

1.2017

# drive

DAS ZF-MAGAZIN

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ  
ZF lehrt Autos das Denken

SICHERHEIT  
Ein Algorithmus als Schutzengel

ZUSTELLUNG 4.0  
Neue Lösungen für die Logistik

DIGITALISIERUNG

**ALLES  
WIRD  
ANDERS**



# ZF AUF ALLEN KANÄLEN

Neuigkeiten von ZF gibt es auf zahlreichen Plattformen.



LinkedIn



YouTube

XING

Scannen Sie den Code mit dem Smartphone oder Tablet-PC und folgen Sie ZF auf Facebook.



Mehr über ZF erfahren Sie unter [www.zf.com](http://www.zf.com). Im digitalen Magazin finden Sie Filme, Bilderstrecken und Hintergrundgeschichten zu aktuellen Unternehmensthemen. Daneben ist der Technologiekonzern auf allen relevanten Social-Media-Kanälen vertreten. Folgen Sie uns auf Facebook, LinkedIn, Twitter oder YouTube. Hier gibt es immer die neuesten Informationen von ZF sowie News aus der Welt der Mobilität und Technologie.



MOTION AND MOBILITY

## „130 Jahre nach Erfindung des Autos erleben und gestalten wir die Mobilität von Grund auf neu.“



*Dr. Stefan Sommer,  
Vorstandsvorsitzender der  
ZF Friedrichshafen AG*

Sind Sie sich eigentlich dessen bewusst, dass wir gerade Zeitzeugen einer Revolution sind? Seit seiner Erfindung vor mehr als 130 Jahren hat sich das Auto evolutionär zu dem entwickelt, was es heute ist. Doch nun fegt ein Sturm der Veränderung über die Mobilität hinweg, wie wir sie bislang kannten: Im Zeitraffertempo entwickeln sich neue Antriebskonzepte und die Automatisierung; völlig neue Player tauchen in der altherwürdigen Automotive-Branche auf, und scheinbar völlig ungleiche Partner kooperieren miteinander.

Der Katalysator für diese Entwicklung ist die Digitalisierung. Immer stärker durchdringt sie unser Leben – im Privaten wie in der Wirtschaft. Dabei beschleunigt sie nicht nur die Entwicklungen im Automotive-Segment, sondern liefert häufig die entscheidenden Werkzeuge für neue Lösungen. So ermöglicht die Digitalisierung erst die intelligente Vernetzung von Systemen, ohne die wiederum das autonome Fahren nur ein Traum bliebe.

ZF arbeitet längst daran, die eigenen, bewährten mechanischen Produkte durch Vernetzung intelligent und damit noch effizienter und sicherer zu machen.

Um diese Herausforderung zu meistern, baut ZF nicht nur eigenes Know-how auf, sondern holt sich auch hoch-

spezialisiertes Wissen durch Beteiligungen und Kooperationen ins Haus. Ein Ziel unserer Beteiligung an der Technologieschmiede Ibeo Automotive Systems ist es etwa, gemeinsam eine neue Lidar-Technologie zur Umfelderkennung für den Einsatz im Auto zu entwickeln. Diese ist entscheidend für das autonome Fahren.

Ebenso entscheidend dafür ist die Verwendung von Artificial Intelligence (AI): Auf jedem Meter, den das Auto der Zukunft autonom zurücklegt, lernt es dazu.

Elektronische Steuereinheiten (ECU), wie wir sie heute in Fahrzeugen nutzen, sind jedoch überfordert von den Ansprüchen, die künstliche Intelligenz bei der Datenverarbeitung und -interpretation an sie stellt. Deshalb bringen wir in einer Kooperation mit dem IT-Spezialisten Nvidia die Rechenleistung eines Supercomputers in Fahrzeuge und Industrieanwendungen.

Dies sind nur zwei Beispiele, die zeigen, welche Herausforderungen – aber auch welche Lösungswege – die Digitalisierung für unser Unternehmen, für unsere Kunden und für die Mobilität von morgen bereithält. Ich lade Sie herzlich ein, sich in dieser Ausgabe unseres Magazins ein genaueres Bild vom faszinierenden Werttreiber „Digitalisierung“ zu machen, um diese Revolution noch besser zu verstehen. ■

# INHALT

## AUF EINEN BLICK



### DIGITALISIERUNG

#### 12 DIGITALE REVOLUTION

Die fortschreitende Digitalisierung betrifft jeden – vom Individuum bis zum global aktiven Konzern

#### 22 DIGITALER SCHUTZENGE

Der ZF-Algorithmus „X2Safe“ warnt im Straßenverkehr vor drohenden Kollisionen

#### 28 DENKEN UND LENKEN

ZF ProAI ist ein entscheidender Schritt auf dem Weg zum automatisierten Fahren

#### 30 GEMEINSAM STARK

ZF-Digitalisierungsexperten über die mobile Zukunft und neue Allianzen

#### 34 DER SILICON-VALLEY-FAKTOR

Wie der ZF-Konzern seine Wissensbasis bei Zukunftstechnologien verbreitert

22



### MOBILITÄTSKONZEPT

#### 36 EINE BASIS – 1000 MÖGLICHKEITEN

Das Intelligent Rolling Chassis ist eine flexible Grundlage für zukünftige Mobilitätskonzepte

### LOGISTIK

#### 40 ZUSTELLUNG 4.0

Sich wandelnde Kundenansprüche werden die Logistik stark verändern. Ein Ausblick

### VERKEHRSSICHERHEIT

#### 44 MIT SICHERHEIT GUT BEWERTET

Unabhängige Prüforganisationen wie NCAP beeinflussen maßgeblich die Produktentwicklung

### ENTWICKLUNG

#### 48 KOMPETENZ UND KARRIERECHANCEN

ZF nutzt sein Forschungs- und Entwicklungszentrum in Pilsen als Tor nach Osteuropa

### SENSORTECHNOLOGIE

#### 50 ALLES IM BLICK – JEDERZEIT

Der Einsatz ausgefeilter Sensortechnik ist die Voraussetzung für autonomes Fahren

### RUBRIKEN

#### 06 AUFTAKT

ZF-Moment / Neufahrzeuge mit ZF-Technik / Neues aus dem Konzern

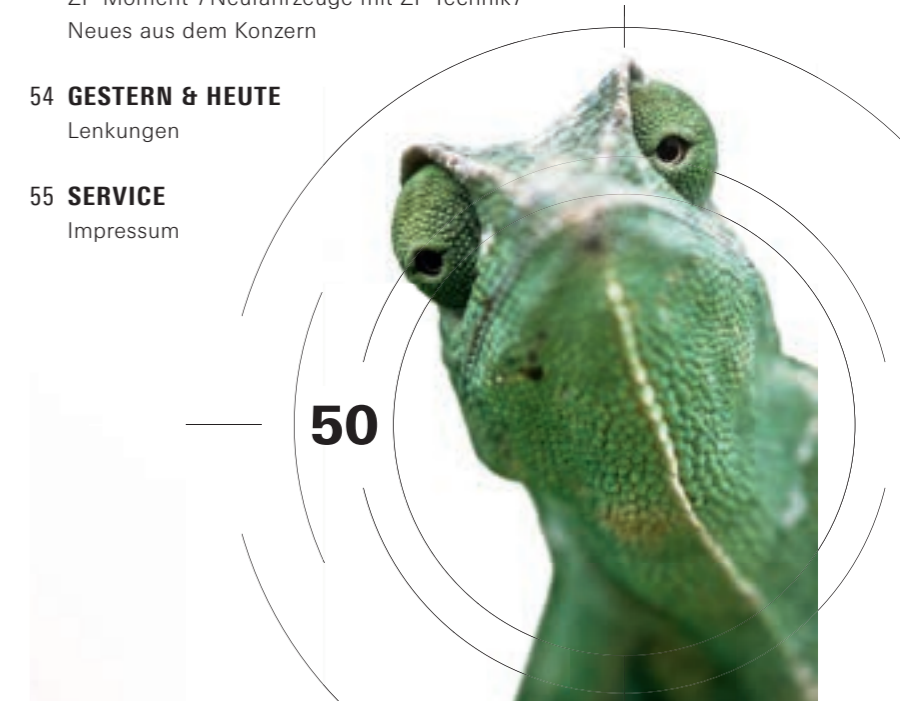
#### 54 GESTERN & HEUTE

Lenkungen

#### 55 SERVICE

Impressum

50



48



12



*Intelligent Rolling Chassis*

# Mobile Zukunft – made by ZF

Im visionären E-Mobil Oasis haben ZF und die Schweizer Ideenschmiede Rinspeed verwirklicht, was in ihren Augen bei künftigen urbanen Transportmitteln zählt: elektrischer Antrieb, automatisiertes Fahren, integrierte Sicherheit, Agilität und maximale Flexibilität sowohl bei den Umsetzungs- als auch bei den Einsatzmöglichkeiten. Dabei baut der Oasis als erstes Fahrzeug weltweit auf dem Intelligent Rolling Chassis (kurz: IRC) von ZF auf – einem fahrbereiten Plattformkonzept für urbane Personen- und Transportfahrzeuge. Das IRC ist lokal emissionsfrei, dank neuartiger Vorderachskinematik enorm wendig und mittels intelligenter Vernetzung vorbereitet für den autonomen Stadtverkehr der Zukunft. Damit bildet es die ideale Basis für innovative Fahrzeugkonzepte – von etablierten genauso wie von neuen Mobilitätsanbietern. (Mehr ab Seite 36.)



Die Studie wurde Anfang des Jahres auf der amerikanischen Fachmesse NAIAS vorgestellt.


Fotos: Rinspeed, Two Ring Photography

# MENSCHEN UND LASTEN BEWEGEN

ZF sorgt für Mobilität: auf Straßen, Schienen, Äckern oder in Fabriken. Diese Fahrzeuge und Maschinen sind neu auf dem Markt.

### Auman EST-A

Automatisches Getriebesystem TraXon  
ZF AIRTRAC



Nach einer umfassenden Applikationsentwicklung für den chinesischen Markt wechselt das Getriebesystem TraXon nun auch im Auman EST-A von Foton die Gänge. Das Schwerlast-Modell Auman EST-A hat die Auszeichnung „Chinese Truck of the Year“ erhalten. Außerdem tourt der Auman EST-A mit ZF AIRTRAC: Das luftgefederte Hinterachskonzept wurde speziell für schwere Lkw entwickelt; es schont den Straßenbelag sowie die Ladung und erhöht den Fahrkomfort.



### Kuka KR 1000 titan

RG 40 TP Robotergetriebe

Ein Beschleunigungsmoment von 20 220 Newtonmeter und ein Drehmoment in Höhe von 40 000 Newtonmeter lässt das RG 40 TP von ZF zu. Getriebeseitig liefert es damit die Voraussetzung, den Kuka KR 1000 titan – den ersten sechssachsigen Schwerlast-Industrieroboter mit offener Kinematik – anzutreiben. Der Roboter schafft es, bis zu 1000 Kilogramm schwere Komponenten wie Stahlträger oder Flugzeugteile schnell, präzise und bis zu 6,50 Meter weit in alle Richtungen zu bewegen.

## Durmazlar Panorama

Einstufiges Hypoidgetriebe

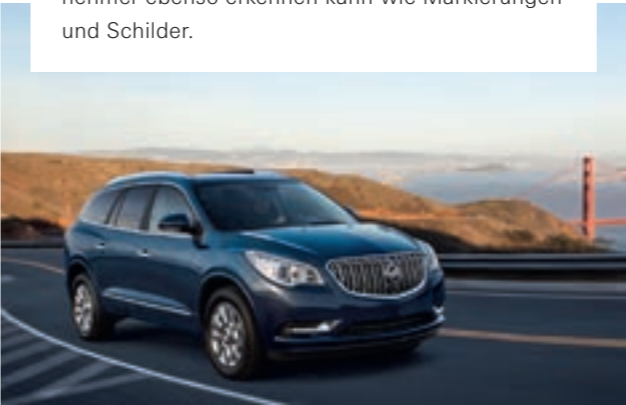
Komplett ebene Wagenböden und große Fenster ringsum kennzeichnen die neue Niederflur-Tram „Panorama“ des Fahrzeugherstellers Durmazlar. Sie ist mit dem einstufigen ZF Hypoidgetriebe ausgestattet. Über den Einzelradantrieb, der den niederen Einstieg in die Bahn ermöglicht, bringen acht Motoren das Traktionsmoment gleichmäßig auf die Schienen. Mit dem von ZF für engsten Bauraum entwickelten Getriebe befördert die Straßenbahn ihre Passagiere energieeffizient und damit umwelt-schonend.



## Buick Enclave

Frontkamera  
Airbags  
Bremsenkomponenten  
Antiblockiersystem (ABS)

Unter anderem drei vollwertige Sitzreihen machen den US-Crossover Buick Enclave zum idealen Familienauto. Dazu passt, dass er beim NCAP-Crashtest mit der Bewertung „5 Sterne“ abgeschnitten hat. Zur aktiven Sicherheit leistet auch ZF einen Beitrag, etwa durch die Frontkamera, die Fahrzeuge und andere Verkehrsteilnehmer ebenso erkennen kann wie Markierungen und Schilder.



## John Deere 6230R / 6250R

ECCOM 2.9 Stufenlosgetriebe

Maximalleistung bei Minimalgewicht: Dafür stehen die zwei neuen, bis zu 290 PS starken Modelle der 6R-Traktorserie von John Deere. Mit den Motoren zusammen wirkt das stufenlose Getriebe ECCOM 2.9, das ZF für die erhöhten Leistungsanforderungen maßgeschneidert hat. ECCOM 2.9 lässt die Motorkraft nahezu verlustfrei an den Rädern ankommen. Trotz deutlich größerer Leistungsdichte blieben seine Abmessungen gleich.



## BMW 5er

Active Kinematics Control (AKC)  
8-Gang-Automatgetriebe  
8-Gang-Plug-in-Hybridgetriebe  
Manuelles 6-Gang-Schaltgetriebe  
Dämpfungssysteme  
Brems-, Fahrwerk- und Elektronikkomponenten  
Elektrische Parkbremse  
Elektronische Stabilitätskontrolle (ESC)  
Airbagsysteme  
Sicherheitsgurtsysteme

Wendig durch Innenstädte kurven sowie Highspeed-Lenkmanöver auf Autobahnen souverän und spurstabil meistern: Dank der Hinterachs-Spurverstellung AKC erfüllen Fahrzeuge nun beide Fahrwerkswünsche perfekt. Das ZF-System lässt die Hinterräder schließlich intelligent mitlenken: bei höherem Tempo in Richtung der Vorderäder, bei geringen Geschwindigkeiten entgegengesetzt.



## Porsche Panamera

8-Gang-Doppelkupplungsgetriebe  
Plug-in-Hybridmodul  
Hinterachsgetriebe  
Active Kinematics Control (AKC)  
Continuous Damping Control (CDC)  
Brems-, Fahrwerk- und Elektronikkomponenten  
Schaltungssystem  
Airbag- und Sicherheitsgurtsysteme  
Lenkradsystem

Das erste 8-Gang-Doppelkupplungsgetriebe von ZF startete im neuen Porsche Panamera in Serie. Es schaltet je nach Bedarf drehzahlensenkend sparsam, komfortabel sanft oder kompromisslos dynamisch. Durch das optionale Plug-in-Hybridmodul mit 100 kW Leistung ermöglicht das neue Sportgetriebe für Heck- oder Allradantrieb elektrifizierte Dynamik sowie rein elektrisches, lokal emissionsfreies Fahren.

Fotos: Foton, KUKA, Durmazlar, General Motors, 2016 Deere & Company, BMW AG/Daniel Kraus, Porsche



Die neue ZF-Konzernzentrale in Friedrichshafen wurde im Spätherbst 2016 offiziell eröffnet.

7110  
Quadratmeter

misst die Gesamtfläche der Glasfassade des ZF Forums. Das entspricht der Größe eines Fußballfeldes. Die Grünfläche auf den Dächern der neuen Konzernzentrale umfasst 10 300 Quadratmeter.



Zwei Awards

Beeindruckendes Beispiel

Gleich zwei Awards erhielt ZF zum Jahresende 2016. Die Mediengruppe WeltN24 und die Unternehmensberatung Accenture haben ZF mit dem „Top 500 Award“ ausgezeichnet. Mit dieser Auszeichnung werden Konzerne bedacht, denen es gelingt, nachhaltig Umsatz und Gewinn zu steigern. ZF sei ein „beeindruckendes Beispiel dafür, wie es einem Unternehmen mit einer 100-jährigen Geschichte gelingt, unter wechselnden Marktbedingungen und trotz harten Wettbewerbs extrem erfolgreich zu sein“, heißt es in der Begründung.

Die American Chamber of Commerce in Germany (AmCham Germany) hat ZF zusammen mit vier weiteren deutschen Unternehmen den Transatlantic Partnership Award verliehen. Damit würdigt die Organisation Erfolg, Anpassungswillen und Ausdauer deutscher Investoren in den USA und zeichnet die Unternehmen als Vorbilder für die engen deutsch-amerikanischen Beziehungen aus.

Beifahrer-Airbags

Besserer Insassenschutz

Damit Kollisionen für Pkw-Insassen möglichst geringe Verletzungsfolgen haben, präsentiert ZF neue Beifahrer-Airbag-Konzepte sowie Curtain-Airbags mit zusätzlichen V- oder U-Shape-Design-Features. Sie können helfen, die Frontpassagiere selbst bei einem vorderen, linksseitigen Schrägaufprall mit 90 km/h vor schwerwiegenden Verletzungen effektiv zu schützen. Diese Funktionsprüfung ist von der National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) für Neufahrzeuge ab dem Modelljahr 2019 zusätzlich für das nordamerikanische „New Car Assessment Program“ (US NCAP) angedacht.

Neue Technologien

Kooperation mit MTU bei Marineantrieben

ZF und Rolls-Royce Power Systems werden künftig bei Marineantrieben noch enger zusammenarbeiten. Die aufeinander abgestimmte Kombination von MTU-Motoren von Rolls-Royce Power Systems und Marinegetrieben von ZF ist seit Langem in vielen Schiffen und Yachten zu finden. Künftig werden sich

die beiden Unternehmen intensiver in der Entwicklung neuer Technologien und Produkte austauschen, um den Kunden optimierte Antriebslösungen anbieten zu können. Auch in den Bereichen Marketing, Vertrieb und Service wollen die Partner künftig kooperieren.

ZF Aftermarket

Neue App bietet Ersatzteil-Infos

Für Kunden von ZF Aftermarket ist es nun noch einfacher, die richtigen Ersatzteile zu finden. Mit der neuen App „ZF Part Finder“ können Kunden das gesamte verfügbare Ersatzteilangebot der etablierten Marken von ZF Aftermarket – Sachs, Lemförder, TRW und Boge – durchsuchen, und das weltweit: Die Inhalte sind länderspezifisch angepasst. Die App ist mit iOS, Android, Tablet-PCs und Smartphones kompatibel und steht in App-Stores weltweit zum kostenlosen Download bereit.



Fotos: ZF, Porsche/Kräling



Zusammenspiel: Zum Erfolg des Porsche 911 GT3 Cup tragen Produkte von ZF und ZF TRW bei.

Race Engineering und Conekt

Synergien sinnvoll nutzen

In einer neuen Geschäftseinheit bündelt ZF seit Jahresbeginn 2017 die Bereiche Race Engineering und Conekt. Unter der Führung von ZF Race Engineering sollen Produkte für besondere Anforderungen entwickelt und gefertigt werden. Strategisch soll ZF künftig als Komplettanbieter neben der Motorsporttechnik auch Produkte und Dienstleistungen für Kleinserien, Engineering, Beratung und Testing unter einem Dach anbieten. Norbert Odendahl, Geschäftsführer von ZF Race Engineering, betont: „Für den langfristigen Erfolg ist es zwingend notwendig, dass wir als eine schlagkräftige Einheit in diesen Nischenmärkten auftreten.“

# KEINE ANGST VOR DER DIGITALEN REVOLUTION

Die fortschreitende Digitalisierung betrifft jeden – vom Individuum bis zum global agierenden Konzern. So verständlich damit verbundene Zweifel sind, die Historie zeigt, dass technologische Umbrüche jede Gesellschaft in ihrer Entwicklung beflügelt haben.

*Text: Stefan Schrahe  
Illustration: Dave Hänggi*



## Meilensteine der Digitalisierung

1968

Das Arpanet (Advanced Research Projects Agency Network), Vorläufer des Internets, ist ein Projekt der US-Luftwaffe. Es vernetzt vier US-Universitäten. Von 1969 an können sich auch andere Institute dem Netzwerk anschließen – mit Mikrocomputern wie dem Honeywell 316. Übermitteln kann das Arpanet nur wenige Zeichen.

1973

Der Xerox Alto kann mittels Ethernet-Protokoll in einem kabelverbundenen, lokalen Netzwerk (LAN) standardisierte E-Mails verschicken. Die Übertragungsrate liegt bei drei Megabit pro Sekunde – vergleichbar mit heutigem Bluetooth.

1975

Die erste Digitalkamera von Eastman Kodak braucht 23 Sekunden, um ein Bild zu erfassen. Die Kamera wiegt vier Kilogramm und speichert Schwarz-Weiß-Fotos mit einer Auflösung von 0,01 Megapixeln auf eine kompakte Kassette.

# 4,6%

**beträgt der Anteil der digitalen Wirtschaft an der gewerblichen Wertschöpfung in Deutschland schon heute.**

1982

Die erste kommerziell hergestellte Compact Disc wird produziert. Darauf: ein Chopin-Walzer, gespielt von dem chilenischen Pianisten Claudio Arrau.

**K**ein Zweifel, die Wirtschaft ist im Umbruch: Das größte Medienunternehmen der Welt produziert keine eigenen Inhalte (Facebook), das größte Taxiunternehmen besitzt kein einziges Auto (Uber) und der weltweit größte Anbieter von Unterkünften hat kein einziges Hotelbett (Airbnb). Dennoch liegt der aktuell geschätzte Marktwert der Übernachtungsbörse bei rund 25,5 Milliarden US-Dollar. Damit ist die Online-Plattform nach nur acht Jahren mehr als 15-mal so viel wert wie der traditionsreiche Hyatt-Konzern mit mehr als 600 Hotels in 50 Ländern und etwa 45 000 Mitarbeitern.

Diese Beispiele zeigen, dass sich neue Ideen heute einfacher und schneller durchsetzen können. Cloud Computing, vernetzte User-Gruppen und das Aufweichen der einst klar gezogenen Grenze zwischen Anbieter und Nachfrager beschleunigen den oben beschriebenen Prozess; neue Technologien machen es möglich, auch mit vergleichsweise wenig Startkapital den Markteintritt zu schaffen.

Aber nicht nur für Unternehmen und Geschäftsmodelle scheint ein neues Zeitalter angebrochen zu sein: Gesundheitlich belastende Arbeiten werden in vielen Fabrihallen längst von Robotern erledigt. Haushaltsroboter, die staubsaugen, gibt es ebenfalls in jedem Elektronikhandel. Schon bald werden sie noch weitere Aufgaben erledigen und ihren Besitzern auf diese Weise in einer alternden Gesellschaft die Verlängerung von Autonomie und Selbst-

bestimmung ermöglichen. Dabei sorgen die Vernetzung digitaler Produkte sowie „Deep Learning“ für eine extrem steile Lernkurve. Davon profitieren alle Anwender. Algorithmen nutzen die Schwarmintelligenz und saugen Erfahrungen sowie Wissen in sich auf. Davon profitieren wir bereits heute, beispielsweise wenn

## Die Digitalisierung eröffnet weitsichtigen und kreativen Unternehmen in der Mobilitätsbranche ganz neue Chancen.

die cloudbasierte Sprachsteuerung unseres Smartphones auch Dialekte versteht, ohne dass diese ursprünglich explizit im Programmcode verankert wurden.

Vernetzung lässt Autos, Lastwagen und Züge schon bald selbst fahren und Roboter die Pakete an die Haustür bringen. Weil der „Digital Workplace“ immer populärer wird, haben wir auch mehr Zeit, die Sendungen entgegenzunehmen. Und damit der Abend doch noch gemütlicher wird, bestellen wir nach getaner Arbeit von der Terrasse aus – live via App – ein frisches Angus-Steak und einen Friséesalat. Das weiß der Algorithmus des Lieferanten be-

reits, noch bevor wir das Smartphone in die Hand nehmen.

### Ängste begleiten Veränderungen

Der moderne Verbraucher ist immer mobil, vernetzt und hat jederzeit vollständige Transparenz über alles. Veränderungen, die im Alltag Erleichterungen bringen sollen, wecken traditionell aber auch Ängste. So empfand Heinrich Heine im Jahr 1843 die Eröffnung der Eisenbahnlinie von Paris nach Orléans als „ein unheimliches Grauen, wie wir es immer empfinden, wenn das Ungeheuerste, das Unerhörteste geschieht, dessen Folgen unabsehbar und unberechenbar sind“. Die Emotionen des Dichters erscheinen nachvollziehbar, da etwa Mediziner befürchteten, dass bei Geschwindigkeiten jenseits von 30 Kilometer pro Stunde das menschliche Trommelfell platzt. Schließlich war vorher – in 200 000 Jahren Menschheitsgeschichte – noch niemand in jene damals neuen Geschwindigkeitsregionen vorgedrungen.

Angesichts des Tempos der Veränderungen treiben auch heute Befürchtungen und sogar Ängste die Menschen um – allerdings mit regional deutlichen Unterschieden. Über die „German Angst“ spricht man sogar in New York und London: Jeder zweite Deutsche nimmt digitale Innovationen als Gefahr wahr. Sogar 60 Prozent der Deutschen sind der Meinung, dass die fortschreitende Digitalisierung Arbeitsplätze kostet. Die Angst vor Veränderungen ist da am größten, wo es sich jemand im langjährig Gewohnten behaglich



## 1988

Mit ISDN werden erstmals analoge Telefonnetze durch Digitaltechnik ersetzt. Das beschleunigt die Datenübertragung und ermöglicht, auf einer Leitung zu telefonieren und auf der anderen zu surfen. Fünf Jahre später wird das länderübergreifende Euro-ISDN eingeführt.

## 1991

Finnland startet das erste 2G-Mobilfunknetz. Es verwendet digitale Signale anstelle der analogen Übertragung zwischen Mobiltelefonen und Sendestationen. Vorteil: die Erhöhung der Systemkapazität und die Einführung von Datendiensten wie Textnachrichten.

## 1992

Tim Berners-Lee lädt das erste Foto ins Internet. Es zeigt die Parodie-Popgruppe „Les Horribles Cernettes (LHC)“, die aus vier seiner Kolleginnen bei der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN) in Genf besteht.

## 1995

Siemens entwickelt ein GSM-Datenmodul namens „M1“ für industrielle Anwendungen. Damit können Maschinen über drahtlose Netzwerke kommunizieren. Das erste M1-Modul wird für Point-of-Sale-Terminals (POS), Fahrzeug-Telematik, Fernüberwachung sowie für Tracking- und Tracing-Anwendungen eingesetzt.

## 1999

Der Standard „IEEE 802.11a“ ermöglicht die Drahtlosübertragung – auch als Wireless Local Area Network (WLAN) bekannt – und gestattet damit freie Beweglichkeit innerhalb des Funkbereichs.

eingrichtet hat. Gesellschaften, die mitten im Transformationsprozess stehen, urteilen anders: Nach einer aktuellen Erhebung sind 57 Prozent der Chinesen davon überzeugt, dass die Digitalisierung neue Arbeitsplätze schaffen wird, und 66 Prozent betonen deren Nutzen.

Die Befürchtungen ähneln dabei im Kern jenen, die frühere Veränderungsprozesse begleitet hatten. So versuchten schlesische Weber in den 1840er-Jahren, die neu aufkommenden mechanischen Webstühle zu zerstören. Tatsächlich waren ihre Jobs nach kurzer Zeit ebenso verschwunden wie der des Schriftsetzers in den 1980er-Jahren. Aber in 150 Jahren Industrialisierung sind neue Berufe entstanden, die stets den Verlust überkompensiert haben. So steht im eher besorgten Deutschland die digitale Wirtschaft heute bereits für 4,6 Prozent der gewerblichen Wertschöpfung, 92 000 Unternehmen und über eine Million Beschäftigte werden ihr zugerechnet – zehnmal so viel wie in der Stahlindustrie, gleichauf mit dem Fahrzeugbau und mehr als im Maschinenbau.

### Nicht wirklich neu – nur viel schneller

Ist also das Neue nicht die Transformation an sich, sondern der Beschleunigungsschub, den wir mit der Digitalisierung erleben? Vieles spricht dafür, dass sich die Menschheit seit Beginn der industriellen Revolution in einem kontinuierlichen Transformationsprozess befindet. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts lebt keine

## Globalisierung und Urbanisierung haben einen starken Anteil am Geschwindigkeitsanstieg bei der Digitalisierung.

Generation mehr exakt nach dem Muster ihrer Vorfahren – was davor in der Gesellschaft selbstverständlich war.

Erst die Dampfmaschine wandelte den über Jahrhunderte kaum veränderten Alltag der Menschen – und das binnen kürzester Zeit. Die nächste Stufe zündete die Elektrizität am Anfang des 20. Jahrhunderts, während Mikroprozessoren seit den 1970er-Jahren jene Entwicklung des „Immer kleiner, immer leistungsfähiger“ ins Rollen brachten, die erst den Paradigmenwechsel ermöglichte, vor dem wir jetzt stehen: die Digitalisierung.

An deren Anfang stand das Internet, das vor etwa 20 Jahren seinen Siegeszug antrat. Inzwischen ist eine Sättigung der privaten IT-Nutzung bei knapp 85 Prozent der Bevölkerung erreicht. Trotzdem nehmen die Datenströme exponentiell an Dynamik zu. Was einst mit piepsenden Modems und komplizierten Web-Adressen

begann, verschwindet zunehmend aus der direkten Wahrnehmung. Viele Anwendungen aus unserem Alltag sind längst internetbasiert, ohne dass wir selbst einen Browser starten. Digitales Fernsehen, Voice-over-IP-Telefonie oder Navigationssysteme sind Beispiele hierfür.

### Begleitphänomene der Digitalisierung

Die Digitalisierung ist ein weiteres Kapitel in der Geschichte der Industrialisierung. Sie wird von zwei weiteren Phänomenen begleitet, deren Geschwindigkeit sich ebenfalls dramatisch erhöht hat und ohne die die Digitalisierung nicht vorstellbar wäre: Es geht um die Globalisierung und die Urbanisierung. So ist die globale Vernetzung die Voraussetzung für die Geschäftsmodelle von Facebook, Airbnb, Amazon, Uber oder Ebay. All diese Unternehmen schaffen Plattformen, die weltweit Anbieter und Kunden vereinen.

Auch die Urbanisierung ist eine Voraussetzung für den Erfolg digitaler Angebote. Uber, Airbnb oder Lebensmittel-Lieferdienste würden außerhalb eines urbanen Umfelds kaum eine Kundenbasis finden. Die Bedeutung der Urbanisierung wird noch stark zunehmen. War London Ende des 19. Jahrhunderts noch die einzige Stadt mit mehr als fünf Millionen Einwohnern, leben heute bereits zwölf Prozent der Weltbevölkerung in 29 Megacities mit mehr als zehn Millionen Einwohnern. Seit dem Jahr 2008 sind mehr Menschen in Städten zu Hause als auf dem Land. ▶

# 26%

aller Angestellten schätzen in einer weltweiten Befragung der Jobbörse Monster, dass ihr Job in den nächsten zehn Jahren von künstlicher Intelligenz erledigt wird.

## 2000

Mit dem Nokia 7110 erscheint das erste internetfähige Handy. Das Wireless Application Protocol (WAP) ermöglicht es, von unterwegs Webseiten aufzurufen.

## 2007

Apple-Chef Steve Jobs präsentiert das erste iPhone. Der Multi-Touch-Bildschirm des Smartphones ist eine Sensation. Das Bedienkonzept mit Apps eröffnet Entwicklern neue Anwendungsmöglichkeiten. Zeitgleich etablieren Netzbetreiber den Mobilfunkstandard UMTS. Mit dem 3G-Netz lassen sich 100-mal mehr Daten pro Sekunde übertragen als zuvor.

## 2010

Die Produktion digitaler Kameras erreicht mit 120 Millionen ihren Höhepunkt. In den Folgejahren werden die Einstiegsmodelle zunehmend durch Smartphones ersetzt.

## 2016

Interaktive Lautsprecher wie Google Home oder Amazon Echo steuern per Spracheingabe die gesamte Elektronik des eigenen Haushalts. Jalousien auf, Licht an, Heizung hoch: Ein gesprochener Befehl genügt. Verbunden sind die Geräte per WLAN.

werden die Strecken kürzer – insbesondere für Logistikunternehmen. Dazu erfordert die Urbanisierung ein digitales Management, denn der Pkw-Bestand wird sich bis zum Jahr 2030 weltweit nahezu verdoppeln. Ohne Automatisierung und Vernetzung ist individuelle Mobilität in den Ballungszentren künftig undenkbar.

### Keine Wahl: verändern oder verlieren

Wer die Veränderungen nicht mitgestaltet, wird verlieren. Daher beschäftigen sich Automobilhersteller längst nicht mehr nur mit der Produktion von Fahrzeugen als Wertschöpfungsquelle. Sie wandeln sich zu Mobilitätsanbietern, die Carsharing-Flotten bereitstellen und Apps entwickeln, mit denen der Anwender die schnellste Verbindung zwischen zwei Orten ermittelt, und das unter Einbeziehung aller Verkehrsmittel. „Die Wertschöpfung verschiebt sich von der Hardware in Richtung Software und Services“, sagt BMW-Vorstandschef Harald Krüger. Die Automobilhersteller haben genügend Beispiele aus anderen Branchen vor Augen, in denen einstige Platzhirsche plötzlich in der Bedeutungslosigkeit versanken: Sie hatten die Dynamik von Transformationen unterschätzt – etwa beim Wechsel von der Analog- zur Digitalfotografie oder beim Übergang von der Typenrad-Schreibmaschine zum PC-Drucker.

Über den Tellerrand zu blicken ist die eigentliche Herausforderung, und dies nicht nur in Zeiten der Digitalisierung. So schlossen sich im Jahr 1967 Finnlands führender Hersteller von Gummistiefeln, eine Papierfabrik und das Kabelunternehmen Finnish Cable Works unter dem Namen Nokia zusammen. Das neue Un-

ternehmen rüstete dann 1981 das erste Mobilfunknetz Finnlands aus und wurde innerhalb von 25 Jahren zum Weltmarktführer in der Telekommunikationstechnik. Nokia verschlief allerdings den Trend vom Tastenhandy zum Smartphone und verschwand binnen fünf Jahren praktisch vom Markt.

Um nicht das gleiche Schicksal zu erleiden, müssen Automobilhersteller und Zulieferer ständig nach neuen Geschäftsmodellen suchen, mit denen sie Trends vorwegnehmen und in die sie Erfahrung aus ihrer Kernkompetenz „Mobilität“ einbringen können. Kooperationen sind gefragt, die von beiderseitigem Nutzen sind.

### Digitalisierungstempo unterschiedlich

Digitale Kompetenz zu erwerben, Rechenleistung zu optimieren und in begleitende Technologien zu investieren heißt dabei nicht, sich von allem Bisherigen komplett zu verabschieden. Mancherorts kommt die Industrialisierung gerade erst an. In vielen Teilen der Welt wird es noch Jahre dauern, bis die digitale Vernetzung aller Lebensbereiche – ebenso wie Elektromobilität und autonomes Fahren – die gleiche Rolle spielt wie in naher Zukunft in den Metropolen der Industrieländer.

Niemand bezweifelt, dass die Digitalisierung unsere Gesellschaft verändert. Veränderungen waren in den 150 Jahren Industrialisierung jedoch alltäglich. Sie bewiesen, dass unser Wirtschafts- und Arbeitssystem erstaunlich anpassungsfähig ist. Auch Unternehmen können und müssen den Wandel für sich nutzen. Es geht darum, aktiv die Veränderungen voranzutreiben und zu gestalten, statt von ihnen getrieben zu werden. ■

Bis zum Jahr 2030 erwartet eine Studie von UN-Habitat – dem Programm der Vereinten Nationen für menschliche Siedlungen –, dass zwei Drittel aller Menschen in einer Stadt leben werden.

Die Urbanisierung hat natürlich auch Auswirkungen auf unsere Mobilität. So macht sie Elektromobilität notwendig, um in den Metropolen die Luft- und Lebensqualität zu erhalten. Darüber hinaus erhöht sie den Druck auf die Weiterentwicklung von E-Fahrzeugen. Schließlich

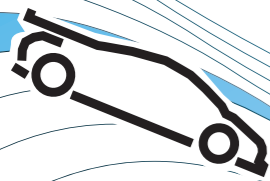
# WACHSENDER DATENSTROM

Im Alltag machen wir uns den Einfluss des digitalen Wandels oft gar nicht bewusst. Doch diese Zahlen verdeutlichen, wie sehr er unser Leben heute schon verändert.

Ein OBERKLASSEFAHRZEUG erzeugt während einer Stunde rund

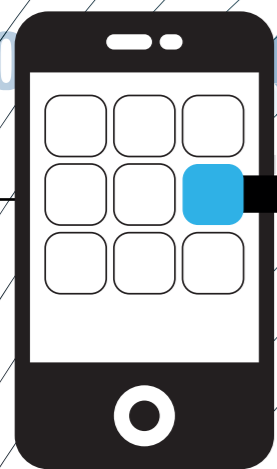
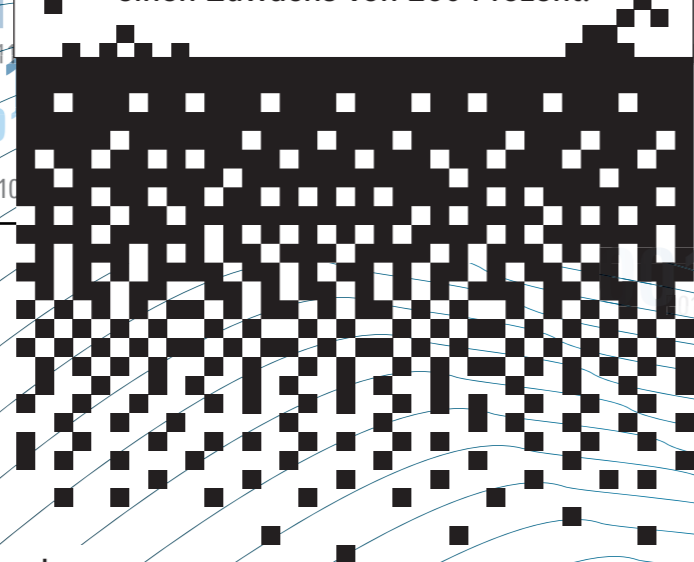
## 25 Gigabyte Daten.

Seine Rechenleistung entspricht der von  
**20 HEIMCOMPUTERN.**



## Um 50%

wuchs im Jahr 2015 der  
**Anteil an Videos,**  
die über das Internet auf TV-Geräte  
gelangen. Der Trend hält an: Experten  
erwarten bis zum Jahr 2020  
■ einen Zuwachs von 260 Prozent.



Von Juli 2008 bis Juni 2016 wurden  
**130 Milliarden Apps**  
aus dem Apple App Store heruntergeladen.

Icons: Noun Project



Prognosen zufolge werden 2017  
weltweit durchschnittlich  
**225,3 MILLIARDEN E-MAILS**  
pro Tag versendet und empfangen.  
Das klassische Briefaufkommen ist  
entsprechend stark rückläufig.  
So sind in Neuseeland  
seit Mitte 2015 Briefträger nur  
noch drei Mal pro Woche  
(statt bisher sechs Mal) unterwegs.



Nach rund **40 JAHREN** endete im  
Juli 2016 die Ära der **VHS-Videorekorder**;  
der weltweit letzte bis dahin  
verbliebene Hersteller – der  
japanische Funai-Konzern –  
stellte die Produktion ein.



Aus rund **100 MILLIARDEN NERVENZELLEN** setzt sich  
das menschliche Gehirn zusammen. Um 1 Prozent  
seiner Aktivität für nur eine Sekunde nachzustellen,  
benötigte der weltbeste Supercomputer des Jahres 2011 noch 40 Minuten.  
Bis 2030 sollen Rechner ein dem  
menschlichen „Denkapparat“ ähnelndes  
Leistungspotenzial erreichen können.



Die  
**DATING-SEITE MATCH.COM**  
ist seit 1995 online.  
Seitdem sind  
**ÜBER 1 MILLION BABYS**  
geboren worden,  
deren Eltern sich auf dem Portal  
kennengelernt haben.

## 700 000 Zeilen

**lang ist der SOFTWARECODE**  
einer fortschrittlichen Pkw-Bremsensteuerung –  
vor zwölf Jahren waren es noch 20 000 Zeilen.

# DIGITALER SCHUTZENGELE

Technologien haben die Straßen zwar sicherer gemacht, doch sterben weltweit jährlich noch immer mehr als 1 250 000 Menschen bei Unfällen. Ursachen sind oft mangelnde Aufmerksamkeit oder Sichtbarkeit. Genau dort setzt der „X2Safe“-Algorithmus von ZF an. Er warnt die Verkehrsteilnehmer vor drohenden Kollisionen.

*Text: Stefan Schrahe*

*Fotos: Robert Guio*

Fußgänger, die plötzlich auf die Straße treten, sind **DER ALBTRAUM JEDES AUTOFAHRERS**, da oftmals keine Zeit mehr bleibt für ein Ausweichmanöver oder eine Vollbremsung.



**W**er im Jahr 1970 das Haus verließ, um am Straßenverkehr teilzunehmen, ging aus heutiger Sicht ein hohes Risiko ein. Die europäische Unfallstatistik verzeichnete in jenem Jahr einen traurigen Rekord von 85 000 Verkehrstoten. Mehr als vier Jahrzehnte später hat sich diese Zahl auf knapp 26 000 verringert, während sich Fahrzeugbestand und Verkehrsleistung im gleichen Zeitraum nahezu verdreifacht haben. Eine Fahrt von A nach B ist heute so ungefährlich wie nie zuvor. Dennoch ist das kein Grund, sich auszuruhen. Nach den großen Fortschritten durch passive und aktive Sicherheitssysteme versprechen jetzt integrative und vernetzte Sicherheitskonzepte wie der ZF-Algorithmus „X2Safe“ den nächsten großen Schritt zum Vermeiden von Unfällen.

## Technologien retten Leben

Vor allem der Einsatz von Technologie hat unsere Straßen sicherer gemacht. Wurden in den ersten Jahrzehnten der Motorisierung steigende Unfallzahlen als schicksalhafte Fügung hingenommen, gehörte es seit den 1960er-Jahren zu den Entwicklungszielen jeder neuen Fahrzeuggeneration, die Sicherheitseinrichtungen

zu verbessern. Einen entscheidenden Anteil daran hatte der amerikanische Anwalt Ralph Nader. In seinem 1965 veröffentlichten Buch „Unsafe at Any Speed“ bescheinigte er vielen US-Automobilen deutliche Konstruktionsschwächen. Er brachte so eine Diskussion in Gang, die zu Anhörungen im Kongress und später zu einer Reihe von Gesetzen führte. Unter anderem wurden in den USA sechs Jahre lang keine Cabriolets mehr gebaut, weil Nader deren mangelnden Schutz bei Überschlägen moniert hatte.

Im Fokus der öffentlichen Diskussion standen plötzlich Entwicklungen wie die Knautschzone oder der Sicherheitsgurt. Es folgten weitere Innovationen der passiven Sicherheit, etwa der Gurtstraffer oder der Airbag. Dazu kamen das Antiblockiersystem (ABS), die Elektronische Stabilitätskontrolle (ESC) sowie eine Vielzahl von Assistenzsystemen. Als aktive Sicherheitselemente sollen sie nicht die Folgen eines Unfalls abmildern, sondern Zusammenstöße verhindern mittels gezielter Eingriffe in die Fahrdynamik.

Gesetzliche Maßnahmen wie die Kopfstützen-, Anschnall- oder Kindersitzpflicht sowie Tempolimits und Promillegrenzen flankieren die technologischen Entwicklungen. Und auch Crashtests durch Verkehrsklubs oder Organisationen wie NCAP sensibilisierten die Verbraucher für das Thema Sicherheit und trugen dazu ▶

bei, dass neue Autos ohne gute Sicherheitsbewertung zu Ladenhütern werden.

**Herausforderung „Vision Zero“**

Weil jedes Verkehrsoffer eines zu viel ist, lautet das Ziel von ZF und anderen Unternehmen „Vision Zero“. Es geht dabei darum, Straßen und Verkehrsmittel so sicher zu gestalten, dass keine Schwerverletzten und Unfalltoten mehr zu beklagen sind. Der englische Begriff Vision Zero hat seinen Ursprung im Arbeitsschutz. Er wurde Ende der 1990er-Jahre in Schweden erstmals für den Straßenverkehr angewendet. Hinter Vision Zero steht die Erkenntnis, dass Menschen Fehler machen. Daher verlangen gerade komplexe Systeme wie der Straßenverkehr nach Technologien, die verhindern, dass diese Fehler lebensbedrohliche Folgen haben.

In den vergangenen 40 Jahren haben vor allem Autoinsassen vom Sicherheitsgewinn profitiert. Nahezu unverändert gefährdet sind dagegen schwächere Verkehrsteilnehmer wie Fußgänger oder Zweiradfahrer. Sie machen rund die Hälfte der Verkehrstoten aus. Besonders Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene gehören im Straßenverkehr zu den Risikogruppen. Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation WHO sterben weltweit jeden Tag etwa 500 Kinder im Straßenverkehr. Bei jungen Menschen im Alter von 15 bis 29 Jahren sind Verkehrsunfälle sogar die häufigste Todesursache. Die Ablenkung durch das allgegenwärtige Smartphone ist seit Jahren ein zusätzliches Risiko. Inzwischen bewegt sich eine ganze Generation mit gesenktem Kopf durch die Städte der Welt – den Blick auf das Display des Mobiltelefons gerichtet.

**Ständig online – vom Risiko zur Chance**  
„Genau hier setzt unsere Produktidee an. X2Safe nutzt die Bewegungsdaten von Handynutzern und Fahrzeugen, die mit dem System verbunden sind, und schafft damit ein Niveau an Sicherheit, das ohne Vernetzung nicht zu erreichen ist“, sagt Dr. Malgorzata Wiklinska, Leiterin der ZF-Denkfabrik, aus der X2Safe stammt. In der Cloud berechnet X2Safe aus den

**Das höhere Tempo von Radfahrern  
VERKÜRZT NOCH EINMAL  
DEN REAKTIONSZEITRAUM  
bei drohenden Kollisionen. X2Safe auf  
dem Smartphone oder der Smartwatch  
warnt rechtzeitig.**

Verbunden über die Cloud,  
meistert X2Safe typische  
Gefahrensituationen  
wie diese problemlos.

Erleben Sie die  
Funktion von X2Safe  
in der Praxis in einem  
informativen Video.



Insassenschutz

# Kampf gegen den Unfalltod

- 1930** Erste Frontscheibe aus Verbundglas (BMW DA 3)
- 1948** Erster Pkw mit stoßabsorbierendem Lenkrad und Zweipunkt-Sicherheitsgurt (Tucker Torpedo, USA)
- 1959** Erster Dreipunkt-Sicherheitsgurt (Volvo PV 544)
- 1959** Erster Pkw mit Sicherheitslenksäule, formstabiler Fahrgastzelle mit Knautschzone und Seitenaufprallschutz (Mercedes-Benz W 111)
- 1966** Gurtpflicht für Neuwagen in den USA
- 1966** Erstes Serienfahrzeug mit elektromechanischem Antiblockiersystem (Jensen FF, Großbritannien)
- 1968** Erstmals serienmäßige Kopfstützen (BMW 2500)
- 1978** Einführung des elektronischen Antiblockiersystems (ABS)
- 1980** Erster Pkw-Airbag (Mercedes-Benz S-Klasse)
- 1995** Erstes Serienauto mit Elektronischer Stabilitätskontrolle (Mercedes-Benz S 600)
- 1996** Einführung des Bremsassistenten
- 2004** ABS-Pflicht für alle Neuwagen in der Europäischen Union
- 2011** Pflicht zur Elektronischen Stabilitätskontrolle für alle Neuwagen in der Europäischen Union

individuellen Bewegungsprofilen, ob ein Zusammenstoß mit einem anderen Verkehrsteilnehmer droht, und warnt alle Beteiligten, noch bevor Sichtkontakt besteht. Damit erfasst X2Safe Gefahrensituationen schneller als Kamera- oder Radarsysteme. Schließlich antizipiert der Algorithmus Kollisionen, bevor sie sich ereignen. „Der Risikofaktor, ständig online zu sein, wird mit X2Safe zum Sicherheitsvorteil“, erklärt Wiklinska. Die künstliche Intelligenz des selbstlernenden Systems besteht in der individuellen Analyse des Verhaltens aller Verkehrsteilnehmer – und der daraus folgenden

Entscheidung für eine Reaktion. Missachtet ein Fußgänger etwa Rotphasen an Ampeln oder überquert Straßen an gefährlichen Stellen, bewertet dies X2Safe als besonders unsicher und geht von einem ▶

Autofahrer mit X2Safe an Bord haben  
**MEHR SICHERHEIT AN  
 UNÜBERSICHTLICHEN STELLEN,**  
 die in Städten sehr zahlreich sind und sehr  
 unterschiedlich ausgeprägt sein können.



größeren individuellen Gefährdungspotenzial aus. Auch der Kontext ist wichtig: X2Safe kann neben den Bewegungsinformationen der Verkehrsteilnehmer auch Gefahrschwerpunkte wie besonders unübersichtliche Straßenzüge oder Bushaltestellen verarbeiten und in seine Situationsbewertung mit einbeziehen.

Für ZF ist der cloudbasierte Algorithmus ein weiterer Baustein zur intelligenten Digitalisierung mechanischer Komponenten. Torsten Gollewski, Leiter der Vorentwicklung bei ZF: „X2Safe unterstreicht – wie andere digitale Entwicklungen von ZF – unseren Anspruch, beim autonomen Fahren eine wichtige Rolle zu spielen. Mit der zunehmenden Vernetzung der Fahrzeuge ist über die bloße Warnfunktion hinaus auch ein automatisches Eingreifen möglich – bis hin zum Ausweichmanöver oder zur Vollbremsung.“

Aus Sicht von Wiklinska könnten Verkehrsteilnehmer bereits heute von X2Safe

profitieren: „Unsere Technologie lässt sich problemlos in jedes vorhandene Fahrzeug integrieren, sodass ein interaktives Sicherheitsnetz entsteht, das umso

## „Anwendungen wie X2Safe lassen uns der Vision Zero näherkommen.“

*Dr. Malgorzata Wiklinska,  
 Leiterin ZF-Denkfabrik*

effektiver ist, je mehr Menschen und Fahrzeuge sich darin verbinden.“ Auf diese Weise markiert der revolutionäre Algorithmus X2Safe einen wichtigen Schritt in Richtung Vision Zero. ■

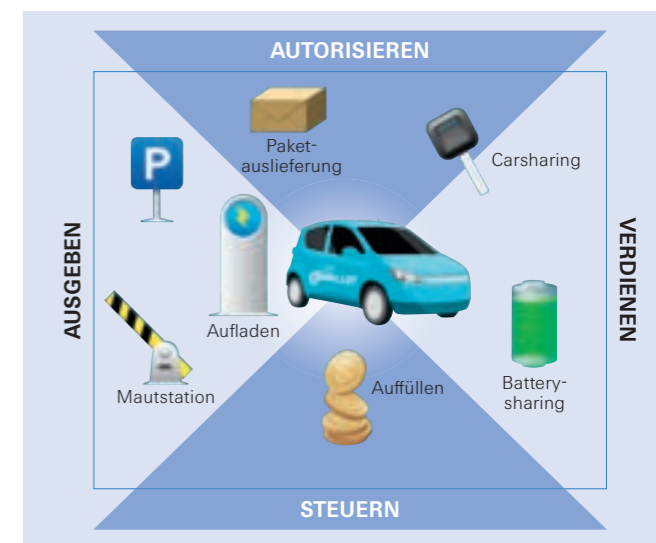


### Car eWallet

## Automobile Geldbörse

Reichweiten und Ladezyklen sind das spannendste Thema, wenn es um Elektroautos geht. Ist eine Ladestation gefunden, erweisen sich unterschiedliche Bezahlssysteme jedoch oft als Hürden. Das neue, von ZF mit Partnern entwickelte Blockchain Car eWallet vereinfacht den Bezahlvorgang. Das Konzept bietet noch weitere Vorteile: Auch andere Dienstleistungen wie Autobahnmaut, Parkgebühren oder Carsharing kann die automobiler Geldbörse abwickeln. Nach dem bequemen Online-Transfer vom heimischen PC oder mittels spezieller App ist das Car eWallet autorisiert, eigenständig Zahlungen bis zu einem bestimmten Limit durchzuführen. Wird etwa eine Maut fällig, zahlt das Auto automatisch den Betrag und erspart das Stehen in der Warteschlange.

Technische Basis des Car eWallet ist die Blockchain-Technologie. Sie ermöglicht, geschäftliche Transaktionen nahezu in Echtzeit durchzuführen, ohne hierzu eine zentrale Instanz oder einen vertrauenswürdigen Dritten einzuschalten. Die Blockchain-Technologie gilt als sehr sicher.



Erfahren Sie hier  
 mehr zur Funktionsweise von  
 Car eWallet.

### Openmatics „Dashboard“

## Management für Fahrzeugflotten

Carsharing liegt im Trend. Aber auch Teilen muss sich rechnen. Das ist ungleich schwieriger, wenn es sich beim Fuhrpark um eine Flotte mit Fahrzeugen unterschiedlicher Marken handelt. Schließlich arbeiten alle Hersteller mit eigenen Telematiksystemen. Openmatics bietet daher seine bereits im Nutzfahrzeug etablierte unabhängige Plattformlösung auch für Pkw an: Sie übermittelt fahrzeugspezifische Daten in eine sichere Cloud-Datenbank, auf die der Anwender mit der webgestützten App

„Dashboard“ zugreifen kann. Auf einer digitalen Karte hat der Betreiber so den Standort aller Flottenfahrzeuge im Blick und kann in Echtzeit Informationen über Auslastung, gefahrene Kilometer oder Verfügbarkeit abrufen. Auch Informationen über den Tankzustand oder den Ladezustand der Batterie bei elektrischen Fahrzeugen sowie Fehlermeldungen, die auf künftige Service- und Ausfallzeiten hinweisen, lassen sich frühzeitig in die Fuhrparkplanung integrieren.



### Autovermietung:

Schnellere Abwicklung bei der Fahrzeugrückgabe: „Dashboard“ stellt zu jeder Zeit alle fahrzeugrelevanten Informationen zur Verfügung. So lässt sich etwa schon bei der Einfahrt ins Parkhaus feststellen, ob der Wagen vollgetankt ist.



### Carsharing / Taxi / OEM:

Stets die gesamte Flotte im Blick: „Dashboard“ ist ein komplettes Flottenmanagement-Tool. In Echtzeit können Halter alle relevanten Informationen über Auslastung, gefahrene Kilometer oder Fahrzeugverfügbarkeit abrufen.



### E-Flotte:

Nie mehr ohne Strom: Die Auslastung elektrischer angetriebener Flottenfahrzeuge lässt sich mit „Dashboard“ optimal planen. Die App zeigt den Ladezustand der Batterie oder den kürzesten Weg zur nächsten Ladestation auf.

# DENKEN UND LENKEN

Der Prozessor ZF ProAI ist das erste Ergebnis der Kooperation zwischen ZF und dem IT-Spezialisten Nvidia. Gleichzeitig ist es ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum automatisierten Fahren.

*Text: Stefan Schrahe*



Fotos: MMJ Studio, Sean Rodwell

Für Spiele-Fans ist Nvidia seit dem Jahr 1999 ein Synonym für leistungsfähige Grafik. Der „GeForce 256“ war einer der ersten reinen 3D-Grafik-Prozessoren für Computerspiele. Seitdem ist Nvidia gelungen, was zuvor nur Intel geschafft hat: aus einem unscheinbaren PC-Bauteil einen Markenartikel zu machen. Heute werben PC-Hersteller damit, die neueste Generation des GeForce-Prozessors zu verbauen.

Mittlerweile erobern die Grafikprozessoren auch Einsatzgebiete jenseits der Computerspiele. Über die Folgen urteilt Nvidia-CEO Jen-Hsun Huang: „Das wird unsere Welt verändern.“ Die Grafikkartenchips, die Nvidia in den vergangenen 20 Jahren für aufwendige 3D-Spiele entwickelt hatte, stehen im Zentrum der wahrscheinlich wichtigsten IT-Entwicklung seit Erfindung des Internets: der künstlichen Intelligenz (Artificial Intelligence, AI).

## Top Speed für „Deep Learning“

Künstliche Intelligenz kommt heute schon in zahlreichen Anwendungen zum Einsatz – etwa bei lernfähiger Software wie der Sprachsteuerung im Smartphone. Neu ist das „Deep Learning“ – eine Optimierungsmethode von künstlichen neuronalen Netzen, mit denen Algorithmen auch ohne Hilfe des Menschen lernen können. Dafür waren konventionelle Computer lange Zeit nicht schnell genug. Die Berechnungen zum Trainieren einer künstlichen Intelligenz ähneln aber denen der Erschaffung einer 3D-Welt im Computerspiel – mathematische Modelle, die milliardenfach wiederholt werden. Hier kommt Nvidia ins Spiel.

„Mit unseren Grafikchips trainieren neuronale Netze um Zehnerpotenzen schneller“, erklärt Nvidias Europachef Jaap Zuiderveld. Dies ermöglicht eine Anwendung, die unseren Alltag verändern wird: das automatisierte Fahren. Schließlich müssen autonome Fahrzeuge riesige Datenmengen aus Dutzenden von Kameras, Laserabstandsmessern und Radarsensoren in Echtzeit verarbeiten, um richtige Entscheidungen im Verkehr zu treffen. Dabei trainieren sich die Fahr-

zeuge ständig selbst, lernen mit jedem Kilometer dazu und teilen das Gelernte mit anderen Fahrzeugen über die Cloud.

## Kooperation mit Mehrwert

ZF wird gemeinsam mit Nvidia ein System entwickeln, das künstliche Intelligenz für die Mobilitätsbranche verfügbar macht. Auf der CES 2017 präsentierte ZF ein erstes System auf Basis der Nvidia AI-Technologie, das automatisierte Autobahnfahrten unterstützt: ZF ProAI lässt

## „Wir bringen die Leistung eines Supercomputers in Fahrzeuge und Industrieanwendungen.“

*Dr. Stefan Sommer,  
CEO ZF Friedrichshafen AG*

Fahrzeuge ihre Umgebung „verstehen“, indem es mithilfe von Deep-Learning-Technologie Sensor- und Kameradaten verarbeitet und interpretiert. Außerdem arbeiten die beiden Unternehmen an Lösungen für das hoch- und vollautomatisierte Fahren.

ZF ProAI verfügt über einen speziell für automobile Anwendungen entwickelten Prozessor, denn einfach einen ultraschnellen PC-Chip ins Auto einzubauen, ist keine Option. Torsten Gollewski, Leiter der ZF-Vorentwicklung, erklärt: „Im automobilen Umfeld gilt es, Kälte von minus 30 Grad Celsius ebenso auszuhalten wie Hitze von 80 Grad. Feuchtigkeit, Vibrationen und erhebliche Beschleunigungskräfte sind ebenfalls Stressfaktoren, denen PCs oder Spielekonsolen in der Regel nicht ausgesetzt sind.“

ZF liefert ZF ProAI als ins Fahrzeug integriertes System, das über die Cloud aktualisiert wird und während des gesamten Lebenszyklus mit zusätzlichen Funktionen ausgestattet werden kann. Die Serienfertigung ist vom Jahr 2018 an geplant.

Aber es geht nicht nur um den Einsatz im Pkw. Stichwort „Automated Operations“. Dessen Kerngedanke: Ein elektronisches Bauteil, das der Belastung im Personenwagen gewachsen ist, lässt sich auch in Produkten anderer wichtiger Branchen einsetzen. „Gemeinsam mit Nvidia bringen wir die Rechenleistung eines Supercomputers, wie sie für künstliche Intelligenz benötigt wird, in Personen- und Nutzfahrzeuge sowie in Industrieanwendungen“, betont Dr. Stefan Sommer, Vorstandsvorsitzender von ZF.

Was die Nvidia-Technologie zu leisten vermag, hat Firmengründer Huang im April des letzten Jahres im kalifornischen San José demonstriert: Er ließ einen Computer mit 20 000 Fotos von Malereien aus der Epoche der Romantik füttern. Anschließend war der Rechner in der Lage, eigenständig ein neues Bild zu kreieren, das eindeutig dieser Stilrichtung zuzuordnen wäre. Dabei waren die Fotos kategorisiert und der Computer hatte keine Informationen darüber, was sich auf den Abbildungen befand. Er musste sich diese Informationen selbst erschließen.

Für Huang ist dies der Beginn eines neuen Zeitalters: „Wir glauben, dass Deep Learning ein neues Computing-Modell ist. Die Ergebnisse sind schlichtweg übermenschlich.“ ZF-Entwickler Gollewski sieht die Zusammenarbeit als Möglichkeit, einen Quantensprung zu schaffen: „Die Kooperation mit Nvidia sichert uns den Zutritt zu einer digitalen Welt in einer vollkommen neuen Dimension.“ ■



Riesige Rechenleistung, kompakt und sicher verpackt: das Anfang des Jahres vorgestellte System ZF ProAI.

# GEMEINSAM STARK

Die Digitalisierung verändert nicht nur das Auto, sondern auch die Rolle des Zulieferers. Bei ZF gestalten Chief Digital Officer Mamatha Chamarthi und der Leiter der Vorentwicklung Torsten Gollewski den Wandel aktiv. Zusammen bauen sie ein Partnernetzwerk auf.

*Text: Johannes Winterhagen*

**Digitalisierung gilt in der Autoindustrie als Megatrend. Was bedeutet das für ZF?**

**Chamarthi:** Die Digitalisierung wird eine lange und aufregende Reise. Die Transformation wird nicht nur unsere Produkte, Services und Technologien berühren, sondern auch unsere Kultur. Das gesamte Unternehmen muss sich an diesen Bestrebungen beteiligen.

**Gollewski:** Wir sehen mehr und mehr vernetzte Systeme, die weit über das Fahrzeug hinausgehen. Ein Beispiel: Weil im Internet getätigte Bestellungen sehr schnell ausgeliefert werden sollen, entsteht ein Markt für autonome Transportsysteme. Neue Mobilitätskonzepte setzen hingegen auf Roboter-Taxis. Wäre es nicht möglich, dass beide Fahrzeugtypen auf einheitlicher Technik basieren? Unsere klassischen Marktsegmente, hier Pkw, da Nutzfahrzeug, verschwimmen zunehmend.

**In welchen Bereichen setzen sich digitale Angebote zuerst durch?**

**Chamarthi:** Wir werden unser Geschäft in dreifacher Hinsicht wandeln: Wir werden es sichern und unsere Produkte und Prozesse intelligenter und besser machen. Wir werden es anreichern und unsere Produkte durch digitale Technologie mit neuen Features ausstatten, zum Beispiel mit einem Laufzeit-Service für Windkraftgetriebe, der vorausschauende Wartung ermöglicht. Und wir werden neue Produkte und Services anbieten, die durch die Digitalisierung möglich werden, wie unser X2Safe-Sicherheitsalgorithmus. Wir müssen die Digitalisierung nutzen, um alle Aspekte unseres Geschäfts zu erneuern.

**„Wir müssen die Digitalisierung nutzen, um alle Aspekte unseres Geschäfts zu erneuern.“**

*Mamatha Chamarthi,  
Chief Digital Officer*

**Gollewski:** Der Sicherheitsalgorithmus X2Safe zeigt, wie groß der Nutzen vernetzter Systeme im Straßenverkehr ist. Denn solche Systeme ermöglichen es uns, auch Verkehrsteilnehmer außerhalb des eigenen Autos zu schützen, Fußgänger und Radfahrer etwa. Entwickelt wurde der Algorithmus übrigens bei uns im Haus, in der ZF-Denkfabrik.

**Chamarthi:** Im letzten Jahr gab es in der Nähe meines Wohnortes einen schrecklichen Unfall mit mehr als 40 Fahrzeugen. Drei Menschen verloren ihr Leben. Ich bin überzeugt, dass solche Unfälle mit intelligenten, vernetzten Systemen verhindert werden können.

**Was bedeutet „intelligent“ in diesem Kontext?**

**Gollewski:** Wir reden tatsächlich immer häufiger von „künstlicher Intelligenz“. Mittlerweile ist die Forschung so weit vorangeschritten, dass KI-Systeme marktfähig werden.

**Chamarthi:** Wir werden in unserem Alltag bald von digitalen Assistenten wie Siri oder Alexa umgeben sein. Mithilfe von künstlicher Intelligenz werden sie unsere natürliche Sprache verstehen. ▶

## Mamatha Chamarthi

absolvierte zunächst ein Englisch- und ein Betriebswirtschaftsstudium in ihrer indischen Heimat. Nach einem Informatik- und Wirtschaftswissenschaftsstudium in den USA startete sie 1996 als Programmiererin bei DaimlerChrysler. Dort machte sie rasch Karriere und war als Projektleiterin für die IT-Integration der beiden Vorläuferunternehmen sowie später als Program Manager für deren Trennung verantwortlich. 2010 wechselte Chamarthi als IT-Verantwortliche zu einem Energieunternehmen. Vier Jahre später kehrte sie in gleicher Position bei TRW in die Automobilbranche zurück. Im Sommer 2016 wurde Chamarthi zum Chief Digital Officer von ZF berufen.

Foto: Felix Kästle

**Torsten Gollewski**  
studierte Nachrichtentechnik und begann seinen Berufsweg zunächst bei einem Automobilzulieferer, bevor er im Jahr 2000 zu Audi wechselte. Dort trug er wesentlich dazu bei, die Audi Electronics Venture GmbH aufzubauen. Ab Ende 2013 war Gollewski Geschäftsführer der Automotive Safety Technologies GmbH, einem Gemeinschaftsunternehmen von Audi und Andata. Seit Mitte 2016 leitet er die Vorentwicklung von ZF und ist gleichzeitig Geschäftsführer der neu gegründeten Zukunft Ventures GmbH.

## „Im aktuellen Marktumfeld ist Geschwindigkeit eine entscheidende Größe.“

*Torsten Gollewski,  
Leiter Vorentwicklung*

**Gollewski:** Besonders wichtig ist künstliche Intelligenz für das hochautomatisierte oder gar autonome Fahren. Denn klassische Rechenverfahren arbeiten immer deterministisch und können nicht mit Restunsicherheiten umgehen. Ein hochautomatisiertes Auto muss jedoch wissen, was wahrscheinlich in der nächsten Sekunde passiert, ohne dass zuvor alle denkbaren Szenarien exakt definiert sind. Um das mit klassischer Software abzubilden, würde man unendlich lange programmieren und testen müssen. Daher setzen wir bei unserer Steuerung „ProAI“ für hochautomatisierte Fahrzeuge auf lernende Algorithmen.

**Sind solche Entwicklungen nicht eigentlich Aufgabe des Automobilherstellers?**

**Gollewski:** Die Automobilhersteller wandeln sich zunehmend zu Mobilitätsdienstleistern. Das führt dazu, dass wir als großer Zulieferer an anderer Stelle mehr Verantwortung übernehmen müssen. Dabei gibt es Nuancen, nicht nur zwischen den verschiedenen Herstellern, sondern auch von Fahrzeug zu Fahrzeug. Das stellt uns vor unglaublich spannende Aufgaben und das macht uns als Arbeitgeber sehr attraktiv.

**Hat ZF die notwendigen Softwareentwickler schon an Bord?**

**Chamarthi:** Wir bauen unsere Entwicklungskapazität derzeit weltweit massiv aus. Mit unserem jüngst in Hyderabad eröffneten Tech Center erschließen wir den indischen Markt für Softwareengineering. Dort werden wir bis zum Jahr 2020 eine Kapazität von 2500 Ingenieuren aufbauen und wir erwarten, dass drei Viertel von ihnen an neuer Software für ZF arbeiten.

**Gollewski:** Es ist außerdem unsere Aufgabe, die Entwicklungsmethodik permanent weiterzuentwickeln. Denken Sie mal an Funktionen, die ausschließlich auf Software basieren und die nachträglich in das Fahrzeug „geladen“ werden können. Jede Technologie-Innovation geht immer auch mit Prozess-Innovationen einher.

**Profitieren eigentlich auch klassische ZF-Produkte von digitaler Vernetzung?**

**Gollewski:** Langfristig alle, momentan schon einige. Nehmen Sie das Nutzfahrzeuggetriebe TraXon, das mit einer GPS-Anbindung und einer Schnittstelle zu Navigationsdaten vorausschauend und besonders kraftstoffsparend agiert. Durch die intelligente Schaltstrategie „PreVision GPS“ können Steigungen und Gefälle bereits im Vorfeld erkannt und bei der Wahl der Schaltzeitpunkte berücksichtigt werden.

**Wann hält das Internet der Dinge Einzug in die Produktionswerke von ZF?**

**Chamarthi:** Wir erproben „Industrie 4.0“-Technologien bereits intensiv. Einen Eindruck davon kann man sich im Werk Saarbrücken verschaffen. Dort fertigen wir Pkw-Getriebe in mehr als 1200 Varianten. Digitalisierung leistet hier einen wesentlichen Beitrag dazu, sowohl die Produktivität als auch die Prozessqualität zu steigern. Ein Beispiel: Die Kenntnis über den Aufenthaltsort jedes einzelnen Bauteils in Echtzeit hilft uns, die notwendigen Vorratsbestände im Werk zu verringern. Das spart uns bares Geld.

**Kann ZF das alles alleine umsetzen?**

**Chamarthi:** Wir werden sicherlich nicht alles alleine machen. Wir arbeiten daran, unsere Expertise mit digitalen Technologien zu kombinieren, und sind sehr rege dabei, mit traditionellen und neuen Partnern Innovationen und die bestmöglichen Produkte zu entwickeln. So sind wir beispielsweise eine

strategische Partnerschaft mit dem Digital Accelerator „Plug and Play“ eingegangen. Diese ermöglicht es Start-ups aus aller Welt, sich mit den Ideen und Möglichkeiten von ZF zu verknüpfen. Wir werden mit etablierten Unternehmen wie IBM oder Microsoft, Start-ups und unserem internen Netzwerk zusammenarbeiten, um das digitale Unternehmen ZF zu erschaffen.

**Und was passiert dann?**

**Gollewski:** Wenn wir in der Idee eines Start-ups großes Potenzial erkennen, fördern wir dieses gezielt, im Einzelfall bis hin zu einer Beteiligung. Dafür haben wir die Zukunft Ventures GmbH gegründet. Dabei ist es nicht unsere Intention, die Beteiligungen aus ihrer unternehmerischen Verantwortung zu entlassen. Der von uns letztes Jahr erworbene 40-Prozent-Anteil an Ibeo, einem auf Lasersensoren spezialisierten Anbieter, ist ein gutes Beispiel für unser Vorgehen.

**Chamarthi:** Parallel dazu erweitern wir unser Open-Innovation-Netzwerk, indem wir mit Hightech-unternehmen in Partnerschaften zusammenarbeiten. Ein Beispiel dafür ist das Bezahlsystem „Blockchain Car eWallet“, das wir gemeinsam mit Partnern entwickeln. Es wird die Abrechnung des Stromtanks für Elektroautos erleichtern. Die zugrunde liegende Blockchain-Technik kann zudem nützlich sein, um drahtlose Software-Updates im Auto zu ermöglichen.

**Wie koordinieren Sie die vielen Einzelideen?**

**Chamarthi:** Es existieren bereits vielfältige erfolgreiche Aktivitäten in den Divisionen und Geschäftsfeldern. Hinzu kommt die ZF-Denkfabrik als Ideenschmiede. Als Chief Digital Officer ist es meine Aufgabe, diese Aktivitäten zu orchestrieren und unsere Investments so zu gestalten, dass wir von einem fragmentierten Portfolio zu einer ganzheitlichen Ausrichtung kommen. Dies wird uns dabei helfen, Technologieführer bei automatisiertem Fahren, elektrifizierten Antrieben und integrierter Sicherheit zu werden.

**Gibt es für die digitale Transformation von ZF einen ganzheitlichen Plan?**

**Chamarthi:** Wir haben bereits eine sehr gute Basis und arbeiten an zahlreichen Initiativen. Um erfolgreich zu sein, müssen wir auf dieser Dynamik aufsetzen. Wir arbeiten derzeit an einer langfristigen Roadmap, müssen aber unser Unternehmen darauf vorbereiten, wachsam und agil zu bleiben, um immer auf den raschen Wandel des technologischen Umfelds reagieren zu können.

**Gollewski:** Im aktuellen Marktumfeld ist Geschwindigkeit eine entscheidende Größe. Deshalb tun wir gut daran, in flexiblen Netzwerken zu arbeiten. Aufgabe der Vorentwicklung bleibt es, neue Ideen in ein Gesamtsystem einzubetten, das alle Anforderungen erfüllt, die wir beim Auto voraussetzen. ■

# DER SILICON-VALLEY-FAKTOR

Wie lässt sich der kreative Spirit von Start-ups mit der langfristigen Ausrichtung eines etablierten Technologiekonzerns verbinden?

ZF zeigt, wie das geht: mit der Gründung der Zukunft Ventures GmbH und der Kooperation mit dem Start-up-Accelerator „Plug and Play“.

*Text: Andreas Neemann*

**Z**unehmendes Tempo kennzeichnet die Automobilbranche. In immer kürzeren Zeitabständen rollen modellgepflegte und neu entwickelte Fahrzeuge in die Showrooms der Autohäuser und danach zu den Kunden. Kaum ein Hersteller wartet noch die früher üblichen acht Jahre, bis er ein neues Modell auf den Markt bringt. Doch selbst die verkürzten Zyklen von etwa fünf Jahren sind Ewigkeiten, verglichen mit den Produkten der Elektronikindustrie. Dort erwarten

die Kunden nach einem Jahr eine Innovation; das zwei Jahre alte Modell eines Smartphones gilt als bereits veraltet.

Nun wachsen Automobil- und Elektronikbranche immer stärker zusammen. Das Auto agiert vernetzt, Software in Fahrzeugen wird immer mehr zum Innovationstreiber. Was das bedeuten kann, zeigte Tesla: Um die neuen Fahrerassistenzfunktionen von „Autopilot“ zu nutzen, mussten Tesla-Besitzer weder die Werkstatt ansteuern noch das Modell wechseln. Die neue Technik landete via Cloud über Nacht im

geparkten Fahrzeug und stand dem Fahrer am nächsten Morgen zur Verfügung.

## **Autos über die Cloud updaten**

Ein höherer Anteil an Software, kürzere Innovationszyklen, neue Geschäftsmodelle: All das betrifft auch Technologiezulieferer wie ZF. Dessen Anspruch ist es, intelligente mechanische Systeme bereitzustellen, die Fahrzeuge denken, sehen und handeln lassen. Dazu braucht das Unternehmen Innovationen und neue Ansätze – auch von außerhalb des

Konzerns. Eine Möglichkeit hierzu bietet seit dem Jahr 2016 die Zukunft Ventures GmbH, eine ZF-Tochter, mit der sich der Konzern an anderen Unternehmen beteiligen kann. „Vor allem für Start-ups bieten wir die Möglichkeit, zusätzliches Investitionskapital zu erhalten. Im Gegenzug bekommen wir einen weiteren Zugang zu zukunftsfähigen und wettbewerbsrelevanten Technologien“, beschreibt Torsten Gollewski die Win-win-Situation. Dass Gollewski sowohl Leiter Vorentwicklung des ZF-Konzerns ist als auch Geschäftsführer der Zukunft Ventures GmbH, zeigt die enge Verzahnung. Erste Beteiligungen sind bereits vollzogen. An der Hamburger Technologieschmiede Ibeo hat ZF einen Anteil von 40 Prozent. Beide Unternehmen werden eine neue Generation von Lidar-Sensoren für die Automobilbranche entwickeln. Sie sind für das autonome Fahren unabdingbar. Ebenfalls mit 40 Prozent beteiligt ist ZF am Softwarespezialisten Doubleslash in Friedrichshafen. Mit dem Unternehmen in der Nachbarschaft arbeitet ZF bereits seit Jahren beim Thema Fahrzeugvernetzung zusammen.

Foto: istockphoto.com

## **Start-ups auf die Sprünge helfen**

Ein weiterer strategischer Schritt in die Zukunft ist die Kooperation mit Plug and Play. Dies ist ein sogenannter Start-up-Accelerator mit Sitz in Sunnyvale, mitten im kalifornischen Silicon Valley. Die Zusam-

## **Kooperationen oder Beteiligungen schaffen für beide darin verbundenen Partner eine Win-win-Situation.**

menarbeit beantwortet die Frage, wie ZF die vielen Start-up-Unternehmen finden und sichten will, die für seine Technologiebereiche relevant sein könnten. Die Kalifornier sind seit Jahren auf diesem Feld aktiv, und das weltweit. Der Accelerator, der im vergangenen Jahrzehnt mehr als 2000

Start-ups auf die Sprünge geholfen hat, kennt die Automobilbranche. Die deutsche Niederlassung kooperiert über das Projekt „Startup Autobahn“ bereits intensiv mit dem Autohersteller Daimler sowie mit der Uni Stuttgart – und nun auch mit ZF.

Aus dem Sichten potenzieller Partner und einer ersten Kontaktaufnahme kann schnell ein konkretes Projekt werden. „Von der Zusammenarbeit mit Start-ups kann ZF in mehrfacher Hinsicht profitieren“, sagt Torsten Gollewski. Er verfügt aus früheren Tätigkeiten in der Automobilindustrie bereits über viel Erfahrung in der Zusammenarbeit mit jungen Technologieunternehmen. Unkonventionelle Ideenfindung, kreative neue Prozesse sowie ein insgesamt schnellerer Weg von der Idee zum Serienprodukt betrachtet Gollewski als große Vorteile. Aus diesem Grund ist es auch wichtig, dass die Start-ups nicht nur mit der Vorentwicklung des Konzerns zusammenarbeiten, sondern auch mit den Divisionen. Schließlich liegt dort die Verantwortung für die Serienprodukte von ZF – und letzten Endes für die Zeit bis zum Marktstart. ■





Solide Basis für zahlreiche Mobilitätskonzepte: das Intelligent Rolling Chassis.

# EINE BASIS – 1000 MÖGLICHKEITEN

Ein Rezeptvorschlag fürs Mobilitätsmenü von morgen: Einfach das fahrbereite Intelligent Rolling Chassis von ZF als Grundlage nehmen und dann Zutaten ganz nach individuellem Geschmack ergänzen.

*Text: Achim Neuwirth*

**S**ieht so die ferne mobile Zukunft aus? Wie jeden Morgen werden Ihnen von einer selbstfahrenden Frühstückstaxi ein heißer Kaffee, Smoothies und frische Backwaren geliefert. Anschließend chauffiert ein fahrerloses Carsharing-Fahrzeug die Kinder in die Schule, während Sie selbst auf dem Weg ins Büro sind – natürlich ebenfalls in einem autonom fahrenden Mietwagen. Sie haben sich ein Fahrzeug mit zwei

klappbaren, gegenüberliegenden Sitzbänken und einem mittigen Tisch bestellt – so können Sie mit einem Kollegen bereits auf der Fahrt eine Besprechung abhalten. Dank E-Antriebs stört Sie dabei auch kein lautes Motorengeräusch. Beim Aussteigen befehlen Sie dem Fahrzeug, Tisch und Sitze wegzuklappen, dann im Möbelhaus den Lounge-Sessel abzuholen und mit dem Einkauf vor der Wohnung zu warten; natürlich als mobile Packstation, damit auch die Pakete

Das Intelligent Rolling Chassis von ZF **ZEIGT DIE GROSSE FLEXIBILITÄT,** die dieser Designansatz zu künftigen Transportsystemen beisteuert.

Der Rinspeed Oasis (rechts) ist das erste Fahrzeug, das auf dem Intelligent Rolling Chassis basiert. Das wegklappbare Lenkrad (unten) sowie zahlreiche weitere Bauteile zur Konzeptstudie stammen von ZF.

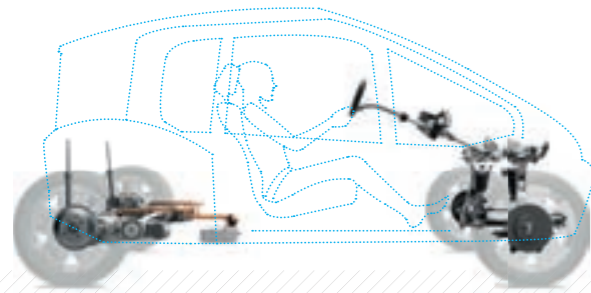


Fotos: ZF, Rinspeed

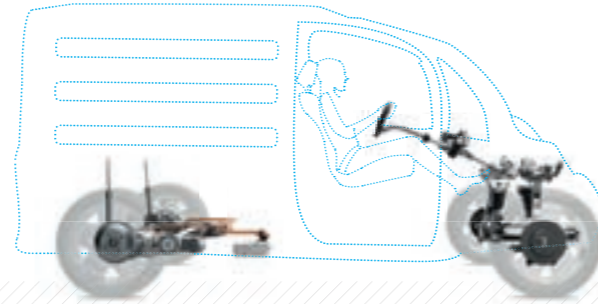
der Nachbarn noch unterkommen. Der Nachmittag verspricht Frühlingssonne. Deshalb entschließen Sie sich, für den Heimweg wieder ein Carsharing-Fahrzeug zu reservieren, nur diesmal in der Cabrio-Version, mit ein bisschen mehr Motorleistung für die Landstraße sowie mit klassischer Lenkradsteuerung. Fahrspaß sollte schließlich nicht immer nur den Autos selbst überlassen sein.

## Ein Chassis – unzählige Designmöglichkeiten

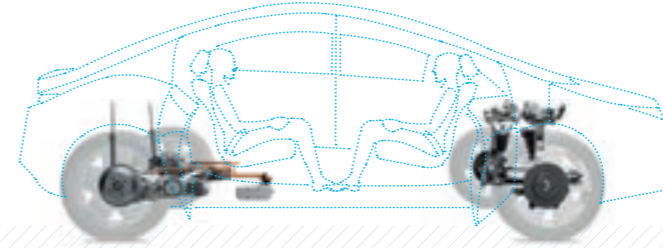
Ist das alles nur eine Vision von urbaner Mobilität? Punktuell mag das noch so sein, aber wir sind bereits heute näher an ihrer Verwirklichung, als vielen von uns bewusst ist. Schließlich existiert und funktioniert schon heute das von ZF in Eigenregie verwirklichte Intelligent Rolling Chassis (IRC). Mobilitätsanbietern, ganz gleich, ob sie als Fahrzeughersteller längst etabliert sind oder gerade erst starten, verschafft das fahrbereite Plattformkonzept von ZF einen zentralen Vorteil. Um eigene, vollelektrische Transportmittel auf vier Räder zu stellen, benötigen sie nur noch einige Extrazutaten: Zu nennen sind hier Batteriesystem, Aufbau/Karosserie sowie Interieur. Die IRC-Anwendungspremiere im Rinspeed Oasis hat gezeigt, wie einfach und schnell sich attraktive E-Auto-Ideen auf dieser ZF-Basis funktionssicher darstellen lassen. Das jeweilige Transportmittel soll auch noch automatisiert fahren, über einen besonders guten integrierten Insassenschutz verfügen und intelligente HMI-Features bieten? Selbst dafür finden sich bei ZF alle Systeme. Dennoch plant der Technologiekonzern nicht, zum autobauenden OEM-Konkurrenten zu werden; ▶



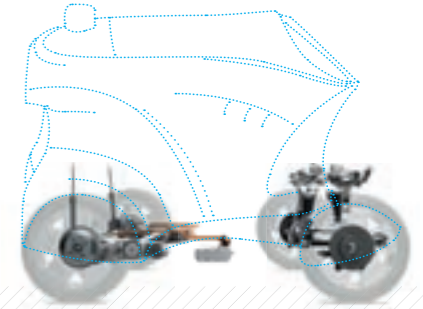
Elektrischer Kompaktwagen



Elektrisches Zustellfahrzeug



Autonomer Pkw



Autonomes Transportsystem

*Steckbrief*

# Intelligent Rolling Chassis (Grundvariante)

**Definition**

Hochflexibles Plattformkonzept für elektrische urbane Fahrzeuge

**Abmessungen**

Variabel: von der Kleinstwagendimension bis zur Größe eines Kompaktwagens

**ZF-Antrieb****Elektromotorkonzept:**

Permanentmagnet-Synchronmotoren (weitere optional möglich), radnah

**Leistung:** 2 x 40 kW

**Drehmoment (Hinterachse):** 1400 Nm

**Drehzahl (max.):** 21 000 pro Min.

**Getriebe:** 1-Gang-Getriebe, jeweils in das Motorgehäuse integriert

**ZF-Fahrwerk**

**Vorderachse:** Doppel-Querlenker-

Einzelradaufhängung, bis zu 80° Lenkwinkel

**Hinterachse:** Achssystem mit integriertem elektrischen Antrieb

**Lenkung:** Elektromechanische Servolenkung (EPS)

**Fahrleistung**

**Beispiel Rinspeed Oasis:**

**Beschleunigung (0–100 km/h):** ca. 9 Sek.

**Höchstgeschwindigkeit:** 150 km/h

vielmehr will er ein stärkerer Partner sein als jemals zuvor. Dies kann nur vorteilhaft sein beim aktuell „größten Wandel seit der Erfindung des Automobils“, von dem Autoexperten unisono sprechen.

**Mechanik, intelligent verknüpft**

Apropos Veränderungen und Zukunft: Als Begriff und Grundkonzept haben die „Rolling Chassis“ bereits eine lange Tradition. Von den 1920ern bis in die 1950er-Jahre waren sie im Automobilbau weit verbreitet und beliebt; bis heute ist das noch der Fall für Nutzfahrzeuge wie Lkw und Busse. Je mehr verschiedene Aufbauvarianten gefragt sind, desto attraktiver wird es für Fahrzeuganbieter, sich die komplexe Verbindung aus Rahmen, Antrieb und Fahrwerk samt Lenkung und Bremsen bereitstellen zu lassen – natürlich von ausgewiesenen Spezialisten wie ZF. Außerdem hat der Technologiekonzern dem neuen, flexiblen IRC-Plattformkonzept etwas mitgegeben, das es grundlegend von bisherigen „Rolling Chassis“ abgrenzt und besonders zukunftsfähig macht: die Zusatzbezeichnung „intelligent“ oder, genauer gesagt,

den ganzen Mobilitätsfortschritt, der in diesem Begriff implizit verdichtet ist.

Das Kluge am IRC offenbart sich dem Betrachter rasch: Im Heck wirkt die Electric Twist Beam (eTB), eine Verbundlenkerachse, in die der saubere Antrieb in Form von zwei kräftigen, radnahen Elektromotoren integriert ist. Vorn im Chassis arbeiten eine innovativ konstruierte Einzelradaufhängung und die elektromechanische ZF-Lenkung zusammen – und zwar so, dass der Lenkwinkel auf bis zu 80 Grad ansteigt. Das sind 50 Prozent mehr, als gängige Vorderachsen heute maximal zulassen. So verhilft das Intelligent Rolling Chassis jedem darauf aufbauenden Fahrzeug für den Personen- oder Warentransport zu einer hohen Agilität. Wende- und Einparkmanöver auf engstem Raum gelingen damit spielend.

**Angewandte Kunst der Vernetzung**

Damit auf dem IRC basierende Fahrzeuge auch aus dem Stand bei voll eingeschlagenen – in diesem Fall quasi quer zur Fahrtrichtung stehenden – Vorderrädern losfahren können, müssen die lenkende Front und das antreibende Heck schlau zusammenarbeiten. Das tun sie mit der Torque-Vectoring-Funktion. Diese reguliert die Motorenkräfte bei Bedarf so individuell an den zwei Hinterrädern, dass diese die nötige Einlenkbewegung beim Anfahren aktiv unterstützen. Die Funktion selbst sitzt in der sogenannten IRC ECU (Electronic Control Unit), dem zentralen, alles vernetzenden Elektronikgehirn des Chassis. Dieses elektronische Steuergerät von ZF managt die Fahrstrategie insgesamt. Dazu zählen sämtliche Längs- sowie Querdynamikfunktionen und sogar das Rekuperieren beim Verzögern. Und es bringt alle Schnittstellen für fortschrittliche Assistenzsysteme mit. Das prädestiniert das IRC auch als Plug-and-play-Basis für hochautomatisierte oder autonome Transporter.

Der Schlüsselfaktor „Intelligenz“ prägt auch den Rahmen des IRC, der mehr leistet als nur die Fahrwerk- und Antriebsinnovationen an Vorder- und Hinterachse mechanisch zu verbinden, denn sein Boden ist komplett eben. Er nennt sich wahlweise auch Flat-floor-Design oder Skateboard, letzteres aufgrund der

Das dicke Plus des IRC ist die

**INTELLIGENTE VERKNÜPFUNG**  
der mechanischen Komponenten von  
Lenkung, Antrieb und Fahrwerk durch  
die Electronic Control Unit (ECU).



Das IRC kann auch Basis für autonome Liefercontainer sein.

Beim IRC ist die Inneneinrichtung des Fahrzeugs genauso hochflexibel wie dessen Karosserie.



Fotos: istockphoto.com (2)

# ZUSTELLUNG 4.0

Die Logistik wird sich aufgrund der steigenden Ansprüche der Kunden und neuer technologischer Möglichkeiten massiv verändern. Wir wagen einen Blick in die Zukunft.

Text: Melanie Stahr

Illustrationen: ETM Verlag

**D**er Kunde ist König. Auch im Internet. Wo der Konsument sich nicht mehr nach Ladenöffnungszeiten richten muss und Bestellungen rund um die Uhr möglich sind, verändern sich auch die Ansprüche an die Liefertempo. Die Frage lautet dann nicht mehr: Zustellung in zwei bis drei Werktagen oder per Expressversand über Nacht, sondern: noch am selben Tag oder binnen weniger Stunden. Die wachsende Vorliebe fürs Internetshopping spiegelt sich deutlich in Zahlen wider: 2015 wurden allein in Deutschland drei Milliarden Pakete verschickt – eine Milliarde mehr als noch im Jahr 2005. Dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren durch die steigende Flut an Onlinebestellungen noch verstärken.

Sichtbar werden die Herausforderungen des wachsenden Paketmarkts besonders auf den innerstädtischen Straßen: Individuelle Lieferwünsche, Umwelt- und Lärmzonen, Reglementierung des Zulieferverkehrs und Anforderungen an eine sichere Lieferkette bestimmen hier das Spielfeld der Zustellbetriebe – bei gleichzeitigem Kosten- und Innovationsdruck. Wie die Branche auf die Veränderungen reagiert und aus welchen Trends auf den letzten Zustellmetern künftig Standards werden, damit befasst sich ZF in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) in der aktuellen ZF-Zukunftsstudie „Die letzte Meile“. Hier präsentieren wir Ihnen daraus die wichtigsten Erkenntnisse.

Hier erfahren Sie mehr zur ZF-Zukunftsstudie:



# 1

Zustellroboter

## Aus der Luft oder zu Land?

Kommt das Päckchen in naher Zukunft nicht mehr im Transporter, sondern über den Luftweg zu uns nach Hause? Der Online-Riese Amazon oder auch die Deutsche Post DHL testen bereits die Luftzustellung via Drohne über ausgesuchten Gebieten. Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen vom Fraunhofer IML, wissenschaftlicher Leiter der ZF-Zukunftsstudie, steht einem flächendeckenden Einsatz aber dennoch skeptisch gegenüber: „Die Drohne wird nicht zum Standardverkehrsmittel auf der letzten Meile werden. Dagegen sprechen die Sicherheitsrisiken im Luftraum und das Bedürfnis der Bewohner nach Privatsphäre und Ruhe.“ Wahrscheinlicher ist vor allem in ländlichen Gebieten die Zustellung mittels selbstfahrender Zustellroboter. Das bedeutet aber kein generelles Aus für die Transportdrohne: In den Metropolen könnte sie etwa bei überlasteter Infrastruktur Eilzustellungen übernehmen. In abgeschnittenen Regionen, für die bisher kein Transportmittel existierte, bietet der Einsatz von Drohnen ebenfalls die geeignete Lösung.



Autonome Lieferung: In ländlichen Gebieten werden in Zukunft selbstfahrende Zustellroboter die Bestellung nach Hause bringen.

# 2

Autonomes Fahren

## Mensch und Roboter liefern Hand in Hand

Autonomer wird die „letzte Meile“ nach Prognose der ZF-Zukunftsstudie in jedem Fall: Die Spanne reicht von selbstständig fahrenden Zustellrobotern bis hin zu Lkw, die autonom an die Rampe im Betriebshof rangieren. Für die direkte Zustellung bieten fahrerlose Vehikel eine effiziente Lösung, den steigenden Kundenanforderungen und höheren Lieferfrequenzen nachzukommen. In ländlichen Gebieten wird es zunehmend schwierig, Fahrpersonal zu finden. Hier wird der Einsatz automatisierter Pakettransporter helfen, überhaupt einen Versand

bis zur Haustür zu akzeptablen Kosten anbieten zu können. Schon heute testet der Paketzulieferer Hermes den Einsatz von solchen selbstfahrenden Lieferrobotern. Diese können eine maximal 15 Kilogramm schwere Fracht bis zu fünf Kilometer weit befördern. Überflüssig werden die Fahrer aber auch in Zukunft nicht: In Städten sind Szenarien denkbar, in denen das Fahrzeug dem Zusteller selbstständig folgt, während sich dieser mehr auf die Auslieferung und die Interaktion mit den Empfängern konzentrieren kann.

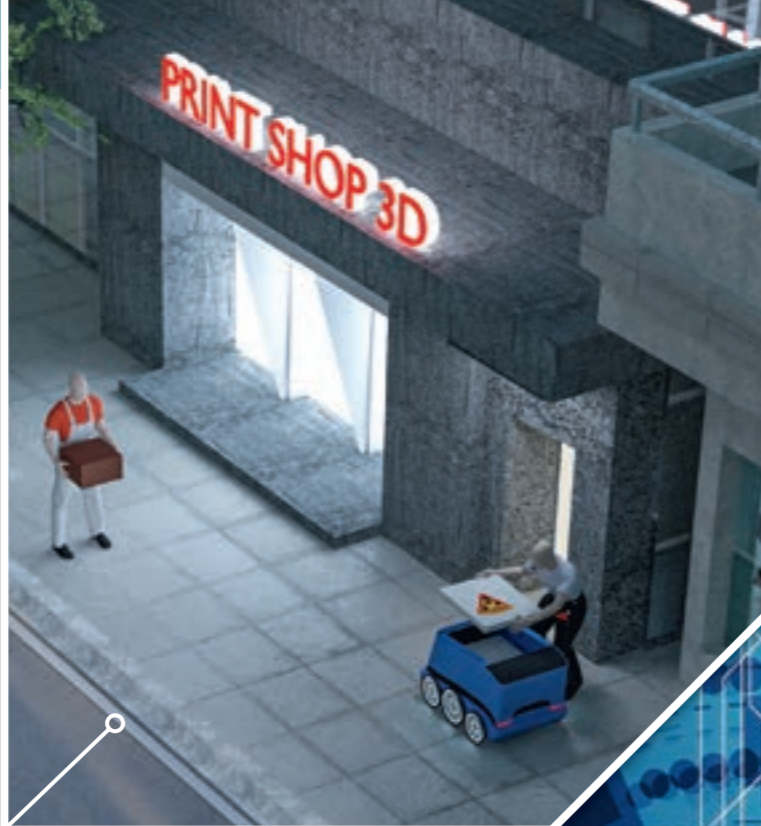
Die letzte Meile wird zunehmend autonom beliefert: Selbstfahrende Transporter folgen dem Zusteller auf seinem Weg von Tür zu Tür.

3

*Neue Technologien*

## 3D-Drucker verkürzen Wege

Für die größten Veränderungen in der Logistik werden vor allem solche Technologien sorgen, die nicht nur die Form der Zustellung beeinflussen, sondern Transporte überhaupt unnötig machen. Die ZF-Zukunftsstudie 2016 kommt zu dem Ergebnis, dass der 3D-Druck ähnlich starke Auswirkungen auf die gesamte Logistikbranche haben könnte wie seinerzeit die Einführung der E-Mail auf die Briefzustellung. Viele Güter müssten dann dank additiver Fertigung nicht mehr in den klassischen Fertigungsstandorten hergestellt werden, sondern ließen sich direkt in Empfängernähe produzieren. Das wird man auch in den Innenstädten sehen: Wo früher Copyshops für Papierausdrucke und -kopien standen, könnten dann 3D-Druckläden zur Abholung der bestellten Waren das Straßenbild prägen. Ganz ohne Transporte kommt aber auch dieses Zukunftsszenario nicht aus: Die letzte Meile entfällt hier nur für das fertige Endprodukt, nicht aber für die Rohstoffe, die als Ausgangsmaterial für den 3D-Druck benötigt werden.



Neue Technologien sorgen für große Veränderungen auf der letzten Meile: 3D-Shops gehören in Zukunft zum Stadtbild.

4

*E-Mobilität*

## Ziel „Zero Emission“

Gerade in den Ballungsräumen wird die Belieferung auf der letzten Meile zur Herausforderung, wenn sich in Stoßzeiten die Zusteller mit anderen Verkehrsteilnehmern die Straßen teilen müssen. Durch elektrische Antriebe können Kurierdienste künftig auf die Nachtstunden verschoben werden – eine Entlastung des Straßenverkehrs, der dank des leisen E-Antriebs nicht mehr als Lärmbelästigung empfunden

wird und zudem Treibstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert. „Die Elektromobilität wird künftig in der Logistik eine ganz entscheidende Rolle spielen – sowohl im innerstädtischen Bereich als auch in den Megacities“, sagt Fredrik Staedtler, Leiter der ZF-Division Nutzfahrzeugtechnik. Dass E-Nutzfahrzeuge in Zukunft auf vielen gefahrenen letzten Meilen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren ersetzen können, zeigen schon heute verschiedene Pilotprojekte der Paketdienste. Zum Beispiel taten sich bereits die Deutsche Post DHL und das Aachener Start-up Streetscooter erfolgreich zusammen. Das Ergebnis ist ein alltags-tauglicher E-Transporter für den urbanen Einsatz.



E-Transporter verbessern nicht nur die CO<sub>2</sub>-Bilanz in den Städten: Die Lebensqualität der Einwohner steigt auch durch die geringere Lärmbelästigung.

5

*Konsumverhalten*

## Blitzschnelle Lieferung dank kurzer Wege

Zierpflanzen, leicht verderbliche Waren, Blumen und Lebensmittel hatten früher eines gemeinsam: das Abholprinzip. Sie wurden in Fachgeschäften vom Kunden ausgesucht, vor Ort bezahlt und selbst nach Hause transportiert. Was dann mit dem Pizzaboten als lokal begrenztes Angebot begann, hat der E-Commerce als Bedürfnis beim Konsumenten noch verschärft: Nicht nur bei Frischware fordern Kunden eine immer schnellere Zustellung, häufig noch am selben Tag, nicht selten aber innerhalb weniger Stunden. Dabei erhöhen sich die

Anforderungen an den Transportprozess. Dies gilt ganz besonders für die Frischelogsistik: Um zu garantieren, dass die Ware unversehrt beim Empfänger ankommt, muss die Bestellung bereits beim ersten Versuch erfolgreich an den Kunden ausgeliefert werden. Ohne individualisierte Zustellungskonzepte und kürzere Anfahrtswege sind diese Anforderungen nicht zu realisieren – in der Folge werden lokale Distributionszentren näher zum Kunden rücken und dezentraler organisiert sein.



Individuelle Zustellkonzepte: Sensible Waren wie Lebensmittel müssen oftmals binnen weniger Stunden beim Empfänger sein.

## „Wir werden mit passgenauen Lösungen den technologischen Wandel in der Logistik mitgestalten.“

*Fredrik Staedtler,  
Leiter der ZF-Division Nutzfahrzeugtechnik*

Foto: ETM-Verlag/istockphoto.com



6

*Digitalisierung*

## Neue Arbeitsabläufe

Die Logistikbranche begegnet dem Trend zu immer individuelleren Dienstleistungen mit einer zunehmenden Digitalisierung des Zustellprozesses. Dank vernetzter Systeme können Bestellungen und Transportanforderungen antizipiert werden, bevor sie notwendig werden. Im Idealfall befindet sich die Ware bereits während der Bestellung in unmittelbarer Nähe zum Kunden. Sendungstracking, Datenkommunikation oder proaktive Kundeninformation tragen schon heute dazu bei, die bestehenden Abläufe auf der letzten Meile entscheidend zu verbessern. Dies gilt speziell für die Fahrplan-, Touren- und Routenplanung, aber auch für die Bestimmung geeigneter Standorte für Verteilzentren. Wesentliche Voraussetzung ist, dass Organisationen und ihre Mitarbeiter lernen, mit größeren Datenmengen umzugehen, um fundierte Entscheidungen zu treffen. Vertrauen in Integrität, Sicherheit vor unbefugtem Zugriff und Datenschutz sind dafür essenziell.

Neues Prozessdenken:  
Die Digitalisierung der letzten Meile beginnt in den Köpfen der Mitarbeiter.



Thomas Herpich,  
Senior Manager  
Legislation and  
Regulatory Affairs  
bei ZF, ist regelmäßig  
im Austausch mit  
den zuständigen  
Verbraucherschutz-  
organisationen und  
den Behörden.

# MIT SICHERHEIT GUT BEWERTET

Unabhängige Organisationen wie NCAP testen die Sicherheit neuer Fahrzeuge. Dies trägt nicht nur dazu bei, die Zahl der im Straßenverkehr Verletzten und Getöteten zu senken, sondern regt Autohersteller und Zulieferer auch zu Innovationen an.

Text: Norbert Giesen

An den Rennwochenenden der Formel 1 flimmert der Fortschritt in der Sicherheitstechnik eher unauffällig ins Wohnzimmer. Wenn etwa ein Formel-1-Fahrzeug heute in einen Crash verwickelt ist oder mit Tempo 300 von der Strecke abkommt und in Reifenstapeln landet, steigen die Formel-1-Piloten aus dem zertrümmerten Wagen, als sei nichts geschehen. Dabei haben zuvor gewaltige Kräfte auf die Struktur des F1-Boliden gewirkt. Die moderne Fahrzeugarchitektur hat den menschlichen Körper vor Verletzungen bewahrt. Noch vor wenigen Jahrzehnten waren derartige Unfälle absolut tödlich.

Was ist geschehen? Die Struktur der Fahrzeuge ist per Computersimulation ausgeklügelt, der hochfeste Karosseriewerkstoff hält höchsten Belastungen stand und die Piloten sind optimal ins Fahrzeug integriert, ausgestattet mit einem Helm, der seinerseits ein Hightechprodukt ist. Wie viel

davon hat es von der Rennstrecke auf die Straße geschafft? Weder Helm noch Monocoque. Konstruktiv haben klassische Pkw und Rennwagen nichts gemeinsam. Aber das Verständnis, welche Voraussetzungen fürs Überleben wichtig sind, und die stark gestiegenen Rechnerleistungen haben die Fahrzeugsicherheit auf den Straßen drastisch erhöht.

## Starker Rückgang tödlicher Unfälle

Verzeichnete die Unfallstatistik noch im Jahr 1985 rund 10 000 tödliche Verkehrsunfälle in Deutschland, sank die Zahl der Unfälle mit Todesfolge um zwei Drittel auf knapp 3500 im Jahr 2015 – und das bei nahezu verdoppeltem Fahrzeugbestand. Ähnlich die Entwicklung in den USA: Im Vergleichszeitraum stieg die Zahl der motorisierten Fahrzeuge um rund 100 Millionen, während die Zahl der Unfalltoten um rund 20 Prozent sank.

Für diese Entwicklung mitverantwortlich ist auch eine Institution mit dem Namen „New Car Assessment Program“, besser bekannt unter dem Kürzel NCAP. Was heute wirkt wie eine weltumspannende Verbraucherschutzorganisation, sind zehn unabhängige Ratingagenturen. Sie haben sich die sicherheitsrelevante Bewertung von Neufahrzeugen auf die Fahnen geschrieben. Die Einzelorganisationen entstanden zwischen 1978 (US NCAP) und 2006 (China NCAP). Sie entwickelten Testverfahren, um die Crash-Eigenschaften von Pkw zu standardisieren. Im Mittelpunkt steht der Insasse: Je besser er geschützt wird, desto höher die zu erreichende Punktzahl. Bewertungen erfolgen in Form von Sternen – maximal fünf sind möglich. Fahrzeuge mit niedrigen Ratings lassen sich heute kaum noch verkaufen.

*Euro NCAP*

## Test von Sensoren

Ab 2018 werden die Ansprüche im Euro NCAP an vorausschauende Radar- und Kamerasensoren erweitert. Damit wird Technologie, die für das automatisierte oder autonome Fahren notwendig ist, den Ausschlag geben zum Erreichen der Höchstpunktzahl von fünf Sternen.

## Unterschiedliche Testschwerpunkte

Der Kriterienkatalog war und ist jedoch nicht in allen Ländern gleich. Jede NCAP-Organisation betrachtet die spezifischen Unfallarten und Schwerpunkte in ihrer Region unterschiedlich. So verzeichnet die Unfallstatistik der USA deutlich mehr „Allein-Unfälle“, wenn beispielsweise Fahrzeuglenker wegen Übermüdung auf den endlos langen Highways von der Fahrbahn abkommen und sich überschlagen. Daher ist der Überschlag von Fahrzeugen ▶

Foto: Katrin Binner, istockphoto.com

auch Teil des US-NCAP-Tests. In Europa sind Unfälle mit anderen Verkehrsteilnehmern häufiger. Deshalb fokussieren die Euro-NCAP-Prüfszenarien stärker darauf.

**Impulse für Techniker und Gesetzgeber**

Doch die Organisationen geben auch Impulse in Richtung Ingenieure und Gesetzgeber. So berücksichtigte NCAP nach und nach auch elektronische Assistenzsysteme wie das Elektronische Stabilitätsprogramm (ESP) und baute das Bewertungssystem über den eigentlichen Crashtest hinaus aus. Die Logik: Ein Fahrzeug, das leichter zu beherrschen ist, gerät nicht so schnell in kritische Situationen. Euro NCAP vergab im Jahr 2009 erstmals Punkte für ESP-Systeme. Nur zwei Jahre später wurde ESP für Neuwagen gesetzlich vorgeschrieben. In Roadmaps legen die NCAP-Verantwortlichen offen, welche Sicherheitskriterien sie künftig wie bewerten – und das weit im Voraus. So können Entwickler bei Autoherstellern und Zulieferern sich darauf einstellen. Auch weitet sich der Fokus: Neben den Fahrzeuginsassen haben die NCAP-Tester zunehmend die schwächeren Verkehrsteilnehmer wie Fußgänger und Radfahrer im Blick. Heute besteht der Anforderungskatalog im Euro NCAP aus vier Hauptkapiteln: Erwachsenenschutz, Kinderschutzsysteme, Fußgängerschutz und Assistenzsysteme.

„Das wird die Entwicklung von Assistenzsystemen, insbesondere von vorausschauenden Systemen, weiter beschleunigen“, erklärt Thomas Herpich. Der Senior Manager Legislation and Regulatory Affairs & System Engineering V & V bei ZF steht in ständigem Dialog mit den Gesetzgebern und den Ratingagenturen. Seit Jahren findet ein regelmäßiger Austausch mit den zuständigen Verbraucherschutzorganisationen und den jeweiligen Gesetzgebungsorganen statt. Intelligent entwickelte Sicherheitssysteme tragen dazu bei, die Verkehrssicherheit weltweit zu erhöhen. Die damit verbundenen Herausforderungen an die Ingenieure sind durchaus willkommen: „Unser Job ist es, die Sicherheit zu erhöhen. Wir müssen uns ständig neuen Aufgaben mit techni-

# „Die NCAP-Anforderungen beschleunigen die Entwicklung bei Assistenzsystemen.“

*Thomas Herpich,  
Legislation and Regulatory Affairs*

schen Lösungen stellen, um dieses Ziel zu erreichen. Unsere Systeme retten Leben“, sagt Herpich.

Zu tun gibt es einiges, gerade vor dem Hintergrund künftiger automatisierter Fahrfunktionen. Hier ist vor allem die Rückübergabe der Verantwortung heikel, wenn das System dem Fahrer signalisiert: „Bitte das Kommando wieder überneh-

men!“ Da reichen optische oder akustische Signale möglicherweise nicht aus. „In diesem Fall könnte beispielsweise ein Gurtimpuls für die nötige Aufmerksamkeit sorgen“, beschreibt Herpich einen denkbaren Lösungsweg. Der klassische Sicherheitsgurt, ursprünglich entwickelt, um die passive Sicherheit zu erhöhen, übernimmt hier eine Kommunikationsfunktion in der aktiven Sicherheit. An diesen Zweck hatten die Erfinder des Gurts zu ihrer Zeit bestimmt noch nicht gedacht.

**Einsatz noch realistischerer Dummies**

Einen Schritt weitergehen muss es auch bei der passiven Sicherheit. Heute gibt es in den USA eine häufige Unfallart, für die die „National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)“, die für die Tests zuständig ist, ein Testverfahren entwickelt hat. Simuliert wird ein Abbiegeunfall: Eine knapp 2,5 Tonnen schwere

mobile Barriere rast mit Tempo 90 auf ein stehendes Fahrzeug: in einem Winkel von 15 Grad und mit 35 Prozent Überdeckung. Getestet wird mit einer neuen Dummy-Generation, die den Namen THOR trägt (Test device for Human Occupant Restraint). Dieser Dummy-Typ ist menschenähnlicher und erfasst weit mehr Daten als seine Vorgänger. THOR registriert Belastungen, die zuvor verborgen blieben.

*China NCAP*

## Schutz für Fußgänger

China NCAP will künftig stärker eigene Akzente setzen. Ab 2018 soll der Fußgängerschutz in den Bewertungskatalog aufgenommen sein. Dann wird voraussichtlich auch die automatische Notfallbremse getestet.

Fotos: ZF, istockphoto.com

*US NCAP*

## Neuer Crashtest

Für die beste Bewertung müssen Autos von 2020 an den geplanten Oblique-Moving-Deformable-Barrier-Crashtest bestehen. Dabei wird ein neuer Dummy eingesetzt, der mehr Daten erfasst und die Auswirkungen auf den menschlichen Körper realistischer wiedergibt.



**Herausforderung passive Sicherheit**

Im Fokus stehen auch die Frontpassagiere: Für Fahrer und Beifahrer entwickelt ZF spezielle Airbags. Sie sind mit dem Begriff „Luftsack“ allerdings nur unzureichend beschrieben. Für den erwähnten Crashtest vom Typ „Oblique Moving Deformable Barrier“ (OMDB) entwickelten die ZF-Ingenieure ein System aus Front- und Curtainairbags mit speziellen Kammern in V-Form oder U-Form. „Die spezielle Geometrie deckt die Region der A-Säule und der Instrumententafel ab; sie verhindert den Kopfkontakt mit diesen Bauteilen“, so Dirk Schultz. „Den Beifahrer schützt bei extremen Bewegungen nach vorne links der ‚Parallel-Cell-Beifahrerairbag‘, der sich zur Fahrzeugmitte hin verbreitert. Beide Airbagsysteme sind so ausgelegt, dass sie auch die Abrollbewegung des Kopfes dämpfen“, ergänzt der Vice President Global Engineering Airbags & Inflators bei ZF.

Vor dem Hintergrund des autonomen Fahrens müssen Ingenieure jedoch noch weiter denken. Während heute die Insassen eines Fahrzeugs, und hier vor allem der Fahrer, eine definierte Position einnehmen und mit einem bestimmten Abstand zu Lenkrad und Pedalerie agieren, wird es bei künftigen Innenraumkonzepten Situationen geben, in denen der Fahrer sich vollständig von der Idealposition entfernt hat. Sollte sich dann ein Crash ereignen, reichen Airbagsysteme, wie wir sie heute kennen, möglicherweise nicht mehr aus. Um die alternativ positionierten Insassen ausreichend zu schützen, werden wohl modifizierte oder zusätzliche Schutzsysteme notwendig. Das ist mit

ein Grund dafür, auf dem Gebiet der passiven Sicherheit weitere Anstrengungen zu unternehmen – zusätzlich zur Einführung von aktiven Sicherheitssystemen, die Unfälle zu verhindern helfen.

Während in den Industrieländern die Sicherheitsstandards kontinuierlich erhöht werden, sind viele Schwellenländer erst dabei, Basisstandards zu etablieren. Indien plant, bis zum Jahr 2020 zum drittgrößten Automarkt aufzusteigen. Aktuell verzeichnet das Land nach WHO-Angaben mehr als 200 000 Verkehrstote im Jahr. Bis zu 20 Prozent davon sind Autoinsassen. Mit ein Grund: Airbags oder eine stabile Fahrzeugstruktur finden sich noch viel zu selten. Das ändert nun das im Jahr 2011 gegründete Bharat NCAP: Seit Januar 2015 existieren Vorschriften für Front- und Seitencrashes, in einer zweiten Stufe wird eine NCAP-Prüfung erfolgen.

**Aufholjagd in China**

Und was tut sich in China? „Das chinesische NCAP wird nicht einfach den europäischen oder den US-Standards folgen, sondern künftig eigene Akzente setzen: bei passiver Sicherheit, beim Fußgängerschutz, bei aktiver Sicherheit inklusive automatischer Notbremsung sowie bei Kraftstoffeffizienz bis hin zu Spannungsschutz bei Hybrid- und reinen E-Fahrzeugen“, sagt Chris Wu. Er ist Engineering Director Occupant Safety Systems bei ZF in China. Im Gegensatz zu Indien und China hat in Europa Top-Sicherheitstechnik inzwischen selbst das Volumensegment erreicht. So enthält der neue Ford Fiesta gleich 15 Assistenzsysteme, die noch vor wenigen Jahren der Luxusklasse vorbehalten waren. ■

Die automatische Notfallbremse wird künftig Teil des chinesischen NCAP-Testverfahrens.



Schutzkleidung ist Pflicht bei der Bedienung des 3D-Metalldruckers.

# KOMPETENZ UND KARRIERECHANCEN

Mit dem kürzlich erfolgten Ausbau des Forschungs- und Entwicklungszentrums im tschechischen Pilsen hat ZF seinen Standort in Osteuropa gestärkt.

Text: Ulrich Safferling  
Fotos: Dominik Gigler

**D**obrý den! Guten Tag!“ Standortleiter Dr. Mathias Eickhoff begrüßt seine tschechischen Kollegen zur Dienstagskonferenz. Mit dem Basis-Wortschatz klappt es bei dem Westfalen nach anderthalb Jahren Sprachunterricht schon ganz gut, aber Konferenzsprache ist Englisch. „Bei den Fachthemen ist die Konzernsprache für alle Beteiligten einfacher und schneller“, sagt er lachend. Die Abteilungsleiter berichten, Mathias Eickhoff hakt nach, entscheidet. „Wir haben hier ein hochmotiviertes Team junger Ingenieure“, sagt er. „Unser Schwerpunkt liegt bei der Softwareentwicklung. Deshalb kommen viele Hochschulabsolventen, aber auch Berufserfahrene aus Pilsen und Prag gern zu uns.“

ZF Engineering Pilsen liegt strategisch günstig direkt an der Universitätsstraße neben den wissenschaftlichen Instituten.

Pilsen und Tschechien böten viele Vorteile als Standort, erklärt Mathias Eickhoff: die Nähe zur deutschen Grenze, die zentrale Lage in Europa, die qualifizierte Ausbildung an den technischen Hochschulen und nicht zuletzt die Kommunikation, denn viele junge Tschechen sprechen Deutsch oder Englisch. „Das macht den Standort attraktiv und ist ein guter Grund, sich hier stärker zu engagieren“, betont Eickhoff. Derzeit arbeiten 270 Ingenieure an neuen Entwicklungen, weitere werden gesucht. „Aktuell können wir gar nicht so viele Mitarbeiter rekrutieren, wie wir brauchen. Zurzeit haben wir 25 offene Ingenieursstellen.“

Teamleiter Pavel Srnka und Test-Koordinator Václav Podlena studieren am Bildschirm ein Prüfprotokoll. Sie testen Sicherheitsfunktionen an einem Nutzfahrzeuggetriebe. Und wo ist das Getriebe? „Das brauchen wir nicht“, sagen die

beiden. „Wir arbeiten mit einer Simulation und checken die Software auf Fehler.“ Und wenn sie welche finden? „Dann geben wir die an die Kollegen in der Entwicklung weiter und kriegen später eine neue Version zurück.“ Solche Tests können zwei Stunden oder auch bis zu zwei Wochen dauern.

Mehr als zwei Drittel der Ingenieure bei ZF Pilsen arbeiten an Softwareentwicklungen und im Softwaretest. Da keine moderne Technik mehr ohne Softwaresteuerung auskommt, wird hier viel Zuarbeit für andere ZF-Standorte geleistet. „Das läuft über die Bedarfs- und Kostenplanung“, sagt Mathias Eickhoff. „Man schaut konzernweit, wer hat die Kapazität und Kompetenz und kann zu welchem Preis die Entwicklung übernehmen.“

## Einzigartige Möglichkeiten

Verglichen mit den Büros der Softwareteams im ersten Stock wirken die Werkräume im alten Gebäude wie eine längst überholte Welt. Doch auch hier steht der Fortschritt, und zwar in Form eines 3D-Metalldruckers, des ersten und einzigen bei ZF. Mittels Laser wird Metall quasi gedruckt. Letztlich schmilzt er Aluminium- oder Stahlpulver Schicht um Schicht und baut ein dreidimensionales Werkstück auf. Die Vorteile sind offensichtlich. „Wir sind schneller und günstiger, als wenn wir eine konventionelle Produktion aufziehen müssten“, sagt Druck-Koordinator Karel Löffelmann. Und die Prototypen-Werkstücke erlauben den Designern mehr Möglichkeiten. „Das hilft enorm bei der



Das Hauptentwicklungszentrum Pilsen wurde 2007 von einem Ingenieurdienstleister mit rund 50 Mitarbeitern übernommen, 2015 kam das neue Hauptgebäude hinzu. Heute beschäftigt ZF in Pilsen etwa 300 Mitarbeiter.

Vorentwicklung“, sagt Maschinenbauingenieur Eickhoff.

Im gläsernen Hauptgebäude von ZF Pilsen sitzen auch Konstruktion und Berechnung. Ein Konstrukteursteam konfiguriert zum Beispiel neue Zweimasenschwungräder am Computer. „Wir machen viel Entwicklung, das finde ich spannender als die Produktion“, sagt Maschinenbauingenieur Miroslav Čížek. Er arbeitet schon seit sechs Jahren bei ZF Pilsen. Im Großraumbüro darunter sitzen in der Softwareentwicklung mehr als 100 Ingenieure zusammen und tüfteln in acht Teams an der Systemsteuerung von Getrieben wie 9HP, TraXon und Ergopower oder den neuen, elektronisch angesteuerten Stoßdämpfern, dem Continuous Damping Control (CDC). Abteilungsleiter Martin Valenta ist stolz auf seine „young potential brains“: „Wir haben hier enorm viel Kompetenz mit neuen Mitarbeitern aufgebaut und sind stolz, ein Teil des großen ZF-Teams zu sein.“ ■



Dr. Mathias Eickhoff (Bild links) in seiner Dienstagskonferenz. Martin Valenta (Bild oben, links) ist stolz auf sein junges Team.

# ALLES IM BLICK – JEDERZEIT

Ob Adleraugen oder Ultraschallortung, die Fledermäuse zielsicher durch die Dunkelheit flattern lässt: Viele Tiere haben besondere Verfahren entwickelt, um ihre Umgebung wahrzunehmen. Die zugrunde liegenden Prinzipien nutzen auch Fahrzeugsensoren zur perfekten Orientierung.

*Text: Kathrin Wildemann*

Egal, ob bei Assistenzsystemen heute oder beim autonomen Fahren morgen: der **EINSATZ MEHRERER SENSORSYSTEME**, die auf unterschiedlichen Technologien basieren, ist dabei unumgänglich.

**M**usca domestica, die Stubenfliege, ist sicher nicht das erste Tier, das jedem von uns als Beispiel für evolutionäre Höchstleistung einfällt. Und doch errahnt vermutlich jeder von uns, dass die kleinen geflügelten Nervtöter einen siebten Sinn haben: Schließlich schaffen sie es im Bruchteil einer Sekunde, sich der herabsausenden Fliegenklatsche zu entziehen.

Ihr schnelles Reaktionsvermögen verdankt die Fliege ihrer evolutionär ausgefeilten Sensorik. Verschwimmen für das menschliche Auge bereits etwa 20 Bilder pro Sekunde zu einem Film, können Fliegen bis zu 250 Bilder pro Sekunde noch einzeln aufgelöst wahrnehmen. Sie sehen die Fliegenklatsche tatsächlich wie in Zeitlupe auf sich zukommen – ein Prin-

zip, das gerade auch im Straßenverkehr nützlich ist. Verglichen mit einem Lidar-sensor verblasst aber sogar das zeitliche Auflösungsvermögen des Fliegenauges: Mehrere Tausend Signale pro Sekunde registriert Lidar im Durchschnitt.

## **Lidar: präzise Echoortung fürs Auto**

Dabei macht der Detektor, der passiv Reize aufnimmt, aber nur die Hälfte eines Lidarsensors aus. Insgesamt entspricht dessen Funktionsweise der Echoortung wie dem Biosonar, mit dem Delfine oder Fledermäuse sich im Dunkeln zu rechtfinden und ihre Beute lokalisieren. Dazu erzeugen sie Schallwellen, die von Hindernissen oder Beutetieren reflektiert werden. Über die Zeitspanne, die der Ton benötigt, um zurückgeworfen zu werden, können sie die Position des Gegenstandes ▶

bestimmen. Dank Dopplereffekt erkennen Fledermäuse sogar, in welche Richtung und mit welcher Flügelschlagfrequenz ein leckerer Falter unterwegs ist.

Im Lidarsystem übernehmen milliardstel Sekunden kurze Laserpulse die Funktion der Schallwellen. Das Hamburger Unternehmen Ibeo entwickelt gemeinsam mit ZF eine neue Generation von mobilen Lidarsensoren. Dabei setzt Ibeo auf Laser im Infrarotbereich mit einer Wellenlänge von 850 oder 885 Nanometern. Dies ist für das menschliche Auge unsichtbar und aufgrund der Lichtintensität unschädlich. Im Vergleich mit anderen Sensoren punkten Lidarsysteme mit extrem hoher Genauigkeit und Reichweite: Bis zu einer Entfernung von 300 Metern um das Fahrzeug herum haben die Lasersensoren ihre Umwelt im Blick und erkennen statische wie dynamische Objekte.

#### Radar: sehen bei Nacht und Nebel

Nach dem gleichen Grundprinzip funktionieren auch Radarsensoren. Allerdings arbeiten sie mit deutlich langwelligerer elektromagnetischer Strahlung: Bei den Radarsystemen von ZF liegt die Wellen-

länge im Bereich einiger Millimeter. Ihre im Vergleich zu Lidarsystemen geringere Auflösung machen Radarsensoren durch ihre Schlechtwettertauglichkeit wett: Während Nebel und starker Regen einem optischen System im wahrsten Sinne des Wortes den Blick versperren, durchdringen Radiowellen die Wassertröpfchen weitestgehend ungehindert.

#### Kameras: Blick in Weite und Ferne

Neben den Echoortungssystemen haben auch Kameras ihren festen Platz in der automobilen Umfelderkennung. Mit dem Sehvermögen von Greifvögeln können die automobilen Kamerasysteme nicht mithalten: Das sprichwörtliche Adlerauge erkennt eine Maus aus rund 350 Meter Entfernung. Diese Auflösungsleistung wäre im Straßenverkehr eher hinderlich. Viel wichtiger sind hier ein großer Blickwinkel und eine gute Auflösung, insbesondere quer zur Fahrtrichtung. Die Tri-Cam von ZF hat daher neben einem Tele- auch ein Fisheye-Objektiv für eine bessere Erkennung im Nahbereich.

Gegenüber den Sensorikspezialisten aus der Tierwelt haben die genannten

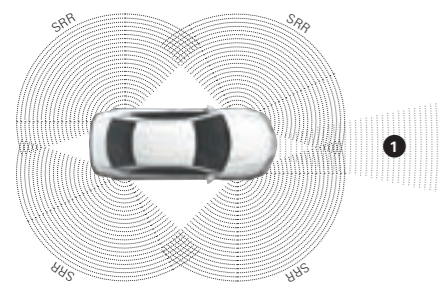
Fledermäuse nutzen die **ECHOORTUNG VIA SCHALLWELLEN**, um sich bei der Beutejagd im Dunkeln zu orientieren.

Fotos: plainpicture (2)

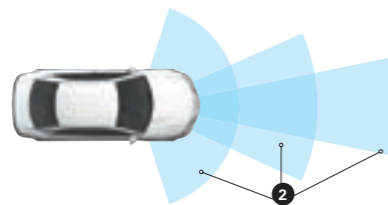
Sensortechnik sorgt im Auto für eine **RUNDUMSICHT, WIE SIE EIN CHAMÄLEON** mit seinen extrem beweglichen Augen schafft. In Fahrzeugen lassen sich jedoch mehrere Technologien sinnvoll kombinieren.

#### Sensorvielfalt

## Perfekte Rundumsicht garantiert



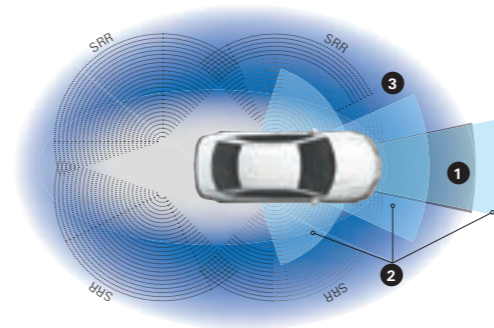
Je nach Geschwindigkeit haben **1 Frontradarsysteme** etwa in Abstandsregeltempomaten eine Reichweite von bis zu 200 Metern. Sie bestimmen Position und Geschwindigkeit eines vorausfahrenden oder entgegenkommenden Verkehrsteilnehmers. Für Spurwechselassistenten bietet ZF den AC2000 auch als seitlichen Radarsensor mit einem Blickfeld von bis zu 150 Grad an.



Als preisgünstige und robuste Alternative kommen Kameras wie die **2 Tri-Cam** von ZF schon heute in vielen Fahrerassistenzsystemen wie etwa Spurhalteassistenten zum Einsatz. Mit bis zu 250 Metern Reichweite gehören sie nicht zu den „weitsichtigsten“ Technologien, erkennen dafür aber Bewegungen quer zur Fahrtrichtung deutlich besser als etwa Radarsensoren.



Lidarsysteme sind recht teuer, punkten aber durch ihre große Reichweite und durch ihre hohe Auflösung. Sie erkennen auch Fußgänger und Fahrradfahrer problemlos. Allerdings nimmt ihre Sichtweite bei Regen und Nebel deutlich ab. Gemeinsam mit Ibeo entwickelt ZF derzeit einen kompakten **3 Lidarsensor**, der ohne verschleißanfällige rotierende Spiegel auskommt.



Im Zusammenspiel sorgen die verschiedenen **Sensortechnologien** dafür, dass das Fahrzeug seine Umgebung zu jeder Zeit vollständig im Blick hat. Ihre Vorteile ergänzen sich gegenseitig und erbringen so die notwendige Redundanz in Fahrzeugen, die für autonome Fahrfunktionen unerlässlich ist.

Sensorsysteme einen entscheidenden Vorteil: Sie müssen sich nicht für eine Technologie entscheiden, sondern können auf das Zusammenspiel unterschiedlicher Sensorsysteme setzen. Die jeweiligen Vorteile von Radar, Lidar und Kameras ergänzen sich und decken alle Fahrsituationen ab. Damit hat das Fahrzeug eine 360-Grad-Rundumsicht. Selbst das Chamäleon, Rekordhalter beim größten Blickfeld im Tierreich, kommt „nur“ auf 342 Grad: Ein Totwinkel von 18 Grad im Rücken bleibt trotz der unabhängig voneinander zu bewegenden Augen bestehen.

#### Rechenpower fürs autonome Fahren

Bei Bedarf lässt sich das Spektrum an Sensortechnologien noch erweitern. Ultraschallsensoren haben zwar nur eine vergleichsweise geringe Reichweite, sind dafür aber eine preisgünstige Option für Einpark- und Spurwechselassistenten. Infrarotgeräte können hilfreich sein, um Hindernisse auch bei blendendem Gegenlicht sicher zu erkennen.

Natürlich ermöglicht auch die umfassendste Sensorik allein noch keinen Fahrassistenten oder gar ein autonom fahrendes Auto. Für schnelles Reaktionsvermögen ist auch die passende Software nötig, die die gewonnenen Daten verarbeitet und auswertet. Das Fledermaus-hirn etwa ist in der Lage, aus dem zurückgeworfenen Echo die Position der Beute zu errechnen; im Kopf des Chamäleons müssen die beiden praktisch voneinander unabhängigen Bilder der beiden Augen zu einem Gesamteindruck verarbeitet werden. Im Automobilbereich steigt mit der zunehmenden Datenmenge aus immer ausgereifteren Sensoren auch der Anspruch an die Rechenleistung. Künftige elektronische Kontrolleinheiten wie die in Zusammenarbeit mit Nvidia entwickelte ZF ProAI müssen das Gehirn des Fahrzeugs sein. Nur so kann das autonom fahrende Auto dann auf das plötzlich auf die Straße springende Reh genauso schnell reagieren wie die Fliege auf die sich nähernde Fliegenklatsche. ■

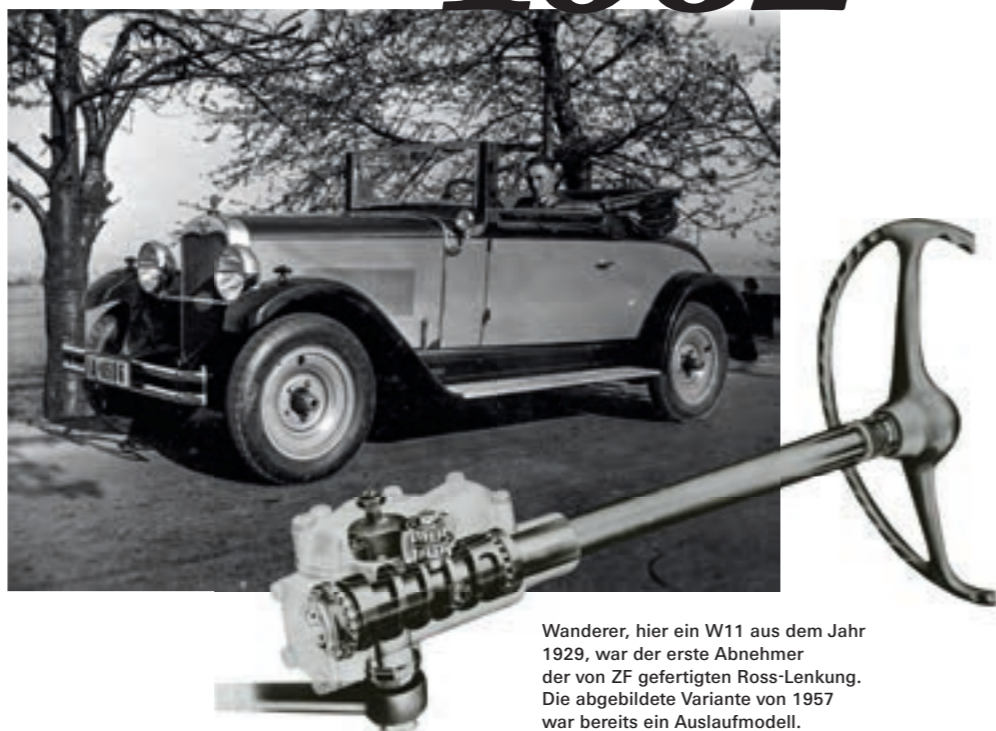
# IMMER GUT IN DER SPUR

Seit mehr als 80 Jahren hält ZF Fahrzeuge sicher auf Kurs.

Früher als Lizenznehmer für Lenkungen, heute als Komplettanbieter für innovative Systeme.

## gestern

Der Getriebespezialist ZF stieg 1932 in die Produktion von Lenkungen ein. Mangels eigenen Know-hows in diesem Bereich suchte das Unternehmen einen Lizenzpartner, den es in der US-Firma Ross Gear and Tool Company fand. Bis in die 1950er-Jahre produzierte ZF Ross-Lenkungen, setzte aber mit der Spindel-Hydrolenkung (1956) früh auf eigene Entwicklungen. Ein weiterer Meilenstein war die Aktivlenkung (2003) unter dem Dach der ZF Lenksysteme.



Wanderer, hier ein W11 aus dem Jahr 1929, war der erste Abnehmer der von ZF gefertigten Ross-Lenkung. Die abgebildete Variante von 1957 war bereits ein Auslaufmodell.

## und heute

Nach dem Verkauf der ZF Lenksysteme GmbH an den früheren Partner Bosch (2015) führt ZF die Lenktradition fort, um Sicherheit und Komfort zu steigern. Neben bisherigen Lenksystemen für die Vorderachse ist eine der jüngsten ZF-Innovationen die Hinterachslenkung AKC. Diese unterstützt die Lenkbewegung an der Vorderachse – und zwar abhängig von der Fahrgeschwindigkeit um wenige Grad in die gleiche oder entgegengesetzte Richtung. Das erhöht wahlweise Fahrstabilität oder Wendigkeit.

Beim Cadillac CT6 sorgt AKC an der Hinterachse für erhöhte Fahrdynamik. An der Vorderachse lenkt die elektrische Servolenkung Dual Pinion EPS von ZF TRW.



Fotos: ZF/Archiv AUDI AG, David Frechette

# 1932



### Preisgekrönte Kommunikation

Die Medien von ZF wurden seit 2014 sieben Mal mit dem Preis „Best of Content Marketing“ ausgezeichnet.

Die mehrkanalige Kommunikation des Unternehmens mit dem Kundenmagazin drive, der Mitarbeiterzeitung wemove, dem Online-Magazin unter [www.zf.com](http://www.zf.com) und den Social-Media-Kanälen erhielt 2014 und 2015 die Auszeichnung in Gold als „Best Cross-media Solution“ im Bereich Automotive.

2016 gewann ZF für drive den US-amerikanischen Good Design Award.

## DRIVE FÜR ZU HAUSE

Sie interessieren sich für unsere Themen und würden drive gerne öfter kostenlos lesen? Dann scannen Sie einfach den QR-Code, um sofort online zu bestellen.



Nutzen Sie den QR-Code auch, wenn Sie drive bereits erhalten, jedoch nicht länger beziehen möchten. Für Rückfragen und Feedback wenden Sie sich bitte an: [drive-leserservice@hoca.de](mailto:drive-leserservice@hoca.de).

### Impressum

**Herausgeber** ZF Friedrichshafen AG, 88038 Friedrichshafen  
**Chefredaktion** Florian Tausch (V.i.S.d.P.)  
**Redaktion** Renate Corrigan, Michael Scheibe, Holger Thissen, Frank Thoma, Jan Wienrich  
**Weitere Autoren dieser Ausgabe** Norbert Giesen, Andreas Neemann, Achim Neuwirth, Ulrich Safferling, Stefan Schrahe, Melanie Stahr, Kathrin Wildemann, Johannes Winterhagen

**Verlag** HOFFMANN UND CAMPE X  
 Eine Marke der HOFFMANN UND CAMPE VERLAG GmbH, Hamburg  
**Design** Tobias Zabell, Melanie Kollath  
**Druck** Neef+Stumme premium printing, Wittingen

### drive-Leserservice

HOFFMANN UND CAMPE VERLAG GmbH  
 Postfach 130573  
 20105 Hamburg  
 Telefon: +49 40 688 79-137  
 Telefax: +49 40 688 79-199  
 E-Mail: [drive-leserservice@hoca.de](mailto:drive-leserservice@hoca.de)

**Fotografische** Titel: Dave Hänggi; 02\_03 Editorial: shutterstock (4) Andreas Pohlmann; 04\_05 Inhalt: Dave Hänggi, Robert Guio, ETM\_Verlag, plainpicture/NaturePL/Ingo Arndt, Dominik Giegler; 06\_07 ZF Moment: Rinspeed, Two Ring Photography; 08\_09 ZF Technik: Foton, KUKA, Durmazlar, General Motors, 2016 Deere & Company, BMW AG/Daniel Kraus, Porsche; 10\_11 ZF News: ZF, Porsche/Kräling; 12\_19 Digitalisierung: Dave Hänggi; 20\_21 Digitalisierung: Noun Project; 22\_27 Digitalisierung: Robert Guio; 28\_29 Digitalisierung: MMJ Studio, Sean Rodwell; 30\_31

Digitalisierung: Felix Kästle; 32\_33 Digitalisierung: ZF/Albert Kunzer; 34\_35 Digitalisierung: istockphoto.com; 36\_37 Mobilitätskonzept: ZF, Rinspeed; 38\_39 Mobilitätskonzept: istockphoto.com (2); 40\_43 Logistik: ETM\_Verlag, istockphoto.com; 44\_45 Verkehrssicherheit: Katrin Binner, istockphoto.com; 46\_47 Verkehrssicherheit: ZF, istockphoto.com; 48\_49 Entwicklung: Dominik Giegler; 50\_51 Sensortechnologie: shutterstock; 52\_53 Sensortechnologie: plainpicture (2); 54 Gestern und heute: ZF/Archiv AUDI AG, David Frechette

**Leserservice** Sollten Sie an drive nicht mehr interessiert sein, können Sie der Verwendung Ihrer personenbezogenen Daten zu Werbezwecken jederzeit mit Wirkung für die Zukunft widersprechen. Hierzu schicken Sie bitte eine kurze Nachricht an: [drive-leserservice@hoca.de](mailto:drive-leserservice@hoca.de) oder rufen Sie uns an unter +49 40 688 79-137.



# UNSER WEG IN DIE VERNETZTE MOBILITÄT.

WIR GESTALTEN DIE AUTOMOBILE ZUKUNFT. #SeeThinkAct

ADVANCED INTEGRATED  
CLOUD-BASED FUNCTIONS  
SURROUND VIEW  
COLLISION AVOIDANCE  
VISION ZERO  
PREVISION  
DEEP LEARNING  
HUMAN MACHINE INTERFACE  
720° SENSING  
AUTONOMOUS DRIVING  
SAFETY  
EFFICIENCY  
E-MOBILITY  
INTELLIGENT DRIVE LINE  
INTELLIGENT MECHANICAL SYSTEMS  
HYBRIDIZATION  
ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
SENSOR FUSION  
ADVANCED ALGORITHMS

