Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen wissenschaftlich begutachteten und freigegebenen (peer reviewed) Fachaufsatz.

DOI 10.37544/0720-5953-2025-06-62

Variantenreiche Produktfamilien

Analyseansatz zur Vereinfachung bestehender Variantenstücklisten

Nele Ganze, Stefan Jakschik, Kristin Paetzold-Byhain

INHALT Die effiziente Verwaltung variantenreicher Produktfamilien stellt Unternehmen vor wachsende Herausforderungen. Anfänglich sorgfältig strukturierte Variantenstücklisten verlieren im Produktlebenszyklus durch sich ändernde Kundenanforderungen und Zeitdruck bei der Anpassung an Transparenz und Vollständigkeit. Der vorgestellte Analyseansatz ermöglicht Unternehmen ihre bestehenden Produktstrukturen kritisch zu hinterfragen und zu korrigieren. Dadurch werden zudem Optimierungspotentiale aufgedeckt, um robustere Stücklisten für zukünftige Entwicklungsprojekte zu gestalten. Die Grundlage bildet die Vereinfachung von Variantenregeln und die matrixbasierte Zuordnung von Bauteilen zu Produkten.

Product families with high variety – analysis of modular product structures

ABSTRACT The efficient management of diverse product families poses growing challenges for enterprises. Initially carefully structured variant bills of materials lose transparency and completeness during the product lifecycle due to changing customer requirements and time pressure during adaptations. The presented analysis approach enables companies to critically examine and correct their existing product structures. This also uncovers optimization potential for designing more robust bills of materials for future development projects. The foundation is built on the simplification of variant rules and the matrix-based allocation of components to products.

1 Variantenreiche Produktfamilien von Lösungsanbietern

Neben der modularen Gestaltung von Produkten ist auch die entsprechende Abbildung im Software-System von hoher Relevanz. Die Integration muss dabei den spezifischen Anforderungen und Randbedingungen der bestehenden IT-Landschaft im Unternehmen gerecht werden. Für die effiziente Verwaltung variantenreicher Produktfamilien eignet sich die Erstellung von regelbasierten Variantenstücklisten, um verschiedene Produktvarianten konfigurieren zu können. Damit muss nicht jede Variante als eigenes Produkt angelegt werden. [1] Die konkrete Umsetzung der Variantenstücklisten variiert in Abhängigkeit vom eingesetzten Software-System, wobei sie grundsätzlich jedoch alle Regeln zur Variantenbildung wiedergeben. [2]

Die Variantenstücklisten basieren auf einem Konfigurationsmodell. Innerhalb eines Konfigurationsmodells wird in Configuration rules und Item usage rules unterschieden. Configuration rules werden verwendet, um die Abhängigkeit zwischen Eigenschaften zu beschreiben. Mithilfe der Item usage rules werden Komponenten mit Eigenschaften verknüpft. [3]

Bei der Untersuchung regelbasierter Variantenstücklisten liegt der Fokus auf den Item usage rules. Diese ermöglichen das Ableiten eindeutiger 100 %-Stücklisten. Je nach Kundenwunsch werden die Baugruppen und Einzelteile ausgewählt, bei welchen die verknüpften Item usage rules zutreffend sind. Die Formulierung der Regeln erfolgt auf Grundlage der booleschen Algebra. [4] Im Folgenden werden die Item usage rules als Variantenregeln bezeichnet.

Lösungsanbieter stehen vor der Herausforderung zu Beginn eines Entwicklungsprojektes nicht alle zukünftigen Kundenanforderungen abschätzen zu können. Die Praxis zeigt, dass die nachträgliche Integration neuer Anforderungen in bestehende Variantenstücklisten oft unter hohem Zeitdruck erfolgt. Dabei werden Variantenregeln, besonders bei kleinen Losgrößen, häufig nur ergänzt, aber nicht grundlegend überarbeitet. Der Aufwand der Überarbeitung wird im Hinblick auf die kleinen Losgrößen als zu

https://doi.org/10.37544/0720-5953-2025-06-62 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY

aufwendig und unrentabel eingeschätzt. Das gefährdet jedoch die Qualität und Konsistenz der Produktstrukturen.

Mit der zunehmenden Komplexität der Variantenregeln sinkt die Transparenz der Produktstrukturen. Aus diesem Grund werden neue Produktvarianten häufig außerhalb der bestehenden Variantenstücklisten angelegt. Dieser Prozess verstärkt sich im Teufelskreis der Diversifizierung selbst und resultiert in einer stetig wachsenden Komplexität bei gleichzeitig abnehmender Transparenz der bestehenden Produktvielfalt. [5] Zudem erschwert die erhöhte Variantenvielfalt die eindeutige Unterscheidbarkeit zwischen den Produktvarianten. [6]

Die regelmäßige Pflege bestehender Stammdaten ist demzufolge unerlässlich, um eine konsistente und verlässliche Datengrundlage sicherzustellen. [7]

In diesem Beitrag wird ein Ansatz zur Analyse bestehender Variantenstücklisten vorgestellt, um dem Qualitätsverlust bestehender Strukturen entgegenzuwirken und Gestaltungsrichtlinien für zukünftige Variantenstücklisten ableiten zu können.

Das übergeordnete Ziel ist die Gestaltung robuster Stücklisten, die bei Änderungen der Anforderungen flexibel angepasst werden können. Hieraus resultiert die zugrundeliegende Forschungsfrage:

Wie können bestehende Variantenstücklisten eines Lösungsanbieters analysiert werden, um Verbesserungsvorschläge abzuleiten und damit dem Qualitätsverlust bestehender Variantenstücklisten entgegenzuwirken?

2 Analyse bestehender Produktstrukturen

Das Variantenmanagement verfolgt als übergeordnete Zielsetzung die Minimierung der internen Vielfalt bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der externen Vielfalt. [8] Dabei gilt es, die interne Vielfalt der Komponenten-, Produkt- und Prozessvarianten zu reduzieren, ohne die vom Kunden geschätzte, externe Produktvielfalt einzuschränken. [9]

Der nachfolgend vorgestellte Ansatz zur Analyse bestehender Produktstrukturen ist an erster Stelle der Variantenbeherrschung zuzuordnen. Diese ist eine von drei Zielrichtungen des Variantenmanagements und fokussiert sich auf die effiziente Verwaltung und Steuerung der Produkt- und Komponentenvarianten über den gesamten Wertschöpfungsprozess hinweg. Da bestehende Komponenten- und Produktvarianten aus vertraglichen und wirtschaftlichen Gründen kaum ersetzt oder eliminiert werden können, dient der entwickelte Analyseansatz dazu, die Beherrschbarkeit der bestehenden Strukturen aufrechtzuerhalten. [6] Im nächsten Schritt können die Produkt- und Komponentenvarianten im Rahmen der Variantenreduzierung gegenübergestellt und falls notwendig eliminiert werden. [10]

Als Beispiel dient ein stark vereinfachtes Filtergerät. Es wurden exemplarisch drei Bauteilkategorien betrachtet: Gehäuse, Motor und Rollen.

2.1 Analyse der Produktfamilie

Im ersten Schritt der Analyse erfolgt eine vollständige Erfassung aller Produkte innerhalb der betrachteten Produktfamilie. Das Praxisbeispiel zeigt dabei eine Unterteilung in Produkte mit fester Stückliste einerseits und Produkte mit Variantenstückliste andererseits. Bevor die Auswertung der Produktstrukturen erfolgt, werden die Produkte mit Variantenstücklisten näher untersucht.

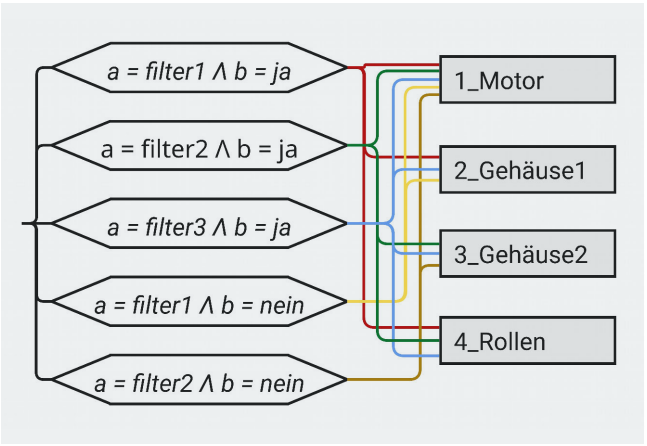

Bild 1: Ausgangssituation der Produktstruktur (a…Filter, b…mobil). *Grafik: Autorin*

2.2 Untersuchung der Konfigurationsmöglichkeiten der Produktvarianten

Die Konfiguration der Produktvarianten erfolgt auf der Grundlage von booleschen Regeln in den Variantenstücklisten, die auf logischen Verknüpfungen (UND, ODER, NICHT) von Eigenschaften basieren. Die Eigenschaften beschreiben die Anforderungen des Kunden. Eine Eigenschaft setzt sich gemäß der Definition von Lindemann aus einem Merkmal (zum Beispiel Filter) und deren Ausprägung (zum Beispiel filter1) zusammen. [11] Mithilfe der Variantenregeln können die benötigten Komponenten in Abhängigkeit von den auftragsspezifischen Anforderungen eindeutig ausgeprägt werden. Bei der Verknüpfung der Eigenschaften gibt es grundsätzlich, innerhalb der Randbedingungen des Softwaresystems, keine Einschränkung für die Anzahl von verknüpften Eigenschaften.

Das verwendete ERP-System definiert diese Variantenregeln auf der obersten Produktstrukturebene, wodurch sie sowohl für einzelne Bauteile als auch für komplette Baugruppen angewendet werden. Durch die in Abschnitt 1 beschriebenen Gründe, kann die nachträgliche Integration weiterer Anforderungen wie in **Bild 1** zu unübersichtlichen Strukturen führen. Damit wird eine kritische Betrachtung der Regelstruktur erforderlich. In diesem Bild ist die Verknüpfung mehrerer Bauteile als Baugruppe mit verknüpften Eigenschaften deutlich zu erkennen. Eine klare Abhängigkeit zwischen Bauteilen und einzelnen Eigenschaften ist schwer zu erkennen.

2.3 Vereinfachung bestehender Variantenregeln

Der dritte Schritt des Analyseansatzes hat die Eliminierung unnötiger Abhängigkeiten der Bauteile von Eigenschaften in den Variantenregeln zum Ziel. Dieser Schritt ist optional und sollte durchgeführt werden, wenn in den Variantenregeln viele Eigenschaften miteinander verknüpft werden.

Für die Analyse werden die Variantenregeln und Bauteile in einer Domain Mapping Matrix (DMM) verknüpft. Eine DMM beschreibt die Relationen einer Art zwischen Elementen von zwei verschiedenen Domänen. [6] Die DMM sind in der Produktentwicklung und -analyse weit verbreitet, beispielsweise in der Quality-Function-Deployment (QFD) [12].

https://doi.org/10.37544/0720-5953-2025-06-62 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY

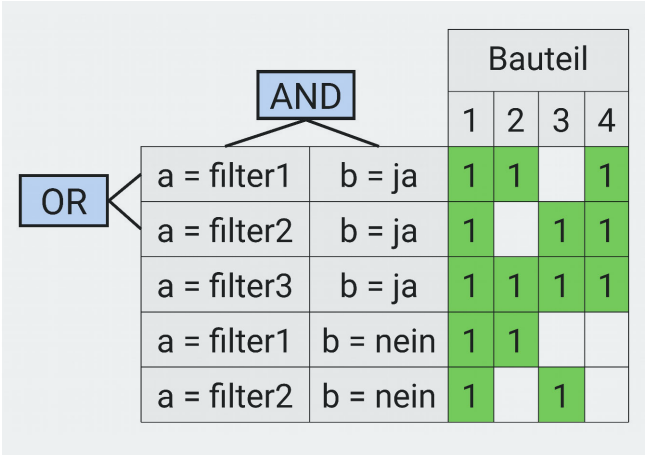

Bild 2: Zuordnung Variantenregel – Bauteil (a…Filter, b…mobil). *Grafik: Autorin*

Die bestehenden Methoden stellen jedoch keine Verknüpfung zwischen Variantenregeln (mehrere Merkmale und deren Ausprägungen können verknüpft werden) und konkreten Bauteilen her, wie es im vorgestellten Ansatz notwendig ist. Mit dieser Gegenüberstellung kann das Ausmaß der Verknüpfungen zwischen Variantenregeln und Bauteilen kritisch hinterfragt werden. Der Aufbau der DMM und das Vorgehen zur Analyse wird nachfolgend an einem vereinfachten Beispiel vorgestellt.

Die Baugruppen werden in ihre einzelnen Komponenten aufgelöst und eine systematische Zuordnung der Bauteile zu den Variantenregeln vorgenommen, wie in **Bild 2** dargestellt. Die logische Verknüpfung der Eigenschaften erfolgt dabei nach einem klaren Schema: Eigenschaften innerhalb einer Zeile werden durch UND-Verknüpfungen verbunden, während Eigenschaften in verschiedenen Zeilen durch ODER-Verknüpfungen miteinander in Beziehung gesetzt werden können. Mit NICHT-verknüpfte Eigenschaften müssen aufgelöst und als verknüpfte ODER-Beziehungen beschrieben werden.

Anschließend werden die einzelnen Bauteile gesondert untersucht. Dabei wird geprüft, ob die Regeln nur die notwendigen Eigenschaften enthalten oder Vereinfachungen der Regeln möglich sind.

In **Bild 3** wird Bauteil 4 genauer untersucht. Es ist zu sehen, dass das Bauteil 4 ausgeprägt wird, wenn folgende Regel erfüllt ist:

$$(a = filter1 \wedge b = ja) \vee (a = filter2 \wedge b = ja) \vee (a = filter3 \wedge b = ja)$$

Entsprechend des Distributivgesetzes kann diese Formel umgeformt werden zu:

$$b = ja \wedge (a = filter1 \vee a = filter2 \vee a = filter3)$$

Unter der Bedingung, dass das Merkmal *Filter* (a) nur die drei Ausprägungen *filter*1, *filter*2 und *filter*3 besitzt, gilt $b = ja$ als immer wahr. Damit kann die Vereinfachung entsprechend Bild 3 vorgenommen werden.

Allgemein gilt also: Entspricht die Teilmenge eines Merkmals der Gesamtmenge von diesem, dann ist das Bauteil von diesem Merkmal unabhängig.

Die systematische Vereinfachung wird sukzessive für alle Bauteile durchgeführt, wobei die resultierenden Abhängigkeiten in **Bild 4** dargestellt sind. Bei der Analyse zeigt sich, dass die Bauteile 2 und 3 weiterhin von zwei verknüpften Eigenschaften abhängig bleiben, während für alle anderen Komponenten eine Reduzierung der Abhängigkeiten erreicht werden konnte. In der Praxis ist es möglich, dass nicht alle Verknüpfungen vereinfacht werden können. Im konkreten Fall deutet die Diskrepanz jedoch auf potenzielle Inkonsistenzen in der ursprünglichen Regelformulierung hin.

Die Untersuchung zeigt, dass die Eigenschaft $a = filter3$ nur in Kombination mit $b = ja$ angeboten wird. Die Kombination aus $a = filter3$ und $b = nein$ ist zwar denkbar, wurde aber aufgrund der fehlenden Nachfrage bei der Ergänzung der Variantenregeln gar nicht definiert. Durch die systematische Analyse wird diese fehlende Variantenregel sichtbar und kann nun durch eine Präzisierung der Variantenregeln ausgebessert und vereinfacht werden.

Mit der Vereinfachung und Korrektur der Variantenregeln entsteht nun eine deutlich übersichtlichere Produktstruktur entsprechend **Bild 5**. Die Abhängigkeit der einzelnen Bauteile in den Stücklisten und die fehlerhaften Variantenregeln können so deutlich reduziert werden.

2.4 Zuordnung der Bauteile zu den Produkten

Während die Abschnitte 2.1 bis 2.3 notwendige Vorbereitungen bilden, kann nun eine Zuordnung aller Bauteile zu den Pro-

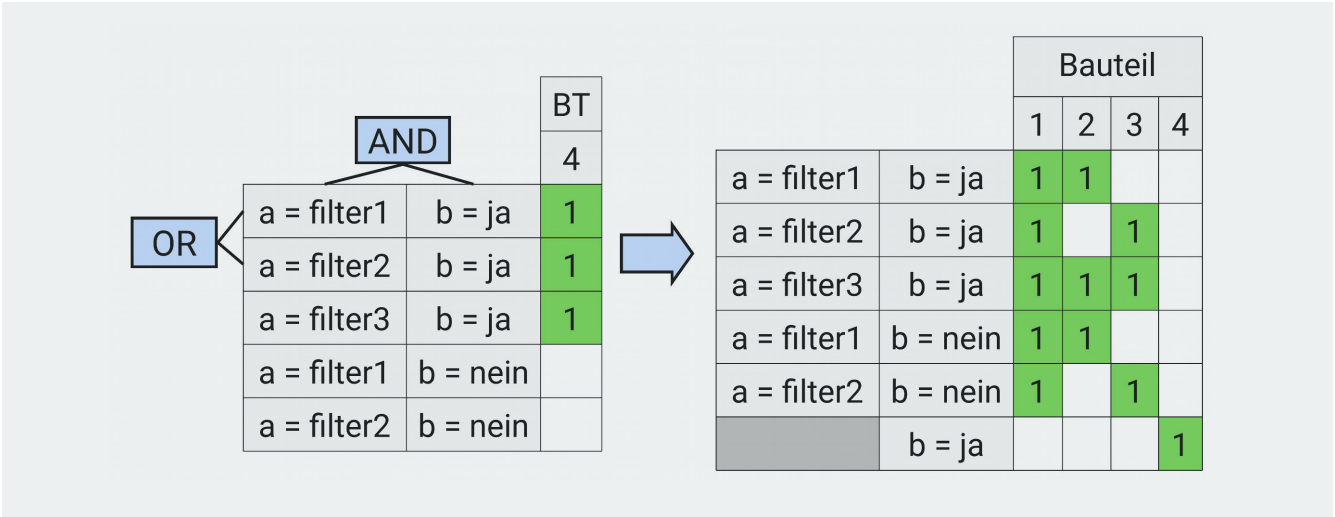

Bild 3: Vereinfachung für Bauteil 2 (a…Filter, b…mobil, BT…Bauteil). *Grafik: Autorin*

https://doi.org/10.37544/0720-5953-2025-06-62 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY

		Bauteil			
		1	2	3	4
		1			
a = filter1			1		
a = filter2				1	
a = filter3	b = ja		1	1	
	b = ja				1

Bild 4: Vereinfachung der Variantenregeln (a...Filter, b...mobil). *Grafik: Autorin*

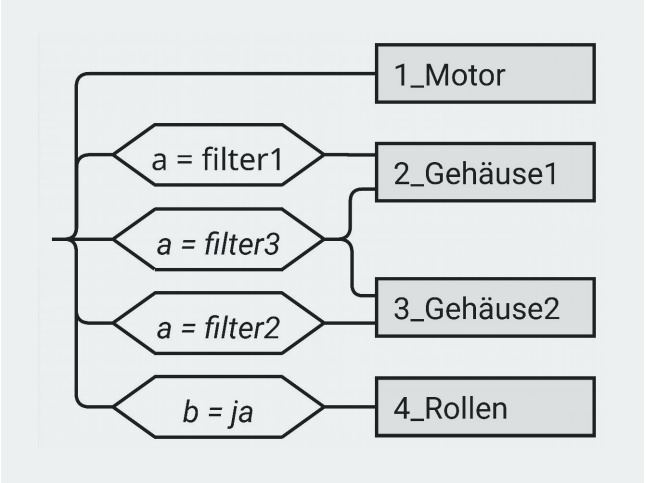

Bild 5: Vereinfachte Produktstruktur (a...Filter, b...mobil). *Grafik: Autorin*

BT	Variantenregeln		Produkt				
			A	B	C		D
1			1	1	1		1
2	a = filter1		1		1		
	a = filter3		1	1			
3	a = filter2		1	1			1
	a = filter3		1	1			
4		b = ja	4	4	4		4

standard
variant
optional

Bild 6: Zuordnung von Bauteil zu Produkt (a...Filter, b...mobil, BT...Bauteil). *Grafik: Autorin*

dukten mit fester und variabler Stückliste erfolgen. Die Darstellung erfolgt ebenfalls in Form einer DMM und ist in **Bild 6** beispielhaft abgebildet. In den Spalten der DMM werden die verschiedenen Produkte der Produktfamilie eingetragen. Die Produkte A bis C entsprechen im vereinfachten Anwendungsbeispiel Produkten mit einer Variantenstückliste. Das Produkt D repräsentiert beispielhaft ein Produkt mit fester Stückliste als Sonder-Produktvariante.

In den Zeilen der DMM werden die Bauteile mit ihren vereinfachten Variantenregeln eingetragen. Anschließend erfolgt die Zuordnung, welche Bauteile in welchem Produkt verbaut werden.

Die Zuordnung der Bauteile erfolgt in der Matrix immer bezogen auf das jeweilige Produkt in der zugehörigen Spalte. Ob ein Bauteil standard, variant oder optional ist, hängt vom jeweiligen Produkt der Produktfamilie ab. Mit den unterschiedlichen Farben werden die Bauteile wie folgt gekennzeichnet:

- Dunkelblau: Das Bauteil ist eine Standardkomponente und wird im jeweiligen Produkt immer verbaut.
- Hellblau: Das Bauteil ist eine Variantenkomponente und nur eine der Bauteilvarianten wird im Produkt verwendet.
- Lila: Das Bauteil ist eine Variantenkomponente und kann im Produkt optional verbaut werden.
- Grau: Das Bauteil wird im Produkt nie verbaut.

Die Klassifizierung der Bauteile wurde äquivalent zur Beschreibung der Komponenten im Integrierten PKT-Ansatz zur Entwicklung modularer Produktfamilien vorgenommen. [13] Die Menge der einzelnen Bauteile wird als Zahl in der jeweiligen Zelle festgehalten.

Anschließend erfolgt die Auswertung dieser Matrix.

2.5 Auswertung der Matrix – „Bauteil und Produkt“

Basierend auf der Analyse können drei zentrale Themenbereiche ausgewertet werden.

Anzahl der Produkte

Die Produkte mit Variantenstücklisten werden über Variantenregeln ausgeprägt. Das Ziel ist es, Kunden hauptsächlich auf Grundlage der Variantenstückliste zu bedienen. Das Anlegen von Sonder-Produktvarianten mit fester Stückliste erfolgt, um bei neuen, unerwarteten Kundenanforderungen, welche durch die Variantenstückliste nicht abgedeckt werden, schnell das passende Produkt anbieten zu können. Aus diesem Grund deutet ein hoher Anteil an Produkten, welche außerhalb dieser Variantenstückliste als Sonder-Produktvarianten mit fester Stückliste angelegt werden, auf unzureichend oder fehlerhaft berücksichtigte Kundenanforderungen in der Variantenstückliste hin. Durch den direkten Vergleich der verschiedenen Produkte der Produktfamilie (z. B. durch fehlende Unterscheidbarkeit) können unnötige Produkte und Produktvarianten identifiziert und schließlich eliminiert werden.

Klassifizierung der Bauteile

Die Klassifizierung der Bauteile und ihre zugehörige Bedeutung innerhalb der Produktfamilie erfolgt zeilenweise. Dabei wird unterschieden in Standard- und Variantenbauteile. Bauteile, welche in der Zeile lediglich dunkelblaue Felder besitzen, werden in allen Produkten der Produktfamilie immer verbaut. Alle ande-

https://doi.org/10.37544/0720-5953-2025-06-62 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY

ren sind Variantenkomponenten innerhalb der Produktfamilie. Mithilfe dieser Auswertung kann die bestehende Plattform- sowie Stücklistenstruktur optimiert werden.

Konsistenzanalyse der Bauteilverwendung

Mithilfe der DMM kann auch die Konsistenz der Bauteilverwendung überprüft werden. Für jedes Bauteil sollte geprüft werden, ob Lücken in der Zuordnung auftreten. Das ist besonders bei den Bauteilen relevant, welche überwiegend als Standardkomponenten gekennzeichnet wurden. Mit Lücken ist eine fehlende Verwendung des Bauteils in einzelnen Produkten gemeint. An diesen Stellen sollte geprüft werden, ob die Lücke durch eine Beschränkung der Produktkonfiguration zu begründen ist. Ist dies nicht die Ursache, liegt ein Stücklistenfehler vor.

3 Fazit und Perspektiven

Um die Beherrschbarkeit von modularen Produktfamilien aufrechtzuerhalten ist eine regelmäßige Analyse und Überarbeitung der bestehenden Produktstrukturen in einem anwendungsspezifischen Zeitraum sinnvoll. Mithilfe des vorgestellten Analyseansatzes können bestehende, modulare Produktstrukturen kritisch hinterfragt, korrigiert und optimiert werden.

Auf der Basis der gewonnenen Erkenntnisse können anwendungsspezifische Gestaltungsrichtlinien für das Erstellen und Erweitern von Variantenstücklisten erarbeitet und überarbeitet werden, um robuste Produktstrukturen für zukünftige Entwicklungsprojekte zu gewährleisten. Die praktische Anwendung zeigt beispielsweise, dass die Bezeichnung der Positionsnummern der Komponenten so gewählt werden sollte, dass die Bauteilvarianten daraus ersichtlich sind.

Die Untersuchung ermöglicht zudem die Identifikation geeigneter Modularisierungsstrategien für das bestehende Produktportfolio und bildet die Grundlage für eine mögliche Umstrukturierung der Produktfamilie.

Weiterer Handlungsbedarf besteht insbesondere bei der Entwicklung von Entscheidungskriterien für zukünftige Produkterweiterungen. Dabei stellt sich grundsätzlich die Frage, ob bei Änderungen der Kundenanforderungen bestehende Variantenstücklisten angepasst oder neue Produkte mit festen Stücklisten außerhalb der bestehenden Variantenstücklisten angelegt werden sollten. Bei dieser Entscheidung müssen die Komplexitätskosten berücksichtigt werden. Der Aufwand zum Ergänzen der bestehenden Variantenstücklisten muss dem zusätzlichen Aufwand durch das Anlegen neuer Produktvarianten während des gesamten Produktlebenszyklus gegenübergestellt werden.

Des Weiteren stellt sich die Frage, ob die Gestaltung von Variantenstücklisten primär auf Basis von Kundeneigenschaften oder Funktionen erfolgen sollte.

Bei komplexen Produkten kann der Aufwand zur Erweiterung und Pflege bestehender Variantenstücklisten unbeherrschbares Ausmaß annehmen. Dafür wäre die Automatisierung des vorgestellten Ansatzes wünschenswert, welche auch weitgehend denkbar ist. Anspruchsvoll gestaltet sich voraussichtlich die Automatisierung der kritischen Bewertung der Regelstruktur. Das Erkennen von Fehlern in den bestehenden Systemen fordert Kenntnis über das Produkt. Eine teilautomatisierte Lösung, bei der potenzielle Inkonsistenzen identifiziert und schließlich dem Anwender zur Überprüfung vorgelegt werden, ist denkbar.

Abschließend lässt sich feststellen, dass dem Qualitätsverlust bestehender modularer Produktstrukturen durch die Analyse der Verknüpfungen von Bauteilen und Produkten in einer DMM entgegengewirkt werden kann. Zuvor sollten die Regeln der Variantenstücklisten vereinfacht werden. ■

Diese Maßnahme wird mit Mitteln der Europäischen Union kofinanziert und durch Steuermittel auf Grundlage des vom Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes mitfinanziert.

Literatur

[1] Eigner, M.; Stelzer, R.: Product Lifecycle Management. Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.

[2] Eigner, M.; Roubanov, D.; Zafirov, R.: Modellbasierte Virtuelle Produktentwicklung. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2014.

[3] Tidstam, A.; Malmqvist, J.: Information Modelling for Automotive Configuration. Proceedings of NordDesign. 8th International NordDesign Conference. Göteborg, Sweden, 2010.

[4] Braun, F.: Application of algorithm-based validation tools for the validation of com-plex, multi-variant products. Dissertation. Universität der Bundeswehr München, 2021.

[5] Krause, D.; Gebhardt, N.: Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien. Hohe Produktvielfalt beherrschbar entwickeln. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2018.

[6] Kesper, H.: Gestaltung von Produktvariantenspektren mittels matrixbasierter Methoden. Dissertation. Technische Universität München, 2012.

[7] Sarferaz, S.: ERP-Software: Funktionalität und Konzepte. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2023.

[8] Franke, H.-J.: Variantenmanagement in der Einzel- und Kleinserienfertigung. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2002.

[9] Bartuschat, M.: Ein Beitrag zur Beherrschung der Variantenvielfalt in der Serienfertigung. Essen: Vulkan, 1995.

[10] Heina, J.: Variantenmanagement. Kosten-Nutzen-Bewertung zur Optimierung der Variantenvielfalt. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. und Gabler, 1999.

[11] Lindemann, U.: Methodische Entwicklung technischer Produkte Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. Berlin: Springer-Verlag, 2007.

[12] Danilovic, M.; Browning, T. R.: Managing complex product development projects with design structure matrices and domain mapping matrices. International Journal of Project Management, Volume 25, Issue 3, 2007.

[13] Gebhardt, N.; Bahns, T.; Krause, D.: An Example of Visually Supported Design of Modular Product Families. Procedia CIRP, Volume 21, 2014.

Dipl.-Ing. **Nele Ganze**

Dr.-Ing. **Stefan Jakschik**

ULT AG
Am Göpelteich 1, 02708 Löbau

Prof. Dr.-Ing. **Kristin Paetzold-Byhain**

Professur für Virtuelle Produktentwicklung
Technische Universität Dresden
George-Bähr-Str. 3c, 01062 Dresden

https://doi.org/10.37544/0720-5953-2025-06-62 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - (cc) BY

TÜV NORD GROUP BAUT QKD-FORSCHUNGSLABOR AUF

Sven Bettendorf, Projektleiter des QKD-Labor-Projekts bei TÜVIT. *Foto: TÜVIT*

Die TÜV Informationstechnik (TÜVIT), ein Unternehmen der TÜV Nord Group, hat den Startschuss für die Errichtung eines hochmodernen QKD-Labors (Quantum Key Distribution) gegeben. Nach einem Jahr intensiver Planung und Entwicklung beginnt den Angaben zufolge nun der Aufbau des Forschungslabors, das eine zentrale Rolle in der künftigen Zertifizierung von Quantenkommunikationstechniken einnehmen wird.

In einer zunehmend digitalisierten Welt, in der die Sicherheit von Datenübertragungen von entscheidender Bedeutung ist, biete die Quantenkommunikation eine revolutionäre Lösung. Während zukünftige Quantencomputer herkömmliche Verschlüsselungsmethoden potenziell gefährden könnten, stelle der Quantenschlüsselaustausch (QKD) eine zukunftssichere Alternative dar. Diese Technik ermöglicht es, Informationen mit einem bisher unerreichten Maß an Sicherheit zu übertragen, indem sie auf den Prinzipien von physikalischen Gesetzen basiert.

Das Projekt „Blueprint eines Zertifizierungs-Eco-Systems für QKD-Systeme und -Anwendungen“ (QuNET+BlueCert) hat das Ziel, die technischen Grundlagen für die Prüfung, Qualifizierung und Zertifizierung von QKD-Komponenten und -Systemen zu schaffen. „Unser Ziel ist es, die Grundlagen eines exemplarischen Prüflabors zu erforschen, mit denen die Überprüfung von QKD-Komponenten ermöglicht und so ein Grundstein für die künftige Zertifizierung von QKD-Geräten gelegt wird“, erklärt Sven Bettendorf, Projektleiter des QKD-Labor-Projekts bei TÜVIT. „Wir arbeiten eng mit nationalen und internationalen Partner:innen zusammen, um die notwendigen Testverfahren und Bewertungsmetriken zu entwickeln“, so Bettendorf weiter.

Der Aufbau des QKD-Forschungslabors ist eines der größten Investitionsprojekte der TÜVIT, mit einem Gesamtvolumen von über einer halben Million Euro. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt das Projekt finanziell. „Diese Investition ist ein klares Bekenntnis zur Innovationskraft der TÜV Nord Group und zur Stärkung der deutschen Industrie im Bereich der Quantenkommunikation“, sagt Bettendorf.

Das Labor wird mit modernster Lasertechnik ausgestattet, um realistische Angriffsszenarien zu simulieren und standardisierbare Verfahren für die Überprüfung der Sicherheit von QKD-Systemen zu erforschen, heißt es weiter. „Wir wollen sicherstellen, dass diese Systeme den höchsten Sicherheitsstandards entsprechen und gegen potenzielle Angriffe geschützt sind“, betont Bettendorf. Das Forschungslabor am Standort Essen werde eines der ersten seiner Art in Europa sein und setze neue Maßstäbe für die künftige Prüfung und Zertifizierung von Quantenkommunikationstechniken.

Die Ergebnisse des Projekts sollen nicht nur die Akzeptanz und das Vertrauen in die Quantenkommunikationstechnik stärken, sondern auch die deutsche Industrie in die Lage versetzen, eine führende Rolle in diesem zukunftsträchtigen Bereich einzunehmen. „Wir sind stolz darauf, Teil dieser bahnbrechenden Entwicklung zu sein und freuen uns darauf, die Zukunft der sicheren Kommunikation mitzugestalten“, so Bettendorf.

www.tuev-nord-group.com

Zwei Exzellenz-Cluster am KIT

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ist im Finale der Förderlinie „Exzellenzcluster“ in der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder mit insgesamt zwei Anträgen erfolgreich. Nach der Begutachtung in international besetzten Kommissionen haben das von der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz berufene Expertengremium wie auch die für Wissenschaft und Forschung auf Bundes- und Länderebene zuständigen Ministerinnen und Minister die Cluster „POLiS“ und „3DMM2O“ zur Förderung ausgewählt. Die ausgewählten Cluster werden jeweils für sieben Jahre mit bis zu 70 Mio. Euro gefördert. Zudem hat das KIT damit gute Chancen, weiter den Titel Exzellenzuniversität tragen zu dürfen.

Im Exzellenz-Cluster „Post Lithium Storage“ (POLiS) forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an zukunftsweisenden Lösungen für die elektrochemische Energiespeicherung. Ziel ist die Entwicklung von Lithium-freien Batterien, die sicher, leistungsstark und nachhaltig sind. POLiS II will dazu die Realisierung von Vollzellen und die Wechselwirkungen zwischen den Batteriekomponenten in der gesamten Zelle in den Fokus nehmen.

Besonders wichtig ist den Forschenden dabei die Nachhaltigkeit. Zukunftsfähige Lösungen sollen ökonomisch und ökologisch sinnvoll sein. Die elektrochemische Energiespeicherung ist für sie eine Schlüsseltechnik, die entscheidend zum Gelingen der Energiewende beiträgt.

Der Exzellenzcluster 3DMM2O treibt die 3D-Druck-Techniken von der Makroskala zur molekularen Skala voran und hat Pionierarbeit für den Multi-Photonen-Laserdruck geleistet. In der zweiten Förderperiode werden die Forscherinnen und Forscher von 3DMM2O unter anderem daran arbeiten, mithilfe des holografischen Druckens lebende Zellen „auf einen Schlag“ zu Organoiden zu formen und unerreicht hohe Druckraten für organische Strukturen zu erzielen.

Darüber hinaus planen sie, mit gedruckten biohybriden Mikrosystemen eine neue Plattform für die Untersuchung von Krankheitsmodellen zu schaffen, das direkte und indirekte Drucken dreidimensionaler anorganischer Strukturen zu realisieren sowie energieeffiziente optische Schalter für die Internetkommunikation zu drucken.

www.kit.edu

https://doi.org/10.37544/0720-5953-2025-06-62 https://www.inlibra.com/de/page/agb - Open Access - CC BY