

Das Auto der Zukunft: Elektrisch, vernetzt und autonom

Die Auswirkungen der Elektrifizierung und Konnektivität von Fahrzeugen auf die Konstruktion elektrischer Systeme

Joe Barkai

Dieser Artikel wurde von Siemens Digital Industries Software gesponsert

Industrie im Wandel

Vor etwas mehr als 100 Jahren revolutionierte Henry Ford die damalige Autoindustrie mit der Einführung des Fließbands für die Massenproduktion. Zu behaupten, dass sich die Autoindustrie wieder im Wandel befände, ist fast schon ein Klischee.

Dabei kommen mehrere Technologie- und Geschäftstransformationstrends zum Tragen, die wichtige langfristige Veränderungen signalisieren. Obwohl sie sich noch in einem frühen Stadium befinden, hat ihre Zusammenführung bereits jetzt tiefgreifende Auswirkungen auf Automobilunternehmen und auf die Zukunft der Mobilitätslandschaft insgesamt.

Elektrifizierung

Viele Verbraucher erkennen, dass die Umweltbelastung durch Elektrofahrzeuge verringert werden kann. Eine [Umfrage von AAA](#) zeigt, dass sich 20 % der Autofahrer ein Elektrofahrzeug wünschen und sich wahrscheinlich bei ihrem nächsten Fahrzeug für ein solches entscheiden werden (2017 waren es noch 15 %). Die begrenzte Reichweite der heutigen Elektrofahrzeuge und ihre hohen Anschaffungskosten – selbst wenn man Steuererleichterungen berücksichtigt (die irgendwann [auslaufen](#)) – stellen jedoch große Herausforderungen auf dem Weg zu einer breiten Akzeptanz dar. Heute sind weniger als 5 % der in den USA verkauften Fahrzeuge mit einem Elektroantrieb ausgestattet.

Während Käufer in den USA bei Elektrofahrzeugen etwas zurückhaltend bleiben, boomt

Chinas Markt für Elektroautos und wächst doppelt so schnell wie der in den USA. Mit dem Ziel, [Luftqualitätsstandards bis 2035 zu erfüllen](#), treibt China den groß angelegten Übergang zu Elektrofahrzeugen durch Marktinitiativen, Ladeinfrastruktur und strenge Richtlinien voran. Bis 2022 wird der kombinierte Verkauf von Elektro- und Verbrennungsfahrzeugen in China mehr als die Hälfte des weltweiten Autoverkaufsvolumens ausmachen. Der chinesische Automobilmarkt birgt ein enormes Marktpotenzial für amerikanische und europäische OEMs, die große Summen investieren, um die Chance zu nutzen – das gilt auch für viele Start-up-Unternehmen. [Angellist](#) führt fast 600 Start-up-

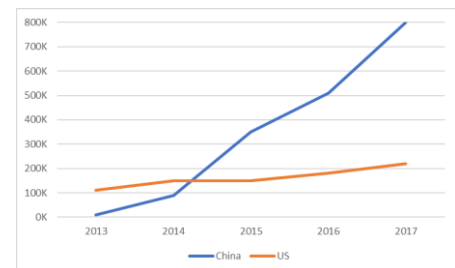


Abbildung 1: Verkaufte Elektrofahrzeuge (in tausend Einheiten).

Quelle: Chinesischer Verband der Automobilhersteller und US-Verkehrsministerium laut Forbes.

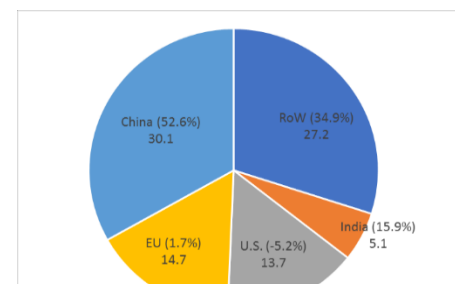


Abbildung 2: Chinas weltweites Wachstum bzgl. Autoverkäufen bis 2022 (in tausend Einheiten). (Zahlen in Klammern stellen die prozentuale Veränderung von 2016 bis 2022 dar.)

Quelle: McKinsey.

Unternehmen für Elektrofahrzeuge in den USA auf, mit einer durchschnittlichen Bewertung von 4,2 Millionen USD.

Doch es wird für ausländische Hersteller nicht einfach sein, mit Dutzenden einheimischer chinesischer OEMs und Zulieferer zu konkurrieren und Marktanteile zu gewinnen – insbesondere im Segment der Nicht-Luxusfahrzeuge.

Autonomes Fahren

Der Wettlauf um die [vollständige Automatisierung des Fahrens](#) wird immer härter, obwohl alle Teilnehmer noch weit von der Ziellinie entfernt sind. Trotz vieler Unsicherheiten hinsichtlich der technologischen Reife, der Rechtsvorschriften und der Marktakzeptanz möchten praktisch alle Automobilhersteller und großen Zulieferer sowie zahlreiche kleine Start-up-Unternehmen bei diesem Rennen dabei sein.

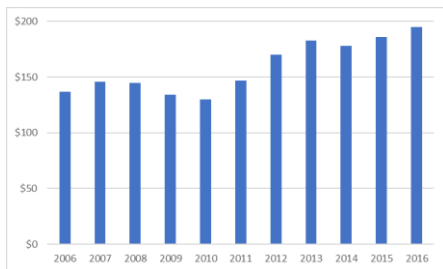


Abbildung 3: OEM-Gesamtinvestitionen (Milliarden USD) (einschließlich Investitionsausgaben, F&D, M&A)
Quelle: Capital IQ.

Der Weg zum Bau kostengünstiger und sicherer vollautomatischer Fahrzeuge einschließlich der erforderlichen behördlichen Zulassungen und der Akzeptanz auf dem Massenmarkt wird lang sein. Sowohl der Zeitpunkt als auch die Größenordnung der realisierten Erträge aus umfangreichen Investitionen in die Entwicklung autonomer Systeme sind dabei ungewiss.

Dennoch ist der positive Aspekt der Marktführerschaft in diesem Bereich lukrativ genug. Die Aussicht, aus den ersten Wellen der Kommerzialisierung und der Verbraucherakzeptanz und dem damit einhergehenden Aufschwung der Marke Kapital zu schlagen, fördert weiterhin massive Investitionen in Forschung und Entwicklung – sowohl von

Automobilunternehmen als auch von externen Investoren. Zwischen 2011 und 2016 stiegen die Investitionen in Forschung und Entwicklung im Automobilsektor um 33 %. Darüber hinaus streben OEMs, die sich in der Regel einem intensiven Wettkampf um Marktanteile stellen müssen, [neue Partnerschaften](#) und Kooperationen an, um diese branchenweite Dynamik zu nutzen.

Konnektivität

Mit dem Internet verbundene Infotainment-Systeme sind Plattformen für die Bereitstellung einer immer umfassenderen Palette von Inhalten und Diensten für Fahrer und Beifahrer. Zwar bieten OEMs seit vielen Jahren Konnektivität, Telematikdienste und Infotainment-Systeme an, doch bleibt die [Kommerzialisierung](#) dieser Dienste nach wie vor schwach.

Allerdings wird sich das bald ändern.

Die Verbraucher von heute fordern Konnektivität, anspruchsvolle mobile Anwendungen und vielfältige Online-Inhalte. Eine [Studie von Autotrader](#) zeigt, dass Konnektivität zu einem wichtigen Faktor bei der Autokaufentscheidung wird. Dieser Studie zufolge priorisieren 48 % der Autokäufer fahrzeuginterne Technologie und stellen

herkömmlichere Überlegungen wie Markenname, Karosserieausführung und Leistung hinten an.

In der Vergangenheit boten OEMs hochentwickelte Haupteinheiten und High-End-Audiosysteme namhafter Marken an, aber diese waren meist nur in High-End-Modellen erhältlich, da davon ausgegangen wurde, dass Käufer von Luxusautos bereit sind, einen Aufschlag für High-Tech-Features und einen Jahresbeitrag für Dienstleistungen zu bezahlen – ein Modell, das nur mäßig erfolgreich war.

Wie die Studie von Autotrader zeigt, wissen heute 56 % der Autokäufer, vor allem die unter 35-Jährigen, ganz genau, welche Fahrzeugtechnologie sie mögen. Und sie sind weniger bereit, bei den von ihnen gewünschten Features Kompromisse einzugehen. Angesichts dieser demografischen Verschiebung sind die OEMs bestrebt, ihr Wertangebot besser an die demografische Entwicklung anzupassen, indem sie ihr Portfolio um Konnektivität und fahrzeuginterne Features erweitern, einschließlich ihrer Nicht-Premium-Marken.

Intelligente Mobilität

Fahrzeuginterne Systeme, Fahrzeugkonnektivität und Elektrifizierung ebnen den Weg für Innovationen bei der intelligenten Mobilität. Optimierte Verkehrsmanagement, vollelektronisches Parken und Berechnen von Mautgebühren sowie alternative Modelle für den Besitz und die Nutzung von Fahrzeugen, wie Carsharing und E-Hailing, befinden sich noch im Frühstadium ihrer Entwicklung. Doch die Benutzer in städtischen Gebieten (wiederum in erster Linie die Millenium-Generation) sind offen für neue Ideen, übernehmen diese und prägen so die Entwicklung neuer Dienstleistungen und Geschäftsmodelle.

Wichtige potenzielle Wendepunkte in vielen der aufkommenden Initiativen für intelligente Mobilität hängen von externen Einflüssen ab (wie z. B. von den Fortschritten beim autonomen Fahren, der Infrastrukturentwicklung, den Einzelhandelssystemen und zahlreichen anderen Faktoren). Diese Themen werfen drängende neue Fragen und Bedenken zur Betriebssicherheit, Datensicherheit und zum Schutz der Privatsphäre von Verbrauchern auf. Auch wenn es einige Zeit dauern kann, bis neue Geschäftsinnovationen entwickelt und zur Marktreife gebracht werden, ist die allgemeine Entwicklung eindeutig und vielversprechend. Die Unternehmen investieren viel, um eine marktführende Position zu erlangen und bereits frühzeitig eine gute Ausgangsposition einzunehmen.

Globalisierung und Personalisierung

Die Globalisierung und der demografische Wandel zwingen OEMs dazu, Innovation in eine andere Richtung zu lenken. Fahrzeuginterne, softwaredefinierte Systeme ermöglichen es den Automobilherstellern, eine breite Palette von Funktionen anzubieten, um die Marktnachfrage besser zu befriedigen und sich nicht nur dem sich ständig ändernden Geschmack und den Launen der Kunden in verschiedenen Regionen und Altersgruppen anzupassen, sondern auch, um zur Schaffung und Stärkung der Markendifferenzierung beizutragen.

Die Fähigkeit, Funktionalität scheinbar mühelos und zu minimalen Fertigungskosten an Märkte und demografische Gegebenheiten anzupassen, ist für Marketingexperten und

Entwicklungsingenieure gleichermaßen erstrebenswert. Im Bestreben, die Wettbewerber zu übertreffen, beeilen sich die Automobilhersteller, neue Leistungs-, Komfort- und Sicherheitsmerkmale zu implementieren. Einige kreative Marketingexperten und Industriedesigner stellen sich ein konfigurierbares und anpassbares Dashboard vor, das die meisten Tasten überflüssig macht und stattdessen eine iPad-ähnliche Konsole sowie um Augmented Reality erweiterte Informationen bereitstellt – eine Vorstellung, die viele Ingenieure scheuen.

Eines ist jedoch mehr als deutlich: Der Wettbewerb der Zukunft wird auf dem Gebiet der Elektronik und Software ausgetragen.

Ein jahrhundertealter Status quo wird in Frage gestellt

Die Konvergenz von elektrischen Antriebstechnologien, fortschrittlichen Steuerungssystemen und allgegenwärtiger Konnektivität ermöglicht faszinierende Kreativität und Innovationen nicht nur bei den Kernfunktionen und der Betriebssicherheit der Fahrzeuge, sondern auch – was ebenso wichtig ist – bei neuartigen Geschäftsmodellen und Kundenbeziehungen, die die Zukunft der persönlichen Mobilität, des öffentlichen Nahverkehrs und des gewerblichen Verkehrs gestalten.

Softwarebasierte Funktionalität und kostengünstige, handelsübliche Sensorelektronik erleichtern den Einstieg. Sie schaffen Möglichkeiten für Neueinsteiger, die den Wettbewerb in Bereiche verlagern, mit denen traditionelle Automobilhersteller nicht vertraut sind. Insbesondere künstliche Intelligenz (KI), maschinelles Lernen, Signalprozesse und ähnliche hochspezialisierte Bereiche stehen bei der Technologieentwicklung für erweiterte Fahrerassistenzsysteme und automatisierte Fahrzeuge an vorderster Front.

Wir stehen am Anfang einer radikalen Mobilitätsrevolution, die sich auf absehbare Zeit fortsetzen wird. Wir bewegen uns in einem halbsprecherischen Tempo auf einem Weg mit zahlreichen Unsicherheiten und Unbekannten. Zu den Gewinnern zählen diejenigen, die Herausforderungen erkennen, innovativ sind und sich schnell anpassen.

Für Neueinsteiger bieten sich unzählige Möglichkeiten, etablierte Automobilunternehmen zu umgehen und in einer traditionell sehr undurchlässigen Branche schnell Fuß zu fassen. Alles ist möglich: von technologischer Innovation über bahnbrechende kundenzentrische Geschäftsmodelle bis hin zur Infragestellung des tief verwurzelten Händlernetzes, so wie es [Tesla getan hat](#). Aufstrebende Unternehmen zwingen etablierte OEMs und Zulieferer dazu, an die Grenzen ihrer Möglichkeiten zu gehen und Innovationen in Bereichen einzuführen, die sie sich in der Vergangenheit nicht vorstellen konnten und teilweise gar nicht in Betracht ziehen wollten. Ein gutes Beispiel hierfür sind die [Remote-Software-Updates von Tesla](#). Entgegen der weitläufigen Meinung hat Tesla diese Technologie, die hauptsächlich in der Telekommunikationsbranche eingesetzt wird, nicht erfunden. OEMs in der Automobilbranche lehnten die Idee ab, weil sie befürchteten, dass Remote-Updates die Zahl der Händlerbesuche verringern und den Serviceumsatz schmälern würden.

Dutzende von Neueinsteigern treiben die Innovation voran und fordern somit die etablierten OEMs und Zulieferer heraus, mit ihnen Schritt zu halten. Laut [McKinsey](#) hat sich die Mehrheit der Investitionsaktivität auf Unternehmen in den Vereinigten Staaten konzentriert, von denen mehr als die Hälfte in der San Francisco Bay Area und nicht in Detroit ansässig ist.

Laut diesem Bericht rangieren Israel und Singapur hinsichtlich der Anzahl aufstrebender Unternehmen für Mobilitätstechnologie und der offengelegten Investitionen an dritter und vierter Stelle (nach den USA und China). Diese Länder übertreffen Indien, Deutschland, Japan und Südkorea in Bezug auf die Innovationsdynamik, was besonders aufschlussreich ist, da es in diesen Ländern (Israel und Singapur) keine traditionelle Automobilindustrie gibt.

Zulieferer sind nicht mehr nur Zulieferer

Schnell aufkommende Fahrzeugtechnologien prägen die Zukunft der automobilen Wertschöpfungskette. Einst in einem Pool dutzender ähnlicher Unternehmen in der Lieferkette kaum zu unterscheiden, kontrollieren neue Anbieter jetzt die angesagtesten Technologien. Sie nehmen eine zentrale Rolle in der Wertschöpfungskette der Automobilbranche ein und strukturieren sich neu, um in der Wertschöpfungskette weiter nach oben zu kommen. Dabei ändern sie die Spielregeln, was zu einer Disintermediation führt und den Status quo sprengt.

Eine der tiefgreifenderen Veränderungen findet im Halbleitersektor statt.

Laut [Nasdaq](#) machte der Automobilsektor im Jahr 2017 nur 9 % des gesamten Halbleitermarkts aus und lag damit weit hinter der Telekommunikations- und Computerindustrie, die zusammen fast 60 % des Marktes ausmachten. Der Bericht stellte jedoch auch fest, dass die Automobilbranche der am schnellsten wachsende Sektor ist und für 2017 ein Wachstum von 22 % erwartet wird, gefolgt von einem Wachstum von 16 % im Jahr 2018.

Neue Marktteilnehmer sind nicht nur Anbieter wichtiger Mobilitätstechnologie. Die fünf wichtigsten Investitionsbereiche sind dem Bericht zufolge Fahrgemeinschaftslösungen, autonomer Betrieb, Benutzerschnittstellentechnologien, Sensoren und Halbleiter sowie Cybersicherheit.

Neue Autohersteller im Aufwind

Tesla gilt als der Autobauer, dem es gelungen ist, an der Vormachtstellung der traditionellen Automobilhersteller zu rütteln, und der rasche Fortschritte bei der Markteinführung von autonomen Fahrzeugen macht. Tesla war dort erfolgreich, wo andere zuvor gescheitert sind und bewies, dass traditionelle OEMs nicht unbesiegbar sind. Allerdings sind andere Unternehmen, die versuchen, Tesla in den USA und anderen gesättigten Märkten nachzueifern, möglicherweise nicht ganz so erfolgreich.

„Wir entwickeln uns zu einem Anbieter von Dienstleistungen für Verkehrsteilnehmer. Um neue Konzepte für die Mobilität zu entwickeln, hinterfragen wir auch unsere Vorstellung von Bosch.“

– Rolf Bulander, Vorsitzender von Bosch Mobility Solutions

In aufstrebenden Märkten, insbesondere in China, steigt die Zahl der OEMs rapide. Unabhängig vom Erbe der letzten 100 Jahre legen chinesische OEMs den Grundstein für ihre Expansion, indem sie globale Marken erwerben und auf autonome und elektrische Fahrzeugtechnologien setzen. In China sind über 100 Pkw-Marken von lokalen Automobilherstellern und Joint Ventures mit globalen OEMs und Zulieferern erhältlich. Obwohl die Ambitionen dieser Hersteller meist regionaler Natur sind, stellen sie eine echte Bedrohung für die globalen OEMs dar, die auf den lukrativen chinesischen Markt drängen, der jährlich um durchschnittlich 7 % wächst und bis 2020 ein jährliches Verkaufsvolumen von 25 Millionen Fahrzeugen erreichen soll.

Komplexität übertrifft Fähigkeiten

Automobile sind seit jeher eine Zusammenstellung mechanischer, elektrischer, hydraulischer und pneumatischer Subsysteme. Diese Systeme waren unkompliziert und ihre Integration war so einfach, dass sie mit den gängigen Methoden des Maschinenbaus entwickelt, als Prototypen gebaut und validiert werden konnten.

In den 1980er-Jahren begann ein bedeutender Wandel in der Automobilkonstruktion, als fortschrittliche Fahrzeuelektronik und integrierte Steuerungssoftware in Autos eingeführt wurden, um die immer strengeren Emissionsvorschriften zu erfüllen.

Moderne Fahrzeugsteuerungssysteme sind nicht mehr nur eine begrenzte Anzahl lose gekoppelter Subsysteme mit einfachen Schnittstellen. Heutzutage regelt eine integrierte Steuerungs- und Benutzerschnittstellensoftware praktisch alle Aspekte des Fahrzeugbetriebs und des Fahrerlebnisses. Es handelt sich dabei um große, softwaregesteuerte, simultane und verteilte Systeme mit komplexen Systeminteraktionen, die sich nur schwer simulieren und umfassend testen lassen.

Computer auf Rädern?

Software ist allgegenwärtig. Die Aussage „ein modernes Auto ist nur ein Computer auf Rädern“ mag eine grobe Verallgemeinerung und eine zu starke Vereinfachung sein, bei der die zahlreichen mechanischen Teile und Subsysteme ignoriert werden, die für alles – von der Aufhängung und Lenkung bis hin zur passiven Sicherheit – verantwortlich sind. Allerdings sagt dieses allgemeine Empfinden eine Menge aus.

Moderne Autos sind mit fortschrittlicher Elektronik und komplexen Softwaresystemen ausgestattet, die nicht nur aktive Sicherheitsfunktionen, Lenk- und Bremssysteme, sondern auch die Infotainment- und Kommunikationsausrüstung des Autos steuern. Ebenso wichtig ist, dass softwarebasierte Systeme und Schnittstellen die Benutzererfahrung der Fahrer und anderer Fahrzeuginsassen bestimmen.

Bedeutende Innovation

Elektrifizierung und Konnektivität von Fahrzeugen sind verantwortlich für die Vielfalt und Stabilität von Sicherheitsmerkmalen, Infotainment-Systemen und das gesamte Fahr- und Mitfahrerlebnis. Sie sind auch für einige Nebeneffekte verantwortlich, die vielleicht nicht vollständig vorhergesehen wurden.

Einer der bedeutenderen Nebeneffekte ist das höhere Fahrzeuggewicht. Ein Elektroauto ist etwa 30 % schwerer (und 70 % teurer) als ein kompatibles Fahrzeug mit Verbrennungs-

motor. Auch wenn irgendwann in der Zukunft erweiterte Fahrerassistenzsysteme und automatisiertes Fahren den Bedarf an schweren passiven Sicherheitsmerkmalen verringern und die Verwendung leichter Materialien und additiver Fertigungsmethoden zu einer weiteren Gewichtsreduzierung beitragen werden, müssen die Hersteller von Elektrofahrzeugen heute versuchen, Kompromisse zwischen Innovation und zusätzlichem Gewicht sowie deren Auswirkungen auf die Reichweite des Fahrzeugs zu finden.

Herkömmliche Methoden und Werkzeuge sind überfordert

Während sich die Automobilhersteller auf die Entwicklung komplexer elektronischer Systeme und Steuerungssoftware konzentrieren, wird deutlich, dass die veralteten technischen Systeme und Methoden nicht mehr bedarfsgerecht sind. Konstruktions-technik und Testumgebungen stützen sich nach wie vor auf jahrzehntealte Methoden, Prozesse und Werkzeuge der Produktentwicklung und Lieferkette, die im Großen und Ganzen nicht ausreichend mit den neuen technischen Fachgebieten und der wachsenden Komplexität der Systementwicklung Schritt gehalten haben.

Unterschiedliche mechanische (mCAD) und elektrische (eCAD) Entwicklungswerkzeuge sowie eine Vielzahl von Tools zur Softwarekonfiguration, die auf Open-Source-Programmen wie Bugzilla, Eclipse und Emacs basieren, können die komplizierten Abhängigkeiten zwischen elektrischen, mechanischen und softwarebasierten Konstruktionen nicht mehr unterstützen. Diese fragmentierte Entwicklungsumgebung, die häufig durch Tabellenkalkulationen, den Austausch von XML-Dateien und E-Mail-Kommunikation unterstützt wird, bietet nicht das Maß an Transparenz, Rückverfolgbarkeit und Qualitätsmanagement, das für die Verwaltung von Änderungen und Aktualisierungen während des gesamten Konstruktionslebenszyklus erforderlich ist.

Veränderung ist unvermeidlich

Die Auswirkungen des Wandels in der Branche sind überwältigend und die kumulativen langfristigen Auswirkungen schneller technologischer Innovationen, revolutionärer Geschäftsmodelle und sich entwickelnder Lieferketten-Ökosysteme wurden möglicherweise noch nicht vollständig erfasst. Nichts, was im traditionellen Automobilgeschäft über viele Jahrzehnte weitgehend unverändert geblieben ist, kann mehr als gegeben betrachtet werden. Alles ist möglich und die OEMs laufen Gefahr, nicht mehr Herr ihres Schicksals zu sein.

„In den nächsten fünf Jahren wird es mehr Veränderungen geben als in den letzten 50 Jahren.“

– Dan Ammann, President von General Motors (und mehreren anderen Unternehmen...)

Die Automobilindustrie hat sich auf interne Innovation, Fertigungskompetenz und komplexe Lieferketten als Barrieren gegen Außenstehende verlassen. Diese sind möglicherweise für die weitere Entwicklung nicht immer ausreichend.

Doch die Notwendigkeit, zu reifen und neue Fähigkeiten zu erlangen, ist nicht auf die technische Abteilung begrenzt. Neue Fahrzeugtechnologien wirken sich auch auf nachgelagerte Aktivitäten aus, z. B. müssen Servicetechniker von Autohäusern lernen, Fehler in softwarebasierten Steuerungssystemen zu beheben, und für Servicetechniker

und Rettungskräfte stellen Hochspannungssysteme in Hybrid- und Plug-in-Elektrofahrzeugen eine besondere Herausforderung dar.

Software- und Elektronikentwicklung als strategische Kompetenz

Die Entwicklung von Software für die früheren Generationen von Softwaresteuerungsmodulen, die bereits in den späten 1980er-Jahren begann, war keine extrem anspruchsvolle Herausforderung. OEMs und Zulieferer bewältigten den Prozess mit kleinen Teams und mithilfe rudimentärer Softwareentwicklungsumgebungen, die durch den Ad-hoc-Einsatz mehrerer Tabellenkalkulationen und langer E-Mail-Threads ergänzt wurden.

„80 % der Produktinnovationen und -differenzierungen gehen auf Elektrik, Elektronik und Software zurück.“

– Siegmund Haasis, Daimler R&D CIO

Doch Software ist jetzt nicht nur umfangreicher, sondern auch komplexer und hat sich von der Steuerung elektromechanischer Subsysteme hin zum wichtigsten Unterscheidungsmerkmal für das Kundenerlebnis entwickelt. Gewissermaßen ist Software heute die dominierende Komponente in Fahrzeugen und ihre Bedeutung nimmt weiter zu.

Die Entwicklung zuverlässiger Kfz-Software ist für die OEMs zu einer Belastung geworden, wie die steigende Zahl softwarebezogener Rückrufaktionen von Fahrzeugen zeigt. [J.D. Power's SafetyIQ](#) berichtete, dass die Anzahl der Technical Service Bulletins (TSBs) zu Softwareproblemen von durchschnittlich 58 Rückrufvorfällen pro Jahr zwischen 2006 und 2010 auf durchschnittlich 160 Rückrufe pro Jahr zwischen 2011 und 2015 angestiegen ist.

Fachkräftemangel

Während der Tiefpunkte der Großen Rezession von 2007 bis 2009 sank die Beschäftigungszahl in der amerikanischen Automobilindustrie um fast eine Viertelmillion Stellen. Heute ist die Erholung in der Automobilindustrie in vollem Gang und die Stückzahlen nähern sich rasch dem Niveau vor der Rezession.

Doch die Fähigkeit, dieses Wachstum aufrechtzuerhalten und zu beschleunigen, ist durch den Mangel an geeigneten Arbeitskräften und durch Qualifikationslücken in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Engineering und Fertigung gefährdet. Die Anwerbung und Bindung qualifizierter Fachkräfte ist ein spezielles Problem für Unternehmen, die sich von ihren traditionellen Kernkompetenzen lösen und Know-how in neuen Technologien entwickeln müssen.

Intensiver Wettbewerb, kürzeste Markteinführungszeiten, das Bestreben, sich einen Vorteil zu verschaffen, und Arbeitskräftemangel sind in der Elektronik- und Softwareentwicklung am stärksten ausgeprägt, sodass [Vorwürfe und Klagen](#) im Zusammenhang mit Talentabwerbung und Verletzungen des geistigen Eigentums in ohnehin schon von Talentengpässen geprägten Gebieten wie dem Silicon Valley immer häufiger werden.

„Der Aufstieg des Elektrofahrzeugs in den nächsten 10 Jahren wird Bedarf an Engineeringfertigkeiten schaffen, die sich von den bisherigen Kompetenzen im Automobilsektor unterscheiden.“

– Les Hewlett, Director Automotive, Matchtech

Eine neue Ära des PLM

Automobilhersteller verwenden Produktentwicklungsmethoden, die jahrzehntelang verfeinert wurden. Sie haben die Abläufe in der Lieferkette und schlanke Praktiken vielleicht mehr als jede andere Branche optimiert und sich im Laufe der Zeit an einen gewissen Rhythmus von Produktentwicklung, Fertigung und Produkteinführung angepasst.

Das Gebot der Entwicklung integrierter elektromechanischer Systeme

Die fragmentierte IT-Architektur und die fehlende Flexibilität der bestehenden PLM-Systeme (Product Lifecycle Management) erschweren die Skalierbarkeit im gesamten Unternehmen – wie z. B. die weit verbreitete Verwendung von Tabellenkalkulationen und die damit verbundenen langen E-Mail-Threads sowie kontroverse Meetings, um unterschiedliche Prozesse miteinander zu verbinden und Informationslücken zu schließen.

Automobilhersteller müssen sich auf das Systems Engineering ausrichten, mit dem das Lebenszyklusmanagement der Disziplinen Mechanik, Elektrik und Software vereinheitlicht wird, um nahtlose Konstruktionsentscheidungen, Zielkonfliktanalysen und technische Optimierungen zu ermöglichen.

Die Prozesse zur Entwicklung von Elektrik, Mechanik und Software sollten miteinander verbunden, integriert und auf Zusammenarbeit ausgerichtet sein. Entwicklungsteams für Elektrik und Elektronik müssen bereits zu Beginn des Entwicklungsprozesses nahtlos mit ihren Kollegen aus den Bereichen Mechanik- und Softwareentwicklung zusammenarbeiten, um Konstruktions- und Integrationstests zu beschleunigen, Konflikte frühzeitig zu erkennen und um Änderungen einfacher und kostengünstiger implementieren zu können. Beispielsweise sollten fachbereichsübergreifende Konflikte, wie etwa hinsichtlich Gewichtsreduzierung, Wärmemanagement und EMI-Abschirmung, bestimmt und während der Entwicklung und der frühen Validierung behoben werden, bevor dies zu schwierig und kostspielig wird.

Ein integrierter Ansatz erfordert eine nahtlose Integration – sowohl beim Prozessablauf als auch beim Datenaustausch – von mCAD-, eCAD- und Software-Entwicklungs-Tools, um den Arbeitsablauf zu optimieren und die aufwändige sowie fehleranfällige Datenduplizierung und den manuellen Datenaustausch zu verringern.

Die integrierte Entwicklungsumgebung und der integrierte Workflow werden nicht nur die Effizienz verbessern und die negativen Auswirkungen einer späten Erkennung verringern, sondern voraussichtlich auch kulturelle Veränderungen fördern, indem sie die Konstrukteure zur Zusammenarbeit ermutigen, Best Practices anwenden und somit produktiver und innovativer sind.

Der digitale rote Faden

Software für das Product Lifecycle Management spielt heute mehr denn je als wichtigste Quelle für Produktinformationen eine entscheidende Rolle. Sie ermöglicht den Benutzern den Zugriff auf wichtige Daten und unterstützt die Zusammenarbeit über alle Fachgebiete

innerhalb des erweiterten Unternehmens hinweg – von der Konstruktion über die Fertigung bis hin zum laufenden Betrieb, wobei gemeinsame Modelle innerhalb einer einzigen Produktentwicklungsumgebung verwendet werden.

PLM erweist sich wieder einmal als die Produktinnovationsplattform zur Modellierung und Verwaltung aller logischen Verbindungen zwischen Anforderungen, Konstruktionsinformationen, Simulationsergebnissen, Testdaten und anderen Artefakten des Produktlebenszyklus. Die Produktinnovationsplattform ermöglicht ein lebenslanges Management von Produktkonfigurationen, -konstruktionen und -prozessen.

PLM koordiniert Anforderungen, Konstruktions- und Verifikationsaktivitäten zwischen den verschiedenen Engineering-Disziplinen der Automobilkonstruktion und -fertigung. Es ermöglicht den Beteiligten, durch die Beziehungen der Konstruktionsaktivitäten und Darstellungen aus verschiedenen Disziplinen zu navigieren und diese zu verstehen. Sie fördert die parallele Entwicklung und die Synchronisierung verschiedener Konstruktions- und Testaktivitäten, die unterschiedliche Prozesse aufweisen: Elektronik, Leiterplatten und Kabelbäume, Software und mechanische Konstruktion.

Eine gemeinsame PLM-Plattform bietet einen einheitlichen Zugang zu Autorenwerkzeugen und den Informationsaustausch mit Unternehmenssystemen, automatisiert manuelle Prozesse und ermöglicht die Migration und Konvertierung aus älteren Systemen. Mit Integrationen für Unternehmenssoftwaresysteme wie PDM, ALM, CAD und ERP verbindet diese Plattform der nächsten Generation alle Anwender und stellt einen einzigen Satz von Informationen und Prozessen zur Verfügung.

Als Innovationsplattform muss PLM offen bleiben und in der Lage sein, mehrere Objekte, Datentypen und Prozesse so zu integrieren, dass ein umfassender, multidisziplinärer Kontext geschaffen wird und wichtige Entscheidungen vorab getroffen werden können. Hierfür ist eine Erweiterung des semantischen Modells der PLM-Software erforderlich.

Doch obwohl Unternehmen eine geringe Toleranz gegenüber Datensilos haben sollten und daran arbeiten müssen, Prozesse zu definieren, die eine gemeinsame Plattform nutzen, lässt sich eine Fragmentierung wahrscheinlich nie vollständig vermeiden. Zum Teil wegen der zahlreichen Methoden und Werkzeuge, die vom Engineering-Team verwendet werden, zum Teil jedoch auch wegen der neuen Beteiligten an der Wertschöpfungskette im Prozess und in den Praktiken des Produktlebenszyklusmanagements. Einige Konzepte, wie das Internet der Dinge, sind wirklich Neuland, während andere, z. B. das Service-Lifecycle-Management (SLM), nicht unbedingt neu sind, aber endlich ihre rechtmäßige Rolle in der Produktwertschöpfungskette beanspruchen und in frühe Entscheidungen über den Produktlebenszyklus einbezogen werden müssen.

Vorbereitung auf die Zukunft

„Noch nie war es so aufregend, in der Automobilbranche tätig zu sein.“

– Rebecca Fifelski, Executive Director, Global Engineering Operations, Visteon

Die jahrhundertealte Bestrebung der Automobilindustrie, durch schlanke Techniken Effizienzsteigerungen zu erzielen, die Produktion zu beschleunigen, Verschwendung zu reduzieren und Betriebskapital zurückzugewinnen, bedeutet, dass ständig nach besseren Wegen und neuen Technologien gesucht wird, um die bereits gut etablierten Lieferketten besser aufeinander abzustimmen. In der Vergangenheit hat jedoch die starke Ausrichtung der Innovation nach innen ihre

Möglichkeiten eingeschränkt und die Reaktionsfähigkeit verlangsamt.

Auf der anderen Seite sind die Elektronikhersteller – die neuen Könige der Lieferkette in der Automobilindustrie – schnelle Innovationszyklen und den Umgang mit unerwarteten Marktveränderungen und Nachfrageschwankungen gewöhnt. Sie verfügen über langjährige enge Beziehungen zu Lieferanten und greifen häufig auf externe Zulieferer zurück, um Nachfrageschwankungen und kurze Lebenszyklen zu bewältigen.

Diese Unternehmen bewegen sich zunehmend an die Spitze der automobilen Innovation.

Automobilhersteller und Tier-1-Zulieferer sehen sich mit Unterbrechungen und Disintermediation der Wertschöpfungskette konfrontiert, die durch diese neuen Marktteilnehmer verursacht werden. Während die Anbieter der Plattform und die OEMs der Marktkanäle weiterhin die Entwicklung und den Rhythmus der Innovation kontrollieren, fallen die Eintrittsbarrieren, da sich der Schwerpunkt der Innovation von komplexen, stark technisierten, mechanischen Systemen und passiven Sicherheitsmerkmalen hin zu einfacherer, aber leistungsfähigerer Hardware verschiebt, die von hoch entwickelter Elektronik und Software gesteuert wird.

Unsicherheit bewältigen

„Ja, es steht viel auf dem Spiel. Ja, es besteht eine große Unsicherheit. Aber dies ist nicht die Zeit der Konservativen oder Vorsichtigen“.

– Carlos Ghosn, Vorsitzender und CEO von Renault, Nissan und Mitsubishi Motors

Um ihre Marktanteile auszubauen und zu schützen, müssen Automobilunternehmen Markttrends schneller erkennen und neue Geschäftsmodelle im Bereich Mobilität effizienter nutzen. Sie müssen in der Lage sein, Störungen zu verkraften und neue Geschäfts- und Technologieinnovationen zu übernehmen, um auf die sich rasch ändernden Verbraucherpräferenzen in verschiedenen demographischen Bereichen und Regionen zu reagieren – insbesondere im Hinblick auf die zunehmende Verstädterung.

Nutzung von Partnerschaften und Ökosystemen

Die Automobilindustrie verlagert ihre Aufmerksamkeit zunehmend vom Antrieb hin zur Mobilität. Dieser Übergang ist nicht gleichmäßig und es wird Jahrzehnte dauern, bis er

endgültige Gestalt annimmt. Auch wenn das Ergebnis dieser Transformation noch nicht eindeutig vorauszusehen ist, werden erfolgreiche Mobilitätsunternehmen Partnerschaften und offene, skalierbare Ökosysteme über die uns heute bekannten Branchengrenzen hinaus nutzen.

Obwohl Elektronik und Software zur Grundlage für Marktdifferenzierung und Wettbewerbsfähigkeit werden und OEMs sowie Zulieferer sich daher noch weniger in die Karten schauen lassen und Schlüsseltechnologien im eigenen Haus behalten, sollten sie die Entwicklung ausgewählter „vertikaler Partnerschaften“ mit bevorzugten Zulieferern in Betracht ziehen, die es ihnen ermöglichen, Kosten für Forschung und Entwicklung zu senken und gleichzeitig neue Features schneller zu entwickeln und zu implementieren.

Transformation der Organisation

Da sich die gesamte Automobilindustrie im Umbruch befindet, müssen auch die Produktorganisationen das jahrhundertalte Denken verändern und modernisieren, um für die neuen Herausforderungen in der Produktentwicklung besser gerüstet zu sein.

Einige Methoden und Praktiken, die jahrzehntelang eingesetzt wurden, reichen möglicherweise nicht mehr aus. Und manche davon gibt es schon so lange, dass es Unternehmen schwerfallen wird, sich von den Herausforderungen des Automobilbaus des 21. Jahrhunderts zu lösen und sich schnell weiterzuentwickeln.

Automobilhersteller müssen in die Realisierung integrierter Prozesse und einer Werkzeugumgebung investieren, die eine intelligente Zusammenarbeit zwischen den Bereichen Mechanik, Elektrik und Software nicht nur ermöglicht, sondern sogar fördert, um einen First-Pass-Erfolg zu gewährleisten und gleichzeitig die Kosten und die Zeit bis zur Markteinführung zu reduzieren.

Automobilhersteller sollten sich darauf konzentrieren, das Denken in Produktlebenszyklen zu verbessern und einen digitalen Informationsfluss sowie Entscheidungsfindungsprozesse zu ermöglichen, durch die alle Beteiligten genaue und unvoreingenommene Einblicke gewinnen und bessere Entscheidungen in Bezug auf Produktentwicklung, Lieferkette und Kundenorientierung treffen können.

Joe Barkai (www.JoeBarkai.com) ist ein unabhängiger Industrieanalyst und Berater. Außerdem ist er Vorsitzender des Vehicle IoT Committee bei der Society of Automotive Engineers (SAE International). Er schreibt und spricht häufig über Technologie- und Wirtschaftstrends in der Automobilindustrie.