



Prof. Dr. Manfred Broy



Klaus Hardy Mühleck



Dr. Dirk Taubner

Informatik in der Automobilindustrie

Die Automobilindustrie ist Schlüsselindustrie für Deutschland. Insbesondere im Premiumsegment sind deutsche Automobilhersteller weltweit führend. Die Wertschöpfung von Elektrik/Elektronik und damit auch von Software ist im Automobil-Premiumsegment besonders hoch – bei weiter steigender Tendenz. Innovation und Wettbewerbsdifferenzierung neuer Autos erfolgen verstärkt durch softwarebasierte Funktionen. Die Beherrschung der Informatik wird damit auch für die Automobilindustrie Schlüssel für den Erfolg.

Dabei spielt die Informatik nicht nur im Auto, sondern auch im Entwicklungs-, Produktions- und Vertriebsprozess – also in Verwaltung und Fabrik – eine umfassende Rolle. Salopp gesagt ist hier Informatik überall.

Das vorliegende Themenheft möchte die Aufmerksamkeit der Leser auf dieses hochinteressante Anwendungsgebiet lenken und die Bedeutung von bestimmten Informatikkonzepten hervorheben. Natürlich kann dieses Heft nicht flächendeckend die Informatik in der Automobilindustrie darstellen. Es möchte aber schlaglichtartig einige Highlights als Beispiele vorstellen.

Strukturierung des Anwendungsgebiets

Wir stützen uns auf die in Abb. 1 gezeigte Strukturierung des Anwendungsgebiets. Dabei verwenden wir die Sicht des Automobilherstellers, im Jargon OEM (Original-Equipment-Manufacturer) genannt, auf seine Prozesse und das Produkt Fahrzeug. Nicht in dieser Sicht enthalten sind die Zulieferer.

Die Geschäftsprozesse auf oberster Ebene sind gleichzeitig Grundstruktur für die Aufbauorganisation eines Herstellers.

- Die Entwicklung reicht von Entwurf und Konstruktion bis zur Absicherung der Baubarkeit.
- Die Fertigung entspricht der eigentlichen Produktion der Fahrzeuge in den Werken einschließlich der erforderlichen Lieferkettenlogistik.
- Der Vertrieb umfasst Marketing, Volumenplanung, Distribution und den Fahrzeugverkauf durch die Händler. Der Service beinhaltet sämtliche Prozesse für den Kunden nach dem Verkauf, insbesondere Gewährleistung, Werkstattdienst, Ersatzteilverkauf und sonstige Zusatzdienste.

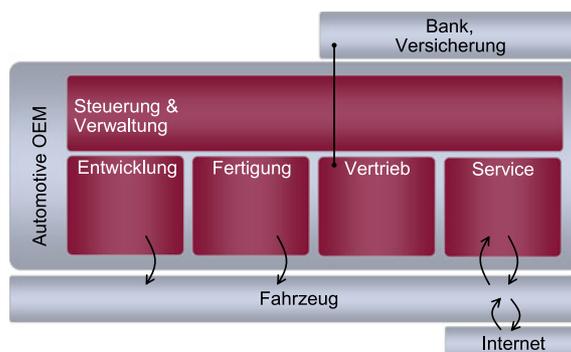


Abb. 1 Strukturierung des Anwendungsgebiets Automotive



Abb. 2 OEM-Bezeichner der Geschäftsprozesse auf oberster Ebene

– Steuerung und Verwaltung bezeichnen die klassischen, querschnittlichen Aufgabengebiete für Personal, Finanzbuchhaltung, Controlling und generelle Dienste.

Bereits die Geschäftsprozesse dieser obersten Ebene besitzen bei den verschiedenen Herstellern spezifische Bezeichnungen. Abbildung 2 nennt sie exemplarisch für drei deutsche OEMs und aus Sicht von SAP. Eine weitere Verfeinerung ist natürlich für die Gestaltung dieser Landschaft zwingend, ist aber sehr herstellerepezifisch und führt schnell zu großen Landkarten mit mehreren hundert oder gar tausenden Systemen und Artefakten.

Seit etwa 40 Jahren wird auch das Fahrzeug selbst zunehmend mit elektrischer Steuerung (Stichwort Kabelbaum), mit Elektronik (Steuerelemente) und mit umfangreicher Software bestückt (Stichwort E/E-Architektur, Bordnetz). Das hat Auswirkungen auf den Entwicklungs-, Fertigungs- und Serviceprozess, da diese Komponenten und dargestellten Funktionen geeignet entworfen, mit Software „betankt“ und aktualisiert werden müssen. Die Software im Fahrzeug strukturiert sich dabei grob wie in Abb. 3 dargestellt.

Zusätzlich hat jeder Automobilhersteller eine Bank. Sie dient primär zur Fahrzeugfinanzierung für die Kunden. Die Verbindung von Bank- und Versicherungsangeboten bei Vertrieb und Service wird jedoch für Automobilhersteller zunehmend wichtiger für ein Angebot von Paketen aus Fahrzeug und zugehörigen Dienstleistungen wie Leasingverträge, Wartungsverträge oder allgemeiner gesprochen Mobilitätsdienste. Dies stellt entsprechend neue Anforderungen an die Integration der IT-Systeme.

Die Struktur der Software, wie wir sie in heutigen Fahrzeugen finden, ist einerseits stark geprägt durch die Hardware-Struktur und die IT-Architektur des Fahrzeugs und andererseits durch die auf Basis von Software realisierte Funktionalität. Die IT-Struktur der Fahrzeuge besteht aus dem Bordnetz mit einer inzwischen erstaunlich hohen Anzahl von bis zu 100 Steuergeräten in Premiumfahrzeugen. Auf diesen Steuergeräten läuft eine Schicht von Systemsoftware, die aus Betriebssystem, einer Reihe von Systemdiensten und Laufzeitdiensten besteht. Wesentlich sind dabei die Dienste für die Ansteuerungen für Kommunikationseinrichtungen wie Bussysteme, aber auch für die Sensoren und Aktuatoren. Hier findet sich eine starke Tendenz zur Standardisierung, wie sie insbesondere durch den AUTOSAR-Ansatz vorgegeben wird.



Abb. 3 Struktur der Software im Fahrzeug

Auf den Systemsoftwareschichten der Plattform läuft dann die Applikationssoftware, die die unterschiedlichsten Funktionen im Fahrzeug realisiert und steuert. Je nach dem, wie man Funktionen genau zählt, bieten heutige Premiumfahrzeuge bis zu 4000 Funktionen und mehr, die sich auf Software abstützen. Die Applikationsdomänen dieser Softwarefunktionen spannen sich über ein großes Spektrum, angefangen von den eher technischen Funktionen wie Motormanagement, Steuerung des Antriebstrangs, der Bremsen und der Stabilität, über weitergehende Assistenzfunktionen bis hin zu Komfortfunktionen wie adaptive Geschwindigkeitsregelung. Daneben findet sich eine Vielzahl von Sicherheitsfunktionen, wie beispielsweise die Airbags, aber auch der weite Bereich der Schließung und nicht zuletzt das Infotainment, das einen ganz eigenen Bereich bildet und heute umfangreiche Software fordert, angefangen von der Navigation, der Unterhaltung bis zum Steuern der externen Kommunikation. Weitere wichtige Bereiche sind Komfortfunktionen wie Klimaanlage oder das Personalisieren der Fahrzeuge für den Fahrer durch Sitzverstellung.

Ein wesentlicher Anteil, der sich nicht unmittelbar auf Fahrer und Nutzer der Fahrzeuge richtet, sondern auf die Wartung, liegt im Bereich der Diagnose und Wartung.

Große Anstrengungen werden zur Zeit unternommen, die IT-Architektur der Fahrzeuge noch systematischer nachzubilden, insbesondere auch die Softwarearchitektur, um hier eine Komplexitätsreduktion, eine Kostenminimierung durch Wiederverwendung und eine bessere Beherrschung der Systeme zu erreichen. Motiviert wird das nicht zuletzt auch durch neuere Sicherheitsnormen wie die ISO 26262.

Veränderungen des IT-Marktes

Insgesamt ist in den letzten zehn Jahren eine starke Industrialisierung des IT-Marktes zu beobachten. Das gilt nicht nur für Anwendungen der Automobilindustrie, sondern generell. Allerdings dient der Reflektion über das Phänomen der Industrialisierung die Automobilindustrie mit ihrem sehr hohen Reifegrad immer wieder als Feld für Analogien und als Vorlage für Ideen. Zudem tragen die Automobilhersteller mit Ihrer ausgewiesenen Kompetenz im Komponieren von Produkten aus Komponenten, in der Steuerung von Lieferanten und nicht zuletzt in der Professionalisierung des Einkaufs ganz maßgeblich zur tatsächlichen Industrialisierung des IT-Marktes bei.

Abbildung 4 skizziert in einem groben Bogen die letzten zehn Jahre des IT-Marktes. Während früher überwiegend Systeme für die Automatisierung von Verwaltung, Entwurf, Produktion und Vertrieb im Fokus standen, wird in den letzten Jahren die IT im Fahrzeug selbst bei Steuerung und Infotainment immer wichtiger. Ebenfalls zu beobach-

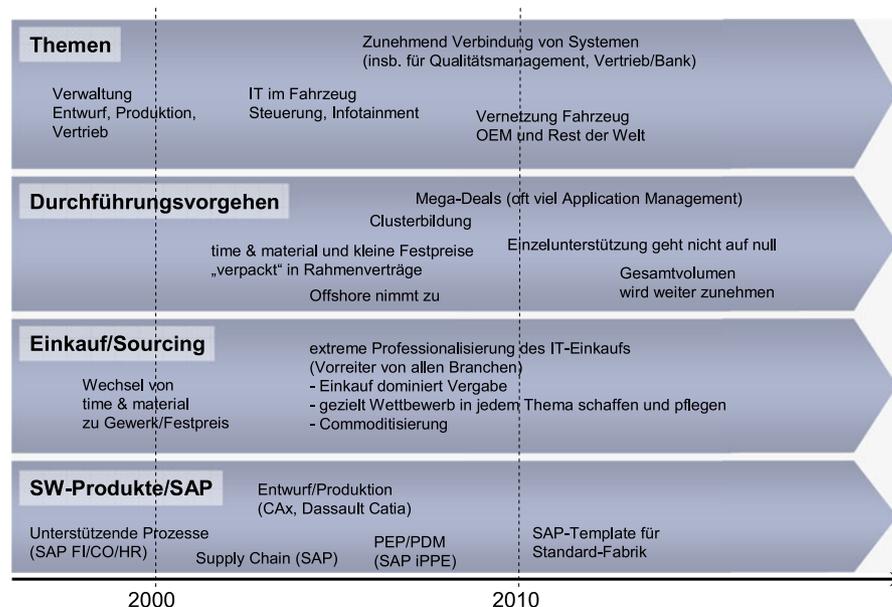


Abb. 4 Entwicklung des IT-Marktes in der Automobilindustrie

ten ist das Bedürfnis aus der intelligenten Verknüpfung von bereits vorhandenen Systemen zusätzliche Information und Nutzen zu ziehen, etwa im Qualitätsmanagement. Die Durchführung setzt seit einiger Zeit aus Kostengründen auf Offshore-Kapazitäten, zudem werden durch Bündelung zu Clustern oder zu Mega-Deals Skaleneffekte genutzt. Trotzdem wird es auch in Zukunft gezielt Einzelbeauftragungen geben. In Summe ist von einer weiteren Zunahme des Gesamtvolumens im Automotive-IT-Markt auszugehen.

Beim Einkauf von IT-Leistungen ist eine enorme Professionalisierung des Einkaufs zu beobachten. Die Automobilindustrie ist hier Vorreiter für alle Anwendungsbranchen. Der Einkauf dominiert viele Entscheidungen. Wie bei anderen Zulieferungen auch, wird gezielt in jedem Thema Wettbewerb geschaffen und auch aufrecht erhalten. Die Dienstleistungen werden bestmöglich zerlegt und vergleichbar gemacht, um so auf möglichst elementarer Ebene einfach strukturierte Einheiten in möglichst breitem Wettbewerb einkaufen zu können. So findet eine Commoditisierung statt. Dadurch wird zum Beispiel eine Vergabe in Auktionen zur Erzielung des optimalen Preises möglich.

Software-Standardprodukte sind in der Automobilindustrie in den unterstützenden Prozessen wie Finanzbuchhaltung, Controlling und Personal – genauso wie in anderen Industrien – üblich, hier wird in aller Regel SAP eingesetzt. Für die CAx-Systeme (computer-aided design, manufacturing etc.) hat die Produktwelt Catia von Dassault eine sehr starke Stellung. In der Automobilindustrie gibt es jedoch kaum Standard-Softwareprodukte für übergreifende branchenspezifische Geschäftsprozesse wie etwa für den Kundenauftragsprozess oder das Vorserienmanagement. Im Vergleich dazu gibt es z. B. bei Banken Software-Standardprodukte für ein Kernbanksystem oder bei Versicherungen für die Verwaltung und Abwicklung von Versicherungsverträgen. Vermutlich liegt dies auch an der geringen Zahl und der schieren Größe der OEMs. Bei Banken und Versicherungen ist das anders, kleinere Unternehmen können sich Standardprodukten anpassen und spezifische Entwicklungen gar nicht finanzieren.

Bedeutung der Informatik für Automobilhersteller

Ohne die Informatik – oder Informationstechnologie (IT) – lässt sich heute kein Fahrzeug mehr entwickeln und keine Fertigung steuern. Ohne IT können Kunden nicht bedient werden. Volkswagen zum Beispiel ist täglich mit rund 26.000 Lieferanten sowie 20.000 internationalen Importeuren, Handels- und Service-Partnern vernetzt. Diese globale Vernetzung wird vom IT-Netzwerk getragen.

Die automobilen Inhouse-IT ist dabei vorrangig als Dienstleister im Unternehmen zu verstehen und leistet einen wesentlichen Beitrag, um die Geschäftsziele zu erreichen. Als Beispiel sei der Systembaukasten „Unit“ genannt, mit dessen Hilfe markenübergreifende Standardprozesse und Konzernsysteme für Werke und neue Standorte umgesetzt werden können. Hierzu findet sich ein ausführlicher Beitrag in diesem Heft.

Effektivität und Effizienz spielen für einen Automobilhersteller eine große Rolle. Die „Kontinuierliche Verbesserung“ ist für die IT des Volkswagen Konzerns so wie für den Konzern als Ganzes ein Leitmotiv der Arbeit, um im Wettbewerb der Automobilindustrie zu bestehen.

Ein Beispiel aus der Infrastruktur: Die Volkswagen Konzern-IT trimmt die gesamte Infrastruktur durchgängig auf Effizienz – angefangen bei den Rechenzentren, über Arbeitsplatzsysteme wie PCs und Laptops, bis hin zur weltweiten Druckerkonsolidierung. Dabei ist es wichtig, die Balance zwischen Effektivität und Effizienz zu halten, um einerseits die IT-Kosten im Griff zu behalten aber andererseits auch Innovationen zu ermöglichen. Als Schlagwort gilt da aktuell die Herausforderung: Wachsen ohne zu wachsen. Die Volkswagen Konzern-IT unterstützt die Wachstumsstrategie des Unternehmens, indem sie Standards weltweit zur Verfügung stellt, Geschäftsabläufe vereinheitlicht und IT-Anwendungen auch an neuen Konzern-Standorten verfügbar macht. Gleichzeitig werden Innovationen ins Unternehmen gebracht, wie z. B. bei der Nutzung neuer Web-Technologien, Endgeräte oder der sogenannten „Volkswagen Cloud“.

Derzeit werden in der Volkswagen Konzern-IT Effizienzsteigerungen von 10 Prozent pro Jahr durch ständige Überprüfung und Optimierung erreicht. Diese Effizienzen erlauben es, neue Themen und Projekte anzupacken sowie Services bereitzustellen. Die wachsenden Anforderungen an IT-Leistungen können nur durch diese Balance bewältigt werden. Mit diesem Ansatz ist die Volkswagen Konzern-IT auch anerkannter Kostenführer im Vergleich der automobilen Inhouse-IT-Organisationen. Rund ein Prozent des Umsatzes fließt in die Konzern-IT. Das ist die Spitzenposition im Benchmark der Automobilbranche.

Die Automobilindustrie ist traditionell durch die verschiedenen Ingenieursdisziplinen geprägt, im Wesentlichen durch den Maschinenbau und die Elektrotechnik. Sie ist in hohem Grade industrialisiert im Sinne der Produktionsautomatisierung unter Nutzung tief gestaffelter Lieferantenketten mit hoher Arbeitsteiligkeit. Vor diesem Hintergrund ist eine der Rollen der Informatik die Unterstützung und das Management dieser komplexen Logistik und Produktionssteuerungsaufgaben, die für die Wettbewerbsfähigkeit im Sinne der Kostenstruktur und der Unternehmen wettbewerbsentscheidend sind. Hinzu kommt, dass Informationstechnologien zur Unterstützung aller Aufgaben in Vertrieb, Marketing und Kundenbetreuung immer stärker in den Mittelpunkt rücken. In der Fahrzeugentwicklung sowie Fertigungsplanung sind die Informationstechnologien ohnehin nicht mehr wegzudenken. Als Stichworte seien genannt das Virtual Engineering, CAD-Systeme oder bei Volkswagen die „Digitale Fabrik“. Die inzwischen nahezu perfekten CAD-Systeme zur Gestaltung der Geometrie der Fahrzeuge werden Schritt für Schritt erweitert, um weitere Aspekte, zum Beispiel softwarebasierte Funktionen, besser in den Griff zu bekommen. Besonders bemerkenswert ist aber die Veränderung der Fahrzeuge selbst, die durch eine Vielzahl von Zusatzfunktionen, die sich auf Software abstützen, aufwarten. Hinzu kommen die Möglichkeiten der Gestaltung der Sicherheit der Fahrzeuge, aber auch nicht zuletzt die Einbindung der Fahrzeuge auf übergreifende IT-Infrastrukturen, wo Nutzer, die heute den Umgang mit den digitalen Medien gewohnt sind und dies in gleicher Weise von ihren Fahrzeugen erwarten, eine Einbettung der Fahrzeuge in die Welt der digitalen Medien erfahren. Dies zeigt, dass die Informationstechnologie heute auf einer Vielzahl von Ebenen für die Automobilindustrie wettbewerbsentscheidend geworden ist.

Eine Auswirkung der Software im Automobil ist, dass die Entwicklung der Fahrzeuge weniger einem reinen Baukastenprinzip folgen kann, sondern Systems Engineering erfordert und Produktlinienansätze, da von einem reinen Zusammenbau von Fahrzeugen übergegangen werden muss zu einer Integration.

Die starken Einflüsse der Informatik stellen die Automobilfirmen vor große Herausforderungen. Die Änderungen betreffen gleichermaßen die erforderlichen Kompetenzprofile, die Organisation und die Prozesse. Erschwert werden diese erforderlichen Veränderungen durch das nicht ausreichende Angebot von Informatikfachleuten auf dem Arbeitsmarkt und die enormen Schwierigkeiten der Veränderung der Kompetenzprofile für die oft auf Nachhaltigkeit ausgelegten Automobilkonzerne und Lieferantennetze.

Beiträge in diesem Heft

Die Beiträge dieses Heft können nicht entfernt in Anspruch nehmen, alle Bereiche aus Abb. 1 systematisch abzudecken. Stattdessen werfen sie – aus unserer Sicht hochinteressante – Schlaglichter auf ausgewählte Themen. Der Beitrag von Katzenbach und Steiert zeigt anhand der Prozesse für die Fahrzeugentwicklung auf, wie ein SOA-Ansatz eine laufende Erneuerung der IT-Landschaft ermöglicht. Stark et al. beschreiben den Stand der Kunst bezüglich virtueller Absicherung, also der Überprüfung von Eigenschaften des Fahrzeugs und der Produktion des Fahrzeugs virtuell im Rechner unter Vermeidung des Baus von immens teuren, realen Prototypen. Mühleck und Hackenberg beschreiben den Ansatz des Volkswagen-Konzerns die Geschäftsprozesse in den Werken zu vereinheitlichen, so dass neue Werke idealerweise modular „aus der Schublade“ mit Geschäftsprozessen und zugehörigen IT-Systemen versorgt werden können. Bauer zeichnet den Ausblick zum Fahrzeug in der vernetzten Welt und die daraus entstehenden Herausforderungen. Broy, Reichart und Rothhardt erläutern wie adäquate Architekturen softwarebasierter Funktionen von der Anforderung zur Umsetzung gebracht werden. Die Anforderungen selbst müssen dabei in Software-Systemen der Entwicklung beim OEM dargestellt werden, während die realisierenden Komponenten selbst Software enthalten werden und im Fahrzeug verbaut werden. Henkel, Ober und Taubner schildern Erfahrungen zur Übertragung von Lean-Konzepten der Automobilindustrie bei Entwicklung und Fertigung auf das Vorgehen für IT-Projekte, bekannt im Rahmen agiler Vorgehensweise als Lean Software Development. Bunzel beschreibt im aktuellen Schlagwort die Initiative AUTOSAR zur Standardisierung der IT-Architektur im Fahrzeug. Schließlich nimmt Dueck in gewohnt pointierter Form die Informatik in der Automobilindustrie aufs Korn. Viel Spaß beim Lesen.

Manfred Broy, Klaus Hardy Mühleck, Dirk Taubner