

---

# GESCHÄFTSFELD AUTOMOTIVE

---

## LÖSUNGEN FÜR DIE FERTIGUNG IN SERIE GESCHÄFTSFELD »AUTOMOTIVE« SCHAFFT VORAUSSETZUNGEN FÜR ZUKUNFTSFÄHIGEN AUTOMOBILBAU

Elektromobilität steht in Deutschland hoch im Kurs. Die grundlegenden Technologien sind schon entwickelt. Nun geht es darum, Lösungen für die Serienproduktion hervorzubringen. Das Geschäftsfeld »Automotive« arbeitet in verschiedenen Bereichen der Wertschöpfungskette daran, die Verfahren für die Massenfertigung verfügbar zu machen und die Prozesse zu verbessern.

Elektromobilität hat viele Vorteile: Die Fahrzeuge sind nicht nur leise und umweltfreundlich, sondern auch weniger auf Erdölimporte angewiesen. Die wachsende Weltbevölkerung und der Klimawandel sind weitere Gründe, das Thema zu fördern. Viele Industrienationen wollen deshalb mehr Stromer auf die Straße bringen. Auch in Deutschland sollen bis 2020 eine Million Elektroautos unterwegs sein. Um die technologischen Standards dafür zu schaffen, bewilligte die Regierung in den vergangenen vier Jahren über 1,5 Milliarden Euro für Forschungsprojekte.

Eines der geförderten Forschungsvorhaben ist das Verbundprojekt »Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität«. Dr. Bernhard Budaker, Geschäftsfeldleiter »Automotive« am Fraunhofer IPA, hat hier mit seinem branchenübergreifenden Team im Cluster »Bauweisen/Infrastruktur« mitgewirkt. Von 2013 bis 2015 haben die Experten aus verschiedenen Abteilungen mit Industriepartnern neue Lösungen für die E-Mobility entwickelt.

### Neuartige Heizung für Stromer auf CNT-Basis

Die Forscher aus der Gruppe »Dispersionstechnik« entwickelten z. B. eine neuartige Heizung auf CNT-Basis, die im Elektroauto für Wärme sorgt und dabei durch die Nähe am Insassen bis zu 20 Prozent Batterieleistung spart. Eine mit leitfähigen Kohlenstoffnanoröhren (CNT) beschichtete Folie wird auf die innere Türverkleidung aufgeklebt. Dabei kommt das Joulesche Gesetz zum Tragen: Fließt Strom durch die Folie, stößt er auf

einen natürlichen Widerstand zwischen den einzelnen Nanopartikeln. Durch diese Zusammenstöße entsteht Wärme. Im Gegensatz zu herkömmlichen Widerstandsheizungen ist die neue Anlage wesentlich schneller beim Aufheizen und Abkühlen und gibt die Wärme gleichmäßiger ab. Außerdem ist sie weniger sperrig und lässt sich flexibel an unterschiedlichen Oberflächen im Elektroauto anbringen. Die neuartige Heizung wurde erstmals im September 2015 auf der Internationalen Automobilausstellung IAA in Frankfurt gezeigt.

### Innovative Lösungen fürs Heizen und Carsharing

Ein weiterer Schwerpunkt der IPA-Experten im Verbundprojekt war das Carsharing. Denn mit der steigenden Anzahl an Stromern und den anfallenden Kosten für Fahrzeug und Infrastruktur werden Konzepte in diesem Bereich immer wichtiger. Außerdem ist die Verkehrsdichte in Ballungszentren so hoch, dass sich immer weniger Menschen ein eigenes Auto anschaffen wollen. Die Spezialisten für Service-Robotertechnologien am IPA forschen verstärkt an Lösungen für die sichere und autonome Navigation. Im Verbundprojekt haben sie ein Konzept erarbeitet, bei dem das Elektroauto in einem entsprechend ausgerüsteten Parkhaus je nach Batteriestand selbstständig zur Ladestation fährt. Ist der Akku leer und eine Stromtankstelle frei, rangiert es in die entsprechende Parkbucht und wird ohne Kabel aufgeladen. Anschließend macht es Platz für das nächste Fahrzeug und rollt auf eine freie Parkfläche. Dieses Vorgehen stellt zum einen sicher, dass der Fahrzeugpool besser



ausgelastet ist und freie Autos dem Kunden direkt zugestellt werden. Zum anderen lassen sich vorhandene Ladeplätze besser nutzen, da die Autos den Ladeplatz selbstständig räumen. Im Projekt haben die IPA-Wissenschaftler ein dichtes und detailliertes dynamisches Umgebungsmodell generiert und die kinodynamisch korrekten Bahnen für Streckenfahrten sowie das Ein- und Ausparken geplant und geregelt.

### **Schwachstellen in der Serienfertigung bei Tesla**

Beispiele wie diese zeigen, dass die Technologien für die E-Mobility auf einem hohen Niveau entwickelt sind. »Um das Elektroauto auf deutschen Straßen zu etablieren, fehlen noch Lösungen für die Serienproduktion«, meint Budaker. Hier gibt es noch Handlungsbedarf, wie am Beispiel des amerikanischen Herstellers Tesla und dessen neuen Model X deutlich wird. Bei der Massenfertigung des sportlichen Geländewagens mit Elektromotor kritisiert z. B. die »Wirtschaftswoche«, dass es noch keine effiziente Lösung gibt, um die Bauteile ans Band zu bringen. Stattdessen werde teures Personal benötigt, das die passenden Werkstücke in der Halle zusammensucht. »Von den ausgereiften Prozessen etablierter Hersteller sei die Fertigung noch ein gutes Stück entfernt«, heißt es im Artikel. Bemängelt werden auch die Qualität der Oberfläche und die Spalten zwischen den Karosserieteilen. »Die Qualität bei der Massenfertigung zu verbessern, ist die Stärke von Deutschland«, ist der IPA-Geschäftsfeldleiter überzeugt. Sein Team verfügt über branchenübergreifendes Know-how, um den gesamten Produktionszyklus zu optimieren.

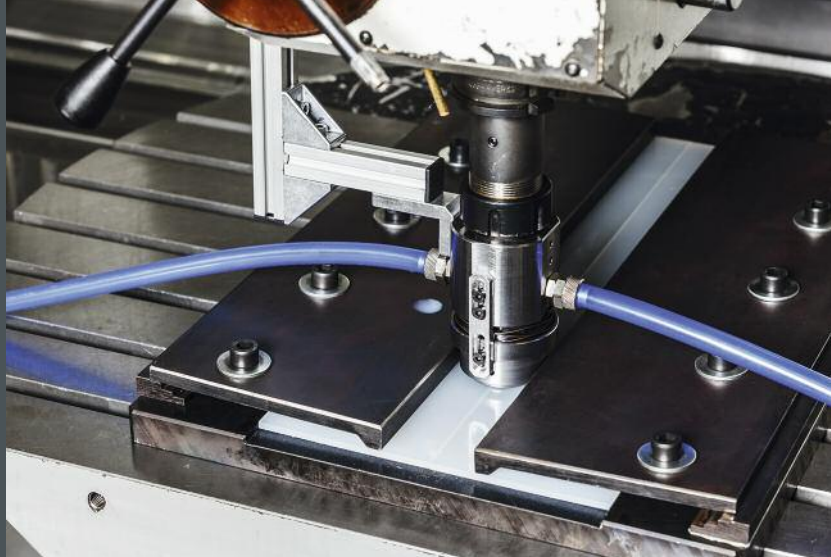
### **Risikoanalyse bei Stromern besonders wichtig**

Um die Qualität zu sichern und zu verbessern, führen die Wissenschaftler der Abteilung »Nachhaltige Produktion und Qualität« mit ihren Auftraggebern Fehlermöglichkeits- und -einflussanalysen (FMEA) durch. »Es geht darum, von der Konzeption bis zur Produktion des Fahrzeugs systematisch

auszuwerten, welche Risiken für den Kunden entstehen können und mit welchen Technologien darauf zu reagieren ist«, schildert Budaker. Da Stromer mehr elektronische Komponenten aufweisen, sind frühzeitige Sicherheitsvorkehrungen bei der Entwicklung erforderlich. Sogenannte System-FMEA, bei denen die Fahrzeugkonzeption untersucht wird, haben die IPA-Experten in der Vergangenheit verstärkt im Bereich der Elektromobilität durchgeführt. Ein Beispiel ist das im September 2015 abgeschlossene Forschungsprojekt EleNa. Ziel war es, mit Industriepartnern einen elektrischen Nachrüststrang in einen Sprinter zu integrieren und das Fahrzeug so mühelos in einen Stromer zu verwandeln. Hier haben die IPA-Wissenschaftler mit einer System-FMEA das Basiskonzept für die elektronische Sicherheit entworfen. Bewertet wurden die beiden Batterien, der elektrische Antriebsstrang und die hydraulische Bremse. Aktuell sucht das Projektkonsortium noch nach einem OEM, der die fertig entwickelten Technologien umsetzt.

### **Fixe Sauberkeitsstandards für die Serienfertigung**

Nicht zu vernachlässigen bei der Qualität im Automobilbau ist das Thema »Technische Sauberkeit«. Denn weist nur ein einziges Bauteil kleinste Verunreinigungen durch Partikel auf, kann dies zu schwerwiegenden Fehlern am Fahrzeug führen. In der gesamten Automobilbranche ist es daher notwendig, mit klar definierten Methoden den Sauberkeitsgrad aller Fahrzeugkomponenten zu prüfen. Budakers Team aus der Abteilung »Reinheitstechnik« ist aktuell dabei, mit einem Industrieverbund aus der Automobilindustrie und der Messtechnik eine international gültige ISO-Richtlinie zu erarbeiten. Das Kick-off war am 30. September 2015. Mit dabei sind u. a. Daimler, VW, Mahle und Zeiss. Ziel der Experten ist, innerhalb von zwölf Monaten ein abstimmungsfähiges Basisdokument für eine neue ISO 16232 zu veröffentlichen.



### **Fahrzeuglackierung in Produktionszyklus integrieren**

Auch im Bereich der Fahrzeuglackierung arbeitet das IPA daran, die Serienproduktion zu verbessern. Beispielsweise suchen die Experten nach Lösungen, um den Lackiervorgang flexibel in die Fertigung zu integrieren. Die Lackieranlagen sind so groß und die Prozesszeiten so lang, dass der Vorgang außerhalb des Produktionstakts stattfinden muss. Da die Variantenvielfalt im Automobilbau stetig zunimmt, sind hier neue Konzepte für die Beschichtungs- und Lackiertechnik gefragt.

Auch das Thema »Energieeffizienz« steht in der Automobilindustrie hoch im Kurs – insbesondere dann, wenn es um die Fertigung in Serie geht. Mit einer neuen Methode für das oversprayfreie Lackieren tragen die Experten dazu bei, Material und Energie einzusparen. Die Spritzlackierung, die heutzutage standardmäßig eingesetzt wird, ist jedoch unwirtschaftlich. Sie benötigt eine hohe Kabinenluftströmung, um den Oversprayanteil von bis zu 40 Prozent abzutransportieren. Das Beheizen und Befeuchten dieser Luft ist ausschlaggebend für den hohen Verbrauch. Die IPA-Experten haben eine Lösung für oversprayfreies Lackieren entwickelt, bei der ein definierter Lacktropfen aus einer Düse erzeugt wird, einige Zentimeter weit fliegt und sich so auf komplexere Objekte applizieren lässt. Mit dieser Vorgehensweise wird nicht nur Lack eingespart, auch die energieintensive Luftmenge wird reduziert. Ein weiterer Vorteil: Immer mehr Kunden wünschen sich Fahrzeuge mit Mehrfarblackierung. Mit dieser selektiven Beschichtungstechnik lässt sich dieser Trend auch bei Elektrofahrzeugen leichter realisieren.

### **Leichtbaumaterialien in der E-Mobility ein Muss**

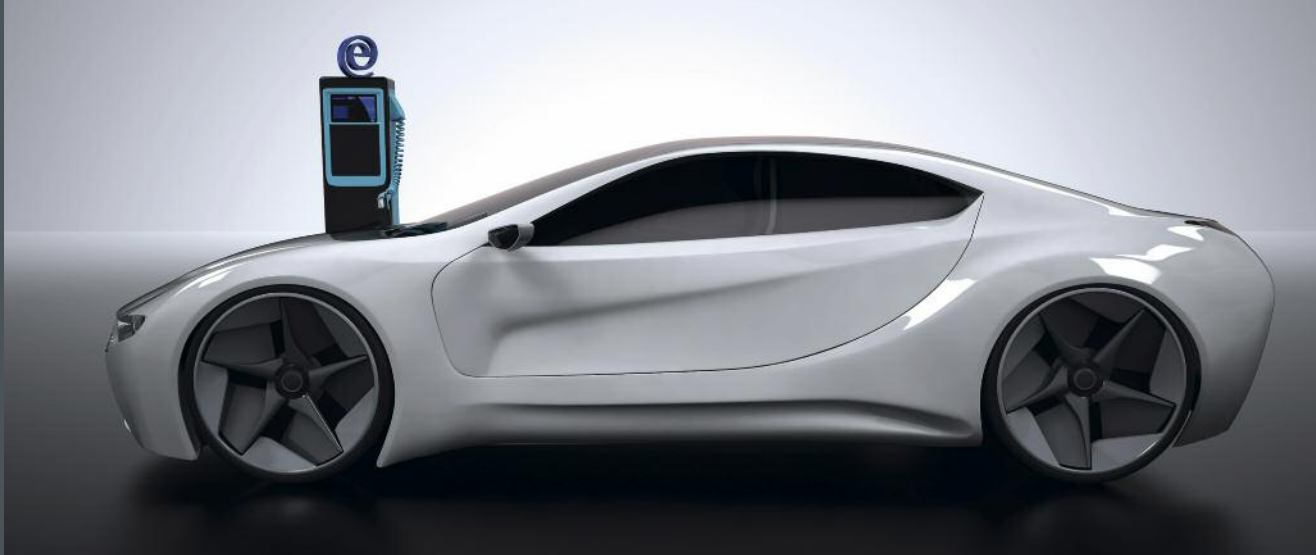
Wenn sich ein Hersteller in der Automobilindustrie mit Elektromobilität beschäftigt, kommt er um Leichtbau nicht mehr herum. Da die Karosserie zusätzlich einen Akku trägt, muss der Stromer an anderen Stellen abspecken. Nur so können die gewünschte Reichweite und Geschwindigkeit erzielt werden.

Schwerer Stahl wird deshalb durch leichte Materialien ergänzt und ersetzt. Häufig verwendet wird hierfür Carbon, ein faserverstärkter Kunststoff, der schon in Formel-1-Autos, Windrädern oder Flugzeugen steckt. Für die Massenproduktion von Elektroautos ist der Werkstoff allerdings häufig zu teuer. Die IPA-Wissenschaftler aus der Abteilung Leichtbautechnologien forschen daher an günstigeren Alternativen, beispielsweise Basalt- oder Glasfasern. Auch mit Fasern aus nachwachsenden Rohstoffen, z. B. Nanozellulose, wurde schon experimentiert. Gleichzeitig arbeiten die Experten daran, die Produktionsprozesse mit Carbon zu verbessern und die Automatisierung der Prozesse voranzubringen.

### **Lösungen für Fügetechnologien und Oberflächenbehandlung im Leichtbau**

Auch in den Bereichen Fügetechnologie und Oberflächenbehandlung – zwei Faktoren, bei denen Tesla laut »Wirtschaftswoche« noch Schwachstellen verzeichnet – hat das IPA Lösungen für die E-Mobility parat. Wenn bei der Herstellung von Elektroautos verschiedene Materialien, z. B. Kunststoff und Metall, gefügt werden müssen, treten Fragen auf, die das IPA-Team mit Blick auf die individuellen Anforderungen beantworten kann.

Die Wissenschaftler haben mit dem Rührreißschweißen zudem ein faserverbundgerechtes Fügeverfahren weiterentwickelt. In mehreren Testreihen konnten die Experten zeigen, dass sich damit die Verstärkungsfasern in die Fügezone einrühren lassen. Nun geht es darum, die Prozessgeschwindigkeit für die schnellen Taktzeiten der Automobilindustrie zu beschleunigen. Hierfür haben die Wissenschaftler eine ergänzende Wärmequelle in Form eines Infrarotstrahlers eingesetzt. In Verbindung mit dieser Wärmequelle beträgt die Prozessgeschwindigkeit schon ca. 650 Millimeter pro Minute – ein Niveau, das für die Industrie schon interessant ist. Ebenfalls konnte das Team mit einem ultraschallangeregten Werkzeug die Vorschubgeschwindigkeit steigern.



### **Leichte Materialien als Herausforderung für Lackiertechnik**

Leichtbaumaterialien in der Automobilindustrie stellen auch neue Anforderungen an die Oberflächentechnologie. Da die Kunststoffteile oftmals unmittelbar neben Stahlblech verbaut werden, muss ein einheitlicher Gesamteindruck vorliegen. Die Materialauswahl ist so zu treffen, dass eine entsprechend homogene Lackfilmstruktur in der Produktion sichergestellt werden kann. In Voruntersuchungen ermitteln die IPA-Wissenschaftler die Oberflächenstrukturen des zu lackierenden Kunststoffteils. Die gewonnenen Daten werden dann mit den sogenannten Appearance-Werten einer lackierten Oberfläche korreliert, sodass sich der Einfluss der Oberflächenstruktur auf die Lackfilmstruktur bestimmen lässt. Da die Anforderungen der Kunden an das Fahrzeugdesign stetig steigen, kommt diesem Bereich auch in Zukunft eine wachsende Bedeutung zu.

### **Bahn frei für das Automobil der Zukunft**

Ob der Elektromobilität in Deutschland der Durchbruch gelingt oder ob sie eine Randerscheinung bleibt, ist derzeit noch unklar. Vom selbst gesetzten Ziel der Bundesregierung, bis 2020 eine Million Strome auf die Straße zu bringen, ist die Nation noch ein Stück entfernt. Fest steht aber, dass die Automobilproduktion der Zukunft innovative Technologien für die Serienfertigung benötigt. Das Geschäftsfeld Automotive verfügt über die notwendige Expertise, neue Lösungen mit der Industrie in die Praxis zu umzusetzen. Der nächsten Auto-Generation steht also nichts im Weg – ob elektrisch oder nicht.

*Seit August 2015 ist Dr. Bernhard Budaker neuer Geschäftsfeldleiter Automotive. Der promovierte Maschinenbauer aus Waiblingen begann seine Laufbahn als Wissenschaftler bei der Universität Stuttgart und leitete seit 2008 in der Abteilung Biomechatronische Systeme die Gruppe Bewegungskontrollsysteme. Er löst Ivica Kolaric in der Funktion als Geschäftsfeldleiter ab, der weiterhin die Abteilung »Funktionale Materialien« verantwortet und zusätzlich das »Fraunhofer Project Center for Electroactive Polymers at AIST Kansai« in Japan leitet.*

Ivica Kolaric  
Geschäftsfeldleiter bis Juli 2015  
Automotive  
Telefon +49 711 970-3729  
ivica.kolaric@ipa.fraunhofer.de

Dr. Bernhard Budaker  
Geschäftsfeldleiter  
Automotive  
Telefon +49 711 970-3653  
bernhard.budaker@ipa.fraunhofer.de

