

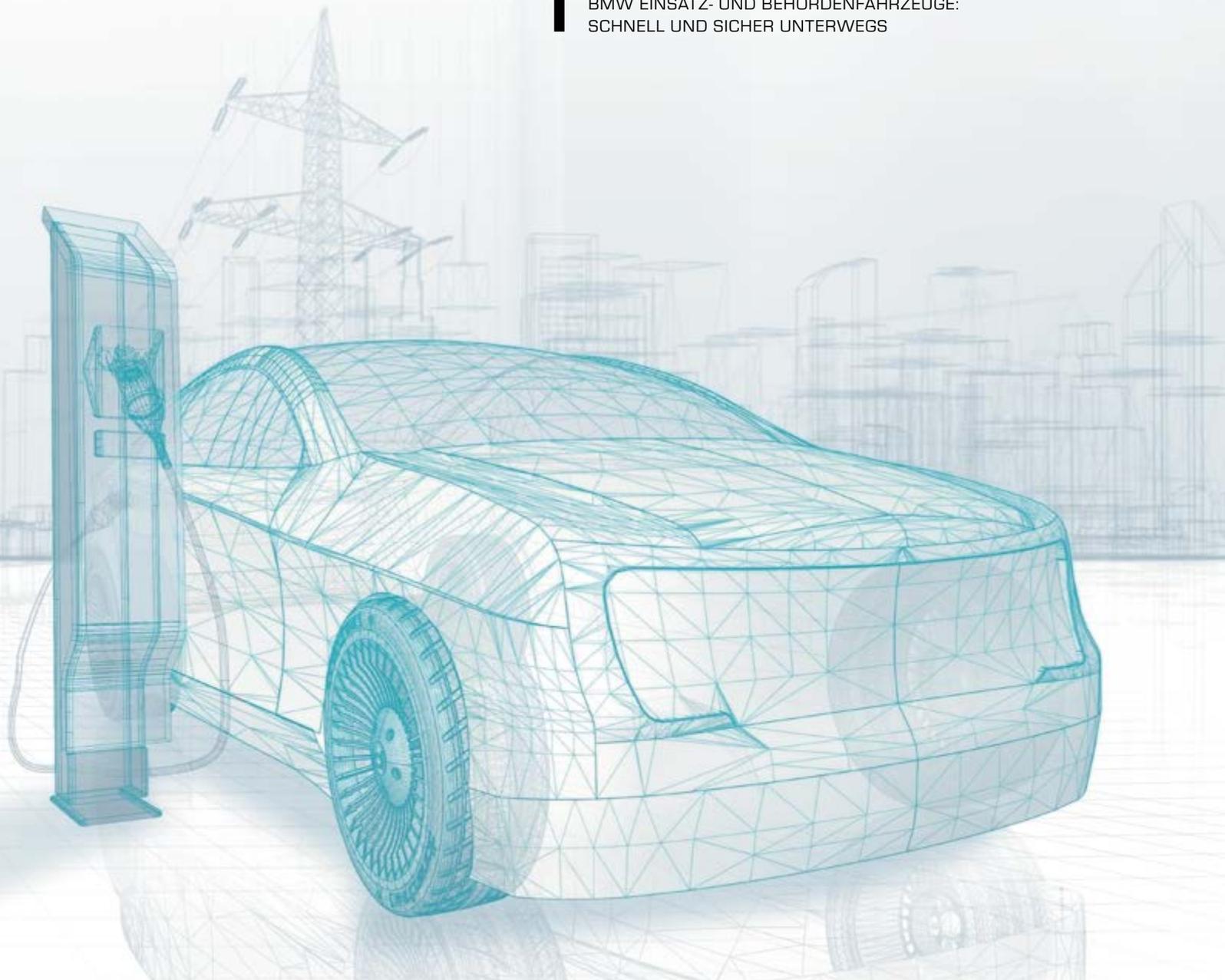
# Bertrandt*magazin*

Das Kundenmagazin des Bertrandt-Konzerns  
Nr. 18 | September 2018

## AUTONOMES FAHREN MADE BY BERTRANDT: PROJEKT „PARK AND CHARGE“

PORSCHE CAYENNE:  
BERTRANDT BEGLEITET DIE  
KAROSSERIE-ENTWICKLUNG GESAMTHEITLICH

BMW EINSATZ- UND BEHÖRDENFAHRZEUGE:  
SCHNELL UND SICHER UNTERWEGS



## IMPRESSUM

**Herausgeber**

Bertrandt AG  
Birkensee 1, 71139 Ehningen  
Telefon: +49 7034 656-0  
Telefax: +49 7034 656-4100  
Internet: www.bertrandt.com  
E-Mail: info@bertrandt.com

**V.i.S.d.P.**

Gudrun Remmlinger

**Redaktion**

Bertrandt AG, Gudrun Remmlinger  
Telefon: +49 7034 656-4413  
Telefax: +49 7034 656-4242  
E-Mail: gudrun.remmlinger@de.bertrandt.com

**Redakteure dieser Ausgabe**

Katrin Kraus, Hartmut Mezger,  
Julia Nonnenmacher, Gudrun Remmlinger,  
Petra Schmidt

**Layout**

Hartmut Mezger, Bertrandt Technikum GmbH

**Herstellung**

Druckerei Mack GmbH, Schönaich

**Nachdruck**

Alle Rechte vorbehalten.  
Kein Teil darf ohne schriftliche Genehmigung  
vervielfältigt werden.

Text und Bild mit freundlicher Genehmigung  
der in dieser Ausgabe genannten  
Geschäftspartner.

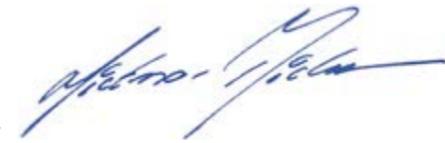
Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde  
die Benennung von Mitarbeiterinnen und  
Mitarbeitern einheitlich unter der Bezeichnung  
„Mitarbeiter“ zusammengefasst.  
Dies stellt ausdrücklich keine Diskriminierung  
der Mitarbeiterinnen dar.

## EDITORIAL

Liebe Leserinnen, liebe Leser, umweltfreundliche und individuelle Mobilität sowie autonomes und vernetztes Fahren sind wichtige Markttrends für Bertrandt. Ihre dynamische Entwicklung und die daraus entstehenden Transformationsprozesse bedingen aktuell einen großen Umbruch in der Geschichte der Automobilindustrie, den alle Player in der Branche spüren. Die Themenvielfalt nimmt weiterhin an Breite und Tiefe zu. Im Entwicklungsprozess übernehmen wir deshalb mehr Verantwortung. Schnittstellenmanagement sowie Steuerungs- und Projektmanagement-Kompetenz sind gefragt, beispielsweise bei der Karosserie-Entwicklung des Porsche Cayenne.

Aufgrund der zunehmenden Überlagerung von Mobilität und Daten ergeben sich neben unseren angestammten Geschäftsfeldern auch neue Themen und Leistungen, um die jeweils beste Lösung für Sie zu entwickeln. Neue Kooperationen entstehen – wie mit Microsoft. Bereits zur IAA 2017 haben wir mit der Zusammenarbeit begonnen und diese zwischenzeitlich noch intensiviert. Seit einigen Monaten sind wir zertifizierter Partner von Microsoft für Azure und HoloLens und stellen niederlassungsübergreifend erste Projekte auf.

Die aktuelle Ausgabe unseres Kundenmagazins kann nur einen Ausschnitt der Vielfalt unserer täglichen Arbeit widerspiegeln. Ob autonomes Fahren, Elektromobilität, Virtual Reality oder weitere neue Technologien – wir passen uns dem Wandel an und richten uns als lösungsorientierter Engineering-Dienstleister schon heute an künftigen Markt- und Kundenanforderungen aus.



Ihr Dietmar Bichler



Die Themenvielfalt nimmt weiterhin  
an Breite und Tiefe zu.





PORSCHE  
CAYENNE

AUTONOMES  
FAHREN  
MADE BY  
BERTRANDT



26

### IM FOKUS

## AUTONOMES FAHREN MADE BY BERTRANDT

Interview mit Peter Schiekofer zum Projekt  
„Park and Charge“



36

FÜR AZURE  
UND HOLOLENS  
ZERTIFIZIERT

PROJEKT  
X-TRACK



48

MIT B.ALERT  
IMMER EINEN  
SCHRITT VORAUS



56

### AKTUELL

03 EDITORIAL

06 SPOTLIGHT

Im Testhaus komplexe Elektronik-Architekturen validieren  
Intelligentes Thermomanagement  
Virtual Reality für die A-Säulen-Entwicklung  
Hochvolt-Speicher für E-Fahrzeuge entwickeln  
Autonome Fahrfunktionen gestalten  
Intelligentes Energiemanagement für Elektro-Fahrzeuge  
Kompetenzprojekt für Car IT, IoT und Industrie 4.0  
Modernes Bordnetz-Engineering  
Parksperrprüfstand entwickelt

### PROJEKTE

14 PORSCHE CAYENNE:

Bertrandt begleitet die Karosserie-Entwicklung gesamtheitlich

20 BMW EINSATZ- UND BEHÖRDENFAHRZEUGE:

Schnell und sicher unterwegs

### LEISTUNGSSPEKTRUM

36 FÜR AZURE UND HOLOLENS ZERTIFIZIERT  
Kooperation und Partnerschaft mit Microsoft

40 MICROSOFT HOLOLENS IM EINSATZ  
Bertrandt wendet neueste Technologie an

42 GUIDED MAINTENANCE APP  
Service- und Wartungsarbeiten visualisieren

44 NEUE INNENRAUMSTRUKTUR AUS CARBON  
Faserverstärkter Technologieträger speziell für Fahrzeuge mit Elektroantrieb

48 PROJEKT X-TRACK  
Mobiles Labor sichert aktive Sicherheitsfunktionen, Fahrdynamik und Bremssysteme ab

52 LASERBASIERTE SCANNENDES PIXELLICHT IM FOKUS  
Lichtblick in die Zukunft

56 MIT B.ALERT IMMER EINEN SCHRITT VORAUS  
Toolbox zur effizienten Analyse und Auswertung komplexer Qualitätsdaten

### NIEDERLASSUNGEN

60 BERTRANDT-WELT  
Innovative Vibrationstests entwickelt  
Kompetenzen in ADAS erweitert  
Kapazitäten erweitert  
Neue Betriebsstätte in Sant'Agata Bolognese  
Elektronik-Entwicklung in Essen

64 ENGAGEMENT  
Mobilität im Alltag fördern  
„AFB – social & green IT“  
Abenteuer für einen guten Zweck  
Kartfahren zugunsten der DKMS  
Blutspende-Aktion mit dem DRK  
Wandel gestalten. Lösungen entwickeln.

66 STANDORTE  
Bertrandt in Ihrer Nähe – Weltweit

### REFERENZEN



Mehr Referenzen online:  
[www.bertrandt.com/  
referenzen.html](http://www.bertrandt.com/referenzen.html)

Elektronik-Entwicklung

## IM TESTHAUS KOMPLEXE ELEKTRONIK-ARCHITEKTUREN VALIDIEREN



Bertrandt bietet seinen Kunden Rundum-Tests der kompletten Fahrzeugelektronik von der Testspezifikation bis zur Freigabe an: im neuen Testhaus mit leistungsfähigen HiL- (Hardware-in-the-Loop)-Prüfständen. Dort können E/E-Tests vollautomatisch, modular und skalierbar mit großer Breite und Tiefe effizient durchgeführt werden.

Aufgrund langjähriger Erfahrung und umfassender Kompetenz bieten die Spezialisten vollständige Tests aller elektronischen Steuergeräte auch für Premium-Fahrzeuge mit sehr komplexen E/E-Architekturen an. Abgedeckt wird dabei der komplette Testprozess von der Planung und Spezifikation bis zur auditierbaren Dokumentation der Ergebnisse, inklusive Projektmanagement. Als Basis dient die Spezifikation der E/E-Funktionalitäten durch den Kunden.

Intelligente elektronische Steuerungen und Regelungen tragen wesentlich zur Sicherheit, Leistungsfähigkeit sowie zum Komfort und individuellen Charakter moderner Automobile bei. Dabei muss im Zuge der Entwicklung neuer Fahrzeugmodelle sorgfältig geprüft werden, ob die Steuergeräte von Antrieb, Lenkung, Bremsen, Fahrwerk, pas-

siven Sicherheitssystemen, Licht sowie Komponenten der Karosserie und des Innenraums sicher und zuverlässig funktionieren. Mithilfe von HiL-Testsystemen wird in einem geschlossenen Regelkreis per Softwaresimulation der Umgebung und dem Einsatz von Real- oder Ersatzlasten geprüft, ob die Funktionen einzeln und im Zusammenspiel korrekt funktionieren. Die Kompetenz von Bertrandt besteht darin, einzelne Systemkomponenten, integrierte Systeme sowie das Zusammenwirken aller Systeme im Fahrzeug auf sämtlichen Ebenen gleichermaßen auf Herz und Nieren zu testen. Die größte Herausforderung der E/E-Validierung liegt in der hohen Anzahl von Testfällen, die in sehr kurzer Zeit zu jedem Software-Release durchgeführt und analysiert werden müssen. Das neue Testhaus ermöglicht Bertrandt, die gesamte Bandbreite des HiL-Testens von der einzelnen Komponente bis hin zur Validierung der Gesamtfahrzeug-E/E abzudecken. Mit den HiL-Prüfständen auf Basis von ETAS LABCAR lässt sich die vollständige Wirkkette komplexer elektronisch gesteuerter, eingebetteter Systeme im Fahrzeug ohne Testbrüche effizient validieren. ■

Powertrain

## INTELLIGENTES THERMOMANAGEMENT

Die Anforderungen an das Thermomanagement steigen mit zunehmender Vielfalt und Komplexität der Aggregate. Insbesondere alternative Antriebe, unter anderem PHEV, BEV und Brennstoffzelle, erfordern ein geregeltes Kühlsystem, welches ein optimales Temperaturniveau der einzelnen Komponenten sicherstellt. Eine von der Kurbelwelle angetriebene Hauptwasserpumpe reicht nicht mehr aus, um einen optimalen Energiehaushalt zu gewährleisten. Daraus ergeben sich bedeutende Herausforderungen an die Entwicklung des Kühlkreises im Fahrzeug. Bertrandt beschäftigt sich seit über zehn Jahren mit dem Fachgebiet Thermomanagement. Neben der CAD-Konstruktion gewinnen die Themen Funktionsauslegung, CFD-Simulation, Versuch, Erprobung und Applikation immer mehr an Bedeutung. „Intelligentes Thermomanagement“ setzt sich zum Ziel, all diese Teilbereiche zu konsolidieren und damit die Gesamtentwicklung eines Motorkühlkreises durchzuführen.

Als Basis dient ein Kompaktwagen mit aufgeladenem 1,4 l Ottomotor. Über Windkanalmessungen werden die bestehenden Komponenten vermessen. Die gewonnenen Daten sind Grundlage für die Erstellung eines Simulationsmodells in GT-Suite, welches in der Lage ist, sowohl den Hoch- als auch den Niedertemperaturkreis transient inklusive Wärmetransfer abzubilden. Das 1-D-Modell wird genutzt, um alternative Varianten auszuarbeiten, die mit gezielt ansteuerbaren E-Pumpen und einem stufenlos verstellbaren Mischventil den Energiehaushalt optimieren. Dabei wird eine Methode entwickelt, die zum Ziel hat, die einzelnen Komponenten bei jedem Betriebspunkt unabhängig von der Motordrehzahl auf eine für das Bauteil optimale Temperatur zu bringen. Diese Methode bildet die Basis für die Auslegung von Kühlkreisen beliebiger, vor allem alternativer Antriebsarten. Besonders profitieren können davon die Batterie- und Peripheriekühlung, da sich sehr eng eingegrenzte Temperaturanforderungen präzise realisieren lassen.

Das eigens entwickelte Konzept wird in CAD konstruiert und am Prüfstand validiert. Darauf folgt die Integration ins Fahrzeug und die Entwicklung eigener Funktionsroutinen im Motorsteuergerät. Zuletzt wird das Fahrzeug mit modifiziertem Kühlkreis im Windkanal und anschließend auf der Straße erprobt.

Somit wird der gesamte Entwicklungsprozess im Thermomanagement abgebildet. Das Ergebnis ist ein erprobungsfähiges Fahrzeug, in dem die Basis-Applikation im Hinblick auf Kaltstart und Robustheit erweitert wurde. Ebenso können gesamtsystemseitige Steuergeräteoptimierungen durchgeführt werden. Dieser Prozess stellt die Weichen für eine energetisch optimierte und emissionsärmere Zukunft. ■



Karosserie/ Simulation

## VIRTUAL REALITY (VR) FÜR DIE A-SÄULEN- ENTWICKLUNG



Mithilfe innovativer VR-Technologie entwickelt Bertrandt packagegerechte A-Säulen-Querschnitte unter Berücksichtigung sämtlicher statischen Belastungen. Damit kann man sie bereits frühzeitig beurteilen – mit dem Ziel, den Sichtwinkel der Passagiere einzuhalten und zu optimieren. Unsere Entwicklungslösung bedenkt alle Anforderungen in der Balance aus Performance und Funktion so, dass Fahrer bzw. Passagier von der größtmöglichen Rundumsicht profitieren. Gleichzeitig hält der verringerte Querschnitt der A-Säule den Belastungen aus den verschiedenen Vorgaben der Fahrzeugherstellung stand. Dazu zählen sowohl Front Crash, Side Crash als auch Dachfalltest. Die A-Säule soll zudem weiterhin ausreichend Raum für die Anbindung von Komponenten wie Kabeln, Schläuchen, Airbags, Dichtungen und Verkleidungen bieten.

Fazit: Die VR-Darstellung macht bereits in einem frühen Entwicklungsstadium die Auswirkungen unterschiedlicher Varianten visuell erlebbar und beschleunigt Entscheidungen. Auch die Visualisierung der statischen Belastungen lässt sich in die virtuelle Darstellung integrieren. ■

Elektronik-Entwicklung

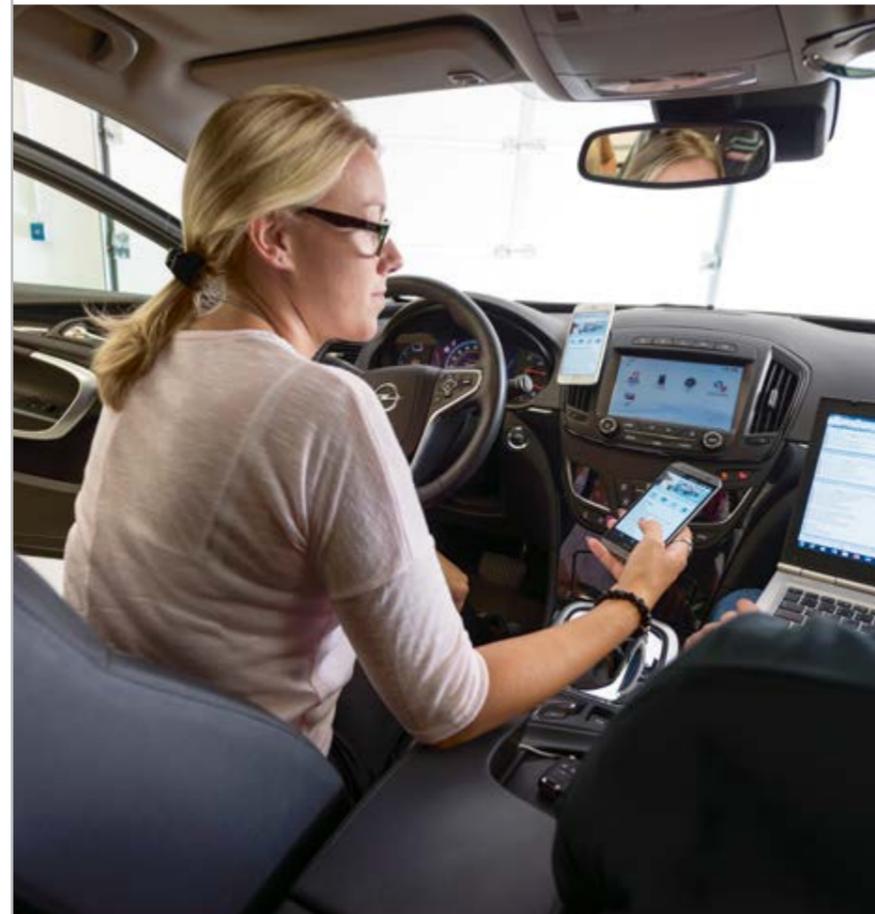
## HOCHVOLT-SPEICHER FÜR E-FAHRZEUGE ENTWICKELN

Seit Jahren gestaltet Bertrandt die Entwicklung von Hochvolt-Speichern mit. Um neben dem „konventionellen“, verbrennungsbetriebenen Fahrzeug attraktiv zu wirken, gilt es, sich mit einer Kernherausforderung der Elektromobilität auseinanderzusetzen: Reichweite und Performance. Bei der Entwicklung von Energiespeichern muss eine Vielzahl von Anforderungen mit hochkomplexem Zusammenhang beachtet werden. Die branchenübergreifenden Herausforderungen der Speicherentwicklung (Kosten, Lebensdauer und Energie-Inhalt) werden durch automobilspezifische Anforderungen wie Gewicht, Temperatur- und Vibrationsbeständigkeit sowie Robustheit, ergänzt. Um diese Anforderungen optimal umzusetzen, bildet Bertrandt die gesamte Prozesskette von der Konzepterstellung über die Komponentenentwicklung und -absicherung bis hin zur Gesamtfahrzeugintegration ab. ■



Elektronik-Entwicklung

## AUTONOME FAHRFUNKTIONEN GESTALTEN



Von der ersten Stunde an gestaltet Bertrandt die Entwicklung hochautomatisierter Fahrerassistenzsysteme mit – als verlässlicher Entwicklungspartner bei der Umsetzung ambitionierter Ziele. Ein Beispiel für die Entwicklung hochinnovativer, autonomer Fahrfunktionen findet sich in der ersten Garagenparkfunktion (RCP). Diese haben die Bertrandt-Ingenieure von der Forschung bis zur Serienreife geprägt. ■

Bertrandt bildet die Entwicklung von Wirkketten in autonomen Systemen vollumfänglich ab. Begonnen bei den Sensoren werden gemeinsam mit dem Kunden die Anforderungen für die Basis autonomer Fahrfunktionen definiert. Die Entwickler arbeiten eng mit den Spezialisten aus den eigenen Prüflaboren zusammen, um Komponenten und Sensoren auf Robustheit gegenüber Umwelteinflüssen und Fehlspannungen zu testen und zu zertifizieren. Es folgen umfangreiche Tests (HW/SW) entsprechend der Lastenhefte, um die geforderte Güte der Komponenten sicherzustellen. Auch die erste serienreife Funktion des hochautomatisierten Fahrens – der Nothalteassistent – wurde von Bertrandt gestaltet. Die Experten entwerfen hochkomplexe Algorithmen, setzen sie in prototypischen Umgebungen um, überführen sie zur Serienreife und sichern sie nach ISO 26262 ab. Die Anforderungen an die Qualität von Software in autonomen Systemen sind enorm gestiegen. Entsprechend steht die Qualitätssicherung für Bertrandt an erster Stelle. Die Mitarbeiter werden regelmäßig in Prozess-, Entwicklungs- und Testwissen geschult und zertifiziert. Zusätzlich werden interne Entwicklungsprozesse und -methoden durch das Projekt-Management-Office (PMO) auditiert. Dank seines gelebten Experten-Netzwerks bildet Bertrandt innovative Projekte von der Forschung bis zur Serienreife vollumfänglich und verlässlich ab. ■

Elektronik-Entwicklung

## INTELLIGENTES ENERGIEMANAGEMENT FÜR ELEKTRO-FAHRZEUGE



Im Rahmen des vom BMWi geförderten Projekts „hyPowerRange“ wird ein neuartiges Batteriekonzept entwickelt und erprobt, um eine kostengünstige modulare und flexible Auslegung der Leistung und Kapazität von Elektrofahrzeugbatterien zu ermöglichen.

Das Forschungsprojekt „hyPowerRange“ soll die Faktoren Reichweite, Kosten, Kühlbedarf und Leistung von E-Fahrzeugen verbessern – durch die Entwicklung und den Aufbau eines modularisierten hybriden Energiespeichers. Dabei werden verschiedene Hochenergie- und Hochleistungszellen anwendungsspezifisch zu einer Gesamtbatterie kombiniert. Im Gegensatz zu bisherigen Projekten wird die hybride Batterie direktgekoppelt, das heißt ohne elektronische Zwischenwandler betrieben.

Neben der Direktkopplung werden im Projekt konsequent zusätzliche reichweitenverlängernde Maßnahmen angewandt. So wird der hybride Speicher in ein übergeordnetes Energie- und Thermomanagement im Fahrzeug eingebunden. In diesem Zusammenhang ist der Einsatz von Wärmepumpen im Fahrzeug und eine in Bezug auf Reichweite optimierte Batterie- und Fahrzeugtemperierung mit thermischer Vorkonditionierung aus dem elektrischen Netz vorgesehen.

Aufgabe des Engineering-Teams von Bertrandt ist die Entwicklung eines intelligenten Energiemanagements zum reichweitenoptimierten Betrieb des Fahrzeugs bzw. zum optimierten Betrieb der Batterie. Grundlegende Energiemanagementfunktionen beinhalten unter anderem die ladezustandsabhängige, selbstständige Steuerung der verfügbaren Leistung für elektronische Komponenten und den Antriebsstrang. Bei der Entwicklung prädiktiver Energiemanagementfunktionen soll fahrerabhängig der Energiebedarf und damit die Reichweite auf einer zu befahrenden Straße bestimmt werden. Diese Funktionen erzeugen auch Handlungsempfehlungen für den Fahrer. Das neue modulare und flexible Batteriekonzept wird exemplarisch in ein Elektrofahrzeug integriert und ab 2019 sowohl im Fahr- als auch im Ladebetrieb am elektrischen Netz getestet und demonstriert. ■



Elektronik-Entwicklung

## KOMPETENZPROJEKT FÜR CAR IT, IOT UND INDUSTRIE 4.0

Auf dem Weg zum autonomen Fahren ist die Akzeptanz für Fahrerassistenzsysteme beim Autofahrer derzeit eine wichtige Komponente. Um Systemvertrauen aufzubauen, ist das Regelverhalten dieser Assistenzsysteme entscheidend. Die Adaption des Systems an den Fahrer nimmt hierbei eine wichtige Rolle ein. Dazu werden Fahrstil und Umgebungsbedingungen analysiert sowie die Dynamik des intelligenten Tempomats angepasst. Eine tiefgehende Abbildung des Fahrverhaltens ist allerdings nur durch die Analyse über große Zeiträume hinweg machbar. Ermöglicht wird dies durch eine Bertrandt-eigene Backend- und Datenbank-Struktur, die als Car-IT-Infrastruktur zur Verfügung steht. Allerdings ist nicht nur das Fahrzeug als „fahrender Sensor“ im Internet der Dinge (IoT) von Bedeutung. Auch andere Objekte einzubinden stellt einen entscheidenden Faktor für kommende Entwicklungen dar.

Bertrandt hat dazu neue Technologien entwickelt wie Embedded Software, Car IT oder Backend-Analyse, Inside oder Outside Car. Es geht um aktuelle Themen, bspw. AUTOSAR-konforme Softwarekomponenten, Fahrstil- und Umfelderkennung, Mirror Mode zur Diagnose oder eigene Machine-to-Machine-Gateways, Analyse-Algorithmen oder Machine Learning. Anwendung findet dies im Aufbau und Training neuronaler Netze, in der Heartbeat-Funktion für Datenlogger zur fehlerfreien Aufzeichnung und mobilen Datenübertragung, in der Objekt- und Verkehrszeichendetektion oder der bidirektionalen Anbindung einer Ladesäule für intelligentes Energiemanagement im Rahmen von Smart Charging oder Smart Grids. Fazit: Unsere Kunden profitieren vom tiefen Know-how-Ausbau in den Bereichen Car IT, IoT und Industrie 4.0. ■



Elektronik-Entwicklung

## I MODERNES BORDNETZ-ENGINEERING

Oftmals unterschätzt wird die Tatsache, dass das Bordnetz in einem heutigen Pkw die größte und auch teuerste Komponente sein kann. Dies ist darauf zurückzuführen, dass überall im Fahrzeug elektrische und elektronische Teile verbaut sind. Da sie mit Strom und Daten versorgt werden müssen, ist es notwendig, Leitungsstränge im gesamten Fahrzeug zu verlegen. Ohne elektrische und elektronische Komponenten würde sich heute kein Kraftfahrzeug bewegen. Das Gewicht des Bordnetzes in einem Mittelklasse-Pkw hat sich in den letzten Jahren vervielfacht,

es kann inzwischen bei 70 kg liegen. Gab es früher nur wenige Steuergeräte und elektrische Leitungen, finden sich heute aufgrund der Variantenstreuung viele Millionen Möglichkeiten einer individualisierten Konfiguration und mehrere Kilometer verschalteter Leitungen. Bertrandt ist seit Jahrzehnten Partner von Herstellern und Systemlieferanten und begleitet die zunehmend interdisziplinäre Entwicklung im gesamten Produktentstehungsprozess von Bordnetzen. Schon in den ersten Entwicklungsphasen stellen sich viele Fragen: Welche Größe darf ein Durchbruch zwischen Motorraum und Fahrgastzelle haben, da jede Öffnung die Akustik im Innenraum beeinflussen kann? Gibt es Einflüsse von Schwitz- oder Spritzwasser? Welche Lasten werden erwartet und welche Querschnitte benötigt? Wie sehen Sicherungs- und Massekonzepte aus? Welche Arten von Informationen oder Signalen werden im Fahrzeug benötigt und wie schnell müssen sie weitergeleitet werden (Ethernet, Glasfaser, CAN usw.)? Wo wird der Kabelbaum im Innenraum geführt und welche Biege-Radien sind möglich? Mit diesen und weiteren Fragen setzen sich die Bertrandt-Entwickler auseinander – vom Leitungsstrang über die Entwicklung von Kabelschaltplänen und ersten Prototypen bis hin zur Erprobung und Validierung in eigenen Material- und Prüflaboren. Diese Messungen führt Bertrandt nicht nur an eigenen Standorten durch, sondern auch bei internationalen Einsätzen. Neben dem Automotive-Bereich lassen sich diese E/E-Leistungen auch auf Luftfahrt, Schienenverkehr und Industrieanwendungen übertragen. ■



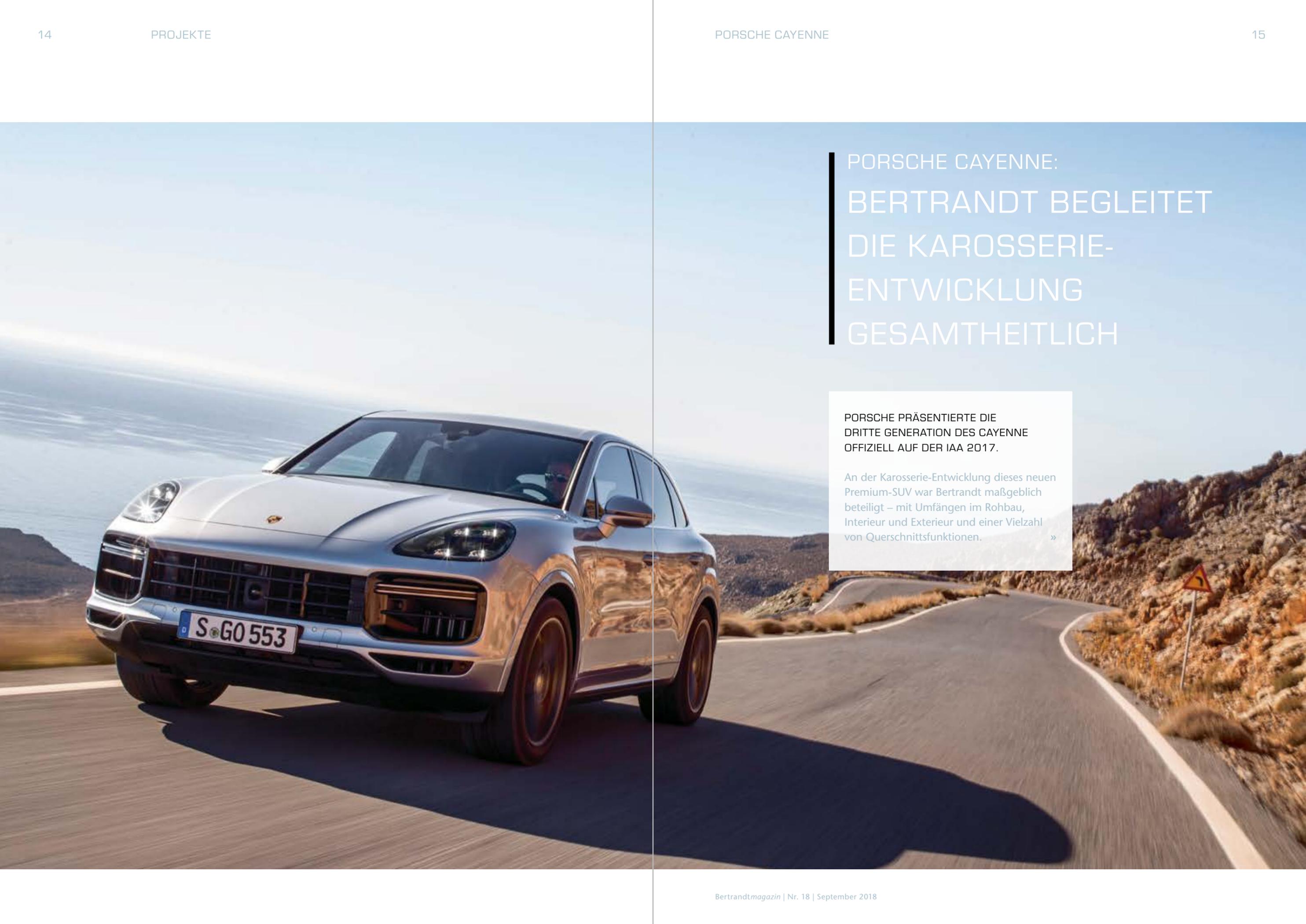
Versuch

## I PARKSPERRENPRÜFSTAND ENTWICKELT

PRÄZISE FUNKTIONSABSICHERUNG IN FRÜHEM ENTWICKLUNGSSTAND

Bertrandt hat einen Prüfstand entwickelt, auf dem Funktion und Festigkeit zu Sperr-einrichtungen in Pkw-Getrieben fahrzeugunabhängig untersucht werden. Der Prüfstand zeichnet sich durch eine hohe Abbildung der Straßenbedingungen und Fahrzeugrealität aus. Zum einen sind der Getriebeprüfung mit seiner Sperreinrichtung samt allen folgenden drehmomentführenden Bauteilen bis hin zum Reifenlatsch vollständig eingebunden, zum anderen werden relevante Ablastpunkte elastizitäts- sowie positionsgenau angeschlagen. Für unterschiedliche

Prüfprozedere, vorgegeben aus Fahrzeugkonfiguration oder Fahrsituation, werden die direkt wirkenden Krafteinflussgrößen sowie resultierenden Massenträgheiten entsprechend eingestellt. Hierdurch simulierte Belastungsszenarien mit einhergehenden Schwingungsphänomenen des gesamten Abtriebsstrangs stellen wirkliche Fahrzeug-situationen nahezu äquivalent nach. Die Untersuchungen liefern einen Einblick in das dynamische Verhalten von Sperreinrichtungen unter verschiedensten Anregungen und ermöglichen so eine präzise Funktionsabsicherung ebenso wie die Sicherstellung zur Dauerfestigkeit von Einzelkomponenten der frühen Entwicklungsphase. ■

A silver Porsche Cayenne is shown from a front-quarter perspective, driving on a paved road that curves through a dry, hilly landscape. The car's license plate reads 'S GO 553'. The background features a clear blue sky and distant mountains.

## PORSCHE CAYENNE: BERTRANDT BEGLEITET DIE KAROSSERIE- ENTWICKLUNG GESAMTHEITLICH

PORSCHE PRÄSENTIERTE DIE  
DRITTE GENERATION DES CAYENNE  
OFFIZIELL AUF DER IAA 2017.

An der Karosserie-Entwicklung dieses neuen  
Premium-SUV war Bertrandt maßgeblich  
beteiligt – mit Umfängen im Rohbau,  
Interieur und Exterieur und einer Vielzahl  
von Querschnittsfunktionen. »



Unverwechselbar – die neue Generation des Porsche Cayenne.

#### Markant und unverkennbar

Den Porsche Cayenne erkennt man auf den ersten Blick. Die neue Generation hat diese Unverwechselbarkeit weiter kultiviert. Ihr völlig neues, aber gleichzeitig vertrautes Exterieur-Design demonstriert konsequent die Porsche-Markenidentität und unterstreicht den Anspruch des Cayenne, das sportlichste Fahrzeug seiner Klasse zu sein. Seine Front signalisiert Performance. Die stark ausgeprägte Motorhaube mit dem markanten Powerdome betont die Kotflügel, die in die neu gestaltete Scheinwerferkontur führen. Die seitlichen Stege des zentralen Lufteinlasses zeigen nun nach außen, was die Breitenwirkung verstärkt und das athletische Auftreten unterstreicht. Porsche-typisch prägen große Lufteinlässe das Bugteil.

#### Vom ersten Strich bis zum Serienanlauf

Bereits vor diesem Großprojekt arbeitete Bertrand eng mit Porsche zusammen. Die Beauftragung erfolgte für die Karosserie-Entwicklung und beinhaltete Umfänge des Rohbaus, Türen und Klappen, Interieur, Cockpit, Mittelkonsole, Sitze, Dämmungen und Verkleidungen sowie die verbindenden Elemente/Querschnitte samt Zeichnungsprüfung, Freigabemanagement, FMEA und Toleranzmanagement.

Zusätzlich musste die Integration von Gleichteilumfängen aus dem Konzern berücksichtigt werden.



Das moderne Cockpit überzeugt in seiner Anordnung.



Ein markantes Exterieur prägt den Porsche Cayenne.

Für jedes Arbeitspaket hatte Bertrand die Verantwortung für die Funktionsentwicklung: Die Ingenieure konstruierten, berechneten, erprobten und stellten sicher, dass die Funktion im Gesamtfahrzeugkontext gegeben ist. Zusätzlich waren die Spezialisten mit der begleitenden Dokumentation betraut. Sie übernahmen die Zeichnungsprüfung und Freigabekoordination, die Planung und Beschaffung von Prototypenteilen und unterstützten beim Zusammenbau in Zuffenhausen. Auch die Erprobung der Prototypen im Gesamtfahrzeug und in den Komponenten gehörte dazu samt der folgenden Umsetzung der Ergebnisse in die Entwicklung, der eigenverantwortlichen Analyse der Erprobungsergebnisse, der Ableitung von Maßnahmen und deren Umsetzung über zwei Entwicklungsphasen. Im Anschluss an die Prototypen- bzw. Baustufenphase wurde die Serie bis zur Serienfreigabe entwickelt. Zusätzlich

betreute Bertrand im Prozess begleitende Maßnahmen wie Gewichtsmanagement, Beseitigung von Klapper- und Quietschgeräuschen für den Karosserieumfang sowie das Änderungsmanagement mit regelmäßigem Reporting. Dieser Verantwortungsumfang war neu für Bertrand – vom ersten Strich bis zum Serienanlauf.

Im Prozess selbst gab es verschiedene Arbeitsmodelle. So entwickelte und konstruierte Bertrand den Rohbau, Porsche erstellte und fertigte die hochwertigen Werkzeuge in Zuffenhausen und Bratislava. Ein weiteres Modell war die Zusammenarbeit mit den Systemlieferanten für verschiedene Module wie im Interieur. In der Serienentwicklungsphase steuerte Bertrand diese Systemlieferanten zusammen mit Porsche. »



Die Gesamtfahrzeugerprobung fand weltweit statt.

### Projekt mit vielen Highlights

Volumen und Umfang in dieser Größenordnung erhöhten die Komplexität des Projekts. Die Verantwortungstiefe für den Karosserieumfang bedingte eine geänderte Arbeitsweise mit neuen Rollen und deren Verständnis. Auch die Integrationsverantwortung der Plattformumfänge aus dem Konzern (Klimatisierung, Kraftstoff) war für die Bertrand-Experten herausfordernd. Im Rahmen des Projekts stieg die Akzeptanz von Bertrand sowohl beim Kunden als auch bei den Lieferanten. Sehr spannend zeigte sich auch die Erprobungsplanung mit dem Gesamtfahrzeug und deren weltweite Durchführung für den Karosserieumfang in extremen Heiß- und Kaltländern.

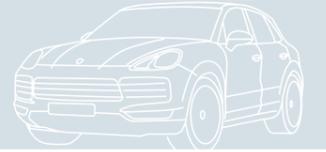
Eine weitere Facette war die Schnittstelle zur Produktion. Bertrand unterstützte beim Anlauf im Werk Bratislava bei Audits, Qualitätsbesprechungen und Montageaufbau. Auch die umfassende Berichterstattung an die Kundengremien war wegweisend für das Fahrzeug. Im Ergebnis wurde eine hohe Qualität im Anlauf erreicht.

Fazit: ein interessantes und sehr umfangreiches Projekt. Der Kunde erhielt eine hohe Entlastung und Effizienz, da die Karosserieumfänge zu einem großen Teil aus einer Hand bearbeitet wurden. ■

*Raimund Busse, Mönstheim*



## KOMPAKT



### PORSCHE CAYENNE: BERTRANDT ENTWICKELT KAROSSERIE

#### Design

- Datenkontroll-Modell / Grauzone
- Design-Check-Modell

#### Rohbau

- Karosserierohbau
- Berücksichtigung der Plattform-Erfordernisse
- Entwicklung, Konstruktion, Simulation und Berechnung der Differenzierungsumfänge
- Entwicklung zweier unterschiedlicher Fugenkonzepte Kotflügel / Haube
- Begleitung der Prozesse Werkzeugherstellung, Montage- und Fügeverfahren, Aufbau, Qualität und Logistik
- Sicherstellung aller geforderten, gesetzesrelevanten und porschespezifischen Funktionen

#### Türen und Klappen

- Türen: Entwicklung, Konstruktion, Simulation und Berechnung
- Einglasung: Entwicklung und Abstimmung mit den Systemlieferanten
- Dichtungen: Entwicklung in Abstimmung mit den Schnittstellen aus Interieur, Exterieur und Konzern
- Deckel / Spoiler: Entwicklung und Funktionsabsicherung in Zusammenarbeit mit Systemlieferanten und Gesamtfahrzeug

#### Interieur

- Verkleidungen Türen, Deckel und Laderaum
- Verkleidungen Greenhouse
- Verkleidungen Einstieg, Integration der Konzernbauteile
- Teppich / Dämmungen
- Cockpit-Integration der Varianten – eigenverantwortliche Steuerung des Cockpit-Modul-Systementwicklers
- Schalttafel Basis und sämtliche Ausstattungsvarianten / Tragrahmen
- Mittelkonsole Basis und sämtliche Ausstattungsvarianten

#### Exterieur und Anbauteile

- Front- / Heckend und Montageteile: Integration und Steuerung der Konstruktion, Simulation und Versuch
- Mobile Dächer und Dachträgersysteme: Integration und Steuerung der Konstruktion, Simulation und Versuch

#### Querschnittsfunktionen

- Berechnung
- Anlaufqualität
- Querschnittsthemen Technik Aufbau
- Koordination Farbteile

BMW EINSATZ- UND BEHÖRDENFAHRZEUGE:  
**SCHNELL UND SICHER  
 UNTERWEGS**

Die Arbeit von Polizei, Feuerwehr oder Notarzt erfordert Höchstleistungen in schwierigen Situationen. Dabei müssen sie sich voll auf ihr Dienstfahrzeug verlassen können. BMW Einsatzfahrzeuge sind dank ihrer gesamten Konstruktion und ihrer speziellen Ausstattungen für die Herausforderungen im harten Dienstalltag bestens gerüstet. Dasselbe gilt für Behördenfahrzeuge, ob getarnt, gepanzert oder zivil. Bertrand München verantwortet die Entwicklung und Umsetzung. »





Bestens für die Herausforderungen im Dienst gerüstet.

Bereits vor mehr als 15 Jahren wurde Bertrandt mit der Entwicklung von Einsatzfahrzeugen auf Basis von BMW 3er Limousine und Touring beauftragt. Erstmals wurde durch die BMW Group die konstruktive Integration der behördenspezifischen Einbauten inklusive der Elektrik-/Elektronikumfangs vergeben. Nach erfolgreichem Serienstart dieser Fahrzeuge erhielt Bertrandt den Auftrag, weitere Umfänge zu entwickeln sowie behördenspezifische Komponenten an die BMW Group zu liefern. Zugleich folgten weitere Aufträge, um Behördenfahrzeuge zu fertigen. Seit diesem Zeitpunkt wurde das Leistungsspektrum permanent ausgebaut, so dass es heute neben den Entwicklungsumfängen auch die Serien- und Einzelfertigung von Einsatzfahrzeugen sowie die Serienlieferung spezifischer Komponenten umfasst.

#### Von der Entwicklung bis zur Teilefertigung

Das Projekt gliedert sich in drei Dimensionen: den Entwicklungsbereich, die Fahrzeugfertigung sowie behördenspezifische Serienteillieferungen an die BMW Group Werke.

Bertrandt fungiert für alle Werks- und Nachrüstlösungen als Generalentwickler der BMW-Einsatzfahrzeuge. Dies umfasst alle Modelle und Derivate – vom MINI bis zum BMW 7er. Sowohl die Konstruktion als auch die Integration aller spezifischen Komponenten sind davon betroffen. Von Vorteil erweist sich das gute Bertrandt-Netzwerk hinsichtlich Absicherung, Shaker, Salzprühtest, Berechnung und VR.



Spezielle Features der Einsatzfahrzeuge.

Auch der Bereich der Fahrzeugfertigung bietet ganz besondere Anforderungen, geht es hier doch um die Bestellung von uniformierten und getarnten Fahrzeugen durch die BMW Group oder den Direktkunden mit jeweils spezifischen Fahrzeuginhalten. Ob Funk, Dachaufbau mit Sondersignalanlage, Druckkammerlautsprecher, Front- und Heckblitzer sowie zusätzliche Stromversorgung mit Sicherungskonzept, Einbau individueller Laderaumkonzepte oder Serienfertigung und Sonderaufbauten nach individuellem Kundenwunsch – Bertrandt beherrscht alle Disziplinen. Die Leistungen erstrecken sich auch auf die Erstellung fahrzeugspezifischer Fertigungsaufträge durch die Arbeitsvorbereitung, die Bestellung der Ausstattungsgegenstände bei externen Lieferanten oder Bertrandt-Fachabteilungen, die Kommissionierung der Einbau-Umfänge, die Fahrzeugfertigung anhand

des Fertigungsauftrages und die Einbaudokumentationen, die Zwischen- und Endprüfungen durch Fachbereichsverantwortliche und das Qualitätsmanagement sowie regelmäßige interne und externe Fahrzeugaudits zur Überwachung und Optimierung der Serienqualität.

Ein weiterer Aspekt ist die Funktion als Kleinserienlieferant der Teilefertigung. Hier geht es um Lieferabrufe durch die BMW Group Werke oder die Bertrandt-Fahrzeugfertigung sowie die Erstellung interner Fertigungsaufträge. Außerdem um die Montage behördenspezifischer Komponenten wie Dachreling mit Haltewinkel und Kabelbaum, B-Säulenverkleidungen mit Lautsprechern, Heckklappenverkleidungen mit Blitzleuchten oder behördenspezifische Kabelbäume. Bertrandt leistet ebenso die Ausgangsprüfung durch Qualitätssicherung als auch den Versand an die anfordernden BMW Group Werke. »



Einsatzfahrzeuge gibt es in unterschiedlichen Modellen - jeweils spezifisch angepasst.

#### Herausfordernde Timeline in der Fertigung

Die Anforderungen an die Projektszenarien sind sehr anspruchsvoll. Beim Projektanlauf Polizei NRW beispielsweise lagen von der Beauftragung bis zum Projektstart gerade einmal drei Monate inklusive Aufbau der Musterfahrzeuge und des Fertigungsteams. In der Anlaufphase wurden innerhalb von sieben Wochen rund 300 Fahrzeuge gefertigt. Während dieser Phase wurden kurzfristig noch erforderliche technische Änderungen an den Ausstattungsinhalten umgesetzt und ein auf das Projekt abgestimmtes Qualitätsmanagement installiert. Vorgelagert waren noch die Lieferanten zu nominieren sowie die komplette Logistikkette abzubilden. Erfahrung und Kompetenz sicherten den Erfolg dieses Projektes. Interne Erfolgsfaktoren sind weiterhin die temporäre interdisziplinäre und niederlassungsübergreifende Zusammenarbeit unter dem Motto „Im Netzwerk zur

Stärke“ sowie eine klare Zielvorgabe hinsichtlich Termintreue und Auslieferqualität.

#### Klare Strukturen sichern Erfolg

Die Bertrandt-Spezialisten setzten die Anforderungen sehr schnell um, wobei kurze Kommunikationswege und feste Ansprechpartner den Ablauf erheblich erleichterten. Über die gesamte Projektlaufzeit erwies sich die enge und konstruktive Zusammenarbeit mit der BMW Entwicklungsabteilung als zielführend, um technische Änderungen schnell umzusetzen. Selbst kurzfristig eingesteuerte Kundenwünsche ließen sich umsetzen – die Behörde NRW konnte fristgerecht mit Fahrzeugen in der geforderten BMW Qualität beliefert werden. Bertrandt übernahm im Nachgang auch die entsprechenden Kundens Schulungen zu den behördenspezifischen Einbauten beim Kunden vor Ort. ■

Jochen Hölzel, Matthias Fritsch, München

## KOMPAKT

### BMW EINSATZ- UND BEHÖRDENFAHRZEUGE



Bei Bertrandt in München werden die Fahrzeuge für den Einsatz vorbereitet.

#### Entwicklung

- Konstruktion und Integration aller EFZ-spezifischen Komponenten
- Entwicklung der E/E-Hardware und -Software (inkl. virtuellem Kabelbaum)
- Erstellung von prototypischen Bauteilen, wie z. B. Halter, Kabelbaum, Elektronik usw.
- Aufbau von Musterfahrzeugen bis zur Freigabe
- Absicherung der mechanischen und elektronischen Komponenten
- Softwareanpassungen in Behördensteuergeräten
- Serienbetreuung und Weiterentwicklung

#### Fahrzeugfertigung

- Serienfertigung von Einsatzfahrzeugen (Polizei, Notarzt, Feuerwehr)
- Fertigungskapazität von bis zu 2.000 Fahrzeugen im Jahr, abhängig von der Fertigungstiefe
- Sonderaufbau nach individuellem Kundenwunsch, weltweit
- Aufbau von Messefahrzeugen
- Prozessgesteuerte Fertigungsabläufe
- Durchgehender Qualitätsmanagementprozess

#### Serienteil-Lieferung

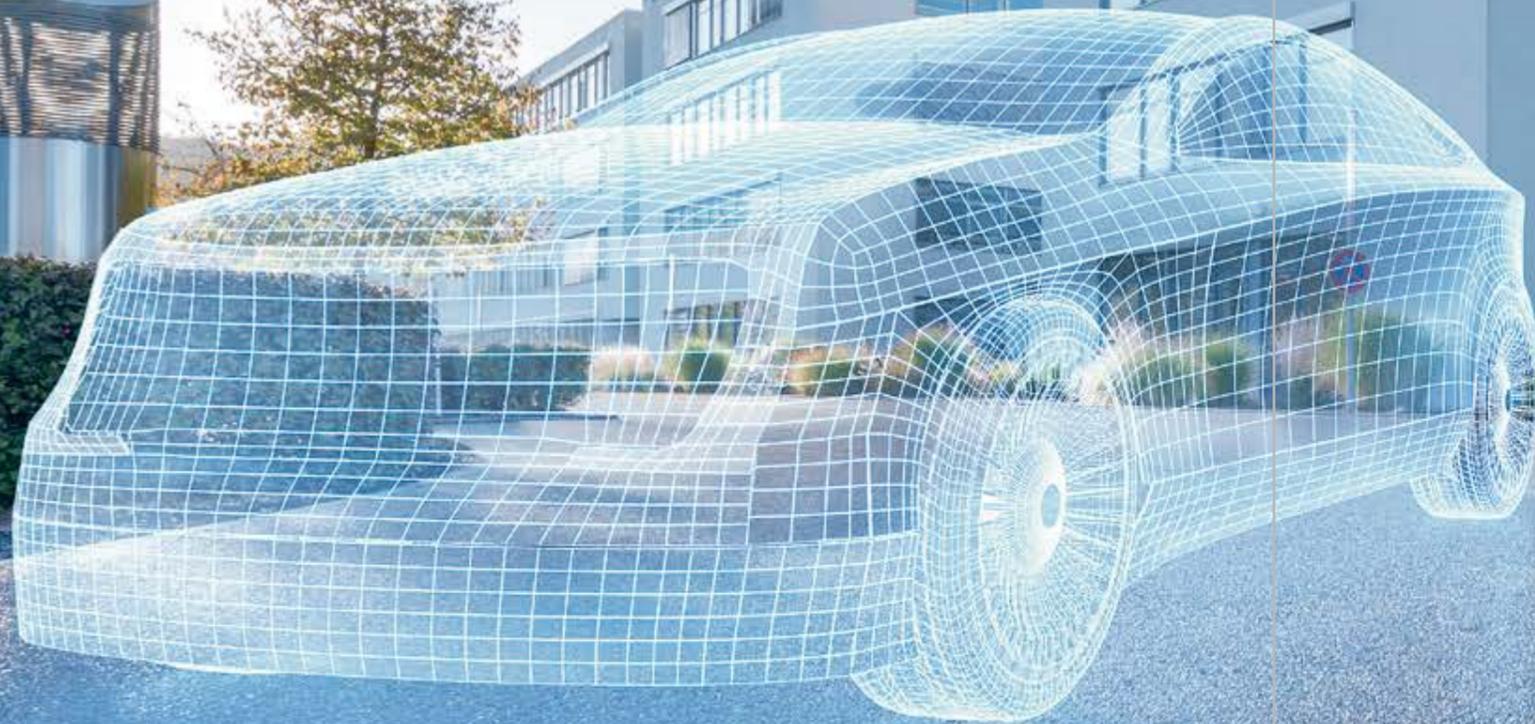
- Lieferung von behördenspezifischen Komponenten an BMW Werke
- Fertigung von Kabelbäumen in Kleinserien oder als Einzelteil
- Durchgehender Qualitätsmanagementprozess



#### On top: Umbau spezieller Behördenfahrzeuge

Mittlerweile werden pro Jahr rund 300 Feuerwehr-, Notfalleinsatz-, Polizei- oder Messefahrzeuge nach individuellem Kundenwunsch umgebaut. Die Herausforderung liegt dabei in der Individualisierung der Fahrzeuge und in den Sonderanfertigungen von Haltern, Kabelbäumen, Einbauten und Bedienkonzepten. Das spezifische Know-how nutzen auch weitere Hersteller. Eindrückliches Beispiel dafür ist das Servicemobil für den ADAC-Rettungshubschrauber.

# „AUTONOMES FAHREN MADE BY BERTRANDT“



## AUTONOMES FAHREN MADE BY BERTRANDT

INTERVIEW MIT PETER SCHIEKOFR ZUM PROJEKT „PARK AND CHARGE“

Autonomen Fahrzeugen gehört die Zukunft, darin sind sich die Experten einig. Die rasante Entwicklung dieser „Revolution“ im Automobilbau erleben wir bereits heute: Autobahn A8 südwärts, einige Kilometer vor Ulm. Der Tempomat lässt Ihr Auto mit Tempo 130 über die rechte Spur schnurren. Sie haben die Hände vom Lenkrad genommen und überlassen es dem Bordcomputer, die Richtung zu halten. Etwa 200 Meter voraus ein Lkw, auf derselben Spur. Ihr Fahrzeug setzt selbstständig den Blinker. Das Lenkrad bewegt sich. Etwas zögerlich, aber stetig zieht der Wagen auf die linke Spur und überholt. Kurz darauf ein Tempolimit: erst 100, dann 80 – eine Blitzanlage am Fahrbahnrand. Noch bevor Sie bremsen können, hat Ihr Auto es selbst getan. Dann setzt es wieder den Blinker und schert zurück auf die rechte Spur. Tempolimit Ende. Der Wagen beschleunigt auf die eingestellte Richtgeschwindigkeit.

Dies ist in näherer Zukunft Realität des teilautomatisierten Fahrens auf unseren Autobahnen – Stichwort Fahrerassistenzsysteme. Die notwendigen Sensoren und Kameras werden längst in Serienfahrzeugen eingesetzt und nehmen uns immer mehr Aufgaben ab. Im Mittelpunkt der Diskussion steht daher nicht mehr die Frage, ob die Technik hält, was sie verspricht, sondern ob wir wollen, was die Technik kann.

Bertrandt ist mit eigenen innovativen Lösungen bereits seit Jahren daran beteiligt und beweist seine Kompetenz in der Elektronik-Entwicklung in Richtung autonomes Fahren: mit dem Projekt „Park and Charge“.

Peter Schiekofer, Gesamtprojektleiter Fahrerassistenzsysteme / Autonomes Fahren / Elektromobilität, erklärt den Anwendungsfall. »





Per App erhält das Elektrofahrzeug den Befehl, einen freien Platz zum Laden und Parken zu suchen.

**// Im Projekt „Park and Charge“ stellen Sie einen Showcase zum autonomen Fahren dar. Was umfasst dieser genau?**

Stellen Sie sich vor, Sie sind mit Freunden in Ihrem neuen Elektrofahrzeug unterwegs zu einem gemütlichen Essen im Restaurant. Sie kommen völlig entspannt an, denn die Staus werden von Ihrem Auto automatisiert umfahren. Das Fahrzeug hält direkt vor dem Gebäude. Sie steigen aus und laufen Richtung Eingang. Doch bevor Sie das Gebäude betreten, müssen Sie Ihr Fahrzeug auf einen Parkplatz schicken. Außerdem ist die Batterie Ihres Autos fast leer – laden sollten Sie also auch noch. Sie ziehen Ihr Handy heraus, geben per App den Befehl, einen freien Platz zum Parken und Laden zu suchen. Ihr Fahrzeug setzt sich ohne Sie in Bewegung und sucht einen freien Parkplatz mit Lademöglichkeit. Nach abgeschlossenem Ladevorgang bewegt sich das Fahrzeug auf einen einfachen Parkplatz, um die begrenzt verfügbaren

Lademöglichkeiten freizugeben. Wenn Sie und Ihre Freunde wieder nach Hause fahren wollen, fordern Sie es per Handy an. Ihr Auto fährt selbstständig zum Abholbereich und bringt Sie sicher wieder nach Hause. Genau dieses Szenario stellen wir dar.

**// Human Machine Interface (HMI) ist ein Teilprojekt in Ihrer User Story.**

Das ist richtig. Displays und Maschinen werden zunehmend komplexer und intelligenter. Ob und wie gut wir damit umgehen, hängt von der Qualität der Mensch-Maschinen-Schnittstelle ab. Fernab von Schalter, Drehknopf, Touchscreen und Co. entwickeln wir deshalb neue Methoden, um das Verständnis zwischen Mensch und Maschine zu verbessern. Mit dem primären Ziel eines innovativen Displays für unseren eigenen Technologieträger. Es geht einerseits darum, wie Displays technisch aufgesetzt werden. Aber auch um nutzerseitige Themen wie die Bewertung solcher Schnittstellen. Ein Schwerpunkt ist die Entwicklung eines Anzeige-Bedienkonzeptes für unseren Technologieträger. Außerdem bauen wir eine Sitzkiste auf, eine Art Fahrsimulator als Entwicklungs- und Testumgebung, mit der wir auch Nutzerstudien durchführen. Displays sollen dadurch in einem sehr frühen Entwicklungsstand evaluiert werden. Und diese Evaluation speisen wir dann zurück in die weitere Entwicklung. Ein anderer Schwerpunkt ist die App-Entwicklung. Sie ermöglicht, mit dem Fahrzeug zu interagieren – nicht direkt, sondern aus der Ferne, wenn Sie z. B. den Ladezustand Ihres Fahrzeugs abfragen wollen oder ihm „sagen“ möchten, dass es Sie zu einem festen Zeitpunkt an einem definierten Ort abholen soll. »



Wir entwickeln neue Methoden, um das Verständnis zwischen Mensch und Maschine zu verbessern.





Unsere Connectivity-Experten unterstützen dabei, Geräte zu integrieren – wie etwa Mobiltelefone, die als HMI dienen und ein Fahrzeug nach Benutzer-Bestätigung sicher in den autonomen Vorgang überführen.

### // Wie spielen denn Connectivity und Backend in Ihren Anwendungsfall hinein?

Es geht darum, die Architektur für das autonome Fahren zu entwickeln, Übertragungswege zu sichern sowie eine cloudbasierte Plattform zu konzipieren. Mit dieser Plattform können bspw. Fahrzeugdaten über Sensoren aufgezeichnet und in der Microsoft Cloud Azure gespeichert sowie ausgewertet werden. Wir beschäftigen uns hier mit der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Backend, um dort die Daten zu verarbeiten, die für autonomes Fahren notwendig sind. Daraus entwickeln wir aber auch eine lösungsorientierte Plattform. Unsere Connectivity-Experten unterstützen dabei, mehrere Fahrzeuge oder später Fahrzeugflotten an die Bertrand-Cloud anzubinden; ebenso zusätzliche Geräte – wie etwa Mobiltelefone, die als HMI dienen und ein Fahrzeug nach Benutzer-Bestätigung sicher in den autonomen Vorgang zu überführen. Die von uns entwickelte „Automotive

Analytics and Development Platform“ bietet eine Lösung, um Sensordaten zu analysieren und Algorithmen unter Einsatz künstlicher Intelligenz zu entwickeln.

Schnittstellen gibt es in alle Bereiche des autonomen Fahrens. Für Software und Funktionen benötigen wir Informationen aus dem Backend bspw. zur Lokalisierung und Umfelderkennung. HMI braucht zur Visualisierung im Fahrzeug Daten, die im Backend berechnet werden, oder Statusmeldungen, welche Aktionen unser Technologieträger gerade ausführt oder als nächstes ausführen wird. Für die Lade- und Infrastruktur müssen Kommunikationskanäle offen sein, die Fahrzeug- und Ladeinformationen bereithalten. Mit unserem modularen Tool- und Engineering-Baukasten steht uns eine skalierbare gesamtheitliche Lösung zur Verfügung, die sich an die Bedürfnisse des Kunden individuell anpassen lässt.

### // Ein Ziel Ihres Projektes ist es, autonome Bewegungen sicher auszuführen. Was gilt es dabei zu beachten?

Die Planung und Ausführung der autonomen Bewegung ist ein zentrales Thema. Wir entwickeln ein intelligentes autonomes Fahrsystem, das durch Informationen aus dem Umfeld selbstständig reagieren und entscheiden kann. Ein großer Schwerpunkt dabei ist die Software-Entwicklung. Unser Projekt hat die Aufgabe, das Fahrzeug autonom und sicher zu einer vorgegebenen Parkmöglichkeit zu fahren und nach Befehl wieder zurückzuholen. Dies erfordert, dass wir uns mit vielen der Problemstellungen auseinandersetzen, die uns auf der öffentlichen Straße begegnen werden: hochgenaue Lokalisierung, Hinderniserkennung, Problemstrategieplanung ... Wichtige Themen sind neben der Lokalisierung beispielsweise Umfelderkennung, Trajektorienplanung, Längs- und Querführung sowie weitere übergeordnete Funktionen. Zum einen müssen wir jederzeit wissen, wo wir uns befinden und wie das Fahrzeug

positioniert ist. Dies wird durch die Lokalisierung umgesetzt. Die Umfelderkennung hilft uns dabei, mittels diverser Sensoren die Umgebung zu erfassen und z. B. Objekte zu erkennen und zu klassifizieren. Andererseits sind diese Sensoren auch ein wesentlicher Bestandteil davon, uns hochgenau zu lokalisieren. Mittels übergeordneter Funktionen bündeln wir Themenbereiche wie die Kommunikation mit dem Fahrzeugbus oder der Diagnose. Bekommen wir durch den Besitzer des Fahrzeugs einen Fern-Anforderungsbefehl, so nutzen wir jegliche Information, die uns über das Umfeld bekannt ist in der Trajektorienplanung, die eine Fahrstrategie berechnet, um das Fahrzeug sicher zur Parkmöglichkeit zu navigieren. Die Längs- und Querführung hat die Aufgabe, der vorgegebenen Trajektorie, also dem Bewegungspfad, zu folgen. Dies erfordert Regelalgorithmen auf sehr hohem Niveau für Lenkung, Antrieb und Bremse. »



Wir setzen uns mit vielen der Herausforderungen auseinander, die uns auf öffentlichen Straßen begegnen.





Das Laden erfolgt wahlweise an einer herkömmlichen Steckdose über ein integriertes AC-Ladegerät oder an einer externen Schnell-Ladesäule.

**// Elektromobilität ist auch ein Schwerpunkt Ihres Projektes. Sie entwickeln in Richtung elektrischer Speicher. Gibt es hierzu bereits Ergebnisse?**

Basierend auf der Entwicklung einer Batterie für den Technologieträger wollen wir mit dem erarbeiteten Wissen unseren Kunden eine komplette Lösung für Batteriederivatsentwicklungen anbieten können. Zum Einsatz kommen moderne Lithium-Ionen Zellen mit einer hohen volumetrischen und gravimetrischen Energiedichte. Unser Batteriesystem ist dadurch etwa 60 % leichter und kompakter als die bisher verwendete Technologie. Es besteht aus mehreren Batteriemodulen, einem leistungsfähigen Batterie-Management-System (BMS) und einer Battery-Junction-Box. Die Batteriemodule wiederum sind aus mehreren Zellen zusammengesetzt und verfügen über Sensoren zur Überwachung der Temperaturen und Spannungen. Diese werden von Zellcontrollern an das BMS übermittelt. Software-Algorithmen

in der BMS stellen anhand der ermittelten Daten sicher, dass die Zellen in einem sehr engen Temperatur- und Spannungsbereich betrieben werden. Die BMS-Daten werden anschließend per CAN an das Fahrzeug übertragen.

**// Wie ist der Zusammenhang zum autonomen Fahren?**

Aus dem autonomen Fahren ergeben sich beispielsweise Energie-, Leistungs- und Verfügbarkeitsanforderungen an das Hochvolt-System des Fahrzeugs. Dieses besteht aus dem elektrischen Speicher und der Leistungselektronik. Die Batterie stellt die Antriebs- und Bordnetzenergie zur Verfügung. Die Leistungselektronik wandelt diese in die benötigte Energieform um. Das Laden erfolgt wahlweise an einer herkömmlichen Steckdose über ein integriertes AC-Ladegerät oder an einer externen Schnell-Ladesäule. Die Batteriedaten werden über das BMS per CAN-Kommunikation an die Domänencontroller des Technologieträgers übermittelt und von der HMI auf interaktiven Displays angezeigt. Connectivity und Backend stellen sicher, dass diese Daten auch an unsere Bertrandt-Automotive-Cloud gesendet werden und von dort beispielsweise über Smartphone-Apps abgerufen werden können. Unser Entwicklungsprozess stellt sicher, dass unser Batteriesystem auch funktionale Sicherheitsanforderungen hinsichtlich ISO 26262 erfüllt und den Qualitätsvorgaben von Automotive SPICE entspricht.



**// Abschließend eine persönliche Frage zum autonomen Fahren: Wie sehen Sie die Zukunft?**

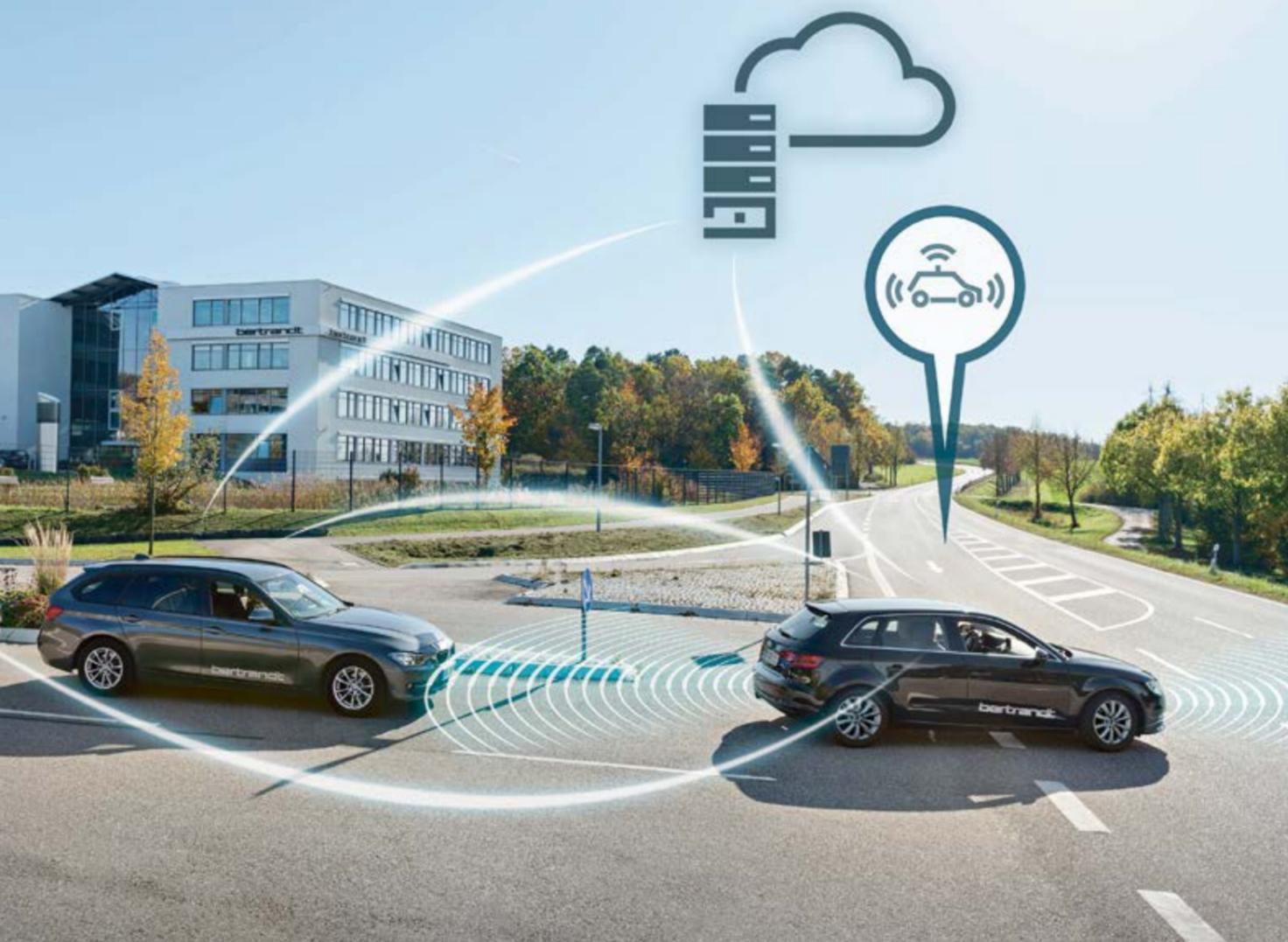
Ich freue mich schon, wenn ich nicht mehr fahren muss und die Zeit sinnvoll nutzen kann. Autonomes Fahren wird kommen. Dies bestätigen auch alle OEM einstimmig. Die Frage ist nur, bis wann es in größeren Serien kommt und in welcher Erstanwendung. Vermutlich wird dies die Autobahn sein, mit dem Autobahn-Chauffeur als Fahrfunktion. Wir sprechen hier von größeren Serieneinsätzen bis ca. 2025 / 2030. Autonomes Fahren wird die Mobilität ändern. Wir werden mobiler werden, aber die Mobilität wird künftig anders aussehen. Wie autonomes Fahren innerstädtisch aussieht, lässt sich noch nicht absehen. Der Mischbetrieb zwischen manuellem und autonomem Fahren stellt noch eine Herausforderung dar. ■

*Das Interview führte Gudrun Remmlinger.*

Wir werden mobiler werden, aber die Mobilität wird künftig anders aussehen.



# FÜR AZURE UND HOLOLENS ZERTIFIZIERT

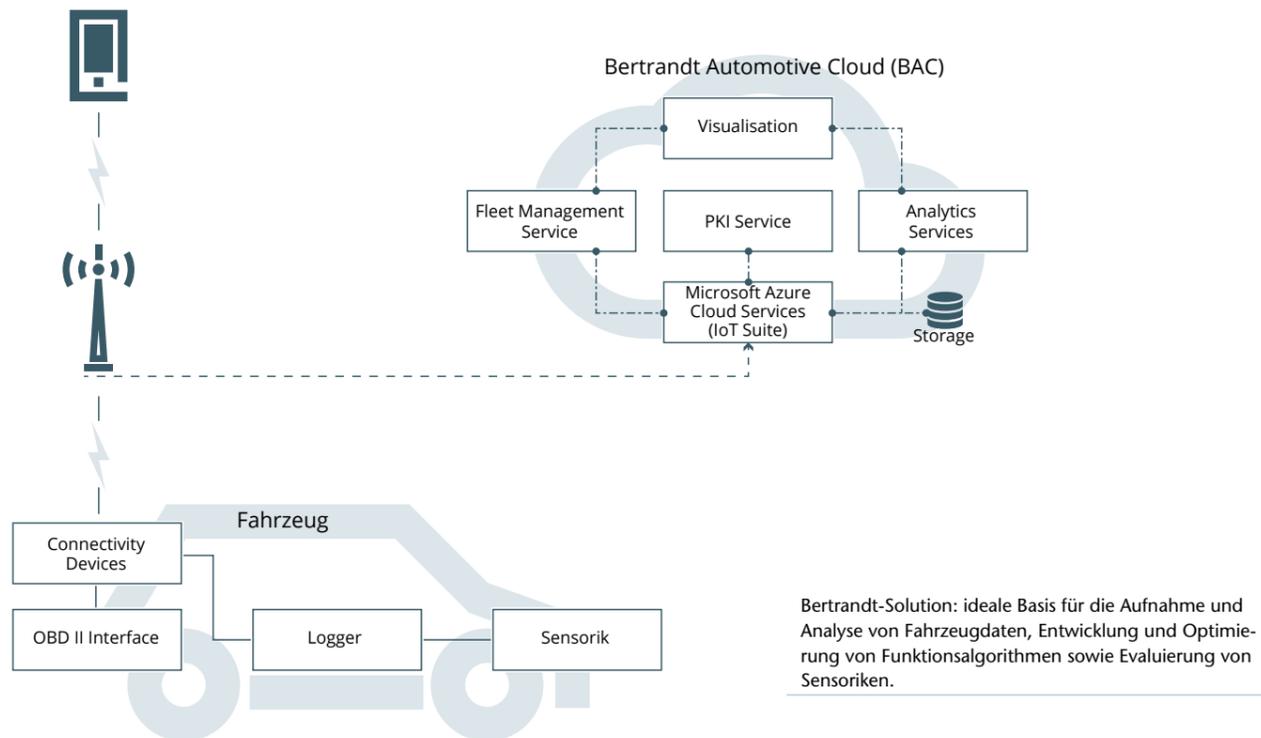


## KOOPERATION UND PARTNERSCHAFT MIT MICROSOFT

Bertrandt und Microsoft Deutschland präsentierten bereits anlässlich der IAA 2017 ein gemeinsames Projekt im Bereich Cloud Computing. Dieses soll das Autofahren in Zukunft noch komfortabler und sicherer machen. Mit der „Automotive Analytics and Development Solution“ können Fahrzeugdaten über Sensoren aufgezeichnet und in der Microsoft Cloud Azure gespeichert sowie ausgewertet werden. Außerdem nutzt Bertrandt im Rahmen der Anwendungsentwicklung bereits seit einiger Zeit Mixed-Reality-Technologie mittels Microsoft HoloLens und damit die Möglichkeit, die reale Welt um digitale Inhalte zu erweitern. Die Zertifizierung über die Holographic Academy ist abgeschlossen.

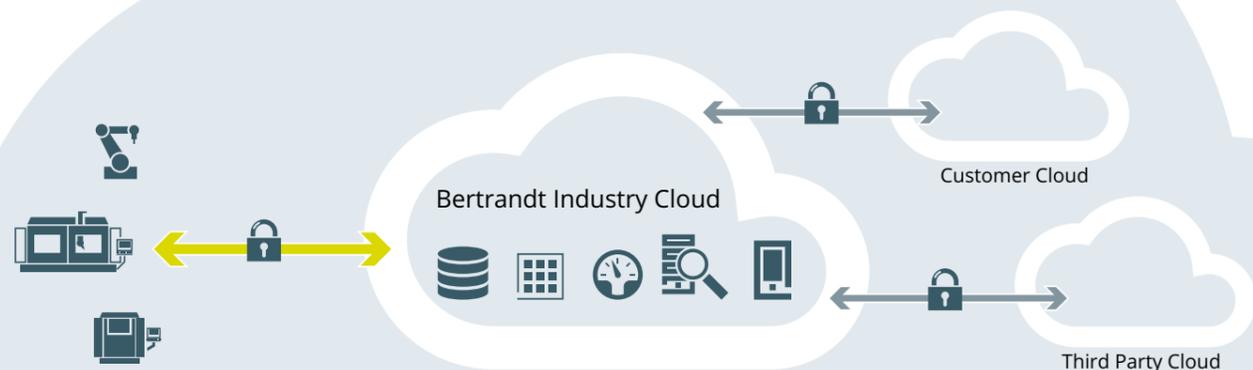
Bertrandt bietet seinen Kunden mit der „Automotive Analytics and Development Solution“ eine Plattform, um Fahrzeugdaten einzulesen und stellt die komplette Dienstleistung der Sensordatenanalyse zur Verfügung. Azure ermöglicht, riesige Datenmengen abzuspeichern. Die „Automotive Analytics and Development Solution“ stellt eine Lösung für die Analyse von Fahrzeug- und Sensordaten sowie die Entwicklung von Algorithmen unter Einsatz künstlicher Intelligenz dar. Die Plattform ist in ihrer Kernanforderung prädestiniert für hohes Datenauf-

kommen und komplexe Rechenalgorithmen. Die Bertrandt-Solution stellt die ideale Basis für folgende Anwendungsfälle dar: Aufnahme und Analyse von Fahrzeugdaten, Entwicklung und Optimierung von Funktionsalgorithmen, Evaluierung von Sensoriken hinsichtlich ihrer funktionalen Eigenschaften und Verwendbarkeit. Als Microsoft-Partner war Bertrandt damit im April 2018 auf dem Jahreskongress des „Microsoft business user forum“ in Stuttgart mit Vorträgen zur HoloLens und zur Azure Cloud sowie eigenem Showcar vertreten. »



Mit der Bertrandt Industry Cloud gibt es auch neue Möglichkeiten, Entwicklungen im Bereich IoT voranzutreiben. Ob Data Analytics in der Erprobung, automatisiertes Konstruieren (künstliche Intelligenz), Maschi-

nendatenerfassung (Predictive Maintenance), vollautomatisierte Nachschubsteuerung (Logistik) oder Übersetzung mittels Skype auf der HoloLens – die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig. ■



Mit der „Automotive Analytics and Development Solution“ können Fahrzeugdaten über Sensoren aufgezeichnet und in der Microsoft Azure Cloud gespeichert sowie ausgewertet werden. Basis für solche Entwicklungen sind Fahrzeuge, die schon mit Sensorik ausgestattet sind oder mit zusätzlichen Sensoren ausgestattet werden. Prinzipiell lassen sich jegliche Daten speichern und analysieren. Über das Mobilfunknetz werden die Daten in die Microsoft Cloud übermittelt und stehen so zu einer weiteren Verarbeitung bereit.

Hinsichtlich des autonomen Fahrens, bei dem die Fahrzeuge miteinander vernetzt sind, ist dies besonders entscheidend. Dank mit dieser Lösung entwickelter Algorithmen werden beispielsweise Staus und Tempolimits erkannt oder Straßenschäden wie Schlaglöcher lokalisiert. Die nachfolgenden Fahrzeuge können ihr Tempo sowie die Fahrwerksabstimmung entsprechend automatisch anpassen. Dies sorgt für ein komfortables Fahrgefühl beim Insassen und gleichzeitig für einen geringeren Verschleiß am Auto. Hinzu kommt der Sicherheitsfaktor beim autonomen Fahren, der durch die Lösung ebenfalls erhöht wird. Gibt es beispielsweise auf einer Strecke starken Regen oder Glätte, lassen sich diese Informationen anhand von Schwarmdaten ebenfalls an andere

Fahrzeuge übermitteln. Sie können dann die Geschwindigkeit an die Situation anpassen oder eine andere Strecke wählen. Die Sensordaten werden über die Microsoft Cloud-Plattform Azure zentral verwaltet und in einem Azure Data-Lake oder Datenbank-Cluster gespeichert. Über Azure Stream Analytics werden die Daten analysiert und Vorhersagen getroffen. Dabei werden Services, wie Stream Analytics, für die Analyse notwendiger statistischer Algorithmen sowie das Fahrzeug-Know-how von Bertrandt zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse sind als interaktive Grafiken dargestellt, um die Entwickler in Zukunft zu unterstützen, Fahrzeuge komfortabler und sicherer zu machen.

Zudem können anhand der Schwarmdaten-Auswertung Vorhersagen gemacht werden. Am Beispiel Straßenzustandserkennung könnten die Behörden gezielter planen, wann eine Straße ausgebessert werden muss und in welchem Zustand sie sich allgemein befindet. Die Cloud-Lösung bietet noch einen Vorteil: Bei der Sammlung dieser Informationen entstehen große Datenmengen und komplexe Rechenalgorithmen, wofür ein sehr großes Speicher- und Auswertungsvolumen benötigt wird. Beides stellt Microsoft Azure flexibel skalierbar und sicher zur Verfügung.

## MICROSOFT HOLOLENS IM EINSATZ



### BERTRANDT WENDET NEUESTE TECHNOLOGIE AN

Gestern noch Science-Fiction, heute real: virtuelle Objekte, mit denen im Raum interagiert werden kann. Hologramme, die das Reale um zusätzliche Informationen, Farben, Formen und sogar Geräusche erweitern. Die HoloLens, eine Mixed-Reality-Brille von Microsoft, ermöglicht neben den naheliegenden Anwendungen rund um Gamification auch die Verwendung im industriellen Umfeld.

Im Rahmen von Industrie 4.0 werden immer intelligentere Teilsysteme entwickelt. Mit zunehmender Intelligenz steigt jedoch auch die Komplexität der Systeme; das Know-how für Reparatur- und Wartungsarbeiten an solchen Komponenten ist umfangreich und bedarf einer langen Einarbeitung. Zusätzliche Variantenvielfalt, wie in der Luftfahrt und der Automobil-Entwicklung, stellen bei Instandsetzungsarbeiten neue Herausforderungen dar. Durch den Einsatz der HoloLens wird es möglich, bspw. verschiedene Reparatur- und Wartungsarbeiten an Komponenten einer Maschine bzw. eines Gerätes vorzunehmen, ohne Detailkenntnisse des Systems zu besitzen. Eingblendete Hologramme visualisieren dabei verständlich die Einzelschritte, die während der Tätigkeit vorzunehmen sind.

Augmented Reality stellt in den nächsten Jahren eines der vorherrschenden technologischen Themen des B2B-Bereichs dar. Die Deutsche Bank Research prophezeit in diesem Zusammenhang ein Wachstum des Weltmarkts für AR von derzeit 500 Mio. Euro auf 7 Mrd. Euro bis zum Jahr 2020. Aus einer Evaluation der Gesellschaft für Informatik geht hervor, dass etwa 60 % der befragten Unternehmen einen Einsatz von AR mit mobilen Endgeräten und/oder Datenbrille bis spätestens 2022 fest einplanen. Bertrandt beweist bereits frühzeitig seine Kompetenz in dieser neuen Technologie. ■



# GUIDED MAINTENANCE APP



## SERVICE- UND WARTUNGSARBEITEN VISUALISIEREN

Mit der HoloLens-Anwendung „Guided Maintenance“ von Bertrandt werden die Service- und Wartungsarbeiten an einem Elektroflugzeug visualisiert, dokumentiert und damit nachhaltig erleichtert. Hologramme machen Arbeitsschritte sichtbar und blenden Sicherheitshinweise ein – detailreich und gleichzeitig verständlich, sodass ein sicheres Arbeiten bereits mit allgemeinen Kenntnissen zu Reparatur- und Wartungsarbeiten am Flugzeug möglich ist. Bereits das Training von Technikern wird positiv beeinflusst: Übungseinheiten können unkompliziert am Digital Twin des Flugzeugantriebes stattfinden. Mithilfe des Hologramms kann so auf die gleiche Realitätsebene wie am tatsächlichen Objekt zurückgegriffen werden, ohne dass Gefahr besteht, sensible Bauteile am Flugzeug zu beschädigen.

### Schnelle Umsetzung in der Realität

Im Anschluss an die virtuelle Ausbildung erfolgt die Arbeit am realen Flugzeug, unterstützt durch virtuelle Elemente. Die Anwendung ist in die drei Bereiche „Information“, „Service“ und „Reparatur“ unterteilt. „Information“ gewährt dabei Einblick in den aktuellen Status einzelner Komponenten. „Service“ und „Reparatur“ enthalten detailreiche Schritt-für-Schritt-Anleitungen, die durch zusätzliche holografische Animationen Service- und Reparaturaufgaben am Elektroflugzeug beschreiben. In beiden wird ein zusätzliches Augenmerk auf die Protokollierung und Dokumentierung des Gesamtprozesses gelegt. So können Arbeitsschritte und Entscheidungen einfach nachvollzogen werden. Auch Aspekte der Geheimhaltung nehmen einen ganz besonderen Stellenwert ein: Passwortgeschützte Profile, die eine persönliche Authentifizierung des Technikers vor Beginn der Anwendung und Dokumentation verlangen, schützen vor unberechtigter Nutzung.

### Unbegrenzter Einsatz der HoloLens

Der Bertrandt-Use-Case zeigt eindrucksvoll die nahezu unbegrenzten Einsatzmöglichkeiten von Augmented Reality. Auch abseits von AR-Headsets und Head Mounted Displays findet Augmented Reality statt. So setzt



Bertrandt in speziellen Bereichen gezielt auf alltägliche mobile Endgeräte wie Smartphones und Tablets. Bereits kleinste Objekte werden mittels AR-App eindrucksvoll virtuell erweitert. Diese flexible Hardware-Auswahl ist gleichwohl für den Einsatz im B2B- wie auch im B2C-Bereich sinnvoll. Beispielsweise für die gemeinsame Betrachtung von Produktionsanlagen, zu denen Betriebsdaten über einen Live-Stream angezeigt werden oder für Besucher eines Museums.

Die HoloLens-App „Guided Maintenance“ ist für künftige Anforderungen gerüstet und lässt sich jederzeit erweitern. Hierzu gehört vor allem die Implementierung von Schnittstellen zu Systemen, Datenbanken oder weiteren „Smart Tools“. So kann eine fortlaufende, industrielle Vernetzung stattfinden – und der kontinuierlichen Anpassung an die Zukunft steht nichts mehr im Wege. ■

*Leonard Kaup, Axel Unger, Ingolstadt*



## NEUE INNENRAUM- STRUKTUR AUS CARBON

### FASERVERSTÄRKTER TECHNOLOGIETRÄGER SPEZIELL FÜR FAHRZEUGE MIT ELEKTROANTRIEB

Aus der Kooperation zwischen Bertrandt und der SGL Carbon entstand der Carbon Carrier, ein Technologieträger für den Instrumententafelträger auf Basis von Carbonfaser-Verbundwerkstoffen. Durch die gewichtsoptimierte Trägerstruktur sollen die veränderten Kraft- und Lastpfade bei Elektrofahrzeugen berücksichtigt werden. Gleichzeitig verbessert sich die Funktionsintegration durch die Implementierung von Baugruppen-Anbindungen in die carbonfaserverstärkten Organobleche.

Das Gesamtsystem eines faserverbundbasierten Instrumententafelträgers stellt ein neues Konzept für die Integration mehrerer Funktionen dar. Der Träger soll die Aufgaben der heutigen Hauptkomponenten Instrumententafel, Instrumententafelträger und Mittelkonsole übernehmen. Einzigartig ist dabei die Integration eines steifigkeitsrelevanten Tunnelastpfads in das Gesamtkonzept. Der Carbon Carrier stellt das Potenzial neuer Fahrzeugstrukturen für Fahrzeugtypen wie Cabriolets und Coupés, insbesondere mit elektrischem Antrieb, dar. Grundlage der Überlegungen ist, dass Karosserievarianten Steifigkeitsveränderungen kompensieren müssen, aufgrund durchgängiger Boden-

strukturen für das Batterie-Package. Um dies auch mit dem Carbon Carrier zu unterstützen, müssen dessen Strukturen und die Anbindung zur Karosserie neu entwickelt werden. Die verbesserte Biegesteifigkeit soll durch eine Abstützung von der Stirnwand erreicht werden, die bis zum Fersenblech der Karosserie reichen kann. Der Carbon Carrier nimmt alle weiteren Komponenten der Instrumententafel auf, wobei deren aktuelle Anforderungen an moderne Karosserie und Innenräume berücksichtigt werden. Damit bildet er einen Ersatz für den klassischen Modul-Querträger im Rohbau, den Instrumententafelträger und den Tunnel, inklusive aller darin enthaltenen Funktionen. »



Zu jedem FVK-Bauteil die passende Technologie: Radius-Pultrusion mit Umspritzung für die Stirnwandabstützung.

Das zentrale Bauteil Längsträger wird mittels Tow-Preg-Flechten hergestellt.

#### Carbon Carrier für die Großserie

Bei der Entwicklung des Carbon Carrier wurde darauf geachtet, dass die eingesetzten Bauteile, Technologien und Montagekonzepte bereits jetzt oder in naher Zukunft großserienfähig sind. Dennoch wurden auch aktuelle Ergebnisse aus Forschung und Vorentwicklung bei Bertrandt, der SGL Carbon und weiteren Forschungsinstituten einbezogen.

#### Innovatives Exponat mit faserverstärkten Kunststoffen

Der Versuchsträger zeigt mit hohem Innovationsgrad und großer Seriennähe auf, wie neuartige Strukturen in modernen Fahrzeugkonzepten aufgebaut sein können. Damit stärkten beide Unternehmen ihr Know-how hinsichtlich eines Serienprozesses zur Anwendung neuartiger Struk-

turkonzepte in modernen Karosserien: von der Idee über die Vorentwicklung, Konstruktion und enge Interaktion aus CAD, CAE und Fertigung.

Umgesetzt wurde dieses Wissen in einem Exponat, das beiden Unternehmen zur Verfügung steht, um unterschiedliche Herausforderungen und Lösungsansätze für den sinnvoll gesteigerten Einsatz von Faserverbundmaterialien in der Fahrzeugstruktur zu diskutieren. Dargestellt werden sowohl herausragende Struktureigenschaften als auch hohe ästhetische Anforderungen. Grundsätzlich sind weitere Material- und Technologie-Kombinationen denkbar.

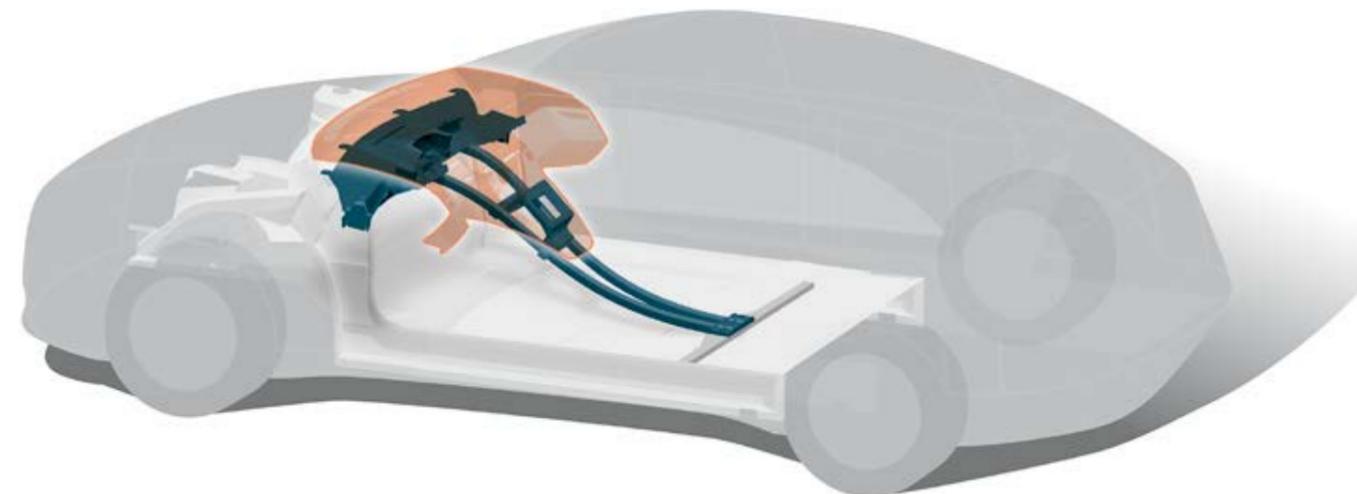
Als neuentwickeltes, integriertes Konzept für innovative Innenraumstrukturen kann der Carbon Carrier mit Großserien-OEM und Produzenten von Nischenfahrzeugen diskutiert und in deren Fahrzeugkonzepte überführt werden.



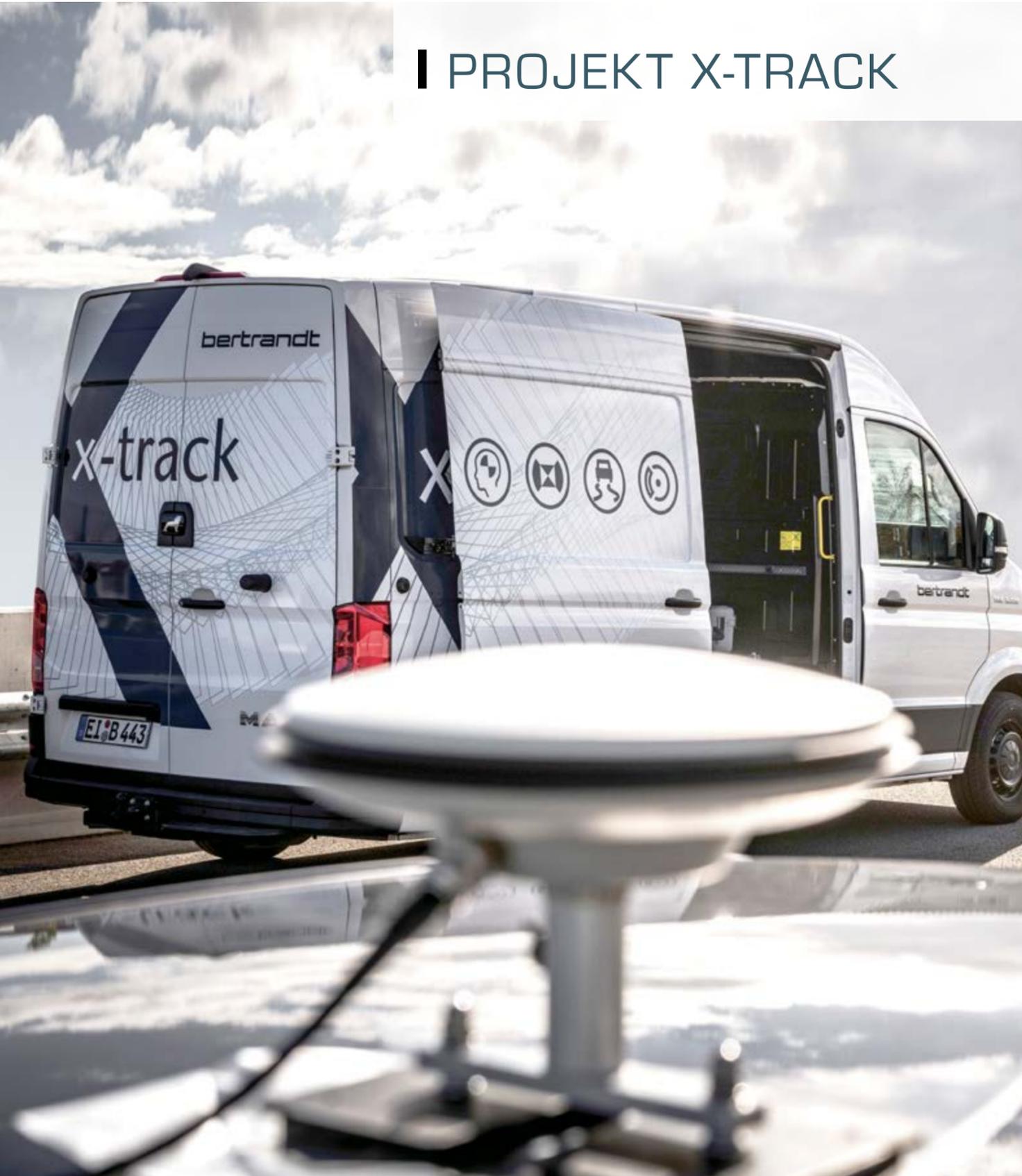
Die Längsträgerkonsole: BMC/SMC mit TowPreg-Einfassung.

Bertrandt und SGL Carbon sehen diese Struktur als Möglichkeit, gemeinsam mit Anwendern und Endkunden Verständnis für die Verwendung und das Verhalten faserverstärkter Kunststoffe, insbesondere CFK, aufzubauen. Auf dieser Grundlage lassen sich optimierte und fasergerechtere Bauteile und Gesamtsysteme entwickeln.

Michael Hage, BPG



## PROJEKT X-TRACK



MOBILES LABOR SICHERT AKTIVE SICHERHEITSFUNKTIONEN, FAHRDYNAMIK UND BREMSSYSTEME AB

Die Absicherung von Funktionen hat eine lange, erfolgreiche Tradition bei Bertrandt. Viele Versuchsanlagen sind in der Gruppe verfügbar, das Leistungsspektrum somit riesig. Ein Blick in die automobiler Zukunft – gerade in Richtung hochautonomes Fahren – zeigt bereits heute einen enormen Absicherungsbedarf, der künftig noch steigen wird. Genau hier setzt das Projekt x-track an: bei der Absicherung autonomer Fahrfunktionen sowie Fahrdynamik- und Bremssystemen.

Das Besondere daran ist, dass das gesamte Testequipment für die Bertrandt-Gruppe mobil verfügbar ist. Wie funktioniert das? Die Antwort ist mit unserem ersten mobilen Testlabor schnell gegeben. Dieses ist am Standort Gaimersheim stationiert und von dort aus jederzeit abfahrbereit, um die einzelnen Niederlassungen vor Ort oder an einer beliebigen europäischen Teststrecke zu unterstützen.

Mit innovativer Technik ausgestattet \_\_\_\_\_

Der MAN-Bus ist beladen mit einem kompletten Satz an Inertial-Messtechnik, einer dGPS-Basisstation, Fahrrobotik, Versuchsanlagen für z. B. vorausschauenden Fußgängerschutz oder Notbremsszenarien, Messtechnik für Bremsen sowie Messlenkrädern für fahrdynamische Untersuchungen. Dazu kommen eine mobile Werkstatt, eigene Energie-Erzeuger und Messtechnik bspw. für die Dokumentation der Mess-Ergebnisse sowie Wetter- und Lichtverhältnisse, was den autarken Testbetrieb auf jeder Teststrecke sicherstellt. Die Technik ist auf dem neusten Stand – gerade hinsichtlich der Versuchsanforderungen des 2018er Protokolls von EuroNCAP. Wir sind darauf vorbereitet – speziell mit dem neu eingeführten GVT (Global Vehicle Target) und einer frei verfahrbaren Trägerplattform. Hiermit können zum Beispiel bereits heute die



Messdatenvisualisierung im Fahrzeug.

2020 geplanten Emergency-Lane-Keeping-Funktionen überprüft werden, aber auch klassische Notbremsszenarien wie die City-AEB. Durch den Anwendungsbereich von bis zu 80 km/h und das darauf befestigte Global Vehicle Target (GVT) lassen sich auch alle erdenklichen Szenarien mit beliebigen Trajektorien darstellen. So zum Beispiel auch ein Abbiegeszenario. »



Untersuchung Bremsgeräusche.

Steuerung der Fahrzeugrobotik.

Um verschiedene Bremsanlagen in ihrer Funktion direkt überprüfen zu können, ist auch eine spezielle Messeinheit im Fahrzeug verfügbar, mit der die Temperatur der Bremscheiben, der Bremsdruck direkt in den Leitungen oder die Bremskraft, die aufs Bremspedal aufgebracht wird, sowie akustische Einflüsse, die durch das Bremsquietschen verursacht werden, gemessen werden können.

Da das Ganze im direkten Kontext der Umgebung bewertet werden muss, verfügt das mobile Labor noch über eine hochgenaue mobile Wetterstation, mit der die Umgebungsbedingungen sekundengenau überwacht und mitdokumentiert werden können. Dazu zählen insbesondere Temperaturen, Luftfeuchtigkeit und Helligkeit.

#### Notbremsung auch im Nachtszenario darstellbar

Aber nicht nur das Tageslicht in seiner Intensität ist interessant, sondern auch die Nacht, die seit 2018 nun auch im EuroNCAP für definierte Szenarien im Bereich der Notbremssysteme als Randbedingung definiert ist. Hierzu wird dann zum Test mit einer Seilzuganlage mit Fußgänger-Dummies auch ein spezielles Licht-Set-Up aufgebaut, das mit definierten mobilen Lichtmasten realisiert wird. Exakte Messungen sind im Vorfeld notwendig, um die Lichtkegel wiederholgenau darstellen zu können: eine wirklich große Herausforderung für die heutigen Systeme im Bereich der Notbremsung.



Temperaturmessung in den Bremscheiben.

GVT- und VRU-Dummy im Einsatz.

#### Diffizile Fahrdynamik-Manöver reproduzierbar

Wenn die Rahmenbedingungen stimmen, die Anlage ausgerichtet und die Messtechnik scharf geschaltet ist, kommt es nun noch darauf an, dass das Fahrzeug punktgenau die Dummies trifft oder reproduzierbar Szenarien fährt, wie zum Beispiel das Fish-Hook-Manöver aus dem Bereich der Fahrdynamik. Immer dann kommt unser Fahrrobotik-System zum Einsatz, bestehend aus Lenk-, Gas- und Bremsroboter. Die Robotik versetzt uns in die Lage, Trajektorien wiederholgenau und reproduzierbar abzufahren. Orientieren kann sich diese Robotik an den dGPS-Einheiten in den Targets oder anderen Fahrzeugen sowie an den Korrekturdaten der Basisstation zur Optimierung. Damit lässt sich eine Genauigkeit von wenigen Zentimetern einhalten.

Fazit: Das mobile Labor x-track ist für viele Versuchsanforderungen auf Teststrecken gerüstet. Ein weiterer Meilenstein in der Absicherung von Bertrandt – eine flexible Lösung für viele Anforderungen. ■

*Kai Golowko, Ingolstadt*



Messung der aufgebrauchten Bremskraft.



## LASERBASIIERT SCANNENDES PIXELLICHT IM FOKUS

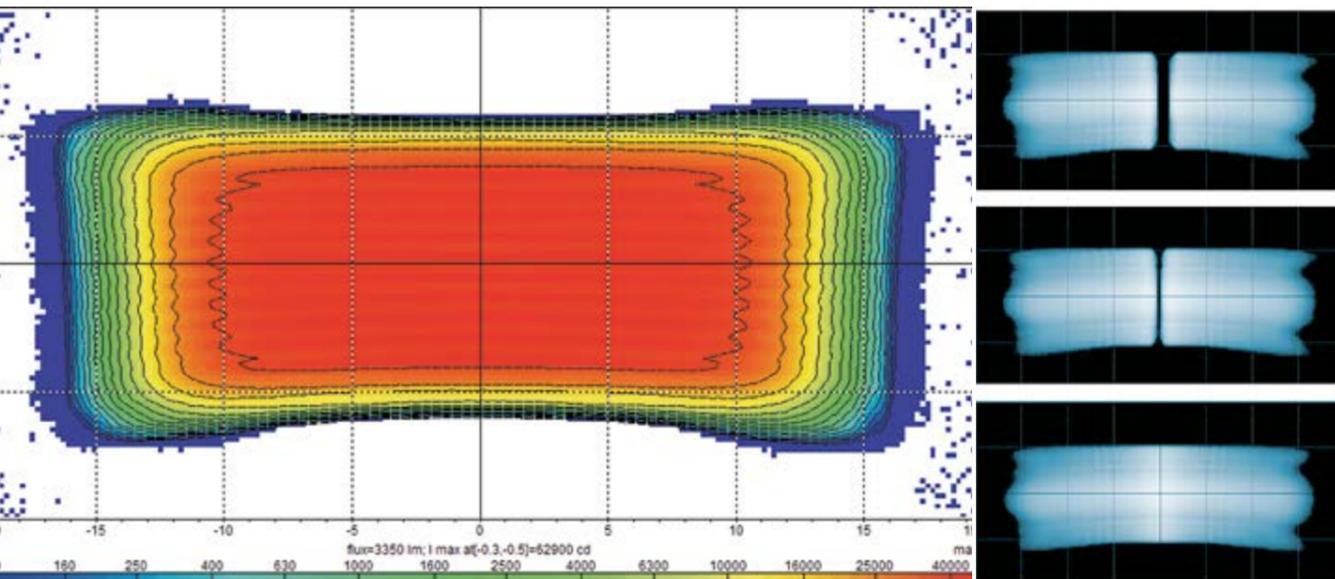
### LICHTBLICK IN DIE ZUKUNFT

Halogen-, Xenon- und LED-Scheinwerfer sind bereits Standard – der Markt steht vor interessanten Veränderungen. So hält auch die Lasertechnologie Einzug in die Automobilbeleuchtung. Bertrandt hat auf dieser Basis eine Lösung für ein hochauflösendes Projektionsmodul konzipiert: das laserbasiert scannende Pixellicht.

Bereits seit 1995 ist die Lichtentwicklung in der Bertrandt-Niederlassung Köln verankert; einen neuen Aufschwung erhielt das Thema in den letzten Jahren. Die Scheinwerfer der Zukunft sollen mehr können als nur die Straße auszuleuchten. Moderne Lichtsysteme stellen dem Kunden die bestmögliche Lichtverteilung zur Verfügung und machen darüber hinaus Informationen sowohl für Fahrer als auch für Passanten sichtbar. Die Sicherheit wird dadurch signifikant verbessert. Die Bertrandt-Ingenieure beschäftigen sich mit dieser Funktionalität – und entwickeln Systeme, die in die automobilen Zukunft Einzug halten sollen. »

### LICHTTECHNISCHE ANFORDERUNGEN AN EINEN ZUKUNFTSFÄHIGEN SCHEINWERFER:

- Hohe Auflösung
- Ein- und Ausblenden einzelner Pixel
- Variable Lichtverteilung



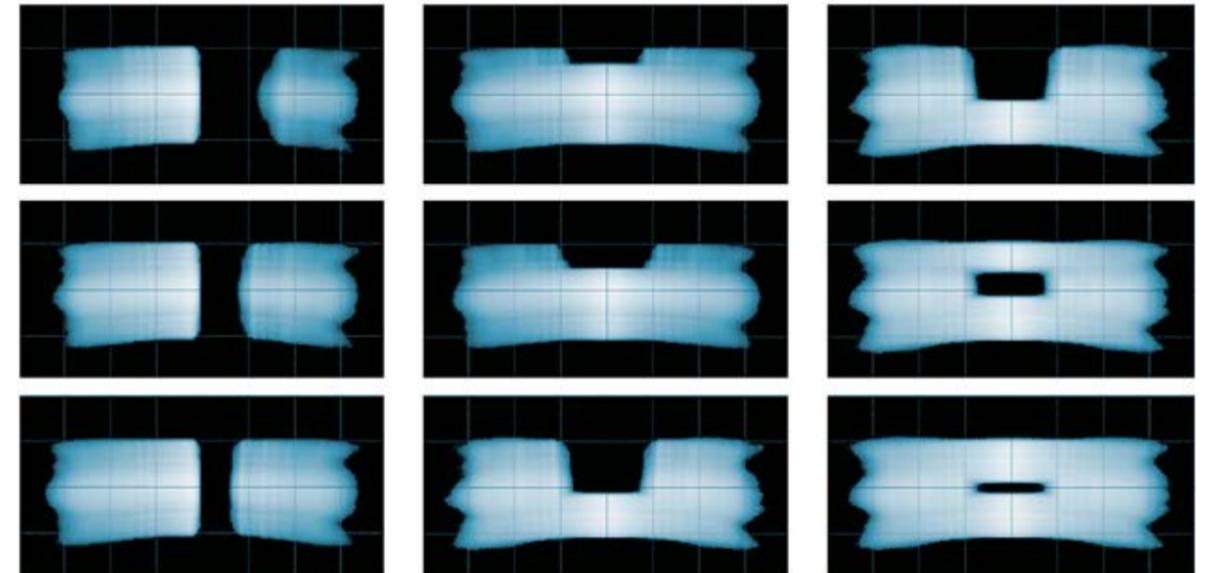
Simulationsergebnisse:  
horizontale Ausblendung.

#### Neue Technologie vorgestellt

Ziel ist es, dem Nutzer eine situationsabhängige, bestmögliche Lichtverteilung zur Verfügung zu stellen. Dabei werden wichtige Attribute angestrebt, wie die maximale Ausleuchtung in der Weite und Breite, Vermeidung von Blendung des Gegenverkehrs und Passanten, Markierung von erkannten Hindernissen, Beleuchten von Schildern, Projektion von Informationen auf die Straße. Zur Umsetzung dieser Anforderungen werden hochauflösende Lichtsysteme benötigt. Die Automobilindustrie verfolgt derzeit drei technologische Ansätze: MEMS, DMD und LCD. Die Kölner Experten konzipierten eine vierte Variante, das laserbasiert scannende Pixellicht, welches auf der VDI-Konferenz 2016 in Karlsruhe vorgestellt wurde. Die Technologie fand großen Zuspruch und Bertrandt erhielt daraufhin den Auftrag, einen entsprechenden Prototypen eigenständig zu realisieren.

#### Kompetenzen erweitert

Dieses Projekt erstreckte sich von der Idee bis zur Umsetzung des ersten Prototyps. Da dieser auf Basis einer völlig neuartigen Technologie entwickelt wurde, gab es keinerlei Referenzprojekte, die genutzt werden konnten, um Erkenntnisse zu sammeln oder Informationen zu erhalten. Bertrandt erweiterte durch dieses Forschungsprojekt seine Kompetenzen in den Feldern Grundlagenforschung, Systemanforderungen, Kundenbedürfnisse, Vorschriften, Fahrzeugintegration sowie in der mechanischen, optischen und elektronischen Systementwicklung.



#### Gut aufgestellt für die Zukunft

Als USP erweist sich, dass in der Kölner Niederlassung alle Disziplinen der Lichttechnologie-Entwicklung mit Kompetenzen über alle Phasen bis zur Serienreife vertreten sind: sowohl die Konstruktion von Hauptscheinwerfer- und Rücklichtsystemen, die lichttechnische Simulation und Visualisierung, die thermische Simulation sowie die Elektronik-Entwicklung. Diese Konstellation wird sich auch künftig als Erfolgsfaktor zeigen. Licht wird im Fahrzeug immer wichtiger, nicht nur als Designelement, sondern auch als intelligente Funktion. Für Bertrandt war es wichtig, mit dem Pixellicht einen Schritt voranzugehen und die Zukunft mitzugestalten. Wie sich Licht grundsätzlich im autonomen Fahren entwickeln wird, ist momentan noch ungewiss. Die Bertrandt-Spezialisten gehen davon aus, dass Licht auch ohne Fahrer nicht an Bedeutung verlieren wird.

Sensorik braucht Licht oder basiert sogar auf Licht, der Aspekt des „Gesehenwerdens“ bleibt notwendig und Licht wird wahrscheinlich die Rolle der Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern übernehmen. ■

*Mario Dotzek, Christopher Klein, Marcel Schlesier,  
Ulf Stiegen, Köln*



MIT B.ALERT IMMER EINEN SCHRITT VORAUS



Durch Kombination unseres Know-hows im Qualitätsmanagement und in der Software-Entwicklung begleiten wir unsere Kunden bei der digitalen Transformation.



BERTRANDT TECHNIKUM ENTWICKELT TOOLBOX ZUR EFFIZIENTEN ANALYSE UND AUSWERTUNG KOMPLEXER QUALITÄTSDATEN

Ausgangssituation – digitale Transformation in der Automobilindustrie

Herausforderungen im Qualitätsmanagement

Die digitale Transformation ist branchenübergreifend in aller Munde. Insbesondere in der Automobilindustrie ist das Thema von größter Bedeutung. Autonomes Fahren, Elektromobilität, Konnektivität und Vernetzung stehen hierbei im Vordergrund. Neben den Fahrzeugfunktionen und -systemen zeichnet sich der digitale Wandel auch in den Geschäftsprozessen der Automobilhersteller und -zulieferer ab. Entwicklungs- und Produktionsprozesse, aber auch die sogenannten Steuerungsprozesse wie Beschaffung, Controlling und Qualitätsmanagement (QM) werden mit Hilfe intelligenter und digitaler Systeme vernetzt und optimiert. Mit der Entwicklung der QM-Toolbox „b.alert“ begleitet Bertrandt seine Kunden bei der digitalen Transformation des QM.

Die Aufgaben im QM sind sehr vielseitig und reichen von der Qualitätsplanung in der Produktentwicklung über die Steuerung der Produktionsqualität bis hin zum Management von Feldausfällen. Immer komplexere Produkte mit einer hohen Variantenzahl, komplizierte Fehlerbilder, weltweite Produktionsnetzwerke, hohe Kundenanforderungen, die Interpretation vielschichtiger und großer Qualitätsdaten sowie das Erfüllen von Automotive-Normen und -Standards zählen zu den täglichen Herausforderungen eines Qualitätsingenieurs. Ziel von „b.alert“ ist es, die Ingenieure im QM mithilfe von Algorithmen bei der Analyse und Auswertung komplexer und großer Qualitätsdaten, bei der Identifikation und Bewertung von Risiken, bei Prozessanalysen sowie im Berichtswesen zu unterstützen.

Drei-Schichten-Architektur:

Datenbasis und Bedienoberfläche können individuell auf die Kunden zugeschnitten werden.



### „b.alert“ – die QM-Toolbox von Bertrandt

„b.alert“ ist eine modular aufgebaute Software und kann als eine Art Baukasten verstanden werden. Aktuell besteht die „b.alert“-Toolbox aus vier Einheiten, die unabhängig voneinander eingesetzt werden können. Jedes der vier einzelnen Tools basiert auf einer sogenannten Drei-Schichten-Architektur. Der Vorteil dieser Architektur liegt darin, dass die zu verarbeitende Datenbasis und die Bedienoberfläche individuell auf die Kunden zugeschnitten werden können. Verschiedene Schnittstellen zu Datenbanken und Datenquellen oder unterschiedliche Auswertarten auf der Bedienoberfläche haben keine Auswirkung auf die Berechnungen und Algorithmen, wodurch eine schnelle Implementierung von „b.alert“ beim Kunden ermöglicht wird. Höchste Anwenderfreundlichkeit stand bei der Entwicklung von „b.alert“ im Fokus der Programmierer. Die intuitive Bedienoberfläche der Software ermöglicht eine schnelle und transparente Ergebnisabfrage, sodass die vorhandene Datenbasis zielorientiert genutzt werden kann.

### Agile Produktentwicklung mit Scrum

„b.alert“ wurde als Bertrandt-internes Projekt gezielt in agilen Strukturen nach Scrum entwickelt. Die komplexen Anforderungen werden vom Product Owner kontinuierlich in einem Product Backlog (Lastenheft) erfasst und priorisiert. Definierte Arbeitspakete, sogenannte Produkt-Inkrementen, werden in laufenden Iterationen, sogenannten Sprints,

entwickelt. Das Scrum-Team kommt täglich zu einem „Daily Scrum Meeting“ zusammen, um Arbeitsergebnisse zu besprechen und die aktuellen Aufgaben und Herausforderungen abzustimmen. So wird sichergestellt, dass Arbeitsergebnisse funktional und kompatibel sind, die Projektziele erreicht werden und das Team maximal agil für äußere Einflüsse und neue Anforderungen bleibt.

### Zusammenarbeitsmodelle

Mit maßgeschneiderten Zusammenarbeitsmodellen passt sich Bertrandt mit „b.alert“ an die individuellen Anforderungen seiner Kunden an. Die zielorientierte Kombination von Beratungsdienstleistungen und den vier Einheiten der QM-Toolbox „b.alert“ erzielt den größten Nutzen für die Kunden. Mit Hilfe der Software führt das Beraterteam Datenanalysen durch und erstellt Auswertungen, deren Ergebnisse den Kunden in regelmäßigen Review-Terminen vorgestellt werden. Analysen können jederzeit reproduziert und weitere Detailauswertungen erstellt werden. Die Exportfunktionen von „b.alert“ ermöglichen sowohl das Exportieren einzelner Datensätze als auch das Ausleiten ganzer präsentationsfähiger Foliensätze in gängige Dateiformate. Analyse-Ergebnisse können so schnell und einfach weiterverarbeitet werden. Selbstverständlich profitieren alle Kunden kontinuierlich von der konsequenten methodischen und technischen Weiterentwicklung und den Updates von „b.alert“.

Martin Endres, Alexandros Velikis, Ehningen

## B.ALERT – DIE TOOLS



### EARLY-WARNING-SYSTEM (EWS)

Wie können frühzeitig potenzielle Qualitätsrisiken identifiziert und deren Verlauf analysiert werden?

Die Risiko-Identifikation im EWS übernimmt ein Algorithmus, der alle Kombinationen von festgelegten Attributen und deren Elementen anhand mathematischer Kriterien und Kennzahlen überprüft und priorisiert. Je nach Anzahl von Attributen und Elementen werden schnell Kombinationen im Millionenbereich berechnet und geprüft. Als kritisch eingestufte Kombinationen werden im Tool priorisiert und eingehend analysiert.

### PRODUCTION TRACKER

Wie können auf Basis von Felddaten Qualitätsdefizite in der Fertigung bei einer großen Anzahl an Produkten, Werken etc. identifiziert werden?

Analog dem Early-Warning-System überprüft ein Algorithmus alle Kombinationen von festgelegten Attributen und deren Elementen. Jeder Fertigungszeitpunkt (Tag, Woche, Monat, Quartal) der Kombinationen wird anhand mathematischer Kriterien und Kennzahlen überprüft und priorisiert. Die auffälligsten Fertigungszeitpunkte und die dazugehörigen Kombinationen werden im Tool dargestellt und eingehend analysiert.



### PROCESS-KPI-SYSTEM

Wie können komplexe Prozesse transparent gemacht und die Performance der einzelnen Prozessschritte gemessen werden?

Die modellierten Workflows dezidierter Kundenprozesse werden im Tool hinterlegt. Warenein- und -ausgänge bzw. Prozessstart- und -enddaten des Workflows werden aus den Rohdaten ausgewertet. Mithilfe der gemeinsam definierten Auswertarten (z. B. Durchlaufzeiten, Paretos etc.) werden die berechneten Ergebnisse analysiert und dargestellt.

### Q-REPORTING

Wie kann der hohe Aufwand für die Erstellung von (Qualitäts-)Reports durch Automatisierung reduziert werden?

Im Q-Reporting-Tool können über einen Konfigurator gesamte Berichte initial konzipiert werden. Hierzu stehen eine Reihe von Auswertarten in einem Speicher zur Verfügung. Neue Auswertungen können erstellt und im Speicher hinterlegt werden. Die Berichte werden auf Knopfdruck in gängigen Präsentationsformaten erstellt. Konfigurierte Berichte lassen sich als Varianten speichern und vom User jederzeit aufrufen, um Berichts-Updates mit aktualisierten Datenständen schnell zu erzeugen.

- Attribute** werden durch ihre **Elemente** definiert. **Kombinationen** sind Verknüpfungen von Elementen.
- Beispiele Attribute:**
- Produkte, Werke, Fertigungslinien, Fehlerbilder / -codes, Kunden, Lieferanten etc.
- Beispiele Elemente:**
- Attribut Produkt: Scheinwerfer, Motorsteuergerät, Lenkgetriebe
  - Attribut Werk: Ehningen, München, Tappenbeck
- Beispiel Kombinationen:**
- Scheinwerfer aus Ehningen
  - Lenkgetriebe aus München für Kunde X



Ehningen, Technikum

## INNOVATIVE VIBRATIONSTESTS ENTWICKELT

PROJEKT MIT EBERSPÄCHER CLIMATE CONTROL SYSTEMS GMBH & CO. KG

Vor Auslieferung an den Kunden müssen sich die Klimasysteme der Eberspächer Business Unit „Bus & Coach“ beweisen. Ein neues Testprofil für den Rüttelprüfstand fordert sie nun besonders heraus: Es simuliert schwierige Straßenbedingungen in Mexiko – Schlaglöcher und Bodenwellen inklusive.

Ganz schön holprig geht es auf einigen Straßen Mexikos zu – da wird die Busfahrt zum Erlebnis. Über Bodenwellen, durch Schlaglöcher oder im wahrsten Sinne des Wortes über Stock und Stein – Busse befahren hier sogar unbefestigte Wege. Dies stellt nicht nur das Fahrzeug selbst auf die Probe, sondern auch das Klimasystem auf seinem Dach. Ziel des Projektes: einen neuen Standard für Vibrationstests zu entwickeln, der den realen Bedingungen in Ländern wie Mexiko möglichst nahekommt.

Gemeinsam mit Eberspächer machten sich Bertrandt-Experten vor Ort ein Bild von den Straßenverhältnissen. Drei Busse, drei Städte, drei Szenarien: Die Testfahrten brachten dabei ganz unterschiedliche Ergebnisse. Als Worst-Case-Szenario entpuppte sich überraschenderweise nicht der unbefestigte Weg in der Nähe von La Paz, sondern eine relativ breite Landstraße in Monterrey. Die Kombi-

nation aus hoher Geschwindigkeit und vielen Schlaglöchern führte zur größten Belastung. Und damit zu den härtesten Bedingungen für das Klimasystem.

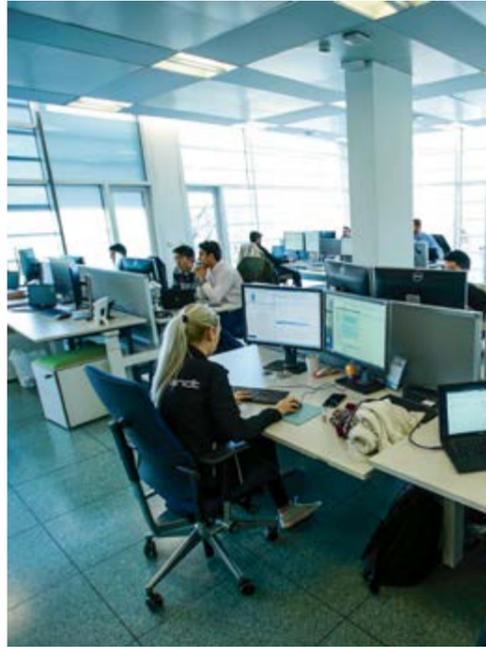
Zurück in Deutschland „übersetzte“ das Team sie in ein neues Profil für den Vibrationstest. Der Prüfstand simuliert überlagerte Bewegungen in mehreren Achsen und kommt den realen Bedingungen dadurch sehr nahe. Bereits früh im Entwicklungsprozess neuer Produkte und Generationen kommt der Test zum Einsatz. Mehrere Tage lang schüttelt er das Klimasystem ordentlich durch. Wo schwingt es am stärksten? Welche möglichen Schäden treten dabei auf? Und welche Änderungen im Design – beispielsweise andere Halterungen oder Verbindungen – sind nötig? Mit Hilfe der Ergebnisse aus dem Hexapod lassen sich die Klimasysteme künftig optimal auf potenzielle Herausforderungen vorbereiten. ■

Rüsselsheim

## KOMPETENZEN IN ADAS ERWEITERT

Bertrandt hat eine neue Betriebsstätte in Koblenz, um seine Kompetenzen im Bereich Fahrerassistenz- und Bremssysteme weiter auszubauen. Die neuen Räumlichkeiten bieten die Möglichkeit, Kunden in dieser Region mit individuellen Entwicklungslösungen zu bedienen. Zudem kann Bertrandt damit seine Leistungen hinsichtlich der Megatrend-Themen ausbauen und das Unternehmensnetzwerk weiter stärken. Der Fokus des neuen Standorts liegt auf Fahrerassistenz- und Bremssystemen. Dabei umfasst das Leistungsspektrum diesbezüglich die Elektronik, die Validierung, das Prozessmanagement, den Fahrzeugaufbau und den Fahrversuch. Den Ingenieuren und Technikern steht eine Fläche von rund 1.000 m<sup>2</sup> zur Verfügung. ■





Spanien / Castellví de Rosanes

## KAPAZITÄTEN ERWEITERT

Rechtzeitig zum Start des neuen Geschäftsjahres 2017/18 konnte die Betriebsstätte in Spanien ihr neues Gebäude in Castellví de Rosanes nahe Martorell beziehen – ein wichtiger Schritt, um Bertrandt in Spanien nachhaltig zu positionieren. Das neue Gebäude in Castellví de Rosanes bietet neben modern ausgestatteten Arbeitsplätzen insbesondere ausreichend Fläche für Labor- und Werkstattbereiche. Damit ist Bertrandt Spanien als attraktiver und strategischer Partner für seine Kunden in den Bereichen Elektronik-Entwicklung, Konstruktion, Powertrain und Qualitätsmanagement in produktionsnahen Dienstleistungen bestens aufgestellt. ■

Neckarsulm

## NEUE BETRIEBSSTÄTTE IN SANT'AGATA BOLOGNESE

Aufgrund der intensivierten Zusammenarbeit mit ihrem Kunden hat die Niederlassung Neckarsulm eine neue Betriebsstätte in Sant'Agata Bolognese, Italien eröffnet. Nach fünf Jahren guter Zusammenarbeit kann sie nun den Kunden in Sant'Agata vor Ort optimal unterstützen. ■



Köln

## ELEKTRONIK- ENTWICKLUNG IN ESSEN

Mit dem neuen Standort in Essen erweitert die Kölner Bertrandt-Niederlassung ihre Kompetenzen in der Elektronik-Entwicklung, bedingt durch ansteigende Projektbearbeitungen in diesem Bereich. Im März 2018 starteten rund 40 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf einer Fläche von 400 m<sup>2</sup>. Mittelfristig sind bis zu 100 Arbeitsplätze vor Ort geplant. Von dort aus können sowohl Bestandskunden als auch Neukunden im Automotive-Bereich optimal bedient werden. Zusätzlich ist die Nähe zu den Hochschulen und Universitäten im Raum Duisburg und Essen gegeben. Um die Trendthemen autonomes Fahren, E-Mobilität, Software-Entwicklung und Internet of Things weiter voranzutreiben sowie Know-how auszubauen, wird hier in Zukunft eine intensive Zusammenarbeit angestrebt. ■

## MOBILITÄT IM ALLTAG FÖRDERN

Bertrandt unterstützt die Paravan-Stiftung, um Behinderten und in Not geratenen Menschen mehr Lebensqualität durch Mobilität zurückzugeben. Ob behindertengerechter Umbau eines Autos, individuell angepasster Rollstuhl, fundierte Lernhilfen für Kinder mit Handicap oder kompetente Beratung in allen Mobilitätseinschränkenden Fragen: Die Spende hilft, ein Stück Lebensfreude zurückzugeben und ihre Mobilität im Alltag zu fördern.

## „AFB – SOCIAL &amp; GREEN IT“

Um Arbeitsprozesse zu optimieren, erneuert Bertrandt in regelmäßigen Abständen IT-Geräte wie Notebooks, Monitore und Smartphones. In der Partnerschaft mit AFB (Arbeit für Menschen mit Behinderung) fand Bertrandt eine soziale und ökologische Lösung für die ausgemusterte Technik: Europas erster gemeinnütziger IT-Dienstleister schont mit der Wiederaufbereitung ausgedienter Hardware die Umwelt und schafft gleichzeitig Arbeitsplätze für Menschen mit Behinderung. Brauchbare Geräte werden aufbereitet, mit neuer Software bespielt und mit Garantie wiederverkauft. Nicht mehr verwendbare Elektronik wird fachgerecht zerlegt, recycelt und erneut dem Rohstoffmarkt zugeführt. Dieser Vorgang reduziert sowohl die Menge an Elektroschrott als auch die Anzahl der Neuproduktionen. So wird CO<sub>2</sub> eingespart und Ressourcenabbau vermieden. Zudem sichert die Kooperation Arbeitsplätze für Menschen mit Behinderung.

## BLUTSPENDE-AKTION MIT DEM DRK

Mehrere Bertrandt-Niederlassungen veranstalten lokale Blutspende-Aktionen mit dem Deutschen Roten Kreuz – zum ersten Mal nun auch am Standort Wolfsburg. Initiiert wurde die Aktion vom Team Gesundheitsmanagement. Die Resonanz war hoch: Unter dem Motto „Heldenmut? Spende Blut!“ nahmen rund 130 Bertrandtler teil. Täglich werden 15.000 Blutkonserven in Deutschland benötigt. Die Bertrandt-Mitarbeiter möchten mit ihrer Blutspende dazu beitragen, dass anderen geholfen werden kann.

## ABENTEUER FÜR EINEN GUTEN ZWECK

7.500 Kilometer Abenteuer rund um die Ostsee. Eine atemberaubende Landschaft, das einzigartige Naturschauspiel „weiße Nächte“ und die Polartage zur Sommersonnenwende, holprige Straßen, weite Strände, einsame Schären, tiefe Fjorde: die Baltic Sea Circle Rallye. Bertrandt unterstützte ein Team auf der Reise zum Nordkap – ein Charity-Projekt, denn die Spenden der Teams gingen an die Organisationen „Deutsche Krebshilfe“ und „Moebius Syndrom Deutschland“.

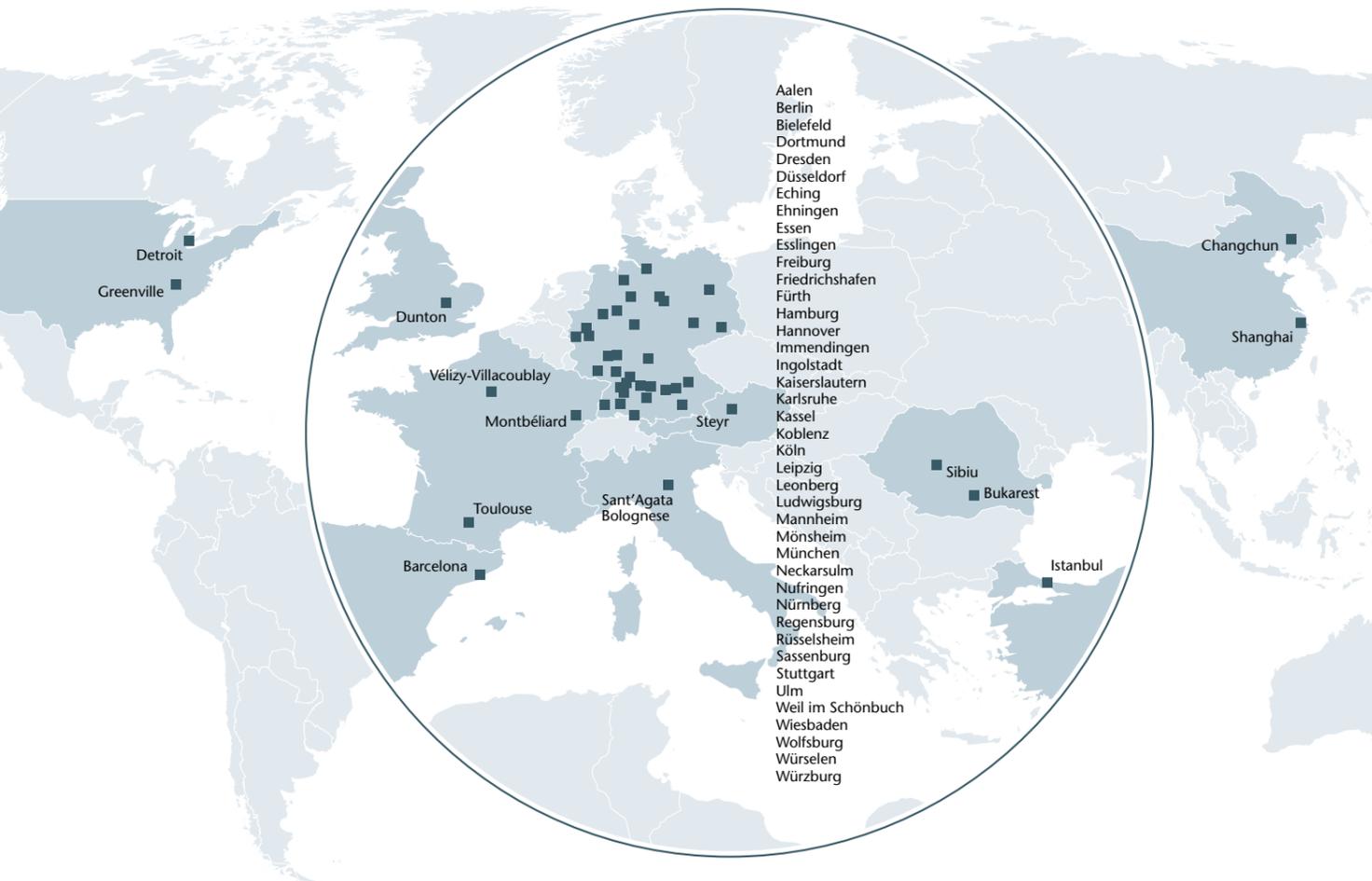
WANDEL GESTALTEN.  
LÖSUNGEN ENTWICKELN.

Auskunft zur ökonomischen, ökologischen und sozialen Entwicklung von Bertrandt bietet unser Nachhaltigkeitsbericht, in dem wir über Werte und Ziele informieren. Er gibt detaillierte Einblicke in die Teilbereiche Verantwortungsvolle Unternehmensführung, Mitarbeiter, Umwelt, Geschäftspartner und Gesellschaft.

## KARTFAHREN ZUGUNSTEN DER DKMS

Im Ralf Schumacher Kartcenter in Bispingen fand das „DKMS 24 h Race for life“ statt. Ziel dieses Rennens war es, die DKMS – eine Organisation, die Menschen mit Blutkrebs hilft – zu unterstützen. Dazu wurden Teile des Startgeldes der einzelnen Teams gespendet. Bertrandt bezuschusste das Team eines Auszubildenden zum Technischen Produktdesigner. Auf der 2,2 km langen In- und Outdoor-Strecke nahmen neben Semi-profis auch GT3-Fahrer und Profi-Teams teil, die sonst auf den großen Rennstrecken dieser Welt zuhause sind. ■

## BERTRANDT IN IHRER NÄHE – WELTWEIT



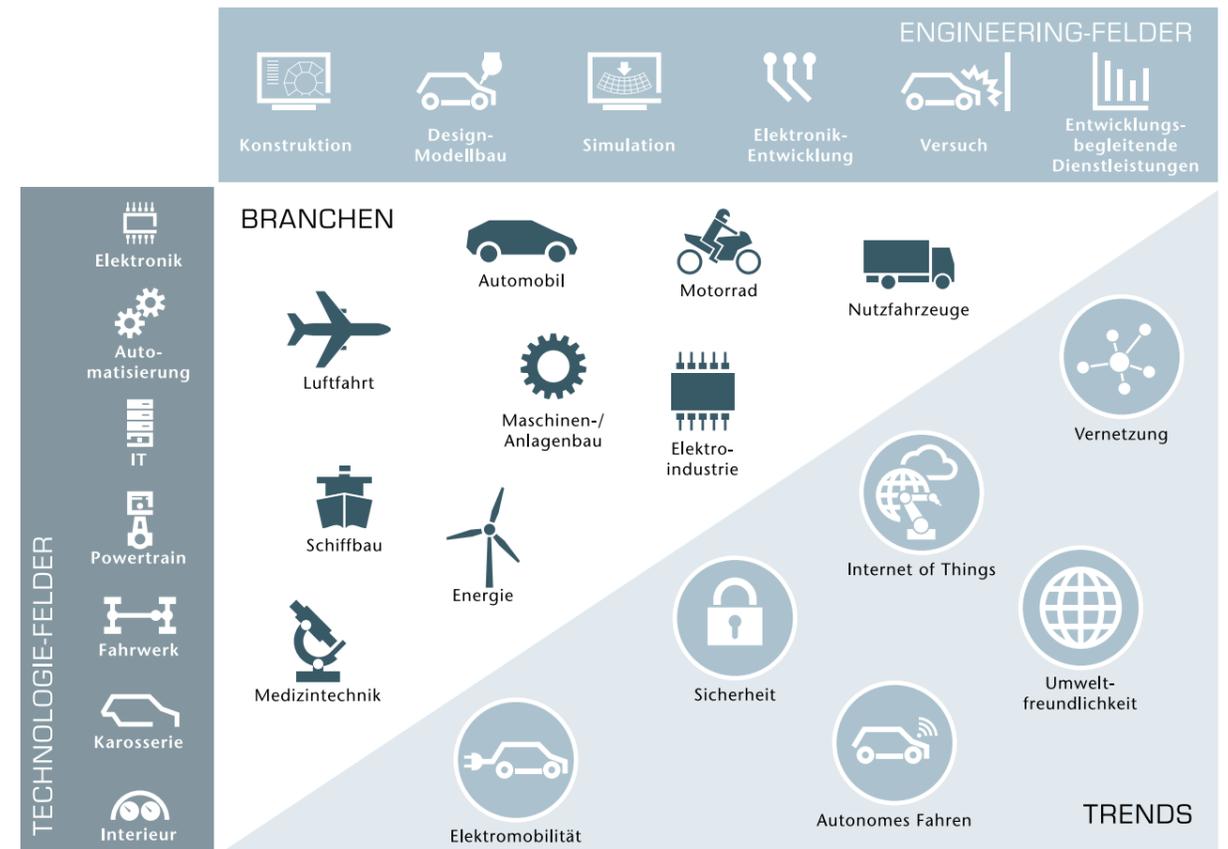
**Zentrale**  
 Bertrandt AG  
 Birkensee 1, 71139 Ehningen  
 Telefon: +49 7034 656-0  
 info@bertrandt.com

Weitere Informationen zu unseren Standorten finden Sie unter:

[www.bertrandt.com/unternehmen/standorte](http://www.bertrandt.com/unternehmen/standorte)



## DAS BERTRANDT-LEISTUNGSSPEKTRUM



Detaillierte Informationen zum gesamten Leistungsspektrum von Bertrandt finden Sie auf unserer Webseite:

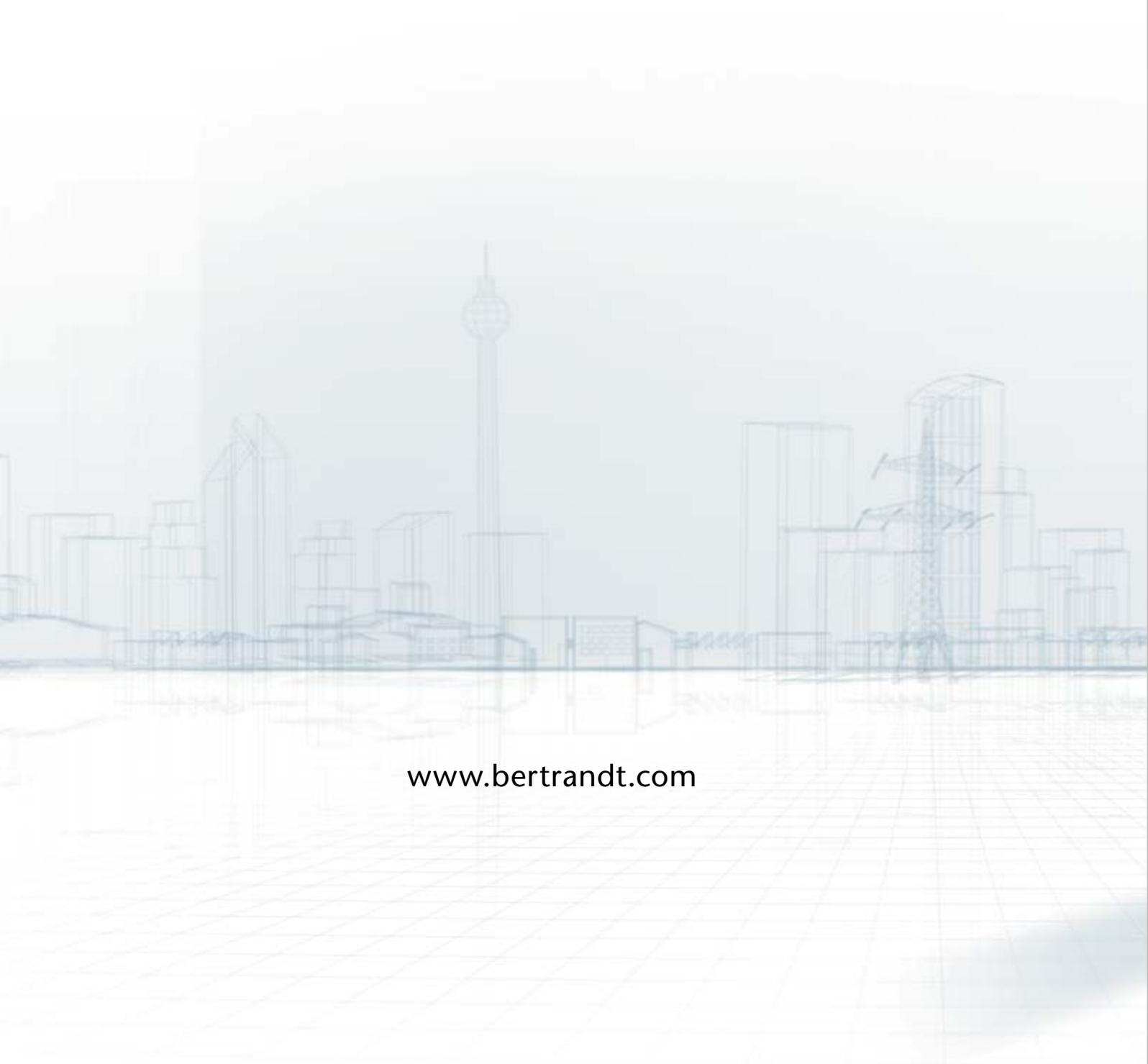
<http://www.bertrandt.com/leistungsspektrum.html>



Erfahren Sie mehr zur Veranstaltungspräsenz von Bertrandt auf unserer Webseite:

<http://www.bertrandt.com/unternehmen/veranstaltungen.html>





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