

Durchgängige Variantensteuerung mit Hilfe der regelbasierten Komplexstückliste

Christian Frischen¹, Anastasia Marbach¹, Florian Tichla¹, Frank Mantwill¹

*¹ Mechanical Engineering & Computer-assisted Product Development
Helmut-Schmidt-University/ University of the Federal Armed Forces Hamburg,
Germany*

Abstract

The way of documentation differs between different phases of the product development process in the automotive industry. Therefore a consistent controlling of variants is difficult. This paper proposes the early use of the configurable bill of material (CBOM) to store and coordinate requirements and guidelines. It is demonstrated how requirements and guidelines regarding product and part variance can be translated in the boolean logic of the CBOM. The resulting continuous data can be used to implement a variety of controlling mechanisms.

Keywords: configurable bill of material, product variance, automotive product configuration, boolean logic application

1 Einleitung und Motivation

Die Produktdifferenzierung ist ein entscheidender Wettbewerbsvorteil in gesättigten Märkten und wird daher von den Automobilherstellern genutzt [1]. Es sollten allerdings nur für Kunden relevante Produktvarianten entwickelt werden, da durch die Komplexität der Produkte und der Produktvarianten hohe

Kosten entstehen [2]. Die Festlegung der relevanten Produktvarianten erfolgt im Rahmen der Anforderungsbestimmung früh im Entwicklungsprozess [3]. Damit die Anforderungen zur Varianz auch in der Produktentwicklung umgesetzt und keine unnötigen Kosten verursacht werden, ist eine effektive Steuerung notwendig. In der Zusammenarbeit zwischen strategischer Produktplanung und Produktentwicklung bzw. zwischen Vertrieb und der Fahrzeugentwicklung kann es jedoch auf Grund der unterschiedlichen Dokumentationsarten zu Barrieren kommen [4]. Ziel sollte es daher sein, die Anforderungen früh und möglichst automatisiert in die Ergebnisdokumentation der Produktentwicklung zu überführen, um eine durchgängige Variantensteuerung zu ermöglichen.

2 Stand der Wissenschaft

Für das tiefergehende Verständnis des Vorgehens in der Automobilindustrie werden in diesem Abschnitt relevante Abschnitte des Produktentwicklungsprozesses und insbesondere die Abbildung variantenreicher Erzeugnisse in Form der regelbasierten Komplexstückliste dargestellt.

2.1 Produktentwicklungsprozess und Variantensteuerung

Produktentwicklung beginnt mit der Klärung der Anforderungen. Dieses Vorgehen findet sich bei Gausemeyer in der strategischen Produktplanung [4], bei Cooper [5] und in der VDI 2221 [6]. Dabei werden die Anforderungen als kritischer Erfolgsfaktor herausgestellt [4] [5]. Diese Phase des Entwicklungsprozesses wird auch *frühe Phase* genannt, zeichnet sich durch eine hohe Unsicherheit aus und lässt sich häufig durch eine Go-No-Go-Entscheidung von der Serienentwicklung abgrenzen [7]. Die Erstellung der Anforderungen an ein neues Produkt ist im Rahmen der strategischen Produktplanung ein Zusammenspiel von Produktplanung, Vertrieb, Entwicklung und Fertigung [4].

Mit dem Aufstellen der Anforderungen werden auch die Produktvarianten definiert. Vertrieb und Produktplanung legen dabei die externe Varianz (Produktebene vor Kunde), Entwicklung und Produktion die interne Varianz (Bauteilebene bzw. technische Ebene) fest. Vorgaben des Managements werden häufig nur auf der Produktebene aufgestellt. Der Übertrag zwischen Produktebene und technischer Ebene erfolgt dann in der Entwicklung. [3]

Nicht nur der Übergang zwischen der Produktebene und der technischen Ebene kann Hürden darstellen, sondern auch die Zusammenarbeit der verschiedenen Bereiche, sowie die unterschiedlichen Dokumentationsarten zwischen der strategischen Produktplanung und der Produktentwicklung. Während in der

strategischen Produktplanung mit Szenario- und Trendanalysen oder mit Kreativtechniken gearbeitet und Ergebnisse oft in Microsoft Office dokumentiert werden, stehen in der Produktentwicklung die für die Produktion relevanten Ergebnisdokumente des Produktdatenmanagements, wie die Stückliste oder CAD-Modelle, im Vordergrund. Der Übergang in der Dokumentationsart ist in Bild 1 unten dargestellt. Um in diesem Zusammenhang auch die zuvor definierten Produktvarianten beherrschen zu können, sind durchgängige, prozessunterstützende Systeme notwendig. [4]

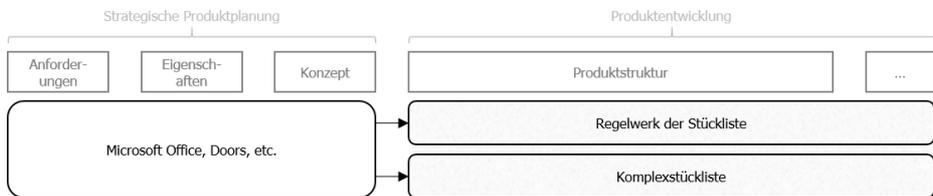


Bild 1 : Bruch in der Dokumentationsart

Um die Kosten, die durch Produkt- und Teilevielfalt entstehen, reduzieren zu können, ist eine übergreifende Koordination und Steuerung im Variantenmanagement notwendig [3]. Nach Horváth ist die Steuerung und Kontrolle bevorzugt durch ein IT-System aufzubauen, da so kontinuierlich auf unverfälschte Daten zugegriffen werden kann [8]. Die in Bild 1 aufgezeigten Brüche in der Dokumentationsart erschweren daher die Variantensteuerung.

2.2 Regelbasierte Komplexstückliste

Automobilhersteller bieten in der Regel ihre Produkte in vielen verschiedenen Varianten und auf unterschiedlichen Märkten an. Das Charakteristikum von solchen variantenreichen Produkten ist, dass es deutlich mehr potenziell baubare Endproduktvarianten als Einzelteile gibt. [1] Das führt zu besonderen Anforderungen in der Abbildung und Dokumentation solcher Erzeugnisse. Für die Abbildung von individuell konfigurierbaren Produkten, wie es in der Automobilindustrie der Fall ist, hat sich die regelbasierte Komplexstückliste durchgesetzt.

Nach Herlyn lässt sich die Erzeugnisbeschreibung in die drei Ebenen Produktebene, Technische Ebene und Geometrische Ebene einteilen. Jede Ebene adressiert einen bestimmten Informationsbedarf, der jeweils auf den unterschiedlichen Fertigungsstufen (z.B. Halbzeug, Rohteil, Teil, Baugruppe, Aggregat, Erzeugnis) herrscht. Die Technische Ebene stellt eine Verknüpfung der Produktebene und der Geometrischen Ebene dar. Das Kernelement der Geometrischen Ebene ist die technische Zeichnung bzw. das CAD-Modell. [9] Von einer weiteren Betrachtung der Geometrischen Ebene wird hier abgesehen und

auf die Literatur [1] [9] verwiesen. Im Folgenden werden die Produktebene mit ihrem Regelwerk und die technische Ebene mit ihrer Komplexstückliste beschrieben. Beide zusammen bilden die Regelbasierte Komplexstückliste.

2.2.1 Produktebene – Regelwerk

Die Produktebene definiert alle Endproduktvarianten über ihre Merkmale. Die Informationen auf dieser Ebene ermöglichen die Kommunikation zwischen dem Hersteller (Vertrieb) und dem Kunden. Bei einer Bestellung kann der Kunde sein Wunschfahrzeug individuell konfigurieren, indem er Merkmalen (z.B. Motor) bestimmte Merkmalsausprägungen (z.B. 2,8l 6-Zylinder) zuweist. Sobald jedem frei wählbaren Merkmal eine Merkmalsausprägung zugewiesen wurde, ist die Produktvariante eindeutig definiert. Eine Merkmalsausprägung ist nicht einer bestimmten Baugruppe oder bestimmten Teilen gleichzusetzen, sondern beschreibt die Funktion bzw. Eigenschaft aus Kundensicht. [9]

Die Merkmale und Merkmalsausprägungen werden in einem Regelwerk dokumentiert. Zudem werden den einzelnen Merkmalen und Merkmalsausprägungen zur verbesserten Verarbeitung Codes zugewiesen (Tabelle 1 unten).

Tabelle 1: Merkmale, Merkmalsausprägungen und Codes

Merkmal	Merkmal Code	Merkmalsausprägung	Merkmalsausprägung Code
Motorisierung	A	2,3l-4-Zylinder-Einspritzer	A01
Motorisierung	A	2,8l-6-Zylinder-Einspritzer	A02

In der Praxis sind jedoch nicht alle Merkmalsausprägungen untereinander verträglich, bzw. werden in Kombination angeboten. Die Kombinatorik wird durch Restriktionen eingeschränkt. Man unterscheidet hierbei *klasseninterne* und *klassenexterne Restriktionen* [1]. Klasseninterne Restriktionen verbieten die Auswahl mehr als einer Merkmalsausprägung desselben Merkmals. Zum Beispiel können dem Merkmal Motorisierung nicht gleichzeitig 2 verschiedene Motoren als Merkmalsausprägungen zugewiesen werden. Als klassenexterne Restriktionen werden Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Merkmalen, wie z.B. Motor und Getriebe verstanden. Klassenexterne Restriktionen können technische, gesetzliche, oder vertriebliche Ursachen haben. In der Tabelle 2 sind beispielhaft zwei Restriktionen dargestellt. Die erste Zeile bedeutet, dass sobald Markt Deutschland als Merkmalsausprägung gesetzt ist, muss die Merkmalsausprägung Linkslenker dem Merkmal Lenkungsanordnung zugewiesen werden.

Tabelle 2: Beispielauszug Restriktionen

Wenn Code (Bedingung)	Wenn Merkmalsausprägung	Dann Code (Schlussfolgerung)	Dann Merkmalsausprägung	Kompakte Notation
B01	Markt Deutschland	C01	Linkslenker	$B01 \rightarrow C01$
F01	Radio Standard	H01 oder H02	Ohne Navigationsgerät oder Mit Navigationsgerät Typ Standard	$F01 \rightarrow H01 \vee H02$

2.2.2 Technische Ebene – Komplexstückliste

In der Komplexstückliste werden alle Teile und Baugruppen *aller* Produktvarianten einer Baureihe gemeinsam gepflegt. Dabei werden sowohl die Beziehungen der Baugruppen und Teile zum Produkt, als auch die Zusammenhänge zwischen den Teilen und Baugruppen höherer und niedrigerer Ordnung definiert [9]. Dieses Vorgehen ermöglicht es, eine große Variantenanzahl anzubieten und gleichzeitig den Stücklistenumfang im Vergleich zu anderen Stücklistenformen gering zu halten.

Zu jeder Stücklistenposition ist ein boolescher Ausdruck definiert, der sich aus codierten Merkmalsausprägungen und logische Operatoren zusammensetzt. Der Wahrheitswert des booleschen Ausdrucks entscheidet darüber, ob die Stücklistenposition in eine Produktvariante einzubauen ist oder nicht. [9] Ein Beispiel ist in der Tabelle 3 abgebildet.

Tabelle 3: Ausschnitt aus der regelbasierten Komplexstückliste

Teile-Nr.	Menge	Boolescher Ausdruck	Kompakte Notation
109	1	A01 und D01	$A01 \wedge D01$
110	1	A02 und (D01 oder D03)	$A02 \wedge (D01 \vee D03)$

Teil 109 wird eingebaut, wenn Merkmalsausprägungen A01 und D01 gesetzt sind. Teil 110 wird hingegen eingebaut, wenn Merkmalsausprägungen A02 und D01 oder Merkmalsausprägungen A02 und D03 gesetzt sind. Ist auf der Produktebene eine Produktvariante durch Zuweisung von jeweils einer Merkmalsausprägung zu jedem Merkmal vollständig beschrieben, ergibt sich durch Auswertung der booleschen Ausdrücke eine auftragspezifische Stückliste. Die booleschen Ausdrücke stellen somit die Verknüpfung zwischen Produktebene und technischer Ebene dar.

3 Durchgängige Variantensteuerung

Wie im Bild 1, Kap. 2.1 oben dargestellt, existiert ein Bruch in der Dokumentationsart zwischen der Phase der strategischen Produktplanung und der Produktentwicklung. Da in dieser Phase auch die Übersetzung von Vorgaben und Anforderungen zu Bauteilen und Produktstruktur stattfindet, wird die Variantensteuerung erschwert. Bild 2 unten zeigt, dass diese Barriere überwunden werden kann, indem die Vorgaben und Anforderungen so früh wie möglich in die Ergebnisdokumentation und somit in die Stückliste und deren Regelwerk überführt werden. Die Variantensteuerung kann so auf einer einheitlichen IT-Basis, frei von nicht automatisiert auswertbaren Office-Dokumenten, aufbauen. Wie der Übertrag in die boolesche Algebra bzw. in Stücklistenpositionen gelingt, wird in Kapitel 3.1 bzw. 3.2 dargelegt.



Bild 2: Vorziehen der regelbasierten Komplexstückliste

3.1 Regelwerk der Stückliste – Produktebene

Für die Ableitung von Zusammenhängen für das Regelwerk der Stückliste kommen Anforderungen der Produktebene in Frage. Nachfolgend werden derartige Anforderungen exemplarisch vorgestellt und anschließend in das Regelwerk übertragen.

3.1.1 Beispielhafte Anforderungen der Produktebene

Die Anforderungen der Produktebene grenzen die Varianz innerhalb eines Fahrzeugs ein. Dies wird durch die Einschränkung der Anzahl von Merkmalsausprägungen (z.B. Radiovarianten) einerseits und andererseits durch klassenexterne Restriktionen (z.B. zwischen Radiovariante und Zusatzausstattung) erreicht. Diese Einschränkungen reduzieren in der Folge nicht nur die Produktvarianz, sondern auch die Teilevarianz, da in der Übersetzung in die technische Ebene nicht für alle Kombinationen Teile entwickelt werden müssen. Tabelle 4 unten zeigt ein Beispiel für Vorgaben auf der Produktebene, aus denen Anforderungen für die Entwicklung abgeleitet werden. Derartige Vorgaben werden

entweder durch das Management aufgestellt oder entstehen in der strategischen Produktplanung im Rahmen der Angebotsplanung des Vertriebs.

Tabelle 4: Beispiel für klassenexterne Restriktionen zur Radioausstattung

Merkmalsausprägung	Radio low (B01)	Nav low (B02)	Nav high (B03)
Ohne Wireless Charge (C01)	Serie	Serie	Serie
Mit Wireless Charge (C02)	-	Option	Option
Ohne Smartphone Connectivity (D01)	Serie	Serie	-
Smartphone Connectivity (D02)	Option	-	-
Wireless Smartphone Connectivity (D03)	-	Option	Serie

3.1.2 Ableitung von Restriktionen, Merkmalen und Merkmalsausprägungen

Die Überführung der klasseninternen Restriktionen in die boolesche Algebra des Regelwerks der Komplexstückliste ist möglich, sobald eine Zuordnung von Merkmalsausprägungen zu Merkmalen erfolgt ist und diesen eine entsprechende Codierung zugewiesen wurde. Ein Ausschnitt zu dem Merkmal Radio ist in der Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Merkmal Radio und die zugehörigen Merkmalsausprägungen

Merkmal	Merkmal Code	Merkmalsausprägung	Merkmalsausprägung Code
Radio	B	Radio low	B01
Radio	B	Nav low	B02
Radio	B	Nav high	B03

Zur Überführung von klassenexternen Restriktionen in die Boolesche Algebra ist eine weitere Abstraktion nötig. Zunächst kann eine Vereinfachung erfolgen, indem alle Beziehungen, wie sie in Tabelle 4 dargestellt sind, als gleichwertig betrachtet werden. Anschließend lässt sich aus den einzelnen Zeilen jeweils eine Restriktion bilden. Die Tabelle 6 zeigt eine vereinfachte Darstellung von Tabelle 4, wobei Kombinationen zwischen Merkmalsausprägungen, die angeboten werden sollen, mit einem „x“ versehen sind. Die letzte Spalte zeigt die kompakte Notation der gebildeten Restriktionen.

Tabelle 6: Ableitung von Restriktionen aus Vorgaben

Merkmalsausprägung	B01	B02	B03	Kompakte Notation
C01	x	x	x	
C02	-	x	x	$C02 \rightarrow B02 \vee B03$
D01	x	x	-	$D01 \rightarrow B01 \vee B02$
D02	x	-	-	$D02 \rightarrow B01$
D03	-	x	x	$D03 \rightarrow B02 \vee B03$

Weiterhin gibt es eine Reihe von klassenexternen Restriktionen die projektunabhängig stets zu berücksichtigen sind. Diese können beispielsweise aus Gesetzesvorgaben oder allgemeinen Unternehmensrichtlinien hervorgehen. Um solche Restriktionen auch unmittelbar ins Regelwerk übernehmen zu können, ist ein Datenstamm mit klassenexternen Restriktionen zu jeder Fahrzeugklasse sinnvoll. Aus diesem ließe sich der zu übernehmende Teil anhand von klasseninternen Restriktionen des Projektes ableiten. Sofern noch kein Datenstamm zur Fahrzeugklasse existiert, kann dieser mit Hilfe einer Auswertung extrahiert werden. Dazu werden alle Restriktionen der aktuellen Fahrzeuge der Fahrzeugklasse zunächst in ein einheitliches Datenformat übersetzt, da der gleiche Sachverhalt gegebenenfalls unterschiedlich dokumentiert sein könnte. Beispielsweise kann eine Restriktion als eine „Zwang-Beziehung“ – Wenn A01, dann B01 – oder eine „Verbot-Beziehung“ – Wenn A01, dann nicht B02 – gepflegt worden sein. Anschließend kann ausgewertet werden, in wie vielen Fahrzeugprojekten jeweils eine Restriktion enthalten ist und in wie vielen Fahrzeugprojekten die Möglichkeit bestand, dass diese Restriktion enthalten ist. Die Möglichkeit, ob eine Restriktion in einem Fahrzeugprojekt vorkommen kann oder nicht, hängt davon ab, ob alle in der Restriktion vorkommenden Merkmalsausprägungen in dem untersuchten Fahrzeugprojekt angeboten werden.

Das Vorgehen wurde anhand einer Fahrzeugklasse validiert. Der Anteil an Restriktionen, die in jedem Fahrzeugprojekt vorkamen, in dem die Möglichkeit des Auftretens bestand, betrug 13%. Den größten Anteil von 55% machten die Restriktionen aus, die nur in einem Fahrzeug aufgrund der dort auftretenden Merkmalsausprägungen vorkommen konnten. Somit sind ca. 13% der Restriktion bereits in der frühen Phase bekannt und können aus dem Datenstamm übernommen werden. Dieser Datenstamm muss aktuell gehalten werden, damit eine verlässliche und durchgängige Datenbasis bereitgestellt werden kann. Dazu müssen gegebenenfalls Gesetzesänderungen oder neu beschlossene allgemeingültige Vorgaben zu Produktvarianten in Restriktionen übersetzt und ergänzt werden.

3.2 Komplexstückliste – technische Ebene

Für die Ableitung von Zusammenhängen in die Stückliste kommen Anforderungen der technischen Ebene in Frage. Nachfolgend werden derartige Anforderungen exemplarisch vorgestellt um anschließend die Ableitung korrespondierender Stücklistenzeilen zu beschreiben.

3.2.1 Beispielhafte Anforderungen der technischen Ebene

Die Anforderungen der technischen Ebene beziehen sich direkt auf die Bauteilebene und sollen die Teilevarianz im Unternehmen steuern. Dafür werden Vorgaben für Umfänge von Neuentwicklungen (Neue Plattform, neuer Hut, Facelift) in Form von Gleichteilquoten aufgestellt. Hierbei werden Schwerpunktbauerteile betrachtet, die in der gesamten Wertschöpfungskette hohe Kosten auslösen. Ein Beispiel für diese Anforderungen zeigt Tabelle 7 unten. Die Vorgaben werden in der Folge in der Konzeptentwicklung auf das jeweilige Fahrzeugprojekt spezifiziert, indem das zu übernehmende Teil benannt wird. Die spezifizierten Vorgaben bilden dann konkrete Anforderungen für die Serienentwicklung.

Tabelle 7: Beispiel für Gleichteilanforderungen

	Neue Plattform, neuer Hut	Alte Plattform, Neuer Hut	Facelift
ZSB Frontscheibe	Neuteil	Neuteil	Gleichteil
Bodenbleche	Neuteil	Gleichteil	Gleichteil

3.2.2 Ableitung der korrespondierenden Stücklistenzeilen

Die Schwierigkeit bei der frühen Dokumentation von Gleichteil-Vorgaben in einer regelbasierten Komplexstückliste besteht nicht nur in der noch fehlenden Stücklistenstruktur. Auch die Merkmalsausprägungen, mit denen die zu übernehmenden Teile im neuen Produktkontext gesteuert werden, müssen angepasst werden. Das in Kap 3.1.2 beschriebene Verfahren dient der frühzeitigen Festlegung der zur Steuerung bereitstehenden Merkmale. Sie werden daher in dem hier vorgestellten Verfahren als gegeben angenommen.

Die in Kap. 2.2 beschriebene Zuordnung zwischen der technischen Ebene und der geometrischen Ebene geschieht in Form von eindeutigen Teilenummern. Die Teilenummer ist im Kontext der Produktdokumentation meist als

halbsprechende Verbundnummer ausgeführt. Sie dient damit sowohl der Klassifikation, als auch der Identifikation. Der klassifizierende Anteil der in den Stücklisten von Vorgängerprojekten dokumentierten Teilnummern soll in diesem Vorgehen als Filterkriterium bei der Auswahl von Stücklistenzeilen dienen. Um Gleichteil-Vorgaben aus Referenzprojekten zu übernehmen, müssen zunächst die zu übernehmenden technischen Umfänge auf ihren klassifizierenden Anteil der Teilnummern untersucht werden. Da sich das klassifizierende Anteil eines technischen Umfangs nicht ändert, ist dieser auch für zukünftige Projekte gültig. In der Stückliste des Referenzprojektes ist nun nach Einträgen mit diesem klassifizierenden Anteil zu suchen. Sind entsprechende Einträge innerhalb der Stücklistenstruktur gefunden worden (Bild 3 Teil 1 – Kreise), sind diese zunächst inkl. ihrer Elternelemente der Struktur zu isolieren. (Bild 3 Teil 1 – gestrichelte Linie). Das letzte Element der Elternelemente muss dabei der Einstiegsknoten in die Strukturstückliste sein.

Der isolierte Strukturanteil wird angepasst, um anschließend in die Stückliste des aktuellen Projektes übernommen werden zu können (Bild 3 Teil 2). Sollte der Einstiegsknoten die Projektbezeichnung beinhalten, wird er durch die

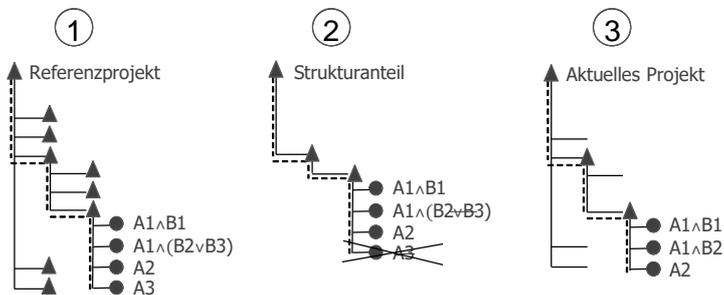


Bild 3: Ableitung der korrespondierenden Stücklistenzeilen

Bezeichnung des aktuellen Projektes ersetzt. Die so gebildete Kette von Strukturelementen wird in die bestehende Struktur des neuen Projektes eingefügt. Hierbei wird vom Wurzelement abwärts in jeder Ebene der Struktur verglichen, ob das einzufügende Element bereits vorhanden ist. Ab der Stufe, ab der erstmals ein einzufügendes Element nicht vorhanden ist, werden dieses und alle seine Kind-Elemente in die Stückliste des aktuellen Projektes aufgenommen. So wird sichergestellt, dass die Strukturierungsebenen über den zu übernehmenden Teilen aus Referenzfahrzeugen übernommen werden.

Die zweite notwendige Anpassung bei der Übernahme von Stücklisteneinträgen ist die Anpassung der booleschen Ausdrücke zur Steuerung ihrer Gültigkeit im Varianzschema. Die im Referenzprojekt verwendeten Ausdrücke beziehen sich auf das Varianzschema des Vorgängerprojektes. Unter der Annahme, dass gleiche Merkmale und Merkmalsausprägungen mit den gleichen Variablen auch im aktuellen Projekt genutzt werden, können automatisierbare Anpassungen der Ausdrücke formuliert werden. Ist beispielsweise ein Stücklisteneintrag im Referenzprojekt mit einer Merkmalsausprägung gesteuert, die im aktuellen Projekt nicht beschlossen ist, kann die Stücklistenzeile bei der Übernahme vernachlässigt werden und muss nicht mit übernommen werden. (Bild 3 Teil 2 – „A3“). Stehen in komplexeren booleschen Ausdrücken Merkmalsausprägungen im logischen „oder“ zueinander, können diese einzeln auf ihr Vorkommen im aktuellen Projekt untersucht werden. Alle nicht vorkommenden Merkmalsausprägungen können bei der Übernahme in das aktuelle Projekt aus der Verkettung der „Oder-Ausdrücke“ herausgekürzt werden (Bild 3 Teil 2 – „B3“).

Mit diesem Vorgehen kann sich der Umfang der zu übernehmenden Teile nur verringern und maximal gleichbleiben. Eine beispielhafte Vorgabe „Die Radios sind aus Projekt X zu übernehmen.“ müsste also auf den klassifizierenden Anteil der Teilenummern zurückgeführt werden, um damit im Anschluss die Stückliste von Projekt X zu durchsuchen. Wenn im Vorfeld im Angebotsprogramm festgelegt wurde, Radios immer mit Sprachsteuerung auszuliefern, aber gleichzeitig im Referenzprojekt noch Radios ohne Sprachsteuerung genutzt werden, wird mit dem hier vorgestellten Verfahren der Übernahmeumfang gemäß Angebotsprogramm eingeschränkt. Neue Merkmalsausprägungen im Angebotsprogramm können nicht aus Referenzprojekten übernommen werden.

4 Fazit und Ausblick

Die bei der Entwicklung variantenreicher Produkte fehlende Durchgängigkeit bei der Dokumentation der Produkt- und Einzelteilvarianten erschwert die Etablierung durchgängiger Steuerungsmechanismen. Die regelbasierte Komplexstückliste kann durch frühes Einsetzen im Entwicklungsprozess eine für Steuerungsmechanismen notwendige durchgängige Datenbasis darstellen. Dafür darf die Stückliste nicht nur als Ergebnis der technischen Entwicklung gesehen werden, sondern muss mit ihrer Abbildungslogik während des Entwicklungsprozesses einen steuernden Charakter einnehmen, indem sie frühzeitig den IST-Stand unternehmerischer Entscheidungen bzgl. Produkt- und Teilevarianz abbildet. Die vorgestellten Vorgehensweisen für die Dokumentation ebensolcher Entscheidungen zeigen wie die Anforderungen und Vorgaben in die Abbildungslogik der Stückliste überführt werden können.

Damit ist die Grundlage geschaffen, um zukünftig Steuerungsmechanismen für das Variantenmanagement auf Basis der Stückliste aufzubauen. Nicht nur das Variantenmanagement profitiert von der durchgängigen Datengrundlage, sondern auch andere Bereiche, die Fahrzeugprojekte bewerten müssen, können darauf zurückgreifen. In der Folge sind die Prozesse um das Produktdatenmanagement und dessen Vernetzung in die bewertenden Bereiche – wie die Beschaffung oder das finanzielle Controlling – zu untersuchen.

Literatur

- [1] Stich, C. (2007): „Produktionsplanung in der Automobilindustrie: Optimierung des Ressourceneinsatzes im Serienanlauf“, Köln: Wissenschaftsverlag
- [2] Meffert, H. (2000): „Marketing: Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung; Konzepte - Instrumente – Praxisbeispiele; mit neuer Fallstudie VW Golf“ (9., überarb. und erw. Aufl.), Wiesbaden: Gabler.
- [3] Krause, D.; Gebhardt, N. (2018): „Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien: Hohe Produktvielfalt beherrschbar entwickeln“, Berlin: Vieweg.
- [4] Gausemeyer, J.; Plass, C. (2014): „Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung: Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen“ (2. Aufl.), München: Hanser.
- [5] Cooper, R.G. (2019): The drivers of success in new-product development, Industrial Marketing Management, Volume 76, p. 36-47.
- [6] VDI 2221 (2018): „Entwicklung technischer Produkte und Systeme – Modell der Produktentwicklung“, Düsseldorf: VDI.
- [7] Verworn, B. (2005): „Die frühen Phasen der Produktentwicklung: Eine empirische Analyse in der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik“, Wiesbaden: Springer.
- [8] Horváth, P.; Gleich, R.; Seiter, M. (2015): „Controlling“ (13., kompl. Überarbeitete Aufl.), München: Vahlen.
- [9] Herlyn, W.-J. (1990): „Zur Problematik der Abbildung variantenreicher Erzeugnisse in der Automobilindustrie“ (Als Ms. gedr.), Düsseldorf: VDI-Verl.