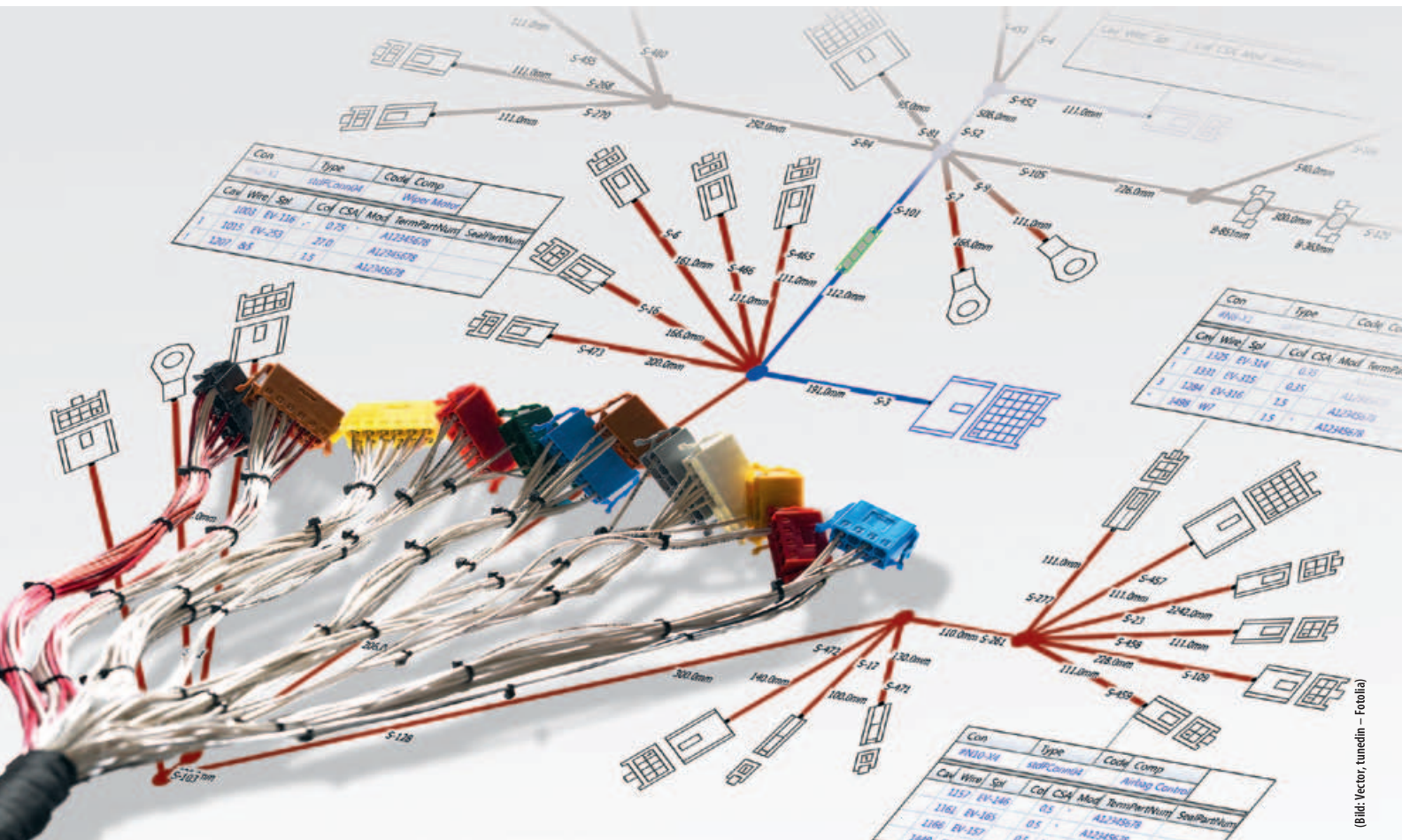


Modellbasierte Leitungssatzentwicklung:

Komplexität beherrschen



(Bild: Vector, tuedin – Fotolia)

Handschriftliche Korrekturen, riesige Tabellen und unzählige Tool-Übergänge mit dezentraler Datenablage – so oder ähnlich wird versucht, die Entwicklung eines Bordnetzes im Griff zu behalten. Doch um die Komplexität moderner Bordnetze zu beherrschen, sind effizientere Ansätze notwendig. Eine modellbasierte Entwicklung bietet hierfür das nötige Rüstzeug.

Von Tobias Bitzer

Die Welt ist eine Scheibe, und ein Leitungssatz ist eine Zeichnung! Was aus der Welt als Scheibe wurde, ist bekannt. Unkritisches Festhalten an eingefahrenen Überzeugungen, Verhaltensweisen und Angewohnheiten bremst jeden Fortschritt – oder verhindert ihn ganz. Um Verbesserungen zu erzielen, ist es wichtig, neue Wege zu gehen. Dazu gehört auch,

Wissen und Methoden aus anderen Bereichen zu übernehmen, um neue Herausforderungen zu lösen. In der Bordnetzentwicklung fordern aktuell Mehrspannungsbordnetze, autonomes Fahren, elektrische Antriebe und eine zunehmende Vernetzung viele gewachsene Entwicklungsprozesse heraus und bringen sie an ihr Limit. Die modellbasierte Entwicklung ist hier eine effizien-

te und zukunftssichere Methode, um die Komplexität der kommenden Bordnetz-Generationen dauerhaft im Griff zu behalten.

Entwicklungsprozesse mit modellbasierten Tools

In der Mechanik ist es seit vielen Jahren üblich, Teilbereiche bis hin zum ganzen Fahrzeug digital zu modellieren. Mit modernen CAD-Systemen wird ein digitales Modell aus Einzelteilen aufgebaut. Diese Einzelteile werden zu komplexen Gesamtsystemen verknüpft. Wenn eine Änderung einen Konflikt in einem angrenzenden Bereich hervorruft, weist das Tool den Entwickler ganz selbstverständlich darauf hin. Er kann direkt eingreifen und den Konflikt sofort beheben. Diese Selbstverständlichkeit ist mit modellbasierten Entwicklungs-Tools wie

PREvision von Vector Informatik auch im Umfeld von Elektrik/Elektronik (E/E) möglich. Der modellbasierte Ansatz fördert hier die durchgängige Entwicklung in fachlicher und zeitlicher Hinsicht.

Basis für die fachliche Durchgängigkeit ist ein übergreifendes E/E-Datenmodell: Es enthält die Systemanforderungen, Architektur- und Designebenen für Software, Netzwerk, Komponenten sowie den Leitungssatz und die Geometrie. Außerdem ist das gesamte Beziehungswissen zwischen diesen Ebenen und Elementen im Datenmodell beschrieben. Zeitliche Abfolgen und Zusammenhänge kontrolliert man durch Versionierung und eine zentrale Datenablage (Bild 1).

Leitungssatz fachlich durchgängig modellieren

In den Entwicklungsabteilungen verhindern häufig uneinheitliche Tool-Landschaften eine gewünschte, fachliche Durchgängigkeit – Komponentendesign, Elektrologik, Leitungssatzerstellung oder Variantenmanagement erfolgen mit verschiedenen Werkzeugen. Dazu kommt die händische Datenübertragung zwischen den Entwicklungswerkzeugen oder ein elektronischer Austausch mit aufwändiger und fehleranfälliger Zusammenführung. Ist zusätzlich die Kommunikation und Abstimmung zwischen getrennten Team- und Abteilungsstrukturen nicht ideal, entstehen schnell Missverständnisse und Unklarheiten in den Zuständigkeiten. Die Folge sind fachliche Fehler.

Ein weiteres Hindernis aus der klassischen Bordnetzentwicklung: Die Architektur wird oft noch immer völlig entkoppelt vom konkreten Leitungssatz entwickelt, im besten Fall gibt sie einen losen Rahmen für die Fahrzeugprojektentwicklung vor. Interaktion und Austausch oder eine gemeinsame Auslegung findet nicht oder nur spärlich statt; Verbesserungsmöglichkeiten aus Rückmeldungen und gegenseitiger Befruchtung bleiben so unerkannt. Es spricht also viel dafür, die fachliche Durchgängigkeit in der Bordnetzentwicklung zu verbessern.

In der modellbasierten Entwicklung ist der erste Schritt dazu ein einheitliches Datenmodell für alle Beteiligten: Es bildet die Grundlage der Zusammen-

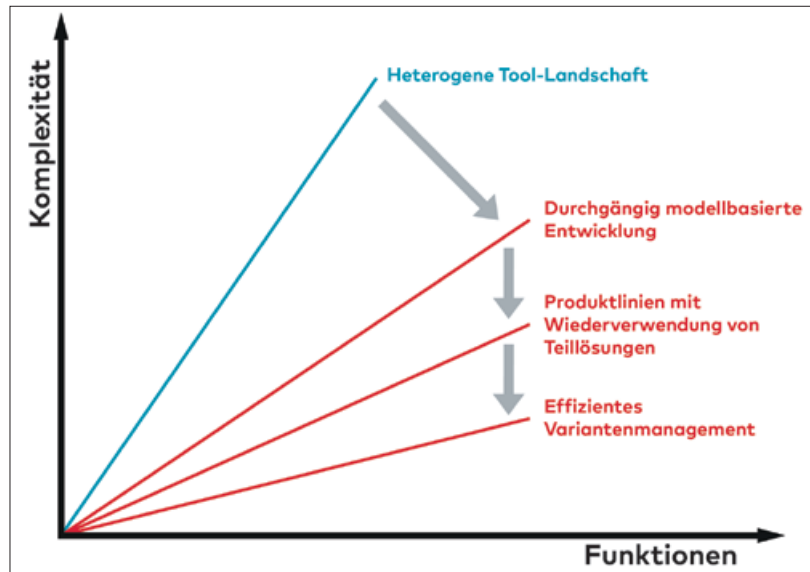


Bild 1. Durchgängig modellbasierte Werkzeuge, Wiederverwendungskonzepte und Variantenmanagement reduzieren die Komplexität von Entwicklungsprozessen trotz steigendem Funktionsumfang der Fahrzeuge (schematische Darstellung).

(Bilder: Vector Informatik)

arbeit aller Nutzer, Teams und ganzer Abteilungen aus den erforderlichen Fachgebieten. Dieses vereinheitlichte, integrierte Modell stellt mit einer definierten Beschreibung sicher, dass ein gemeinsames Verständnis für Aufgaben und Lösungen entsteht. Die Konsistenz wird bereits bei der Erfassung von In-

formationen geeignet geprüft. Die im Modell vielfach verknüpften Daten erlauben dann eine effiziente Erstellung des Leitungssatzes – nicht nur dem Einzelnen, sondern über Bereichsgrenzen hinaus. Fallen zeitraubende und fehleranfällige Werkzeugübergänge weg, weil alle Entwicklungsschritte in

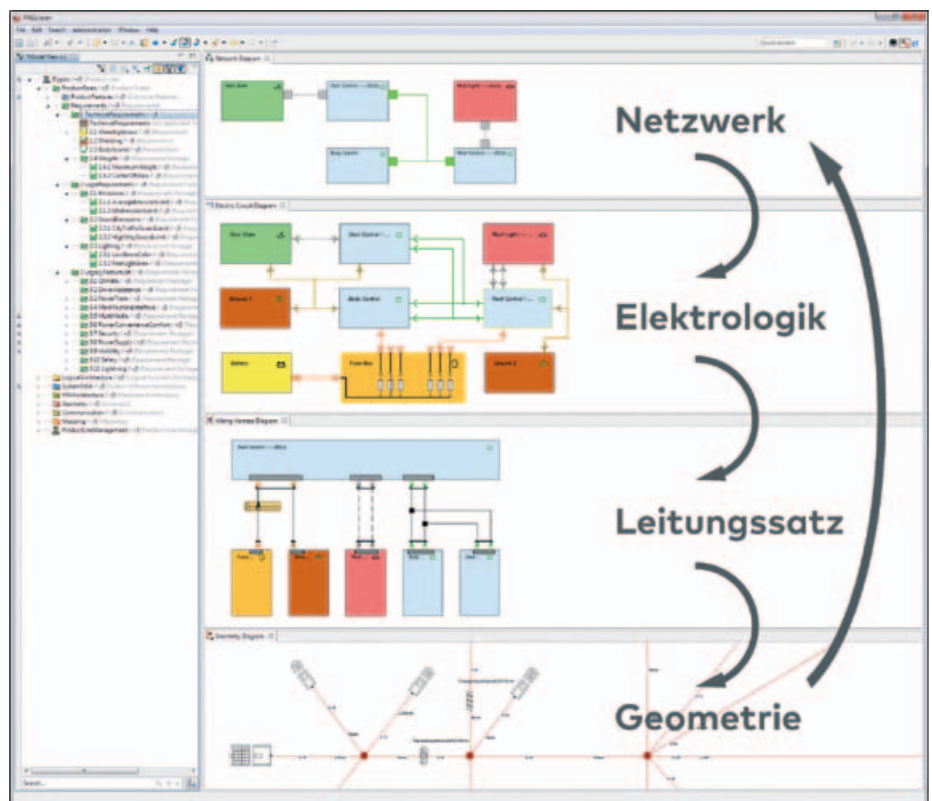


Bild 2. Fachliche Durchgängigkeit von der Netzwerkarchitektur über die Elektrologik und den Leitungssatz bis hin zur Geometrie: Alle Zeichnungen basieren auf den gleichen, nur einmal vorhandenen Modelldaten und stellen die gewünschten Teilaspekte dar.

einer Umgebung stattfinden, wird die fachliche Durchgängigkeit zusätzlich gefördert.

E/E-Architektur und Leitungssatzentwicklung koppeln

Ein Beispiel für die fachliche Durchgängigkeit vom Architekturentwurf bis zum detaillierten Leitungssatz: Die Architektengruppe modelliert den übergreifenden Entwurf der Bordnetzarchitektur für das gesamte Fahrzeugprojekt. Die Leitungssatzentwicklung beginnt nicht bei null, sondern nutzt den im Modell hinterlegten Entwurf als Ausgangsbasis

Der Effizienzgewinn speist sich dabei nicht nur aus einer Richtung: Durch die enge Verzahnung werden Erkenntnisse aus der Leitungssatzentwicklung wieder direkt in der zugrunde liegenden Architektur berücksichtigt, die Qualität des Entwurfs nimmt von Mal zu Mal zu. Die modellbasierte Entwicklung und Datenhaltung erleichtert außerdem die fachliche Konsistenzprüfung. Denn eine Vielzahl semantischer Rahmenbedingungen im fachlichen Datenmodell lässt eine fehlerhafte Modellierung gar nicht erst zu. Darüber hinaus können sehr einfach weitergehende Regeln und Prüfungen definiert

gliederte Versionierung der Entwicklungsartefakte, auf die bei Bedarf jederzeit zurückgegriffen werden kann. Modellbasierte Entwicklungs-Tools wie PREEvision lösen diese Anforderung beispielsweise dadurch, dass sie Artefakte einer Entwicklungslinie in Revisionen verwalten oder parallele Entwicklungslinien mit Hilfe von Abzweigungen (Branches) aufbauen. Zwischenstände können unabhängig vom Abschluss einer Version stets im zentralen Daten-Backbone abgegeben werden. Sie stehen so auch anderen Mitarbeitern jederzeit zur Verfügung.

Auch in der Bordnetzentwicklung werden heutzutage Abläufe, Arbeitsschritte und eine prozessorientierte Arbeitsweise digital unterstützt. Hier sollte ein Tool-Übergang vermieden werden, weil dabei Informationen von den fachlichen Daten getrennt und aus dem Modell ausgelagert werden – die zeitliche Durchgängigkeit wäre nicht mehr gesichert. Modellbasierte Entwicklungs-Tools unterstützen deshalb die Verwaltung und Freigabe von Daten durch sogenannte Life Cycles im fachlichen Modell. Mit ihnen lässt sich der aktuelle Zustand stets direkt erkennen und muss nicht in einem anderen Tool eingesehen werden. Fehler wie die Verwendung von nicht vollständigen oder fehlerhaften Ständen und Versionen werden so erschwert.

Für die zeitliche Durchgängigkeit spielt auch das Thema Änderungsmanagement eine wichtige Rolle. Denn ein Leitungssatz ist von der Entwicklung bis zur Produktion einer Vielzahl von Änderungen unterworfen. Während dieses Lebenszyklus sind alle Änderungen zu erfassen, zu verwalten, zu vergleichen, zu bewerten und letztendlich auch am Leitungssatz umzusetzen. Auch hier können modellbasierte Werkzeuge den Bordnetzentwickler wirkungsvoll unterstützen. Die Voraussetzung: Sie bringen ein integriertes Änderungsmanagement auf Basis von Tickets mit, die sich im gleichen System wie die fachlichen Daten befinden.

So wird neben dem effizienten Verwalten und Bewerten von Änderungen in einem Tool auch das Erstellen von sogenannten Change Sets möglich. Änderungstickets werden hier direkt mit den betroffenen Fachdaten verlinkt, jede Änderung wird so ideal dokumentiert und ist vollständig nachvollziehbar. Ein modellbasiertes System bietet wei-

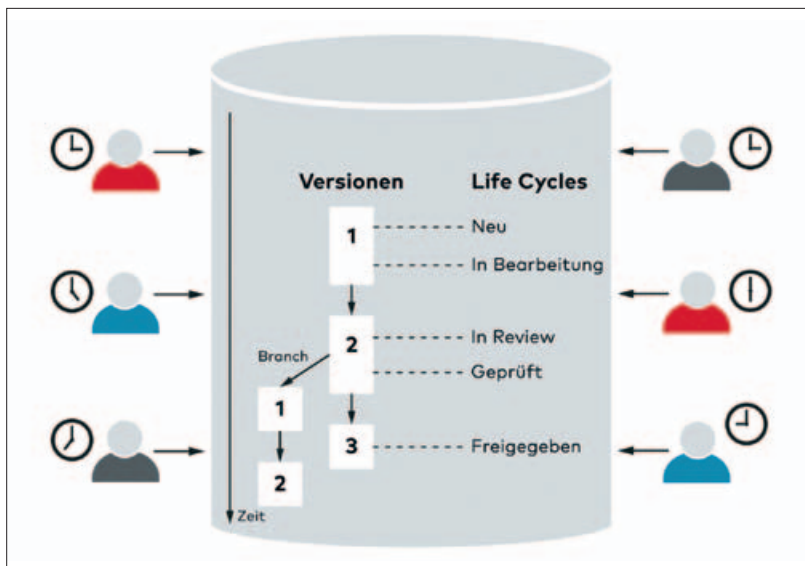


Bild 3. Zeitliche Durchgängigkeit durch zentrale Datenhaltung und gleichzeitiger Zusammenarbeit vieler Benutzer: Die Daten werden in Versionen und Branches verwaltet und mit Life Cycles gesteuert.

für die Entwicklung der Leitungssätze konkreter Fahrzeuge. Die Netzwerkarchitektur ist dabei die verbindliche Vorgabe, aus welcher die Elektrologik abgeleitet und entwickelt wird. Hier werden die Potenziale definiert sowie die Stromversorgung der Komponenten und deren Absicherung ergänzt. In der Folge entsteht so der Leitungssatz mit allen Leitungen, Kabeln, Steckern und Pins. Durch Zuordnung der Leitungssatzkomponenten in eine Fahrzeuggeometrie und das automatische Routing der Leitungen ergeben sich die Kabelstränge mit Trennstellen sowie Leitungsschutz und Montagepunkte. Durch die konsequente Weiterentwicklung und Verfeinerung über die einzelnen Zuständigkeitsbereiche hinweg ist eine zeit- und ressourcenschonende Entwicklung möglich.

und ausgeführt werden. Durch sie erhält der Nutzer während der Entwicklung des Bordnetzes direkte Warnhinweise bei Inkonsistenzen – fachliche Fehler werden so früh entdeckt und behoben (Bild 2).

Zentrale Datenablage für zeitliche Durchgängigkeit

Um mit vielen Personen gleichzeitig an einem integrierten Entwicklungsmodell zu arbeiten, muss zusätzlich zur fachlichen Durchgängigkeit auch die zeitliche Durchgängigkeit sichergestellt werden. Rückgrat einer solchen Lösung ist die zentrale Datenablage in einer Datenbank, die zu einer einheitlichen und bei Bedarf sogar global verfügbaren Datenbasis führt. Diese Datenbasis enthält im Idealfall eine sehr fein unter-

terhin den Vorteil, Änderungen nur einmal zentral in den Modelldaten zu pflegen. Da alle Zeichnungen, Stücklisten oder Berichte auf den Modelldaten basieren, sind sie immer aktuell. Das mühevoll manuelle Nachtragen von Korrekturen an vielen verschiedenen Stellen entfällt (Bild 3).

Nur so viel Komplexität wie unbedingt nötig

Die Konzentration der für die Leitungssatzentwicklung wichtigen Funktionen in einem Werkzeug minimiert unerwünschte Komplexität aus Redundanz und unbeabsichtigter Varianz. Neben der fachlichen Komplexität gibt es weitere Aspekte, die für den Einsatz eines umfassenden modellbasierten Entwicklungs-Tools sprechen: setzt man unterschiedliche Tools im Entwicklungsprozess ein, sind Schulungen und Wissen für den Umgang mit jedem davon notwendig. Kontrollen und Korrekturen von übernommenen Daten bei Tool-Übergängen machen Entwicklungsprozesse langwierig und fehleranfällig. Und eine Vielfalt an Datenformaten, -ablagen und Informationsgehalten führt oft zu unterschiedlichen Denkwelten der Mitarbeiter – keine gute Voraussetzung für eine reibungslose Kommunikation und Zusammenarbeit. Für eine effiziente Bordnetzentwicklung gilt es, diese unerwünschte prozessuale Komplexität auf ein Minimum zu reduzieren.

Dem gegenüber steht der Wunsch, die notwendige Komplexität gut und fehlerfrei zu beherrschen. Notwendig meint dabei die selbst gewählte Komplexität, wie die zunehmende Funktionsvielfalt durch immer mehr elektronische Systeme im Automobil und deren Vernetzung. Diese setzen eine zunehmende Menge an zu versorgenden und zu steuernden Komponenten voraus, auf die nicht verzichtet werden kann. Genau so wenig, wie auf die sehr fein abgestuften, individuellen Konfigurationsmöglichkeiten von Fahrzeugen, was eine immense Breite an Varianten zur Folge hat. Ein Werkzeug zur Entwicklung von Leitungssätzen für aktuelle und zukünftige Fahrzeuggenerationen muss daher auch ein effizientes Variantenmanagement bieten und die Vielfalt der daraus entstehenden Leitungssätze abbilden und verwalten.

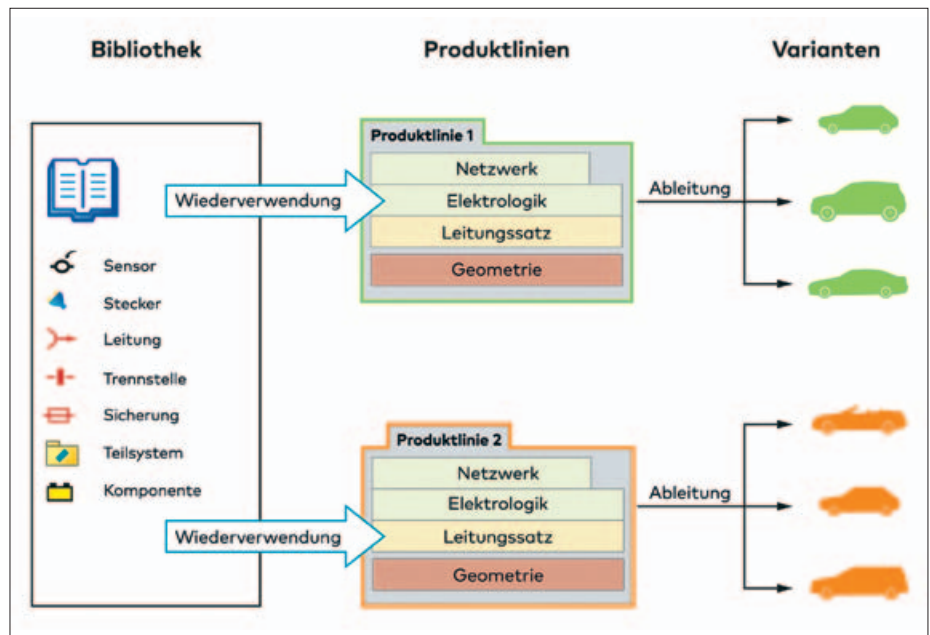


Bild 4. Produktlinien-Ansatz zum Verwalten von modellbasierten Daten: Immer wieder benötigte Einheiten liegen in einer Bibliothek und werden für eine Produktlinie ergänzt oder weiterentwickelt. Aus der Produktlinie werden anschließend Kabelbäume für konkrete Fahrzeugvarianten abgeleitet.

Doch damit nicht genug: Die bei der Leitungssatzentwicklung von Fahrzeugen, Fahrzeugfamilien und ganzen Plattformen anfallenden Datenmengen müssen ebenfalls strukturiert und beherrscht werden. Hier hat sich der Produktlinien-Ansatz als sinnvolle Ergänzung bewährt: Für das Verwalten von modellbasierten Daten in der Bordnetzentwicklung werden immer wieder benötigte Einheiten wie Stecker, Leitungen und Anbauteile, aber auch Komponenten oder ganze Teillösungen in Bibliotheken bereitgestellt. Einzelne Fahrzeugprojekte bedienen sich aus dieser zentralen Bibliothek; sie verwenden Einzelteile oder größere Einheiten daraus wieder, ohne diese nochmals komplett neu aufbauen zu müssen. Fehleranfällige und redundante Entwicklungen gleicher Inhalte werden so vermieden und die unerwünschte Komplexität weiter verringert (Bild 4).

Zukünftige Bordnetz-Generationen im Griff

Der modellbasierte Ansatz ist eine in anderen Einsatzbereichen bereits bewährte Alternative, die neue und zukunftsichere Möglichkeiten für die Bordnetzentwicklung eröffnet. Der Einsatz von modellbasierten Entwicklungs-Tools wie PREEvision im E/E-Bereich ist ein progressiver Schritt, mit dem die heutigen und die sich abzeich-

nenden Entwicklungen im Automobilbereich gemeistert werden können. Er erlaubt wettbewerbsfähige Lösungen bei immer kürzeren Entwicklungszyklen.

Jedoch: Er kann nicht von heute auf morgen erfolgen und alle gewachsenen Entwicklungsprozesse sofort ersetzen. Zunächst ist ein organisationsweites Umdenken nötig, das einen Änderungsprozess in Gang setzt und schrittweise neue, modellbasierte Abläufe erlaubt. Insbesondere Entwickler im Leitungssatzbereich profitieren dann von einem mächtigen Tool, mit dem sie den kommenden Bordnetz-Generationen gelassen entgegensehen können. Denn sie wissen: Um den Leitungssatz der Zukunft im Griff zu behalten, braucht es mehr als eine Zeichnung. *ku*



Dipl.-Ing. Tobias Bitzer

studierte Luft- und Raumfahrttechnik mit Schwerpunkt Regelungstechnik an der Universität Stuttgart. Seit 2007 ist er im Produktmanagement bei Vector Informatik tätig und hat sich dort zunächst mit dem Thema Kollaboration beschäftigt. Seit 2013 ist er für die Teilbereiche Hardware-Architektur, Elektrik- und Bordnetz-Design in PREEvision zuständig.