



# DEN AUTOMOBILBAU NEU ERFINDEN

So meistern Unternehmen mithilfe moderner  
Technologien die schwierigsten  
Herausforderungen der Branche



Bild mit freundlicher Genehmigung von BAC Ltd./Monty Rakusen

## EINLEITUNG

*Moderne Technologien sind im Automobilbau heute wichtiger denn je.*

Die Automobilindustrie befindet sich mitten in einem tiefgreifenden Wandel. Die Wünsche der Kunden ändern sich immer rascher, die Vorschriften werden immer strenger, die Produktentwicklungszyklen immer kürzer, und bei nahezu allen Technologien für Entwicklung und Fertigung gibt es rasante Innovationen.

Daher setzen viele Unternehmen der Automobilindustrie verstärkt auf moderne Technologien in Entwicklung und Produktion, die vernetzt sind, auf Daten basieren und neue Arbeitsweisen ermöglichen. Die Automobilindustrie wird in Zukunft noch mehr innovative Technologien für Entwicklung und Produktion einsetzen müssen. Es gibt mehrere Wege, die bei dieser Modernisierung beschritten werden können.

In diesem Whitepaper sehen wir uns die Branchentrends näher an, die zu dieser Modernisierung führen. Außerdem werfen wir einen Blick auf neue Technologien, die die Automobilindustrie in Zukunft nutzen kann, und zeigen Ihnen, wie vorausdenkende Unternehmen bereits heute von einigen dieser Techniken profitieren.



# TREIBENDE FAKTOREN IN DER BRANCHE

## Sechs Trends, die die Automobilbranche verändern

Aufgrund verschiedener aktueller Trends geht der Wandel im Fahrzeugbau immer schneller vonstatten. Jeder dieser Trends alleine könnte für eine Neuausrichtung der Branche sorgen. Zusammen tragen sie zu einer noch nie da gewesenen Transformation bei – und für diesen Wandel muss sich die Automobilindustrie wappnen.



## 01. ELEKTRIFIZIERUNG

Aufgrund drängender Umweltfragen wird vermehrt auf Elektrifizierung gesetzt; dazu gehört auch die Entwicklung von hybriden und vollständig elektrischen Fahrzeugen. Die Elektrifizierung bietet zahlreiche Vorteile für die Umwelt, darunter weniger Emissionen und eine insgesamt bessere Energieeffizienz. Wenn globale Umweltziele schrittweise auch in Gesetzen festgeschrieben werden, dann bietet die Elektrifizierung der Autoindustrie eine bewährte Möglichkeit, diese Gesetze einzuhalten.

Immer strengere Vorschriften für Treibhausgasemissionen sind dafür ein Beispiel. Die aktuellen Vorschriften in Europa erlauben CO<sub>2</sub>-Emissionen von 130 g/km. Ab 2020<sup>1</sup> wird diese Grenze aber auf 95 g/km herabgesetzt, und die langfristigen Ziele sind sogar noch ambitionierter. Die Emissionsziele in den USA werden ebenfalls strenger. China konzentriert sich darauf, die Luftverschmutzung im Land zu verringern und hat kürzlich einen Emissionsstandard für Schwerlastfahrzeuge eingeführt, der sogar noch über sein europäisches Pendant hinausgeht. Darüber hinaus haben sich neun Länder auf der ganzen Welt verpflichtet, auf Verbrennungsmotoren zu verzichten.

Das alles bedeutet, dass der Anteil von Elektrofahrzeugen weltweit stark zunehmen wird. Laut einer aktuellen Studie werden im Jahr 2025 batterieelektrische Fahrzeuge 15 % und Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeuge 9 % aller Fahrzeuge auf den europäischen Straßen ausmachen, während der Anteil von Diesel- und Benzinfahrzeugen um 13 % bzw. 11 % sinken wird<sup>1</sup>. Elektrofahrzeuge werden Schätzungen zufolge im Jahr 2025 in den USA etwa 35 % und in China etwa 22 % der verkauften Fahrzeuge ausmachen<sup>1</sup>.



1. „Automation and electrification to overhaul global automotive industry“, Consultancy.uk, 2017. <https://www.consultancy.uk/news/13269/automation-and-electrification-to-overhaul-global-automotive-industry>

## 02. NACHHALTIGKEIT

Neben der Bewältigung der drängendsten Umweltprobleme sucht die Industrie nach Möglichkeiten, ihre Produktionsprozesse nachhaltiger zu gestalten, um die Anforderungen an eine CO<sub>2</sub>-ärmere oder -freie Zukunft zu erfüllen. Nachhaltigkeit ist ein komplexes und vielschichtiges Unterfangen, das sich auf nahezu jeden Bereich der Automobilindustrie auswirkt.

Auf der Produktionsseite gehören zu den Nachhaltigkeitszielen die Balance zwischen Unternehmenswachstum und der Einhaltung von Gesetzen, die Investition in eine Digitalisierung der Produktion, die Senkung der Kosten und die Entwicklung einer effizienteren und dynamischeren Lieferkette. Die Automobilhersteller müssen sich auch um die Nachhaltigkeit auf der Mitarbeiterseite kümmern, z. B. durch mehr Schulungen und eine bessere Ausbildung, gleiche Bezahlung für gleiche Arbeit und den richtigen Umgang mit einer alternden Belegschaft.

Auch die Fahrzeugnutzung muss unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit betrachtet werden. Die Automobilindustrie setzt vermehrt auf Technologien für eine sauberere Mobilität, dazu zählen auch mit alternativen Energien betriebene, vernetzte und autonome Fahrzeuge.

Schließlich prüfen die Automobilhersteller neue Wege, wenn das Fahrzeug das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat, um immer mehr Fahrzeugkomponenten wiederverwendbar zu machen. Auch sollen vermehrt recycelte Kunststoffe und andere Recyclingmaterialien eingesetzt werden, wobei gleichzeitig die Sicherheits- und Qualitätsziele eingehalten werden müssen.

## 03. KUNDENINDIVIDUELLE MASSENPRODUKTION

Bei der kundenindividuellen Massenproduktion werden Fahrzeuge für bestimmte Kunden in großem Umfang angepasst. Das stellt die Branche vor eine neue, schwierige Herausforderung. Bisher hat sich die kundenindividuelle Massenproduktion auf den Produktionsprozess beschränkt. In Zukunft jedoch werden moderne Konstruktions- und Produktionstechniken kombiniert, um diejenigen Teile des Fahrzeugs individuell anzupassen, bei denen der Kunde den größten Nutzen für sich sieht.

In der Zukunft könnten Kunden von einem virtuellen Erlebnis profitieren, bei dem das Fahrzeug nach ihren Wünschen gebaut wird und das Fahrzeugdesign selbst mehr Konfigurationsmöglichkeiten und eine flexiblere Fertigung zulässt. Hersteller, die den „Sweet Spot“ für die kundenindividuelle Massenproduktion finden, könnten sich einen deutlichen Wettbewerbsvorteil verschaffen.

## 04. OPTIMIERUNG DES GEWICHTS

Durch die Reduzierung des Fahrzeuggewichts können Automobilhersteller die Kraftstoffeffizienz verbessern; sie können bisherige Werkstoffe durch leichtere Materialien wie Aluminium, Magnesium, hochfesten Stahl, Kunststoff und Karbonfaser ersetzen. Wird das Fahrzeuggewicht um 10 % reduziert, steigt die Kraftstoffeffizienz etwa um 6 bis 7 %<sup>2</sup>. Dies ist angesichts der immer restriktiver werdenden Gesetze zu Kraftstoffeffizienz und Emissionen ein wichtiges Ziel.

Zur Senkung des Gewichts sind neue Materialien, Fertigungsprozesse und Konstruktionstechniken erforderlich. Bei den Materialien sind Kunststoffe und Verbundwerkstoffe am vielversprechendsten. In gewöhnlichen Fahrzeugen werden heute bereits mehr als 100 verschiedene Kunststoffarten und -klassen eingesetzt, die teilweise mit Fasern verstärkt sind, die während des Spritzgießens hinzugefügt werden. Zu den neuen Fertigungstechniken zählen Formpressen, Umspritzen und mikrozelluläres Einspritzen.

Mit Simulationstools können Unternehmen in der Entwicklungsphase moderne Materialien, die sich anders verhalten als traditionelle Werkstoffe, analysieren und verschiedene Möglichkeiten zur Gewichtsreduzierung untersuchen.

2. Joost, W. J. JOM (2012) 64: 1032.  
<https://doi.org/10.1007/s11837-012-0424-z>

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11837-012-0424-z>

Bild mit freundlicher Genehmigung  
von BAC Ltd./Monty Rakusen

## 05. QUALIFIKATIONSDEFIZIT

Als Qualifikationsdefizit bezeichnet man die Diskrepanz zwischen den in der Automobilindustrie benötigten Mitarbeitern und den tatsächlich verfügbaren qualifizierten Arbeitskräften. Hochqualifizierte Mitarbeiter zu finden, ist für die gesamte Automobilindustrie ein großes Problem, insbesondere für Unternehmen in Deutschland. Der Grund dafür ist die aktuelle Hochkonjunktur, die in den letzten zehn Jahren allein in der Automobilindustrie 100.000 neue Jobs geschaffen hat<sup>3</sup>. Doch werden in den nächsten Jahren die starken Geburtsjahrgänge der 50er- und 60er-Jahre in Rente gehen; sie machen 30 % der Bevölkerung in Deutschland aus und werden dem Arbeitsmarkt dramatisch fehlen.

Diese baldigen Rentner werden die Automobilindustrie verlassen und sehr viel Fachwissen mitnehmen, das noch nicht an die neue Generation weitergegeben wurde. Da die Automobilindustrie außerdem mehr neue Technologien denn je implementieren muss, wird es schwer sein, diese Stellen zu füllen.

## 06. INDUSTRIE 4.0

Das „4.0“ in Industrie 4.0 bezieht sich auf die vierte Revolution in der Fertigung nach der Mechanisierung durch Wasser- und Dampfkraft, der Entwicklung der Massenproduktion durch Elektrizität und dem Einsatz von Computern und Automatisierung. Die vierte Revolution ist eine Revolution der Informationen. Sie wird von einer Vielzahl vernetzter, autonomer und datengesteuerter Systeme sowie maschinellem Lernen und künstlicher Intelligenz (KI) angetrieben. Sie ist auch als Kombination aus dem Internet der Dinge (IoT) und dem Internet der Systeme in intelligenten Fabriken bekannt.

All diese Konzepte entwickeln sich ständig weiter. Zu den potenziellen Anwendungsbereichen zählen Fertigungslinien, die ermitteln oder voraussagen können, wann eine Wartung erforderlich ist, Lieferketten, die sich automatisch an Änderungen bei der Nachfrage oder sogar das Wetter anpassen, und autonome Fabrikanlagen.

3. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/30703/umfrage/beschaeftigtenzahl-in-der-automobilindustrie/>

[https://www.berlin-institut.org/fileadmin/user\\_upload/Die\\_Babyboomer\\_gehen\\_in\\_Rente/Thesenpapier\\_Babyboomer.pdf](https://www.berlin-institut.org/fileadmin/user_upload/Die_Babyboomer_gehen_in_Rente/Thesenpapier_Babyboomer.pdf)

# DIE AUTOMOBILINDUSTRIE DER ZUKUNFT

*Technologien, die Entwicklung und Produktion von Automobilen neu definieren*

Ein Aspekt, der momentan alle Trends in der Automobilindustrie bestimmt, ist die Vernetzung. Um große, komplexe Probleme zu lösen, müssen sich Unternehmen vom traditionellen Abteilungsdenken lösen und eine vernetzte Arbeitsumgebung aufbauen, in der sich alle Beteiligten schneller austauschen und effizienter auf Änderungen reagieren können.

Nirgendwo ist das so offensichtlich wie bei der Vernetzung von Entwicklung und Fertigung. In der Vergangenheit bestand die Zusammenarbeit zwischen diesen beiden Bereichen oft aus einem „einfachen Weiterreichen“. In der Zukunft wird der Fertigungsprozess hochgradig vernetzt und automatisiert sein. Entwicklungs- und Fertigungsbereich müssen dann enger zusammenarbeiten, um Konstruktionsänderungen zu reduzieren, Fehler zu minimieren und in kürzerer Zeit innovativere Produkte zu entwickeln.

Die Unternehmen müssen eine Umgebung anstreben, in der Produktentwickler Technologie nicht nur zur reinen Dokumentation eines vorab feststehenden Ergebnisses verwenden, sondern zur Definition mehrerer möglicher Konstruktionsideen, die dann anhand von funktionalen Parametern anstatt von Geometrie zu einer Lösung eingegrenzt werden. Die Konstrukteure verbringen dann weniger Zeit mit der Definition der geometrischen Form jedes Bauteils und haben mehr Zeit für eine eingehende Analyse der Vor- und Nachteile hinsichtlich Materialien, Festigkeit, Verhalten und Kosten. KI wird diese Möglichkeiten noch erweitern: Sie lernt aus jeder Konstruktionsvariante und jeder Änderung, sodass Konstrukteure Routineaufgaben nicht mehr wiederholen müssen.

Wenn die fertig entwickelten Produkte in die Produktion gehen, schlagen die Fertigungssysteme selbst bestimmte Prozessanpassungen vor oder liefern Informationen zu möglichen Fehlerstellen. Die aus der Produktion gewonnenen Daten werden schließlich verwendet, um Simulationen von Komponenten und Systemen frühzeitig im Prozess zu verbessern und somit den Entwicklungszyklus zu beschleunigen und die Markteinführungszeit zu verkürzen.



## WAS SIND MODERNE FERTIGUNGSTECHNOLOGIEN?

Um das volle Potenzial der Automobilindustrie der Zukunft auszuschöpfen, bei der jeder Schritt im Prozess mit dem nächsten verknüpft ist, müssen die Unternehmen zahlreiche neue Technologien und Verfahren nutzen. Welche genau, hängt von jedem einzelnen Unternehmen ab. Allgemein lässt sich jedoch sagen, dass die modernen Fertigungstechnologien der Automobilindustrie die Möglichkeit geben, die Anforderungen immer anspruchsvollerer Kunden in einem hochgradig umkämpften und stark regulierten Markt zu erfüllen.

Sehen wir uns nun einige der Technologien an, die Einzug in die Automobilbranche finden werden.

## GENERATIVES DESIGN

Tools für generatives Design ermöglichen es Konstrukteuren, herkömmliche Abläufe und Einschränkungen der traditionellen Konstruktion zu überwinden. Durch die Gewinnung von geometrischen Bauteilformen basierend auf Zielgrößen zu Festigkeit und Verhalten, zu Material- und Fertigungseigenschaften – im Gegensatz zu einer vorgefassten Idee über Aussehen oder Geometrie eines Bauteils – können mithilfe des generativen Designs mehr (und ungewöhnlichere) Konstruktionsvarianten erzeugt werden, als ein Team von Konstrukteuren hervorbringen könnte.

Statt eine Fahrzeugkomponente auf der Grundlage der Vorgängerversion eines ähnlichen Bauteils zu konstruieren, füttern die Konstrukteure die Software für generatives Design mit Informationen zu Steifigkeit, Gewicht, Belastung, zulässiger Spannung und zum Material des gewünschten Bauteils. Das generative Design nutzt KI, um in kurzer Zeit zahlreiche Varianten zu erzeugen. Dabei „lernt“ es aus jeder Variante.

Die potenziellen Vorteile sind enorm. Konstrukteure haben von Anfang an mehr Konstruktionsvarianten zur Verfügung und können mit gänzlich neuen Lösungsansätzen arbeiten. Da außerdem die Zielgrößen des Bauteils direkt am Anfang festgelegt werden, lassen sich miteinander in Konflikt stehende Konstruktionsanforderungen mithilfe des generativen Designs einfacher erkennen. So können sich die Konstrukteure für eine Richtung entscheiden und dieser effizienter folgen.

## ROBOTIK

Roboter bestehen im Grunde aus Hardware- und Softwaresystemen. Die Software sagt der Hardware, was zu tun ist. Die Herausforderung bei solchen Maschinen besteht darin, sie so zu programmieren, dass sie spezielle Aufgaben effizient erledigen. In der Automobilindustrie sind zahlreiche Roboter im Einsatz. Wenn ein Roboter dieselbe Schweißnaht über viele Jahre hinweg immer wieder erzeugt, kann die Programmierzeit mit Recht als gute Investition betrachtet werden. In einer Umgebung mit flexiblen Fertigungsverfahren müssen Roboter jedoch möglicherweise komplexere und speziellere Aufgaben erledigen. Darum liegt ein aktueller Schwerpunkt der Robotik auf der Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter, damit beide zusammen ein gemeinsames Ziel erreichen, das jeder von ihnen alleine nicht erreichen könnte.

Eine mögliche Anwendung in diesem Bereich ist das industrielle Polieren, eine wichtige Aufgabe bei der Produktion vieler Teile. Beim Polieren werden matte,

glänzende oder schimmernde Oberflächen sowie Oberflächeneffekte mit Sandpapier oder Laser auf allen möglichen Bauteilen erzeugt. Um Oberflächen zu polieren, müssen viele Bewegungen ausgeführt werden und für jedes Bauteil verschiedene Methoden, Winkel und Kräfte angewandt werden. Für Menschen ist das einfach, aber für Maschinen, die numerische Werte brauchen, um zu verstehen, ob eine Oberfläche „glänzend“ ist oder nicht, sieht das anders aus.

Für eine solche Anwendung sind algorithmische Programmierung sowie maschinelles Lernen, Oberflächenmesstechnik und Sensorsysteme erforderlich. Am Ende könnten Roboter bis zu 80 % der Oberflächenbearbeitung übernehmen und den Rest unter menschlicher Aufsicht erledigen. Zu den Vorteilen zählen zum einen die Wiederholbarkeit, wodurch die Qualität verbessert wird, und zum anderen die Handhabung von Bauteilen und Werkzeugen, die für Menschen zu groß oder zu schwer sind.



## WERKZEUG- UND FORMENBAU

Ein ganz normales Auto besteht aus Tausenden von Bauteilen, von denen viele mithilfe von Formen gefertigt werden. Da der Schwerpunkt aktuell auf einer Reduzierung des Gewichts und der Konsolidierung von Bauteilen durch generatives Design liegt, könnten zukünftige Fahrzeuge sogar noch mehr Kunststoffteile mit noch komplexeren Formen enthalten. Aus diesem Grund wird der Präzisionswerkzeugbau wahrscheinlich zu einer zentralen Technologie für die moderne Automobilindustrie.

Fortschrittliche CAM-Software erleichtert die Erstellung von Werkzeugwegen, bei denen alle Möglichkeiten moderner CNC-Maschinen vollständig ausgeschöpft werden. Die Unternehmen können so komplexere Formen effizient fertigen und die geforderte Qualität erreichen. Dank dieser CAM-Tools können CNC-Maschinen ohne Beaufsichtigung 24 Stunden am Tag laufen, damit Formen und Werkzeuge rechtzeitig für die Serienproduktion bereit sind. Moderne CAM-Software enthält Tools für die Modellierung, für die Aufbereitung von Elektroden und für die Definition von Werkzeugtrennflächen; dazu kommt noch die Simulation von Werkzeugwegen zur Minimierung des Kollisionsrisikos und zur Erzeugung optimierter Werkzeugwege. Außerdem kann die Qualität der Werkzeuge und Formen durch Messung in der Maschine selbst überprüft werden, um teure Fehler zu verhindern.



## SIMULATION

Mit Simulation können Unternehmen der Automobilindustrie die Markteinführungszeit neuer Fahrzeuge drastisch verkürzen. Mit Simulationstools können Konstrukteure die Eigenschaften von Komponenten durch genaue Analysen vorherberechnen, überprüfen und optimieren, wodurch schon früh im Entwicklungsprozess fundierte Konstruktionsentscheidungen möglich sind. Zudem gibt es weniger Iterationsschleifen und das Risiko später Fehler, die sich auf ein Subsystem – oder das ganze Fahrzeug – auswirken und den gesamten Zeitplan durcheinanderbringen können, wird reduziert.

Zu den wichtigsten Simulationstools zählt beispielsweise die FEM-Berechnung (Finite-Elemente-Methode), mit der das Verhalten von Bauteilen mittels linearer, nichtlinearer, thermischer und dynamischer Analysen berechnet und Konstruktionen optimiert werden können; so ist eine Validierung des Bauteils schon lange vor dem Beginn der Fertigung möglich. Die numerische Strömungsmechanik analysiert Wärmeübertragung und Fluidströmungen. Software für Kunststoffspritzguss hilft bei der Optimierung von Bauteilgeometrie, Formkonstruktion und Fertigungsprozess, um die Qualität zu maximieren und Fehler zu vermeiden. Spezialisierte Simulationssoftware kann Konstrukteure auch bei der Entwicklung und Gewichtsreduzierung von Bauteilen aus Faserverbundstoffen unterstützen.

## AUTOMATISIERTE CNC-PROGRAMMIERUNG

Auch bei der NC-Programmierung für das Fräsen kommen zunehmend automatisierte Lösungen zum Einsatz. Nach dem Einlesen eines CAD-Modells kann die CAM-Software nicht nur die beste Bearbeitungsstrategie festlegen, sondern auch automatisch die CNC-Maschine programmieren. Dieses Verfahren ist derzeit nur für bestimmte Arten von Bauteilen verfügbar, könnte aber schon in naher Zukunft auf weitere Bauteiltypen erweitert werden.

Eine Schlüsselrolle spielt hier die sogenannte automatische Feature-Erkennung. Dabei analysiert die Software das Volumenmodell, um die Form des Bauteils zu verstehen. Benutzer müssen somit nicht mehr Stunden damit verbringen, die Bauteilgeometrie aufzubereiten, Begrenzungen für Fräsbahnen festzulegen und Vorschub bzw. Zustellung zu definieren. So können typische 2D-Bauteile in wenigen Minuten statt einer Stunde oder mehr programmiert werden. Nachdem die Features erkannt wurden, werden sie sortiert, um die Bearbeitung so effizient wie möglich zu gestalten. Dabei wird wiederum eine Strategie angewandt, die die speziellen Eigenschaften jedes Features berücksichtigt. Eine offene Tasche wird beispielsweise anders bearbeitet als eine geschlossene Tasche, und flache Inseln werden anders gefräst als hohe.



## ADDITIVE FERTIGUNG

Es mag verrückt klingen, Autos mit dem 3D-Drucker zu drucken, doch es wurden bereits interessante Studien zu diesem Thema durchgeführt. 2015 hat Local Motors den Strati-Roadster vorgestellt, einen elektrischen Zweisitzer, der in nur 44 Stunden hergestellt wurde und zu 75 % aus mit dem 3D-Drucker gedruckten Teilen besteht. 2016 hat Divergent 3D den Blade entwickelt, ein 700 PS starkes „Superauto“, dessen Karosserie und Chassis aus dem 3D-Drucker stammen. 2017 hat das italienische Startup XEV mit der Herstellung des LSEV begonnen, eines kleinen Elektroautos, das das erste mit dem 3D-Drucker in großen Stückzahlen herstellbare Fahrzeug der Welt sein soll.

Der 3D-Druck, auch unter der Bezeichnung Additive Fertigung bekannt, ist ein Verfahren zur Erstellung von physischen Objekten durch schichtweises Auftragen von Material, ausgehend von einem digitalen Modell. Der Begriff umfasst eine Vielzahl von Verfahren, die sich hinsichtlich Hardware, Material und Anwendungen voneinander unterscheiden. Dazu gehören Stereolithografie, Binder Jetting, Materialextrusion, Lasersintern, Schichtlaminiierung und Laserauftragsschweißen.

Mit der additiven Fertigung können Automobilhersteller verschiedenen Anforderungen gerecht werden. So kann der 3D-Druck zur Produktion besonders leichter Komponenten, personalisierter Bauteile für die kundenindividuelle Massenproduktion und bedarfsgerechter Prototypen für generativ entworfene Bauteile verwendet werden.

## HYBRIDE FERTIGUNG

Bei der additiven Fertigung von Bauteilen aus Metall ist oft eine subtraktive CNC-Nachbearbeitung erforderlich. Bei diesen modernen Fertigungsverfahren sind für eine erfolgreiche „hybride“ Bearbeitung eine sorgfältige Planung in der Konstruktionsphase sowie Anpassungen während des 3D-Drucks notwendig. Dies kann ziemlich komplex werden, da additive und subtraktive Bearbeitungsverfahren mit fünf Achsen miteinander kombiniert werden müssen. Die hybride Fertigung ermöglicht es Unternehmen in der Automobilindustrie jedoch, Bauteile herzustellen, die mit traditionellen Methoden nicht hergestellt werden könnten.

## MESSUNG UND PRÜFUNG

In einer intelligenten Fabrik können durch Messung und Prüfung von Bauteilen wichtige Daten gewonnen werden, die wieder in die Entwicklung zurückfließen und somit die Produktivität steigern können. Mit modernen Softwareanwendungen kann die Zeit für die Programmierung von Messgeräten verkürzt werden, indem vorab definierte Messpunkte importiert, bereits vorgenommene Messungen von Features bei der Wiederverwendung von Geometrie erneut genutzt, gemessene Daten wiederverwendet und Bezugsgrößen zur Protokollierung von Baugruppen-Features eingesetzt werden.

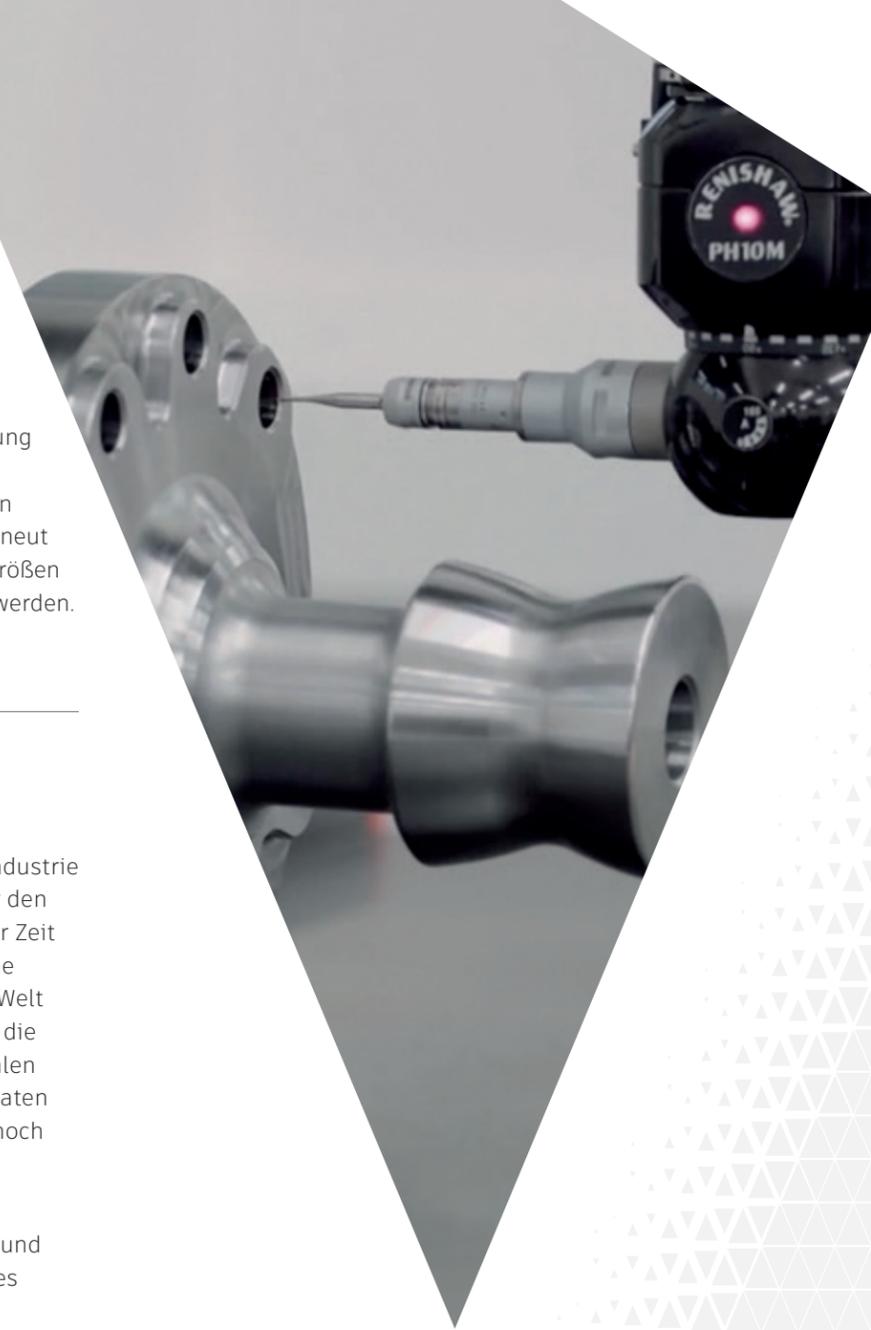
## DIGITALER ZWILLING

In einer datengesteuerten Umgebung in der Fertigungsindustrie werden Daten aus allen Bereichen des Unternehmens für den gesamten Produktlebenszyklus verwendet, um in kürzerer Zeit kosteneffiziente und hochwertige Produkte zu liefern. Eine wichtige Schnittstelle zwischen der realen und digitalen Welt ist der sogenannte digitale Zwilling, der die virtuelle und die physische Welt miteinander verknüpft. Anhand des digitalen Zwillings können Unternehmen der Automobilindustrie Daten analysieren, Systeme überwachen und Fehler erkennen, noch bevor sie auftreten.

Da IoT, 3D-Simulationstools und prädiktive Analysen miteinander verbunden werden, können die Entwicklung und Produktion von Fahrzeugen und Komponenten anhand des digitalen Zwillings verbessert werden.

Bei der Erstellung von Fahrzeugkonzepten kann der digitale Zwilling Daten aus den Vorgängerversionen der Fahrzeugplattform und das aktuelle Konzept integrieren und so die Kommunikation zwischen allen Beteiligten verbessern. Zudem können Wiederholbarkeit und Genauigkeit von Computermodellen und Simulationen verbessert werden, um potenzielle Probleme früher zu erkennen.

In der Fertigung bietet der digitale Zwilling die Voraussetzung für flexible Fertigungszellen, indem die Daten für Werkzeugmaschinen, Roboter und fahrerlose Transportfahrzeuge miteinander verknüpft werden. In Verbindung mit Augmented Reality kann der digitale Zwilling visuelle Unterstützung bei der Montage von Produkten und der Bedienung von Maschinen bieten. Dank Echtzeit-Daten aus Sensoren kann der digitale Zwilling Probleme bei den Maschinen voraussehen und Wartungspläne optimieren. Es können sogar die Bewegungen von Mitarbeitern und Maschinen überwacht werden, um Arbeitsunfälle zu verhindern.



## KUNDEN UND PROJEKTE

*Beispiele für Unternehmen der Automobilindustrie, die moderne Fertigungstechnologien einsetzen*

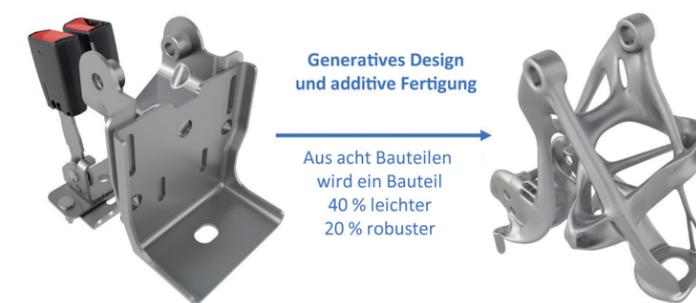
Auch wenn der umfassende Einsatz moderner Fertigungstechnologien ein Langzeitziel ist, setzen viele Unternehmen der Automobilindustrie diese Technologien bereits ein. Im Folgenden finden Sie drei Beispiele.

### GENERAL MOTORS UND GENERATIVES DESIGN

Es sind nicht nur Hersteller von Spezialfahrzeugen, die sich diese fortschrittlichen Technologien zunutze machen. GM nutzt aktuell generatives Design zur Reduzierung des Fahrzeuggewichts und zur Optimierung der Lieferkette, um die Kosten für die Herstellung elektrischer und autonomer Fahrzeuge zu senken.

Vor Kurzem entwickelten GM-Ingenieure in Zusammenarbeit mit Autodesk eine neue, funktional optimierte Sitzhalterung. Dieses Standardbauteil für Fahrzeuge, mit dem Gurtschlösser an Sitzen und Sitze am Boden befestigt werden, hat normalerweise eine kastenartige Form und besteht aus acht Einzelteilen. Mit Software für generatives Design konnte GM 150 Alternativen erzeugen. Das Team entschied sich schließlich für eine Variante, die aus nur einem Bauteil aus Edelstahl besteht und 40 % leichter und 20 % robuster ist als das Vorgängermodell.

Indem acht Teile zu einem einzigen konsolidiert werden, kann GM die Massenproduktion optimieren und gleichzeitig die Kosten in der Lieferkette senken, die bei acht verschiedenen Lieferanten mit acht unterschiedlichen Teilen anfallen, die außerdem noch miteinander verbunden werden müssen. Wendet man dieses Konzept auf Hunderttausende Teile an, so kann dies ein wichtiger Schritt in Richtung günstigerer, leichter und verbrauchsärmerer Fahrzeuge sein.





## BAC MONO UND KUNDENINDIVIDUELLE MASSENPRODUKTION

Die Motorsportfans Ian und Neil Briggs riefen 2009 die Briggs Automotive Company (BAC) ins Leben, um ihr „Traumauto“ zu bauen, das weder von finanziellen Aspekten oder von konventionellen Konstruktionsregeln noch von Limitierungen bei der Fertigung eingeschränkt werden würde. Dabei kam der futuristische Mono heraus, ein Auto, bei dem Performance und Handling an erster Stelle stehen. Das Fahrzeug wird individuell auf den Körper des Käufers zurechtgeschnitten und ermöglicht so ein unvergleichliches und unübertroffenes Fahrerlebnis.

Der Mono verfügt nicht nur über eine hochgezogene Verkleidung des Überrollbügels, einen schlanken und ästhetischen Look, einen längs eingebauten Motor und freiliegende Komponenten im hinteren Teil, sondern Lenkrad, Pedale und Sitz werden maßgeschneidert gefertigt.

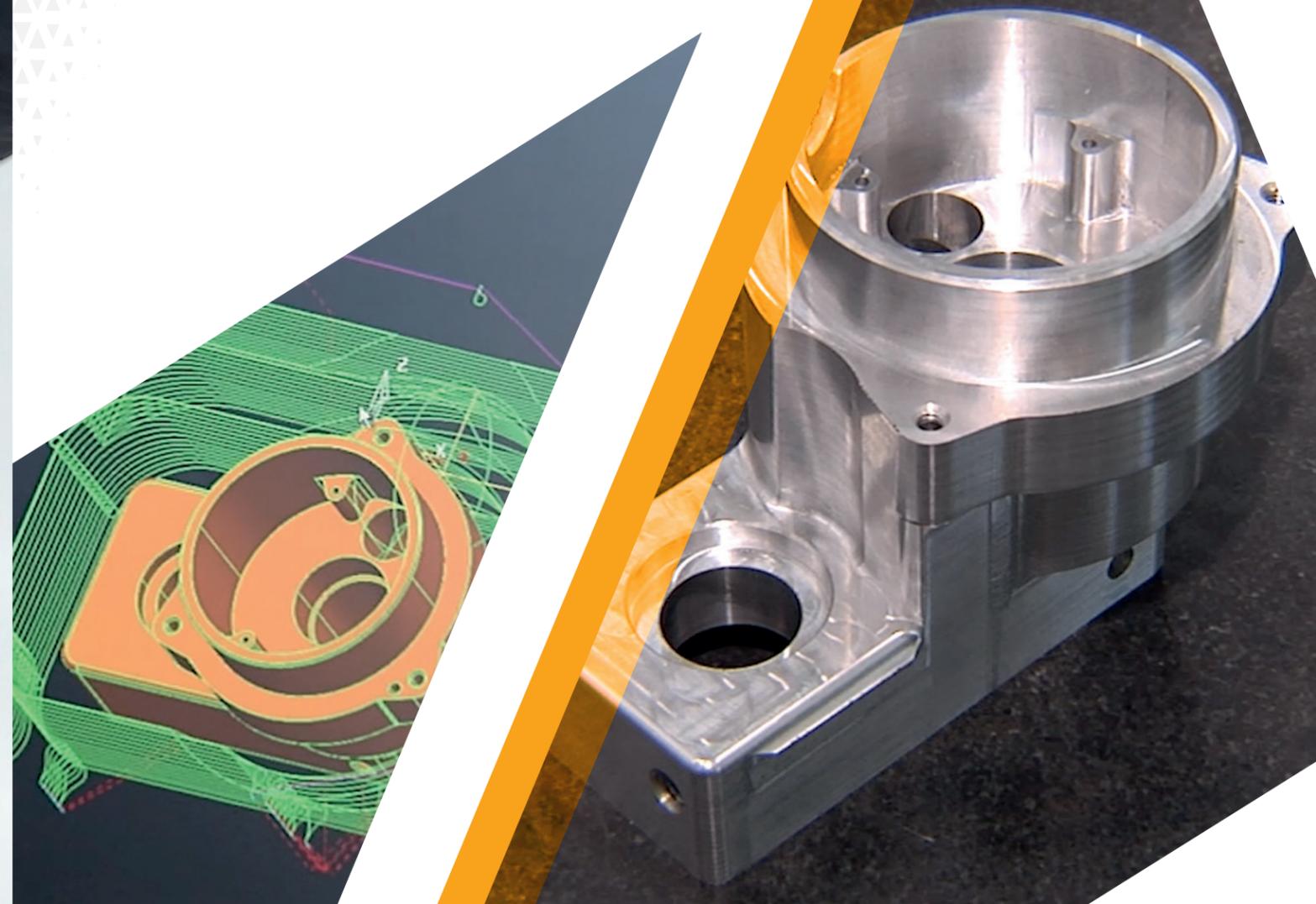
Um jeden Mono basierend auf der Körperform des Fahrers zu entwickeln, beginnt das BAC-Team mit einem festen Satz von Spezifikationen und integriert die genauen Maße des Fahrers dann in den Entwurf. Jeder Fahrer kann spezielle Features und Lackierungen auswählen. Dabei kann er sein zukünftiges Auto zu jeder Zeit über 3D-Visualisierungen und Simulationen betrachten und Änderungen absegnen. Dieser Ansatz veranschaulicht, wie Unternehmen die Vorteile der kundenindividuellen Massenproduktion nutzen können, indem sie eine Technologie verwenden, die unterschiedliche Features zu einem maßgeschneiderten Design integriert.

Bild mit freundlicher Genehmigung von BAC Ltd./Monty Rakusen

## WERKZEUG- UND FORMENBAU BEI MAGNA

Magna Automotive, einer der größten Hersteller von Fahrzeugteilen in Nordamerika, hat eine Abteilung, die speziell für die Entwicklung neuer Produkte zuständig ist. Diese Abteilung entwickelt ständig neue Prototypen und Werkzeuge zu ihrer Herstellung. Dank der Software von Autodesk kann dieses Spezialteam zwischen Prototyp und Werkzeug hin- und herwechseln, Werkzeugwege direkt ändern und die Datei mit den Ergebnissen zur Kollisionsprüfung in andere Anwendungen exportieren.

Da in der Zulieferbranche ein hoher Wettbewerb herrscht, sucht Magna ständig nach Möglichkeiten zur Kosteneinsparung. Magna setzt bei der Erstellung von Werkzeugwegen auf moderne Technologien, um komplexe Bauteile schneller entwerfen und herstellen zu können und dabei gleichzeitig Kosten zu sparen.



## FAZIT

### *Vorausschauen und Prioritäten setzen*

Für die Integration moderner Fertigungstechnologien in der Automobilindustrie gibt es nicht nur einen einzigen Weg. Der Weg ist von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich, denn jedes entscheidet sich für Investitionen, die ihm den größtmöglichen Wettbewerbsvorteil versprechen. Die Liste der Technologien in diesem Bereich ist zu lang, als dass man sie in diesem Whitepaper besprechen könnte, und ständig kommen neue Möglichkeiten hinzu.

Eine Entscheidung, die ungeachtet des gewählten Weges wichtig ist, ist die Wahl des richtigen Technologiepartners. Beim Einsatz moderner Fertigungstechnologien ist die Vernetzung unerlässlich. Daher muss ein Anbieter ausgewählt werden, der ein komplettes Portfolio an Softwareanwendungen im Angebot hat, die speziell aufeinander abgestimmt sind und verschiedene Aspekte von Konstruktion und Produktion abdecken.

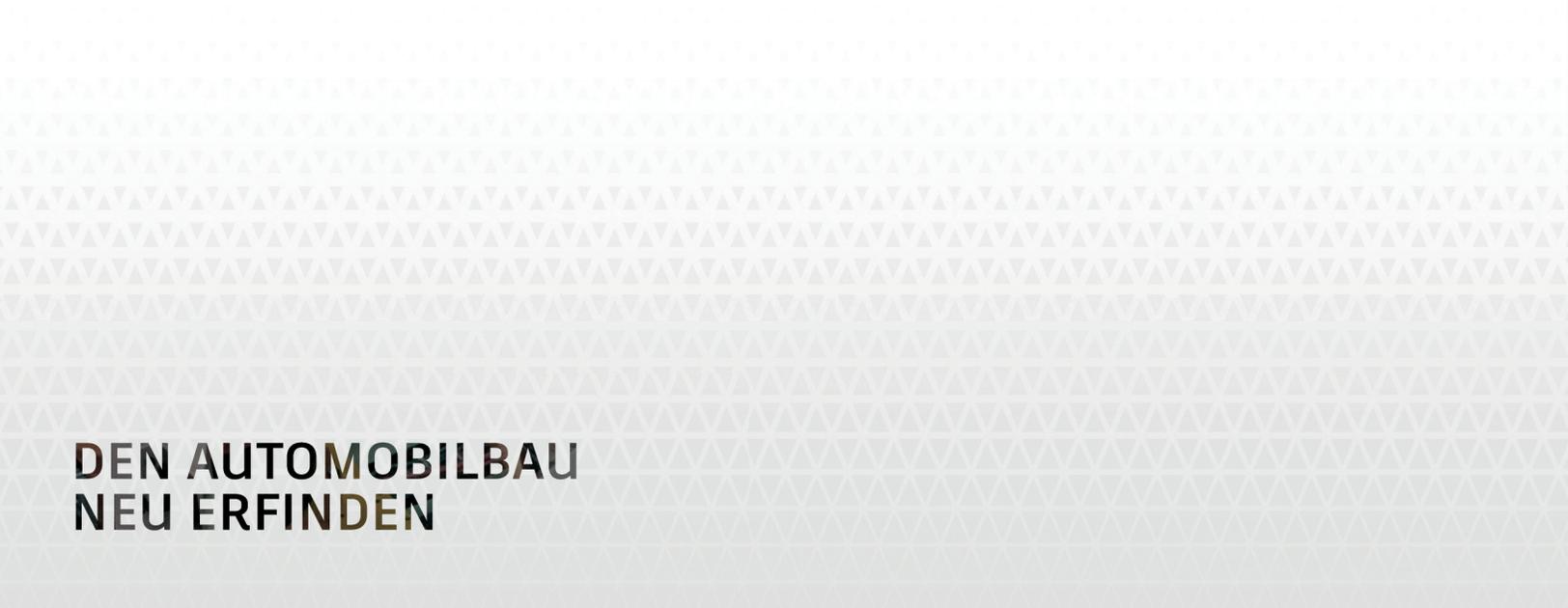
## ERSTE SCHRITTE

Rufen Sie uns an oder füllen Sie das [Kontaktformular](#) aus, um mit uns über unser Portfolio an Lösungen für die Automobilindustrie zu sprechen.

Rufen Sie uns an unter

**Tel. +49 89 4120 9336.**





**DEN AUTOMOBILBAU  
NEU ERFINDEN**