

Establishing and Enhancing Agility with Model-based Systems Engineering.

Agile approaches are popular and companies target to adapt to these. Especially in respect of transforming the traditional into tomorrow's world, well-defined interfaces between different artefacts of an Electric/Electronic (E/E) architecture are highly beneficial. These interfaces describe OEM interdepartmental transitions as well as transitions between OEMs and suppliers. In terms of supporting already introduced agile approaches, the BMW Group is currently evaluating and performing a roll-out of model-based approaches in order to foster our notion of agile automotive Systems Engineering (aaSE).

For the on-board network (ECUs and bus systems) and the physical topology (wiring harness), model-based systems engineering is already established in a productive state at the BMW Group. For the architecture levels of data, functions, and service/software as well as ECU-internal architectures, single pilot projects have been initialized recently. Here, especially the aspect of modeling continuously, i.e. in respect of different architecture levels, is emphasized.

Within this contribution, we present the status quo by revealing current challenges as well as possible solutions. In respect of practicability, two examples are described which are currently elaborated within the development of the next E/E architecture generation at the BMW Group.

The first example depicts the application of aaSE for introducing a centralized computing platform which includes an approach for systematically deploying and verifying software functions in terms of timing behavior and memory utilization. Additionally, requirements on safety and security requirements are considered for every design step.

For the second example, we present a methodology which supports the replacement of legacy bus systems by an IP-based technology, i.e. a 10 Mbit/s Ethernet network. Here, the first step is to capture the communication data of the current E/E architecture generation. Subsequently, this communication data is linked with objects (ECUs and bus systems) that depict the planned topology of the next E/E architecture generation. Finally, metrics are applied that rate the technical suitability of replacing legacy network technologies.

In respect of both examples, we illustrate how model-based systems engineering may support ideally an agile working model in order to ensure a seamless and consistent traceability of requirements and their implementation.

Authors

- Oszwald, Florian BMW Group, Florian.Oszwald@bmw.de, +49 151 601 11716
- Obergfell, Philipp BMW Group, Philipp.Obergfell@bmw.de, +49 151 601 13943
- Meseth, Martin BMW Group, Martin.Meseth@bmw.de, +49 151 601 45122
- Traub, Matthias BMW Group, Matthias.Traub@bmw.de, +49 151 601 35645
- Becker, Jürgen KIT, Becker@KIT.edu, +49 721 608 42502
- Sax, Eric KIT, Eric.Sax@KIT.edu, +49 721 608 42500

Degree of Innovation: The contribution presents an innovation in terms of combining model-based systems engineering with an agile working model for the design of E/E architectures.

Related Publications:

- [1] Fürst, S.: Agile Development, Working Model and Organization for Autonomous Driving at BMW. ELIV Marketplace: Baden-Baden (2018)
- [2] Beier, G., Rothenburg, U., Woll, R., Stark, R.: Modellbasiertes Systems Engineering – Durchgängige Entwicklung mit erlebbaren Prototypen. Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik: Berlin (2011)
- [3] Belschner, R., Freess, J., Mroko, M.: Gesamtheitlicher Entwicklungsansatz für Entwurf, Dokumentation und Bewertung von E/E Architekturen. VDI Bericht, Nr. 1907, S. 511-521, VDI-Verlag: Düsseldorf (2005)

Etablierung und weiterer Ausbau der agilen Arbeitsweise mit Unterstützung des modellbasierten Systems Engineerings.

Die agilen Arbeitsmethoden sind aktuell in aller Munde und viele Unternehmen sind dabei, ihre etablierten Arbeitsweisen darauf umzustellen. Insbesondere an den Übergängen zwischen der traditionellen und der neuen „Welt“ sind klar definierte Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Artefakten einer Elektrik/Elektronik-Architektur (E/E-Architektur) extrem hilfreich. Diese Übergänge sind OEM-intern zwischen den Fachbereichen und an der Nahtstelle zwischen OEM und Zulieferer zu finden. Unterstützend zu den bereits gestarteten bzw. in Umsetzung befindlichen Maßnahmen für die vollständige Etablierung einer agilen Arbeitsweise wird aktuell bei der BMW Group ein durchgängiges, modellbasiertes agiles automotive Systems Engineering (aaSE) evaluiert und schrittweise ausgerollt.

In den Bereichen der E/E-Gesamttopologie (Steuergeräte und Busse) und des physischen Bordnetzes (Kabelbaum) ist bei der BMW Group das modellbasierte Systems Engineering bereits im operativen Einsatz. In der Funktions-, Dienste-, Software- und Steuergerätearchitektur werden aktuell Pilot-Projekte anhand von Serienanwendungen bearbeitet. Dabei nimmt insbesondere der Aspekt der Durchgängigkeit einen wichtigen Stellenwert ein.

Im Rahmen des Beitrags werden ausgehend vom Status quo, die aktuellen Herausforderungen und die nächsten Schritte aufgezeigt. Die Detaillierung der Punkte erfolgt anhand von zwei konkreten Beispielen, die aktuell im Rahmen der nächsten E/E-Architekturgeneration bei der BMW Group erarbeitet werden.

Das erste Beispiel zeigt die Anwendung des aaSE bei der Einführung einer zentralen Computing Plattform auf, inklusive der damit einhergehenden systematischen Funktionsumpartitionierung mit anschließender Verifikation (z.B. Latenzzeiten, Prozessor- und Speicherauslastung). Die Anforderungen seitens Safety und Security werden dabei bei jedem Designschritt mit berücksichtigt.

Im zweiten Beispiel wird mittels der Methodik die Umstellung der Legacy-Busse auf die 10Mbit/s Ethernettechnologie angewendet. Absprungbasis hierfür sind die Diensteschnittstellen des Produktivdatenstands der aktuellen E/E-Architekturgeneration. Über eine Modelltransformation werden die Daten in die modellbasierte Werkzeugkette importiert. Anschließend erfolgt die Verknüpfung der Daten mit den Objekten (Steuergeräte, Busse) der neuen E/E-Architektur. Abschließend werden Metriken aufgezeigt, die eine Bewertung der neuen Topologie unter Verwendung der 10Mbit/s Ethernettechnologie ermöglichen.

Auf Basis der Ausführungen und der beiden Beispiele wird aufgezeigt, an welchen Stellen und in welcher Art und Weise der Anwendung das modellbasierte Systems Engineering die agilen Arbeitsmethoden ideal unterstützt und eine durchgängige und vollständige Nachverfolgbarkeit von Anforderungen und deren Umsetzungen sicherstellt.