfolio mit Blick auf Zukunftsfähigkeit und leiten daraus Entscheidungen ab. Die Veräußerung zweier Werke ist beispielsweise ein Ergebnis des Prozesses. Gleichzeitig bereiten wir uns darauf vor, dass wir mit E-Mobility-Produkten in Zukunft deutlich mehr Umsatz generieren werden. Die Basis dafür bilden unsere Nominierungen der vergangenen Jahre für Anwendungen in der Elektromobilität. In Vorbereitung auf deren Hochlauf errichten wir ein neues Battery Center in den USA und produzieren dort lokal. Zudem erweitern wir unser Batteriekompetenzzentrum in Neuffen. Denn nach einem ersten Großserienauftrag über zukunftsweisende Zellkontaktiersysteme für Batteriesysteme läuft im Jahr 2025 der volumenstarke Auftrag über Zellkontaktiersysteme für die „Neue Klasse“ von BMW an. In diesem Transformationsprozess dient uns die starke Marktposition im klassischen Geschäft als Rückgrat.

**Herr Cai, das Vertrauen in den Standort Deutschland hat stark gelitten, welche Maßnahmen sind notwendig, um wieder positiv nach vorne blicken zu können?**

Die deutsche Politik sollte gezielt finanzielle Anreize setzen, um Investitionen in Zukunftstechnologien wie E-Mobilität, KI und Halbleiter anzuziehen. Außerdem muss die Politik die richtigen Weichen stellen, um Bürokratie abzubauen, die Energiepreise zu senken und die hohe Steuerlast zu reduzieren. Insgesamt muss die Mentalität, die Ärmel hochzukrempeln, im ganzen Land wieder etabliert werden. Es muss sich wieder lohnen,

Stefan Brandl, Vice-Chairman und CEO bei Dräxlmaier.



Bild: Dräxlmaier

Bild: Dräxlmaier

Preh-CEO Zhengxin „Charlie“ Cai.



hart zu arbeiten. Auch sollte die Politik für schnellere Genehmigungen und günstige Rahmenbedingungen für Investitionen in Batterietechnik und Ladeinfrastruktur sorgen. Unser Portfolio reicht von HV-Boostern und DC/DC-Wandlern bis hin zu 48-Volt-Batteriemanagementsystemen und On-Board-Ladegeräten. Wir gehören zu den Pionieren in diesen Segmenten und sehen uns in einer starken technologischen Position. Umso enttäuschter sind wir, dass solche Themen in Deutschland keine staatliche Förderung erwarten können. Andere Länder, etwa Portugal, sind da geschickter.

#### Mit welchen Stärken kann Deutschland im internationalen Wettbewerb noch punkten?

Deutschland punktet weiterhin mit hochqualifizierten Ingenieuren und einem starken Mittelstand, und unser bewährtes Ausbildungssystem überzeugt nach wie vor. Wir haben unsere Stärken im Bereich der Organisation und des Projektmanagements in Bezug auf Qualitätsstandards und Perfektion. Aber wenn es um Digitalisierung, Bürokratieabbau und Zukunftstechnologien geht, bremsen wir uns derzeit massiv aus.

#### Mit welchen Erwartungen schauen Sie auf das laufende Jahr?

Matthias Zink, CEO für die Sparte Powertrain & Chassis bei Schaeffler.



Wir sehen in der anhaltenden Kombination aus schwacher Konjunktur und hohen Kosten für Arbeit, Energie und Material weiterhin eine große Herausforderung. Hinzu kommen die Unsicherheiten angesichts der Zollankündigungen des neuen US-Präsidenten. Obwohl wir mit unserem Restrukturierungsprogramm die richtigen Weichen zur Sicherung unserer Wettbewerbsfähigkeit gestellt haben, rechnen wir erst ab 2026 mit einer Rückkehr auf den ursprünglich geplanten Wachstumspfad.

#### Welche Projekte und Themen haben für Preh im Jahr 2025 hohe Priorität?

2025 wird ein entscheidendes Jahr für Preh sein. Wir werden mit der Produktion einer neuen Generation unserer „smart cabin“-Technologie für den Fahrzeuginnenraum sowie der Leistungselektronik für Elektrofahrzeuge beginnen. Sicher ist, dass wir an unserem Engagement für die E-Mobilität festhalten werden. Wir sind und bleiben ein Hightech-Unternehmen mit guten Zukunftsperspektiven.

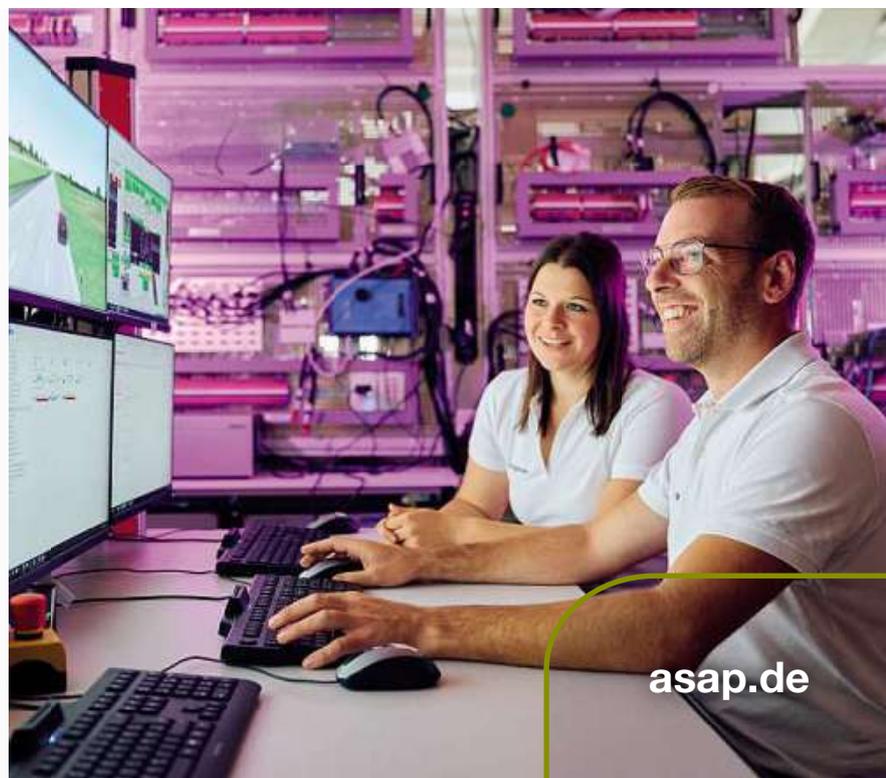
#### Herr Zink, das Vertrauen in den Standort Deutschland hat stark gelitten. Welche Maßnahmen sind notwendig, um wieder positiv nach vorne blicken zu können?

In erster Linie sind wir selbst für unseren Erfolg verantwortlich. Wir müssen hart und konsequent arbeiten, um im globalen Wettbewerb nicht den Anschluss zu verlieren. Entscheidende Erfolgsfaktoren sind für mich Innovationsfähigkeit, Agilität und Qualität. Gleichzeitig braucht es Rahmenbedingungen, die die Wettbewerbsfähigkeit der Branche unterstützen. Hierzu zähle ich insbesondere den Abbau bürokratischer Hürden. Zudem müssen wir die Energiekosten in

**ASAP**  
Part of HCLTech

## Mobilität. Innovation. Zukunft.

Works at ASAP. Dem Wegbereiter für Autonomes Fahren, Elektromobilität und Connectivity. Unser Antrieb: Innovative Technologien entwickeln, die den Weg für **#futuremobility** ebnen.



[asap.de](https://www.asap.de)

den Griff bekommen. Für unsere Branche ist vor allem der Hochlauf der E-Mobilität wichtig, damit die hohen Investitionen in Forschung, Entwicklung und Produktion adäquate Erträge abwerfen. Dafür braucht es ein verlässliches Förderprogramm beim Kauf von E-Autos und den raschen Ausbau der Ladeinfrastruktur.

**Mit welchen Stärken kann Deutschland im internationalen Wettbewerb noch punkten?**

Wir haben gut ausgebildete Ingenieure und Wissenschaftler. Dank des hervorragenden Zusammenspiels zwischen Bildung, Technologie und Wirtschaft konnte sich die Automobilindustrie in der Vergangenheit immer weiterentwickeln und im internationalen Wettbewerb behaupten. Wir haben diese Innovationsfähigkeit in uns. Qualität ist ebenso Teil unserer DNA. Weltweit steht Deutschland zudem für Verlässlichkeit und Stabilität. Das alles sind gute Voraussetzungen. Aber wir müssen schneller werden. Mehr Unternehmertum, Pragmatismus und Mut würden uns guttun.

**Mit welchen Erwartungen schauen Sie auf das laufende Jahr?**

2025 wird sicher nicht einfach werden. Vor uns liegen anspruchsvolle Aufgaben mit einer Vielzahl von Produktanläufen in einem Marktumfeld, das von einem immer schärferen globalen Wettbewerb und hoher Unsicherheit gekennzeichnet ist. Unser Ziel ist, gerade in diesen Zeiten ein verlässlicher und innovativer Partner unserer Kunden zu sein und gemeinsam die Transformation der Branche voranzutreiben.

**Welche Projekte und Themen haben für Schaeffler im Jahr 2025 hohe Priorität?**

Grundlage des Erfolgs ist unser starkes Geschäft im Motor- und Getriebebereich. Die Vielzahl der Projektanläufe in diesem Jahr zeigen, dass noch viel Raum für Innovationen im hybriden Antriebsstrang vorhanden ist. In unserer neuen Sparte E-Mobility haben wir das größte Potenzial. 2025 steht hier unter dem Motto „Project Execution“. Nachdem wir in den vergangenen Jahren viele neue Projekte gewonnen haben, laufen 2025 die entsprechenden Produkte an. Diese reichen von Steuergeräten über E-Motoren, Leistungselektroniken sowie Batteriemanagementsystemen bis hin zu hochintegrierten E-Achsen. Im Bereich Chassis haben weitere Produktionsanläufe der mechatronischen Hinterachslenkung in China und Deutschland Priorität sowie unser variables Dämpfersystem. Durch unser neues Sensorportfolio eröffnen sich zusätzliche Geschäftsfelder mit hohem Potenzial. Zum Beispiel mit innovativen Sensoren für den schlüssellosen Fahrzeugzugang oder Sensoren für Brennstoffzellenantriebe.

**Herr Emmelmann, das Vertrauen in den Standort Deutschland hat stark gelitten. Welche Maßnahmen sind notwendig, um wieder positiv nach vorne blicken zu können?**

Eine erfolgreiche Mobilitätswende in Deutschland erfordert ein klares Bekenntnis zur E-Mobilität und flankierende Maßnahmen der Politik. Die neue Bundesregierung muss die Transformation in der Automobilindustrie unter anderem auch mit Blick auf die Energiepolitik, die Ladeinfrastruktur sowie den Abbau von Bürokratie und anderer Hemmnisse für Investitionen und Innovationsvorhaben ak-

Stefan Randak ist Partner & Director bei der Atreus Group.



Bild: Atreus

tiv begleiten. Insgesamt müssen Unternehmertum und Risikobereitschaft wieder einen höheren Stellenwert in unserer Gesellschaft bekommen. Von der neuen Bundesregierung erwarte ich mir außerdem, dass sie das Thema Zuwanderung konstruktiv und wirtschaftsfreundlich angeht – und rechte Kräfte, die unserem Standort schaden, in ihre Schranken weist.

**Mit welchen Stärken kann Deutschland im internationalen Wettbewerb noch punkten?**

Die Innovationskraft deutscher Unternehmen und die gut ausgebildeten Arbeitskräfte werden nach wie vor weltweit geschätzt. Innovative Produkte und Dienstleistungen erfordern ein erfolgreiches Zusammenspiel von Entwicklung und Produktion. Daher müssen wir neben unserer Innovationskompetenz auch die Industrialisierungskompetenz halten. Auch wenn es wegen der im internationalen Vergleich hohen Arbeitskosten im verarbeitenden Gewerbe immer schwieriger wird, in Deutschland zu produzieren, hängt davon die Zukunft der Branche ab – und unserer Wirtschaft insgesamt.

**Welche Projekte und Themen haben für Webasto im Jahr 2025 hohe Priorität?**

Grundsätzlich steht für uns 2025 die Restrukturierung und damit die nachhaltige Zukunftssicherung des Unternehmens im Fokus. Strategisch konzentrieren wir uns weiterhin auf die Entwicklung und Herstellung von Dachsystemen und die Elektrifizierung von Fahrzeugen. Dächer und Batterien gehören zu zentralen Komponenten eines Fahrzeugs. Durch unsere Kompetenzen in beiden Bereichen sehen wir uns auch künftig als wichtiger Systempartner für Automobilhersteller weltweit. 2025 stehen großvolumige Produktionsanläufe vor allem in Europa und Asien an. Beispielsweise gehen an den Batteriestandorten Schierling in Deutschland und Dangjin in Korea neue Batterieprojekte in den Anlauf. In Luxemburg beginnen wir mit der Serienproduktion von High-tech-Glas für Dachsysteme.

**Herr Randak, was sind derzeit die größten Herausforderungen für die europäische Autoindustrie?**

Zum einen die Transformation in der Antriebstechnologie vom Verbrenner zur E-Mobilität oder anderen Antriebsarten – mit großen Abhängigkeiten in der Zell- und Batteriefertigung. Zum anderen das softwaredefinierte Fahrzeug, mit Entwicklungsdefiziten der europäischen Autoindustrie bei Software, Car-Connectivity und autonomes Fahren. Hinzu kommen die Entwicklung in China mit zunehmenden Absatz- und Markt-

Bild: Webasto

Holger Engelmann, bis 16. März CEO von Webasto.



anteilsverlusten der deutschen OEMs sowie die weltweite Hegemonie und Einführung von Importzöllen.

### Wie bewerten Sie die Lage der europäischen Zulieferer – ist die Talsohle erreicht?

Nein, die großen Zulieferer beginnen gerade erst mit der Umsetzung von weltweiten Personalabbaumaßnahmen. Die mittelständischen Zulieferer haben nach wie vor einen großen Bedarf an Transformation. Wenn sie nicht gelingt, müssen andere Hebel gezogen werden: Fusionieren, verkaufen oder Insolvenz anmelden.

### Wie würde Ihre Wachstumsagenda für die europäische Autoindustrie aussehen?

Abbau von EU-Hürden, die zu Wettbewerbsnachteilen führen. Umsetzung von Maßnahmen, die zu Wettbewerbsvorteilen führen. Stärkere gemeinsame Aktivitäten und Kooperationen, um Nachteile in der Entwicklung mindestens auszugleichen, etwa in der Softwareentwicklung. Ausreichend Raum schaffen für Neues, Startups fördern. Ausbau der Ladeinfrastruktur und des 5G-Netzes. Zu guter Letzt gilt es, die Automobilproduktion neu zu denken, um höhere Produktionskosten hierzulande überzukompensieren.

### Herr Radics, was sind derzeit die größten Herausforderungen für die europäische Autoindustrie?

Erstens das langsame Marktwachstum, zweitens die fehlende Klarheit in Bezug auf die künftige Antriebstechnologie. Hinzu kommen die Themen Nachhaltigkeit und Digitalisierung: Die Branche muss umweltfreundlichere Praktiken entwickeln, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren und den Anforderungen an nachhaltige Mobilität gerecht zu werden. Gleichzeitig stellen die Integration von Software, Konnektivität und autonomen Fahrtechnologien neue Anforderungen an die Entwicklung und Produktion von Fahrzeugen. Zudem sind die globalen Lieferketten weiterhin gestört. Außerdem hat das Verbraucherverhalten die traditionellen Geschäftsmodelle der Hersteller verändert, in Form einer steigenden Nachfrage nach Mobilitätslösungen wie Carsharing und Ride-Hailing. Und zu guter Letzt erhöhen neue Akteure, etwa aus dem Technologiebereich, den Wettbewerb.

### Was bedeutet die zu erwartende Aufweichung der BEV-Ziele?

Eine Verschiebung des Verbrenner-Aus erfordert neue Investitionen in diese Technologie, um nicht in einigen Jahren mit absolut veralteten Produkten auf dem Markt zu sein. Allerdings sind Investitionen in weitere Technologien bei der angespannten Finanzlage nur noch sehr fokussiert möglich. Alles in allem wird sich das BEV in den kommenden Jahren beweisen müssen.

### Wie bewerten Sie die Lage der europäischen Autoindustrie – ist die Talsohle erreicht?

Dass die Krise bald endet, ist reines Wunschdenken. Die Herausforderungen sind viel zu tiefgreifend und nachhaltig. Einige Marktteilnehmer haben sich zu lange auf Erfolge auf dem chinesischen Markt ausgerichtet. Die Jahre 2025 und 2026 werden massiv herausfordernde



Jens Sulek ist Executive Vice President Automotive bei Capgemini.

Bild: Capgemini

Zeiten für die Branche. Und leider werden nicht alle OEMs und Zulieferer diese Herausforderungen aus eigener Kraft erfolgreich meistern können.

### Herr Sulek, was sind derzeit die größten Herausforderungen für die europäische Autoindustrie?

Die Branche macht derzeit verschiedene Transformationen gleichzeitig durch. Für den Umstieg auf nachhaltige Antriebsformen sie viel investiert, etwa um wettbewerbsfähige elektrifizierte Fahrzeuge anbieten zu können. Aktuell erfolgt der Umstieg aber gerade in Deutschland nicht so schnell, wie man das erwartet hatte. Gleichzeitig wandeln sich Fahrzeuge vom Hardware zum Softwareprodukt. Die Kunden haben hohe Erwartungen, wie eine gute Customer Experience aussieht. Daran hat das Aufkommen generativer KI einen großen Anteil, weil sie neue, nahtlose Formen der Interaktion zwischen Herstellern, Händlern und Kunden ermöglicht. Außerdem verändern sich externe Faktoren. Gerade in der E-Mobilität tauchen neue Player mit qualitativ und preislich sehr wettbewerbsfähigen Produkten auf. Ferner droht in wichtigen Märkten wie den USA oder China die Einführung von Zöllen, was die Wirtschaftlichkeit der Hersteller beeinflussen würde.

### Wie kann die Branche darauf reagieren?

Sie hat verstanden, dass sie an der eigenen Effizienz arbeiten muss, um in die nötigen Innovationen investieren zu können und international wettbewerbsfähig zu bleiben. Automatisierung oder Teilautomatisierung mithilfe generativer KI wird dabei eine wichtige Rolle spielen. Weitere Potenziale lassen sich in der Softwareentwicklung heben. Bei der Transformation zum softwaredefinierten Fahrzeug stehen die meisten Hersteller vor ähnlichen Herausforderungen. Daher stellt sich die Frage, ob jeder OEM von Grund auf seinen eigenen Code entwickeln muss. Durch Kooperationen in bestimmten Teilbereichen oder mithilfe von Open Source Software lassen sich die Aufgaben effizienter bewältigen.

### Wie bewerten Sie die Lage der europäischen Zulieferer – ist die Talsohle erreicht?

Für E-Fahrzeuge benötigen die Hersteller andere Teile als für Verbrenner, und das wird nicht unbedingt Hardware sein. Viele Zulieferer werden künftig also zumindest einen Teil ihres Geschäfts auf Software-Services ausrichten. Ob die Talsohle erreicht ist, lässt sich pauschal nicht sagen. Viel hängt davon ab, wie schnell ihnen die Transformation gelingt, und wie gut die OEMs ihre Transformation meistern. Sind die Hersteller stark, ist das auch für die Zulieferer gut. ■

Andreas Radics, Executive Partner & Co-Founder von Berylls by AlixPartners.



Bild: Berylls by AlixPartners

MITSCHNITT

# Luca de Meo: „Europa reguliert, was das Zeug hält“

„Ein Tech-Konzern, der mit Autos arbeitet“, das ist Luca de Meos Ziel für die Renault-Gruppe. Von der EU fordert er eine gezielte Industriepolitik.

Tina Rumpelt



Bild: Renault/Nicolas Lascourrèges

Renault-Chef Luca de Meo auf dem Pariser Automobilsalon 2024: „Auf die Kooperation mit China können wir nicht verzichten.“

Die Renault Group steckt mittendrin in der „Renovation“, jenem Strategieplan, mit dem CEO Luca de Meo seit dem Jahr 2021 den Konzern auf Vordermann bringt. 2020 fuhr Renault noch einen Rekordverlust von acht Milliarden Euro ein. 2024 erwirtschaftete der Autobauer 56,2 Milliarden Euro Umsatz und einen operativen Gewinn von 4,3 Milliarden Euro (2023: 2,2 Mrd. Euro). Der Konzernchef zeigt sich angesichts des Rekordergebnisses in Zeiten eher lauen Autogeschäfts sehr zufrieden. Renault sei der einzige europäische OEM, der seine Finanzziele nicht nach unten habe korrigieren müssen, sagte er jüngst gegenüber der „Neuen Züricher Zeitung“. Für 2025 strebt er eine operative Marge von mindestens sieben Prozent an.

2023 setzte die erste Phase, die „Renovation“ ein, die bis Ende 2025 terminiert ist: Neue Modelle sowie der markenübergreifende Einsatz von einheitlichen Plattformen, Bat-

terietechnik und Elektronikarchitekturen sollen die Profitabilität weiter steigern. Die Fixkosten will de Meo um drei Milliarden Euro, die Kosten pro Fahrzeug um 600 Euro senken. Zudem sollen vor allem auf den europäischen Märkten höherpreisige Fahrzeuge den Profit verbessern.

Bis 2021 war Renault vor allem ein Kleinwagenanbieter. Seither ist der Absatzanteil der margenträchtigeren Kompaktfahrzeuge von 30 auf 43 Prozent gestiegen. 34,7 Prozent der 2024 in Europa verkauften Fahrzeuge der Renault Group waren elektrifiziert. Der jüngste Schachzug zum Thema E-Mobilität: Renault und Geely kündigten Mitte Februar Pläne für die gemeinsame Produktion und den Verkauf von E-Fahrzeugen und schadstoffarmen Fahrzeugen in Brasilien an. Die beiden Unternehmen arbeiten bereits in Südkorea sowie über ihr Gemeinschaftsunternehmen Horse an Verbrenner- und Hybridantrieben zu-

sammen. „Es gibt viele Dinge, die wir gemeinsam tun können“, so de Meo. Geely sei ein hervorragendes Unternehmen, das sehr schnell arbeite.

Um die für die Elektrifizierung notwendigen Technologien schneller und vor allem günstiger bereitstellen zu können, wurde Ende 2023 eine eigene Elektrosparte formiert: Ampere. „Ampere vereint das Beste aus zwei Welten: die Erfahrung und Schlagkraft eines führenden Automobilherstellers mit der Agilität und dem Innovationsgeist eines Newcomers“, so Luca de Meo und weiter: „Wir werden den Batteriepreis in den nächsten zehn Jahren halbieren.“ Die neue Einheit entwickelt E-Fahrzeuge, Batterietechnik und Software – und führt Regie bei der Herstellung und Vermarktung der E-Autos. Ampere verfolgt ehrgeizige Ziele: Die Listenpreise für E-Fahrzeuge im C-Segment bis 2028 um 40 Prozent zu senken und damit preislich das Niveau der Verbrennermodelle zu erreichen. Bis 2031 will Ampere jährlich rund eine Million E-Fahrzeuge fertigen und eine Produktpalette mit sieben Modellen für alle wichtigen Segmente aufstellen.

## EV-Hub in Nordfrankreich

Ampere ist auch Betreiber des Industrieclusters „Renault ElectriCity“ in Nordfrankreich, in dem schon im laufenden Jahr 400.000 Elektroautos gefertigt werden sollen. Die drei nordfranzösischen Standorte Douai mit allein 11.000 Mitarbeitern, Maubeuge und Ruitz arbeiten dafür als Produktionsverbund zusammen. In Douai entsteht eine Akkufabrik mit einer Kapazität von bis zu 24 Gigawattstunden (bis 2030). Partner bei diesem Projekt sind LG Chem, Envision AESC (Gemeinschaftsunternehmen von Nissan Motor, NEC und NEC Energy Devices) und Batterie-Spezialist Verkor.

Große Hoffnung setzt de Meo in das Revival des R5. Der in den Siebzigerjahren millionenfach verkaufte Kleinwagen kam im Herbst 2024 als modern gestylter City-Stromer auf den Markt. „Wir müssen zu einer ausgewogeneren Mischung aus Premium-Autos und Autos, die die Menschen kaufen können, zurückkehren“, sagt er. In der Pipeline für 2025 stecken zudem zwei Kleinwagenmodelle als Nachfolger des eingestellten Twizy: der 2,43 Meter kurze Zweisitzer (hintereinander) „Duo“ und die Mini-Transportvariante „Bento“. Der E-Twingo soll 2026 folgen, als Einsteigermodell für circa 20.000 Euro Grundpreis.

## „Schneller als die Wettbewerber“

2025 ist nun das Jahr der „Revolution“, der Phase drei der „Renaultation“. De Meo will nicht nur „die grünste Marke auf dem Markt“ werden, sondern auch bei Digitalisierung und Smart Data ganz vorne mitfahren. Bis 2030 sollen 20 Prozent des Konzernumsatzes mit Mobilitätsdiensten, Services, Daten und Energiehandel generiert werden.

Bis Ende 2024 war Luca de Meo auch Präsident des europäischen Herstellerverbandes ACEA. Er gibt sich als hartnäckiger Kritiker der EU und der Brüsseler Behörden – vor allem mit Blick auf die CO<sub>2</sub>-Emissionsziele für die OEMs. „Die EU erfindet nur Vorschriften, hat aber keine Strategie. Wir brauchen eine strategische Industriepolitik.“

## Luca de Meo über ...

... die Herausforderungen der Autoindustrie in Europa, mögliche Lösungsansätze, China als Partner und das Scheitern der E-Auto-Kooperation mit Volkswagen:

**Die Herausforderungen** „In der Automobilindustrie galt bislang das uralte Mantra: Größe und Effizienz. Nun ist ein neuer Imperativ zum Vorschein gekommen: Innovation und strategische Agilität. Das ist es, was die Autohersteller jetzt in den Mittelpunkt ihres Handelns stellen müssen.“

„Ich bin heute zutiefst davon überzeugt, dass wir auch eine kollektive Antwort und Behörden brauchen, die in der Lage sind, eine europäische Mobilisierung zu koordinieren, wenn wir wollen, dass unsere Automobilindustrie ihr volles Potenzial ausschöpfen kann.“<sup>1</sup> „Es steht der Wohlstand unseres Kontinents auf dem Spiel.“<sup>2</sup>

### Die Bedrohung

„Im globalen Wettkampf um das Elektroauto stehen sich drei radikal unterschiedliche Strategien gegenüber: China setzt auf eine entschlossene und ambitionierte industrielle Strategie [...]; Die USA setzen auf Wirtschaftsförderung [...]; Europa reguliert, was das Zeug hält.“<sup>2</sup> „Ohne jegliche Flexibilität einfach nur Bußgelder zu verhängen und Deadlines zu setzen, ist sehr gefährlich.“<sup>3</sup>

### Mögliche Lösungsansätze

„Wenn die Politik schnelles Wachstum für Elektroautos will, muss sie etwas dafür tun.“ [...] „Wahrscheinlich braucht Europa ein Mischmodell mit kurzfristigem Schutz unserer Industrie und Kooperation. Ich glaube nicht, dass wir den Verkehr dekarbonisieren und auf E-Fahrzeuge umsteigen können, ohne mit anderen Wirtschaftsböcken zusammenzuarbeiten.“<sup>4</sup>

### Geely als E-Auto-Partner

„Auf die Kooperation mit China können wir nicht verzichten. Es hat nun mal eine Fahrzeuggeneration Vorgesprung in der Elektromobilität und die Kontrolle über die gesamte Wertschöpfungskette.“<sup>4</sup>

### Die geplatze E-Auto-Kooperation mit VW

„Ich wollte zeigen, dass die europäische Industrie als Team zusammenarbeiten kann. Also denke ich, dass dies eine vertane Chance ist.“<sup>5</sup> „Für mich persönlich wäre es ein starkes Symbol gewesen, wenn sich zwei große europäische Traditionshäuser bei dieser Revolution zusammenschlossen hätten.“<sup>6</sup>

### Das Zeitproblem

„Die Geschwindigkeit des Hochlaufs der automobilen Elektrifizierung ist halb so schnell wie das, was wir bräuchten, um die Ziele zu erreichen, bei denen keine Bußgelder drohen.“<sup>6</sup> „Alle reden von 2035, [...] aber wir sollten besser über 2025 sprechen, denn dann sind wir bereits in Schwierigkeiten.“<sup>3</sup> ■

## INFO

## Mitschnitt

Unsere „Mitschnitte“ setzen sich aus Zitaten in renommierten Publikationen zusammen. Diese Textform macht es uns möglich, Ihnen die Denke, Strategien und Ziele von Top-Managern aus der Automobilbranche zeitnah zu präsentieren – konzentriert auf aktuelle Themen und so komprimiert, wie es kein übliches Interview vermag. Quellen:

<sup>1</sup> Autos.yahoo.com, 22.2.2024

<sup>2</sup> Brief an Europa, www.renaultgroup.com, 19.3.2024

<sup>3</sup> brusselsignal.eu, 10.9.2024

<sup>4</sup> www.faz.net, 13.1.2024

<sup>5</sup> auto-motor-sport.de, 24.5.2024

<sup>6</sup> www.handelsblatt.com, 22.7.2024



## PRODUKTION

# Wie generative KI in chinesischen Fabriken genutzt wird

Chinas produzierende Unternehmen setzen vermehrt auf sogenannte Large Language Models (LLM) in ihren Werken. Einige Projekte gelten unter Beobachtern als besonders einflussreiche IoT-Innovationen.

**D**ie generative KI hat begonnen, die chinesische Fertigungsindustrie schneller als bislang zu modernisieren. Das zeigen neue Zahlen, die das chinesische Industrieministerium MIIT veröffentlicht hat. Auch mehrere aktuelle Marktberichte attestieren chinesischen Herstellern eine besonders schnelle Adaption der neuen Technik.

Mehr als 4.500 chinesische Unternehmen bieten inzwischen Large Language Models (LLM) an, sagte Zhao Zhiguo vom MIIT der chinesischen Nachrichtenagentur Xinhua. Sie haben mehr als 200 LLM entwickelt, die in China 600 Millionen Anwender haben, so der Chef-Ingenieur des Industrieministeriums.

Die Fertigung gehört den Statistiken zufolge neben dem Finanzsektor und dem Gesundheitsbereich in der Volksrepublik zu den Wirtschaftsbereichen, die sich die generative KI besonders schnell zu eigen machen.

Der Einsatz von LLM macht für viele Hersteller in China Sinn, weil er andere Bereiche der Automation ergänzt. „Die Technik wird schnell in Zukunftsindustrien integriert, insbesondere bei der Anwendung von KI in der industriellen Produktion, im Bereich der KI-gesteuerten humanoiden Roboter und in end-to-end mit KI verbesserten Produkten wie Smartphones, Computer und Autos“, zitiert die Zeitung *Global Times* einen Marktbeobachter.



Bild: Asia Waypoint

VERFASST VON  
**Henrik Bork**  
China-Korrespondent



Die chinesischen Anbieter breiten sich aus und können bald an der Spitze der europäischen Windrad-Industrie stehen.

Bild: @gopixa - stock.adobe.com

**„LLMs werden schnell integriert, insbesondere bei der Anwendung von KI in der industriellen Produktion.“**

Bericht „Global Times“

Die Anbieter von LLM-Tools hätten es inzwischen geschafft, die KI „von einem heißen Gesprächsthema in einen Antriebsmotor zu verwandeln, der die industrielle Transformation und den Aufbau eines modernen, industriellen Systems beschleunigt“, schreibt die Zeitung.

Insgesamt steht der Einzug von LLM in den Fertigungsbereich noch am Anfang, weil die Konversion von Unternehmensdaten mit dem generellen Know-How der Technik Zeit braucht, sagen gut informierte Analysten. Dennoch sei ein immer stärkerer Fokus auf industrienspezifische Sprachmodelle erkennbar.

### | Einsatzfelder für LLM

Industrielle LLM kommen in Chinas Fabriken auf allen Ebenen des Produktionsprozesses zum Einsatz. Besonders dort, wo repetitive Aufgaben ausgeführt werden müssen, könne sie Zeit sparen helfen und so die Produktivität steigern. Von automatisierten Fertigungsprozessen und der Qualitätskontrolle, über die präventive Wartung bis hin zum Management von Inventar in den Lagerhäusern finden sich zahlreiche Beispiele für erfolgreiche Anwendungen.

So setzt das chinesische Unternehmen BOE seit Dezember vergangenen Jahres LLM bei der Produktion seiner Display-Paneele ein, wie die Wirtschaftszeitung 21 Shiji Jingji berichtet. Goldwind Technology nutzt LLM in der Fertigung von Windturbinen. Longi Green Energy wiederum setzt die generative KI bei seinen Video-Inspektionen für Compliance-Checks ein.

In 21 neuen „Leuchtturm-Fabriken“, die zum Jahresende 2023 von der Beratungsagentur McKinsey veröffentlicht worden sind, nutzen rund 60 Prozent Künstliche Intelligenz in ihrer Fertigung. Elf von 21 dieser Leuchtturm-Fabriken stehen in China, etwa das Jiangyin-Werk für Spezialstahl von Citic Pacific, die Jiaxing-Fabrik von Longi Green Energy und das Werk Suzhou von Hengtong Fiber.



Bild: AUDI/AG

Beim Widerstandspunktschweißen in der Fertigung am Standort Neckarsulm analysiert Audi mithilfe Künstlicher Intelligenz pro Schicht etwa 1,5 Millionen Schweißpunkte von 300 Fahrzeugen (Stand 2023).



Bild: AUDI AG

Beim Widerstandspunktschweißen in der Fertigung am Standort Neckarsulm analysiert Audi mithilfe Künstlicher Intelligenz pro Schicht etwa 1,5 Millionen Schweißpunkte von 300 Fahrzeugen (Stand 2023).

### Initiative KI+ soll Anwendungen fördern

Nun drängt Chinas Regierung seine führenden Hersteller, auch LLM noch schneller zu adaptieren als bisher. Peking hofft, dass neue „hochqualitative Produktivkräfte“ wie KI und Automation für neues Wirtschaftswachstum sorgen. Eine Initiative „KI+“ ist in Vorbereitung.

Ein Bericht, den das Marktforschungsinstitut Coleman Parks Research gemeinsam mit dem Software-Un-

ternehmen SAS veröffentlicht hat, zeigt China weltweit gesehen an der Spitze von 17 Ländern, in denen die Adaptionrate von generativer KI untersucht worden ist, berichtet die Nachrichtenagentur Reuters.

Einer Prognose der Beratungsagentur Accenture zufolge hat generative KI das Potenzial, bis zum Jahr 2038 in der chinesischen Volkswirtschaft einen wirtschaftlichen Mehrwert von fast drei Milliarden US-Dollar zu erschließen. Für diese Studie wurden die Wirtschaftsbereiche Fertigung, Finanzen und Lieferketten gemeinsam betrachtet.

Das CCID-Forschungsinstitut, das zum Industrieministerium MIIT gehört, hat im Auftrag der Behörde ermittelt, dass bis Ende vergangenen Jahres nur 15 Prozent aller Unternehmen in der chinesischen Fertigungsindustrie LLM in ihre Prozesse integriert haben. Obwohl die erste Phase der Adaption vielversprechend gewesen sei, gebe es immer noch „ein großes Wachstumspotenzial“, mahnen die Forscher.

### INFO

## Deepseek: Konkurrenz für die USA – Weckruf für Europa

Die KI-Welt wurde Ende Januar kräftig aufgewirbelt. Das chinesische Unternehmen Deepseek hat am 20. Januar 2025 ein Large Language Model auf den Markt gebracht, das so leistungsfähig wie die neuesten Systeme von OpenAI sein soll – für einen Bruchteil der Kosten. Auch soll das Modell auf älterer Nvidia-Hardware laufen. Bis zu diesem Zeitpunkt hatten Start-ups Schwierigkeiten, mit den Tech-Riesen im Bereich Infrastruktur-Ausgaben zu konkurrieren, heißt es bei *Financial Times*. Allein wegen dem Bedarf von mehreren Milliarden Dollar für große Rechenzentren.

Laut Medienbericht sind die Trainingskosten für KI-Software allein in den ersten Wochen des Jahres um 95 Prozent gesunken. „Fast reflexartig wiesen KI-Riesen auf die nationalen Sicherheitsauswirkungen der Dominanz von Deepseek hin.“ (*Financial Times*). Dabei hätten US-Forscher, auch an der Stanford-Universität, bereits Deepseeks Standards repliziert oder übertroffen, heißt es weiter.

„In Europa war Mistral in der Lage, für einen Großteil des Jahres 2024 Open-Source-Modelle bereitzustellen, die mit den offenen Llama-Modellen von Meta konkurrieren konnten, aber mit einem Bruchteil des Budgets trainiert wurden“, sagt Walter Goodwin, CEO von Fractile. Europa verfüge über fähiges Personal, ist technisch allerdings nicht so eingeschränkt wie ein chinesisches Unternehmen. Der jüngste Wirbel sei ein lauter Weckruf für Europa, wenn man bei KI weiterhin mitmischen wolle. (sp)

### Produktionslinie von Li Auto eine der „einflussreichsten IoT-Innovationen“

Ein Industriebereich, in dem sich neue KI-Lösungen in China relativ schnell ausbreiten, ist die Produktion von E-Autos und Hybriden. Ein Beispiel ist die mit KI optimierte „intelligente, automatisierte Produktionslinie“ bei Li Auto, die von dem chinesischen KI-Softwareanbieter Ainnovation Technology Group eingeführt worden ist. Das Projekt schaffte es auf die jüngste Liste der „einflussreichsten IoT-Innovationen“ des amerikanischen Magazins *Fortune*.

Indem es KI in seine Produktionslinien für E-Autos und Hybride integriert habe, konnte Li Auto Medienberichten zufolge seine Fehlerrate senken und Aussetzer der Produktion minimieren. Insgesamt habe man die für Wartungen nötigen Arbeitsstunden um 70 Prozent reduzieren können, hieß es. ■



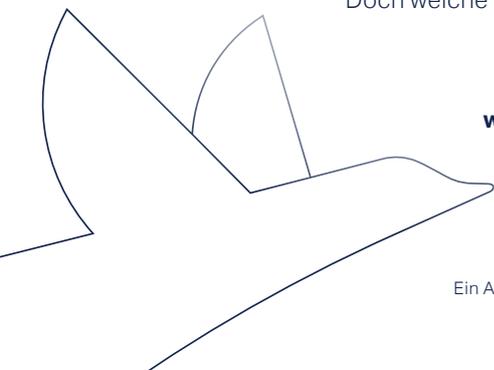
**ABSCHAUEN ERLAUBT:  
WIE DIESE PIONIERE KOSTEN MIT  
ÖKOLOGISCHEREN PRODUKTEN SPAREN**



**Nachhaltigkeit und Industrie – geht das? Und ob!**

Es ist höchste Zeit, Klimaschutz in der Industrie mitzudenken.  
Doch welche konkreten Wege gibt es? Unsere Pioniere überzeugen und inspirieren  
mit ihren beeindruckenden Strategien!  
Lernen Sie von den Besten der Industrie unter:

[www.maschinenmarkt.vogel.de/green-shift-pioneers](http://www.maschinenmarkt.vogel.de/green-shift-pioneers)



BEDIENKONZEPTE

# Bildschirm oder Projektion?





## INFO

### Head-up Display

Die ersten Ideen für Projektionen auf der Windschutzscheibe sind schon einige Jahre alt. Zum Beispiel arbeitete Rinspeed für sein Konzeptfahrzeug von 2017 mit Wayray zusammen. Doch die Technik war damals noch nicht reif für einen Serieneinsatz. Zuletzt bekamen die Projektionen mehr Interesse, unter anderem durch die Demonstrationen von Hyundai Mobis und Zeiss.

**Berührungsempfindlicher Bildschirm oder lieber eine Projektion? Die Hersteller verfolgen unterschiedliche Konzepte, um digitale Inhalte im Auto darzustellen. BMW entscheidet sich in der neuen Klasse vorwiegend für Projektionen.**

Dirk Kunde

**B**MW möchte den Trend der wachsenden Anzeigeflächen im Cockpit nicht mitgehen. „Mit einem übergroßen Bildschirm steht wortwörtlich etwas zwischen Fahrer und Straße“, beschreibt Frank Weber aus seiner Sicht das Problem. Der BMW-Entwicklungsvorstand ist der Meinung: „Das kann 2025 nicht die Antwort sein und fühlte sich für uns nicht richtig an.“ Er reflektiert damit die Entwicklungsphase der neuen Klasse. In den kommenden Fahrzeugen des Herstellers werden Projektionen auf der Frontscheibe eine große Rolle spielen.

„Es gab in der Autoindustrie einen Größenwettbewerb bei den Displays. Wer das größte einbaut, ist der beste“, sagt Weber. Doch mit der Größe wurde auch die Erreichbarkeit der Inhalte vom Fahrer- oder Beifahrersitz aus immer schwieriger. Entscheidet man sich für ein Hochkant-Format, sind in der Regel alle Menüpunkte von beiden Sitzpositionen aus erreichbar, ohne sich vorbeugen zu müssen. Doch für die Anzeige einer Straßenkarte sowie die Wiedergabe von Videos sind Bildschirme im Querformat vorteilhaft.

Darum entschied sich Byton für eine Steuerung per Gesten und Sprache. Das chinesische Start-up wollte im Jahr 2019 mit dem M-Byte ein E-Auto auf den Markt bringen, bei dem der Bildschirm mit 125 mal 25 Zentimeter über das gesamte Armaturenbrett reicht. Mit dem Konzept sorgte Byton für Aufsehen, musste jedoch während der Corona-Pandemie wegen ausbleibender Zahlungen seiner Investoren aufgeben.

Doch ein Trend war geboren: Mercedes-Benz bringt es bei seinem MBUX-Hyperscreen auf eine Breite von 141 cm. Optisch wirkt es wie eine Bildschirmfläche, doch tatsächlich werden hierbei drei OLED-Bildschirme verbaut. Nio setzt in seinem neuen Flaggschiff ET9 auf einen schmalen Bildschirmstreifen im Armaturenbrett, der über die gesamte Breite (engl. pilar to pilar) reicht. Der Hersteller nennt es Skyline Display.

Der leicht gebogene OLED-Bildschirm liefert eine 5K-Auflösung, deren Inhalte man auch bei hellem Sonnenlicht gut erkennt. Dafür sorgt ein Kontrastverhältnis von zwei Millionen zu eins. Der Fahrer bekommt in seinem Bereich Fahrinformationen angezeigt, während der Beifahrer die Inhalte auswählen kann. Im Auto-Modus richten sie sich nach Tageszeit und Ort des Fahrzeugs.

Ganz ohne Bildschirm wird auch die „Neue Klasse“ von BMW nicht auskommen. Die Konzeptautos verfü-

**„Die Auswahl von Musiktiteln mit einem Drehknopf ist nicht mehr zeitgemäß.“**

Frank Weber, Vorstand BMW

Bild: BMW



Bild: Hyundai Mobis

Hyundai Mobis arbeitet mit Zeiss an einer holografischen Folie. Diese kann auf die Windschutzscheibe geklebt werden.

gen über einen berührungsempfindlichen Bildschirm (17,9 Zoll; ca. 45 cm), der näher ans Lenkrad rückt. Die Seiten sind 72,5 Grad zum Fahrer geneigt, es wirkt optisch wie ein Parallelogramm. Doch die wesentlichen Informationen für Fahrer und Beifahrer liefert eine Projektion. Damit verschieben sich sämtliche Anzeigen im Auto nach oben und somit stärker ins Blickfeld des Fahrers.

Die Idee einer Projektion auf die Frontscheibe wurde bereits vor über zehn Jahren von Ingenieuren im BMW Technology Office im Silicon Valley entworfen. Doch war man mit der damaligen Projektionstechnik nicht zufrieden. „Wir haben uns das nun in Prototypen angeschaut und waren positiv überrascht“, sagt Weber. Die Objekte in der Scheibe erhalten einen 3D-Effekt und sind nicht mehr nur vom Fahrersitz sichtbar. Die Projektionen des Head-up-Displays sehen alle Insassen. Über Navigati-

onsangaben hinaus, bieten sich damit weitere Anwendungsfälle an. Beispielsweise könnte während einer Ladepause der Liedtext für einen Karaoke-Wettbewerb im Auto auf der Frontscheibe erscheinen.

## Individualisierte Anzeigen

Zum sogenannten Panoramic Vision von BMW gehört eine Projektionsfläche im unteren Bereich der Frontscheibe. Diese Fläche ist schwarz hinterlegt, sodass Inhalte bei allen Lichtverhältnissen gut zu sehen sind. Dafür wird die gesamte Breite von linker bis rechter A-Säule genutzt. Insgesamt stehen neun Flächen für Informationen zur Verfügung. Drei Elemente hinter dem Lenkrad informieren den Fahrer über seine aktuelle Geschwindigkeit, erlaubtes Tempo, Restreichweite, Zeit bis zum Ziel sowie aktivierte Assistenten.

Die übrigen sechs Bereiche werden frei belegt. Dazu wählt man aus den Rubriken „MyLife“, „MyCar“ und „MyJourney“ aus. Das können Musiktitel, Wettervorhersage, Himmelsrichtung oder die Visualisierung des Sprachassistenten sein. Dann erscheint ein runder Kopf mit großen Augen auf der Projektionsfläche. Die ausgewählten Inhalte werden vom zentralen Bildschirm mit dem Finger nach oben an die gewünschte Position gezogen.

## Eigenes Hintergrundbild

Die Personalisierung geht auf dem zentralen Bildschirm weiter. Nutzer können die Farbgestaltung als auch ein persönliches Hintergrundbild auswählen. Damit entscheidet sich BMW für ein zweigeteiltes Bedienkonzept.

Berührung: Auf dem Bildschirm als auch auf dem Lenkrad werden Schaltflächen gedrückt. Beim Lenkrad liegen links Fahrassistentenfunktionen und rechts Telefon sowie Medienwiedergabe.

Die zweite Option ist Sprache. Erstmals wird der Sprachassistent auf der Panoramic-Vision-Fläche visualisiert. Die Insassen sehen die Rückmeldung über die erfolgte Umsetzung der Sprachbefehle im Panoramic Vision, dem Head-up-Display oder auf dem Bildschirm.

## Abschied vom bisherigen i-Drive-Konzept

Einen haptischen Drehknopf für die Lautstärke kann man noch erwarten, aber vom langjährigen i-Drive-Konzept mit Drehen und Drücken verabschiedet sich BMW. „Im Zeitalter von Apps ist selbst die Auswahl von Navigationszielen oder Musiktiteln mit einem Drehknopf nicht mehr zeitgemäß. Das fühlt sich nicht mehr gut an“, sagt Weber. Die Projektionen sowie Steuerung über Stimme und Berührung bilden für die BMW-Stammkundschaft einen Bruch. „Wir haben das vorab mit über 3.000 Probanden rund um die Welt getestet“, sagt Stephan Durach, Senior Vice President UI/UX und Connected Company Development bei BMW. Angst vor einer Ablehnung des neuen Bedienkonzepts fürchtet man bei dem OEM nicht.

Die Personalisierung bietet noch einen weiteren Vorteil: universelle Nutzung. Die Auswahl der sechs Elemente im Panoramic-Vision-Bereich als auch das Hintergrundfoto auf dem Bildschirm kann der Nutzer über die BMW-App speichern. „Wer einen BMW als Mietwagen hat, kann darin seine gewohnte Konfiguration übernehmen“, sagt Durach. Erweiterungen bietet zudem ein App-Store. Hier hat sich BMW für das Angebot Appning by Forvia entschieden. Auch die Nutzung von Android



Bild: BMW

BMW holt den Zentralbildschirm näher an den Fahrer und beschränkt dessen Größe.



Bild: Continental

Continental zeigte Anfang 2025 eine Technik für holografische Projektionen auf den Seitenscheiben.

Auto und Apple Carplay ist im neuen Bedienkonzept vorgesehen.

## Projektionen kommen

BMW wird nicht lange der einzige Hersteller bleiben, der die Frontscheibe für Projektionen nutzt. Hyundai Mobis präsentierte auf der diesjährigen CES in Las Vegas eine holografische Projektion. Dazu wird eine von Zeiss entwickelte 100 Mikrometer dünne Folie auf die Scheibe aufgebracht. Sie erzeugt eine räumliche Wirkung beim Betrachter. Das Exponat auf der Messe zeigte ebenfalls eine Nutzung des unteren Bereichs der Frontscheibe. Auf der gesamten Breite werden Informationen für den Fahrer sowie die Auswahl von Medien und anderen digitalen Inhalten projiziert.

## Werbung nicht erwünscht

Auch Continental präsentierte bei der CES eine Projektionslösung. Allerdings hat sich der Zulieferer dafür die hinteren Seitenscheiben ausgesucht. Hier präsentiert der Zahnarzt seine Praxis oder zeigt der Sport-Fan seine Liebe zum Verein. Für die Projektion wird die Scheibe elektronisch abgedunkelt. Der Projektor ist im Dachhimmel verbaut. Dabei benötigt das Bauteil nur einen halben Liter Bauraum. Statt einer Fahrzeugbeklebung bietet eine Projektion die Option wechselnder Inhalte. Allerdings sehen deutsche Gerichte den Trend kritisch.

Das Hamburger Verwaltungsgericht untersagte Anfang des Jahres dem zum Stellantis-Konzern gehörenden Carsharing-Unternehmen Share Now eine Werbeprojektion. Es hatte Fahrzeuge mit einem Projektor ausgestattet, der Anzeigen auf die rechte hintere Scheibe projizierte. Die Werbebotschaft war nur zu sehen, wenn das Fahrzeug parkte. Dennoch sah das Gericht die visuelle Ablenkung für Radfahrer und Fußgänger als Gefährdung der Verkehrssicherheit. Fahrzeuge dürften nur

über die in der Zulassungsordnung vorgeschriebenen und für zulässig erklärten lichttechnischen Einrichtungen verfügen.

## Differenzierung nach Fahrzeugkategorien

Das Konzept der Projektion hält mit der neuen Klasse bei BMW in sämtliche Marken und Fahrzeugkategorien Einzug. „Dabei wird es natürlich eine Differenzierung in der Ausführung der Fahrzeugklassen geben“, sagt Durach. Das Armaturenbrett im 1er wird anders aussehen als in einem 7er. Auch Rolls-Royce und Mini übernehmen die Softwarebasis des Bedienkonzepts. Wobei das jeweilige Bedienkonzept der Marke angepasst wird, so werden die Minis weiterhin einen großen, runden Bildschirm haben. ■

Byton war bereits 2018 auf dem Weg, übergroße Bildschirme einzusetzen. Das chinesische Start-up existiert allerdings nicht mehr.



Bild: Byton

FRANK WEBER

# „Es ist eine hochgradig emotionale Beziehung“

Mit der Neuen Klasse startet BMW eine neue Modellgeneration an Elektroautos. Vom Bedien- bis zum Konstruktionsprinzip ist alles neu. BMW-Entwicklungsvorstand Frank Weber meint, die Neue Klasse ist nicht einfach nur ein Computer auf Rädern.

Das Interview führte Dirk Kunde

BMW VISION  
Neue Klasse



Bild: UWE FISCHER

## **Neue Klasse ist für BMW ein historisch besetzter Begriff. Wird es wieder ein kompletter Neubeginn für das Unternehmen?**

**Frank Weber:** Wir befinden uns heute in einer deutlich besseren Ausgangslage. Damals ging es um unser Überleben. Heute kommen wir aus einer erfolgreicheren Zeit, was vielleicht eine andere Form von Risiko darstellt. Da mussten wir genau überlegen, wie viel Erneuerung richtig und wichtig ist. Wir möchten, dass es sich für Kunden so anfühlt, als hätten wir eine Autogeneration übersprungen und nicht einfach mit dem weiter gemacht, was wir die Generationen davor getan haben. Die Geschwindigkeit der Veränderungen in unserer Industrie hat sich rapide erhöht. Die Entwicklung der Neuen Klasse ist unser Weg, um weiterhin so erfolgreich zu bleiben.

## **In der Neuen Klasse setzen Sie auf ein anderes Bedienkonzept. Ist das auch Ausdruck einer Verschiebung? Es geht nun weniger um das Erlebnis der Fortbewegung im Auto als um die Visualisierung von digitalen Inhalten.**

Das Digitale dient natürlich dem Erlebnis, genau wie die Freude am Fahren ein Erlebnis an sich ist. Wir haben in der Entwicklung mit Freude festgestellt, dass digitale Inhalte, die in der Windschutzscheibe erscheinen, den Fahrer ganz anders mit dem Auto verbinden. Uns hat das gefallen, weil es genau das ist, was BMW will. Ich möchte nicht das eine oder das andere. Ich möchte, dass Digitales beim Fahrerlebnis Freude macht. Ein BMW ist schließlich auch kein komplett anderes Auto im Vergleich zu den Produkten anderer Hersteller. Und dennoch spüren unsere Kunden den Unterschied, sagen, unsere Lenkung ist etwas präziser; der Sitz ist etwas angenehmer; das Gefühl, mit dem Auto verbunden zu sein, ist intensiver. Wenn das auch im Digitalen passiert, dass du eine andere Beziehung zu diesen Inhalten aufbaust, haben wir unser Ziel erreicht.

## **Der Vergleich, das Auto sei ein Computer auf Rädern hinkt bereits, denn mit den vier Supercomputern ist es eher ein Rechenzentrum. Warum mögen Sie den Vergleich nicht?**

### ZUR PERSON

## Dipl.-Ing. Frank Weber

ist seit Juli 2020 Mitglied des Vorstands der BMW AG für das Ressort Entwicklung. Nach seinem Maschinenbaustudium an der TU Darmstadt begann er 1991 seine Karriere als Projektingenieur Gesamtfahrzeug bei Opel. Ab 1995 hatte er verschiedene leitende Positionen inne. Von 2007 bis 2010 war er in den USA bei General Motors tätig, bevor er zu Opel zurückkehrte. Seit 2011 ist Weber in verschiedenen Führungspositionen bei BMW aktiv.

Ein Computer auf Rädern ist eben nicht unsere Vorstellung von einem Auto. Wir gehen von einer hochgradig emotionalen Beziehung zum Auto aus und das soll beim SDV so bleiben. Das Auto ist doch keine Küchenmaschine. Vom Öffnen der Tür, Platz nehmen, losfahren und lenken – die Interaktion ist etwas ganz anderes als der Umgang mit einem Computer auf dem Schreibtisch. Vor allem: Wie reagiert das Auto in Notsituationen? Was passiert, wenn die Straße nass ist und das Fahrzeug beginnt zu rutschen? Wie schnell haben Sie als Fahrer wieder die Kontrolle? Hier muss man es schaffen, eine vertrauensvolle Beziehung mit dem Fahrer aufzubauen. Das wird sich nicht ändern, nur weil mehr Recheneinheiten verbaut sind.

## **Bei anderen Herstellern läuft die Softwareentwicklung nicht so ruhig wie bei Ihnen. Was machen Sie besser?**

Das ist auch bei uns nicht trivial und ein anstrengender Kraftakt. Aber wir hatten unser traumatisches Erlebnis, aus dem wir viel gelernt haben. Der E65, die vierte Generation der 7er-Reihe, kam 2001 mit dem ersten i-Drive-System auf den Markt. Die Menüstruktur auf dem Bildschirm hat man per Drücken und Drehen gesteuert. Das war ein komplett neues Bedienkonzept. Das Auto hatte

erstmal ein Bus-System für die Datenübertragung. Wir sind damit sehr ambitioniert gestartet und mussten viel Kritik einstecken. Ja, wir hatten Fehler gemacht. Wir hatten das komplexe Zusammenspiel von Steuergeräten und Software unterschätzt. Daraus haben wir gelernt: Wenn es kompliziert

wird, darfst du die Arbeiten nicht auslagern, sondern musst sie in die Mitte der Organisation holen. Genau das haben wir getan. Seitdem sind über 20 Jahre vergangen, und wir arbeiten heute immer noch so. In der Abteilung für Fahrdynamik etwa arbeiten genauso viele Softwareentwickler wie im Bereich für Bordnetze oder Infotainment. Um die Software zu verstehen, musst du die Entwicklung in jede Abteilung integrieren.

## **Wenn Sie heute ein neues E-Auto konstruieren, worauf achten Sie am meisten?**

Für mich steht Effizienz ganz klar an erster Stelle. Jede Wattstunde zählt. Es gibt nichts Schlimmeres, als die Batterie immer größer zu machen, um danach den Energiegewinn durch Ineffizienzen zu verspielen. Als es darum ging, Autos leichter zu machen, haben wir jeder Gewichtsreduktion einen Euro-Wert beigemessen, also Euro pro Gramm. Das machen wir jetzt in Form von Euro pro eingesparte Wattstunde. Wir machen „Efficient Dynamics“ schon eine ganze Weile, aber das ist jetzt Efficient Dynamics zum Quadrat. Das beginnt bei der Aerodynamik. Die wirkt viel früher, als viele denken: sobald Sie die Stadtgrenze hinter sich lassen, etwa bei 70 km/h. Es ist auch erstaunlich, welchen Unterschied Reifen mit einem geringeren Rollwiderstand machen. Dann natürlich die E-Maschine mit den Wechselrichtern. Wie effizient ist die Umwandlung von Gleich- in Wechselstrom? Was verbraucht die Leistungselektronik? Die Fahrassistenten machen hier einen erheblichen Anteil aus. Wir gehen das Auto einmal von oben nach unten durch. Mit der Neuen Klasse erreichen wir so 30 Prozent mehr Reichweite und bis zu 25 Prozent mehr Effizienz in der Energienutzung. ■

**„Die Software-Entwicklung muss in jede Abteilung integriert sein.“**

Frank Weber, Vorstand BMW

Digitalisierung in der Praxis: Inbetriebnahme und Service von Anlagen mit Remote-Zugriff und VR/AR-Brille.



## FÜGETECHNIK

# Verbinden mit System

Für Arnold Umformtechnik begann vor 30 Jahren ein erfolgreiches Kapitel: die Systemtechnik. Basierend auf kundenspezifischen Verbindungslösungen und meist hoch automatisierten Montageanlagen arbeitet das Unternehmen heute an analogen und digitalen Systemen für die „New Mobility“.

**A**lles schon einmal dagewesen: Dieser Eindruck kann entstehen, wenn man in die Geschichte von Arnold Umformtechnik eintaucht. Das im Jahr 1898 als Schraubenfabrik gegründete Unternehmen hatte bereits vor dem Ersten Weltkrieg „Duraluminiumschrauben“ für den automobilen Leichtbau und den Luftschiffbau im Programm.

1955, im Gründungsjahr der „Automobil Industrie“, konnte Arnold also schon eine mehr als 40-jährige Erfahrung im Automobilbau vorweisen – und bot in der Phase des „Wirtschaftswunders“ den Herstellern von Käfer, Isabella & Co. die Möglichkeit, dauerhafte Schraubverbindungen mit geringem Eigengewicht zu schaffen.

In der Folgezeit erweiterte das Unternehmen sein Sortiment hochwertiger Schraubverbindungen immer weiter, stets mit dem Blick auf die Automobilindustrie. – und hatte bei der Entwicklung neuer Schraubentypen immer auch die Fertigungstechnik im Blick: möglichst automatisiert und effizient.

### **Vor gut 30 Jahren: Einstieg in die Systemtechnik**

In das Jahr 1994 fiel die Richtungsentscheidung für ein neues Geschäftsmodell: Arnold gründete ein Joint Venture mit dem japanischen Unternehmen Shinjo International Co. Ltd.. Ziel des Gemeinschaftsunternehmens



Bild: Arnold Umformtechnik

war die Einführung des „PIAS“-Einstanzmuttern-Systems auf dem europäischen Markt. Dazu gehörte auch – und das war neu für Arnold – die Zuführ- und Verarbeitungstechnik. Der Anwender bezog von Arnold also neben den hochwertigen (Schraub-)Verbindungselementen auch die Anlagen, um diese Verbindungen in die kundenspezifischen Bauteile einzubringen.

Dieses Modell erwies sich sehr rasch als erfolgreich. Zugleich festigte Arnold durch die neue Rolle als Systemlieferant die Beziehungen zu OEMs und Zulieferern in der Mobilitätsindustrie. Das Ergebnis: Nach nur zwei Jahren zog die Systemtechnik in eigene Räume um.

## ! Neue Schraubsysteme für die Mobilität

Das Geschäftsmodell und natürlich auch die Technologie der Systemtechnik beschleunigten den Ausbau der weltweiten Präsenz von Arnold Umformtechnik. Im Jahr 2006 baute das Unternehmen in den USA einen eigenen Systemtechnikvertrieb auf, nur ein Jahr später folgte eine strategische Expansion nach China. Zum raschen Wachstum trug sicherlich auch bei, dass die Anwender beim Umstieg auf die Arnold-Systemtechnik vorhandene Anlagen wie Schweißroboter einbeziehen und quasi „zweckentfremden“ konnten.

Parallel dazu entwickelte Arnold neue Verbindungssysteme, die sich vor allem in der Automobilindustrie schnell durchsetzten. Das gelang 2009 mit der Einführung von Flowform, einem fließlochformenden Schraubsystem, das die Fertigungstechnik im Karosse-

riebau erheblich verbesserte. 2015 folgte die Entwicklung von Flexweld, einer Widerstandselement-Schweißtechnologie, die in enger Zusammenarbeit mit Volkswagen entstand.

2017 konsolidierten die Aktivitäten der Systemtechnik in der Business Unit Fastening Systems. Diese Integration ermöglichte die Entwicklung neuer Technologien wie Flowweld (2018) und Swoptec (2019) in Kooperation mit Partnern wie Mercedes und Benteler.

## ! Innovationen für Automatisierung, Digitalisierung und Nachhaltigkeit

Soviel zum Gestern und Heute. Wie geht es weiter? Thorsten Lienhardt-Schuster, Chief Operating Officer von Arnold Umformtechnik: „Die Produktionswelt steht vor einem Paradigmenwechsel: Automatisierung und Digitalisierung sind entscheidende Erfolgsfaktoren für

**„Arnold ist auf Automatisierung und Digitalisierung der Produktion vorbereitet.“**

Thorsten Lienhardt-Schuster, Chief Operating Officer, Arnold Umformtechnik

eine effiziente und wettbewerbsfähige Fertigung.“ Die Systemtechnik von Arnold ist darauf vorbereitet – von Anfang an. Beim Entwicklungsprozess ist der Kunde von Beginn an dabei. Die Breite der Verbindungstechnologien, die Arnold beherrscht und die stets kunden-

und projektspezifisch adaptiert wird, ist beachtlich. Und wenn dauerhaft oder im ersten Schritt nur kleinere Bauteilmengen herzustellen sind, bietet der Bereich Engineered Assemblies von Arnold die Lieferung kompletter Baugruppen als Dienstleistung an.

## ! Maßgeschneiderte Entwicklung, bedarfsgerechte Automation

Der Entwicklungsprozess folgt grundsätzlich dem Systemgedanken. Zeitgleich mit der Entwicklung oder Adaption eines maßgeschneiderten Verbindungssystems entsteht die dazu passende Automatisierungstechnik. Dabei richtet sich die konstruktive Auslegung der Zuführ- und Verarbeitungstechnik – von manuellen Lösungen bis zur Vollautomatisierung – nach der Produktionsgröße und der Integration in die vor- und nachgeordneten Montageschritte. Schnelles Prototyping gehört ebenso zu diesem Konzept wie die schlüsselfertige Implementierung mit vollständiger Integration. So wünschen es die OEMs und ihre Zulieferer.

Und weil sie hoch effiziente Verbindungsprozesse fordern, entwickelt Arnold kontinuierlich neue Innovationen für die Zuführtechnik (Feedtec) und Verarbeitungstechnik (Tooltec) – zum Beispiel ein hoch leistungsfähiges Multi-Feed-System für die gleichzeitige Versorgung von bis zu 16 Einpressstationen. Außerdem einen Segmentförderer, der eine schonende Zuführung von Verbindungselementen ermöglicht und besonders bei Anwendungen mit hohen Sauberkeitsanforderungen die Montage- und Betriebssicherheit erhöht.



Bild: Arnold Umformtechnik

Thorsten Lienhardt-Schuster ist Chief Operating Officer von Arnold Umformtechnik.

## I Nachhaltige Füge Technologien

Mit der fließlochformenden Schraube Flowform Plus, eingeführt im Jahr 2021, adressiert Arnold das Thema „Nachhaltige Schraubverbindung“. Durch optimierte Geometrien und reduzierte Materialverdrängung verbessert „Flowform Plus“ die Prozessstabilität, und senkt zugleich den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck durch das um 25 Prozent geringere Gewicht, und das gleich doppelt: Es wird weniger Material verbraucht beziehungsweise umgeformt, und das Auto wird leichter – bis zu 500 Gramm. Das wiederum bedeutet geringeren Energieverbrauch. Davon abgesehen spricht aus Sicht der Nachhaltigkeit ein weiteres Argument ganz grundsätzlich für die von Arnold Umformtechnik entwickelten Systemlösungen. Thorsten Lienhardt-Schuster: „Schrauben sind die einzige Verbindungstechnik, die erstens lösbar ist und zweitens wieder verbunden, das heißt verschraubt werden kann. Sie sind also nicht nur kreislauffähig, sondern auch reparaturfähig.“

## I Bereit für neue Märkte und die digitale Transformation

Mit der Ausweitung der Verbindungstechnik auf Branchen wie E-Mobilität, erneuerbare Energien und Mischbauweisen sieht Arnold aktuell große Chancen, neue Lösungen für komplexe Anforderungen zu schaffen. Und ein weiteres Aufgabenfeld eröffnet mindestens ebenso großes Potenzial. Thorsten Lienhardt-Schuster: „Die zunehmende Digitalisierung in der Produktion erfordert intelligente Verbindungslösungen. Wir arbeiten an neuen Ansätzen wie dem Einsatz von digitalen Zwillingen und datengetriebenen Prozessen und werden – gemeinsam mit unseren Kunden in der Automobilindustrie – die Verbindungstechnik der Zukunft aktiv mitgestalten.“

Erste digitale Dienstleistungen wird es in Kürze geben: „RemoteTec“, eine Lösung für die Fernwartung und Prozessoptimierung. Mithilfe von VR-Technologien und sicheren digitalen Zwillingen können die Techniker vor Ort, mit Online-Assistenz durch Experten von Arnold, Maschinenstörungen schneller diagnostizieren und beheben. Das spart Kosten und Zeit und reduziert ebenfalls den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Ein gutes Beispiel für den praktischen Nutzen der Digitalisierung in der Automobilfertigung. ■

Zum 70. Geburtstag von »Automobil Industrie« beleuchten wir im Jubiläumsjahr 2025 die Innovationsfreude der Branche. Neben der großen Jubiläumsausgabe im Dezember stellen wir das ganze Jahr über in einer crossmedialen Serie wegweisende Entwicklungen unserer Kommunikationspartner vor: In den Print-Ausgaben von Januar bis November sowie digital auf [www.automobil-industrie.de](http://www.automobil-industrie.de)



FOKUS

AUTOMOBIL  
INDUSTRIE

## AUTONOMES FAHREN

Wie kann der Weg zum autonomen Fahren gestaltet werden? Die Antworten auf diese Fragen haben sich zuletzt geändert: Autohersteller setzen eher ein „+“ hinter Level 2, statt die nächsthöhere Stufe anzubieten. Dafür werden Sensoren und Regelsysteme verbessert. Steer-by-wire und Wankstabilisierung erhöhen den Fahrkomfort. Zudem verändert KI die Mensch-Maschine-Schnittstelle rasend schnell.

**AUTONOMES FAHREN**

# Der lange Weg zum selbstfahrenden Auto

Level 2-Systeme sind weitverbreitet und werden um Plus-Funktionen erweitert. Beim Level 3 und 4 sind die Hersteller eher zurückhaltend. Soll das Auto nicht selbstständig fahren?

Dirk Kunde

**D**er Drang zum Fahren in Level 3 ist nicht sonderlich groß. Aktuell bieten das in Deutschland nur BMW und Mercedes-Benz an. Warum die Hersteller das Level 3 nur dezent bewerben und Käufer zurückhaltend reagieren, ist schnell erklärt: Regulatorik, Preis und Nutzungsmöglichkeiten.

Ein Fahrassistent im Level 3 ist vereinfacht gesagt ein Schönwetter-Pilot. Regen, Nebel, Schnee oder Temperaturen unter vier Grad Celsius sind Ausschlusskriterien. Baustellen, Tunnel und Dunkelheit sind es ebenfalls. Fehlendes HD-Kartenmaterial führt ebenfalls zu Problemen. Fährt niemand voraus oder erkennen die Mikrofone Sirenen von Rettungsfahrzeugen, fordert der Assistent zur Übernahme der Fahrfunktion auf. Die Hersteller sind so vorsichtig, da beim Level 3 die Haftung bei Unfällen auf sie übergeht.

### | Teures Level 3

Um den Assistenten für Kunden attraktiver zu machen, erhöhte Mercedes-Benz die Höchstgeschwindigkeit seines Drive Pilots in der S-Klasse von 60 auf 95 km/h. Bei BMW ist der Personal Pilot L3 für den 7er noch auf 60

km/h limitiert. Er bietet sich also nur in zäh fließendem Verkehr an. Bei den Stuttgartern soll es mit einem weiteren Zwischenschritt bald in Richtung 130 km/h gehen. Diese Geschwindigkeitsangabe verdeutlicht, der Assistent ist für die Autobahn gedacht. Das sind viele Einschränkungen für eine Option, die bei Mercedes-Benz und BMW etwa 6.000 Euro kostet.

Level-2-Systeme sind deutlich günstiger und bieten mitunter mehr. Zudem sind sie häufiger im Straßenverkehr einsetzbar. Etliche Hersteller haben ihre Assistenten über den Spurhalter und adaptiven Abstandstempomaten hinaus weiterentwickelt. Um das deutlich zu machen, geben sie dem System ein oder sogar zwei Plus-Symbole. Das ist allerdings keine offizielle Bezeichnung des Autoingenieurverbands SAE und bedarf einer Sondergenehmigung der Zulassungsbehörden. Ein Beispiel ist Fords Blue Cruise (Level 2+). Auf bestimmten Autobahnabschnitten (Blaue Zonen) hält das Auto Tempo und die Spur, der Fahrer darf die Hände vom Lenkrad nehmen. Eigentlich ist Level 2 noch ein Hands-on System. Blue Cruise kostet nach der 90-tägigen Testzeit 280 Euro pro Jahr.

Der Autobahnassistent von BMW kostet einmalig 850 Euro und man darf beim Fahren ebenfalls die Hände in

Beim automatisierten Fahren gehen die meisten Hersteller nicht über Level 2 hinaus. Bei dieser Stufe wird zunehmend überwacht, ob der Fahrer seine Hände am Lenkrad hat und aufmerksam ist.



Bild: Volvo

Volvo hat beim Modell EX90 den Lidarsensor in das Dach integriert.



Bild: Dirk Kunde

Die dargestellten Verkehrsteilnehmer sollen den Insassen die korrekte Funktion des Systems vermitteln.

den Schoß legen. Ein Blick in den linken Außenspiegel bestätigt einen vorgeschlagenen Überholvorgang, den ein BMW i5 oder i7 dann eigenständig vollzieht. Dieser Assistent arbeitet bis Tempo 130 km/h. Somit bietet der Assistent dem Fahrer häufiger Entlastung auf der Autobahn als das deutlich teurere Level-3-System.

## I Fahrerüberwachung

Einziger Unterschied: Bei allen Level-2-Varianten bleibt der Fahrer in der Verantwortung. Damit sich Fahrer nicht in falscher Sicherheit wiegen, schreibt der Gesetzgeber eine permanente Fahrerüberwachung vor. In der Regel schauen Infrarotkameras, wohin Kopf bzw. Augen des Fahrers gerichtet sind. Auch ob die Augen geschlossen sind, stellen die Kameras fest. Unterbrechen Tablets oder Zeitungen die Sicht der Kameras auf ihr Überwachungsobjekt, ertönt eine Warnung und danach wird das System abgeschaltet.

„Mit zunehmender Level-2-Funktionalität steigt aus Sicherheitsgründen auch die Fahrerüberwachung, schließlich bleibt der Fahrer nach wie vor in der Verantwortung. Deswegen gibt es auch ein natürliches Limit bei Level-

2-Systemen, da irgendwann die notwendige Überwachung störender ist als der Zugewinn durch die Komfortfunktion“, sagt Frank Weber, Entwicklungsvorstand bei BMW. Für Modelle der „Neuen Klasse“ plant BMW mit Level-3-Assistenten. Beim Parkvorgang ist sogar von Level 4 die Rede. Dabei ist noch unklar, ob ein Valet-Parking-System auf die Infrastruktur im Parkhaus angewiesen sein wird oder ob ein Teleoperator aus der Ferne eingreift.

Bei der CES 2024 zeigte BMW in Zusammenarbeit mit Valeo ein System, bei dem ein Teleoperator den BMW ferngesteuert in die freie Parklücke manövrierte.

**„Die Überwachung wird irgendwann störender, als der Komfortgewinn.“**

Frank Weber, Vorstand BMW



Bild: KI-generiert/Dirk Kunde



Das Benteler-Unternehmen Holon arbeitet an einem autonomen Shuttle.



Vom Angebot könnten Jugendliche profitieren.

**| Regulatorik bremst**

Das zögerliche Vorgehen der Hersteller beim Level 3 liegt zudem an der komplexen Regulatorik. Während UNECE-Regeln auf internationaler Ebene bereits die Grundlage schaffen, müssen die einzelnen Länder die Vorgaben in nationales Recht übersetzen. Das sorgt dafür, dass jedes europäische Land andere Anforderungen an die Hersteller für eine Freigabe stellt. In den USA erfolgt die Genehmigung auf Bundesstaatenebene. Mercedes-Benz startete seinen Piloten zunächst nur in Nevada und Kalifornien.

**| Hardware für Level 3 verbaut**

Auf der Hardware-Seite sind viele Modelle bereits für Level 3 ausgestattet. Neben Kameras und Radarsensoren

kommen noch Lidar-Geräte zum Einsatz. Die E-Autos von Nio werden bereits mit Lidar-Sensor im Dach ausgeliefert. Allerdings bietet der chinesische Hersteller noch keine Level-3-Fahrfunktionen in Deutschland an. Ein möglicher Starttermin wird vom Unternehmen nicht kommuniziert. Dabei bewegen sich die Nio-Modelle im Heimatland bereits durch einige Städte mit NOP+. Das Akronym steht für Navigate on Pilot und steuert die E-Autos nicht nur über Autobahnen, sondern auf Stadtstraßen mit sehr unübersichtlichen Kreuzungen.

Volvo präsentiert seinen großen SUV EX90 ebenfalls mit Lidar-Sensor oberhalb der Frontscheibe. Doch noch sammelt der Laserlicht-Sensor nur Daten. Im Laufe des Jahres soll ein Update kommen, das neue Assistenzfunktionen bietet. Was das umfasst und in welches Level es einsortiert werden kann, mochte der Volvo-Presesprecher bei der Fahrveranstaltung in Hamburg nicht verraten.



Mercedes-Benz darf in Deutschland mit 95 km/h hochautomatisiert fahren.



Bild: Mercedes-Benz AG

Bild: Mercedes-Benz AG



Bild: Moia

Moia arbeitet an einer Flotte autonom fahrender ID Buzz.



Bild: Moia

Noch sitzt ein Sicherheitsfahrer hinter dem Steuer.

## I Teslas Sonderweg

Der US-Autohersteller nutzt nicht die SAE-Level, was Kunden eine Vergleichbarkeit der Leistungen zwischen unterschiedlichen Modellen und Herstellern erschwert. Der Name „Autopilot“ weckt von Anfang an auf Kundenseite Erwartungen, die der Assistent nicht erfüllen kann. Schon lange verspricht Elon Musk seinen Kunden, vollständig autonomes Fahren sei demnächst verfügbar. Die Basisfunktionen des „Autopiloten“ sind Teil der Serienausstattung. Für das Paket „Volles Potenzial für autonomes Fahren“ zahlt der Kunde 7.500 Euro. Wann das freigeschaltet wird, bleibt für den Käufer unklar.

Der entscheidende Unterschied bei Tesla ist die Hardware. Das US-Unternehmen will autonomes Fahren ausschließlich über Kameras realisieren. Lidar-Sensoren hält Musk für Verschwendung. Cortex, ein Hochleistungsre-

chenzentrum an seinem Fertigungsstandort in Austin, Texas, soll die Bilderkennung und Analyse aus der Tesla-Flotte mithilfe künstlicher Intelligenz verbessern. So will er sein „Vision only“-Konzept Realität werden lassen.

## I Level 4 für Fahrdienste

Systeme des Levels 4, also Fahren ohne menschlichen Fahrer, werfen ihre Schatten bereits voraus. Noch im Laufe des Jahres sollen Fahrzeuge des Projekts Alike in Hamburg auf die Straße gehen – allerdings mit Sicherheitsfahrer. Die Frage bleibt, ob Level 4 auch im Pkw einen Markt findet. Die Autos werden mit derartigen Systemen nochmals teurer. Wie groß muss der Nutzen sein, damit Kunden bereit sind, diesen Aufpreis zu bezahlen?

Für die kommerzielle Nutzung in Flotten dürfte Level 4 dagegen den wirtschaftlichen Durchbruch bedeuten. Fallen die Kosten für den menschlichen Fahrer weg, rechnen sich Fahrdienste deutlich schneller. In Hamburg schickt die Hochbahn als Projektteilnehmer von Alike einen Shuttle von Holon, einem Tochterunternehmen von Benteler, auf die Straße.

Moia arbeitet zusammen mit Volkswagen Nutzfahrzeuge sowie Mobileye an einem autonom fahrenden ID Buzz. Der Verkehr in der Hansestadt dürfte ein gutes Testfeld für Level 4 sein. Beispielsweise wechselt die erlaubte Fahrtrichtung auf der Sierichstraße um 12 Uhr von stadteinwärts in die andere Richtung.

In den Gesprächen mit deutschen Herstellern wird deutlich, dass sie sich eine größere Akzeptanz der Kunden bei Level-3-Systemen erhoffen. Das würde doppelt helfen: Zum einen hätte es eine Wirkung auf die Politik, um Regulatorik und damit die Zulassung zu vereinfachen. Zum anderen würden steigende Stückzahlen zu Skaleneffekten führen. Das teure Sensor-Set dürfte deutlich günstiger werden. ■



Bild: Tom Kirkpatrick, BMW Group

BMW bietet einen Level-3-Autobahnassistenten an.

STEER-BY-WIRE

# Markt für elektronische Lenksysteme formiert sich – in China

Keine mechanische Verbindung mehr zwischen Lenkrad und Rädern. Unterstützt von deutschen Zulieferern könnte China damit zum Trendsetter für die nächste Revolution in der Autoindustrie werden.

Henrik Bork

**N**ios neue Limousine wurde im Herbst 2024 vom chinesischen Industrieministerium MIIT für den Straßenverkehr zugelassen. Das Modell „ET9“ kommt ab dem Frühjahr 2025 mit „Steer-by-Wire-Technik“ auf den chinesischen Markt. Der Hersteller wird dabei von ZF unterstützt. Damit kommt die jüngste Generation eines komplett elektronischen Lenksystems von ZF erstmals in einem chinesischen Modell der Luxusklasse zum Einsatz. Nio und der deutsche Zulieferer aus Friedrichshafen arbeiten bereits seit Oktober 2022 zusammen. ZF liefert nach eigenen Angaben den Lenkrad-Aktuator zum Lenken und zur Darstellung des Lenkgefühls, den redundanten Lenkgetriebe-Aktuator und die dazugehörige Software.

In dem neuen Nio-Modell wird es somit keine mechanische Verbindung zwischen dem Fahrer und den Vorderädern mehr geben. Steer-by-Wire bedeutet, dass elektronische Impulse und Aktuatoren, gesteuert von Software, das Lenken übernehmen. Über einen elektrischen Antrieb – die sogenannte

Torque-Feedback-Unit – werden das natürliche Lenkgefühl und die Rückmeldung von der Straße reproduziert. Dabei passt das ZF-System die Lenkübersetzung individuell an, je nach Fahrgeschwindigkeiten oder -situationen.

Die Technik hat großen Einfluss auf das Lenkrad: Das System kann den Lenkwinkel so übersetzen, dass Fahrerinnen und Fahrer beim Einparken nicht mehr umgreifen müssen. Wenn Hersteller das umsetzen möchten, können sie deutlich kompaktere Lenkräder entwerfen. Peugeot zeigte im Herbst sein Konzept Mehr „Hypersquare“. Zirka 33 mal 20 Zentimeter groß und mehr Rechteck als Kreis, besitzt das Lenkrad neben einem zentralen Display vier große, runde Löcher in den Ecken, deren abgeschrägten Innenseiten eine Touchfläche für die Daumen bilden. Auf dem Display wiederum befinden sich ebenfalls vier Kreisflächen mit den Touch-Bedienmenüs Start, View, Drive Mode und Gangwahl. Aus der Sicht von ZF sind zwei Megatrends dafür verantwortlich, dass sich die Steer-by-wire-Technik in modernen Autos durchsetzen wird: Die Elektromobilität und das autonome Fahren.



Bild: Nio

## I Von China auf den Weltmarkt

Nio teilt diese Sicht. Sein neues Topmodell ET9 lässt vermuten, dass sich die Technik zuerst in China durchsetzen und von dort aus den Weltmarkt erobern wird. „Steer-by-wire steuert auf den kritischen Punkt seiner Adoption im Massenmarkt zu“, kommentiert das chinesische Fachportal *Gaogong Zhineng Qiche* die Lizenz für das neue Nio-Auto.

Experten in China erwarten, dass die Adoption ähnlich wie und parallel zum autonomen Fahren zuerst im gehobenen Preissegment des Marktes beginnen wird. Von dort aus wird es sich immer weiter in den Massenmarkt von günstigeren Modellen vorschieben. Für die Hersteller bringt Steer-by-wire auf Dauer eine Kostenreduzierung bei der nötigen Hardware.

Derzeit überwiegen noch die technischen, nicht die kostenbezogenen Argumente. „Beim automatisierten Fahren ab Level 2 und höher übernimmt der Computer die Kontrolle über Längs- und Querdynamik des Fahrzeugs – daher muss er vollständig auf die Lenkung und auf die Bremse zugreifen können“, wird Manfred Meyer, Leiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilung bei „Chassis Solutions“ von ZF auf der Webseite seines Unternehmens zitiert. „By-Wire-Systeme sind deutlich besser auf eine reine Software-Regelung ausgelegt als Systeme, in denen es noch einen mechanischen Durchgriff geben muss.“

Wenn in China gerade sehr wahrscheinlich der nächste Milliardenmarkt heranwächst, so ist das auch eine gute Nachricht für deutsche Tier-1-Zulieferer wie ZF oder Bosch. Denn es gibt momentan international nicht allzu viele Hersteller, die komplette „X-by-Wire“-Kompetenz haben, also die elektronische Steuerung von Lenkung, Bremse, Stoßdämpfung und komplett integrierter Chassis beherrschen und entsprechende Produkte anbieten.

Das Gemeinschaftsunternehmen von Bosch in China, Bosch Huayu, hat ebenfalls ein erstes Steer-by-wire-Lenkensystem namens „Bosch Huayu Steering Systems“ oder BHSS entwickelt. Erste Bestellungen sollen schon eingegangen sein, heißt es in der Branche.

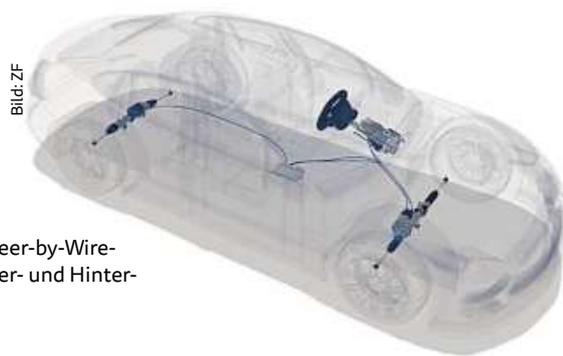


Bild: ZF

ZF bietet sein Steer-by-Wire-System für Vorder- und Hinterachse an.

## I Konkurrenz dringt auf den Markt

Die Konkurrenz, sowohl die internationale als auch die chinesische, ist allerdings sehr aktiv. Sowohl OEM als auch Zulieferer, die nennenswerte Marktanteile bei den momentan noch dominierenden EPS-Lenkungen haben, bereiten sich auf das neue Zeitalter der By-wire-Lenkungen vor.

Und schon drängen Neu- oder Quer-Einsteiger auf den jungen Markt. Zwei Beispiele: Anfang dieses Monats haben der chinesische Autobauer Changan Automobile und das Unternehmen GAC Autoparts gemeinsam in das Start-up „Chenzhi Technology“ investiert, das neue „X-by-Wire“-Lösungen, inklusive vollelektronischer Lenkungen, entwickeln soll. Auch der Tech-Konzern Huawei, der bereits beim autonomen Fahren mitmischte, bereitet ein Produktportfolio im Bereich Steer-by-wire vor. ■

## ZULIEFERER FÜR STEER-BY-WIRE-SYSTEME IN CHINA

Rang	Zulieferer	Marktanteil (Jan-Sept 2024)	Ergänzung
1	Bosch Huayu	27%	Erstes SBW-Produkt in China basierend auf der lokalisierten „HE-Plattform“
2	Nexteer	16%	Geplant für Highend-Elektrofahrzeuge ab 2025
3	ZF	12%	in Serie
4	JTEKT	9%	Erste Generation von SBW in der Erprobung
5	NSK	5%	
6	YB Steer	5%	SBW durchlief erste Tests und Abnahmen
7	Hyundai Mobis	5%	
8	HL Mando	4%	in Serie
9	Thyssenkrupp	4%	Partnerschaft mit BWI zur Entwicklung von X-by-Wire-Fahrwerksystemen
10	Shibao China	3%	mehr SBW-Produkte in der Entwicklung

Daten: GII Enterprises/Asia Waypoint

Das elektronische Lenksystem von ZF wird erstmals in der Limousine ET9 des chinesischen Herstellers Nio eingesetzt.

WANKSTABILISIERUNG

# Die „schräge Nummer“ wird optimiert



Bild: © Mercedes-Benz AG

Mercedes-Benz war um die Jahrtausendwende einer der ersten OEM, der den Wankbewegungen der Karosserie mit aktiven Systemen zu Leibe rückte.

Aktive Wankstabilisierungssysteme sind schon seit Jahren in Serie. Jetzt soll ihre Verknüpfung mit automatisierten Fahrfunktionen auf Level 4 für noch mehr Komfort sorgen. Bis dahin müssen aber noch Herausforderungen gelöst werden.

Hartmut Hammer

Citroën und Mercedes-Benz präsentierten schon vor der Jahrtausendwende Fahrwerks-Regelsysteme, die Wanken und Nicken unterdrücken sollten. Seitdem haben etliche OEMs und Tier1-Zulieferer passive und zunehmend aktive Regelsysteme entwickelt. Schaeffler etwa hat 2015 den ersten aktiven mechatronischen Wankstabilisator auf 12- beziehungsweise 48-Volt-Basis auf den Markt gebracht. Ende 2024 hat die ZF Group ihr aktives Fahrwerk S-Motion vorgestellt: Es vereint die bekannten CDC-Dämpfer mit je einem Hydraulikkreislauf, Ölpumpen, Regelventile und eine ausgeklügelte Steuerungselektronik.

Damit kann S-Motion laut ZF die aktiven Dämpfer an jedem Rad im Millisekundenbereich um bis zu acht Zentimeter „aufbocken“ und so die Wankneigung bei Kurvenfahrt sowie das Nicken beim Anfahren und Abbremsen weitestgehend kompensieren. Das verbessere einerseits das Komfortgefühl der Passagiere und könne so auch die Reisekrankheit vermeiden helfen. Andererseits kann ein aktives Fahrwerks-Regelsystem beispielsweise

bei einer Notbremsung die Nickneigung minimieren und damit den Bremsweg verkürzen.

## | Besser ohne „Faktor Mensch“

Nachteil aller bisherigen aktiven Fahrwerks-Regelsysteme: prinzipbedingt reagieren sie auf Karosseriebewegungen erst, wenn diese stattfinden. Dieser Malus könnte in Zeiten der Digitalisierung bald passé sein. Auf Basis von per Sensorik erhobenen Umfelddaten kann die Fahrwerkregelung proaktiv und radselektiv die Feder- und Dämpferaten einstellen, sobald ein Schlagloch oder eine Kurve in Sicht sind. „Sind mit der Umfeldsensorik gleichzeitig ADAS-Funktionen an Bord, können die Längs- und Querdynamik des Fahrzeugs und seine Karosseriebewegungen aus einem Guss optimal geregelt werden“, so Jonas Grötzing, Senior Expert für Vehicle Motion & Performance Vehicles bei der EDAG Engineering GmbH. „Nicht zuletzt, weil die Fahrwerksregelung durch die berechnete Richtungstrajektorie vorab weiß,

wohin das Fahrzeug im nächsten Augenblick automatisiert fährt.“ Bei einem fahrergesteuerten Pkw müssen die Fahrwerksalgorithmen immer die unvorhersehbaren Lenkradbewegungen des Fahrers mit in die Berechnungen einbeziehen, was zu einem Phasenverzug führt, weniger Reaktionszeit lässt und so den Regelungskomfort beeinträchtigt.

Beim automatisierten Fahren auf Level 4 hingegen kann die Fahrwerksregelung beispielsweise bei einem vorberechneten Spurwechsel auf der Autobahn die Luftfedern gezielt vorkonditionieren, um die zu erwartenden Querkräfte nach links und rechts abzumildern. Es ist sogar möglich, dass auf der Landstraße der Wankwinkel negativ eingestellt wird, damit das Fahrzeug sich ähnlich wie ein Motorrad in die Kurve legt und die Querkräfte für die Passagiere verringert. Aktuell bieten einige wenige Kleinserien-Fahrzeuge (noch ohne ADAS) solch eine Funktion. Sie ist aber nur bei automatisiertem Fahren ratsam, da ein Fahrer dadurch eventuell ein falsches Sicherheitsgefühl vermittelt bekommt.

Die meisten aktuellen Fahrzeuge mit aktivem Fahrwerk, aber ohne ADAS-Funktionen, bleiben lange horizontal mit nur minimaler Wankneigung, um dem Fahrer ein beruhigendes Feedback zu vermitteln. Erst in den Grenzbereichen wird ein leichter Rollwinkel eingestellt, um dem Fahrer das Näherrücken der fahrdynamischen Grenzen mitzuteilen.

## | Rolle seitwärts

Doch welches Fahrgefühl wollen die Passagiere eigentlich beim automatisierten Fahren und wie kann man dieses zuverlässig parametrieren? Wichtige Daten werden einerseits die Überwachung der Passagiere liefern müssen, um etwa Übelkeit, Wohlbefinden oder Angst zu detektieren. Andererseits sind zum Beispiel „Parameter wie die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Querbeschleunigung, die Vertikalbeschleunigung, die Gierrate, Rollrate, Pitchrate sowie die Radbeschleunigung wichtig zur Beschreibung und Regelung des Wankverhaltens“, ergänzt Jonas Grötzing. Schaeffler teilte auf Anfrage mit, dass „Passagiere insbesondere auf niederfrequente Anregungen sensibel reagieren. Bei Aufbaubewegungen sind Nickbewegungen kritischer als Wankbewegungen.“

Genauer wollte es Hitachi Astemo wissen: Der japanische Tier1-Zulieferer hat in einer Studie Parameter zur Beschreibung und Bewertung des Unbehagens von Passagieren bei Spurwechseln auf der Autobahn gesucht.

Dazu wurden in einem ersten Schritt Probanden um die subjektive Bewertung verschiedener Lenkmuster und Rollwinkelgeschwindigkeiten gebeten. Parallel zeichneten Gyrosensoren am Kopf und der Brust ihre Bewegungen auf, diese Daten wurden dann mit dem gefühlten Komfortniveau korreliert.

Es stellte sich heraus, dass das auf die Fahrgäste einwirkende Rollmoment (Passenger Roll Moment, PRM) des Fahrzeugs und dessen Änderungsrate (PRM-Rate) gut mit den subjektiven Komfortbewertungen korrelieren. Als gute Abhilfe gegen hohe PRM-Werte und -Raten identifizierten die japanischen Ingenieure einen negativen Wankwinkel der Karosserie.

Simulationen und Fahrtests in einem Prototypenfahrzeug bestätigten diese Hypothese. In weiteren Studien will Hitachi Astemo die Auswirkungen negativer Wankwinkel und die Praktikabilität der Parameter PRM und PRM-Rate auf verschiedene Sitzpositionen betrachten und die Übertragbarkeit auf andere Fahrscenarien – wie auf Nickbewegungen beim Beschleunigen und Abbremsen – untersuchen.

## | Warten auf das automatisierte Fahren

Technisch sind aktive Fahrwerks-Regelsysteme bereits Serienstand. Die erfolgreiche Verknüpfung mit automatisierten Fahrfunktionen hängt aber noch von Entwicklungsfortschritten bei ebendieser Domäne ab. „Eine Herausforderung ist das saubere Aufsetzen des ADAS-Softwarestacks für eine präzise und schnelle Berechnung der Fahrtrajektorie“, weiß Jonas Grötzing zu berichten. EDAG arbeitet nach seinen Angaben bereits an einigen Forschungs- und ersten Kundenprojekten.

Eine weitere unabdingbare Voraussetzung ist nach Grötzingers Angaben ein leistungsfähiger zentraler Fahrdynamik-Controller, der die gesamte Aktuatorik steuert. Insbesondere die Schnelligkeit der Signalverarbeitung und Aktuatoransteuerung müsse bis zur Serienreife noch gesteigert werden.

In dieses Bild passt die Aussage eines ZF-Sprechers, dass beim Zulieferer die Wankstabilisierung in Kombination mit vorausschauendem Fahren natürlich ein Thema sei, man sich aber bisher nicht dazu äußern wolle. Schaeffler teilte auf Anfrage mit, dass man Schlüsseltechniken für intelligente Fahrwerksanwendungen im Bereich des automatisierten und autonomen Fahrens vorantreiben wolle. Aktuell arbeite man nicht an einer Integration der eigenen Wankstabilisierungssysteme in automatisierte Fahrfunktionen. Laut Jonas Grötzing beschäftigen sich jedoch „viele OEMs, Tier1-Zulieferer und Engineeringdienstleister“ mit diesem Thema. ■



**„Wir arbeiten an einigen Forschungs- und ersten Kundenprojekten zur Verknüpfung von Wankstabilisierung und automatisiertem Fahren.“**

Jonas Grötzing, EDAG

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

# Kollaboration statt Irritation

Die Mensch-Maschine-Schnittstelle erweist sich seit Beginn des digitalen Zeitalters als ein stetiger Quell für Irritationen. Künstliche Intelligenz (KI) soll künftig dabei helfen, die bisher wenig intuitiven Bedienroutinen durch eine situationsgerechte Ansprache abzulösen.

Hartmut Hammer



Bild: Audi

Audi hat an einem sehr seriennahen Pkw-Fahrsimulator eine KI mit nutzerspezifischem Sprachstil entwickelt.

Fehlbedienungen, Fehlinformationen und unlogische Menüführungen sind weitverbreiteter, als uns lieb ist. Das Automobil macht da keine Ausnahme. KI kann hier Abhilfe schaffen, muss aber erst einmal eine individuelle und intuitive Ansprache und Dialogführung bieten. Dieses Ziel verfolgte die letzten drei Jahre das Projekt Karli (Künstliche Intelligenz für adaptive, responsive und levelkonforme Interaktion im Fahrzeug der Zukunft). Die zwölf Projektpartner hatten sich der Aufgabe gewidmet, den „Wechsel zwischen aktiven und passiven Nutzungsrollen möglichst sicher und komfortabel zu gestalten“, erläutert Dr. Frederik Diedrichs, technischer Projektleiter von Karli und Fachgruppenleiter am Fraunhofer IOSB. „Dazu profitieren wir von den Möglichkeiten, die KI uns heute bietet. Im Wesentlichen geht es darum, die Situation im Fahrzeug richtig zu interpretieren und die notwendige Mensch-Maschine-Interaktion individuell auszugestalten.“

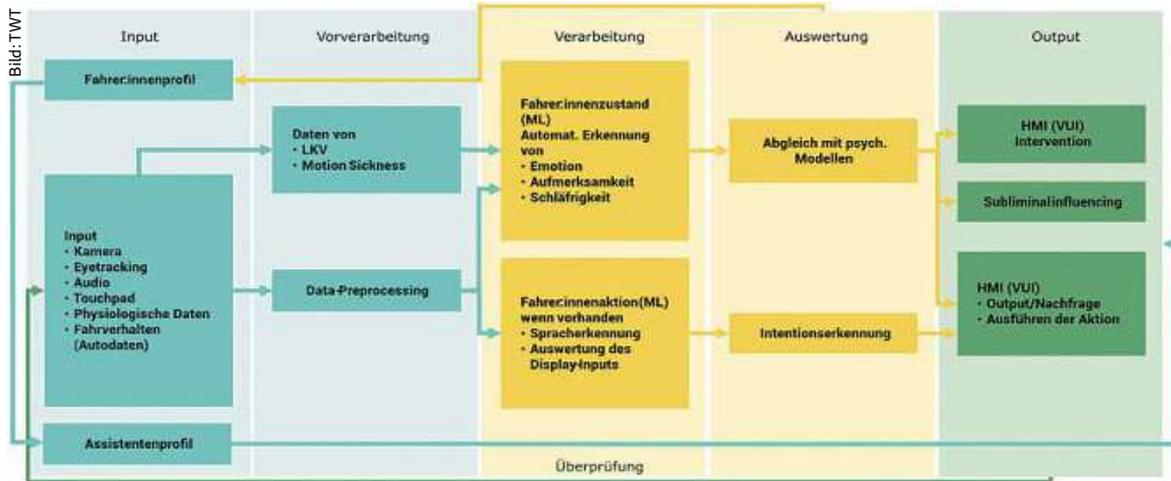
Am Anfang standen rahmengebende Fragen: Wie soll die Aktivität einer KI den Fahrzeugpassagieren sichtbar gemacht werden? Wie kann ein vertrauenswürdiger und verständlicher KI-Avatar aussehen? Wie kann die KI die Fahrenden und die Nutzungssituationen semantisch

verstehen? Zur gezielten Erforschung dieser Punkte haben die Projektpartner vier soziodemografische Persönlichkeitsprofile definiert, in die alle Befragten eingruppiert wurden. Die Spanne reicht von jung bis alt, technikaffin bis traditionell, statusbewusst bis pragmatisch. Diese Personenprofile haben jeweils andere Anforderungen und Präferenzen an einen Sprachassistenten.

## | Fahrerwünsche im Fokus

Der Projektpartner TWT hat ein Konzept für einen empathischen und adaptiven Sprachassistenten entwickelt. Die Befragten wünschten sich beispielsweise überwiegend einen reaktiven Assistenten, der nur auf Anforderung mit den Fahrenden kommuniziert. Ein proaktiver Sprachassistent war wesentlich seltener erwünscht.

Gleichzeitig erwarteten die Probanden eine hohe Transparenz bei der Kommunikation. So soll der Assistent beispielsweise auf den Befehl „Radio an“ dem Fahrenden eine kurze Bestätigung als Feedback geben. Auffällig ist, dass bei allen vier Persönlichkeitsprofilen kaum Unterschiede bezüglich der gewünschten Aktivität und Transparenz zu verzeichnen sind.



Das TWT-Konzept zur Datenverarbeitung sieht eine gleichzeitige Verarbeitung von Zustand und Intention der Fahrenden vor, sowie ein ständig lernendes Assistentenprofil.

Um möglichst situativ auf den Fahrenden einzugehen, berücksichtigt der Konzeptansatz von TWT unter anderem die fahrerischen Präferenzen und den körperlichen Zustand des Fahrers, die Verkehrslage, den Straßenzustand und das jeweils aktuelle Automatisierungslevel des Fahrzeugs. Die Sprachassistentin trifft aber auf eine unterschiedliche Akzeptanz. So wünschen sich die Befragten bei einem hohen Automatisierungslevel einen proaktiven Sprachassistenten, der „klare Ansagen“ macht. Das Gleiche trifft bei müde werdenden Piloten, bei entspannten Fahrten, auf bekannten Strecken und bei leicht zu unterbrechenden Tätigkeiten zu.

Sind die Fahrenden hingegen mit dem Fahrzeug gut vertraut, soll der Sprachassistent deutlich zurückhaltender sein als in einem unbekanntem Fahrzeug. Eine ähnliche Zurückhaltung wünschen sich die Probanden auch bei Stress – sei es unter Zeitdruck, in unbekanntem Terrain oder bei Telefonaten.

Auf Basis dieser Befragungsergebnisse wurden dann mithilfe eines großen Sprachmodells zwei Sprachassistenten entwickelt: ein proaktiver und ein reaktiver. Beide wurden anschließend vom Fraunhofer IAO (Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation) an Testpersonen im Fahrsimulator erprobt. Die Probanden empfanden den proaktiven und reaktiven Sprachassistenten als annähernd gleichwertig. Der Unterschied war, dass am Anfang eher skeptisch eingestellte Personen den proaktiven Assistenten nach einer gewissen Eingewöhnungszeit als deutlich positiver bewerteten. Um diesen Gewöhnungseffekt detaillierter zu erforschen, plädiert das Fraunhofer IAO für eine mehrmalige Nutzung des Sprachassistenten am Fahrsimulator mit kontinuierlicher Überwachung des Nutzererlebnisses.

## I Chatbot an Bord

Audi hat im Rahmen von Karli ebenfalls an einer künstlichen Intelligenz gearbeitet. Eine Vorstudie ergab erstens, dass Fahrende mehrheitlich ablehnen, dass ein Sprachassistent bei ihnen detektierte kritische Fitnesszustände offen anspricht. Zweitens möchten die Fahrenden vom Sprachassistenten stimmungsabhängig angesprochen werden.

Als Antwort hat Audi an einem Fahrsimulator (ein sehr seriennaher Audi-Pkw) eine KI mit nutzerspezifischem Sprachstil entwickelt. Sie bezieht zahlreiche Um-

gebungsfaktoren mit ein und wählt für den aktuellen Kontext aus einer Liste möglicher Fragen die geeignetste aus. Der Fragestil ist empathisch, geeignete Aktionen werden als unverbindliche Fragen unterbreitet.

Der Frage-Antwort-Assistent von Audi basiert auf einem Large-Language-Modell. Er kann Fragen stellen, die auf den Zustand des Nutzers und des Fahrzeugs abgestimmt sind. Die Nutzerpräferenzen müssen nicht mehr manuell eingegeben werden, das System passt sich automatisch an. Das hat laut Audi zwei Vorteile: erstens reduziere der adaptive Ansatz die Frage- und Antwortvielfalt und damit auch die Datenmenge und erhöhe die Lernkurve der KI. Zweitens könne der Nutzer die Fahrzeugfunktionen durch situative Fragen kennenlernen, die in relevanten Momenten gestellt werden.

Den für die Sprachassistenten so wichtigen Nutzerzustand hat auch der Projektpartner Semvox erforscht. Dazu griff man im Wesentlichen auf Sensordaten des Fahrzeugs und auf per Algorithmus gewonnene Daten über den Zustand des Fahrers zurück. Diese Informationen werden in einem Large Language Model zu einer Abschätzung des Nutzerzustands weiterverarbeitet. Der errechnete Nutzerzustand kann dann einerseits mit dem Umgebungszustand abgeglichen werden, um levelkonformes Verhalten zu fördern. Andererseits ist der Nutzerzustand eine wichtige Eingangsgröße für KI-gestützte Sprachassistenten (etwa von Audi und TWT), um passgenaue Dialoge mit den Fahrenden zu generieren. ■

## INFO

### Projekt Karli

Das Karli-Konsortium (Künstliche Intelligenz für adaptive, responsive und levelkonforme Interaktion im Fahrzeug der Zukunft) entwickelte von Juli 2021 bis September 2024 Schlüsseltechnologien für die Einführung automatisierter Fahrzeuge. Ziel war eine KI-gestützte, adaptive, responsive und levelkonforme Interaktion zwischen Fahrzeug und Fahrer. Projektpartner waren Audi, Continental, Ford, Invenity, Semvox, Studiokurbos, TWT, Fraunhofer IAO, Fraunhofer IOSB, All-round Team, Hochschule der Medien sowie Universität Stuttgart IAT.

# INNOVATIONEN

## VON DER HANNOVER MESSE

**SOFTWARE**

### Cloud-natives CAM Studio in Onshape-Suite

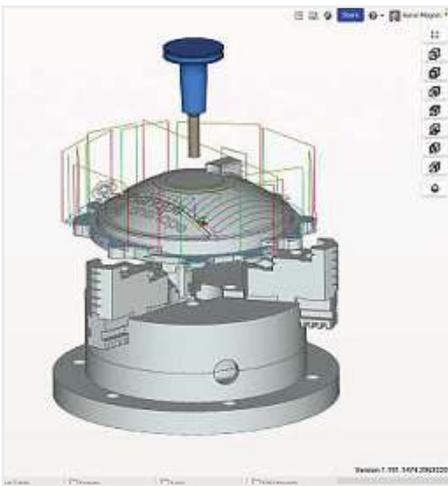


Bild: PTC

Das Unternehmen PTC ergänzt die Cloud-nativen Funktionen seiner Onshape-Suite um „CAM Studio Beta“.

„CAM Studio“ integriert die computergestützte Fertigung, das Computer-Aided Manufacturing, CAM, direkt in die Onshape-Plattform.

Das optimiert laut Hersteller die Verbindung zwischen Design- und Produktionsworkflows. Die Software kombiniert demnach laut Hersteller als branchenweit erste Cloud-native Software Computer-Aided Design, CAM und Produktdatenmanagement. So sollen Konstruktions- und Fertigungsteams Bearbeitungsprozesse planen, simulieren und gemeinsam bearbeiten. CAM Studio unterstützt die 2,5- und 3-Achsen-Bearbei-

tung mit den gängigsten Fertigungsstrategien und Maschinen. Für Benutzer mit weitergehenden Anforderungen an die Fertigung bietet CAM Studio Advanced erweiterte Funktionen, inklusive fortschrittlicher 3-, 4- und 5-Achsen-Bearbeitungsstrategien.

Die Version von CAM Studio direkt in der Cloud-nativen Plattform von Onshape soll Anwendern eine integrierte Versionskontrolle und einen zentralen Speicherort für ihre Fertigungsstrategien bieten. Das soll die Zusammenarbeit verbessern, Risiken von dateibasierten Workflows eliminieren – und eine sehr gute Rückverfolgbarkeit während des Design-to-Manufacturing-Prozesses ermöglichen.

[www.ptc.com](http://www.ptc.com)

**ENERGIEMANAGEMENT**

### Verbrauch analysieren

Die KI-gestützte Plattform „ecoplanet Cockpit“ von Ecoplanet ermöglicht es laut Hersteller, den Energieverbrauch in Echtzeit zu analysieren, dynamische Tarife optimal zu nutzen und erneuerbare Energien besser zu berücksichtigen.

Dafür integriert der Hersteller nach Unternehmensangaben erneuerbare Energien wie Solar- und Windkraft nahtlos in bestehende Systeme und priorisiert die effizienteste Verfügbarkeit und die Kosten. Es soll zudem möglich sein, überschüssige Energie zu aggregieren und flexibel am Markt zu handeln.

Die Plattform bietet demnach einen flexiblen, skalierbaren Ansatz, mit dem Unternehmen ihre Energiekosten um bis zu 20 Prozent senken können.

Möglich ist außerdem das Automatisieren von Energiemonitoring, Beschaffungsprozessen und Netzentgeltoptimierung.

[www.ecoplanet.tech](http://www.ecoplanet.tech)

**FERTIGUNG**

### Laserschweißroboter mit FSS-Faserlaser

Vision Lasertechnik präsentiert bei der Hannover Messe den FSS-Schweißroboter „RoboHawk“. Er ist entstanden in Zusammenarbeit mit ABB und IPG. Der Roboter kombiniert den Cobot „GoFa“ von ABB mit dem qcw-Laserschweißsystem von IPG.

Der Roboter ist ausgerüstet mit einem gepulsten FSS-Faserlaser. Die maximalen Impulsleistungen betragen 1,5, 3, 4,5 und 6 Kilowatt. Die mittlere Ausgangsleistung liegt bei 150, 300, 450 oder 600 Watt. Möglich sind zudem 900 Watt, indem zwei 450 Watt starke Lasermodule kombiniert werden.

Die Pulswiederholrate liegt zwischen 1 und 100 Hertz, die verfügbaren Schnittstellen sind RS232 und CAN-Bus. Der Energieverbrauch der Standard-Varianten variiert laut Hersteller zwischen 800 Watt und 2,5 Kilowatt.

Montiert ist der Laser an einem Sechssachs-Roboter von ABB. In allen Standardvarian-

ten benötigt die Anlage eine Grundfläche von 120x120x180 Zentimetern.

Das Laser belastet das Werkstück thermisch laut Hersteller nur minimal. Entsprechend sollen Verzug und Verfärbung ausgeschlossen sein. Inbetriebnahme und Bedienung sind laut Hersteller intuitiv möglich.

[www.vision-lasertechnik.de](http://www.vision-lasertechnik.de)



Bild: Vision Lasertechnik

## ERGONOMIE

# Sensorbasiertes Exoskelett

Schwere Lasten heben, ohne dabei den Rücken zu überlasten – das will Ottobock mit dem „IX Back Volton“ erreichen. Laut Hersteller ist es das weltweit erste batteriebetriebene, intelligente Exoskelett für Industrie, Logistik und Retail.

Es erkennt Bewegungsmuster in Echtzeit und passt die Unterstützung an. So entlastet es Rücken und Muskulatur, während die natürliche Bewegungsfreiheit erhalten bleibt. Das System wiegt 4,8 Kilogramm.

Die Akkulaufzeit liegt laut Hersteller bei bis zu acht Stunden. In Hannover findet die Weltpremiere statt.  
[www.ottobock.com](http://www.ottobock.com)

## FERTIGUNG

# Maschinelles Lernen für starke Photovoltaik



Solarzellen aus Perowskit-Halbleiterschichten haben laut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) sehr hohe Wirkungsgrade und sind kostengünstig herstellbar. Zudem lässt sich die Technologie dünn und flexibel gestalten. In Kombination mit Silizium-So-

larzellen können sie zur künftigen Generation der Photovoltaik werden. Herausforderungen bestehen noch bei der Langzeitstabilität und der Hochskalierung auf große Flächen. Am KIT entstand dazu eine Studie. Sie zeigt, dass Maschinelles Lernen entscheidend ist, um das für die industrielle Fertigung erforderliche Monitoring der Perowskit-Dünnschichtbildung zu verbessern, teilt das Institut mit. Mithilfe von Deep Learning – einer Methode aus dem Bereich des Maschinellen Lernens, die neuronale Netze nutzt – konnten die Forschenden am KIT Materialeigenschaften und Wirkungsgrade von Solarzellen auch jenseits des Labormaßstabs schnell und präzise vorhersagen.  
[www.kit.edu](http://www.kit.edu)

## ENTWICKLUNG

# Softwaredefinierte Produkte

Gemeinsam mit Infosys präsentiert In-Tech Produkte zu künstlicher Intelligenz, Software & Systems Engineering, Smart Factory und Cybersecurity.

Dazu gehört „KI on Edge“. Es ermöglicht laut Unternehmen Daten vor Ort zu verarbeiten, indem KI-Modelle auf lokalen Geräten laufen.

Weitere Ansätze sind flexible Microservice-Architekturen, die kürzere Entwicklungszeiten ermöglichen sollen. Außerdem zeigen die Unternehmen containerbasierte Softwarearchitekturen. Sie sollen einen besseren Schutz vor Cyberbedrohungen bieten.  
[www.in-tech.com](http://www.in-tech.com)

## EFFIZIENZ

# Kosten senken mittels Wärmerückgewinnung

Die Abwärme von Schraubenkompressoren, Nachverdichtern und Gebläsen ist mittels Wärmerückgewinnungssystemen vielseitig nutzbar: zum Heizen von Räumen, der Warmwasserbereitung oder um industrielle Prozesse zu unterstützen. In jedem Fall können Unternehmen so Energiekosten sparen.

Kaeser Kompressoren stellt auf der Hannover Messe am Beispiel eines Kunden ein interaktives System vor, das die Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung veranschaulicht.

Ein weiteres Highlight ist laut Unternehmen ein hybrides Modell bestehend aus einer Miniatur-Kompressorstation in Kombination mit 3D-animierten Druckluftanwendungen. Dieses Hybrid-Modell soll die Viel-



Bild: Kaeser Kompressoren

seitigkeit und Effizienz der Produkte für unterschiedliche Druckluft- und Gebläseanwendungen demonstrieren.  
[www.kaeser.com](http://www.kaeser.com)

## KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

# AI-gesteuerte Industrieautomation

Rittal und Eplan zeigen mehrere Anwendungsbeispiele, unter anderem mit Siemens und Microsoft. Dazu gehören das KI-gestützte Generieren von Montageplatten-Layouts auf Basis von Microsoft Azure Open AI Service. Mit Siemens arbeitet Eplan an der End-to-End Integration. Sie soll laut Eplan künftig den Engineering-Prozess digitalisieren und automatisieren.

Rittal zeigt zudem acht neue Komplettboards in den Schaltschrankbreiten für 550A und 800A beziehungsweise 380kW und 500kW, außerdem Maschinen zur Kupferbearbeitung und neue Systemgehäuse.  
[www.rittal.com](http://www.rittal.com)

## ELEKTROMOBILITÄT

# Projekt „Batteriezellenproduktion“



Bild: Rainer Jensen/Deutsche Messe

Elf Unternehmen präsentieren gemeinsam das Projekt „Batteriezellenproduktion“: Bosch Rexroth, DBR77, EDAG, Fanuc, Fraunhofer FFB, IBG, Keyence, Lenze, Mybotshop, Schunk und Vision Lasertechnik zeigen an-

hand eines modellhaften Fertigungsprozesses, wie die robotergestützte Produktion von Batteriezellen und Batteriepacks für E-Fahrzeuge skaliert und optimiert werden kann.

Das Anwendungsbeispiel beinhaltet einzelne Produktionsabschnitte. Die Zwischenschritte werden mittels digitaler Zwillinge und VR-Technologie visualisiert. Sukzessive sollen jedes Jahr weitere Aussteller und Live-Produktionsabschnitte hinzukommen, um die Innovationskraft der beteiligten Unternehmen in der Zellen- und Packproduktion zu zeigen. Die Erkenntnisse und Erfahrungen lassen sich auf zahlreiche weitere Produktionsprozesse übertragen, die hohe Präzision und Qualität erfordern.  
[www.hannovermesse.de](http://www.hannovermesse.de)

E/E-ARCHITEKTUR

# VWs neue Formel: Externe Expertise als **TURBO**

Neue Strategie, neue Partner, neue Struktur: Wie der VW-Konzern nach 14 Milliarden Euro gezahltem Lehrgeld sein Tochter-Unternehmen Cariad umbaut.

Sven Prawitz

**C**ariad hat dem VW-Konzern bisher viel Geld gekostet: Laut einem Bericht der Wirtschaftszeitung *Handelsblatt* seit der Gründung im Jahr 2020 insgesamt 14 Milliarden Euro. Nicht eingerechnet die Kosten durch verschobene Produktanläufe. Prominente Beispiele sind die Modelle Audi Q6 und Porsche Macan, die zwei Jahre später auf den Markt gekommen sind, als geplant. Nach einer Analyse von McKinsey kostete das dem Sportwagenhersteller etwa drei Milliarden Euro.

Das Softwareunternehmen sollte auch für das ehemalige Vorzeigeprojekt von Volkswagen – „Trinity“ – eine wichtige Rolle spielen. Diese wurde jedoch längst in die 2030er Jahre verschoben. Das sind einige Gründe,

„We are Cariad“ drückte im Januar 2023 der Messespruch noch Selbstbewusstsein aus. Mittlerweile ist klar, die VW-Tochter wird keine E/E-Architekturen mehr verantworten. Stattdessen soll sie Softwarebausteine entwickeln und die Pflege bestehender Architekturen unterstützen.

weshalb Cariad seit gut einem Jahr neu aufgestellt wird. CEO Peter Bosch – selbst über zehn Jahre lang Berater bei Oliver Wyman – hat entschieden, dass Cariad die Verantwortung für die E/E-Architekturen abgibt. Wie ein Sprecher bestätigt, übernimmt die Marke Volkswagen die bestehende E/E-Architektur E³ 1.1, die in den MEB-Modellen zum Einsatz kommt. In den PPE-Modellen wird E³ 1.2 eingesetzt. Für diese Plattform ist nun Audi zuständig. Cariad werde weiterhin eng eingebunden und Software für diese Architekturen liefern.

Die Zukunft von Cariad liegt somit in den Basisfunktionen einzelner Bereiche: Die VW-Tochter steuert künftig zum Beispiel die Aktivitäten für das automatisierte



Bild: Cariad

**AI+**

# MONATSABO DIGITAL

## 4 Wochen lesen

## 0 € zahlen

- ✓ Alle **AI+** Inhalte
- ✓ E-Paper-Archiv
- ✓ Werbefreies Lesen



## Jetzt Monatsabo Digital abschließen!

Mit dem Monatsabo Digital haben Sie Zugriff auf das komplette Digitalangebot und können dieses uneingeschränkt nutzen.

Erfahren Sie mehr unter:

[www.automobil-industrie.de/monatsabo](http://www.automobil-industrie.de/monatsabo)

Ein Angebot von **AUTOMOBIL INDUSTRIE**

einer Marke der **VOGEL COMMUNICATIONS GROUP**

Fahren, Infotainment sowie Daten, Backend und Cloud. Hier könnte die zentrale Organisation Synergieeffekte über alle Marken hinweg erreichen.

Der Volkswagen-Konzern setzt unter CEO Oliver Blume eher auf Partnerschaften. Der Zukauf von Know-how soll helfen, Projekte schneller umzusetzen. In China arbeitet Cariad mit Xpeng an der sogenannten China Electronic Architecture (CEA). Diese soll zunächst in vier Modellen der Marke VW im Einstiegssegment der Kompaktklasse eingesetzt werden – als Bestandteil der Fahrzeugplattform „China Main Platform“ (CMP). Außerdem ist geplant, CEA auch in den beiden gemeinsam mit Xpeng entwickelten Fahrzeugen der Marke VW für das Mittelklassesegment einzusetzen. Wie es vor knapp einem Jahr hieß, zunächst in einem SUV, das 2026 auf den Markt kommen soll.

Für die restlichen Märkte arbeitet VW mit Rivian zusammen und hat mit dem Start-up ein Joint Venture gegründet. Die unter dem Namen „E³ 2.0“ geplante E/E-Architektur für das Projekt Trinity ist nun im neuen Gemeinschaftsunternehmen platziert – und wurde in „SDV 1.0“ umbenannt.

### „SDV 1.0“: Neue E/E-Architektur für Rivian und Volkswagen

„Das Hauptziel des Joint Ventures ist die eigenständige Entwicklung einer neuen, hochleistungsfähigen E/E-Architektur und Software für das sogenannte Software Defined Vehicle (SDV)“, beantwortet ein Pressesprecher von Cariad unsere Anfrage zur Zusammenarbeit. Es gehe um eine rein zonale Architektur für die „künftigen Elektrofahrzeuge beider Unternehmen in allen relevanten Segmenten, einschließlich Kleinwagen“. Das kann man als indirekte Bestätigung der Gerüchte, wonach der VW ID 1 das erste Konzernmodell mit dieser neuen Architektur sein soll. Die Marke hat kürzlich mit dem Konzept ID Every 1 einen Ausblick auf den Kleinwagen, der in Portugal gebaut wird, gegeben.

„Wir sind bestrebt, diese [Computer und Software] in so vielen Fahrzeugen wie möglich einzusetzen und die sich daraus ergebenden Vorteile in Bezug auf Skaleneffekte, Sourcing und die Gesamtkostenstruktur zu nutzen“, kommentierte der Rivian CEO Robert Joseph Scaringe im Sommer 2024 den finanziellen Einstieg des VW-Konzerns beim Start-up.

Für Cariad bedeutet das alles, weiter zu schrumpfen. Die Führung der kriselnden VW-Software-Tochter will bis zum Jahresende 1.600 Mitarbeiter entlassen. Darüber berichteten nach einer Betriebsversammlung Mitte März das *Handelsblatt* und das *Manager Magazin* übereinstimmend. Der Betriebsrat widersprach dieser Darstellung: Es seien keine Zahlen festgelegt und genannt worden. Man verhandle momentan über ein Abfindungsprogramm. Für die VW-Tochter besteht eine Beschäftigungssicherung bis zum Jahr 2029.

Der Stellenabbau betrifft laut *Handelsblatt* Beschäftigte an den Standorten in Berlin, Ingolstadt, Mönshheim bei Stuttgart und Wolfsburg. Cariad beschäftigt zurzeit 5.900 Mitarbeiter.

Jeder Cariad-Beschäftigte könne die Abfindungsangebote grundsätzlich annehmen. Die Geschäftsführung zielt jedoch weniger darauf ab, klassische Entwickler zu entlassen, heißt es beim *Handelsblatt*. Stattdessen möchte sie vor allem Angestellte abbauen, die bisher die Steuerung mit Zulieferern koordiniert haben. ■

ENERGIEÜBERTRAGUNG

# Der Trend geht zu Aluminium-Busbars

Große Querschnitte verringern elektrische Verluste. Dicke Leitungen sind aber schwer; Busbars gelten als Alternative. Claire Magne, Produktmanagerin bei TE Connectivity, beschreibt die Potenziale.

Das Interview führte Sven Prawitz

**Frau Magne, Reichweiten und Ladezeiten sind die kritischen Parameter von E-Autos. Welche Faktoren limitieren momentan in beiden Bereichen die Leistung?**

**Claire Magne:** Um Autos schneller zu laden, benötigen wir ein höheres Stromprofil, was größere Kabelquerschnitte und damit mehr Gewicht erfordert. Dies ist nicht gut für die Reichweite des Autos. Ein Kompromiss ist notwendig, um größere Leitungen mit weniger Gewicht zu haben. Der Trend geht zu Aluminium-Busbars, die 50 Prozent weniger wiegen als Kupfer und günstiger sind. Die Ladezeit hängt auch von der Batteriearchitektur und der allgemeinen Fahrzeugarchitektur ab. Einige OEMs setzen auf 800-Volt-Systeme, um höhere Stromprofile zu ermöglichen.

**Wie verbreitet ist die Anwendung von Busbars?**

Die führenden Hersteller von Elektroautos entwickeln sich zunehmend in diese Richtung, da sie darin klare Vorteile sehen. Diese Technik wird nun verstärkt von verschiedenen globalen OEMs nachgefragt und intensiv untersucht.

**Welche Vorteile haben Busbar-Systeme gegenüber flexiblen Leitungen für Autohersteller?**

Busbar-Systeme leiten Wärme effizienter aus dem System ab als flexible Leitungen. Durch ihre starre Beschaffenheit aus Materialien wie Aluminium oder Kupfer lassen sich die Produktion von Busbar-Systemen einfacher automatisieren.

**Die Ladedosen sind sehr oft oberhalb der Radläufe, die Batterie hingegen sitzt im Unterboden. Macht das die Kontur einer gebogenen Alu-Schiene nicht sehr komplex?**

Die Montage ist sogar einfacher im Vergleich zu flexiblen Leitungen. Die Busbars lassen sich gut mit Robotern handhaben. Es gibt sicherlich noch Themen hinsichtlich Toleranzen. Da sind wir im Austausch mit den OEMs und den Bordnetzherstellern.



## ZUR PERSON

### Claire Magne

startete ihre berufliche Karriere bei Bertrand und wechselte Ende 2016 als Sales- und Marketing-Trainee zu TE Connectivity. Im Anschluss war sie im Vertrieb für die Kundengruppe PSA bzw. Stellantis tätig. 2022 wechselte Magne in das Produktmanagement. Das Gespräch führte sie in der Funktion des „Global Product Manager High Voltage Interconnection – Automotive E-mobility“. Seit Februar 2025 ist sie Sales Director für den Kunden Stellantis. Claire Magne hat einen Masterabschluss in Elektrotechnik.

**„Es gibt sicherlich noch Themen hinsichtlich Toleranzen.“**

Claire Magne, Produktmanager



TE Connectivity bietet Verbindungstechnik für die Hochvolt-Energieübertragung elektrifizierter Antriebsstränge an.

### **Können Sie mit TE-Produkten die Toleranzen ausgleichen?**

Unsere F&E Teams haben verschiedene Lösungen für die Steckerseite entwickelt. Alternativ sind auch Lösungen auf Seiten der Kabelbaumhersteller möglich. Wir arbeiten eng mit unseren Partnern aus der Kabelbaumfertigung zusammen.

### **Bei einer Busbar aus Aluminium und Kontakten aus Kupfer kommt es zu einer bzgl. Galvanik ungünstigen Verbindung. Wie reduzieren Sie das Risiko?**

Für dieses Problem haben wir bereits Lösungen entwickelt und erfolgreich getestet.

### **Wie verhalten sich Busbars bei Vibration, Korrosion und Alterung im Vergleich zu flexiblen Leitungen?**

Durch ihre größere Steifigkeit haben Stromschienen eine deutlich höhere Eigenfrequenz als Leitungen und verringern dadurch ihre Kraft-Einkopplung auf die Schnittstelle bezogen auf den Frequenzbereich. Flexible Leitungen dämpfen die Vibrationen, durch innere Reibung, besser als starre Leiter. Im Resonanzfall wird erheblich Energie in die Schnittstelle eingeleitet. Dies kann zu Kontaktkorrosion oder Überlastung führen. Schraubverbindungen bieten bessere Haltekräfte und sind bei hochbelasteten Hochstromanwendungen üblich. Wir haben bei TE diesen Sachverhalt bei der Entwicklung von spezifischen Steckverbinderlösungen vertieft und berücksichtigt.

### **Wie viel Potenzial steckt im Batteriemangement?**

Das Batteriemangement hat erhebliches Potenzial. Es ist wichtig, dass die Kontaktpunkte in den Stecksystemen gut sind, um Verluste und Erhitzung zu vermeiden. Wir haben Produkte mit integrierten Temperatursensoren entwickelt, um die Temperatur zu überwachen und das Stromprofil anzupassen. Das hilft, Verluste zu minimieren.

### **Können TE-Produkte 1:1 in batterieelektrischen Nutzfahrzeugen eingesetzt werden?**

Zu Beginn war es so. Doch mittlerweile entwickeln wir eigene Produktfamilien für Lkw. Denn in diesen Anwendungsfällen haben wir ein höheres Vibrationsprofil, höhere Anforderungen bezüglich Korrosion oder höhere Stromprofile als im Pkw. ■

Eine neue Entwicklung ist die Aluminium-Busbar.



Die Bleche sind dünn und können automatisiert gefertigt werden.



## FAHRERÜBERWACHUNG

# Wenn dein Auto weiß, dass du getrunken hast

Sensoren im Lenkrad, Kameras und Software erkennen künftig, ob Fahrer müde, abgelenkt oder alkoholisiert sind. Die EU macht diese Technik zur Pflicht. Zulieferer bieten bereits Systeme an, die darüber hinausgehen.

Sven Prawitz

**D**ie Karolinska Schläfrigkeitsskala definiert Stufen, die die Müdigkeit beim Autofahren beschreiben: Drei steht für „normal wach“, sieben beschreibt eine müde Person, die aber ohne Mühe wach bleiben kann. Eine Stufe höher (8) hat die Person schon etwas Mühe, wach zu bleiben. Die vollständige Tabelle ist Teil der EU-Verordnung 2021/1341. Dort sind die Anforderungen an die Fahrerüberwachung von neu homologierten Fahrzeugen definiert. Wird beim Fahrer mindestens Stufe 8 erkannt, müssen die Fahrzeugsysteme darauf aufmerksam machen, dass eine Pause angebracht ist.

Künftig soll die Technik so gut sein, dass zusätzlich die Aufmerksamkeit des Fahrers erkannt wird. Der Blick nach vorn Richtung Straße allein reicht dann nicht mehr. Ablenkung durch ein Telefongespräch oder intensives Nachdenken muss zuverlässig erkannt werden. Ebenso der Einfluss von Alkohol, weiteren Drogen oder Medikamenten auf die Fahrfähigkeit. Die künftigen Anforderungen von Euro NCAP gehen in eine ähnliche Richtung.

Mit dem Protokoll 2026 führen die Verbraucherschützer ein neues Bewertungsmodell ein, das 25 Sicherheitspunkte für die Fahrerüberwachung vorsieht. Bis zu zwei Punkte werden vergeben für die Erkennung von Beeinträchtigungen, die nicht auf Ermüdung zurückzuführen sind, etwa durch Alkohol – ohne dass dabei auf aufdringliche Verriegelungssysteme zurückgegriffen werden muss. Bei Fahrzeugen mit Fahrerassistenzsystemen machen diese zwei Punkte bis zu 16 Prozent der Anforderungen an die Fahrerüberwachung aus.

Die Entwickler des Unternehmens „CorrActions“ bieten hierfür eine Lösung an, die lediglich eine zusätzliche Software benötigt. „Die Sensoren eines Lenkrads erfassen über den Umfang 4.000 Messpunkte“, sagt Ilan Reingold. Der CEO des im Jahr 2019 gegründeten Start-ups verdeutlicht: „Die Daten, die wir benötigen, sind heute schon da. Wir nehmen sie uns vom CAN-Bus.“

Mit diesen Daten wollen Reingold und sein etwa 20 Köpfe zählendes Team eine Vielzahl von Beeinträchti-



Neue Überwachungssysteme können Vitalparameter erfassen. Manche ermitteln sogar die Blutalkoholkonzentration – ohne zu pieksen.

gungen der Fahrtüchtigkeit erkennen – Müdigkeit, Trunkenheit, Drogeneinfluss, Medikamente. Reingold sagt, das System könne den Alkoholpegel in Echtzeit erfassen – deutlich bevor körperliche Symptome auftreten.

Was die Software „NeuraMonitor“ letztlich auswertet, sind Mikrobewegungen im Sub-Millimeterbereich der menschlichen Muskeln – im Gesicht, aber auch der Arme und Hände. Diese Bewegungen steuern wir unterbewusst. Und sie verändern sich, je nach kognitiver Leistungsfähigkeit.

## Alkoholkonsum erkennen

Aus der Masse an Daten der Cockpit-Sensoren – etwa solche für Lenkwinkel, Lenkmoment oder Radar – soll die Software von Corrations Muster erkennen. Das System muss jedoch nicht an ein Individuum vorher angepasst, betont Reingold. Die Software sei für alle möglichen Fahrer gleich. Allerdings braucht das System nach dem Start ein paar Minuten, um den Fahrer „kennenzulernen“. Danach könne in Echtzeit gemessen werden. Da die Muskelbewegungen, die Corrations auswertet nicht bewusst gesteuert werden, könne die Technik nicht manipuliert werden.



Bild: Continental

Losgehen soll es mit der Erkennung eines Rauschzustands (Alkohol und Drogen). Während der CES in Las Vegas Anfang Januar sprach Reingold von einem angestrebten SOP im Jahr 2026. Hier setzt Corractions vorwiegend auf das Euro-NCAP-Protokoll, das ab dem genannten Jahr gültig ist. Allerdings betonte der CEO, dass das israelische Unternehmen (Sitz in Tel Aviv) bisher nicht für ein Serienprojekt nominiert wurde.

In einer zweiten Stufe sollen Funktionen zur Erkennung von Müdigkeit und Ablenkung ausgerollt werden. Alles kann drahtlos auf die Fahrzeuge übertragen und aktiv geschaltet werden, so Reingold.

Für Flottenbetreiber sei es möglich, die Software in der Cloud zu betreiben. Die Telematikeinheiten der Fahrzeuge müssten dann die erforderlichen Daten „uploaden“.

## | Aktivitäten am Steuer beobachten

Anfang Januar hat auch FEV ein Überwachungssystem präsentiert. „CogniSafe“ nutzt Deep Learning und Computer Vision, um Fahrerzustände wie Ablenkung, Müdigkeit und Unaufmerksamkeit in Echtzeit zu überwachen. Die Entwickler des Unternehmens kombinieren für die Funktionen ein Netzwerk von Kameras für sicht-

bares Licht und Infrarot-Spektrum. Damit wird das Fahrerverhalten aus unterschiedlichen Winkeln analysiert. Auf dieser Basis nimmt das System beim Fahrer kontinuierlich eine Blickverfolgung, eine Analyse des Augenzustands (Prozentsatz des Augenschlusses) und eine Einschätzung der Kopfhaltung vor, wodurch weitere Aufschlüsse hinsichtlich Aufmerksamkeit, Müdigkeit bzw. Schläfrigkeit gezogen werden können.

Zusätzlich analysiert Cognisafe das Fahrerverhalten hinsichtlich solcher Aktivitäten, welche die Sicherheit beeinträchtigen können. Dazu zählen unter anderem das Schreiben von Textnachrichten auf dem Mobiltelefon, Trinken während der Fahrt oder das Verstellen von Bedienelementen im Fahrzeug. In diesem Fall kann das System den Fahrer visuell und akustisch informieren und, sofern erforderlich, aktive Sicherheitsmaßnahmen wie eine Notbremsung einleiten oder eine Spurassistentz aktivieren.

Auch Cognisafe soll nahtlos in bestehende Assistenzsysteme integriert und könne zudem in cloudbasierte Strukturen eingebunden werden. Außerdem ist die Entwicklung modular erweiterbar und kann an künftige Technologien und Vorschriften angepasst werden.

## | Alle Insassen im Blick

Continental startete vor wenigen Jahren die Zusammenarbeit mit Trinamix. Als eines der ersten Produkte wurde eine Fahrererkennung präsentiert. Der Zulieferer hat die Technik der BASF-Tochter mittlerweile in einen Bildschirm integriert. Dort befinden sich für die Nutzer unsichtbar eine Infrarotkamera (1,5 MP, near infrared) und ein für das menschliche Auge ungefährlicher Laserprojektor hinter dem OLED-Bildschirm.

Eine biometrische Bildanalyse von Trinamix nutzt die Reflexionen der vom Laserprojektor im unsichtbaren Lichtspektrum ausgesendeten Lichtpunkte, um auf Basis von künstlicher Intelligenz Ergebnisse abzuleiten. Diese werden beim vorgestellten Produkt genutzt, um Vitalparameter der Insassen zu ermitteln. Zudem stellt das System weitere Informationen bereit: den Abstand von Fahrerin oder Fahrer zum Cockpit oder auch die Klassifikation von Textilstoffen, die zur Erkennung eines korrekt angelegten Sicherheitsgurtes benötigt wird.

Durch eine 3D-Tiefenkarte lässt sich etwa der Airbag angepasst an die jeweilige Situation auslösen. Aus den Vitalparametern will der Zulieferer Stresssituationen oder einen sich anbahnenden medizinischen Notfall rechtzeitig registrieren können. „Das ‚Invisible Biometrics Sensing Display‘ erhebt eine Vielzahl von relevanten Datenpunkten, die für die Interpretation von Fahrerüberwachungssystemen relevant sind“, nennt Pavel Prouza, Head of User Experience bei Continental, weitere Anwendungsfälle der Technik.

„Vitalparameter und andere relevante Passagierdaten ohne physische Interaktion und mit nur einem Hardware-Modul erfassen zu können, ist einzigartig auf dem Markt“, begeistert sich Wilfried Hermes, Director Consumer Electronics Nordamerika und Europa von Trinamix, für die präsentierte Technik.

Die Beispiele der Zulieferer zeigen, dass den Autoherstellern momentan eine Vielzahl von Funktionen angeboten werden, die weit über die EU-Regeln und die NCAP-Vorgaben hinausgehen. ■

**MERCEDES-BENZ MANUFAKTUR**

# Handwerk und High Tech: Wo aus Autos Kunstwerke werden

Individuelle Autos sind die Leidenschaft der Menschen in der Manufaktur von Mercedes-Benz. Mit Handwerk, Materialien und High-Tech schaffen sie ganz besondere Modelle.

Tina Rumpelt

**L**uxus braucht Zeit. Und für ein Topmodell von Mercedes-Benz, das mit ein paar Extravaganzen schon mal 250.000 Euro und auch noch deutlich mehr kosten kann, nimmt man sich Zeit. Willkommen in der Mercedes-Benz Manufaktur im Werk Sindelfingen! Dort ist alles unter einem Dach zusammengekommen, was im Bereich Individualisierung bei Mercedes-Benz und AMG für rollende Kundenträume sorgt.

Es sei „die Heimat des markenübergreifenden Individualisierungs- und Personalisierungsprogramms“, verkündet das Unternehmen bei der offiziellen Eröffnung des Manufaktur-Studios Anfang Dezember. Im „Studio“ erfolgt die Veredelung der Serienfahrzeuge in Exklusivmodelle. Es ist gleichzeitig ein einzigartiger Showroom, in dem die künftigen Besitzer die Entstehung ihres Autos miterleben können.

## | Erlebnis Produktion

„Wir bieten unseren Kundinnen und Kunden einen exklusiven Bereich für ein Produkterlebnis mit dem höchsten Individualisierungsgrad. Wir verbinden dabei traditionelle Handwerkskunst mit innovativen, digitalen Produktionsprozessen“, erklärt Jörg Burzer, im Mercedes-Benz-Vorstand zuständig für Produktion, Qualität & Supply Chain Management.

Das „Studio“ ist eine große Halle, helle Wände, hellgrauer Boden, eine freundliche, blitzsaubere Montage. Man sieht ihr an, dass hier die Uhren anderes ticken als in der automobilen Großserienfertigung nebenan. Sitzgelegenheiten und edle Musterteile erwarten die Besucher im Eingangsbereich. Blickfang ist der Licht-Tunnel für die finale Oberflächeninspektion. „It’s cool here“, schwärmt Burzer.

Neun Stationen für die unterschiedlichen Arbeitsschritte verteilen sich in der Halle. Hier wird verbaut, was nach den individuellen Kundenwünschen mit exklusiven Materialien ebenfalls in Sindelfingen, in der „Manufaktur“, gefertigt wird: zum Beispiel mit Klavierlack oder Carbon veredelte Lenkräder, maßgeschneiderte Sitze, komplette Leder-Interieurs. Ob beim Beledern,

*„Wir verbinden traditionelle Handwerkskunst mit innovativen, digitalen Produktionsprozessen.“*

Jörg Burzer, Mercedes-Benz

Stolz auf das neue Studio der Sindelfinger Manufaktur: Jörg Burzer, Mercedes-Benz-Vorstand Produktion, Qualität & Supply Chain Management (l.), und Michael Schiebe, Vorsitzender der Geschäftsführung der Mercedes-AMG GmbH und Leiter Geschäftsbe-reiche Mercedes-Benz G-Klasse & Mercedes Maybach.

Besticken oder Nähen – unübersehbar ist das große handwerkliche Können, das die Herstellung dieser Teile erfordert.

## I Klavierlack und Champagner-Felgen

Über Kundenwünsche und Extravaganzen könnten die etwa 250 Manufaktur-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter wahrscheinlich längst ein Buch schreiben. Sie tun es natürlich nicht, denn Diskretion gehört zum Geschäft. Paloma Cury, Senior Manager Mercedes-Benz Manufaktur, plaudert natürlich auch nichts aus, aber sie berichtet als Beispiel dafür, was alles machbar ist, von der „Nordic Glow“-Edition des Mercedes-Maybach S 680: Two-Tone-Lackierung in Violett und Weiß, Innenausstattung in rosé-grauem Nappa-Leder, beheizte und gekühlte Cupholder, Kühlschrank im Fond mit Maybach-Champagner-Gläsern und – passend dazu? – Felgen im

Bild: Mercedes-Benz AG



Präzision mit geschickten Händen: Lenkradfertigung in der Manufaktur. Jedes Teil ein Einzelstück.

„Champagne-Flute“-Design. Ja, die gibt's wirklich. Die Sonderserie ist auf 50 Fahrzeuge limitiert und wird exklusiv in den USA angeboten. Das Ganze ab 300.000 Euro aufwärts.

Je nach „Wunsch-Volumen“ verbringen die Fahrzeuge zwischen ein paar Stunden und bis zu zwei Tage in der Veredelungswerkstatt. FTS schieben die Fahrzeuge je nach Bedarf und unabhängig von einer festen Reihenfolge zwischen den einzelnen Produktionsclustern umher. Gesteuert wird diese Matrix-Fertigung KI-unterstützt über einen digitalen Zwilling, mit dem jeder Fertigungsfortschritt kontrolliert und bei Bedarf optimiert wird.

## I Feinste Lackarbeiten mit „PixelPaint“

Ein technologisches Highlight ist das sogenannte PixelPaint-Verfahren, das neue Möglichkeiten bei der Fahrzeuglackierung ermöglicht. Nach dem Tintenstrahldrucker-Prinzip wird der Lack aus über 1.000 Düsen direkt auf die Karosserie aufgetragen – ohne jeglichen Overspray. Und zwar so präzise, dass fast jedes auch noch so filigrane Muster realisiert werden kann.

Das Manufaktur-Angebot beschränkt sich aktuell auf ausgewählte Baureihen von Mercedes-Benz G- und S-Klasse, Mercedes-AMG und Mercedes-Maybach. „Das Programm ist ein voller Erfolg, daher bauen wir es nun noch weiter aus“, erläuterte Michael Schiebe, Vorsitzender der Geschäftsführung der Mercedes-AMG GmbH und Leiter Geschäftsbereiche Mercedes-Benz G-Klasse & Mercedes Maybach.

So wächst ab 2025 unter anderem das Angebot der Lackfarben von 30 auf 80 Varianten. Auch eine Ausweitung auf Topmodelle anderer Baureihen, zum Beispiel E-Klasse, hält Burzer für „denkbar“.

Im ersten Halbjahr 2024 veredelte die Sindelfinger Manufaktur bereits über 30 Prozent der verkauften Fahrzeuge im Top-End-Segment. Der größte Markt: die USA. Nur etwa jedes zehnte Manufaktur-Auto bleibt in Deutschland. ■



Bild: Mercedes-Benz Group AG

E-MOBILITÄT

# Batterieproduktion muss als Ökosystem

Die Industrialisierung der Batterieproduktion ist in Europa noch nicht so weit wie in anderen Bereichen. Notwendig sind mehr Partnerschaften und Allianzen und eine Bündelung von Fördermaßnahmen.

Claus-Peter Köth

**E**in Schlüssel zu erschwinglicher E-Mobilität sind Batteriezellen und -module sowie deren Produktion. Europa hat hier mit großen Problemen zu kämpfen. Zentrale Herausforderungen sind die Standardisierung und Industrialisierung von Produktionsprozessen. „Standardisierung spielt eine große Rolle. In unserer Wahrnehmung ist die Industrialisierung der Batteriezellproduktion noch nicht so weit wie in anderen Bereichen. Das fängt schon beim Produkt selbst an; unterschiedliche Hersteller setzen auf unterschiedliche Zellformate – zylindrisch, prismatisch oder Pouch-Zelle“, erklärt Markus Glaser-Gallion, CEO des Industriedienstleisters Leadec.

Hinzu komme laut Glaser-Gallion die fehlende Standardisierung bei den Maschinen und Anlagen. Gäbe es diese, hätte man einen besseren Blick auf die Schnittstellen zwischen den einzelnen, bis zu 14 Prozess- und Produktionsabschnitten. Auch gebe es in der Batterieproduktion zu wenige qualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter – was sich aber durch Schulungen und Weiterbildungen ändern ließe. Und die Versorgungslogistik und Instandhaltung der Anlagen seien noch nicht so etabliert, wie man das von anderen, reiferen Produkten her kenne.

„Auch die chinesischen und koreanischen Zellhersteller haben Schwierigkeiten beim Hochlauf ihrer europäischen Fabriken. Die asiatischen Maschinen- und Anlagenbauer müssen sich in Europa erst etablieren und ihre Kenntnisse über lokale Vorschriften und Anforderungen vertiefen“, weiß Glaser-Gallion. Zuhause seien die Partnerschaften in der chinesischen beziehungsweise koreanischen Community deutlich stärker ausgeprägt.

## Chance für Europa

Generell müsse Europa die Batterieproduktion als Ökosystem verstehen, inklusive Zugang zum Rohstoffmarkt. Notwendig seien mehr Partnerschaften und Allianzen, weniger singuläre Angebote, um die Industrialisierung strategisch aufzubauen. „Als Dienstleister sind wir wesentlicher Teil dieser Allianzen. Wir können mit unserer Prozesskompetenz einen hohen Beitrag zur Fertigungseffizienz leisten, etwa mit vorausschauender Instandhaltung oder intelligenter Ressourcensteuerung beim Betrieb der Fabriken“, betont Glaser-Gallion.

Problematisch seien derzeit die Unsicherheiten in Bezug auf die Nachfrage nach Batterien, weil die E-Mobili-



# verstanden werden

tät in Europa – allen voran in Deutschland – nur langsam voranschreitet. „Viele Unternehmen haben die richtigen Maßnahmen ergriffen, kräftig investiert und sind technologisch schon sehr weit gekommen. Jetzt fehlt ihnen die Nachfrage, manche bereits beauftragte Projekte wurden komplett gestoppt“, sagt Glaser-Gallion.

Hoffnung setzen die europäischen Hersteller in die neue EU-Batterieverordnung. Sie soll die Kreislaufwirtschaft, Ressourcennutzung und -effizienz sowie den Lebenszyklus von Batterien bezüglich Klimaneutralität und Umweltschutz deutlich verbessern. „Das könnte helfen, zumindest eine gewisse Chancengleichheit herzustellen. Die Vormachtstellung der asiatischen Zellhersteller lässt sich damit jedoch nicht brechen. Europa muss seine Hausaufgaben machen, anfangen zu kooperieren, Allianzen bilden und die bestehende Technologie- und Prozesskompetenz schnell auf neue Batteriegenerationen adaptieren“, fasst Glaser-Gallion zusammen.

## | Schneller Hochlauf

Generell ist die Batterieproduktion für Leaded ein interessantes Themenfeld. „Um einen schnelleren Hochlauf zu gewährleisten, konzentrieren wir uns vor allem auf Genehmigungsverfahren und Maschinenabnahmen, die Industrialisierung des Produktionsprozesses, eine stabile Lieferkette und die Schulung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Im laufenden Betrieb kommen dann weitere Services dazu, etwa klassische Instandhaltungskonzepte, Facility Management für Gebäudetechnik



Bild: Leaded/Nikolaus Grünwald

**Leaded-CEO Markus Glaser-Gallion: „Europa muss seine Hausaufgaben machen, Allianzen bilden und die bestehende Technologie- und Prozesskompetenz schnell auf neue Batteriegenerationen adaptieren.“**

nik oder die Inhouse-Logistik“, erklärt Glaser-Gallion. Hohes Potenzial sieht er auch in der Digitalisierung der Produktionsprozesse: „Wir nutzen unser globales Netzwerk und alle Chancen der Digitalisierung. Unsere digitale Plattform Leaded.os erhöht zum Beispiel die Effizienz und Qualität der Dienstleistungen an 150 Standorten. Die Datenbasis schafft sowohl für unsere Kunden als auch für uns eine Entscheidungsgrundlage, um Prozesse wirtschaftlicher, qualitativ besser und flexibler zu gestalten.“

Den Einsatz von Künstlicher Intelligenz sieht er ebenfalls positiv. KI könne etwa dabei helfen, redundante Prozesse zu optimieren, Fehler zu analysieren und somit den Ausschuss zu minimieren. Auch beim Anlernen neuer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie beim Skalieren von Fachwissen helfe die KI. Die Vielzahl an Daten schaffe dabei hohe Transparenz.

Insgesamt sieht Leaded-CEO Markus Glaser-Gallion den Aufbau einer europäischen Batterieproduktion eher als Marathon und weniger als Sprint, alleine schon, weil vom Bau einer Gigafabrik über den Hochlauf bis hin zum eingeschwungenen Zustand schnell drei bis vier Jahre vergehen.

In den nächsten zwei Jahren gelte es nun vor allem, den regulatorischen Rahmen zu schaffen, die Allianzen zu unterstützen und Förderungen zu bündeln. „Wenn Europa jetzt aufwacht, sich zusammenrauft und die richtigen Entscheidungen trifft, dann könnte nach diesen zwei Jahren ein deutlich beschleunigter Kapazitätsaufbau stattfinden“, so Glaser-Gallion. ■

Bild: KI-generiert

## INFO

### Batteriekompetenzzentrum Hoyerswerda

Seit 2019 betreibt Leaded in Hoyerswerda ein eigenes Batterie-Reparatur-Zentrum (BRZ). Dort erbringt das Unternehmen Leistungen wie Vormontage, Dichtigkeitsprüfungen, Reparatur und Qualitätsprüfung, Korrosionsschutz und Logistik inklusive der Lagerung von bis zu 20.000 Batterien bis hin zu Instandsetzung und Zerlegung. Mit diesen Erfahrungen kann der Dienstleister die Fahrzeug- und Batteriehersteller bei der Umsetzung der neuen EU-Batterieverordnung unterstützen. Seit 2024 werden sie schrittweise gezwungen, den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Batterien zu verringern. Dies gelingt unter anderem, indem die Lebensdauer der Batterie durch Reparatur und Zweitverwertung (Repair & Reuse) verlängert wird sowie durch die Erhöhung des Anteils recycelter Rohstoffe bei der Batterieproduktion.



Der sogenannte „Energy Master“, die Schaltzentrale auf der Hochvoltbatterie für die Fahrzeuge der Neuen Klasse wird im BMW-Werk Landshut produziert.

## BMW-WERK LANDSHUT

# „Energy Master“ für die ganze Welt

Die Schaltzentrale auf der Hochvoltbatterie von BMWs „Neuer Klasse“ kommt aus Landshut. In der hochflexiblen Produktion werden künftig 400 Roboter und 700 Beschäftigte arbeiten.

Tina Rumpelt

**N**och steht ein gutes Dutzend quietschoranger Roboter nur Spalier in der ansonsten eher grauen Fabrikhalle. Sie bilden leuchtende Farbtupfer am Rande der Präsentation der neuen Fertigungsanlagen für High-Tech-Steuergeräte am Freitag, den 21. Februar. Die Schaltzentralen, BMW nennt sie „Energy Master“, werden auf der Hochvoltbatterie montiert und fungieren als Schnittstelle für die Hoch- und Niedervoltstromversorgung sowie für die Daten aus der Hochvoltbatterie. Darüber hinaus steuern sie die Stromzufuhr der E-Maschine und des Bordnetzes.

Aktuell läuft die Vorserie. Insgesamt etwa 400 Roboter werden künftig die Steuereinheiten montieren und prü-

fen. Der Start-of-Production ist mit 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für August geplant. In einer zweiten Ausbaustufe ab Mitte 2026 soll die Zahl der Beschäftigten auf bis zu 700 steigen.

### „Entwicklungstempo ist hoch“

Wolfgang Blümlhuber, Bereichsleiter Fahrdynamik und Inhouse-Komponentenfertigung, betonte die enge Vernetzung zwischen Entwicklung, Einkauf und Komponentenfertigung bei BMW. Die Steuergeräte für die Hochvoltbatterie der sechsten Generation der eDrive-Technologie von BMW (abgekürzt „Gen6-E-Antrieb“)

wurden komplett inhouse entwickelt und nun auch produziert. „Das aktuelle Entwicklungstempo ist sehr hoch, da ist internes Fachwissen entscheidend“, erläuterte Blümlhuber.

Werkleiter Thomas Thym zeigt sich stolz auf das hochflexible Produktionssystem, das ebenfalls komplett inhouse konzipiert wurde: „Alle Batterie-Montagewerke der BMW Group weltweit werden vom Standort Landshut aus mit dem Steuergerät aus der neuen Fertigung versorgt.“ Das sind neben dem Standort in Irlbach-Straßkirchen (knapp 100 Kilometer nordöstlich von Landshut) die Werke in Debrecen (Ungarn), Shenyang (China), San Luis Potosi (Mexiko) und Woodruff bei Spartanburg (USA).

Für Thym ist die neue Fertigung auch eine „nachhaltige Stärkung des Industriestandortes Niederbayern“. BMW beschäftigt in Landshut, dem größten Komponentenwerk der Gruppe, circa 3.700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Seit 2020 investierte der OEM einen hohen dreistelligen Millionenbetrag in den Ausbau der Elektromobilität in dem niederbayerischen Werk.

### I 400 Roboter auf fünf Fußballfeldern

Das modular aufgebaut Produktionssystem auf einer Fläche von fünf Fußballfeldern mit im Endausbau 400 Robotern erreicht einen Automatisierungsgrad von über 80 Prozent. Die Qualitätssicherung stützt sich vor allem auf In-Prozess-Überwachung, unter anderem mit KI-basierten Kamerasystemen sowie eine 100-prozentige End-of-line-Systemprüfung.

Nur um die Dimensionen deutlich zu machen: Pro Tag werden in der neuen Anlage etwa 560.000 Schrauben gesetzt. Montage-Roboter sind mit flexiblen Greifern bestückt und bewegen sich auf Schienenbahnen, um eine möglichst große Flexibilität zu gewährleisten. Die einzelnen Arbeitsstationen sind nicht verkettet, sondern als Module – je nach Bedarf – variabel nutzbar und auch skalierbar. Die Teileversorgung erfolgt über ein neues Hochregellager mit 30.000 Stellplätzen sowie ein Kleinteilelager mit 18.000 Plätzen.

Gefertigt werden zwei Bauvarianten, eine für den einmotorigen Frontantrieb, die zweite für Gen6-E-Antriebe mit bis zu vier Elektromotoren. Weitere Varianten entstehen über die Software. Geschickte Menschenhände

braucht es jedoch nach wie vor für die manuelle Montage des Kabelbaums im Steuergerät. Doch ohne Roboter läuft auch hier nichts: Ein stählerner Kollege übernimmt den Qualitätscheck an der Station und prüft unter anderem, ob die Stecker korrekt eingerastet sind. ■



#### INFO

## Exklusive Werksführung im Rahmen des Smart Factory Day 2025

Als größtes Komponentenwerk der BMW Group spielt Landshut eine zentrale Rolle für BMWs „Neue Klasse“. Insgesamt investierte BMW dort seit 2020 einen hohen dreistelligen Millionenbetrag in den Ausbau der E-Mobilität. Im Rahmen des Smart Factory Day 2025 gewährt der OEM am 14. Mai ab 16 Uhr exklusive Einblicke in das hochmoderne Produktionssystem des „Energy Master“: Der hohe Automatisierungsgrad mit bis zu 400 Robotern in der finalen Ausbaustufe garantiert maximale Effizienz. Umfassende In-Prozess-Überwachungen, unter anderem mit KI-basierten Kamerasystemen, sowie 100-prozentige End-of-Line-Systemprüfungen in einer Reinraumumgebung sorgen für höchste Qualität. Ebenfalls gezeigt wird die Landshuter Leichtmetallgießerei, die sich in der Vorserienproduktion für das Zentralgehäuse der elektrischen Antriebsmaschine der „Neuen Klasse“ befindet. Ein Paradebeispiel für die Innovationskraft des Werks ist das ICA-Gießverfahren (Injector Casting). Am 15. Mai startet der Smart Factory Day um 9 Uhr in den Stadtsälen Bernlochener mit namhaften Referenten. Am frühen Nachmittag gibt es eine Start-Up-Session, ehe Franz Heigl von der BMW Group die Umsetzung der digitalen Transformation in den Komponentenwerken des OEMs erläutert. Im Anschluss erfolgt der Transfer ins Leichtbau- und Technologiezentrum des BMW-Werks Landshut. An sechs Marktständen, stellen die Experten von BMW konkrete Projekte vor – zu den Themen: Lean Management, Nachhaltigkeit mit Fokus Gießerei, KI, Cybersecurity und Catena-X, Shopfloor digital, Logistik-Prozesse sowie Berufsausbildung. Weitere Informationen und Anmeldung unter: [www.smart-factory-day.de](http://www.smart-factory-day.de)



Bild: Tom Kirkpatrick/BMW AG

Battery Show Europe | 03.-05 Juni 2025 Stuttgart | Halle 8, Stand D31



**Venjakob**

YOUR FINISHING LINE.  
OUR PROCESS EXPERIENCE.

**JEDE HERAUSFORDERUNG  
IST ANDERS.**



Und so sind auch unsere  
Beschichtungslösungen.



[venjakob.de](http://venjakob.de)

LIGHTWEIGHTING SUMMIT

# Leichtbau als Treiber für Innovationen und Wettbewerbsfähigkeit

Am 1. April findet auf der Hannover Messe der 6. Lightweighting Summit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz statt. Die Erwartungen an den Leichtbau sind höher denn je.

Claus-Peter Köth



Auch 2025 gibt es auf der Hannover Messe einen Lightweighting Summit: Hochrangige Experten aus Wirtschaft, Politik und Forschung teilen ihre Perspektiven und präsentieren aktuelle Projekte.

Bild: bundesfoto/Herwig Fotografie

## TIPP

6. Lightweighting Summit, 01.04.2025, 14:30 - 17:30 Uhr, Hannover Messe, Halle 19/20, Saal „Maple Leaf“



Die ökonomische Bedeutung des Leichtbaus in Deutschland ist deutlich größer als bislang angenommen, das CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial ist groß. Leichtbau zielt darauf ab, das Gewicht von Bauteilen und Produkten zu reduzieren, Material und Energie einzusparen sowie die Kreislauffähigkeit zu erhöhen – bei gleichbleibender oder verbesserter Funktionalität. Die Schlüsseltechnik ist ein Innovationstreiber in vielen Branchen und trägt maßgeblich zur nachhaltigen Transformation der Industrie bei. Leichtbau ist omnipräsent.

Doch das bringt auch einen Nachteil mit sich: Die ökonomischen Kennziffern verteilen sich sektorübergreifend auf sehr viele Branchen. Deshalb wird die volkswirtschaftliche und regionalwirtschaftliche Bedeutung des Leichtbaus als dynamischer und schnell wachsender Sektor bislang statistisch nicht abgebildet und häufig unterschätzt.

## | Satellitenkonto schafft Transparenz

Um diesbezüglich mehr Transparenz zu schaffen, hat die Econmove GmbH in ihrer Studie „Die ökonomische Bedeutung des Leichtbaus in Deutschland“ ein sogenanntes Satellitenkonto genutzt. Dazu wurde eine vierstufige Definition erstellt, analog zu den Leichtbau-Satellitenkonten in Österreich und Schweden. Mittels Input-Output-Analyse können damit nicht nur die direkten Effekte des Leichtbaus auf Bruttowertschöpfung und Beschäftigung berechnet werden, sondern auch die Auswirkungen in der vor- (indirekte Effekte) und nachgelagerten (induzierte Effekte) Wertschöpfungskette. Auftraggeber der Studie war das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, kurz BMWK.

Die Ergebnisse lassen aufhorchen: Die direkten Wertschöpfungsbeiträge des Leichtbaus – sprich alle leicht-



**SCHRAUBTEC**  
EINFACH GUTE VERBINDUNGEN

## Die regionale Fachmesse für Schraub- verbindungen



**STUTTGART**  
wieder  
in 2026

**JETZT  
TICKET  
SICHERN!  
EINTRITT  
FREI**

**HANNOVER**  
19. März  
2025

**LANDSHUT**  
14. Mai  
2025

**BOCHUM**  
3. September  
2025

**Neu**  
**KATTOWITZ  
(PL)**  
16. September  
2025

**DRESDEN**  
5. November  
2025

## Die SchraubTec kommt auch 2025 in Ihre Region

In praxisnahen Vorträgen und der Ausstellung stärken Sie Ihr Fachwissen und Ihre Fertigkeiten für sichere Schraubverbindungen in der Industrie.

[www.schraubtec.com](http://www.schraubtec.com)

Eine Veranstaltung der  **VOGEL COMMUNICATIONS GROUP**

baurelevanten Güter und Dienstleistungen – liegen demnach bei 124 Milliarden Euro und damit bei knapp vier Prozent der deutschen Wirtschaftsleistung. Inklusiv der Effekte in der vor- und nachgelagerten Wertschöpfungskette erhöht sich der Wert auf knapp 245 Milliarden Euro. Mehr als 1,3 Millionen Arbeitsplätze können durch Leichtbau gesichert oder geschaffen werden. „Leichtbau ist jedoch deutlich wertschöpfungsintensiver als beschäftigungsintensiv“, sagt Studienautorin Anna Kleissner, Geschäftsführerin der Econmove GmbH. Mit jedem Arbeitsplatz in leichtbaurelevanten Branchen könne man 1,4 bis 1,66 weitere Arbeitsplätze in anderen Branchen schaffen. Somit erhöhe sich der gesamte Beschäftigungseffekt, der nahezu alle Wirtschaftssektoren tangiert, auf fast 3,2 Millionen Jobs.

### I Leichtbau bleibt Schlüsseltechnik

Die Automobilindustrie ist mit 30 Milliarden Euro leichtbaurelevanter Wertschöpfung einer der Top-Anwendungsbereiche für den Leichtbau. Demgegenüber liegt der Maschinenbau hierzulande mit elf Milliarden Euro Wertschöpfung bereits deutlich abgeschlagen auf Platz zwei. Generell könnten Investitionen in den Leichtbau die Abhängigkeit von anderen Ländern reduzieren. „Weniger Ressourcen, weniger Import-Abhängigkeit, mehr Nachhaltigkeit: Die Frage ist nicht ob, sondern wie schnell und mit welcher Ausprägung Leichtbau zum Einsatz kommen wird“, ist Kleissner überzeugt. Der Leichtbau werde in den nächsten Jahren und Jahrzehnten eine Schlüsseltechnik bleiben, so Kleissner.

Das größte Wachstumspotenzial sieht sie im Zusammenhang mit der Nachhaltigkeit. Wichtig dabei sei, dass die heimischen Wertschöpfungsnetzwerke und Cluster gut funktionieren. Die Schlüsselsektoren zögen andere Sektoren mit. Aber das gelte in beide Richtungen. Deshalb wirbt Kleissner für gezielte (europäische) Förderprojekte, anstatt einzelner Initiativen und einer Verteilung von Finanzmitteln nach dem Gießkannenprinzip.

### I 6. Lightweighting Summit

Der Lightweighting Summit 2025 startet am 1. April um 14:30 Uhr auf der Hannover Messe in der Halle 19/20, Saal „Maple Leaf“. Die Begrüßung übernehmen Jochen Köckler, CEO Deutsche Messe AG, und Robert Habeck, Bundesminister für Wirtschaft und Klimaschutz. Es folgen ein Impulsvortrag von Tim-Oliver Müller vom Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, und drei Projekthighlights von der Photon Laser Manufacturing GmbH, der Ed. Züblin AG sowie von Audi aus dem Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB). Danach erklärt Daniel Böttger, Bereichsleiter Entwicklung Gesamtfahrzeug, den Stellenwert des Leichtbaus im Hause BMW und dessen Rolle als Treiber für Innovation und Wettbewerbsfähigkeit.

Die anschließende Paneldiskussion eröffnet Anna Kleissner mit einem Impulsvortrag. Den Fragen der Moderatoren Christine Koblmiller und Claus-Peter Köth stellen sich Jürgen Kerner, IG Metall, Isabell Gradert, Airbus Operations, Michael Heußén, HAI Group, Anna Büling, Eloxalwerk, Johannes Wölper, Otto Bock. Das Schlusswort hat die Bremer Staatsrätin Maike Frese. Die Teilnahme am Summit ist kostenlos. Weitere Informationen und Anmeldung unter: <https://geschaeftsstelle-leichtbau.de/6-lightweighting-summit> ■

ROHSTOFFE

# Auf dem Weg zum grünen Stahl

Der Stahl wird grün – das ist gesetzt. Nicht ganz so klar ist: Wie viel teurer wird der dekarbonisierte Stahl sein? Und wie weit sind die Stahlkocher auf dem Weg zum grünen Stahl fürs Auto?

Gerald Scheffels

**H**ohe Energiekosten, weltweite Überkapazitäten, geringe Planungssicherheit, Absatzkrisen bei vielen Kunden und in wichtigen Zielmärkten: Eigentlich haben die Stahlhersteller, die in die Automobilindustrie liefern, genug Herausforderungen zu meistern. Dabei ist die vielleicht größte Herausforderung noch gar nicht genannt: die Dekarbonisierung. Sie wird Milliarden verschlingen und damit zwingend auch den Stahl verteuern.

## | Zwei Technologien: EAF und DRI

Alle namhaften Stahlproduzenten haben für sich einen Zeitpfad für die Dekarbonisierung definiert und bereits begonnen, ihre Anlagen umzurüsten. Dabei setzen sie im Wesentlichen auf zwei Technologien: Elektro-Lichtbogenöfen (EAF) und Direktreduktion mit Wasserstoff (DRI). Bei EAF wird, ganz im Sinne der Kreislaufwirtschaft, Stahlschrott mithilfe von elektrischer Energie zu „neuem“ Stahl verarbeitet. Das spart im Vergleich zum konventionellen Hochofen rund 80 Prozent CO<sub>2</sub>-Emissionen. Bei der DRI ersetzt Wasserstoff den Kohlenstoff, der für die Eisenerzreduktion benötigt wird, was zur Bildung von Wasser anstelle von CO<sub>2</sub> führt. Das Einspar-

potenzial ist abhängig von der Herkunft des Wasserstoffs.

## | Zeitpläne und Ziele

Ein kurzer Überblick über die Zeitpläne und Ziele einiger Hersteller von Stahl für die Automobilindustrie: Thyssenkrupp Steel will bis 2030 die CO<sub>2</sub>-Emissionen um über 30 Prozent senken, spätestens 2045 soll die Stahlproduktion vollständig klimaneutral sein. Das größte Einzelprojekt ist die DRI-Anlage in Duisburg. Sie soll ab 2027 in Betrieb gehen und mit grünem Strom und, vorerst, Erdgas betrieben werden. Sukzessive wird sie dann auf Wasserstoff umgestellt.

Bei Tata Steel kann die Automobilindustrie schon jetzt „Zeremis Carbon Lite“-Stähle mit einem um bis zu 90 Prozent reduzierten massenbilanzierten CO<sub>2</sub>-Fußabdruck beziehen. Im Jahr 2030 werden die geplanten DRI- und EAF-Anlagen ihre Produktion starten und Stahl mit 30 bis 40 Prozent geringeren CO<sub>2</sub>-Emissionen herstellen.

Voestalpine wird 2027 je einen grünstrombetriebenen Elektrolichtbogenofen (EAF) in Linz und Donawitz in Betrieb nehmen, die Bauarbeiten sind in vollem Gange. Bis 2029 können dadurch, im Vergleich zu 2019, rund 30



Bild: Salzgitter

Salzgitter wird ab 2026 sukzessive die Stahlherzeugung auf Direktreduktion (DRI) und Elektrolichtbogenöfen (EAF) umstellen.

Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Ab 2030 plant Voestalpine jeweils einen weiteren Hochofen in Linz und Donawitz abzulösen. 2050 soll die Stahlproduktion mit Net-Zero-CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht sein.

Salzgitter hat schon vor zehn Jahren das „SALCOS“-Programm für die CO<sub>2</sub>-reduzierte Stahlproduktion gestartet – und ist damit gut vorangekommen. Die praktische Umsetzung begann 2022, und schon im nächsten Jahr werden die Salcos-Anlagen der ersten Stufe in Betrieb gehen. Die technischen Daten: 100 MW Elektrolyse, Zwei-Millionen-Tonnen-DRI-Anlage, 1,9 Millionen-Tonnen-Elektrolichtbogenofen. Das heißt: Ab 2026 können Kunden von Salzgitter grünen Stahl erhalten.

## Ist der Bedarf da?

Die Umrüstung eines Stahlwerks auf CO<sub>2</sub>-neutrale Produktion kostet neun- bis zehnstellige Summen, die sich für den Stahlherzeuger amortisieren müssen. Ist der Bedarf in der Automobilindustrie da? Die Erzeuger können auf großes Interesse und auf Lieferverträge verweisen – so zum Beispiel Salzgitter und Tata, in Deutschland und anderen Ländern. Thyssenkrupp verweist auf ein Memorandum of Understanding mit Volkswagen zur Belieferung mit CO<sub>2</sub>-reduziertem Stahl aus der DRI-Anlage in Duisburg ab 2028.

## Wie hoch sind die Mehrkosten?

Mit der Frage nach dem Bedarf ist die Frage nach den Mehrkosten verbunden. Grüner Stahl ist teuer, aber bezogen auf den Fahrzeugpreis ist die Relation gering – vor allem mit Blick auf den Gesamtnutzen. Nach Angaben der Wirtschaftsvereinigung Stahl führt der Einsatz von dekarbonisiertem Stahl bei einem Mittelklasse-Pkw zu Mehrkosten von weniger als einem Prozent, während die Gesamtemissionen – Scope 1 bis 3 – um 23 Prozent sinken. Das heißt: Die Autohersteller können so den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Fahrzeugs reduzieren, ohne in eigene Dekarbonisierungsprozesse investieren zu müssen. Pro Tonne konventionell erzeugtem Primärstahl werden immerhin zwei Tonnen CO<sub>2</sub> freigesetzt.

Bei E-Autos sieht die Rechnung ähnlich aus. Laut der BCG-Studie „Transforming the Steel Industry may be the Ultimate Climate Challenge“ wird der Preis für ein E-Auto aufgrund des Einsatzes von Grünstahl lediglich um 0,6 Prozent steigen. Und diese Mehrpreise bieten einen Nutzen. David Busstra, Commercial Manager Circularity bei Tata Steel: „Die Dekarbonisierung durch Elektrifizierung ist Bestandteil der europäischen Energiestrategie



Bild: Voestalpine

Die Stahlindustrie investiert Milliarden in den Umbau ihrer Produktionsstätten – im Bild das Stahlwerk von Voestalpine in Linz.

– das gilt für die Stahlherzeugung und für die Fahrzeuge selbst. Innovative Autohersteller gehen hier voran und die Käufer sind bereit, für diese Fahrzeuge und Marken zu bezahlen. Das sieht man auch am Wachstum von neuen Automarken in Europa.“

## Wird grüner Stahl knapp?

Angesichts der Pläne zur Dekarbonisierung, die alle Stahlhersteller verfolgen, könnte Anlass zur Sorge bestehen, dass hier die nächsten Überkapazitäten drohen. Zumal mit dem Stahlwerk, das H2 Green Steel in Nordschweden errichtet, ab 2026 noch einmal 2,5 Millionen Tonnen Grünstahl pro Jahr hinzukommen. BMW, Porsche, ZF und andere haben schon Liefervereinbarungen getroffen, Mercedes hat sich nicht nur jährlich 50.000 Tonnen nahezu CO<sub>2</sub>-freien „Schwedenstahl“ gesichert, sondern sich auch an dem Milliarden-Invest für das Start-up beteiligt.

Trotz dieser vielen Bauprojekte könnte es, so die Einschätzung von BCG, mittelfristig eher zu wenig als zu viel grünen Stahl geben. Für Flachstahl erwartet die Unternehmensberatung in Europa bis 2030 eine Angebotslücke von bis zu 20 Millionen Tonnen im Jahr.

## Nebeneffekt: Europas Stahlindustrie stärken

Bei Salzgitter sieht man – neben der CO<sub>2</sub>-Minderung – noch einen weiteren Vorteil in der Erzeugung von grünem Stahl. Stefan Mecke, Salcos-Projektsprecher: „Wir begreifen die Transformation als eine Chance für die deutsche und europäische Stahlindustrie, unabhängiger von geopolitischen Verwerfungen, Lieferketten und von Importen teils qualitativ minderwertigeren Stahls aus dem Ausland zu werden.“

Das kann, so Mecke, zu einem Katalysator für eine stärkere wirtschaftliche Unabhängigkeit Europas werden. Und letztlich ist die Transformation in Richtung Grünstahl ein gutes Argument im Wettbewerb der Werkstoffe. Hier kann Stahl schon jetzt mit Aspekten wie Leichtbau mit höchstfesten Stählen und Nachhaltigkeit aufgrund der guten Recyclingfähigkeit punkten. Künftig kommt die weitgehende CO<sub>2</sub>-neutrale Erzeugung hinzu. ■

**„Wir begreifen die Transformation als eine Chance für die deutsche und europäische Stahlindustrie, unabhängiger von geopolitischen Verwerfungen, Lieferketten und von Importen teils qualitativ minderwertigeren Stahls aus dem Ausland zu werden.“**

Stefan Mecke, Salcos-Projektsprecher

# Ausfahrt

Mit dem **MG4** hat die zum Hersteller SAIC gehörende Marke ein erfolgreiches Elektroauto entwickelt. Die Variante „XPower“ hat einen Allradantrieb und eine Leistung von 320 kW, leidet aber unter hohem Energieverbrauch, vorwiegend bei niedrigeren Temperaturen. Das schwache Thermomanagement wirkt sich auch auf die Innenraumtemperatur aus. Erstaunlich: Die Außenspiegel sind nicht beheizt. Weitere Schwächen zeigen sich im langsamen Infotainmentsystem und dem Fehlen der vorderen Parksensoren – dafür wird der Abstand zum hinteren Hindernis in Zentimeter angezeigt. Mit Preisen ab 35.000 Euro ist der MG4 ein solides Elektroauto ohne nennenswerte technische Innovationen.



Bild: MG Motor Deutschland GmbH / Marcus Werner - Sven Praetzel / Vogel Communications Group; © pingbat - stock.adobe.com



# HIGHLIGHTS AI 2-2025

Im nächsten Heft lesen Sie:

- Die 100 größten Zulieferer der Welt**  
 Wir veröffentlichen die aktuelle Tabelle der 100 größten Zulieferer der Welt (nach Umsatz). Begleitet von umfangreichen Analysen zeigen wir, wie sich der Markt für Lieferanten verändert hat und worin Chancen und Herausforderungen für die Unternehmen liegen.
- Die 100 größten Zulieferer der Welt**  
 Bewertung des Standorts Deutschland
- Transformation in Europa**  
 China als Beschleuniger
- Fokus: E-Mobilität**  
 Wir blicken auf aktuelle Entwicklungen bei Antriebs- und Batterietechnik.
- Sonderbeilage: Engineering-Dienstleister 2025**  
 Das Sonderheft widmet sich den Entwicklungsdienstleistern der Automobilindustrie. Inklusive Marktübersicht zum Portfolio der Dienstleister.

## INFO

### Smart Factory Day 2025



Bild: VCG

Am 15. Mai findet in Landshut der Smart Factory Day 2025 statt. Die Konferenz beginnt am Vortag mit einer Führung im BMW-Werk in Landshut. Der Schwerpunkt der Führung liegt auf Elektrifizierung/ Elektrische Antriebstechnik. Stationen werden u. a. die Gießerei sowie ein neuer Produktionsbereich für E/E-Komponenten sein. Anschließend bietet ein gemeinsamen Abendessen den perfekten Rahmen, die gesammelten Eindrücke auszutauschen. Das Vortagsprogramm wird von einem Start-up-Pitch und einem Workshop im Leichtbau- und Technologiezentrum des BMW Group Werks Landshut ergänzt. Mehr Infos gibt es unter [www.smart-factory-day.de/programm](http://www.smart-factory-day.de/programm).

## IMPRESSUM



[www.automobil-industrie.vogel.de](http://www.automobil-industrie.vogel.de)

### Leserservice

[automobil-industrie.de/hilfe](http://automobil-industrie.de/hilfe)  
 oder E-Mail an [vertrieb@vogel.de](mailto:vertrieb@vogel.de) mit Betreff „Automobil Industrie“. Gerne mit Angabe Ihrer Kundennummer vom Adressetikett: \*CS-1234567\*

### Redaktionsservice

**Kontakt zur Redaktion:**  
 Tel. +49 931 418-2333  
[fachmedien@vogel.de](mailto:fachmedien@vogel.de)

**Chefredakteur:**  
 Claus-Peter Köth (kt), V.i.S.d.P.

**Redaktion:**  
 Thomas Günnel (thg), Sven Prawitz (sp)

**Ständige Mitarbeiter:**  
 Hartmut Hammer, Tina Rumpelt, Gerald Scheffels

**Layout:**  
 Alexandra Geißner

**Schreibweisen, Firmen- und Produktnamen:**  
 Wir halten uns generell an die Schreibempfehlungen des Dudens.

**Haftungsausschluss:**  
 Für den Inhalt der einzelnen Artikel sind die jeweils benannten Autoren verantwortlich, er spiegelt nicht zwangsläufig die Meinung der Redaktion wider. Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

### Verkauf von Medialeistungen

**Director Sales:**  
 Annika Schlosser  
 Tel. +49 931 418-2982  
[sales@vogel.de](mailto:sales@vogel.de)

**Auftragsmanagement:**  
[auftragsmanagement@vogel.de](mailto:auftragsmanagement@vogel.de)

### Abonnement

**Bezugspreis:**  
 Jahresabo Print + Digital: 190,80 € inkl. MwSt.

**Verbreitete Auflage:**  
 Angeschlossen der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern – Sicherung der Auflagenwahrheit.  
 Aktuelle Zahlen: [www.ivw.de](http://www.ivw.de)  
 ISSN 0005-1306



**Vogel Communications Group GmbH & Co. KG**  
 Max-Planck-Str. 7/9, 97082 Würzburg  
 Tel. +49 931 418-0  
[www.vogel.de](http://www.vogel.de)

**Beteiligungsverhältnisse:**  
 Persönlich haftende Gesellschafterin:  
 Vogel Communications Group Verwaltungs GmbH  
 Max-Planck-Straße 7/9, 97082 Würzburg  
 Kommanditisten:  
 Dr. Kurt Eckernkamp GmbH,  
 Nina Eckernkamp, Klaus-Ulrich von Wangenheim,  
 Heiko Lindner, Axel von Kaphengst

**Geschäftsführung:**  
 Matthias Bauer (Vorsitz), Günter Schürger

**Druck:**  
 Vogel Druck und Medienservice GmbH  
 Leibnizstraße 5, 97204 Höchberg  
 Gedruckt auf PEFC zertifiziertem Papier

**Fragen zur Produktsicherheit:**  
[produktsicherheit@vogel.de](mailto:produktsicherheit@vogel.de)

**Copyright:**  
 Vogel Communications Group GmbH & Co. KG

**Welches war Ihr erstes Auto?**

Mein erstes Auto war ein Skoda 105. Aktuell fahre ich einen Skoda Kodiaq.

**Was ist Ihr Traumauto?**

Ich bin eher praktisch veranlagt, ein James-Bond-Auto wäre nichts für mich. Andererseits glaube ich an das simple Erbe unserer Väter. Am Wochenende fahre ich daher gerne mit einem meiner alten Jawa-Motorräder aus den 50ern mit Zweitaktmotor.

**Wie gelangen Sie von „A“ nach „B“?**

Zum Glück ist Pilsen relativ kompakt. Da habe ich viele Möglichkeiten, nicht nur mit dem Auto zu fahren, sondern auch mal das Fahrrad zu nehmen oder zu Fuß zu gehen. Im Sommer fahre ich immer mit dem Fahrrad ins Büro, so es das Wetter zulässt. Aufgrund meiner Position im Unternehmen bin ich oft unterwegs. Da nehme ich meistens meinen Skoda.

**Und ein E-Auto?**

Aktuell fahre ich noch kein Elektroauto, ich kann mir aber sehr gut vorstellen, dass der Nachfolger meines Kodiaq elektrisch fahren wird. Wir sind dabei, unseren Fuhrpark bei Aimtec schrittweise auf E-Fahrzeuge umzustellen. Grundsätzlich ist es die beste und nachhaltigste Technik, die uns langfristig zur Verfügung steht.

**Welches Ausstattungsdetail darf im Auto nicht fehlen?**

Für mich ist eine gute Konnektivität entscheidend, da ich oft unterwegs bin und flexibel arbeiten muss. Ein zuverlässiges Navigationssystem, eine stabile Internetverbindung und moderne Assistenzsysteme erleichtern mir den Alltag enorm. Außerdem gibt es einige Features rund um das autonome Fahren, die ich sehr mag und die ich in meinem nächsten Auto haben will. Gleichzeitig schätze ich praktische Lösungen, wie ausreichend Stauraum oder eine robuste Innenausstattung. Ein Auto sollte sowohl für geschäftliche Fahrten als auch für den Freizeitbereich gut nutzbar sein.

**Welche Mobilitätsservices fehlen Ihnen?**

Die digitale Transformation hat viele Mobilitätsangebote revolutioniert, aber es gibt noch Lücken. Besonders im ländlichen Raum fehlt oft eine gute Infrastruktur für alternative Mobilitätsformen. Auch die Ladeinfrastruktur für Elektroautos ist bislang nicht überall ausreichend vorhanden. Ich sehe zudem Potenzial für bessere digitale Plattformen, die verschiedene Mobilitätsarten effizient vernetzen. Eine stärkere Integration von individuellen und öffentlichen Verkehrsmitteln könnte für viele eine attraktive Alternative sein.

**Welchen Studiengang würden Sie heute wählen?**

Ich würde mich heute für ein Studium entscheiden, das eine Kombination aus Technologie, Beratung und Management bietet. Besonders reizvoll fände ich ein Studium im Bereich Wirtschaftsingenieurwesen, digitale Transformation oder Datenwissenschaft, da diese Themen eng mit meiner aktuellen Arbeit bei Aimtec verknüpft sind. Den effektiven Einsatz von künstlicher Intelligenz finde ich auch sehr spannend.

**Welchen Rat geben Sie automobilen Berufseinsteiger?**

Sie sollten sich auf Digitalisierung, Anpassungsfähigkeit und Innovationsbereitschaft konzentrieren. Gleichzeitig erfordert die volatile Marktlage Flexibilität. Wer mutig neue Wege geht, kann langfristig erfolgreich sein.

# Pavel Boháč

**Chief Executive Officer Aimtec**

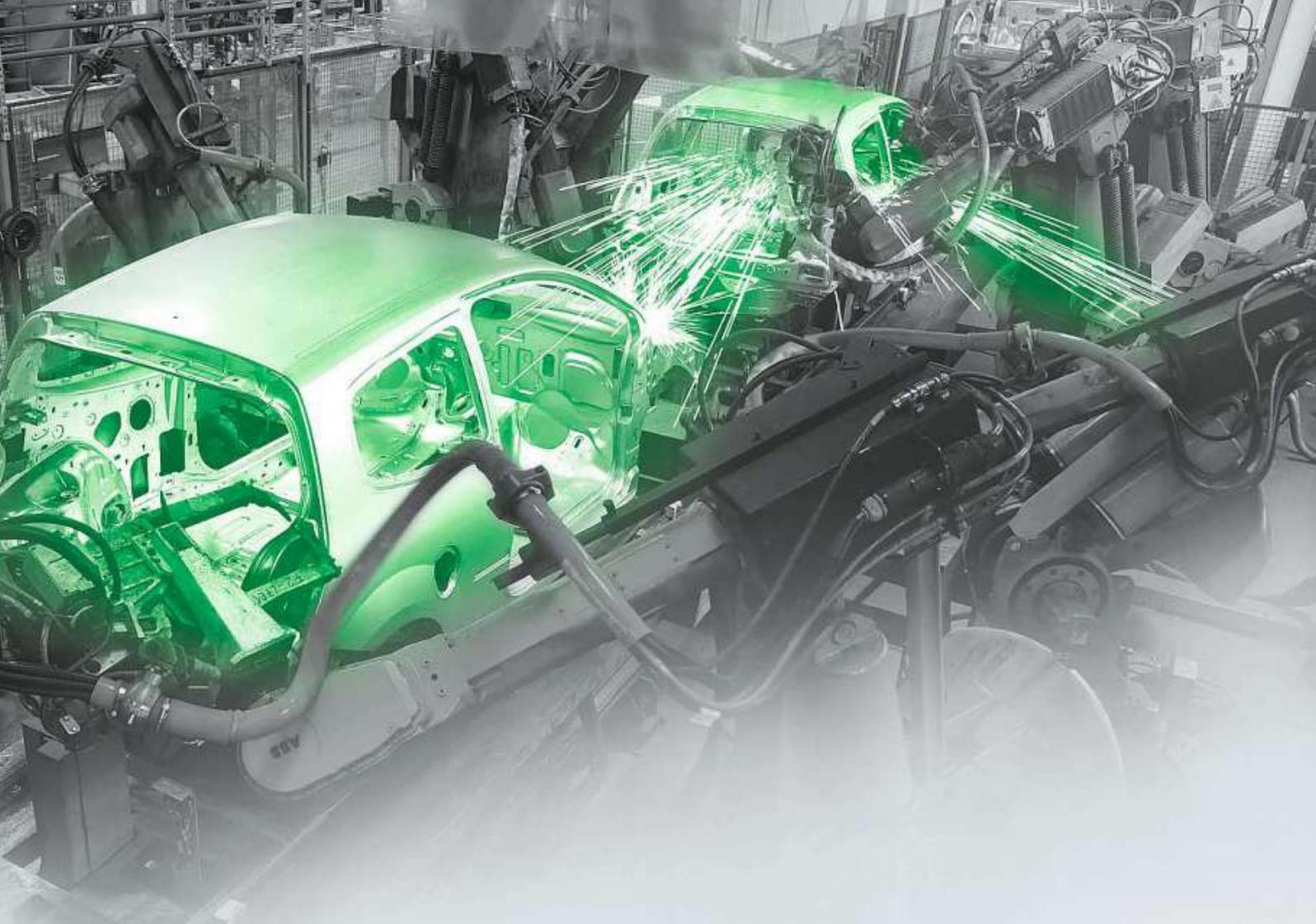


Bild: Aimtec

## Zur Person

Pavel Boháč ist seit zwölf Jahren für Aimtec tätig: seit Juli 2024 als CEO. Zuvor leitete er über sieben Jahre als Director die Geschäftseinheit Advanced Planning and Scheduling Systems (APS). Er trat nach seinem Studienabschluss in das Unternehmen ein, wo er zunächst als Berater für Software im Bereich Produktionsplanung (APS) arbeitete. Seine akademische Ausbildung schloss Boháč als Ingenieur im Bereich Mechatronik, Robotik und Automatisierungstechnik an der Westböhmischen Universität in Pilsen ab.





# Die DNA von Metrofunk

ist Leistungsgarant  
im Automobil



**Metrofunk Kabel-Union GmbH**

Lepsiusstraße 89,

D-12165 Berlin,

Tel. 030 79 01 86 0

info@metrofunk.de – www.metrofunk.de



Menschen, Daten, Prozesse:

# SO FERTIGT DIE AUTOMOBILINDUSTRIE NACHHALTIG

**SFD** SMART  
FACTORY  
DAY

14. – 15. Mai 2025 | Landshut

**Live-Event**  
mit exklusiver  
Führung durch das  
BMW Group Werk  
Landshut

## Jetzt anmelden und vernetzen!

Der »Smart Factory Day« vernetzt Experten aus der Produktion. Diskutieren Sie mit Top-Referenten aus der Industrie über Effizienz und Nachhaltigkeit in der Fertigung, das Digitalisieren von Prozessen, Maschinelles Lernen, KI, Cybersicherheit in der Produktion und Environmental Social Governance (ESG).

[www.smart-factory-day.de](http://www.smart-factory-day.de)

Eine Veranstaltung von



– einer Marke der

**VOGEL** COMMUNICATIONS  
GROUP