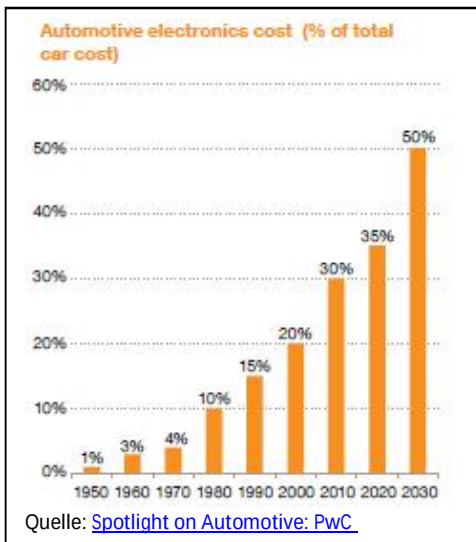


Nutzen der Veränderungen und der Komplexität moderner Produktlandschaften

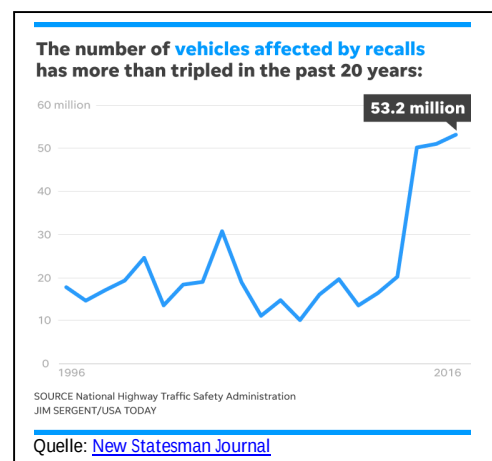
Vor zehn Jahren enthielten Pkws zwischen 10 bis 15 elektronische Steuergeräte (Electronic Control Units, ECUs). Heute liegt diese Zahl deutlich über 90. Bei manchen Luxuswagen liegt sie sogar bei 150. Mercedes-Benz verfügte Mitte der neunziger Jahre über acht Modelle. Jetzt sind es mehr als zwanzig, und bei jedem davon übersteigen die Konstruktions- und Ausstattungs-Möglichkeiten frühere Modelle.

Es besteht kein Zweifel daran, dass Produkte heutzutage einem immer schnelleren Wandel unterliegen, um die steigenden Erwartungen der Kunden zu erfüllen. Diese Veränderungen sind nicht auf die Automobilindustrie beschränkt, sondern finden in den meisten großen Produktsegmenten statt.



Die Kunden von heute erwarten vernetzte Produkte mit ausgereiften softwaregesteuerten Funktionen. Sie fordern immer mehr Auswahl, neue Materialien und Finishes. Von Produkten wird mehr Sicherheit, Zuverlässigkeit und Umweltfreundlichkeit bei der Fertigung erwartet. Oftmals wird ebenfalls erwartet, dass sie zu günstigeren Preisen angeboten werden, eine bessere Performance bieten und in viel kürzeren Zeiträumen bereitgestellt werden.

Diese Anforderungen sorgen dafür, dass die Produkte und ihre Umgebung von der Entwicklung über die Fertigung bis hin zur Inbetriebnahme komplexer werden. Diese Komplexität bietet zugleich Chancen und Risiken. Die Chance liegt darin, sich die Situation zunutze zu machen und differenzierte Produkterfahrungen zu bieten, wodurch Wachstum und Gewinn entstehen können. Demgegenüber stehen die negativen Auswirkungen auf Kunden und Unternehmen, wenn es zu ungewollten und kostspieligen Produktrückrufen kommt, die dem Image schaden.



Produkte wie Pkws, Flugzeuge, komplexe medizinische Geräte und große Industriemaschinen sind im Grunde zu hoch entwickelten cyberphysikalischen Systemen geworden. Sie verfügen oft über Softwareinhalte von Millionen, wenn nicht sogar Hunderten von Millionen Codezeilen über Dutzende, wenn nicht sogar Hunderte von miteinander verbundenen Schaltkreisen sowie über eine Vielzahl von angeschlossenen Sensoren, Aktoren und Kommunikationsschnittstellen.

Die entsprechende Entwicklungsumgebung für diese Produkte muss in der Lage sein, mehrere Technologien, über Systeme von Systemen, sowie häufig voneinander isolierte Mechanik-, Elektrik-/Elektronik- und Softwareentwicklungsteams zu vernetzen. Dabei kann es erforderlich sein, dies zwischen mehreren Standorten und zwischen vielen Unternehmen zu leisten. Das entstandene Ökosystem enthält sehr komplexe Konstruktionsabläufe, und Ausfälle oder

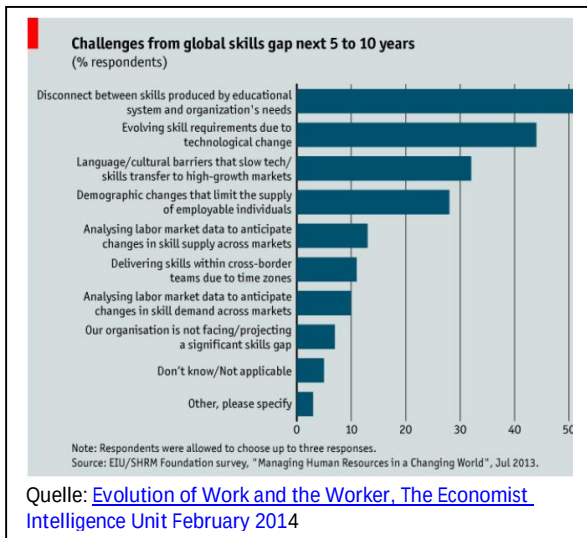
Unterbrechungen führen zu Zeitverlusten, verpassten Chancen und erhöhen die Kosten.

Die Wahrscheinlichkeit, dass in solchen Situationen Unklarheiten bei der Produktentwicklung auftreten, ist sehr hoch. Hinzu kommt, dass die immer anspruchsvolleren Kunden von heute eine größere Vielfalt und mehr Auswahlmöglichkeiten fordern; dies sorgt für eine Unmenge an Konstruktionen, wodurch Unterbrechungen und daraus resultierende Probleme vorprogrammiert sind.

Nur ein Beispiel für Technologieunterbrechungen waren Mitte der 2000er-Jahre die Diskrepanzen der Kabelbäume beim Airbus A380. Diese Situation hat gezeigt, wie kostspielig Fehler bei Wechselwirkungen zwischen Mechanik und Elektrik sein können. Unvorhergesehene Diskrepanzen zwischen der entwickelten Flugzeugstruktur und den Kabelbäumen, die das komplexe elektrische Netzwerk des Flugzeugs verbinden, haben Airbus Kosten verursacht, die von einigen auf mehrere Milliarden Euro entgangenen Profits geschätzt werden.

Quelle: [New York Times](#)

Derart komplexe Konstruktionen können nicht mehr alleine durch stärkeres menschliches Eingreifen bewerkstelligt werden. Zu denken, dass Komplexität alleine dadurch gemeistert



werden könnte, mehr Personen zur Lösung des Problems einzusetzen, geht nicht weit genug. Zum einen ist es nicht kostengünstig und zum anderen können Unternehmen nicht genug geschultes Personal einfordern, um die neuen Qualifikationen, die für die komplexen Produkte und Systeme von heute erforderlich sind, zu erfüllen. Diese Qualifizierungslücke wird, vor allem in westlichen Ökonomien, durch eine älter werdende und in den Ruhestand gehende Belegschaft noch weiter verstärkt. Kurz gesagt

müssen Unternehmen neue Wege finden, um die Komplexität von Konstruktionen zu meistern, um Bandbreite, Effizienz, Qualität und letztendlich Profitabilität zu liefern.

Eröffnen neuer Möglichkeiten

Natürlich gibt es keine Patentrezepte, keine sofortigen Antworten auf die Konstruktionsherausforderungen in so komplexen Zusammenhängen. Aber es gibt gewisse Möglichkeiten, zu denen beispielsweise die Folgenden zählen:

- Beachten neuer Methoden, um die Barrieren zwischen den isolierten Domänen zu senken, indem die interdisziplinäre Zusammenarbeit, Effizienz und Markteinführungszeit verstärkt gefördert wird. Dies kann vielleicht am besten durch die Konzentration auf Prozesse, Methoden und Werkzeuge beschrieben werden. Optimieren von Prozessen, um Synergien zwischen den Domänen zu nutzen. Aktualisieren eingesetzter Methoden, um Entwicklungskosten niedrig zu halten und die Effizienz zu steigern. Und schließlich das Verbinden des Werkzeug-Ökosystems mit den Prozessen und Methoden, um praktische Ergebnisse zu erzielen.
- Systems Engineering und systemgesteuerte Produktentwicklung im Speziellen haben sich als sinnvolle Methoden erwiesen. Diese Top-down-Methoden und Entwicklungsansätze sind sowohl kollaborativ als auch domänenübergreifend. Mit Unterstützung von Technologien wie Product Lifecycle Management (PLM) können sie viele der Herausforderungen bewältigen, denen Unternehmen in Bereichen wie Komplexitätsmanagement, Produktvielfalt, Optimierung und Rückverfolgbarkeit gegenüberstehen; angefangen bei den frühesten Anforderungen bis hin zum Einsatz des Produkts. Die Verwendung von Produktentwicklungs- und Lebenszyklus-Technologien zur Unterstützung von System-Workflows sorgt auch für den digitalen Zusammenhang und den roten Faden, die zentral für die Verwendung und Wiederverwendung von Informationen, Plattformen und Produkte im gesamten Unternehmen sind.

Bei der zunehmenden Komplexität der Elektronik heutiger Fahrzeuge ist es sehr wichtig, die elektrische Infrastruktur im Kontext der mechanischen Konstruktion zu bewerkstelligen. Wir stehen größeren und komplexeren Kabelbäumen von Fahrzeugen gegenüber, die mehr ECUs, Sensoren und Aktoren vernetzen. Sicherheits- und Zuverlässigkeits-Anforderungen, Bündeltopologien, Karosseriefestigkeit, Gewicht, Thermik, Elektromagnetik, Sicherheit, Installation und Reparaturaspekte profitieren in großem Maße von Entscheidungen, die im Kontext des Ganzen getroffen werden und nicht nur im Hinblick auf das Teil oder Untersystem.

*Patrick Fahy, Digital Plant Architect
Mahindra Automotive North America*

- Erstellen von Workflows, die den einzigartigen Wert digitaler Modelle nutzen. Die Möglichkeit, Produkte zu modellieren und Optionen und Konstruktionen bereits in den Anfangsphasen der Entwicklung zu modellieren, indem der Grad der Übereinstimmung mit der endgültigen Form erhöht wird, unterstützt Unternehmen dabei, Entwicklungszyklen zu optimieren. Untersuchungen der Architektur und Simulation sind beispielsweise in allen Abschnitten, von den frühesten Stufen der Systemkonstruktion über die virtuelle Entwicklung von Teilen und Produkten bis hin zur abschließenden Fertigung und Tests von Bedeutung. Sie sorgen für ein besseres Verständnis der Konstruktionsgegebenheiten und Trade-Offs. Ingenieure können ihre Konstruktionen durch Konstruktionszyklen optimieren und validieren. Umsichtige Architektur- und Systemmodellierung, Optimierungs- und Simulationsstrategien reduzieren die Notwendigkeit unnötiger Konstruktionszyklen und kostspieliger Prototypen; und schließlich das Bereitstellen von Produkten, die besser in den für sie vorgesehenen Markt passen und eine bessere Qualität und Fertigungstauglichkeit aufweisen.

- Abbauen von Hindernissen zwischen den Disziplinen und Integration von Konstruktionsumgebungen, z. B. in den Bereichen Elektrik, Elektronik und Mechanik, was zu produktiveren und reibungsloseren Arbeitsumgebungen führt. Das Arbeiten an gemeinsamen Ansichten, vielleicht mit domänenübergreifenden Technologien, gemeinsamen Daten-Backbones und Shared Libraries, unterstützt Entwickler dabei, schnellere und fundiertere Entscheidungen zu treffen und bessere Konstruktionen zu liefern. Die Verbindungen zwischen NX von Siemens (mechanische Konstruktion), Capital (elektrisch) und Xpedition (PCB-Entwicklung) von Mentor sind dafür ein gutes Beispiel. Die Nutzererfahrung, die durch diese Integrationen entsteht, sorgt dafür, dass Missverständnisse und falsche Annahmen zu allgemeinen Objekten, Formen, Funktionen und zur Passung, die zu den häufigsten Fehlern zählen, früher gefunden werden oder, im besten Fall, gar nicht erst auftreten. Außerdem werden Konstruktionsänderungen und assoziierte Datensätze durch Lebenszyklus-Iterationen sofort rückverfolgbar und automatisch verwaltet. Fehler, die im Allgemeinen beim manuellen oder halbautomatischen Übertragen auftreten, möglicherweise durch Konstruktionszyklen oder zwischen (häufig multidisziplinären) Teammitgliedern, lassen sich jetzt ebenfalls vermeiden.
- Die Wiederverwendung von Plattformen, digitalen Modellen und anderen produktbezogenen Informationen verbessert die Investitionsrendite und kann Entwicklungszyklen drastisch reduzieren. Das führt dazu, dass Unternehmen auf wiederverwertbare Elemente setzen, aber auch in Betracht ziehen, den Wert digitaler Modelle auf andere Bereiche auszuweiten. Die modellbasierte Definition (MBD) beispielsweise fügt den 3D-Modellen Produktfertigungsinformationen (PMI) hinzu. Der

Zuvor mussten wir komplexe Verkabelungssysteme genauestens im Kontext modellieren, um sicherzustellen, dass beispielsweise während des Betriebs keine Abnutzung auftrat. Kurzschlüsse bei Flugzeugen, insbesondere in der Nähe von Treibstoff, könnten katastrophale Folgen haben. Zu jener Zeit mussten wir zahlreiche Konstruktionsiterationen, mit anderen Worten Kopien, durchgehen, um sicherzustellen, dass wir dem gesamten Ausmaß aller internen Mechanismen und Bedienoberflächen gerecht werden, was sehr zeitintensiv war. Hinzu kam, dass jede Änderung an elektrischen Systemen oder (mechanischen) Strukturen bedeutete, dass wir unsere elektrischen und mechanischen Modelle erneut integrieren und alles erneut validiert werden mussten.

David Herriott: Consultant and Aerospace Systems and Technology Specialist

Einsatz von MBD unterstützt Unternehmen dabei, veraltete 2D-Dokumentation zu umgehen, um das Verständnis der Konstruktionen, die Produktqualität und (interne und externe) Fertigungsprozesse zu verbessern.

- Unternehmen, die sich effizienter mit anderen zusammenschließen und beispielsweise Anforderungen, Erfahrungen, Daten, Konstruktionsabsichten, Modelle und Workflows teilen, sind im Vorteil. In der heterogenen Umgebung, die das Markenzeichen des heutigen Konstruktions- und Fertigungs-Ökosystems ist, sorgen die Zeit und der Aufwand, die für das Vernetzen, Verwalten, Zusammenarbeiten, Integrieren oder Exportieren sowohl interner als auch externer Systeme erforderlich sind, für keinen Mehrwert mehr und sind kostspielig. PLM (Produktlebenszyklusmanagement) ist für die Zusammenarbeit und Orchestrierung hilfreich und oft eine wesentliche Komponente beim Verwalten der Komplexitäten der heutigen Produktentwicklung. Die Offenheit von PLM und die eingesetzten Konstruktions- und Engineering-Technologien können entscheidende Erfolgsfaktoren sein. Die Leichtigkeit und die Genauigkeit des Datenimportes- und Exportes, die Möglichkeit, externe Informationen direkt aufzunehmen und wiederzuverwenden, kann die Profitabilität eines Projekts und oft den Erfolg direkt beeinflussen.

Ausblick

Die steigenden Kosten für Fehler und Imageschäden, übergreifend bei allen Produkttypen, ruft uns in Erinnerung, wie wichtig es ist, Produkte gleich beim ersten Mal richtig zu entwerfen. Um dies bei einem immer komplexer werdenden Produkt-Ökosystem zu erreichen, und dabei vielleicht schnell von Mechanik zu Software und Elektronik zu wechseln, sind ein neues Design Thinking und ausgebildete Fachkräfte, Workflows und Werkzeuge, um dies in der Praxis umzusetzen, erforderlich.

Mit gefragten Fertigkeiten, engen Zeitplänen und steigendem Kostendruck ist der Einsatz von Konstruktionswerkzeugen zum Steigern und Automatisieren von Konstruktions-Workflows über mehrere Domänen sowohl in geschäftlicher als auch in technologischer Hinsicht sinnvoll. Erfreulicherweise machen neue Funktionen und eine offenere und reibungslosere technologische Integration zwischen Domain-Toolchains dies jetzt viel praktischer. Unternehmen, die damit noch nicht begonnen haben, werden Produktoptionen vielleicht erneut prüfen wollen, um sich diese Fortschritte zunutze zu machen.