

ATZ extra



Software und Systems Engineering

Model Based Systems Engineering



© Dräxlmaier

Herausforderungen bei der Etablierung von Model Based Systems Engineering

AUTOREN



**Dipl.-Ing. (FH), MSE
Thomas Rogalski**
ist Abteilungsleiter
Systems Engineering bei der
Dräxlmaier Group in Vilsbiburg.



Dipl.-Ing. (FH) Christian Hausperger
ist Leiter des Bereichs Technical
Engineering Components bei der
Dräxlmaier Group in Vilsbiburg.

Bei der Entwicklung von Lösungen für die Elektromobilität setzt Dräxlmaier bereits seit einigen Jahren auf Model Based Systems Engineering (MBSE). Seitdem wird diese effizienzsteigernde Methode intern kontinuierlich optimiert. Das Unternehmen berichtet über seine Erfahrungen bei der Einführung und Etablierung von MBSE.

Um im Umfeld der Automotive-Serienproduktentwicklung Risiken zu minimieren, Fehler zu vermeiden und schließlich wettbewerbsfähig zu bleiben, ist der Einsatz von Systems Engineering ein wesentlicher Erfolgsfaktor.

Zu den Kernaufgaben des Systems Engineerings, das die Kunden und deren Anforderungen in den Mittelpunkt stellt,

gehören das Requirements Engineering und das Design der Systemarchitektur. Eine weiterführende Methodik ist das MBSE. Die Grundidee ist es, soweit möglich, dokumentenzentrierte Informationen mit Modellen abzulösen. Hierfür gibt es spezielle Modellierungssprachen, Modellierungsmethoden sowie eine Reihe von Modellierungstools. Man

spricht hier auch vom Dreiklang des MBSE [1]: Methode – Sprache – Tool, **BILD 1**.

VONEINANDER LERNEN

Es gibt viele Ansätze und theoretische Grundlagen, MBSE einzuführen und einzusetzen. Oftmals jedoch scheitert es an diversen Fallstricken und Hürden bei der konkreten Umsetzung. Daher ist es ratsam, das Thema vorsätzlich und sehr geplant anzugehen. Das ist eine der Erkenntnisse, welche die Dräxlmaier Group aus den Erfahrungen der vergangenen Jahre ziehen kann: MBSE wurde im Bereich der Entwicklung von Automotive-Hochvoltssystemen bereits in verschiedenen Projekten erfolgreich eingesetzt. Was ist bei der Einführung und der Etablierung von MBSE konkret zu beachten? Welche Aspekte sind förderlich und welche Verhaltensmuster können kontraproduktiv wirken?

Da der Tier-1-Lieferant direkt im Auftrag der OEM entwickelt und produziert, stehen die Projekte stets unter hohem Termindruck. Eine weitere Herausforderung stellen die zu erreichenden Zielkosten der zu entwickelnden Produkte dar. Aus Sicht der Entwicklung sind die normativen Vorgaben aus Automotive SPICE und ISO 26262 und damit die prozesskonforme Bearbeitung ein wichtiges Ziel.

Eine effektive und effiziente Prozess- und Toollandschaft stellt einen wesentlichen Erfolgsfaktor dar. Bei der Entwicklung von Lösungen für die Elektromobilität sind alle Fachdisziplinen eingebunden. Von der mechanischen Integration über die elektrische Auslegung bis hin zum Steuergerät mit integrierter Softwarelösung muss alles gut verzahnt werden.

Jedes Projekt hat mindestens einen Systemingenieur an Bord, der als Kernaufgabe die Themen im linken Ast des V-Modells betreut. Er koordiniert in der frühen Phase die Abstimmung der Kundenanforderungen, ist verantwortlich für die Erstellung einer Systemspezifikation und leitet und koordiniert die Entwicklung der Systemarchitektur zusammen mit den Experten der Fachdomänen. Dabei ist stets auch ein enger Austausch mit dem Functional Safety Engineer notwendig. Dieser erarbeitet, basierend auf den Sicherheitsanforderungen, technische Konzepte mit den zugehörigen Analysen und hat somit einen direkten Einfluss auf die Systemarchitektur.

ERSTE GENERATION MBSE

Mit dem Ziel, die Systemarchitekturen zu dokumentieren, hat Dräxlmaier vor einigen Jahren den Einsatz von Modellen auf Systemebene eingeführt. Zunächst beschränkte sich das Unternehmen auf den Bereich der Elektronikentwicklung mit Hardware und der zugehörigen Embedded Software.

Bei der Auswahl des Modellierungstools folgte das Unternehmen der benachbarten Abteilung der Softwarearchitekten und stieg mit dem gleichen Tool ein. Als Modellierungssprache wurde SysML (OMG Systems Modelling Language) gewählt. Die Definition des Modellumfangs sowie der Verwaltung und der weiteren Nutzung der erstellten Inhalte erfolgte lediglich informell. Die Modelle sollten im Sinne von Wirkketten die Kernfunktionen der Elektronik abbilden und dabei neben dem funktionalen Ablauf auch die Allokation auf die physischen Komponenten darstellen. Anschließend wurden die erstellten und abgestimmten Diagramme aus dem Modellierungstool als Bilder in das Anforderungsmanagement-Tool eingefügt.

WIESO MBSE?

Die Erkenntnisse und Erfahrungen aus den ersten Projekten bilden die Basis für eine Weiterentwicklung und Etablierung von MBSE. Doch welche Vorteile bietet diese Methodik eigentlich?

MBSE vereinfacht das Systemverständnis und die Dokumentation der Architektur. Komplexe Zusammenhänge lassen sich anschaulich darstellen und das Modell kann als Kommunikationsbasis

fungieren. Im Kern geht es um Risikominimierung und die Vermeidung von Fehlern. Erreicht wird dies, indem zusätzliche Modellinformationen erschaffen werden, was zunächst einmal einen Mehraufwand bedeutet. Schließlich müssen die Modelle und Diagramme erst erstellt und das Modell später gepflegt und aufrechterhalten werden. Die zentrale Frage lautet: Wie viel Aufwand steckt in MBSE und welchen Nutzen schafft es konkret?

FALLANALYSE GIBT AUFSCHLUSS ÜBER KONKRETEN NUTZEN

Eine Anwendungsfallanalyse für den Einsatz von MBSE gibt Aufschluss über den Nutzen. Im ersten Schritt gilt es, alle Stakeholder des Modells zu identifizieren, also Personen, die direkt oder indirekt vom Modell betroffen sind. Dies können sowohl Personen sein, die Inhalte beitragen, als auch solche, die Informationen aus dem Modell ziehen möchten.

Gemeinsam mit jedem dieser Stakeholder sollte dann gesammelt werden, welche konkreten Anwendungsfälle möglich wären. Möchte der Elektronikarchitekt das Pinning eines Mikrocontrollers im Modell abbilden? Sollte das EMV-Konzept übersichtlich im Modell abgebildet werden? Wie detailliert sollten die Informationen bezüglich Softwarearchitektur abgebildet werden? **BILD 2** zeigt die Anwendungsfälle bei der Dräxlmaier Group.

Die Liste der möglichen Anwendungsfälle kann schnell sehr lang werden. Und ganz oft wird über den Abstraktions- beziehungsweise Detailgrad der

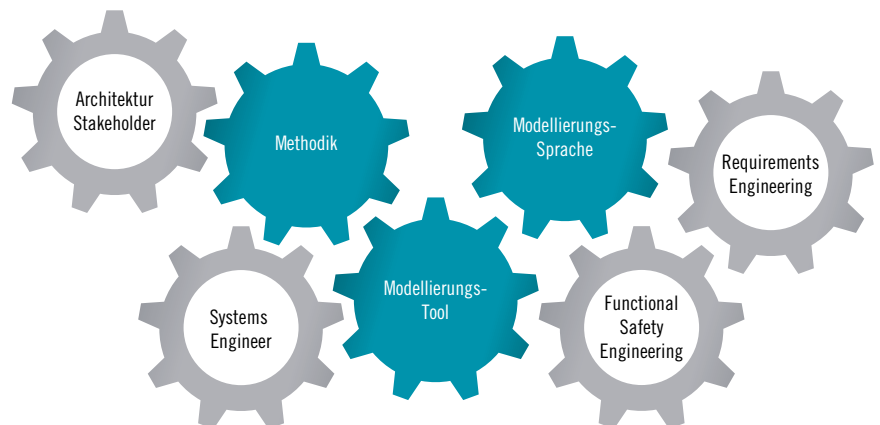


BILD 1 MBSE – Zusammenspiel von Stakeholdern, Methodik, Sprache und Tools (© Dräxlmaier)

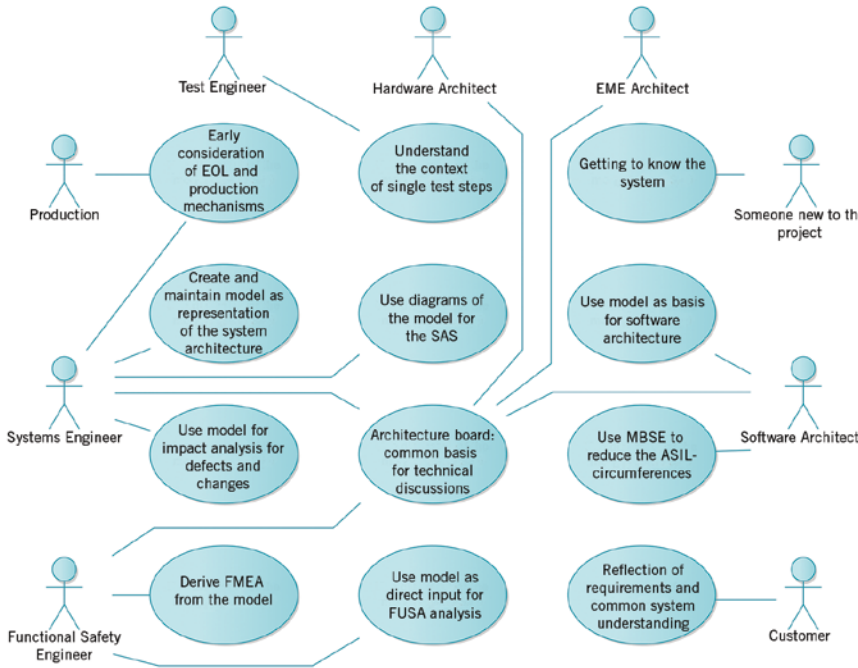


BILD 2 Anwendungsfallanalyse für den Einsatz von MBSE (© Dräxlmaier)

Informationen diskutiert. Soll eine Information im Systemmodell liegen oder liegt diese bereits in einem fachdomänenspezifischen (CAD-)Modell vor? Eine klare Empfehlung an dieser Stelle ist es, so wenige Datenredundanzen wie möglich zu erschaffen. Ebenso sollten die Umfänge des Modells zunächst so klein und abstrakt wie möglich gehalten werden. Die Maxime lautet: Im Zweifel lieber Aspekte weglassen.

Basierend auf den ausgewählten und priorisierten Anwendungsfällen sollte der Zielkorridor für MBSE festgelegt werden. Wichtig ist es auch zu definieren, welche Inhalte nicht in das Systemmodell aufgenommen werden. Diese Zieldefinition stellt die Basis für die Definition der Modellierungsmethodik dar. Es muss klar festgelegt sein, welche

Modellelemente in welchen Ansichten darzustellen sind, wie die Inhalte zueinander in Relation stehen sollen und welche Abstraktionsgrade betrachtet werden. Diese Ergebnisse werden anhand eines Meta-Modells dokumentiert – einem abstrakten Modell der geplanten Systemmodelle. Das bei Dräxlmaier erstellte Meta-Modell umfasst alle Details zu den Modellelementen der Modellierungssprache, die verwendet werden sollen, und stellt auch die Komposition der möglichen Views auf das Modell dar. BILD 3 zeigt einen vereinfachten Ausschnitt aus dem Meta-Modell. Das Ergebnis der Meta-Modellierung ist die Definition, welche Sprachelemente verwendet werden und wie diese im Modellierungstool zu verwenden sind.

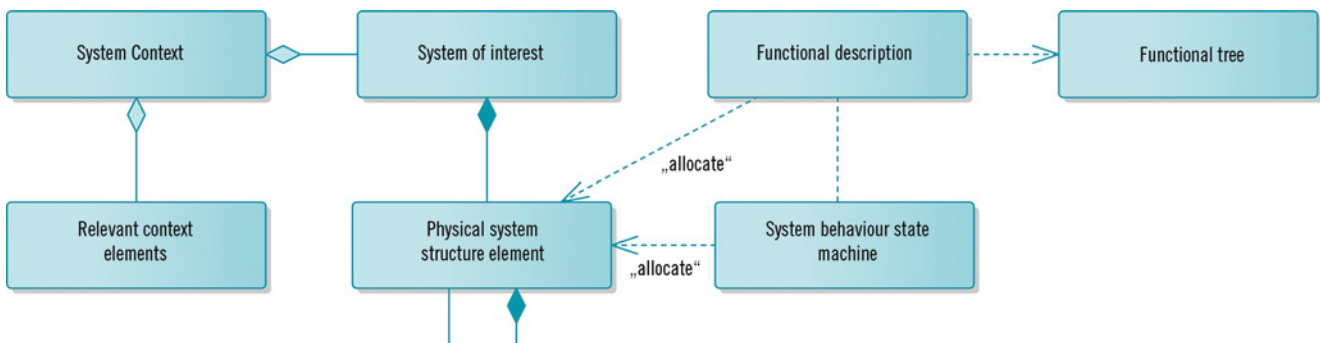


BILD 3 Ausschnitt aus dem Meta-Modell (© Dräxlmaier)

DIGITAL THREAD

MBSE muss ganzheitlich betrachtet werden und der MBSE-Dreiklang ist zunächst die Basis. Alle angrenzenden Aspekte müssen jedoch ebenfalls beachtet werden, BILD 1 (grau dargestellt). Das Systemmodell steht schlussendlich in einem Digital Thread, einer Verkettung von Arbeitsschritten, die sich auf unterschiedliche Tools verteilen. Daraus ergeben sich neue Schnittstellen und Informationsflüsse. Da all diese Aspekte Einfluss auf die Methodik haben, muss man sie bei der Definition einfließen lassen.

Bei Dräxlmaier ist dies zum einen die Schnittstelle zum Anforderungsmanagement-Tool, zum anderen das Analyse-Tool der funktionalen Sicherheit. Hier ist die Schnittstelle nochmals wichtiger, da das Systemmodell komplett ausgetauscht und in der funktionalen Sicherheit als Basis für die Analysen in einem weiteren Tool verwendet wird. Dies führt zu einer signifikanten Effizienzsteigerung, da die einmalig erzeugten Daten im Modell mehrfach genutzt werden. Allerdings muss dadurch die Schnittstelle für den Austausch klar definiert und abgestimmt sein. Das geht so weit, dass das Tool der funktionalen Sicherheit Einfluss auf die Methodik des MBSE hat. BILD 4 zeigt den Digital Thread beim MBSE bei Dräxlmaier.

Der integrierte Einsatz von MBSE kann allerdings auch zur Bedrohung (Threat) werden – besonders dann, wenn es um Aufwände bezüglich der Datenpflege im Modell geht. Werden beispielsweise initial sehr viele Detailaspekte im Modell abgebildet, kann dies am Anfang der Entwicklung sehr nützlich sein. Gefährlich wird es aber dann, wenn im zeitlichen Verlauf die Daten im Modell nicht mehr aktualisiert werden.

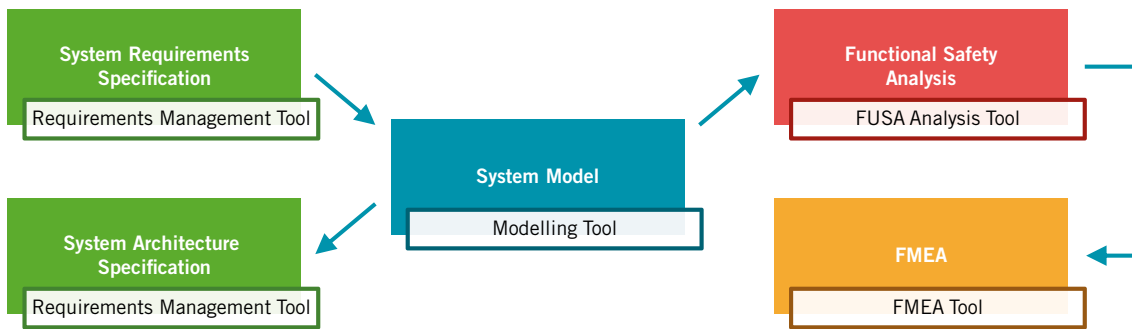


BILD 4 Digital Thread beim MBSE (© Dräxlmaier)

Dies kann im schlimmsten Fall dazu führen, dass der Datenstand im Modell zu stark vom tatsächlichen System abweicht und somit keinen echten Nutzen mehr stiftet.

Dieses Anti-Pattern der schwerwichtigen Modelle lässt sich jedoch verhindern, indem man das Pattern KISS (Keep it Simple and Stupid) einsetzt. Das bedeutet, die Methodik des MBSE so zu wählen, dass die Zielsetzung der Modellierung klar und zielgerichtet ist [1].

Eine weitere Herausforderung ist der Umgang mit Datenredundanzen. Nach der reinen Lehre sollte das Systemmodell die sogenannte „Single Source of Truth“ sein. In der Praxis fällt dies jedoch sehr schwer und man wird immer wieder auf Informationen stoßen, die sowohl im Systemmodell als auch an einem anderen Speicherort liegen. Ein Ausweg kann es sein, bestimmte Aspekte explizit nicht im Systemmodell abzubilden und somit die Redundanz schon im Vorfeld zu vermeiden. Alternativ kann hinterfragt werden, ob der bisherige Informationsort beizubehalten ist oder ob das Systemmodell diesen ablöst.

MBSE-POTENZIALE

Bei den Modellierungstools gibt es neben dem Thema der Schnittstellenkompatibilität auch das Thema Usability. Die aktuell verfügbaren Tools sind meist sehr breit aufgestellt und ermöglichen weitaus mehr, als der einzelne Anwender für seine Arbeit benötigt. Dies kann ihn insbesondere bei der Einführung von MBSE überfordern. Es ist daher sehr ratsam, das Modellierungswerkzeug vor einem breiten Roll-out zunächst an die Bedürfnisse des Projekts anzupassen. Im Rahmen dieses Tailorings lassen sich Menüstrukturen, Tool-Sets und Modell-Templates so anpassen und erstellen, dass die Einstiegshürde kleiner wird und so einen effizienteren Einstieg ermöglicht.

Ist MBSE einmal eingeführt, werden sich neue Potenziale eröffnen. So ist einer der nächsten Schritte die Modellautomation. Das Ziel sollte es sein, möglichst viele Inhalte, soweit möglich, durch das Tool zu automatisieren – sei es, Daten konsistent zu halten, oder automatisiert Artefakte zu erzeugen, die dann wiederum Dritte verwenden können. Mit dem effektiven Einsatz von Modellautomation

ist es möglich, den initialen Aufwand für die Modellerstellung in einen noch größeren Nutzen zu überführen.

Auch das beste Modell kann nur dann erfolgreich gelebt werden, wenn ihm die entsprechende Modellierungskultur zugrunde liegt. Unternehmen sollten mit MBSE klein anfangen und nach der Definitionsphase zunächst ein Pilotprojekt durchlaufen. MBSE muss aktiv vom Management unterstützt werden, und die Mitarbeiter müssen gewillt sein, diesen Paradigmenwechsel in der Entwicklung mitzugehen. Empfehlenswert ist es zudem, einen internen Coach bereitzustellen, der als Ratgeber, Motivator und Promoter agiert.

Schafft man es, all diese Herausforderungen bei der Einführung und Etablierung zu meistern, ist man in der Lage, einen vielfachen Nutzen aus der Modellierung zu ziehen und weitere Potenziale zu eröffnen.

LITERATURHINWEIS

[1] Weilkens, T.; Huwaldt, A.; Mottok, J.; Roth, S.; Willert, A.: Modellbasierte Softwareentwicklung für eingebettete Systeme verstehen und anwenden. Heidelberg, 2018

FOLGEN SIE DRÄXLMAIER:
www.draexlmaier.com



IMPRESSUM:

Sonderausgabe 2021 in Kooperation mit Fritz Dräxlmaier GmbH & Co. KG, Landshuter Straße 100, 84137 Vilsbiburg; Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Postfach 1546, 65173 Wiesbaden, Amtsgericht Wiesbaden, HRB 9754, USt-IdNr. DE811484199

GESCHÄFTSFÜHRER:

Stefanie Burgmaier | Andreas Funk | Joachim Krieger

PROJEKTMANAGEMENT: Anja Trabusch

TITELBILD: © gorodenkoff | Getty Images | iStock