

Paradigmenwechsel in der Automobilindustrie

Software-Fehler sind nicht gottgegeben

„Zero-Error!“ Initiative

Referat von Stephan Wolfsried, Leiter Elektrik/ Elektronik, Fahrwerk, Mercedes Car Group Entwicklung, DaimlerChrysler AG

Seit Jahren geht in Branchenkreisen die Diskussion über die Bedeutung der Elektronik um. Noch vor fünf Jahren hat Helmut Petri, damals Entwicklungschef von Mercedes-Benz, auf dem SAE-Kongress in Detroit bei den amerikanischen Autobauern großes Aufsehen mit seiner Vision erregt. Seine Botschaft hieß: Sich nicht mehr im Zusammenkoppeln einzelner elektronischer und mechanischer Komponenten zu verlieren, sondern – wie ein Schachspieler – aus der dritten Dimension das Feld zu überschauen und dann das richtige Design zur Vernetzung der einzelnen Komponenten des Autos zu entwickeln.

Biographie eines Paradigmenwechsels

Die Heftigkeit der gegenwärtigen Diskussion ist gut zu verstehen. Es geht um nichts anderes als den größten Paradigmenwechsel in der Automobilentwicklung seit der Erfindung des Autos. In diesem Wechsel, der immer weiter weg von einem rein mechanisch definierten Produkt führt, kann man fünf Phasen gut unterscheiden.

- Die erste Phase war die Startzeit des Autos. Damals war das Auto ein rein mechanisches Produkt; angelassen wurde es mit der Kurbel. Die Lenkung war rein mechanisch ebenso wie die Bremse. Nicht mal das Licht war elektrisch, zu Anfang wurden wie im Bergbau Karbidlampen eingesetzt.
- Als das Auto eine breitere Nutzergruppe als nur die technologische Avantgarde erreichte, war mehr Komfort gefordert. So zog die Elektrik ins Auto ein: Der Starter, die Induktionszündung, das elektrische Licht, die Hupe – alles Instrumente, die jedes für sich funktionierten. Sie waren aber gar nicht so anspruchslos, wie man vielleicht denkt, denn es gab damals schon eine Batterie, die immer wieder aufgeladen werden musste. Seit jener Zeit kennen Automobilbauer die Frage nach dem Ladezustand der Batterie, ein bis heute nicht hundertprozentig zufriedenstellend gelöstes Problem.
- Die nächste Stufe zeigt den Einzug von Elektronik ins Fahrzeug. Stichworte: elektronische Zündung, elektronische Einspritzung anstelle mechanischer, elektrische Fensterheber anstelle mechanischer, elektrisches Schiebedach anstelle Kurbelgetriebenen, auch schon die ersten Systeme von passiver und aktiver Sicherheit wie ABS und Airbag. Erstmals sind hochkomplexe nicht-mechanische Komponenten im Auto vorhanden. Diese Elektronik muss die rauen Umgebungsbedingungen des Autos überstehen. An sie werden höchste Zuverlässigkeitsansprüche gestellt: Die Motorsteuerung hat immer zu funktionieren, ein Airbag darf während der Fahrt nie ungewollt aufgehen, ein ABS darf nur dann eingreifen, wenn es die Situation erfordert.
- Die dritte Stufe des Paradigmenwechsels sieht erste Vernetzungen: Die bisher als „Add-On“ zu den mechanischen Komponenten eingesetzte Elektronik, besonders beim Powertrain, wird vernetzt. Erste Datenbus-Systeme finden Einzug in das Automobil. Mittlerweile sind die Kabelbäume auf Armdicke angewachsen und stellen bei weitem dem wertmäßig größten Einzelumfang der Fahrzeugelektrik dar.
- Stufe vier zeigt die flächige Vernetzung der Komponenten. Durch weiteres Anwachsen von Funktionen und noch mehr Sensorik ist eine autarke Verwendung von einzelnen Systemen nicht mehr möglich. Kaum eine mechanische Funktion ist noch nicht durch Elektronik beeinflusst, verfeinert oder gar ganz ersetzt. Die Elektronik erobert auch den Innenraum. Multimediaanwendungen im Fahrzeug ausgehend vom Autoradio bringen immer neue Funktionalitäten : Telefon und Fernsehen, Navigation, DVD und Satellitenradio, MP3, Surroundsound und Mediaplayer sind nur die wichtigsten Errungenschaften in diesem Gebiet.

Alles, was bei den Menschen im Wohnzimmer Einzug hält will man alsbald auch im Auto nicht missen.

- Heute stehen wir am Beginn eines weiteren Entwicklungsschritts, eines Schritts, der die Zukunft der Automobilelektronik wohl entscheiden wird. Wir stehen in der Phase, in der standardisierte, hierarchische Bussysteme zum Rückgrat aller Funktionalitäten in unseren Autos geworden sind. Was natürlich beinhaltet, dass die „mechanischen“ Kompetenzen im Automobilbau immer noch sehr wichtig sind – schließlich handelt es sich beim Auto um einen auf der Straße bewegten Gegenstand und nicht um den immer schön warm stehenden PC im Wohnzimmer – was manche gelegentlich zu vergessen scheinen.

Die Auswirkungen des letzten Schritts dieses Paradigmenwechsels, der etwa 1995 begann und voraussichtlich erst um 2015 abgeschlossen sein wird, sind extrem:

Auswirkungen

Zum einen stellt das Umfeld harte Anforderungen an die Elektronik: 85 bis 120 °C Hitze je nach Einbauort und -40 °C Kälte muss das System aushalten. Es muss robust gegen Vibrationen sein. Feuchtigkeit, Spannungsspitzen und Schmutz dürfen nicht zu Ausfällen führen. Jedem Elektroniker liegt es da nahe, bei solchen Bedingungen nach der „MIL-Spezifikation“ zu rufen, also der Spezifikation für Militärgeräte, Luft- und Raumfahrt. Aber das kann die Automobilindustrie nicht, denn MIL-spezifizierte ICs sind für den Einsatz im Auto entweder viel zu teuer oder oftmals auch gar nicht erhältlich. Im Flugzeugbau und auch in der Raumfahrt werden die Anforderungen an die Verfügbarkeit durch Redundanz gelöst. Das lässt sich nicht auf das Auto übertragen, weil niemand die Kosten akzeptieren würde und auch der Autofahrer nicht wie ein Pilot oder Astronaut erst mal eine halbe Stunde System-Check machen möchte, bevor er losfährt.

Zum anderen mussten und müssen die Automobilentwickler immer besser lernen, mit „Elektronik“ umzugehen. Die Hardware-Qualität wurde schon genannt.

Wichtig ist auch die Software-Qualität und die Qualität der Datenübertragung mit den unterschiedlichen Datenbussen im Auto für langsame und schnelle, schmal- und breitbandige Kommunikation. Ein weiteres bekanntes Thema ist das schnelle Veralten von Elektronik im Fahrzeug. Weitere – durchaus anspruchsvolle – Herausforderungen stellen die Fähigkeit für Hardware- und Software-Updates, sowie die Hardware- und Software-Tests und die Diagnose.

Noch ein paar Beispiele, an denen man den gewaltigen Wechsel, der sich gerade im Auto vollzieht, gut ablesen kann:

Datenkommunikation: Anfangs gab es im Auto viele proprietäre Datenbus-Systeme. Jetzt konzentrieren wir uns auf wenige Kommunikationsprotokolle, nämlich LIN, CAN und MOST. Und wir entwickeln extrem zuverlässige Datenbusse wie FlexRay, für die es erst in Zukunft einen Bedarf geben wird bei extrem sicherheitskritischen Anwendungen.

Energieversorgung: Angesichts der schier unübersehbaren Zahl von elektrischen und elektronischen Komponenten stellt auch die sichere Stromversorgung eine Herausforderung dar. Lange hatte man die Lösung nur im 42-Volt-Bordnetz gesehen. Wie sich herausstellte, wäre die Komplexität während der Übergangsphase von 14 V auf 42 V unbeherrschbar geworden. Zudem gibt es keine 42 V Leuchtmittel, die Spannungsversorgung jeder LED und jedes Mikroprozessors hätte statt von 42 V auf 14 V heruntertransformiert werden müssen. Der höheren Spannung und damit der höheren gespeicherten Energiemenge wären Wirkungsgradverluste in nennenswerter Größe und damit Mehrverbrauch gegenübergestellt abgesehen von prohibitiv hohen Kosten, denen kein direkter Kundennutzen gegenübergestellt werden konnte.

Funktionalität: Anfangs gab es wenige Funktionen, weil der Speicherplatz knapp und die Prozessorleistung limitiert war. Mit dem Einzug von immer leistungsfähigeren Prozessoren und mit dem Preisverfall bei den Speicherchips war die Versuchung groß, alles, was möglich ist, auch zu programmieren. Es war ja „nur“ Software. Die Folge: Überfrachtete Funktionen, überforderte Fahrer, unüberschaubare Auswirkungen der Funktionen in ihrer Abhängigkeit untereinander. Eines unserer

Ziele ist seit einiger Zeit, sich bei den Funktionen auf das zu konzentrieren, was Sinn macht. Allein im letzten Jahr haben wir aus unseren Fahrzeugen über 600 Funktionen herausgenommen – Funktionen, die niemand gebraucht hat und niemand zu nutzen wusste.

Mensch-Maschine-Interaktion: Wir wissen: Eine dank Elektronik mögliche Informationsüberflutung kann dem Fahrer nicht wirklich helfen. So wie früher einmal bei der Unterhaltungselektronik viele Knöpfe unter einer Klappe verschwunden sind, die eigentlich nur dem Freak nutzten, aber den „Normalnutzer“ bei der Bedingung einer HiFi-Anlage sehr irritierten, so wird auch im Auto die Zahl der einstellbaren Parameter eher zurückgehen und nicht mehr alles Verstellbare dem Fahrer zum Verstellen angeboten werden.

„Zero Error!“

Dieser Paradigmenwechsel, der sich besonders in den genannten Punkten widerspiegelt, betrifft die gesamte Automobilindustrie – weltweit. Manche früher, manche später. Die Automobilindustrie lernt daraus. Und wir haben unerbittlich Fehler und Fehlerquellen ausgemerzt.

Sieben „kategorische Imperative“

Die Anforderung an die Produkte von Mercedes-Benz ist dabei glasklar: „Zero Error!“. Natürlich sind wir noch nicht am Ziel, aber wir sind schon ein sehr weites Stück Weg gegangen. Wir haben viel daraus gelernt und uns goldene Regeln gesetzt, oder, um im Kant-Jahr zu bleiben, sieben „kategorische Imperative“. Diese sind:

1. Die Zuverlässigkeit der Elektronik im Fahrzeug muss mindestens so groß sein wie die vergleichbarer mechanischer Systeme!

Und das nicht nur bei sicherheitsrelevanten Systemen!

2. Schluss mit proprietären Systemen!

Wir brauchen Standards im Auto!

Deshalb haben wir das Most-Konsortium, FlexRay, die Herstellerinitiative Software, „AutoSar“ und viele andere Standardisierungsaktivitäten mit initiiert und arbeiten mit den anderen Herstellern und Zulieferern sehr zusammen, um nicht nur deutschlandweit, sondern weltweit einheitliche Standards für die Automobilelektronik zu entwickeln. Damit können wir – ein nicht ungerne gesehener Nebeneffekt – sogar die Kosten senken.

3. Software-Fehler sind nicht gottgegeben!

Was die Toleranz gegenüber Softwarefehlern angeht, muss sich auch die Einstellung der Techniker und der Unternehmen ändern. Jahrelang wurde dem Schlendrian die Tür geöffnet und einfach akzeptiert, dass Software fehlerbehaftet ist. Ein genialer PR-Erfolg der Programmierer! Als wenn Schlamperei gottgegeben wäre.

Wir fühlen uns mit unserer Einstellung von „Zero Error!“ in guter Gesellschaft. Das Massachusetts Institute of Technology (MIT) hat schon vor zwei Jahren diesen Paradigmenwechsel erklärt. IBM und sogar Microsoft haben sich in letzter Zeit zu einer dramatischen Verbesserung ihrer Produktqualität öffentlich verpflichtet.

Unsere Botschaft an uns und an die Zulieferer lautet: Wir werden Zertifizierungsinstrumente wie CMMI oder Spice anwenden, mit der die Qualität der Softwareentwicklung bestimmt werden kann. Wir werden unsere Zulieferer veranlassen, sich dieser Zertifizierung zu unterziehen. Diese Zertifizierung wird bei der Mercedes-Benz-Zulieferung – wie üblich – höchste Ansprüche setzen.

4. Es darf nicht sein, dass die Softwareentwicklungswerkzeuge schneller Fortschritte machen als Software-Validierungstools!

Die Entwicklungsumgebungen für alle Programmiersprachen haben in den letzten zehn, fünf Jahren immense Fortschritte gemacht. Das Programmieren wurde erheblich erleichtert. Wir haben uns bei der Software-Validierung zu sehr auf die Subsystemebene konzentriert und jedes System einzeln gegen die Spezifikation getestet. Wir haben dem Zusammenspiel der Systeme untereinander zu wenig

Aufmerksamkeit geschenkt. Selbst wenn die Systeme einzeln fehlerfrei zu sein schienen waren sie es im Zusammenspiel nicht. Dafür brauchen neue, bessere Werkzeuge, die den Anforderungen einer „Null-Fehler!“-Kultur gerecht werden.

5. Zertifizierung und Systemintegration sind Domänen des OEM!

Mercedes-Benz hat dazu das so genannte „V-Modell“ übernommen. Am Anfang des Entwicklungsprozesses steht die Spezifizierung der Funktion, die Mercedes-Benz dem Zulieferer zukommen lässt. Es gibt keine nachgeschobenen Änderungen der Spezifizierung mehr. Sondern: Mit dieser Ansage des OEM kann der Zulieferer wiederum seinen Zulieferern Arbeitspakete übertragen und letztlich das Endprodukt zur Zertifizierung vorlegen.

Diese allerdings macht nicht mehr – wie es früher oft war – der Zulieferer, sondern die Systemintegration ist eine Kernkompetenz des Automobilherstellers.

In der Automobilentwicklung von Mercedes-Benz wird keine Zeile Code mehr selbst geschrieben. Wir geben dafür um so genauere Lastenhefte an den Zulieferer – nicht mehr in Prosa geschrieben, sondern toolbasiert. Hier sind unter Anderem das Zeitverhalten und die Funktionalität genau hinterlegt.

6. Schluss mit Hardware-Fehlern!

Wir brauchen fehlerfreie Halbleiterelemente, die die besonderen Anforderungen der Autoindustrie erfüllt. Deshalb arbeiten wir mit einigen wenigen Halbleiter-Lieferanten besonders eng zusammen, die uns die notwendigen Spezifikationen garantieren, insbesondere bezüglich Temperatur- und Vibrations-Robustheit. Zudem garantieren uns diese strategischen Halbleiterhersteller die Verfügbarkeit von bestimmten Elementen über Produktlebenszyklen, die im Automobilbau üblich sind. Auf rasche Typwechsel, wie sonst in dieser Branche üblich wird bewusst verzichtet, denn das Einsparen an Siliziumfläche kann durch die Risiken einer dadurch immer wieder notwendigen Requalifikation nicht aufgewogen werden.

Wir haben unsere strategischen Halbleiterhersteller überzeugt, nicht jedes Jahr einen IC mit noch einer Funktion oder 10 % weniger Umfang herauszubringen, weil das jedes Jahr ein Re-Design der Leiterplatten erforderlich machen würde. Die Vorteile des geringeren Platzbedarfs werden bei Weitem durch die Kosten für eine erneute Systemintegration aufgeessen. Wir brauchen Halbleiterbauelemente, die sechs bis acht Jahre konstant und unverändert verfügbar sind.

Wir sind darüber hinaus zusammen mit Wettbewerbern dabei, die Komponenten zu standardisieren. Dabei muss man die spezifischen Anforderungen im Auto bei der Auswahl von Hardware berücksichtigen: Langfristig, werden wir den MOST-Bus von der Kunststoffaser auf Kupfer reportieren, da die Kunststoffaser generell sehr empfindlich und wegen der Streuverluste bei engen Biegungen im Auto wenig geeignet ist.

Auch auf CD und DVD müssen wir – außer bei Musik – verzichten, da sich diese Medien bei Temperaturen über 45 °C, die es bei Sonneneinstrahlung im Auto eben gibt, verformen. Die Speichermedien im Auto der Zukunft heißen HD, Smart Media oder PCMCIA-Karten.

7. Schluss mit Funktionen, die dem Kunden keinen erkennbaren Nutzen bieten!

Funktionen, die niemand nutzt und die niemandem nützen, gehören nicht ins Auto. Persönliche, differenzierte Speichereinstellungen für Sitze etc. in jedem Autoschlüssel sind zwar gut gemeint, aber wenn der Fahrer den Schlüssel seiner Frau nimmt und dann seine Sitzeinstellung nicht mehr findet, ist das eher ärgerlich als komfortabel. Und keiner weiß, warum das System so agiert und nicht wie man es „eigentlich“ erwartet hat. Solche Funktionen erschweren einzig und allein die Feldtests und die Systemintegration und verteuern damit das Produkt. Außerdem erhöhen sie die Komplexität der Bedienung.

Forderungen weltweit durchsetzen

Für Mercedes-Benz gilt – und Prof. Jürgen Hubbert hat es schon mehrfach so gesagt: Wir müssen das Auto als „Rundum-Sorglos-Paket“ anbieten und die versprochene und erwartete Zuverlässigkeit garantieren. Das machen wir.

Aber: Diese Einstellung haben wir nicht nur für Mercedes-Benz entwickelt. Wir werden bei allen Automobil-, Hardware- und Software-Herstellern weltweit dafür werben, sich dieser Philosophie anzuschließen.

Die Automobilindustrie, und allen voran DaimlerChrysler, wird sich so an die Spitze einer Entwicklung setzen, die den Menschen viel von ihrer Unsicherheit vor der Elektronik nimmt, zu Hause, im Beruf und natürlich im Auto.

„Zero Error!“ als kategorischer Imperativ – das ist die Voraussetzung für die Beherrschung der Elektronik im Auto.