



Zyklenorientiertes Modul- und Plattforddenken

Ein Leitfaden für Praktiker

Zyklusorientiertes Modul- und Plattformdenken – Ein Leitfaden für Praktiker

© 2014 Bauer / Chucholowski / Elezi / Lindemann / Maurer

ISBN 978-3-00-048286-1

Herausgeber

Dr.-Ing. Maik Maurer

Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann

Autoren

Dipl.-Ing. Wolfgang Bauer

Dipl.-Ing. Nepomuk Chucholowski

M.Sc. Fatos Elezi

Umsetzung

Lehrstuhl für Produktentwicklung

Boltzmannstr. 15

D-85748 Garching

www.pe.mw.tum.de

Druck

Rapp-Druck GmbH

Kufsteiner Str. 101

83126 Flintsbach

www.rapp-druck.de

Auflage: 400 Stück

Bildnachweis Umschlag: © alphaspirit - shutterstock.com

Zyklusorientiertes Modul- und Plattformdenken

Ein Leitfaden für Praktiker

Vorwort

Disruptive Technologien, internationale, vernetzte Märkte und ein prinzipiell schneller technologischer Wandel erfordern von Unternehmen verschiedenster Branchen Flexibilität bei der Produktgestaltung. Diese Erkenntnis ist nicht neu. Zeitgleich zu diesem Bedarf an Flexibilität wurden vorwiegend aus Effizienzgründen vielfach Modul- und Plattformstrategien eingeführt. Diese berücksichtigen jedoch künftige Entwicklungen und Bedarfe meist nur unzureichend. In der Folge bestehen oft wenige Möglichkeiten, um mit einem existierenden Produktangebot auf neue Einflussfaktoren geeignet zu reagieren. Die Konsequenzen sind nicht selten spektakulär.

Mit dem vorliegenden Leitfaden wollen die Autoren es Unternehmen ermöglichen, Modul- und Plattformstrategien – basierend auf antizipierten Veränderungen – in der Zukunft wirksam zu gestalten. Damit werden diese Strategien neben funktionaler, geometrischer, technischer und marktorientierter um eine wesentliche, vorwärts gerichtete Sichtweise erweitert. Umfassend erklärt der Leitfaden die hierfür notwendigen Schritte und erläutert die eingesetzten Methoden und hilfreichen Werkzeuge. Zudem zeigen die Autoren auf, wie eine erweiterte Modul- und Plattformstrategie operationalisiert und im Sinne eines Lebenszyklusmanagements wirksam überwacht und zielgerichtet angepasst werden kann.

Der vorliegende Leitfaden ist aus dem Transferprojekt T1 des Sonderforschungsbereichs SFB 768 entstanden und soll eine Anleitung zur praktischen Umsetzung in Unternehmen bieten. Er soll daher nicht nur eine einmalige Lektüre, sondern ein bedarfsbezogenes Nachschlagewerk während der kontinuierlichen Anwendung bieten. Dafür sind neben den wissenschaftlichen Grundlagen sowohl ein stringenter Anleitungsteil als auch Details zu allen erwähnten Methoden und Werkzeugen Bestandteil des Leitfadens.

Die Autoren wünschen Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre und viel Erfolg bei der individuellen Umsetzung.

Garching, im Dezember 2014

Dr.-Ing. Maik Maurer

Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei allen Mitarbeitern des Kooperationspartners für die gute und konstruktive Zusammenarbeit während des Transferprojekts.

Ferner bedanken wir uns bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG für die Förderung des Transferprojektes „Methodik zur Erstellung zyklengerechter Modul- und Plattformstrategien“ im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB 768 „Zyklusmanagement von Innovationsprozessen – verzahnte Entwicklung von Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte“.



Inhaltsverzeichnis

Executive Summary.....	1
1 Einleitung.....	2
1.1 Motivation und Ziele des Leitfadens	2
1.2 Nutzung des Leitfadens	3
1.3 Aufbau des Leitfadens	4
2 Das Projekt SFB 768 - TP T1	5
2.1 Rolle im Sonderforschungsbereich 768	5
2.2 Rolle beim Kooperationspartner	5
3 Theoretische Grundlagen	7
3.1 Zyklenmanagement in Innovationsprozessen.....	7
3.2 Modul- und Plattformstrategien.....	8
4 Anleitung zum zyklenorientierten Modul- und Plattformdenken	13
4.1 Top-Down-Vorgehen	15
4.1.1 Planung der Flexibilität.....	16
4.1.2 Planung der Operationalisierung.....	23
4.1.3 Planung des Lebenszyklusmanagements.....	28
4.2 Bottom-Up-Vorgehen	35
4.2.1 Planung der Flexibilität.....	36
4.2.2 Planung der Operationalisierung.....	43
4.2.3 Planung des Lebenszyklusmanagements.....	49
4.3 Zusammenfassung	55
5 Eingesetzte Methoden und Tools	57
Abkürzungsverzeichnis.....	75
Literatur	76

Executive Summary

Um auf heutigen Märkten langfristigen Erfolg zu erzielen sind Unternehmen gezwungen ihr Produktangebot aufgrund vieler Zyklen (z. B. veränderte Kunden- und Marktanforderungen, neue technologische Potentiale oder legislative Änderungen) kontinuierlich anzupassen. Gleichzeitig werden vermehrt Standardisierungsmaßnahmen zur Reduktion interner Komplexität und Kosten durchgeführt. Die Definition einer zyklengerechten Plattform mit effizient anpassbaren, flexiblen Modulen ist dabei ein entscheidender Erfolgsfaktor.

Der vorliegende Leitfaden schlägt eine zyklenorientierte Modul- und Plattformdenkweise für Praktiker vor. Die beschriebene Methodik unterstützt als allgemeines Vorgehen nicht nur die Erarbeitung einer Modul- und Plattformstrategie, sondern auch deren stetige Kontrolle und Anpassung. Die drei Phasen *Planung der Flexibilität*, *Operationalisierung* und *Lebenszyklusmanagement* umfassen Aktivitäten und Methoden aus dem Blickwinkel der strategischen Abteilungen (*Top-Down*, z. B. Marketing, Vertrieb) und aus der Perspektive technischer Abteilungen (*Bottom-Up*, z. B. Entwicklung). Die Methodik ermöglicht dadurch die gezielte Abstimmung der strategischen, marktgetriebenen und der technischen, umsetzungsorientierten Perspektive.

In der ersten Phase wird die für die Zukunft vorzusehende Flexibilität der Produkte im Produktportfolio geplant. Dafür werden einerseits zyklische Einflussfaktoren identifiziert, die Produktanpassungen nötig machen (*Top-Down-Sicht*); andererseits werden Produktveränderungen aus der Vergangenheit auf Bauteilebene analysiert und in die Zukunft projiziert (*Bottom-Up-Sicht*). Darauf aufbauend wird die über den Lebenszyklus notwendige Plattformflexibilität definiert. In der zweiten Phase der Operationalisierung werden die Änderungszyklen in Produkt-Technologie-Roadmaps festgehalten (*Top-Down*) sowie in einer Plattformarchitektur und in Modulbeschreibungen (*Bottom-Up*) implementiert. Dadurch ist die Modul- und Plattformstrategie auf strategischer und technischer Ebene definiert. Aufgrund von nicht antizipierbaren Einflüssen aus dem Umfeld verändern sich über die Zeit jedoch auch die Prämissen und Randbedingungen, die zur Gestaltung des Plattformsystems beigetragen haben. Deshalb adressiert die dritte Phase die kontinuierliche Überwachung und Anpassung des Plattformsystems entlang dessen Lebenszyklus.

1 Einleitung

Der vorliegende Leitfaden dient als Anleitung zu einem zyklengerechten Modul- und Plattformdenken. Die beschriebene Methodik zur Gestaltung und kontinuierlichen Pflege von Modul- und Plattformstrategien bildet dafür eine übergeordnete Vorgehensstrategie.

1.1 Motivation und Ziele des Leitfadens

Dieser Leitfaden richtet sich in erster Linie an produzierende Unternehmen, die variantenreiche Produktportfolios anbieten und deren Umfeld einem ständigen Wandel unterliegt. Von der Umsetzung einer Modul- und Plattformstrategie zur Reduzierung interner Varianten und Beherrschung der auf dem Markt angebotenen Variantenvielfalt versprechen sich Unternehmen Kostenvorteile. Häufig werden dadurch nötige Produktanpassungen erschwert, wenn die Änderungen die Plattform betreffen, was hohe Folgekosten nach sich ziehen kann.

Viele Zyklen, wie z. B. veränderte Kunden- und Marktanforderungen, neue Wettbewerbsprodukte, neue technologische Potentiale oder legislative Änderungen, zwingen Unternehmen dazu, neu entwickelte Produkte auf dem Markt anzubieten. Oft werden diese Produkte mit hohem Aufwand erzeugt und die Variantenvielfalt erhöht sich. Wesentliche Herausforderung ist folglich der Kompromiss zwischen Maximierung der Standardisierung von Produktbauteilen zur Komplexitätsreduktion und der Gewährleistung von Flexibilität zur proaktiven oder reaktiven Anpassung der Produkte an Umwelteinflüsse. Um diesen Zielkonflikt zu adressieren, ist der Aufbau einer Plattform aus einem robusten Kern, der über die Lebensspanne der Plattform hinweg konstant bleibt, und flexiblen Modulen, die vorzunehmende Anpassungen ermöglichen, vorzusehen.¹ Schlüssel zur Entwicklung einer zyklengerechten Modul- und Plattformstrategie ist es also, zu identifizieren, welchen fixen Umfang der robuste Plattformkern über die gesamte Lebensdauer haben soll, und in welchem Umfang Freiheitsgrade zur Anpassung innerhalb der Lebensdauer der Plattform vorzusehen sind.

Der vorliegende Leitfaden präsentiert dafür Methoden und Handlungsanweisungen, um eine zyklen- und änderungsorientierte Modul- und Plattformdenkweise zu etablieren. Die Methodik beschreibt eine Vorgehensstrategie, die die Umsetzung einer zyklenorientierten Modul- und Plattformdenkweise von der Planung über die

¹ BAUER et al. 2013a

Gestaltung bis hin zum Lebenszyklusmanagement einer Produktplattform erlaubt. Dementsprechend besteht die Methodik aus drei Phasen. In den jeweiligen Phasen werden situativ anzupassende Methoden und Vorgehensweisen vorgeschlagen, durch deren Anwendung eine Modul- und Plattformstrategie erstellt werden kann, die hinsichtlich der oben genannten Zyklen optimiert ist. Die drei Phasen sind um Handlungsanweisungen für typische Entscheidungsfälle und Hinweise zur Orientierung ergänzt.

Die Methodik adressiert die Planung, Entwicklung, Einführung, Modernisierung, sowie die Überwachung einer Plattformstrategie und der daraus resultierenden Plattformarchitektur. Deshalb stellt der Leitfaden eine praktische Anleitung für strategische Planungsabteilungen, das Produkt- und Variantenmanagement, aber auch für Entwicklungsabteilungen dar. Durch die propagierte zyklengerechte Modul- und Plattformdenkweise werden Unternehmen unterstützt, die durch die Neugestaltung oder grundlegende Überarbeitung einer Plattformstrategie trotz eines sich stetig ändernden Umfelds Skaleneffekte erzielen wollen.

1.2 Nutzung des Leitfadens

Der vorliegende Leitfaden richtet sich an Unternehmen, die eine Modul- und Plattformstrategie einführen oder neu gestalten wollen. Praktiker aus den strategischen Bereichen der Produktplanung und des Variantenmanagements, aber auch Anwender aus der Entwicklung (Konzept-, Detailentwicklung, Upgrade-Entwicklung) finden in diesem Leitfaden Vorgehensschritte und Methoden zur Gestaltung und Pflege einer zyklengerechten Modul- und Plattformstrategie.

Die Methodik ist einerseits in die drei Phasen „Planung Flexibilität“, „Operationalisierung“ und „Lebenszyklusmanagement“, und andererseits jeweils in eine Top-Down- und eine Bottom-Up-Perspektive unterteilt (siehe Abb. 1.1). Die Top-Down-Perspektive vertritt die strategische Sichtweise auf die Gestaltung und die Pflege der Modul- und Plattformstrategie, während im Bottom-Up-Ansatz die produktarchitekturseitigen Aktivitäten der Entwicklung verortet sind.

Das in Abb. 1.1 verwendete Farbschema ermöglicht dem Nutzer dieses Leitfadens einen schnellen Zugriff auf relevante Abschnitte. Die Farbkodierung am Seitenrand gemäß diesem Farbschema zeigt, welche Phase und welche Perspektive beschrieben werden.



Abb. 1.1 Phasen und Ebenen der Methodik

Für jede Phase und jede Perspektive wird zunächst ein Überblick gegeben, bevor einzelne Schritte und Methoden detailliert beschrieben werden. Dabei wird in Kapitel 4.1 zuerst der Top-Down-Ansatz für alle drei Phasen vorgestellt, bevor in Kapitel 4.2 das Bottom-Up-Vorgehen erläutert wird.

In den Beschreibungen sind Verweise auf Methoden (*Methoden*) angegeben, die in Form von Steckbriefen in Kapitel 5 zusammengefasst und alphabetisch sortiert sind. Es soll als alphabetisch sortiertes Nachschlagewerk für die eingesetzten Methoden dienen.

1.3 Aufbau des Leitfadens

Im folgenden Kapitel 2 werden Hintergrundinformationen über das Forschungsprojekt gegeben, dessen Ergebnis der vorliegende Leitfaden ist. Dabei wird einerseits die Rolle des Transferprojekts T1 im Kontext des Sonderforschungsbereichs 768 „Zyklusmanagement von Innovationsprozessen – verzahnte Entwicklung von Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte“ erläutert, andererseits wird die Rolle des Projekts beim Kooperationspartner beschrieben.

In Kapitel 3 werden theoretische Grundlagen zum Zyklusmanagement sowie zu Modul- und Plattformstrategien vorgestellt, um die dem Leitfaden zugrundeliegenden Definitionen und Ideen für den Leser zusammenzufassen.

Kapitel 4 beschreibt die entwickelte Methodik zur Gestaltung und Pflege zyklengerechter Modul- und Plattformstrategien. Zuerst wird darin die komplette Methodik beschrieben, bevor nachfolgend auf die einzelnen Phasen und deren Schritte aus der strategischen (Top-Down-) und entwicklungstechnischen (Bottom-Up-) Perspektive näher eingegangen wird. Kapitel 4.3 rundet mit einer Zusammenfassung der Methodik den inhaltlichen Teil des Leitfadens ab.

Abschließend sind in Kapitel 5 die in der Methodik verwendeten Methoden in Form von Steckbriefen inklusive weiterführender Literatur dokumentiert.

2 Das Projekt SFB 768 – TP T1

Das Transferprojekt T1 „Methodik zur Erstellung zyklengerechter Modul- und Plattformstrategien“ wurde vom 01.01.2012 bis zum 31.12.2014 durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Das Projekt startete zu Beginn der zweiten Förderperiode des Sonderforschungsbereichs 768 „Zyklusmanagement von Innovationsprozessen – verzahnte Entwicklung von Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte“ (SFB 768). Es wurde von Mitarbeitern des Lehrstuhls für Produktentwicklung an der Technischen Universität München bearbeitet. Als Kooperationspartner nahm die BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH eine tragende Rolle in der Anwendung und Evaluation der Methodik ein.

2.1 Rolle im Sonderforschungsbereich 768

Das Transferprojekt T1 adressierte den Transfer und die Weiterentwicklung der im Bereich des Zyklusmanagements von Innovationsprozessen erarbeiteten Erkenntnisse des SFB 768 in die industrielle Praxis. Dazu wurden im Transferprojekt Ergebnisse der ersten Förderperiode des SFB 768 beim Kooperationspartner angewendet. Das Transferprojekt diente dem SFB 768 außerdem als Feedbackinstrument, um die industrielle Relevanz der Forschung zu bestätigen.

2.2 Rolle beim Kooperationspartner

Die Ausgangssituation des Kooperationspartners zeigt eine große Vielfalt unterschiedlicher Produktvarianten im Markt. Diese Variantenvielfalt ist zum einen historisch über verschiedene Marken, Fertigungsstandorte und Lieferanten gewachsen, zum anderen einem breiten Produktspektrum und einer Vielzahl von Änderungsprojekten geschuldet. Kerntreiber dieser Variantenvielfalt sind Zyklen im Markt, Umfeld und Unternehmen ebenso wie im Produkt und den damit verbundenen Technologien. So zeigen sich Zyklen in Markt und Umfeld z. B. in Form von Messen oder veränderten Umweltrichtlinien. Innerhalb des Unternehmens treten Zyklen in Form von Entwicklungszyklen neuer Produkte und Varianten unter Einbeziehung neuer Technologien ebenso wie in Form von Kostensenkungsprojekten bestehender Produkte und Varianten auf. Der Forschungspartner ist exemplarisch für einen beobachtbaren Trend in der produzierenden Industrie: die externe Varianz und Dynamik des Produktportfolios steigt, um den Anforderungen einer immer stärkeren Dynamik in den Märkten zu begegnen.

Die Herausforderung der beschriebenen Situation besteht darin, eine änderungsorientierte Plattformarchitektur zu erstellen, in der auftretende Zyklen berücksichtigt sind und die damit verbundene Variantenvielfalt beherrscht wird. Daraus wurden für das Transferprojekt drei Zielsetzungen für die Entwicklung der Methodik abgeleitet:

- Identifikation, Charakterisierung und systematische Antizipation zyklischer Einflussfaktoren, welche die Produkt- und Technologieplanung beeinflussen,
- Befähigung der Planungsabteilungen zur Entscheidungsfindung hinsichtlich der geeigneten Modul- und Plattformstrategie,
- Befähigung der Entwicklungsabteilungen zur Erarbeitung der entsprechenden zyklengerechten Plattformarchitekturen,
- Unterstützung zur kontinuierlichen Kontrolle und Anpassung der Modul- und Plattformstrategie.

Einerseits soll also für die Planungsabteilungen methodische Unterstützung bei der Identifizierung relevanter zyklischer Einflussfaktoren und der darauf basierenden Plattformdefinition (Umfang der Plattform sowie marktgetriebene Flexibilität auf funktionaler Ebene) gegeben werden. Daran anknüpfend wird eine Unterstützung bei der Erstellung von Entwicklungs-Roadmaps benötigt. Außerdem ist ein Kontroll- und Steuerungsmechanismus notwendig, der den Erfolg der Umsetzung rollierend überprüft und auf nicht antizipierbare Einflüsse effizient reagiert.

Andererseits soll die Entwicklungsabteilung in der Erarbeitung zyklengerechter Plattformarchitekturen unterstützt werden. Neben der Entwicklung von Modulkonzepten soll die Produktarchitektur so optimiert werden, dass die benötigte Varianz und die damit verbundenen Änderungen effizient umgesetzt werden können. Neben dem Abgleich der Plattformarchitektur und der Entwicklungsorganisation werden auch die Updates mit Hilfe von Roadmaps synchronisiert.

Die zentralen Fragen des Projekts werden wie folgt zusammengefasst:

1. Welche zyklischen Einflüsse wirken auf die Plattformsysteme?
2. Wie können diese zyklischen Einflüsse charakterisiert und antizipiert werden?
3. Wie können die Auswirkungen der Zyklen bestimmt werden?
4. Welche Maßnahmen (strategisch, organisatorisch, architektonisch) können zur Handhabung der identifizierten Zyklen eingesetzt werden?

3 Theoretische Grundlagen

3.1 Zyklenmanagement in Innovationsprozessen²

Unternehmen stehen vor der Herausforderung, unternehmensinterne und -externe Einflussgrößen auf Innovationsprozesse zu handhaben. Beispiele sind der Wunsch der Märkte nach Produktinnovationen, Verabschiedung von Gesetzen und Vorschriften, und inkrementelle oder radikale Innovationen von Produkt- und Produktionstechnologien. Gleichzeitig beeinflussen diverse interne Faktoren den Innovationsprozess: Entwicklungs- und Produktionsprozesse werden angepasst, die Struktur des Leistungsangebots wird variiert, Innovationszyklen sowie die Zeitspannen zur Integration neuer Technologien verkürzen sich, Personal- und Organisationsstrukturen unterliegen den ständigen Veränderungen, Entscheidungspunkte und Informationsflüsse müssen definiert und koordiniert werden. Gleiches gilt für verwendete Vorgehensweisen, Methoden und Werkzeuge. Neben ihrer Dynamik und Unsicherheit stehen diese internen und externen Zyklen in zeitlich und inhaltlich veränderlicher Abhängigkeit zueinander.

Zyklenmanagement umfasst die Planung, Steuerung und Kontrolle von Zyklen und ihrer Wechselwirkungen. Gegenwärtige Trends und Anforderungen an das Gestalten von Innovationsprozessen werden systematisch adressiert. Für innovierende Unternehmen bedeutet dies eine neue Perspektive, um heutige und zukünftige Herausforderungen zu bewältigen.

Ein Zyklus ist ein wiederkehrendes Verlaufsmuster (temporal und strukturell), und lässt sich in Phasen gliedern. Ein Zyklus kann durch die Aspekte Wiederholung, Phasen, Dauer, Auslöser und Auswirkungen charakterisiert werden.

Im Sonderforschungsbereich 768 wird der Innovationsprozess in sieben Phasen von der Bedarfsidentifikation bis hin zur Nutzung differenziert (siehe Abb. 3.1). Es handelt sich hierbei um eine erweiterte Nutzungsphase, die auch das Upgrading und die Entsorgung von Produkten umfasst. Der Innovationsprozess ist nicht als linearer Prozess zu betrachten. Zyklen im Sinne von Prozessiterationen und Abstimmungsaktivitäten treten auch zwischen den einzelnen Phasen auf.

² VOGEL-HEUSER et al. 2014

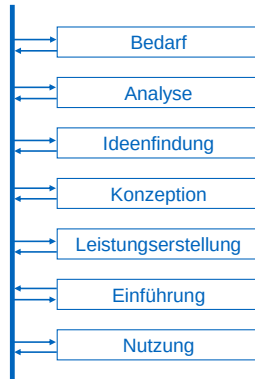


Abb. 3.1 Phasen des Innovationsprozesses im Verständnis des SFB 768

Zielsetzung des Zyklusmanagements von Innovationsprozessen ist es, die verzahnte Entwicklung von Leistungsbündeln auf Basis technischer Produkte zu gestalten. Um Zyklen zu handhaben, soll der Methodeneinsatz Unternehmen dabei unterstützen, unternehmensinterne und -externe zyklische Einflussfaktoren zu antizipieren und entsprechend proaktiv zu reagieren. Weiterhin unterstützen die Methoden und Werkzeuge bei der Gestaltung von Zyklen, z. B. in der strategischen Planung, in Entwicklungsprozessen oder in der Nutzungs- und Modernisierungsphase. Außerdem sollen Innovationsprozesse effizienter geplant und koordiniert werden. Dies erfordert es Prozessgrößen wie den aktuellen Grad der Erreichung von Entwicklungszielen zu messen und darauf aufbauende Verbesserungsmaßnahmen zu definieren. Auch vielfältige Abhängigkeiten, beispielsweise zwischen Subprozessen zur Leistungserstellung, den einzelnen Leistungselementen innerhalb eines Produktes oder verschiedenen Produkt-Generationen, werden systematisch erkannt und analysiert, um die Abhängigkeiten aktiv zu gestalten und zu beherrschen.

Insgesamt sollen Unternehmen durch das Zyklusmanagement befähigt werden, innovative Produkte kundengerecht, effizient und flexibel zu entwickeln. Weitere Informationen zum SFB 768, wie die Projektstruktur und die Inhalte der einzelnen Teilprojekte, sind unter <http://www.sfb768.tum.de> zu finden.

3.2 Modul- und Plattformstrategien

In diesem Kapitel werden die begrifflichen Grundlagen von modular strukturierten Produktfamilien und dem zugrundeliegenden Prinzip der Plattformarchitekturen im Kontext des vorliegenden Leitfadens eingeführt.

Abb. 3.2 gibt die hierarchische Strukturierung eines Produktportfolios wieder. Das **Produktportfolio** bildet hier die Summe aller angebotenen Produkte eines Unternehmens in allen Märkten ab.³ Ein Produktportfolio wird sowohl durch seine Breite (Anzahl verschiedener Produktarten oder -familien) als auch durch seine Tiefe (Anzahl der Varianten, die pro Produktgruppe angeboten werden) beschrieben. Eine **Produktfamilie** repräsentiert eine Reihe von einzelnen Produkten, die eine gemeinsame Technologie teilen und eine ähnliche Anwendung (Funktion) auf dem Markt adressieren.⁴ Abgeleitet aus einer Produktfamilie bilden Basisvarianten die nächste konkrete Stufe. Eine **Basisvariante** beschreibt Produkte mit einem in der Regel hohen Anteil identischer Komponenten, die Ähnlichkeiten in Bezug auf Geometrie, Material oder Technologie aufweisen. Anlehnend an Basisvarianten werden dann **Produktvarianten** abgeleitet, die sich voneinander in mindestens einer Beziehung, einem Element oder bezüglich der Ausprägung mindestens eines Merkmals unterscheiden.⁵

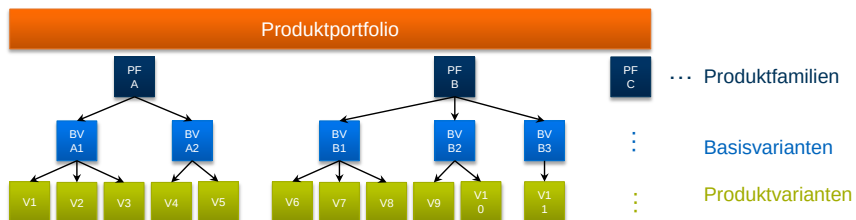


Abb. 3.2 Hierarchische Struktur eines Produktportfolios⁶

Um die differenzierten Varianten innerhalb einer Produktfamilie zur Befriedigung verschiedener Kundenbedürfnisse auf eine kosteneffiziente Weise anbieten zu können, finden in der industriellen Praxis modulare Produktplattformen Anwendung. Eine **Produktplattform** repräsentiert eine Sammlung verschiedener Elemente, die von einem Satz von Produkten geteilt werden. Diese Elemente können dabei Komponenten, Subsysteme, Schnittstellen, Technologien oder Prozesse sein.⁷ Bei der Plattformdefinition muss entschieden werden, welche Elemente über alle Produkte konstant sind, um die Kommunalität bei gleichzeitig ausreichender Differenzierung zu maximieren.

³ RENNER 2007

⁴ MEYER 1997

⁵ PONN & LINDEMANN 2011

⁶ BAUER et al. 2014c

⁷ ROBERTSON & ULRICH 1998

Die benötigte Differenzierung wird dabei durch das Hinzufügen, Entfernen, Ersetzen und Skalieren von Modulen ermöglicht.⁸ Als **Modul** wird in diesem Kontext eine abgrenzbare Einheit bezeichnet, welche eine hohe funktionale und geometrische Unabhängigkeit besitzt. Es ist anzustreben, Module als einbaufertige, vormontierte Einheiten mit einer klar abgegrenzten Funktionalität zu definieren.⁹ Abb. 3.3 zeigt verschiedene Arten der modularen Plattformbauweise.

	Physikalische Plattform	Plattform mit Modulvarianten	Modulbaukasten mit fixer Struktur	Freie Modularisierung
Kommunaler Anteil über gesamte Produktstruktur				
Bausteininventar				
Beispielkonfiguration				

Abb. 3.3 Ausprägungen modularer Plattformen¹⁰

Durch die Integration der dynamischen Veränderlichkeit wird im Kontext des vorliegenden Leitfadens der Begriff **modulare Plattform** wie folgt definiert und verwendet:

Eine modulare Plattform besteht aus Modulen, die Funktionen und Komponenten beinhalten, die für alle Produktvarianten innerhalb einer Produktfamilie gleich sind, sowie über dem definierten Plattformlebenszyklus keinen Änderungen unterliegen. Diese Elemente bilden somit den standardisierten und zeitlich robusten Kern der Plattform. Alle anderen Elemente werden zur Differenzierung der Varianten untereinander genutzt und sind über den Plattformlebenszyklus veränderbar, um auf Veränderungen zu reagieren. Diese Elemente bilden die flexiblen Komponenten des Plattformsystems. Die Schnittstellen innerhalb des Plattformsystems sind zur Sicherstellung der Interoperabilität der erzeugten Produktvarianten standardisiert und unabhängig von den zeitlichen Eigenschaften des Elements.

Diese Perspektive der modularen Plattform ist in Abb. 3.4 dargestellt.

⁸ SIMPSON et al. 2001
⁹ GÖPFERT & TRETOW 2013
¹⁰ GRESHAKE 2011

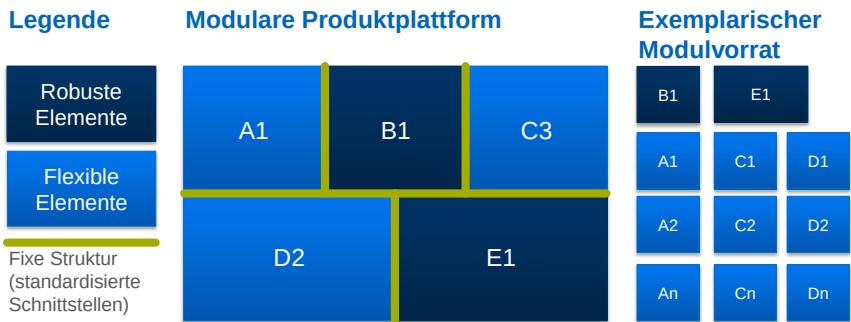


Abb. 3.4 Modulare Produktplattform

Produktarchitektur im Kontext des Leitfadens entspricht der Definition nach Ulrich.¹¹ Danach definiert die Produktarchitektur die Anordnung der funktionalen Elemente und die Zuordnung der realisierenden Bauteile zu diesen Funktionen. Außerdem umfasst die Produktarchitektur die Schnittstellen zwischen den Bauteilen.

Um Unternehmen zu befähigen, ihr Produktportfolio basierend auf einem Modul- und Plattformsystem umzusetzen, wird eine Strategie benötigt. Der Begriff **Modul- und Plattformstrategie** beschreibt dabei den Plan für die grundsätzliche, langfristige Umsetzung eines Modul- und Plattformsystems. Der Begriff **Plattformsystem** umfasst dabei neben der technischen Sicht (vgl. Abb. 3.4) auch die notwendigen Prozesse und Organisationsstrukturen.

Dabei müssen die Perspektiven des Produktmanagements und der Entwicklung berücksichtigt werden, weil diese Disziplinen ein unterschiedliches Verständnis des Begriffs „Strategie“ haben können. Das Produktmanagement zielt darauf ab, die Produkteigenschaften im Plattformsystem zu berücksichtigen und zu steuern, um alle Kundenbedürfnisse zu adressieren (Top-Down-Ansatz). Hier besteht die besondere Herausforderung darin, gezielt und schnell auf dynamische Veränderungen im Markt (z. B. veränderte Kundenbedürfnisse, neue Konkurrenzprodukte oder neue Gesetzeslage) zu reagieren. Die Entwicklung dagegen beschäftigt sich mit der möglichst kostengünstigen technischen Realisierung von Modul- und Plattformsystemen (Bottom-Up-Ansatz). Ziel der Entwicklung ist es, Änderungsbedarfe am Produkt möglichst gering zu halten und nötige Änderungen aufwandsarm durchzuführen. Deshalb stehen beide Perspektiven häufig im Zielkonflikt.

Die vorgestellte Methodik adressiert diesen Zielkonflikt, indem beide Perspektiven in einer gemeinsamen Modul- und Plattformstrategie integriert werden. Dies wird

¹¹ ULRICH 1995

durch die vorgesehene Synchronisation und Abstimmung beider Sichtweisen bei der Gestaltung und kontinuierlichen Pflege der Modul- und Plattformstrategie erreicht. Insgesamt beschreibt die Methodik in diesem Leitfaden also eine übergeordnete Strategie, die ein **zyklengerechtes Modul- und Plattformdenken** ermöglicht. Diese Denkweise zielt darauf ab, das dynamische Umfeld eines Unternehmens bei der Gestaltung sowie bei der Pflege einer Modul- und Plattformstrategie zu berücksichtigen.

4 Anleitung zum zyklenorientierten Modul- und Plattformdenken

Wie eingangs beschrieben nimmt die Segmentierung und Dynamik der Kundenanforderungen in den Märkten zu. Diese Umstände erfordern ein Produktportfolio, das durch hohe Qualität und Individualisierbarkeit mit kürzeren Produktlebenszyklen gekennzeichnet ist, um auf Markteintritte von Konkurrenzprodukten und andere Einflüsse effizient zu reagieren. Dies erfordert von einem Unternehmen die Fähigkeit, externe Veränderungen zu identifizieren und vor auszuplanen, sich daran anzupassen und entsprechend zu reagieren. Im Kontext der Produktentwicklung definieren Buganza & Verganti¹² die Begriffe der Produktflexibilität und Entwicklungsprozessflexibilität als entscheidende Aspekte der Flexibilität. Da die beiden Prozesse der strategischen Entscheidungsfindung und der Produktentwicklung stark miteinander verknüpft sind und die gemeinsamen Schnittstellen den Großteil der Produktflexibilität festlegen, werden diese dynamischen Fähigkeiten (Produkt- und Prozessflexibilität) hier in einer Methodik integriert. Strategische Entscheidungsfindung ist im Hinblick auf Produktflexibilität für die Festlegung notwendiger funktionaler Flexibilität der Produkte verantwortlich (Top-Down), wohingegen die Produktentwicklung zur Aufgabe hat, diese funktionale Flexibilität effizient und kostenschonend im Produkt zu realisieren (Bottom-Up). Zwischen den Akteuren und Teilhabern dieser Prozesse bedarf es effektiver Kommunikation, um den Ansatz der Produktflexibilität vollständig im Unternehmen zu integrieren.

Folglich kann Produktflexibilität im industriellen Umfeld nur umgesetzt werden, wenn die Prozesse für strategische Entscheidungsfindung (Top-Down-Ansatz) und Produktentwicklung (Bottom-Up-Ansatz) hinreichend definiert sind. Zudem bedarf es der Synchronisation beider Ansätze, um ein kohärentes Ergebnis zu liefern, das sowohl den Ansprüchen auf strategischer Ebene als auch auf der Ebene der Produktarchitektur gerecht wird. Basierend auf dieser Folgerung wurde eine Methodik zur Erstellung und Pflege einer zyklengerechten Plattformstrategie entwickelt, die die Produktflexibilität in drei Planungsphasen integriert (siehe Abb. 4.1).

¹² BUGANZA & VERGANTI 2006

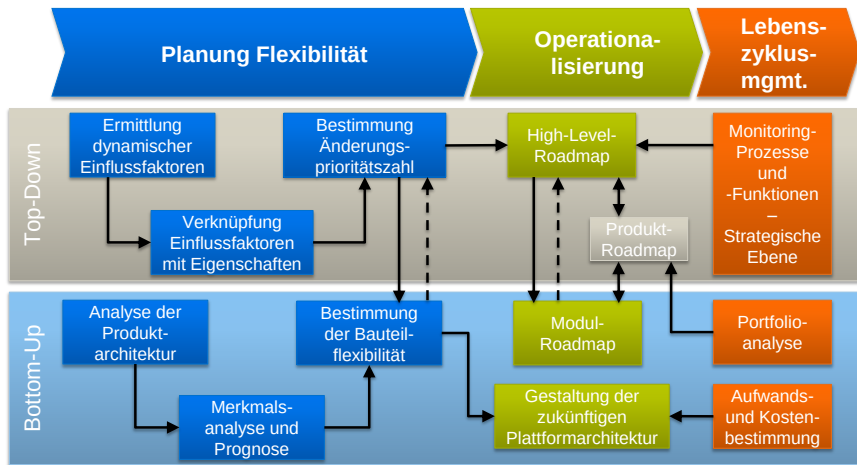


Abb. 4.1 Methodik zur Erstellung und Pflege einer zyklengerechten Plattformstrategie

Alle drei Phasen beinhalten den strategischen Ansatz (Top-Down) und den Ansatz auf Ebene der Produktarchitektur (Bottom-Up). Beide Sichtweisen bedürfen der Synchronisation innerhalb jeder der drei Phasen. In der ersten Phase *Planung der Flexibilität* wird die grundsätzliche Flexibilität identifiziert, die das Plattformsystem aus strategischer Sicht aufweisen muss bzw. aus Sicht der Produktarchitektur aktuell aufweisen kann. In der zweiten Phase *Operationalisierung* wird die Umsetzungsplanung der identifizierten Flexibilität in Form zweier Roadmaps angestoßen, die sowohl den Top-Down- als auch den Bottom-Up-Ansatz widerspiegeln. Die abschließende dritte Phase umfasst das *Lebenszyklusmanagement* für das Plattformsystem und dementsprechend die Entwicklung der Kontrollpläne für die Strategie und Produktarchitektur.

In allen drei Phasen spielen dynamische Einflussfaktoren eine zentrale Rolle. Abhängig vom Wissen über deren dynamische Eigenschaften werden diese in antizipierbare und nicht antizipierbare Einflussfaktoren klassifiziert. Basierend auf den antizipierbaren dynamischen Einflussfaktoren werden die Ergebnisse der ersten beiden Phasen, die nötige Flexibilität des Plattformsystems sowie die Entwicklungszyklen in den Roadmaps, erarbeitet. In der dritten Phase werden Monitoring-Methoden angewendet und eine passende Organisationsform vorgeschlagen, welche eine effiziente Reaktion auf die nicht antizipierbaren, aber bekannten Einflüsse erlauben.

4.1 Top-Down-Vorgehen

Das Vorgehen zur Festlegung der Modul- und Plattformstrategie aus der Top-Down-Perspektive basiert auf der Analyse der Kundensicht auf das Plattformsystem und auf dessen Produkte. In der ersten Phase wird die vorzusehende Flexibilität für Produkteigenschaften und -funktionen identifiziert und geplant. Die Realisierung dieser Flexibilität wird daraufhin in der zweiten Phase mit Hilfe von Produkt-Technologie-Roadmaps (vgl. High-Level-Roadmap und Produkt-Roadmap in Abb. 4.2) geplant und mit den Randbedingungen der Umsetzbarkeit innerhalb der Produktarchitektur sowie den verfügbaren Entwicklungskapazitäten (siehe Bottom-Up-Ansatz in Kapitel 4.2.2) abgeglichen. Die dritte Phase dient zur systematischen Überwachung der in Phase 1 getroffenen Annahmen und der kontinuierlichen Anpassung der darauf aufbauenden Pläne aus den Phasen 1 und 2.

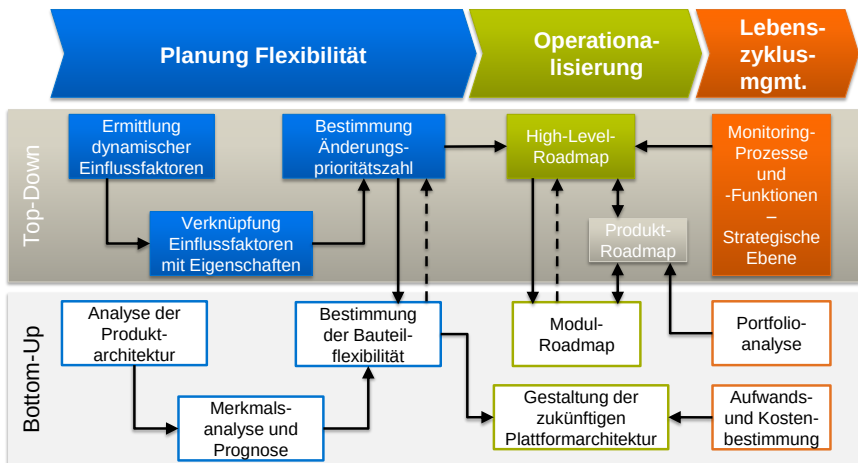
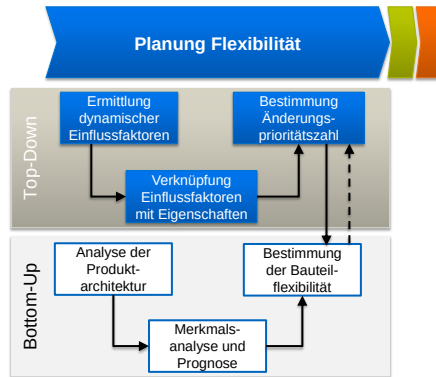


Abb. 4.2 Übersicht über das Top-Down-Vorgehen

4.1.1 Planung der Flexibilität



Beteiligte Rollen	Experten aus strategischen und technischen Abteilungen (Strategie, Marketing, Entwicklung)
Inputs	▪ Marktforschungsdaten, Benchmarking-Ergebnisse, Trendforschungsergebnisse, bekannte Trends
Outputs	▪ Liste relevanter dynamischer Einflussfaktoren ▪ Änderungsprioritätszahl für kundenrelevante Funktionen und Produkteigenschaften

Eingesetzte Methoden Kontextmodell ↗, APZ-Methode ↗, Experteninterview ↗

Bereits bei der Definition des Plattformsystems gilt es, vorzusehende Flexibilität aus Strategiesicht einzuplanen. Dafür werden drei Schritte in den Plattformentwicklungsprozess integriert. Im ersten Schritt werden relevante dynamische Einflussfaktoren (DEF) auf das Plattformsystem ermittelt, die im zweiten Schritt Rückschlüsse auf die in Zukunft geforderte Flexibilität des Plattformsystems liefern. Im dritten Schritt wird die Flexibilität mittels einer Änderungsprioritätszahl (APZ) quantifiziert, indem die Auftretenswahrscheinlichkeit von Änderungszwängen sowie deren Dynamik und Relevanz abgeschätzt werden.

Ermittlung dynamischer Einflussfaktoren

Im Rahmen interdisziplinärer Expertenworkshops wird Wissen über zukünftige Einflüsse auf das Produkt aus dem Unternehmen, den Märkten und dem übrigen

Umfeld aufgenommen, strukturiert und für die Anforderungszusammenstellung aufbereitet. Dabei wird das Wissensmanagement durch die Dokumentation von explizitem und implizitem Wissen unterstützt und zur Erweiterung der Ressourcen, Inputs und Anforderungen brauchbar gemacht. Die Auseinandersetzung mit Einflüssen, die in der Zukunft auf das Produkt und das Unternehmen wirken, verstärkt das Denken in Zukunftsalternativen.

IN-Trend	IN-Faktor	Trend oder Themengebiet	Anregung Welche Faktoren können Sie innerhalb dieses Trends oder Gebiets benennen?	Einwirkungsbereich							Wann ist der Eintritt des Faktors?				Wie ist die Dynamik des Eintritts?		Wie ist die Ausprägung des Faktors?		Relevanz (1-3)	Quellen bezüglich des Einflussfaktors				
				Inputs			Ressourcen				bekannt		unbekannt		einmalig - sprunghaft	konstant wiederkehrend	unkonstant wiederkehrend	bekannt			progressiv	linear	degressiv	unbekannt
				Marktdynamik	Kundenanforderung	Technologie	Produktlimitierung	Finanzen	Organisation	Produktion	Strategie	Eintrittszeitpunkt bekannt	Eintrittszeitpunkte bekannt	zu komplex für eine Abschätzung										
Technologie																								
20	20.EE.6	Entwicklung von Schlüssel-technologien	Isolation: Einsatz von Glasphasen-Panels		x	x	x								Beschreibung									
																			Beschreibung					
																				3				
																			Beschreibung					

Legende

- IN: Identifikationsnummer
 Input: Einordnung der extern wirkenden Faktoren nach ihrer Wirkungsweise und thematischen Abgrenzung
 Ressourcen: Einordnung der intern wirkenden Faktoren nach ihrer Wirkungsweise und thematischen Abgrenzung
 Relevanz: 1 = Einflussfaktor hat wenige Änderungen mit geringen Auswirkungen zur Folge, es sind kaum Änderungen zwingend nötig
 2 = Einflussfaktor hat mittlere Anzahl an Änderungen zur Folge mit mittlerer Auswirkungsstärke
 3 = Einflussfaktor führt zu offensichtlichen Änderungen und Folgeanpassungen im System

Abb. 4.3 Erfassungstabelle zur Ermittlung relevanter dynamischer Einflussfaktoren

Zur Erfassung der Einflussfaktoren dient die in Abb. 4.3 dargestellte Tabelle. Die vertikale Gliederung entspricht der Gliederung des Kontextmodells¹³ in:

- Technologie
- Sozioökonomie
- Ressourcen
- Politik/Legislativ
- Organisation
- Mensch

In diese Gliederung können Trends und Anregungen zur Erfassung der Einflussfaktoren vor dem Workshop eingetragen werden. In einer gemeinsamen Diskussion mit drei bis sieben Experten aus strategischen und technischen Abteilungen (z. B. Strategie, Marketing, Entwicklung, Design) werden Trends sowie konkrete

¹³ LANGER & LINDEMANN 2009

Einflussfaktoren identifiziert und beschrieben. Dazu dient die horizontale Unterteilung in:

- Wirkungsbereiche
 - Unternehmensextern (Markt, Kundenanforderungen, Technologie)
 - Unternehmensintern (Finanzen, Organisation, Produktion, Strategie)
- Eintritt des Einflussfaktors
 - Bekannt (Zeitpunkt oder Zeitspanne)
 - Unbekannt (erwarteter Eintritt, dauerhafte Einwirkung ohne eindeutigen Eintritt, plötzlicher Eintritt, zu komplex für eine Abschätzung, Sonstiges)
- Dynamik des Einflussfaktors
 - Einmalig sprunghaft
 - Wiederkehrend (konstant oder inkonstant)
 - Unbekannt
- Ausprägung
 - Progressiv
 - Linear
 - Degressiv
 - Unbekannt
- Relevanz
 1. Wenige Änderungen mit geringen Auswirkungen
 2. Mittlere Anzahl an Änderungen mit mittlerer Auswirkungsstärke
 3. Offensichtliche Änderungen und Folgeanpassungen
- Quellen bezüglich des Einflussfaktors (woher stammen die Informationen über den Einflussfaktor?)



Lessons Learned: Ermittlung dynamischer Einflussfaktoren

- Viel implizites Wissen ist bei den Mitarbeitern bereits vorhanden, jedoch nicht dokumentiert.
- Die Möglichkeit der systematischen Abfrage potenzieller Einflussfaktoren und der expliziten Darstellung in der Erfassungstabelle ist von Vorteil

Die Ergebnisse des Workshops hängen in hohem Maße vom Wissen und der Kommunikation der beteiligten Experten ab. Deshalb ist bei der Auswertung der Ergebnisse zu beachten, dass subjektive Einschätzungen in die Erfassung der

Einflussfaktoren mit einfließen und weiche Faktoren, wie die Gruppendynamik, die Workshop-Atmosphäre und die persönliche Einstellung zur Aufgabe, die Ergebnisse beeinflussen können.

Verknüpfung dynamischer Einflussfaktoren mit Produkteigenschaften und -funktionen

Die im vorhergehenden Schritt identifizierten dynamischen Einflussfaktoren bewirken über die Zeit Veränderungen der Produkthanforderungen. Zur Ermittlung vorzusehender Flexibilität werden zunächst jene Eigenschaften und Funktionen der Produkte des Plattformsystems betrachtet, die von den dynamischen Einflussfaktoren betroffen sind. Auf der Ebene dieser kundenorientierten und möglichst lösungsneutralen Beschreibung werden der Variantenaufbau und die Kommunalität des Plattformsystems definiert.

Basierend auf den Vorgaben der Produktpolitik, die aus der Marketingperspektive den Umfang und Inhalt des Produktprogramms darstellen, werden Produkteigenschaften und -funktionen den dynamischen Einflussfaktoren zugeordnet. Die Zuordnung erfolgt im Rahmen eines Workshops mit Teilnehmern aus den betroffenen Fachbereichen und wird beispielsweise in tabellarischer Form oder in einer Matrix dokumentiert.

Die Produkteigenschaften und -funktionen werden über Merkmale (z. B. Farbe) und deren Ausprägung (z. B. grün) charakterisiert. Zusätzlich zur Zuordnung zu dynamischen Einflussfaktoren kann dann eine erste Gewichtung der Eigenschaften und Funktionen nach Kundenrelevanz und Grad der Bekanntheit der Ausprägungen zugehöriger Merkmale vorgenommen werden. Die Prognose über zukünftig geforderte und sich ändernde Eigenschaften und Funktionen wird in diesem Schritt in potenzielle Merkmale überführt.



Lessons Learned: Ermittlung vorzusehender Flexibilität

- Die Zuordnung der Eigenschaften und Funktionen zu den dynamischen Einflussfaktoren birgt großen Diskussionsbedarf, weshalb eine gute Moderation gefordert ist.

-
- Es ist wichtig, zwischen Anforderungen (geforderte Eigenschaften und Funktionen der Produkte) und Features (konkrete Lösungen, die Anforderungen realisieren) zu unterscheiden.
 - Bei der Beschreibung der Produkteigenschaften und -funktionen durch Merkmale besteht die Gefahr, den Variantenaufbau durch entsprechende Merkmalsausprägungen bereits lösungs- und technologieorientiert zu gestalten (z. B. Orientierung an vorhandenen Lösungen). Auf eine lösungsneutrale Beschreibung der Merkmale ist unbedingt zu achten.
 - Es ist zu beachten, dass einige Merkmale für bestimmte Kunden- und Marktsegmente spezifisch sind und dies für weitere Schritte des Vorgehens gegebenenfalls adressiert werden muss.
-

Ermittlung der Änderungsprioritätszahlen

Anschließend an die grundsätzliche Bestimmung vorzusehender Flexibilität muss bewertet werden, welche Produkteigenschaften und -funktionen als stabil und welche als flexibel einzustufen sind. Stabil bedeutet in diesem Zusammenhang, dass hinsichtlich der Produkteigenschaften und -funktionen während des Plattformlebenszyklus gar keine oder nur sehr selten Veränderungen zu erwarten sind. In diesem Fall kann angenommen werden, dass die Eigenschaft bzw. Funktion über den gesamten Plattformlebenszyklus hinweg auf dieselbe Weise realisiert werden kann und zeitlich robust ist. Für flexible Produkteigenschaften und -funktionen ist hingegen zu erwarten, dass innerhalb der Lebensdauer der Plattform neue Lösungen (Feature) zur Umsetzung der Produkteigenschaft bzw. -funktion benötigt werden.

Als Werkzeug zur Bewertung der vorzusehenden Flexibilität wird die Änderungsprioritätszahl (APZ)  als Messgröße der erwarteten Notwendigkeit zur Anpassung der einzelnen Produktfunktionen verwendet. Die APZ dient der frühzeitigen Definition von zulässigen Änderungen an Merkmalen und deren Ausprägungen. Sie kann als quantifizierender Maßstab für den Grad der nötigen Änderungsfähigkeit gesehen werden.¹⁴

Die Berechnung der APZ erfolgt über die Bestimmung der drei Faktoren Auftretenswahrscheinlichkeit von Änderungszwängen (A), deren Dynamik (D) und die Relevanz der Änderungen für den Konsumenten und Wettbewerbsfähigkeit (K) – jeweils bezogen auf ermittelte dynamische Einflussfaktoren bzw. der damit ver-

¹⁴ ELEZI et al. 2015

knüpften Produktanforderungen. In interdisziplinären Expertenworkshops, bestehend aus Mitarbeitern strategischer und technischer Abteilungen, werden die Faktoren auf einer Skala von 1 bis 10 bewertet. Je höher der Wert, desto höher ist die Auftretenswahrscheinlichkeit, die Dynamik oder die Relevanz. Details zu der Bewertungsskala sind in der Beschreibung der APZ-Methode in Kapitel 5 gegeben.

Die APZ ergibt sich aus der Multiplikation der einzelnen Zahlenwerte (angelehnt an das weit verbreitete Konzept der Risikoprioritätszahl¹⁵). Durch die APZ wird damit eine Einschätzung des Änderungsrisikos für bestimmte Produkteigenschaften und -funktionen des Plattformsystems ermöglicht. Daraus ableitbar ist außerdem, welche Optionen aus technischer Sicht durch geplante Flexibilität erweiterbar und flexibel für die Zukunft gestaltet werden müssen.

Je nach Höhe der APZ und der Einzelfaktoren ist die geforderte Produkteigenschaft bzw. -funktion als flexibel oder stabil einzustufen. Die Einteilung nach den Grenzwerten für die Einzelfaktoren hat dabei Vorrang (Ausschlusskriterien). Die vorgeschlagenen Schwellenwerte zur Abgrenzung sind in Tab. 4.1 aufgeführt.

Tab. 4.1 Schwellenwerte zur Abgrenzung von stabilen und flexiblen Produkteigenschaften/-funktionen mittels APZ

Stabil	Flexibel
K < 3 (Ausschlusskriterium)	K > 6 (Ausschlusskriterium)
	A > 8 (Ausschlusskriterium)
	D > 8 (Ausschlusskriterium)
APZ ≤ 175	APZ > 175

Zur Verdeutlichung der Einteilung in flexible und stabile Anforderungen werden die betrachteten Produkteigenschaften und -funktionen in einem Schalenmodell eingeordnet. Je nachdem in welchen Zeitabständen Möglichkeiten zur Anpassung der Eigenschaften und Funktionen vorzusehen sind, werden diese in unterschiedliche Schalen unterteilt. Bei einer erwarteten Lebensdauer einer Plattform von ca. 10 Jahren kann die Einteilung in folgende drei Schalen erfolgen (vgl. Abb. 4.4):

- 5-10 Jahre: Innere Schale ($APZ_N < 40\%$)
- 3-4 Jahre: Mittlere Schale ($40\% \leq APZ_N < 70\%$)
- 1-2 Jahre: Äußere Schale ($70\% \leq APZ_N < 100\%$)

¹⁵ DIN EN 60812

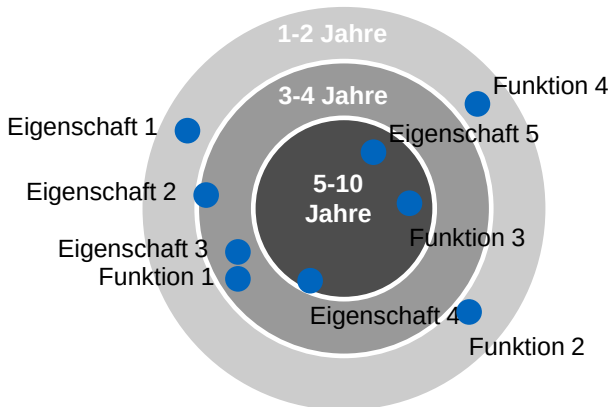


Abb. 4.4 Schalenmodell zur Einordnung der Überarbeitungsfrequenz von Produkteigenschaften und -funktionen

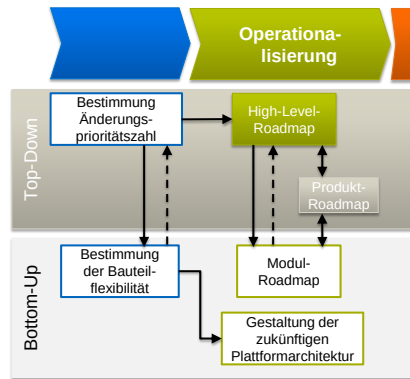
Die Einteilung erfolgt dabei über die normierte APZ (APZ_N). Diese berechnet sich aus dem Quotienten der Werte der APZ der betrachteten Eigenschaft/Funktion und der größten ermittelten APZ. Je größer die APZ, desto weiter außen im Schalenmodell sind die jeweiligen Eigenschaften und Funktionen einzuordnen. An dieser Stelle ist die Möglichkeit für eine Diskussion der APZ-basierten Einordnung vorzusehen, um beispielsweise Managemententscheidungen aufgrund von Wettbewerbsaktivitäten oder übergeordneten Strategien zu ermöglichen.



Lessons Learned: Ermittlung der Änderungsprioritätszahl

- Die Verwendung der Bewertungsschemata erleichtert zwar eine Einschätzung, trotzdem ist es eine Herausforderung, qualitatives Wissen quantitativ einzuschätzen. Die Einigung auf einen Zahlenwert wird dabei unter anderem von der Gruppendynamik und den beteiligten Personen beeinflusst.
- Die Methode verleitet durch die konkreten quantitativen Ergebnisse zu „Zahlengläubigkeit“.
- Ein Vorteil der Methode ist die Übertragbarkeit auf tiefere Abstraktionsebenen der Produktarchitektur.

4.1.2 Planung der Operationalisierung



Beteiligte Rollen

Experten aus strategischen Abteilungen (Strategie, Marketing, Produktprogrammleiter)

Inputs

- Liste relevanter dynamischer Einflussfaktoren
- APZ-Zahlen und Schalenmodell
- Produkt-Roadmap

Outputs

- High-Level-Roadmap mit priorisierten Entwicklungsaktivitäten und Kapazitätsbetrachtung

Eingesetzte Methoden

Roadmapping ↗

Ziel von Phase 2 ist die Planung der operativen Umsetzung der in der vorangegangenen Phase definierten Flexibilität in Form einer Roadmap ↗. Das heißt vorauszuplanen, wann und in welchem Ausmaß auf antizipierte Änderungen mit neuen Lösungen (Features) reagiert werden soll. Zu diesem Zeitpunkt sind zwar noch keine Informationen über zukünftig mögliche Lösungskonzepte vorhanden, die Bestimmung der benötigten Flexibilität der Produkteigenschaften und -funktionen gibt jedoch Hinweise darauf, in welcher Frequenz eine neue Lösung erwartet wird. Aufbauend auf diesen Informationen wird eine sogenannte High-Level-Roadmap erstellt, die eine lösungsneutrale Grobstruktur von zukünftigen Entwicklungsaktivitäten darstellt. Diese wird in enger Abstimmung mit der Entwicklungsabteilung auf Basis der Modul-Roadmap (siehe Kapitel 4.2.2) kontinuierlich durch konkrete Entwicklungsaktivitäten verfeinert.

High-Level-Roadmap

Die Definition zukünftig geforderter Flexibilität in Phase 1 ermöglicht es über die Lebensdauer der Plattform Entwicklungsaktivitäten zu planen. In einer High-Level-Roadmap wird ein Zeitplan definiert, wann welche Eigenschaft oder Funktion eines Produktes durch eine neue technische Lösung (Feature) adressiert werden soll. Dabei wird nicht festgelegt, um welche konkrete Lösung es sich handeln wird, sondern nur, dass eine neue Lösung entwickelt werden soll.

Die primäre Betrachtungsdimension bei der Erstellung der High-Level-Roadmap ist die Zeit. Es können drei grundsätzliche Treiber unterschieden werden, die Zeitimplikationen zur Terminierung der nötigen Entwicklungsaktivitäten liefern.

Betrachtung der Änderungsfrequenz für Eigenschaften und Funktionen

Die Ermittlung der Änderungsprioritätszahlen (APZ) in Phase 1 (Kapitel 4.1.1) zeigt, dass für verschiedene Produkteigenschaften und -funktionen unterschiedlich häufig neue Lösungen vorgesehen werden. Das ist beispielsweise auf eine unterschiedlich hohe Konsumentensichtbarkeit der Funktionen, auf die unterschiedliche Dynamik der zugrundeliegenden Trends oder auch auf strategische oder wettbewerbsbezogene Gründe zurückzuführen. Basierend auf zwei Informationsbestandteilen lässt sich bereits eine erste generische High-Level-Roadmap erstellen (vgl. Abb. 4.5): (1) Frequenz der Einführungen neuer Feature (vgl. Schalenmodell in Kapitel 4.1.1) und (2) Kenntnis, wann das letzte Mal oder das nächste Mal (bereits festgelegt) ein entsprechendes Feature bereitgestellt wurde bzw. sein wird.

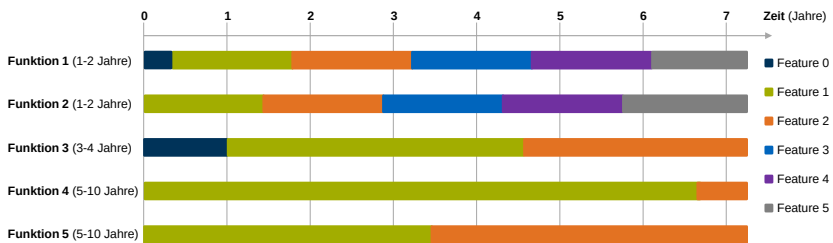


Abb. 4.5 Generische High-Level-Roadmap für Feature-Entwicklungen

Betrachtung definierter Zeitpunkte

Die generische Roadmap kann durch die Betrachtung bekannter, definierter Zeitpunkte, zu denen die Bereitstellung neuer Features sinnvoll ist, optimiert werden. Dabei kann es sich um extern definierte Zeitpunkte handeln (z. B. Messen), zu

denen neue Lösungen präsentiert werden. Auch Zeitpunkte, zu denen rechtliche Änderungen neue Lösungen erzwingen, zeitlich bekannte Wettbewerberaktivitäten oder auch eine terminierte Trenddynamik, die die Reaktion zu einem definierten Zeitpunkt nahelegen, sind zu betrachten. Auch intern festgelegte Zeitpunkte aus der Marketingstrategie oder anderen übergeordneten Überlegungen können Zeitpunkte für die Bereitstellung neuer Feature vorgeben. Besonders zu berücksichtigen ist dabei die Planung der vorgesehenen Produkteinführungen und Weiterentwicklungen in der Produktprogrammstrategie, welche aus einer vorhandenen Produkt-Roadmap¹⁶ abgelesen werden kann. Dafür ist die in Abb. 4.6 dargestellte Tabelle hilfreich. Ist eine Funktion für ein bestimmtes Produkt besonders relevant, so wird aus dem Termin der geplanten Produktweiterentwicklung (im Beispiel April 2020, Evolution von Produkt 2) ein Termin abgeleitet, wann die Entwicklung eines Features abgeschlossen sein muss, um im neuen Produkt angeboten zu werden. Der ursprüngliche Termin aus der Feature-Frequenz (Mai 2020, Feature 4 der Funktion 1) wird dann entsprechend angepasst.

Schale	Funktion	Feature	Relevanz	Produkt 1		Produkt 2		Produkt 3		Produkt Zeit-implikation
				Launch 100	Evolution 80	Launch 90	Evolution 100	Launch 80	Evolution 10	
1-2 Jahre	Funktion 1	1	11.2015	Lead Produkt		Key Feature				09.2015
		2	05.2017							
		3	11.2018		Lead Produkt				Nice to have	09.2019
		4	05.2020				Lead Produkt			04.2020
		5	11.2021							
1-2 Jahre	Funktion 2	1	01.2015	Key Feature				Key Feature		04.2016
		2	07.2016			Lead Produkt				
		3	01.2018		Key Feature					
		4	07.2019						Key Feature	
		5	01.2021							
3-4 Jahre	Funktion 3	1	11.2015	Key Feature	Nice to have	Key Feature	Nice to have	Lead Produkt		06.2015
		2	05.2019						Lead Produkt	09.2019
		3	11.2022							
5-10 Jahre	Funktion 4	1	09.2020				Lead Produkt			04.2020
		2	03.2028							
5-10 Jahre	Funktion 5	1	05.2017		Nice to have		Nice to have		Nice to have	
		2	11.2024							

Abb. 4.6 Tabelle zur Verknüpfung zukünftig vorzusehender Feature mit Informationen aus der Produktprogrammstrategie

Relative zeitliche Abstimmung der Feature-Entwicklungen

Die bisherige Roadmap stellt eine idealisierte Auflistung dar, wann ein neues Feature vorgesehen werden sollte. Da von begrenzten internen Kapazitäten ausgegangen werden muss, ist es notwendig die Feature-Entwicklungen aufeinander abzustimmen und zu priorisieren. Ausgehend von der groben Abschätzung des Aufwands zur Realisierung neuer Features erfolgt eine Kapazitätsbetrachtung. Die

¹⁶ Die Produkt-Roadmap wird von den strategischen Abteilungen (Marketing und Strategie) erstellt. Hier fließen Betrachtungen unterschiedlicher Kundensegmente mit ein.

nötige Priorisierung erfolgt dann hinsichtlich der externen und internen Relevanz eines Features.

Die externe Relevanz beschreibt, wie sehr von den Konsumenten ein neues Feature zur Realisierung der jeweiligen Funktion gewünscht ist. Für diese Einschätzung kann der Wert (*K*) *Änderungen für Konsumenten und Wettbewerbsfähigkeit* aus der APZ-Methode herangezogen werden.

Die interne Relevanz eines Features beschreibt, wie gut es zum Produktportfolio und den übergeordneten strategischen und marketingseitigen Überlegungen des Unternehmens passt. Dabei kann angenommen werden, dass ein Feature aus interner Sicht besonders relevant ist, wenn es als wichtiger Bestandteil in vielen und umsatzrelevanten Produkten vorgesehen werden soll. Zusätzlich zeigt der Abgleich von Features und Produkten, wie wichtig einzelne Feature für die verschiedenen Produktfamilien sind (vgl. Einteilung in *Lead Product*, *Key Feature* und *Nice to have* in Abb. 4.6). Durch die Quantifizierung der Einteilung und unter Berücksichtigung unterschiedlicher relativer Wichtigkeiten verschiedener Produkte und Evolutionsstufen lässt sich eine Gesamtbewertung ableiten. Diese spiegelt die interne Relevanz der verschiedenen Features wider. Die resultierende Gesamtbewertung der internen Relevanz der Feature wird (normiert und gegebenenfalls gewichtet) mit der Bewertung der externen Relevanz der jeweils zugrundeliegenden Eigenschaften und Funktionen multipliziert. Auf diese Weise wird die Gesamtrelevanzbewertung gebildet, die zur Priorisierung benötigt wird.

Im Anschluss werden die einzelnen zu planenden Features zur Erfüllung der Anforderungen gemäß ihrer momentanen zeitlichen Planung sowie der Relevanz- und Aufwandsbewertung aufgetragen (vgl. Abb. 4.7). Die zu erwartenden Aufwände in Mannmonaten werden von Experten abgeschätzt.

Feature	Gesamtpriorität / Aufwand	Umsetzung	Aufwand (Mann-Monate)	Start Entwicklung	Ende Entwicklung
Feature 1	100,0	ja	50	07.2014	06.2015
Feature 2	80,4	ja	30	07.2014	09.2015
Feature 3	73,1	ja	40	04.2016	01.2018
Feature 4	52,1	ja	30	09.2018	04.2020
Feature 5	42,2	ja	40	01.2015	04.2016
Feature 6	35,7	ja	30	05.2017	09.2018
Feature 7	33,8	ja	50	06.2015	09.2019
Feature 8	17,4	nein	40	07.2014	01.2015
Feature 9	13,1	ja	40	01.2018	07.2019

Abb. 4.7 Tabelle zur Priorisierung und zeitlichen Planung von Feature-Entwicklungen in der Zukunft

Parallel dazu kann der erwartete Ressourcenbedarf, beispielsweise wie in Abb. 4.8, dargestellt werden. Durch Anpassung der Start- und Endpunkte der Entwicklung und durch Priorisierung der Feature-Entwicklungsprojekte kann dann die Auslastung der Entwicklung optimiert werden.

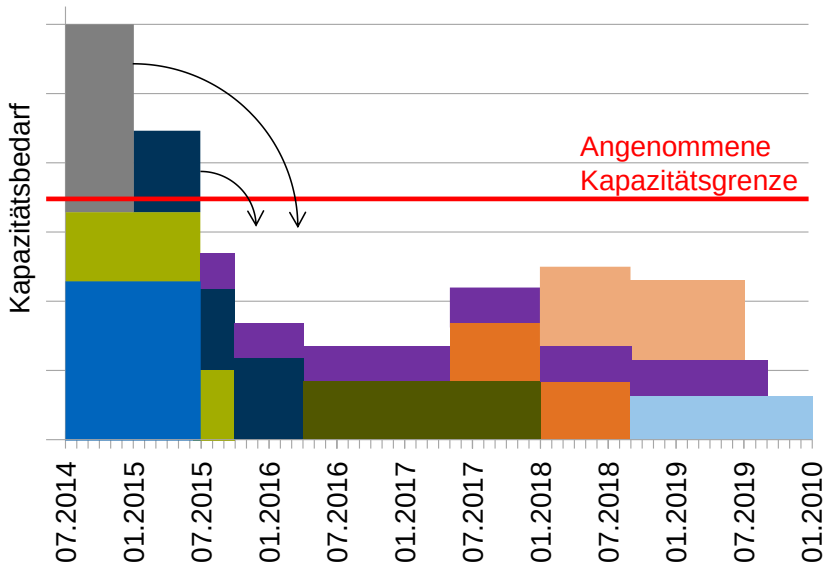
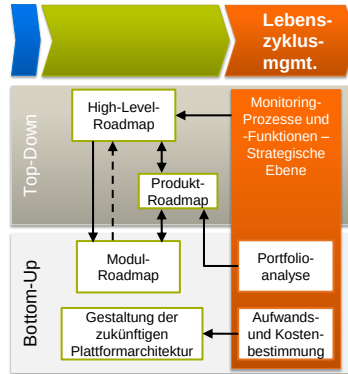


Abb. 4.8 Diagramm zur Kapazitätsbetrachtung zukünftiger Feature-Entwicklungen

Kontinuierliches Roadmapping

Für kleinere Planungshorizonte (z. B. ein Jahr) wird die lösungsneutrale High-Level-Roadmap regelmäßig detailliert. Für vorgesehene neue Feature wird dabei die technische Implementierung einer neuen Lösung festgelegt. Die damit verbundenen Entwicklungsaktivitäten werden auf Basis der Produkt-Roadmap in Produktentwicklungsprojekten geplant. Hier steht die Koordination von Vorentwicklung der Features (prinzipielle Lösungsbereitstellung) und Serienentwicklung (Integration neuer Features in ein Produkt) im Vordergrund. Die detaillierte Planung der lösungsspezifischen Features sowie des Entwicklungsaufwands erfolgt in der Modul-Roadmap aus der Bottom-Up-Perspektive (siehe Kapitel 4.2.2).

4.1.3 Planung des Lebenszyklusmanagements



Beteiligte Rollen

Experten aus Portfolio- und Produktmanagement (strategische und operative Abteilung)

Inputs

- Dynamische Einflussfaktoren
- Änderungsprioritätszahlen (APZ)
- High-Level-Roadmap
- Richtlinien für Variantenmanagement
- Aufbauorganisation des betrachteten Produktbereichs
- Liste allgemeiner VSM Funktionen¹⁷

Outputs

- Kontextspezifische Kontrollfunktionen
- In bestehende Strukturen integrierbarer Kontrollmechanismus basierend auf Prinzipien des VSM

Eingesetzte Methoden

Viable System Model (VSM)⁷

Die im Kapitel 4.1.2 vorgestellte Roadmapping-Methode auf strategischer Ebene ermöglicht es, funktionale Änderungen basierend auf definierten Zeitpunkten und determinierter Flexibilität zu planen. Unbeantwortet bleibt bisher allerdings die Frage, wie auf unvorhergesehene Umweltereignisse reagiert werden kann, die eine Anpassung des Plattformsystems im Laufe dessen Lebenszyklus (vgl. Abb. 4.9) erfordern könnte. Aus diesem Grund wird in dieser Phase das Lebenszyklusmanagement (LZM) für Plattformsysteme adressiert. Das LZM zielt darauf ab alle im Laufe des Lebenszyklus generierten Daten und Informationen zu integrieren

¹⁷ SCHMIDT et al. 2014

und daraufhin die Plattform zu optimieren. Dafür wird ein Kontrollmechanismus auf Basis des *Viable System Models (VSM)*⁷ eingeführt, der eine zielgerichtete und schnelle Adaption des Plattformsystems ermöglichen soll. Die Anpassungen werden primär über eine aktualisierte High-Level-Roadmap eingesteuert. Ergänzend dazu werden in Kapitel 4.2.3 Maßnahmen zur Erfolgskontrolle des Variantenspektrums sowie zur Bestimmung von Aufwänden und Komplexitätskosten von Variantenänderungen beschrieben. Diese unterstützen das LZM aus der Bottom-Up-Perspektive.

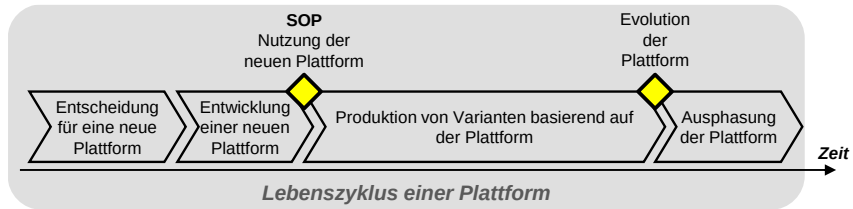


Abb. 4.9 Lebenszyklus einer Plattform

Das Viable System Model (VSM)

Unternehmen ringen angesichts zunehmender Komplexität aufgrund externer Einflüsse und interner Prozesse nach neuartigen Organisationsstrukturen. Diesbezüglich bieten Methoden aus dem Bereich der Management-Kybernetik vielversprechende Möglichkeiten, welche Unternehmen bei Problemstellungen in einem dynamischen Umfeld unterstützen. Die zentrale Methode ist das von Stafford Beer¹⁸ begründete *Viable System Model (VSM)*⁷. Es wird für den hier vorgestellten Kontrollmechanismus von Plattformen verwendet und im Folgenden kurz erläutert.

Das VSM verfolgt im Gegensatz zu den üblicherweise verwendeten hierarchischen Organisationsmodellen einen rein auf Funktionalität ausgelegten Ansatz. Fünf Systeme (S1-S5) erfüllen dabei grundlegende Hauptfunktionen:

- S5 – *Identität*: Gibt Werte und übergeordnete Ziele der Organisation vor.
- S4 – *Intelligenz*: Plant die zukünftige Strategie, basierend auf den Rahmenbedingungen aus S5 und überwacht Umwelteinflüsse.
- S3 – *Kontrolle*: Überwacht Ressourcenverwendung in aktuellen Prozessen und auditiert Tätigkeiten in S1; verhandelt mit S4 bei nötigen Änderungen.
- S2 – *Koordination*: Steuert die Selbstorganisation zwischen den S1 Einheiten.

¹⁸ BEER 1984

- **S1 – Operationale Einheiten:** Hier wird der Zweck der Organisation in operative Tätigkeiten umgesetzt.

Die Systeme S3, S4 und S5 bilden das Management im VSM (siehe Abb. 4.10, links). Die einzelnen Systeme S1-S5 sind mit Kommunikationskanälen miteinander verbunden und regulieren sich gegenseitig durch Rückkopplung. Jede operationale Ebene S1 besitzt rekursiv wiederum ein eigenes Management mit darunterliegenden operationalen Einheiten (vgl. Abb. 4.10, rechts). Diese wiederkehrende Struktur ermöglicht ein autonomes Arbeiten der einzelnen Rekursionsebenen innerhalb der gegebenen Richtlinien von übergeordneten Rekursionsebenen.

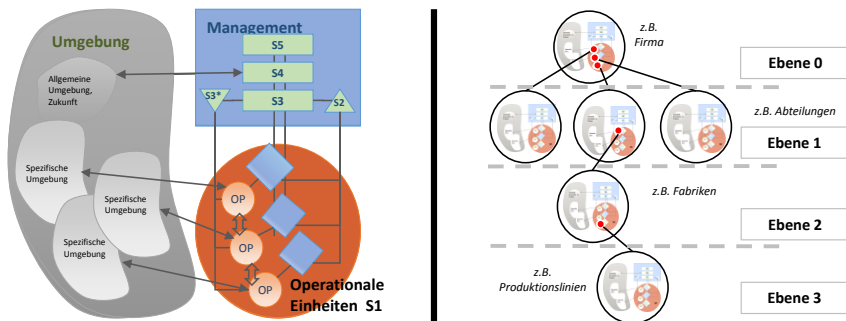


Abb. 4.10 Struktur des Viable System Models nach Stafford Beer (li.) und Rekursionsebenen (re.)

Durch das Prinzip der Autonomie jedes einzelnen Viable Systems in S1 wird nur bei nicht selbstregulierbaren Problemen die nächsthöhere Ebene informiert. Die Informationsvielfalt hin zu höheren Systemen (z. B. von S1 nach S3) innerhalb der Rekursionsebenen wird dabei ebenso wie hin zu höheren Rekursionsebenen (z. B. Ebene 2 zu Ebene 1) reduziert, bzw. andersherum verstärkt. Diese Prinzipien der Autonomie, Selbstregulierung, Rückkopplung und Informationsreduktion bzw. -verstärkung über integrierte Kommunikationssysteme sind wichtige Eckpfeiler zur Komplexitätsbeherrschung in dieser funktional ausgerichteten Organisation.

Entwicklung eines Kontrollmechanismus für das Lebenszyklusmanagement von Plattformsystemen

Das VSM mit seinen allgemeinen Funktionen dient als Ausgangspunkt für ein strategisches Lebenszyklusmanagement (LZM) von Plattformen. Bestehende Strukturen in Organisationen sind oft über mehrere Jahre gewachsen und verfügen

häufig bereits über Funktionen, welche auch für das VSM benötigt werden. Trotz der Notwendigkeit neuer Organisationsmodelle zeigen Unternehmen meist eingeschränkte Bereitschaft, die existierenden Strukturen während des laufenden Geschäftsprozesses auszutauschen. Daher liegt das Ziel bei der Erstellung eines Kontrollmechanismus für das LZM von Plattformsystemen darin, die Integrierbarkeit des Mechanismus in bereits bestehende Prozesse und Strukturen zu gewährleisten. In Abb. 4.11 sind die Prozessschritte zur Erstellung eines Kontrollmechanismus dargestellt. Darin existiert die Unterteilung in eine abstrakte kybernetische Ebene, welche die Eigenschaften des VSM adressiert, und in die zugrunde liegende Organisationsebene bestehender Hierarchien und Strukturen. Zur Erstellung eines Kontrollmechanismus wird zuerst in den Schritten 1-4 die organisatorische Gestaltung vorgenommen, bevor der eigentliche Kontrollprozess in Schritt 5 definiert werden kann.

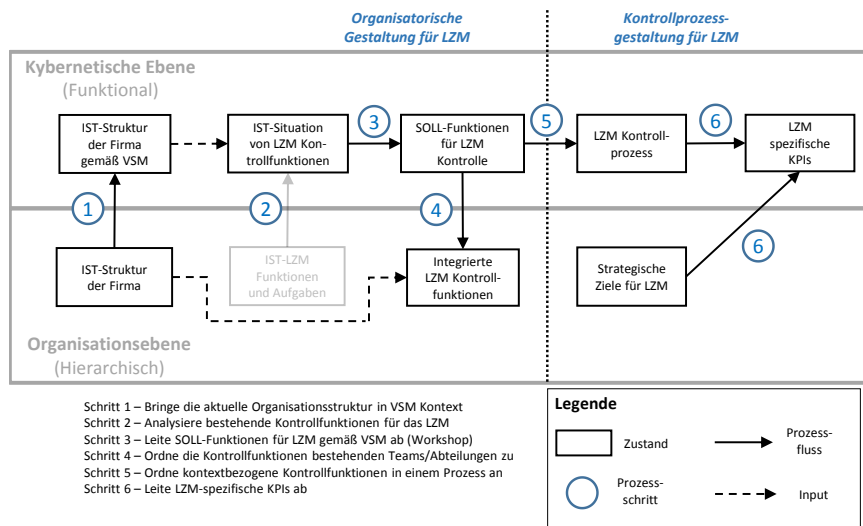


Abb. 4.11 Methodisches Vorgehen zur Erstellung eines Kontrollmechanismus für LZM von Plattformen

Organisatorische Gestaltung für das LZM von Plattformsystemen:

Schritt 1: Zu Beginn werden die aktuell bestehenden Prozesse und Zuständigkeiten für einzelne Tätigkeiten im Unternehmen analysiert. Basierend auf dieser Analyse wird die Struktur mit dem idealen VSM verglichen und so das Unternehmen als *Viable System* modelliert.

Schritt 2: Dieser Schritt findet nur statt, falls im Unternehmen bereits Funktionen

zur Überwachung des Plattformsystems vorhanden sind. Diese bestehenden Funktionen und Aufgaben für das LZM werden analysiert und mit einer Liste mit generischen Funktionen der einzelnen Systeme S1-S5 aus der VSM-Literatur¹⁹ abgeglichen.

Schritt 3: Die allgemein für ein VSM benötigten Funktionen werden in diesem Schritt in kontextbezogene Kontroll-Funktionen übersetzt. Diese umfassen Funktionen, die für einen Kontrollmechanismus im Kontext von LZM von Plattformsystemen im betrachteten Unternehmen notwendig sind. Dies findet in einem Workshop mit betroffenen Fachbereichsleitern aus den strategischen Abteilungen statt.

Schritt 4: Die in Schritt 3 abgeleiteten Kontrollfunktionen für LZM von Plattformen werden den bestehenden Teams und Abteilungen der Organisation zugeordnet. Als zusätzlicher Input dient die Abbildung der bestehenden Organisation als VSM aus Schritt 1. Für die Zuordnung der einzelnen Funktionen kann z. B. eine Domain Mapping Matrix (DMM, siehe [Multiple Domain Matrix](#)⁷) verwendet werden.

Gestaltung des Kontrollprozesses für das LZM von Plattformen

Schritt 5: Die in Schritt 3 abgeleiteten Funktionen der einzelnen VSM-Systeme für das LZM von Plattformen werden in diesem Schritt in einem funktionalen Prozess angeordnet. Die Funktionen werden dabei zuerst in die drei Kategorien *normatives*, *strategisches* und *operatives Management* eingeteilt und anschließend in eine logische Abfolge gebracht. Dieses Vorgehen zur Erstellung des Kontrollprozesses wird im folgenden Unterkapitel genauer erläutert.

Schritt 6: Damit der Kontrollprozess in der Praxis funktionieren kann, müssen Indikatoren (Key Performance Indicators – KPIs) definiert werden. Sie dienen der Leistungskontrolle und sind eine Messgröße für die aktuelle und künftige Entwicklung von erfolgsrelevanten Prozessen. KPIs werden aus strategischen Zielen und kritischen Erfolgsfaktoren einer Organisation abgeleitet, ständig überprüft und weiterentwickelt.

Vorgehen zur Ableitung des Kontrollprozesses

In diesem Abschnitt wird das Vorgehen zur Ableitung des funktionalen Kontrollprozesses eingehender beschrieben (siehe Abb. 4.12).

¹⁹ SCHMIDT et al. 2014

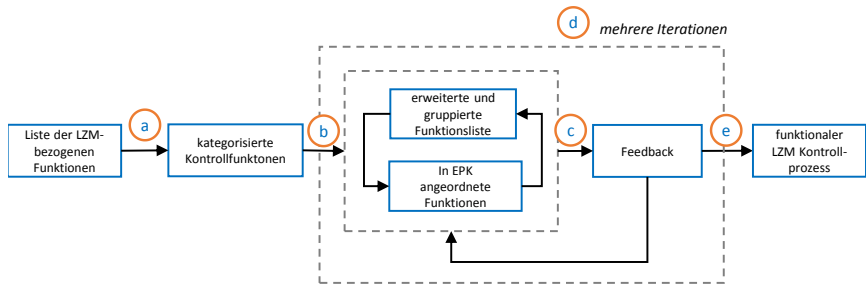


Abb. 4.12 Detailliertes Vorgehen zur Ableitung des funktionalen Kontrollprozesses (Schritt 5)

Schritt 5a: Grundlage für die Entwicklung des Kontrollprozesses sind die kontextbezogenen Funktionen des VSM, die in Schritt 3 in Experten-Workshops abgeleitet wurden. Diese Funktionen der jeweiligen Systeme S1-S5 gemäß VSM werden anschließend in die Kategorien *normatives*, *strategisches* und *operatives* Management eingeteilt. Die Einteilung bildet eine Aufteilung in die Kontrolle von externen (*strategisch*) und internen Einflüssen (*operational*), welche wiederum generelle Ziele (*normativ*) beeinflussen können.

Schritt 5b: Nach der Grobeinteilung folgt die detaillierte Anordnung der einzelnen Funktionen zu einem Gesamtablauf. Zur Darstellung wird die Methode der ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) verwendet, da diese eine praxisgetreue Abbildung des Kontrollprozesses sowie möglicher auftretender Ereignisse erlaubt. Im Rahmen von Workshops mit Mitarbeitern der strategischen Abteilungen werden die noch abstrakten kontextbezogenen VSM-Funktionen iterativ in Teilprozesse detailliert. Dieses Vorgehen des Anordnens und Erweiterns von Teilprozessen wird so lange durchgeführt, bis der Kontrollprozess mit allen notwendigen Rückkopplungen und möglichen Ereignissen stimmig erscheint.

Schritt 5c: Der entworfene Kontrollprozess wird in einem Workshop überprüft, indem der Prozess auf logische Fehler (z. B. logische Operatoren und Verweise zu Subprozessen) untersucht wird. Außerdem wird in dem Workshop Feedback von Plattformsystemexperten der betrachteten Organisation eingeholt. Die Verbesserungsvorschläge werden sukzessive in den Kontrollprozess integriert.

Schritt 5d: Die Schritte 5b und 5c werden in mehreren Iterationen durchgeführt, was zu einer stetigen Verbesserung des Kontrollprozesses führt.

Schritt 5e: Nach mehreren Iterationen von Funktionsanordnung, -erweiterung und Prozessvalidierung entsteht ein funktionaler Kontrollprozess.

Um einen realen Kontrollmechanismus in einer Organisation abzubilden, sind die beschriebenen Vorgehensschritte 5a-5e für mehrere Rekursionsebenen durchzuführen (vgl. Abb. 4.10, rechts). Da die operationalen Einheiten in System S1 innerhalb eines vorgegebenen Rahmens höherer Ebenen autonom arbeiten, sind an manchen Prozessstellen Rückkopplungen bzw. Sprünge zwischen den Rekursionsebenen darzustellen.

Der erstellte Kontrollmechanismus ermöglicht die kontinuierliche Kontrolle und Anpassung des Plattformsystems über dessen kompletten Lebenszyklus. Durch diese Vorgehensweise wird die in den Phasen 1 und 2 entwickelte Modul- und Plattformstrategie also stetig überarbeitet und verkörpert dadurch eine zyklengerechte Modul- und Plattformdenkweise.



Lessons Learned: Entwicklung Kontrollprozess für LZM

- Für ein ausreichendes Verständnis des entwickelten Kontrollprozesses sollte der Anwender ein fundiertes Wissen über das VSM besitzen.
 - Zur Erstellung eines realitätsgetreuen Kontrollmechanismus sind mehrere Iterationen mit unterschiedlichen Sichtweisen notwendig, da hierdurch viele Unstimmigkeiten aufgedeckt werden können.
 - Einige Funktionen und Ereignisse im Kontrollprozess sollten zu Teilprozessen gruppiert werden, um die Übersicht zu gewährleisten.
 - Die Änderung von Rahmenbedingungen oder Richtlinien in einer Rekursionsebene erfordert eine Einflussanalyse in anderen Ebenen.
 - Barrieren in hierarchischer Denkweise werden durch Denken in Funktionen und deren rekursiver Zusammenhänge überwunden.
-

4.2 Bottom-Up-Vorgehen

Das Vorgehen zur Festlegung der zyklengerechten Modul- und Plattformarchitektur aus der Bottom-Up-Perspektive (siehe Abb. 4.13) basiert auf der Analyse der aktuellen Änderungsfähigkeit der angebotenen Produktvarianten. Durch Kombination einer analytischen Merkmalsprognose mit der im Top-Down-Vorgehen bestimmten Änderungsprioritätszahl (APZ) wird in der ersten Phase der benötigte Umfang der Plattformflexibilität ermittelt. In der zweiten Phase wird darauf hin die zyklengerechte Plattformarchitektur entwickelt. In Abstimmung mit der High-Level-Roadmap wird in dieser Phase außerdem die Modul-Roadmap erstellt, welche die benötigten Entwicklungsaktivitäten unter Berücksichtigung der Entwicklungskapazitäten plant. In der dritten Phase werden zum einen der Markterfolg der von der Plattform abgeleiteten Produktvarianten ermittelt, zum anderen die Kosten und Aufwände, um neue Produktvarianten zu erstellen. Die Methoden und deren Ergebnisse liefern dem Controlling-Prozess des Top-Down-Vorgehens wichtige Informationen zur Entscheidungsfindung.

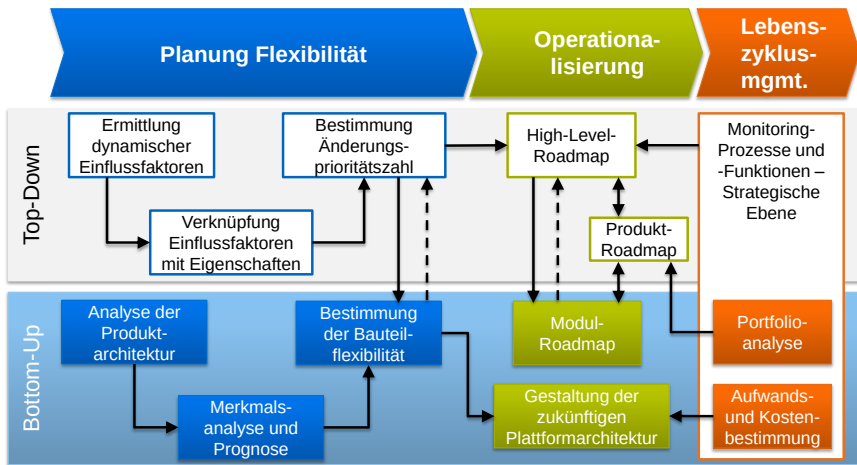
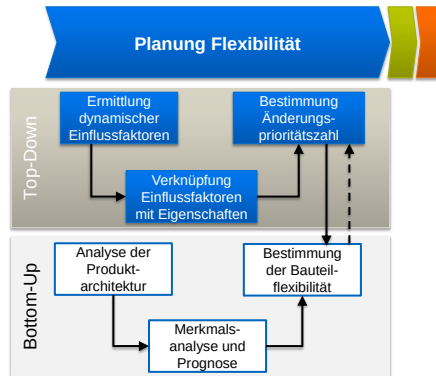


Abb. 4.13 Übersicht über das Bottom-Up-Vorgehen

4.2.1 Planung der Flexibilität



Beteiligte Rollen

Experten aus strategischen (Marketing, Variantenmanagement, Produktfamilien-Verantwortliche) und technischen Abteilungen (Technik, Entwicklung)

Inputs

- Stücklisten
- Expertenwissen
- Daten über Variantenhistorie
- Änderungsprioritätszahlen (APZ)

Outputs

- Verschiedene Modulkonzepte, kennzahlenbasierte Kategorisierung der Produktarchitektur, Standardisierungs-/Differenzierungsgrad, Analyse, Prognose sowie änderungsspezifische Klassifizierung der Variantenmerkmale und -ausprägungen, Klassifizierung der Bauteile bezüglich der benötigten Flexibilität

Eingesetzte Methoden

Merkmalsbaum²⁰, Experteninterviews²¹, Design Structure Matrix und Domain Mapping Matrix (siehe Multiple Domain Matrix²¹), Clustering²⁰, Graphen²¹, Kommunalitätsanalyse²¹, Prognose²¹, Zeitreihenanalyse und -prognose²¹, ARIMA²², Monte Carlo Simulation²³

²⁰ BACKHAUS ET AL. 2010, GAUSEMEIER ET AL. 1996, LINDEMANN 2009, SACHS 2004, EPPINGER & BROWNING 2012

²¹ LINDEMANN 2009

²² MERTENS & RÄSSLER 2012

²³ JOHANSEN 2010, KROESE ET AL. 2013

In dieser Phase wird im Bottom-Up-Ansatz einerseits der aktuelle Stand der Produktfamilie erfasst und analysiert, andererseits auch die zukünftig benötigte Bauteilflexibilität systematisch ermittelt. Dadurch werden die Plattform- und Nicht-Plattform-Elemente definiert und die Grundlage für die Entwicklung der modularen Produktplattform gelegt.

Analyse der Produktfamilie und deren Produktarchitektur

Die erste Phase der Flexibilitätsplanung umfasst die Aufnahme und Beschreibung der existierenden Plattform- und Modulstruktur sowie der unterschiedlichen Größen, die die Produktfamilie beschreiben.²⁴ Dafür werden in Expertengesprächen Variationsmerkmale (z. B. Größe, Leistung, Farbe) gesammelt. Für einen schnellen Zugriff auf alle angebotenen Varianten können diese in einem Merkmalsbaum²⁵ dargestellt werden.

Die Plattform- und Modulstruktur der Produktfamilie wird mit Hilfe von Analysemethoden des Strukturellen Komplexitätsmanagements²⁵ beschrieben. Dazu werden in verschiedenen Experteninterviews²⁶ mit Mitarbeitern der Entwicklungsabteilung und mit Hilfe technischer Dokumente die Abhängigkeiten zwischen den Bauteilen²⁶ eines Referenzproduktes in einer Design Structure Matrix (DSM) aufgenommen. Dazu können verschiedene Arten von Abhängigkeiten eingesetzt werden, z. B. geometrische, stoffliche und energetische Abhängigkeiten aber auch änderungsbedingte oder informationsbedingte Abhängigkeiten. Überdies werden die organisatorischen Zuständigkeiten der Entwicklungsteams für die jeweiligen Komponenten hinterlegt, um so produktbedingte Schnittstellen in der Organisation zu identifizieren. Die Verknüpfung der technischen Funktionen zu deren realisierenden Bauteilen wird in einer Domain Mapping Matrix (DMM) aufgenommen. Mit Hilfe statistischer Analysen werden die Abhängigkeiten zwischen technischen Funktionen und deren realisierenden Bauteilen analysiert. Zum Beispiel wird die Anzahl der Bauteile pro Funktionen ermittelt, um so Rückschlüsse auf die Modularität des Produktes zu schließen oder im Produkt verteilte Funktionen zu identifizieren.

Auf Basis der Abhängigkeiten zwischen den Bauteilen untereinander, den Funktionen untereinander sowie zwischen den beiden Domänen kann die Kritikalität der Bauteile aus den beschriebenen Sichten bestimmt werden. Durch die Kritikalität

²⁴ BAUER et al. 2013a

²⁵ LINDEMANN et al. 2009

²⁶ BAUER et al. 2013b

wird die Rolle eines Elements in Strukturen beschrieben.²⁷ Elemente mit hoher Kritikalität sind sehr stark in die jeweilige Struktur eingebunden und können bei Änderungen viele weitere Elemente beeinflussen. Dies zieht einen tendenziell höheren Änderungsaufwand nach sich. Diese Information gibt bereits erste Hinweise darauf, wie „änderbar“ ein Element aus struktureller Perspektive ist. Je geringer die Kritikalität eines Elements, desto höher seine Flexibilität.²⁸

Weiterhin wird aus den aufgenommenen Abhängigkeiten und Informationen die aktuelle Modulstruktur bestimmt. Dazu werden Modulkonzepte aus verschiedenen Perspektiven unter Verwendung stärkebasierter Graphen und Clustering (siehe Abb. 4.14) abgeleitet:

- Technische Module unter Berücksichtigung der aktuellen Zuständigkeiten sowie der Schnittstellen (1.), um die benötigte Koordination in der Entwicklung und bei Änderungen zu bestimmen.²⁹
- Module aus rein technischer, physischer Schnittstellensicht (2.), was die Montageperspektive widerspiegelt.
- Funktionale Module (3.), in denen Bauteile, die dieselben Funktionen realisieren, gruppiert sind.
- Variantenperspektive (4.), in der die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der in allen Produktvarianten innerhalb der Produktfamilie verbauten Bauteile mittels einer Kommunalitätsanalyse⁷ identifiziert sind. Die Bauteile werden in Standard-, variante und einzigartige Bauteile³⁰ klassifiziert.

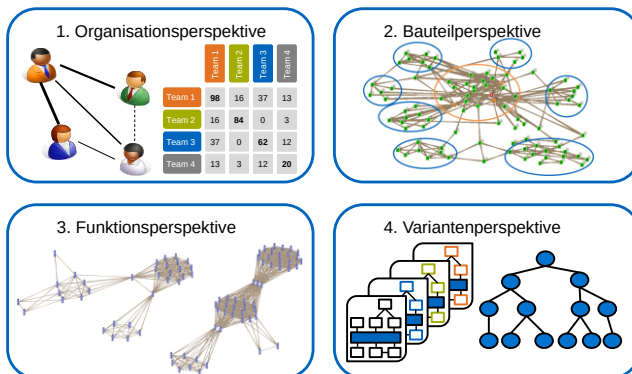


Abb. 4.14 Relevante Modularisierungsperspektiven³¹

²⁷ LINDEMANN et al. 2009 und BAUER et al. 2013a

²⁸ BAUER et al. 2013a

²⁹ BAUER et al. 2013b und BAUER et al. 2014b

³⁰ THEVENOT & SIMPSON 2007

³¹ MAURER et al. 2014

Das Wissen über den Aufbau der betrachteten Produktfamilie, der plattform- und variantenbeschreibenden Merkmale sowie verschiedener struktureller Zusammenhänge bildet die Basis für eine spätere zyklenorientierte Gestaltung der Plattformarchitektur.

Analyse vergangener Änderungen sowie Antizipation zukünftiger Entwicklungen

Der zweite Schritt beinhaltet die Antizipation zukünftiger Entwicklungen aus technischer Sicht. Ergänzend zu den im Top-Down-Ansatz in Experteninterviews aufgenommen dynamischen Einflussfaktoren wird im Bottom-Up-Ansatz ein dreistufiges mathematisches Analyse- und Prognoseverfahren auf Merkmalsebene³² angewendet (siehe Abb. 4.15). Dazu werden produktfamilien- und variantenbeschreibende Merkmale genutzt.

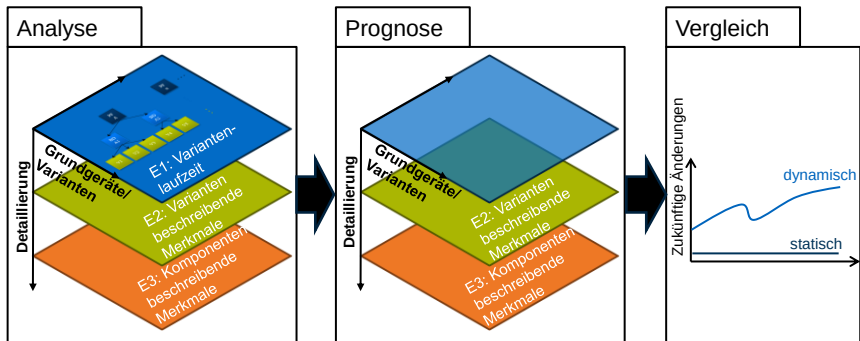


Abb. 4.15 Vorgehen zur Analyse historischer Änderungen sowie Antizipation zukünftiger Entwicklungen³³

In der ersten Stufe werden die Änderungsaktivität und Entwicklungsrichtung dieser Merkmale und ihrer Ausprägungen in einer historischen Analyse des Variantenspektrums identifiziert. Sie wird auf drei Detaillierungsebenen durchgeführt. Auf der obersten Ebene wird der Lebenszyklus der Varianten basierend auf deren marktbezogenem Start- und Enddatum visualisiert. Dabei können die verschiedenen Laufzeiten der über die Zeit angebotenen Varianten identifiziert und die verfolgte Variantenmanagementstrategie abgeleitet werden. Auf der zweiten Ebene werden die absoluten und relativen Wechsel der Variationsmerkmale und ihrer

³² BAUER et al. 2014c

³³ BAUER et al. 2014c

Ausprägungen mittels Zeitreihenanalysen↗ analysiert. Absolute Wechsel beschreiben, wie häufig sich eine Ausprägung eines Merkmals geändert hat, während die relativen Wechsel die Änderungshäufigkeit des Merkmals zwischen den einzelnen Varianten angeben. Die unterste, detaillierteste Ebene beschreibt die Änderungen von bauteilbeschreibenden Merkmalen unter Verwendung der absoluten und relativen Wechsel. Aus den gewonnenen Ergebnissen werden die Wachstumsgeschwindigkeit, vergangene Änderungsmuster (Trends) und die Aktivität der betrachteten Elemente bestimmt.

Aufbauend auf diesen Informationen wird ein mathematisches Prognosemodell erstellt, welches die zukünftige Entwicklung der Merkmale bestimmt. Diese mathematische Zeitreihenprognose↗ benutzt das sogenannte ARIMA-Verfahren³⁴ (Auto Regressive Integrated Moving Average) und eine Monte Carlo Simulation³⁵ zur systematischen Parametervariation. Die Prognose↗ findet nur auf den beiden untersten Merkmalsebenen statt. Dabei werden auch hier wieder die erwartete Wachstumsgeschwindigkeit, Änderungsmuster und die Aktivität der Merkmale sowie ihrer Ausprägungen bestimmt. Dies gewährleistet die Vergleichbarkeit der historischen Analyse und der Prognose.

Im letzten Schritt werden diese Kennzahlen, welche die Entwicklungsrichtungen der Merkmale in der Vergangenheit und innerhalb des Prognosezeitraums beschreiben, miteinander verglichen. So wird bestimmt, welche Variationsmerkmale robust oder flexibel gegenüber zukünftigen Änderungen gestaltet werden müssen.

Bestimmung der Robustheit und Flexibilität der Bauteile sowie deren Merkmale

In diesem Schritt wird der zukünftige Soll-Zustand der zyklengerechten Produktplattform festgelegt. Dies umfasst die Bestimmung der Bauteile und Merkmale, welche über den Lebenszyklus aus einer Änderungsperspektive robust oder flexibel sein müssen. Als Eingangsinformation dient einerseits die Änderungsprioritätszahl APZ↗ der Produkteigenschaften und -funktionen aus dem Top-Down-Ansatz. Andererseits werden die dynamischen Informationen aus der historischen Analyse und Prognose verwendet.

Zuerst werden die marktseitigen, kundenrelevanten Eigenschaften und Funktionen mit ihren realisierenden Bauteilen in einer Domain Mapping Matrix (siehe Multiple Domain Matrix↗), verknüpft. Da die Eigenschaften und Funktionen abstrakt

³⁴ MERTENS & RÄSSLER 2012

³⁵ JOHANSEN 2010, KROESE ET AL. 2013

beschrieben sein können, können auch die bekannten Zusammenhänge zwischen den technischen Funktionen und den Bauteilen als Transformationshilfe genutzt werden. Durch die bekannten Verknüpfungen dieser beiden Domänen kann eine indirekte Abhängigkeit zwischen den Produkteigenschaften und -funktionen und den Bauteilen abgeleitet werden.

Abhängig von der Dynamik der jeweiligen kundenrelevanten Produkteigenschaften und -funktionen werden die Bauteile anschließend in ein Schalenmodell eingeteilt. Trägt ein Bauteil zur Realisierung mehrerer Eigenschaften/Funktionen mit unterschiedlicher Dynamik bei, wird das Bauteil durch Extremwertbildung entsprechend der änderungsdynamischsten Eigenschaft bzw. Funktion klassifiziert.

Um genauer zu spezifizieren, welches Merkmal eines Bauteils flexibel sein muss, werden die einzelnen Merkmale der Bauteile auf Basis der jeweiligen Eigenschaften und Funktionen bestimmt und nach deren Dynamik charakterisiert. Da beispielsweise ein Türgriff zu der flexiblen Eigenschaft „Material des Griffs“ und Funktion „Auswahl an Farben bieten“ beiträgt, wird dieses Bauteil als flexibel eingestuft. Allerdings trägt das Bauteil auch zu der Eigenschaft „Geometrie des Griffs“ bei, welches als robust charakterisiert wird. Deshalb werden die Merkmale des Bauteils analog der Dynamik der jeweiligen Eigenschaft bzw. Funktion charakterisiert (siehe Abb. 4.16).

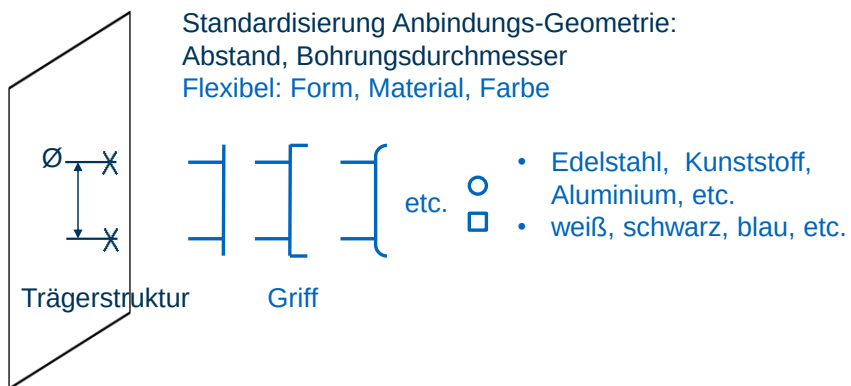


Abb. 4.16 Beispiel für die Charakterisierung der Merkmale³⁶

³⁶ MAURER et al. 2014



Lessons Learned: Festlegung der robusten Merkmale

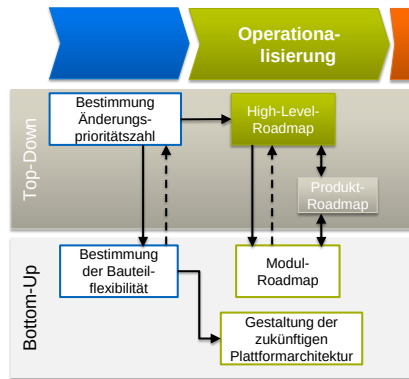
- Sind die Eigenschaften und Funktionen im Produkt verteilt und werden diese durch mehrere Bauteile erfüllt, werden durch die Extremwertbildung in der Regel viele Bauteile als flexibel klassifiziert.
 - Deshalb muss der Definition der Bauteilmerkmale besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.
 - Diese geben die ersten Architekturregeln für die spätere Plattformdefinition vor.
 - Die robusten Merkmale repräsentieren Standardisierungspotentiale für Bauteile und/oder Schnittstellen und sind Übernahmekandidaten in die zyklengerechte Produktplattform.
-

Nachdem die Merkmale der Bauteile hinsichtlich ihrer zeitlichen Dynamik charakterisiert sind, werden diese Ergebnisse mit denen der Merkmalsprognose abgeglichen. Auftretende Widersprüche sollten mit Experten in Workshops geklärt werden.

Jede Methode der Antizipation ist mit einer gewissen Unsicherheit verbunden. Durch das Zusammenführen zweier unterschiedlicher Methoden mit unterschiedlicher Datenbasis zu einem Gesamtergebnis können widersprüchliche Aussagen aufgedeckt und Gemeinsamkeiten identifiziert werden. Die Verknüpfung der mathematischen und expertenbasierten Modelle erhöhen so zum einen die Planungssicherheit, zum anderen die Aussagekraft und die Akzeptanz der Prognoseergebnisse.

Das Ergebnis dieses Schrittes ist die Klassifizierung der Bauteile sowie ihrer Merkmale hinsichtlich ihrer zukünftigen Änderungsdynamik. Das Resultat stellt eine wichtige Grundlage für den folgenden Schritt dar, der die zyklengerechte Gestaltung der Produktarchitektur adressiert.

4.2.2 Planung der Operationalisierung



Beteiligte Rollen

Experten aus strategischen (Planung) und technischen Abteilungen (Technik, Entwicklung)

Inputs

- Architekturanalysen, Bauteil- und Merkmalsflexibilität
- High-Level-Roadmap, konkrete Features

Outputs

- Zyklengerechte und dokumentierte Modul- und Plattformarchitektur
- Modul-Roadmap inkl. der notwendigen Modulüberarbeitungen /-neuentwicklungen sowie der Auslastung der Entwicklungsteams

Eingesetzte Methoden

Portfolio³⁷, Roadmapping⁷

In der zweiten Phase werden im Bottom-Up-Ansatz die Analyseergebnisse aus der ersten Phase genutzt, um eine zyklengerechte modulare Produktplattform unter Berücksichtigung der erwarteten Änderungen zu gestalten. Die erzeugte modulare Produktplattform wird mittels Architekturregeln und -standards dokumentiert. Dadurch wird die Entwicklung befähigt, diese Plattformarchitektur zu entwickeln.

Weiterhin wird – basierend auf der Änderungshäufigkeit der anzubietenden Features (vgl. Top-Down-Ansatz in Kapitel 4.1.1) – eine Modul-Roadmap entwickelt.

³⁷ BÜRGEL ET AL. 1996, LINDEMANN 2009, SEIBERT 1998

Diese stellt die mittelfristige Planung der zukünftigen Entwicklungsaktivitäten während der Nutzungsphase der Produktplattform auf Lösungsebene dar und berücksichtigt dabei die vorhandene Entwicklungskapazität.

Entwicklung der zyklenrobusten Modul- und Plattformarchitektur

Im diesem Schritt werden die Ergebnisse bezüglich der aktuellen Flexibilität und der zukünftig benötigten Flexibilität genutzt, um eine zyklenrobuste Architektur zu erstellen. Das heißt, dass die Bauteile in flexible Module oder Plattformmodulen gruppiert werden. Der analysierte Ist-Stand wird in den definierten Soll-Stand überführt.

Um ein Bauteil flexibel in einer Produktarchitektur einzubetten und somit viele effiziente Änderungen im Produktlebenszyklus zu realisieren, muss die aktuelle Änderungsfähigkeit in Form der Vernetzung des Bauteils betrachtet werden. Je weniger Schnittstellen ein Bauteil bereits besitzt, desto einfacher ist es eine Flexibilität zu realisieren. Hochvernetzte Bauteile sollten aus einer strukturellen Perspektive eher robust gehalten werden, da eine Änderung eines solchen Bauteils viele andere Bauteile ändern kann und somit die Änderung eine hohe Auswirkung im Gesamtsystem erzeugt. Um die Bauteile bezüglich ihrer Vernetzung und Änderungsauswirkung zu charakterisieren, wird die Kritikalität der Elemente aus der physischen und funktionalen Vernetzung berechnet. Die Kritikalität spiegelt die Rolle eines Elements in einer Struktur basierend auf der Anzahl ihrer Ein- und Ausgänge wider. Je höher die Kritikalität, desto sensibler ist das Element (in dieser Betrachtung das Bauteil) gegenüber Änderungen und sollte daher robust gehalten werden, zum Beispiel durch Standardisierung.

Für die Überführung der Ist-Architektur in eine zyklenrobuste Soll-Architektur werden die Kritikalität und die Dynamik der Bauteile in einem Kritikalitäts-Dynamik-Portfolio gegenübergestellt (siehe Abb. 4.17). Bauteile mit hoher Kritikalität und zeitlicher Robustheit sollten in die Plattform integriert werden, wohingegen wenig vernetzte und sich oft ändernde Bauteile für eine Implementierung in einem flexiblen Modul realisiert werden sollten.

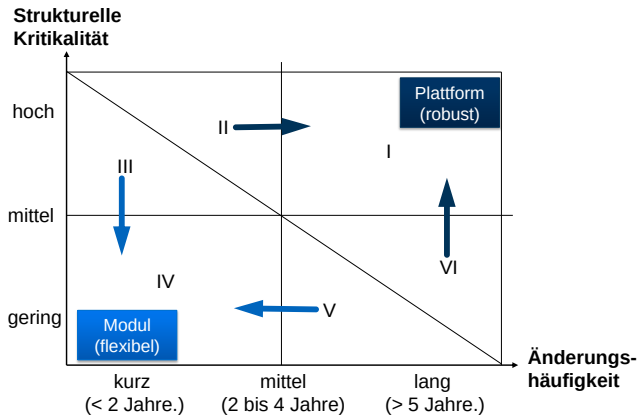


Abb. 4.17 Kritikalitäts-Dynamik-Portfolio³⁸

Das Portfolio ist in sechs Sektoren unterteilt (vgl. Abb. 4.17). Für jedes Feld sind Maßnahmen für die Bauteile und ihre Schnittstellen definiert, um eine zyklenrobuste Plattform- und Modularchitektur zu erzeugen:

- **Sektor I:** Bauteile in diesem Feld ändern sich während des geplanten Lebenszyklus sehr selten bis gar nicht und besitzen eine hohe Kritikalität. Deshalb werden diese Bauteile standardisiert und in die Plattform aufgenommen.
- **Sektor II:** Diese Bauteile ändern sich mäßig häufig, sind aber stark in die Struktur eingebunden. Wegen der hohen Kritikalität sollten sie in die Plattform integriert werden. Die häufigen Änderungen können zum Beispiel durch Überdimensionierung umgangen werden.
- **Sektor III:** Bauteile in diesem Sektor ändern sich sehr oft und besitzen eine hohe Kritikalität. Um die häufigen Änderungen mit vertretbarem Aufwand zu bewerkstelligen, sollten diese Bauteile in Module implementiert werden. So können die Änderungen in einem Modul gekapselt werden. Um die Kritikalität und somit die Änderungsauswirkung zu verringern, sollten die Schnittstellen des entsprechenden Bauteils standardisiert werden, so dass sich eine Änderung am Bauteil nicht fortpflanzen kann.
- **Sektor IV:** Diese Bauteile werden wegen ihrer geringen Kritikalität und hohen Änderungsdynamik in Modulen umgesetzt.
- **Sektor V:** Die Bauteile in diesem Sektor sollten ebenfalls Modulen zugeordnet werden. Sie besitzen eine geringe Kritikalität und ändern sich mehrmals im Laufe des Produktlebenszyklus. Sie können als produktdifferenzierende oder innovative Elemente des Produkts dienen.

³⁸ BAUER et al. 2013a und MAURER et al. 2014

- **Sektor VI:** Da diese Bauteile selten bis gar nicht geändert werden müssen, werden sie in die Plattform integriert. Dies kann beispielsweise durch Standardisierung und einer produktübergreifenden Verwendung des Bauteils realisiert werden.

Diese Handlungsempfehlungen befähigen die Entwicklungsabteilung, die aktuelle Plattformarchitektur so zu modifizieren, dass die benötigte Flexibilität bei gleichzeitiger Standardisierung realisiert wird.

Um die zyklenrobuste Gestaltung der Plattformarchitektur auch während des Produktlebenszyklus einzuhalten, müssen Architekturregeln definiert werden. Diese umfassen die Freiheitsgrade zur Pflege und geplanten Überarbeitung der flexiblen Module sowie Änderungsverbote, zum Beispiel für standardisierte Bauteile und Schnittstellen. In der Dokumentation sollten auch die Schnittstellen zwischen den Modulen festgehalten werden. Dafür wird das analog dem im ersten Schritt des Bottom-Up-Vorgehens erzeugte Modulkonzept, welches die Bauteilabhängigkeiten sowie organisatorischen Zuständigkeiten enthält, eingesetzt.³⁹ Jedes Entwicklungsteam kann so vor der Implementierung einer geplanten Änderung mit Hilfe dieses Modells eine Auswirkungsanalyse durchführen. So werden mögliche Auswirkungen auf andere Module identifiziert, die entweder durch geschickte Gestaltung vermieden oder proaktiv an das betroffene Modulteam kommuniziert werden. Neben den definierten Architekturregeln und möglichen Kommunikationspfaden können noch weitere Moduleigenschaften, wie z. B. die Dynamik der enthaltenen Bauteile, deren aktuelle Varianz, die definierten Architekturregeln sowie die vorhandenen Freiheitsgrade dokumentiert und den jeweiligen Entwicklungsteams zugänglich gemacht werden (siehe Abb. 4.18).

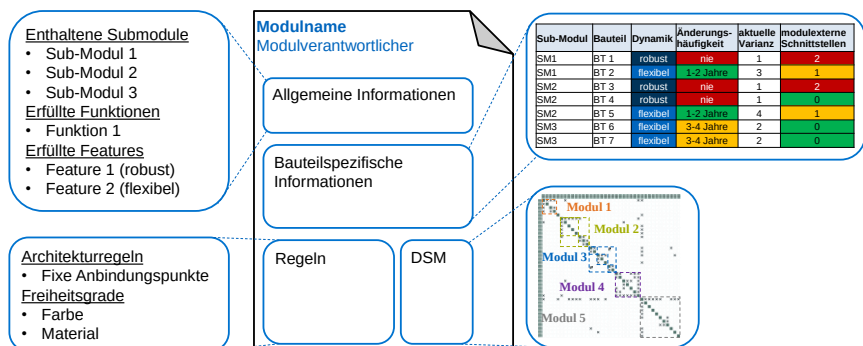


Abb. 4.18 Exemplarischer Modulsteckbrief

³⁹ BAUER et al. 2013b

Entwicklung von Modul-Roadmaps

Basierend auf der High Level Feature-Roadmap (siehe Kapitel 4.1.2), deren zeitliche Planung auf den dynamischen Einflussfaktoren und einer Marktsicht beruht, wird die Modul-Roadmap terminiert. Die Modul-Roadmap stellt die zeitliche Planung der Modul-Entwicklung dar (siehe Abb. 4.19 oben). Dies umfasst pro Modul die Dauer der Überarbeitung und der Pflege der Bauteile, wodurch neue Modulausprägungen für neue Varianten erzeugt werden. Außerdem können in einem Modul auch neue Bauteile hinzukommen, um neue Modulvarianten zu entwickeln, zum Beispiel bei der Einführung eines neuen Features.

Zur realistischen Durchführung der Modulentwicklungen und -überarbeitungen der Modul-Roadmap ist ein Abgleich dieser Planung mit den vorhandenen Entwicklungskapazitäten notwendig. Dazu wird pro Entwicklung die Dauer und somit die Auslastung pro Modulteam bestimmt. Dies geschieht über eine aktivitätenbasierte Bestimmung des Entwicklungsaufwands unter Berücksichtigung möglicher Änderungsauswirkungen (eingesetzte Methode und Toolunterstützung siehe Kapitel 4.2.3). Dadurch kann die Auslastung jedes Modulteams pro Zeitperiode bestimmt werden. Basierend auf dem Ergebnis der Auslastungsberechnung entsteht ein Informationsrückfluss der Modul- zur High-Level-Roadmap, um diese gegebenenfalls unter dem Auslastungsaspekt anzupassen. Die abstraktere Planung der High-Level-Roadmap wird entweder bestätigt oder in der Reihenfolge oder Priorisierung der zu entwickelnden Features umgestaltet.

Das Ziel dieser Planung ist es, durch die Taktung und Synchronisation der Modul-Roadmap das Überschreiten der Kapazitätsgrenze zu vermeiden sowie Schwankungen der Auslastung von Modulteams zu minimieren (siehe Abb. 4.19 unten). Ist keine auslastungsgerechte Terminierung möglich, erfolgt eine Synchronisierung mit der High-Level-Roadmap.

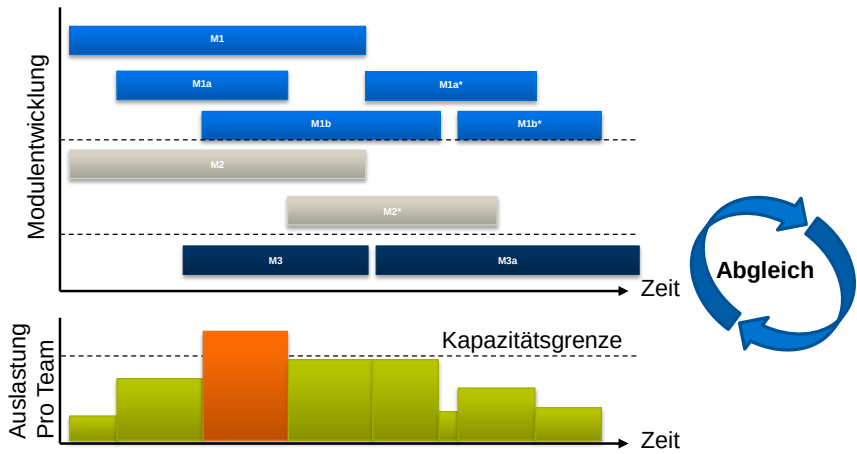
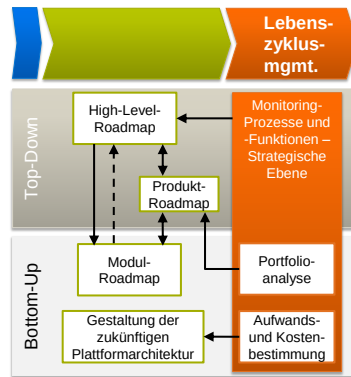


Abb. 4.19 Synchronisierung der Modul-Roadmap und der Entwicklungskapazitäten

4.2.3 Planung des Lebenszyklusmanagements



Beteiligte Rollen

Experten aus strategischen (Marketing, Variantenmanagement, Produktfamilien-Verantwortliche) und technischen Abteilungen (Technik, Entwicklung)

Inputs

- Daten über Variantenhistorie, Verkaufszahlen
- Architekturanalysen, prozessuale Änderungsaufwände

Outputs

- Analysen zum Markterfolg der angebotenen Produktvarianten, erfolgreiche Einzelvarianten und erfolgreiche Markteinführungen
- Zusätzliche Kosten für die Einführung neuer Varianten während des Produktlebenszyklus

Eingesetzte Methoden

ABC-Analyse⁴⁰, Experteninterviews⁷, Prozesskostenrechnung⁴¹, Änderungsauswirkungsanalyse⁷

In der Phase des Lebenszyklusmanagements stehen beim Bottom-Up-Ansatz das Controlling und die Steuerung des angebotenen Produktspektrums sowie der Management der Überarbeitungs- und Änderungsaktivitäten im Vordergrund. Beide Aktivitäten und ihre erarbeitete Unterstützung sind im Controlling-Prozess des Top-Down-Vorgehens integriert.

⁴⁰ DAENZER & BÜCHEL 2002, LINDEMANN 2009

⁴¹ COOPER & KAPLAN 1988

Erfolgskontrolle des angebotenen plattformbasierten Variantenspektrums

Zum Controlling und zur Steuerung des Produktspektrums wird im Variantenmanagement die Laufzeit der Varianten (siehe Phase 1) in Kombination mit ABC-Analysen analysiert. Somit wird einerseits ein Überblick über das aktuell angebotene Produktspektrum (siehe Abb. 4.20, Entwicklungssicht) geschaffen. Andererseits wird der Erfolg der angebotenen Varianten laufend kontrolliert und gegebenenfalls steuernd eingegriffen (siehe Abb. 4.20, Marktsicht). Beispielsweise werden erfolglose Varianten aus dem Markt genommen oder überarbeitet und erfolgreiche Varianten aktiv vermarktet.

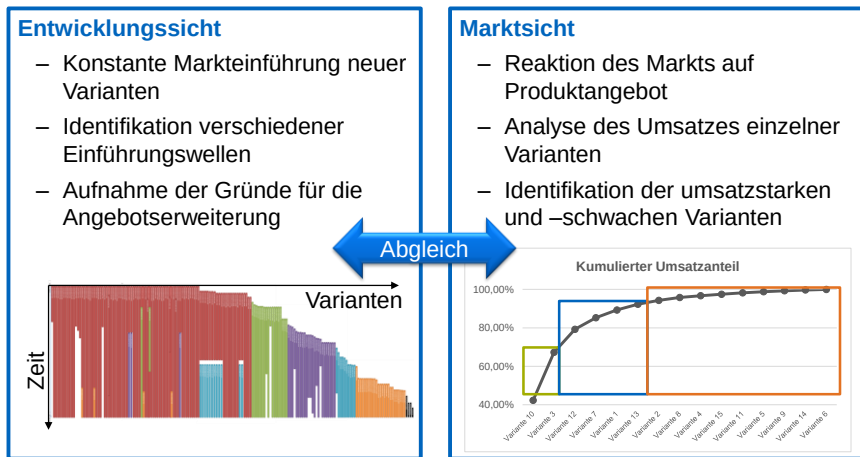


Abb. 4.20 Perspektiven der Erfolgskontrolle des Variantenspektrums

Zur Analyse der Entwicklungssicht werden Daten aus dem Produktdatenmanagementsystem verwendet und die Varianten basierend auf deren Markteintritts- und Austrittsdatum visualisiert. Abhängigkeiten wie Vorgänger-Nachfolgerbeziehungen oder das parallele Einführen technisch ähnlicher Produkte wird ebenfalls dargestellt.⁴² Aufbauend darauf werden in Workshops Einführungs- und Ausphasungswellen identifiziert und charakterisiert. Die Charakterisierung kann dabei folgende Attribute enthalten:

- Anzahl der in der Einführungs- oder Ausphasungswelle enthaltenen Varianten
- Neue, ersetzende oder auslaufende Varianten
- (nicht) vorgeplant

⁴² BAUER et al. 2014c

- Änderungsursache, Ausphasungsgrund
- Betroffene Merkmale oder Bauteile
- geschätzter Aufwand

Basierend auf diesen Daten werden die verschiedenen Einführungs- und Ausphasungswellen analysiert, beispielsweise die Häufigkeit der verschiedenen Änderungsgründe, die Anzahl der davon betroffenen Varianten oder Zusammenhänge zwischen (nicht) vorgeplanten Einführungswellen und deren Auslöser. Außerdem können die Änderungsgründe mit den aufgenommen dynamischen Einflussfaktoren (siehe Kapitel 4.1.1) verglichen werden und dementsprechend deren Relevanz und Auftretenswahrscheinlichkeit zur Erhöhung der Aussagekraft angepasst werden.

Der Entwicklungssicht gegenüber steht die Analyse des Markterfolgs. Dazu werden, basierend auf Verkaufszahlen, ABC-Analysen aus verschiedenen Perspektiven durchgeführt. Unter Zuhilfenahme der Laufzeiten der Varianten aus der Analyse der Entwicklungssicht werden Kennzahlen wie der Umsatz oder Absatz auf die Variantenlaufzeit normiert. Dadurch ist ein objektiver Vergleich des Erfolgs unterschiedlich lang auf dem Markt vertretener Varianten möglich. Die Analysen können auch aus der Perspektive der einzelnen, variantenbeschreibenden Merkmale durchgeführt werden, um den Erfolg verschiedener Merkmale auf dem Markt zu ermitteln. Weiterhin können die laufzeitbasierenden ABC-Analysen in Bezug auf verschiedene Vertriebsregionen durchgeführt werden. Durch die verschiedenen Perspektiven und Daten kann der Erfolg von Varianten unter verschiedenen Blickwinkeln transparent dargestellt werden. Die Analyse des Markterfolgs kann zum einen mit Daten zu einem gewissen Zeitpunkt durchgeführt werden, andererseits auch mit Datenpunkten zu verschiedenen Zeitpunkten (soweit vorhanden). Demzufolge kann die Entwicklung des Erfolgs von Varianten oder Merkmalen über die Zeit dargestellt, interpretiert und gegebenenfalls gegengesteuert werden (siehe Abb. 4.21).

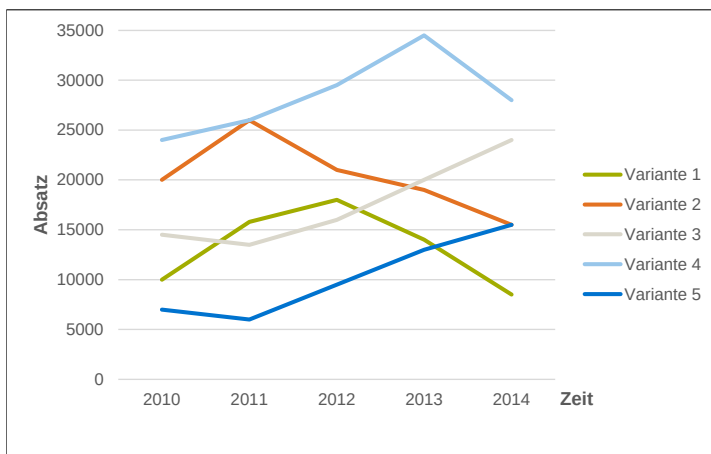


Abb. 4.21 Exemplarische Analyse des Variantenerfolgs über die Zeit

Abschließend werden die beiden Analyseperspektiven verglichen. Dabei kann der Erfolg verschiedener Einführungswellen mit Hilfe der Erfolgsanalyse bestimmt werden. Dadurch ist es möglich, vergangene interne Reaktionen und deren Beweggründe zu bewerten sowie eine Variantenmanagement-Strategie abzuleiten. Außerdem kann der Erfolg der angebotenen Varianten laufend kontrolliert werden.

Diese Analysen sowie der Vergleich der Ergebnisse sollten zwei- bis viermal jährlich stattfinden und müssen im Variantencontrolling-Prozess (siehe Kapitel 4.1.3) verankert sein. Durch die parallele Analyse verschiedener Produktsortimente können auch Kannibalisierungs- und Ablöseeffekte oder Änderungen im Kundenverhalten identifiziert werden.

Aufwands- und Komplexitätskostenbestimmung für neue Varianten

In dieser Phase werden der Aufwand und die entstehenden Komplexitätskosten für neue Variantenanfragen ermittelt, um das Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu bestimmen. Das schematische Vorgehen zur Aufwands- und Komplexitätskostenbestimmung für neue Varianten ist in Abb. 4.22 dargestellt.

Im ersten Schritt werden die Arten der Änderungen ausgewählt: Änderungen an einer bestehenden Variante; eine Variante wird ergänzt; oder eine bestehende Variante wird ersetzt. Dann werden die häufigsten Änderungen an Varianten basierend auf historischen Projekterfahrungen verwendet und mit den in Kapitel 4.2.1 akquirierten Strukturmodellen des Produkts verknüpft. Diese umfassen die

geometrischen Abhängigkeiten der Bauteile untereinander sowie die Abhängigkeiten der Bauteile zu ihren realisierten Funktionen. Dadurch ist es möglich, die notwendigen Änderungen an Bauteilen und Funktionen mittels Änderungsauswirkungsanalysen⁴³ zu ermitteln.⁴³ Trifft eine Änderungsanfrage ein (beispielsweise aus dem Vertrieb), werden anhand der Strukturmodelle die Änderungsauswirkungen und die benötigten Kommunikationswege zwischen den Modulteams identifiziert. Sind alle zu ändernden Bauteile identifiziert, wird in Anlehnung an die Prozesskostenrechnung⁴⁴ der Änderungsaufwand je beteiligter Abteilung über deren durchzuführende Aktivitäten und der entsprechenden Dauer bestimmt. Über die standortspezifischen Stundensätze können somit auch die Komplexitätskosten berechnet werden, die durch die Änderung und Erzeugung neuer Varianten über den gesamten Produktlebenszyklus entstehen. Sowohl bei den Aufwänden als auch bei den entsprechenden Kosten werden die einmaligen und laufenden Positionen berücksichtigt.

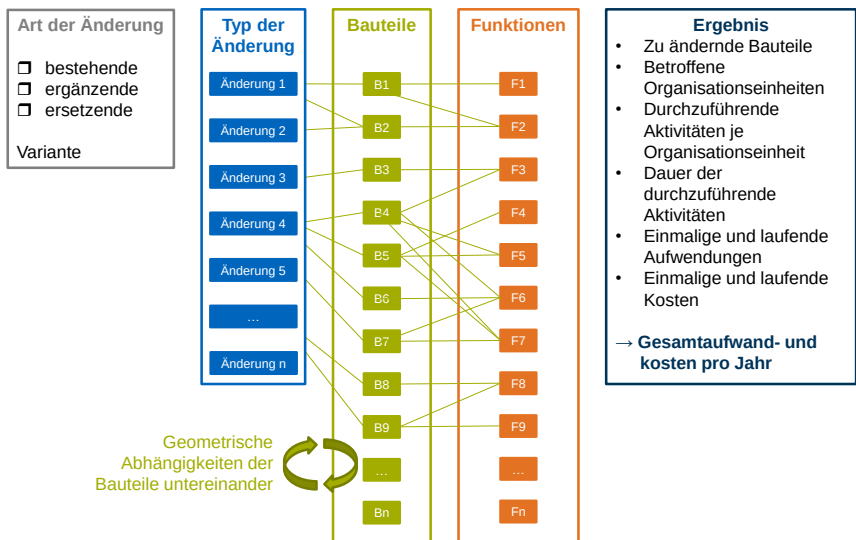


Abb. 4.22 Schematische Darstellung der Komplexitätskostenberechnung

Mithilfe dieses Schemas ist es möglich, den Aufwand für die Überarbeitung und Pflege des Produktspektrums zu bestimmen und den erwarteten Umsatz gegenüberzustellen, um den zu erwartenden Gewinn zu berechnen. So kann dieses

⁴³ BAUER et al. 2014a

⁴⁴ COOPER & KAPLAN 1988

Werkzeug zur Unterstützung bei der Entscheidungsfindung zur Planung und Steuerung neuer Varianten sowie für die Kommunikation zwischen Marketing und Entwicklung genutzt werden. Weiterhin wird es für die Aufwandsberechnung zur Bestimmung der Modul-Roadmap eingesetzt.

4.3 Zusammenfassung

Die beschriebene Methodik stellt eine Anleitung zur Einführung zyklusorientierten Modul- und Plattformdenkens dar. Es werden dafür praxisnahe Einblicke in die Schritte zur Erstellung und Pflege einer Modul- und Plattformstrategie gegeben. Die Methodik ist in die drei Phasen *Planung Flexibilität*, *Operationalisierung* und *Lebenszyklusmanagement* aufgeteilt. Alle drei Phasen werden dabei jeweils aus der Perspektive der strategischen Abteilungen (Top-Down) und der technischen Abteilungen (Bottom-Up) beleuchtet.

Im Top-Down-Ansatz werden in der **ersten Phase** dynamische Einflussfaktoren identifiziert und mit den beeinflussten Produkteigenschaften und -funktionen verknüpft. Mit Hilfe der APZ-Methode werden die Produkteigenschaften und -funktionen bezüglich ihrer erwarteten Änderungshäufigkeit und marktseitiger Relevanz bewertet. Dies führt zu einer Einschätzung in welcher Frequenz (1-2 Jahre, 3-4 Jahre, 5-10 Jahre) sich Produkteigenschaften und -funktionen verändern. Der Bottom-Up-Ansatz analysiert in der ersten Phase einerseits die zugrundeliegende Produktfamilie, deren Produktarchitektur sowie die aktuelle Flexibilität der Bauteile. Andererseits werden mittels Zeitreihenanalysen und -prognosen Daten über Veränderungen aus der Vergangenheit analysiert und darauf aufbauend Veränderungen in der Zukunft prognostiziert. In Abstimmung mit den Analysen der Änderungshäufigkeit der Produkteigenschaften und -funktionen wird dadurch die zukünftig vorzusehende Flexibilität des Plattformsystems definiert.

In der **zweiten Phase** wird die Operationalisierung der vorzusehenden Flexibilität geplant. Anhand der drei Aspekte Frequenz, definierte Zeitpunkte und Kapazitätsplanung wird darin die Umsetzung der Veränderungen der Produkteigenschaften und -funktionen in einer High-Level-Roadmap langfristig geplant. Dieser Roadmapping-Prozess findet in enger Abstimmung mit vorhandenen Produkt-Roadmaps und der im Bottom-Up-Ansatz erarbeiteten Modul-Roadmap statt. Die Modul-Roadmap stellt die mittelfristige Planung der Modul-Entwicklungen unter Berücksichtigung vorhandener Entwicklungskapazitäten dar. Dieser Planung geht eine Optimierung und Reglementierung der zyklengerechten modularen Plattformarchitektur voraus.

Die **letzte Phase**, das Lebenszyklusmanagement, adressiert auf strategischer Ebene die kontinuierliche Überwachung des Plattformsystems, um auf nicht antizipierbare Einflüsse innerhalb dessen Lebenszyklus reagieren zu können. Dafür wird ein Kontrollprozess im Sinne eines Viable System Models definiert, in dem

geeignete Indikatoren auf nötige Anpassungen des Plattformsystems hinweisen und die Prozesse zur Entscheidung und Umsetzung der Anpassungen vorge-schrieben sind. Das Lebenszyklusmanagement wird zusätzlich durch Maßnah-men aus der Bottom-Up-Perspektive unterstützt. Diese Maßnahmen umfassen ei-nerseits die Erfolgskontrolle des aus der zyklengerechten Produktplattform abge-leiteten Variantenspektrums; andererseits werden die Aufwände und Komplexi-tätskosten für Variantenänderungen abgeschätzt, um über die Wirtschaftlichkeit der Entwicklung und Einführung neuer Varianten entscheiden zu können.

Die zyklengerechte Modul- und Plattformdenkweise zielt somit insgesamt darauf ab die Produktarchitektur und Entwicklungsaktivitäten nicht nur gezielt an antizi-pierbaren zukünftigen Veränderungen auszurichten, sondern auch die daraus re-sultierende Modul- und Plattformstrategie zu überwachen, um auf nicht antizipier-bare Einflüsse auf das Plattformsystem effektiv und effizient reagieren zu können. Weiterhin wird durch die Synchronisation der Top-Down- und Bottom-Up-Aktivitä-ten sichergestellt, dass die strategische und die technische Perspektive abge-stimmt werden.

5 Eingesetzte Methoden und Tools

Die in diesem Leitfaden vorgestellte Methodik umfasst das Zusammenspiel mehrerer Methoden. Im Folgenden werden diese Methoden kompakt vorgestellt. Die Methodensteckbriefe folgen einer festgelegten Struktur in Anlehnung an LINDEMANN 2009.⁴⁵ Unter *Zweck* wird die Frage beantwortet, warum diese Methode Anwendung findet, welche Zielsetzung verfolgt wird und welche Vorteile sie bietet. Wann eine Methode angewendet werden sollte, wird unter *Situation* beschrieben. Unter *Vorgehen* werden die einzelnen Schritte der Methode beschrieben. Weiterhin werden *Hinweise* gegeben, was bei der Anwendung der jeweiligen Methode beachtet werden soll und welche Nachteile und Schwierigkeiten auftreten können. Für weitere Details zu den beschriebenen Aspekten wird auf die jeweils angegebenen Literaturstellen verwiesen.

⁴⁵ LINDEMANN 2009



Änderungsauswirkungsanalyse

Zweck	▪ Vorgehen zur systematischen Erfassung der Auswirkungen technischer Änderungen auf die Produktstruktur
Situation	▪ Verschiedene Auslöser für technische Produktänderungen, z. B. inkrementelle oder radikale Produkt- und Produktionsinnovationen, veränderte Marktanforderungen oder Gesetzesbestimmungen
Vorgehen	1. Datenakquise durch <u>Experteninterviews</u> und -diskussionen zur Architekturmodellerstellung des Produktes 2. Partialmodelle des Produkts in einer <u>Multiple Domain Matrix</u> (MDM) strukturell zusammenfassen 3. Domänenübergreifende Änderungsverfolgung durch Verfolgung einer Änderung durch alle Modelle über die <u>MDM</u> über alle Domänen 4. Analyse und Interpretation der Auswirkungen, um über die Identifizierung aller betroffenen Komponenten den finalen Änderungsaufwand zu bestimmen
Hinweise	▪ Visualisierung der Änderungsauswirkungen in einem Graph oder Matrix sinnvoll ▪ Auftretende Kreisschlüsse müssen von den entwickelnden Ingenieuren entdeckt und gesondert betrachtet werden.
Literatur	BAUER ET AL. 2014a, CLARKSON ET AL. 2001, HELMS ET AL. 2014



Zweck	▪ Eine Berechnung der Änderungsprioritätszahl gibt Auskunft über die Änderungsnotwendigkeit der Produkteigenschaften und -funktionen (Merkmale und Ausprägungen) ▪ Ergebnis ist die Flexibilität des Plattformsystems auf Feature-Ebene
Situation	▪ Erstellung oder Optimierung eines Plattformkonzepts auf Basis des dynamischen Verhaltens und dem Grad der Bekanntheit von Einflussfaktoren
Vorgehen	1. Als Steuerinformation dienen die Dynamischen Einflussfaktoren (DEF), die Veränderungen der Produktanforderungen bewirken. Sie besitzen eine hohe Änderungsrelevanz und ziehen deshalb starke Änderungen für das gesamte System nach sich. 2. Bewertung der Produkteigenschaften und -funktionen hinsichtlich der drei Faktoren auf einer Skala von 1 bis 10 (vgl. Abbildungen auf folgender Seite): • (K) Änderungen für Konsumenten und Wettbewerbsfähigkeit • Auftretenswahrscheinlichkeit von Änderungszwängen • (D) Dynamik von Änderungszwängen • (K) adressiert die Bedeutung der Änderung von Merkmalen für den Kunden und Konsumenten und die Relevanz der Änderungen für die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit. (A) und (D) lassen sich aus den DEF ableiten. 3. Berechnung und Auswertung der Änderungsprioritätszahl: • $APZ = K * A * D$ [1;1.000] • Kategorisierung der Änderungsprioritätszahl erfolgt über Grenzwerte. 4. Stabile Elemente in die Plattform integrieren, flexible Elemente als Module implementieren

Hinweise

- (A) und (D) sind schwer zu bestimmen, falls nicht im Vorfeld DEF identifiziert wurden.
- Änderungen können vom Kunden als positiv wahrgenommen werden oder diesen verwirren und dadurch z. B. die Markenidentität beeinträchtigen.
- Die in Tab. 4.1 auf Seite 21 angegebenen Schwellenwerte sind Richtwerte.

Literatur

ELEZI ET AL. 2015, PALANI RAJAN ET AL. 2003

(K) Änderungen für Konsumenten und Wettbewerbsfähigkeit		(A) Auftretenswahrscheinlichkeit von Änderungszwängen			
Kriterien	Punkte	Wahrscheinlichkeit		Punkte	
Sehr hoch - sehr kaufentscheidende Funktion - jährlich Aktualisierung von Konsumenten gewünscht - jährliche Kaskardierung aus strategischer Perspektive nötig - sehr hohe Anzahl von Ausprägungen vom Konsumenten gewünscht	10-9	Sehr hoch Der Eintritt des Einflusses ist nahezu sicher: - geplant - von extern vorgeschrieben	Eintrittszeitpunkt bekannt → früher Eintritt < 5 Jahren → nach Markteinführung	10	
Hoch - kaufentscheidende Funktion - Begeisterungsfunktion mit strategisch relevanten Ausprägungen - quantitativ vergleichbare Leistungsfunktion - Konsumenten wünschen Änderungen innerhalb von 2-5 Jahren - alle 2-5 Jahre Kaskardierung aus strategischer Perspektive nötig - hohe Anzahl von Ausprägungen vom Konsumenten gewünscht	8-7	Hoch - Eintritt des Einflusses ist sicher, aber der genau Eintrittszeitpunkt ist ungekannt - Eine Zeitspanne des Eintritts ist bekannt	Eintrittszeitspanne bekannt → später Eintritt > 5 Jahren → nach Markteinführung	9	
		Mäßig - Begeisterungsfunktion, die weniger strategisch relevant ist - schwer zu vergleichendes Leistungsfunktion - Konsumenten wünschen seltene Änderung - seltene Kaskardierung aus strategischer Perspektive nötig - mittlere Anzahl von Ausprägungen vom Konsumenten gewünscht	Eintrittszeitpunkte bekannt	8	
Mäßig - Begeisterungsfunktion, die weniger strategisch relevant ist - schwer zu vergleichendes Leistungsfunktion - Konsumenten wünschen seltene Änderung - seltene Kaskardierung aus strategischer Perspektive nötig - mittlere Anzahl von Ausprägungen vom Konsumenten gewünscht	6-5		Mäßig - Eintritt des Einflusses wird erwartet, kann aber nicht mit Sicherheit zeitlich bestimmt werden - Wirkt dauerhaft und ohne einen bezifferbaren Eintrittszeitpunkt auf das betrachtete Produkt	Dauerhafte Einwirkung Eintritt wird erwartet → früher Eintritt < 5 Jahren	7
			Eintritt wird erwartet → später Eintritt > 5 Jahren	6	
Gering - Grundfunktion - Änderung der Funktion wird von Konsumenten kaum wahrgenommen - prägt kaum den Wettbewerb	4-3	Gering - Eintritt des Einflusses könnte plötzlich stattfinden in Abhängigkeit von anderen Randfaktoren - generell zu komplex für eine Abschätzung	Eintritt wird erwartet → später Eintritt > 5 Jahren	5	
			plötzlicher Eintritt	4	
Sehr gering bis negativ - Änderung der Funktion wird von Konsumenten negativ wahrgenommen - bei Änderung muss der Konsument seinen gewohnten Umgang mit dem Produkt ungewollt ändern - Änderung bewirkt Verwirrung des Konsumenten - Markenidentität wird durch eine Änderung verringert	2-1	Unwahrscheinlich - Ideenstatus - als eine Möglichkeit gesehen, die aber nicht näher terminiert werden kann	sonstiges, zu komplex für eine Abschätzung	3	
			Eintritt unwahrscheinlich	2	
			Eintritt sehr unwahrscheinlich	1	

(D) Dynamik von Änderungszwängen		
Häufigkeit		Punkte
Sehr hoch - Einflussfaktor hochfrequent wiederkehrend	≤ 1 Jahr → nach der Markteinführung	10
Hoch - Einfluss tritt häufig bis sehr häufig auf, nach der Markteinführung	alle 2-3 Jahre → nach Markteinführung	8-9
	alle 4-5 Jahre → nach Markteinführung	7
Mäßig - Einfluss kommt einmalig zum Tragen, nach der Markteinführung	einmalig (sprunghaft) → nach Markteinführung	6
	einmalig (nach dauerhafter Einwirkung) → nach Markteinführung	5
Gering - Einfluss kommt einmalig zum Tragen, vor der Markteinführung	einmalig (sprunghaft) → vor Markteinführung	4-3
	einmalig (nach dauerhafter Einwirkung) → vor Markteinführung	
Sehr gering - keine Änderungen		1

Erläuterungen zu den Bewertungsskalen für die Faktoren (K), (A) und (D)



Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK)

Zweck	▪ Modellierung von Prozessen ▪ Visualisierung der Reihenfolge von Aktivitäten ▪ Dokumentation von Geschäftsprozessen ▪ Prozessoptimierung
Situation	▪ Intransparenz in vorhandenen Prozessabläufen ▪ Planung und Optimierung von Prozessen
Vorgehen	1. Abfolge der Geschäftsprozesse im Wertschöpfungskettendiagramm (WKD) definieren 2. Grobmodellierung der Geschäftsprozesse (je nach Abstraktionsniveau in Haupt- und Teilprozesse untergliedert) 3. Ereignisse - Zustände eines Objektes - erfassen (zu beachten: erstes und letztes Element einer Sequenz ist ein Ereignis) 4. Funktionen - Aktivitäten, die zu einem oder mehreren Ereignissen bzw. Ergebnissen führen - eintragen 5. Abbilden der Parallelität durch logische Operatoren (AND, OR, XOR) 6. Optional: Um weitere Informationen wie Organisationseinheiten, benötigte Inputdaten, erzeugte Outputdaten ergänzen 7. Verfeinerung der Modellierung auf gewünschte Teilprozessebene
Hinweise	▪ Alternativ zum vorgestellten Top-Down-Vorgehen ist es möglich, nach einer Grobmodellierung von den Teilprozessen beginnend zu den Hauptprozessen (Bottom-Up) zu modellieren. ▪ Die erweiterte EPK stellt für eine Detaillierung weitere Elemente zur Modellierung zur Verfügung.
Literatur	KELLER ET AL. 1992, SCHÖNHERR ET AL. 2007



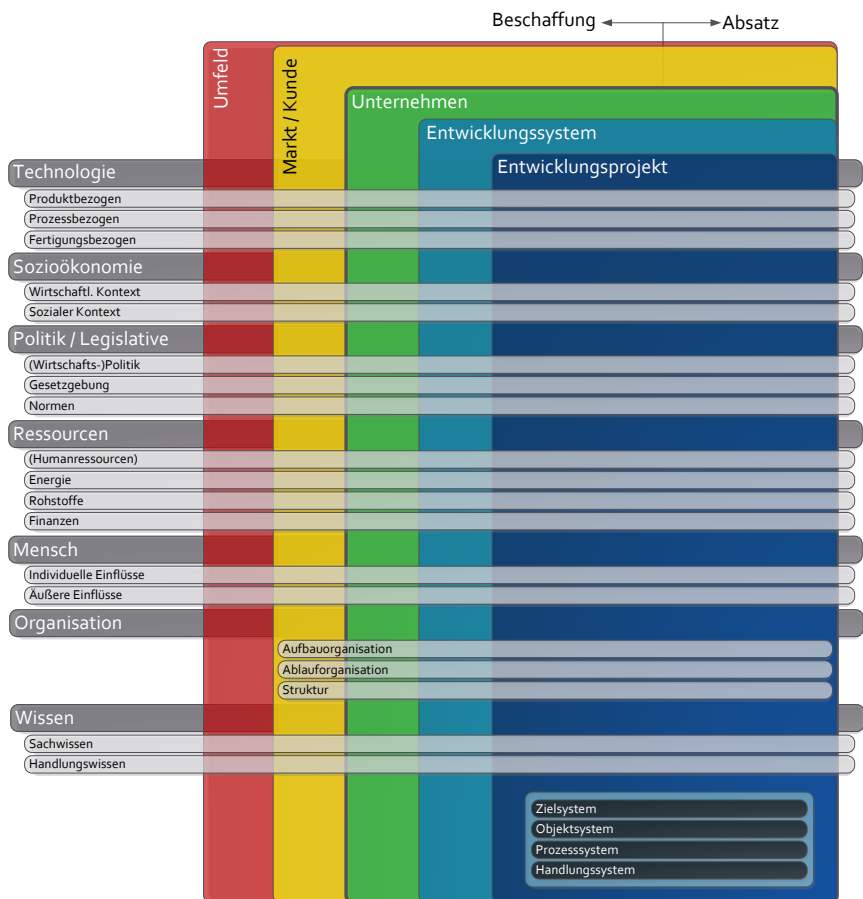
Experteninterview

Zweck	▪ Informationen gezielt beschaffen. ▪ Meinungen und Verhaltensweisen hinsichtlich bestimmter Fragestellungen erforschen. ▪ Überblick über Meinungen und Verhaltensweisen der Befragten erhalten. ▪ Verständnis für einen Sachverhalt erhöhen.
Situation	▪ Bei Bedarf an Expertenwissen ▪ Im Rahmen der Aufgabenklärung und Lösungssuche
Vorgehen	1. Fragegegenstand festlegen 2. Zu befragende Personen festlegen 3. Fragen mithilfe der Fragetechnik formulieren 4. Interview durchführen 5. Mitschnitt oder Mitschrift auswerten 6. Ergebnisse dem Befragten zur Bestätigung vorlegen
Hinweise	▪ Interviews stellen eine Methode dar, über Fragen an Informationen zu gelangen. Alternative Methoden sind Fragebögen und Checklisten. ▪ In Interviews bietet sich die Gelegenheit, bei unklaren Sachverhalten nachzufragen. ▪ Interviews sind aufwändig und eignen sich nicht für die Erhebung einer großen Anzahl an Datenmengen. ▪ Interviewer sollten geschult sein, unter anderem um alle Befragten auf die gleiche Art zu befragen.
Literatur	KRIZ & LISCH 1988, LAMNEK 1995, LINDEMANN 2009



Kontextmodell

Zweck	▪ Suchfeld zum Clustern der Einflussfaktoren in wichtige Einflussebenen und Einflussfelder (zwei Dimensionen im Modell) ▪ Clustering des Unternehmenskontexts, das der systematischen Suche und Dokumentation von Einflüssen auf ein definiertes Einflussobjekt dient ▪ Interne und externe Einflussfaktoren auf den Entwicklungskontext übersichtlich visualisieren
Situation	▪ Zyklen und ihren Einfluss verstehen.
Vorgehen	1. Gestaltungsfeld identifizieren: Bestimmung der Risikofaktoren 2. Einflussfaktoren identifizieren: Workshop mit Experten z. B. aus den Bereichen Projektleitung, Design, Marketing, (Vor-) Entwicklung/Konstruktion, Technologieplanung, Produktion 3. Schlüsselfaktoren identifizieren: Priorisierung der Einflussfaktoren 4. Antizipation von Einflussfaktoren: Gezieltes Wissen über Faktorenentwicklungen 5. Maßnahmeninventar: Dokumentation von Erfahrungswissen, „Story-Telling“
Hinweise	▪ Es kann hilfreich sein, von weiteren Methoden wie Kreativitätsmethoden oder Checklisten Gebrauch zu machen. ▪ Bei Suche nach möglichen Einflussfaktoren sind interdisziplinäre Teams förderlich. Dabei steht die Quantität an diesem Punkt vor der Relevanz eines Faktors. ▪ Auch Einflussfaktoren, deren künftige Entwicklung bereits absehbar ist oder deren Einfluss auf den ersten Blick zunächst eher gering erscheint, werden im Kontextmodell aufgenommen.
Literatur	LANGER & LINDEMANN 2009

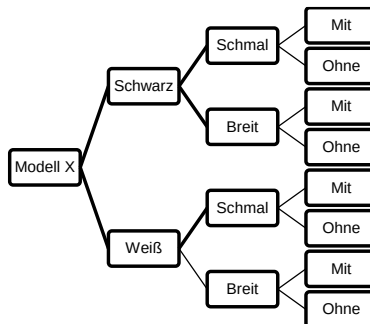


Beispiel unternehmensinterner und -externer Einflussfaktoren auf die Innovationsplanung von Fahrzeugen



Merkmalbaum

Zweck	▪ Instrument zur Darstellung von Varianten und zur Veranschaulichung der Vielfalt auf Merkmalsebene
Situation	▪ Anwendbar sowohl wenn es sich um äußere Variantenvielfalt handelt - also für den Kunden sichtbare Angebotsvielfalt auf Produktebene - als auch um innere Variantenvielfalt auf Bauteile- und Baugruppenebene
Vorgehen	1. Sammlung aller relevanten Merkmale 2. Sortieren der Merkmale, entweder orientiert an der Montagereihenfolge des Erzeugnisses oder an den kundenseitigen Konfigurationsmöglichkeiten. In der Regel werden die Merkmale nach ihrer Varianz geordnet dargestellt. 3. Aufbau des Baums von links nach rechts. Der Baum spaltet sich an sämtlichen Stellen auf, an denen durch variantenbildende Merkmale Produktvarianten entstehen.
Hinweise	▪ Gewähltes Abstraktionslevel der Merkmale beeinflusst Größe und Übersichtlichkeit des Merkmalsbaum
Literatur	BAYER 2010, EHRLENSPIEL ET AL. 2014, PONN & LINDEMANN 2011, SCHUH 2014



Vereinfachtes Beispiel für einen Variantenbaum



Multiple Domain Matrix (MDM)

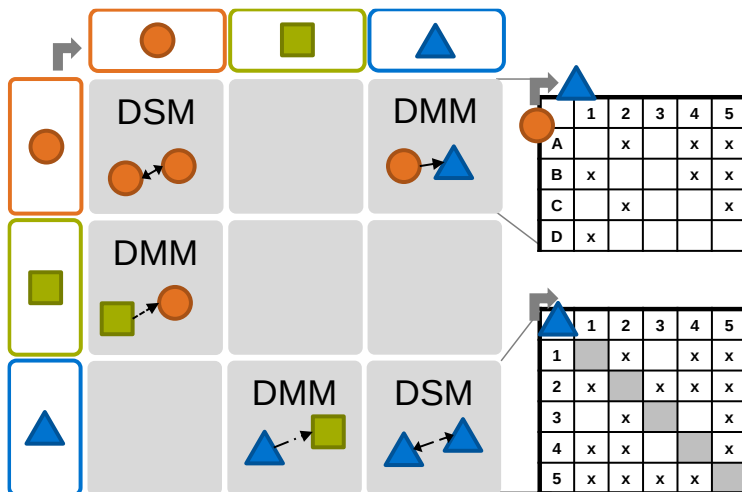
Zweck	▪ Abbildung komplexer Systeme ▪ Transparenz des Gesamtsystems schaffen ▪ Zugänglichkeit für strukturelle Analysen – Art und Intensität der gegenseitigen Beeinflussung von Systemelementen ermitteln – Basis für weitere Analysen und Optimierung (Clustering, Portfolio) – Intensität eines Zusammenhangs mithilfe einer Werteskala bewerten
Situation	▪ Erster Schritt bei der Analyse eines komplexen, bestehenden Systems ▪ Teilsysteme unterschiedlicher Natur (Domänen) mit Relationen innerhalb und/oder zwischen Domänen ▪ Bei Unklarheiten hinsichtlich wichtiger Systemelemente ▪ Bei Unklarheiten hinsichtlich der gegenseitigen Beeinflussung der Systemelemente
Vorgehen	1. Erfassen der zur Problemlösung relevanten Domänen 2. Ermitteln der Vernetzungsart innerhalb und zwischen Domänen 3. Erstellen des Metamodells der Multiple-Domain-Matrix 4. Beschaffen der zugänglichen Informationen 5. Detaillierung hin zu Elementen und Relationen (DSM und DMM) a. Systemgrenze und Granularität festlegen b. Zu untersuchendes System in einzelne Elemente zerlegen c. Elemente in Matrixform gegenüberstellen d. Verknüpfungen zwischen Elementen aufführen (z. B. räumliche Wechselwirkung, Informationsaustausch, Energieaustausch, Materialaustausch), dabei bei Bedarf die Richtung der Abhängigkeit und deren Gewichtung eintragen

Hinweise

- Eine MDM beinhaltet Design Structure Matrices (DSMs) und Domain Mapping Matrices (DMMs) – s. Grafik.
- Unterschiedliche Relationsarten innerhalb des Systems
→ Strukturierte Darstellung erforderlich
- Die Anwendung der Methode erfordert vollständige und konsistente Daten, deren Beschaffung meist mit einem hohen Aufwand verbunden ist.

Literatur

DANILOVIC & SANDKULL 2005, LINDEMANN ET AL. 2009, PIMMLER & EPPINGER 1994, ULRICH ET AL. 2011



Schematische Darstellung einer MDM mit DSMs auf der Diagonalen und DMMs in den restlichen Feldern der MDM



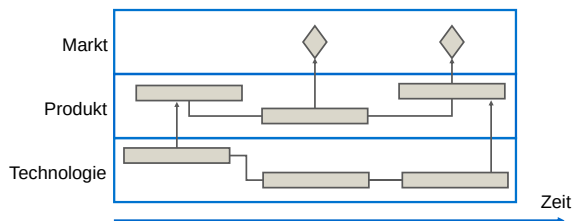
Prognose

Zweck	▪ Auskunft über bestimmte zukünftige Ereignisse, um optimale Handlungsentscheidung treffen zu können ▪ Aussagen über zukünftige Ausprägungen ausgewählter Merkmale ▪ Aussagen über Eintrittswahrscheinlichkeit eines zukünftigen Sachverhalts
Situation	▪ Bei hoher Bedeutung von zukünftigen Sachverhalten, aber Unklarheit über ihre zukünftige Ausprägung ▪ Bei ausreichend zur Verfügung stehender Information zur Entwicklung bestimmter Sachverhalte
Vorgehen	1. Entwicklung fortschreiben oder simulieren 2. Entwicklung und ihre Merkmale überzeichnen 3. Umfeldentwicklungen einbeziehen 4. Zukunftsprojektionen ermitteln
Hinweise	▪ Die Verlässlichkeit einer Prognose hängt vor allem von den Eingangsdaten und der Sorgfalt der Durchführung der Methode ab. ▪ Die jeweilige Eintrittswahrscheinlichkeit einer Prognose darf nicht zu hoch eingeschätzt werden. ▪ Unterscheidung zwischen quantitativen, datenbasierten (z. B. <u>Zeitreihenanalyse</u> ) und qualitativen, expertenbasierten (<u>APZ-Methode</u> ) Methoden
Literatur	GAUSEMEIER ET AL. 2001, KHOSRAWI-RAD 1991, LINDEMANN 2009



Roadmapping

Zweck	▪ Weg zur „geplanten Innovation“ anstatt zufällig entstandener Innovation durch ein kreatives Analyseverfahren ▪ Analyse, Prognose und Visualisierung der zukünftigen Entwicklungspfade von Produkten und Technologien ▪ Handlungsoptionen in einem unternehmensspezifischen Handlungsfeld entwickeln ▪ Technologie-Roadmapping unterstützt Produktbedarfe zu identifizieren, auszuwählen und Technologiealternativen zu entwickeln
Situation	▪ Ausgangspunkte des Roadmappings können außergewöhnliche Ereignisse sein (z. B. Einstieg in neues Geschäftsfeld oder aktuelle Bedrohung durch Wettbewerber)
Vorgehen	1. Betrachtungsobjekte ermitteln (→ Abgrenzung des Handlungsfelds) 2. Bedarfsanalyse und -prognose 3. Parallel Potenzialanalyse und -prognose 4. Roadmaps erstellen 5. Vollständigkeits- und Konsistenzanalyse
Hinweise	▪ Wesentliche Erfolgsfaktoren sind eine kontinuierliche Anwendung der Systematik, die Förderung zielorientierten Denkens, die Dominanz von Mitarbeitern aus den technologieorientierten Unternehmensbereichen und eine Berücksichtigung wirtschaftlicher Kenngrößen insbesondere bei Technologie-Roadmaps.
Literatur	GARCIA & BRAY 1997, MACHATE 2006, MÖHRLE & ISENMANN 2007



Vereinfachte Darstellung einer Roadmap



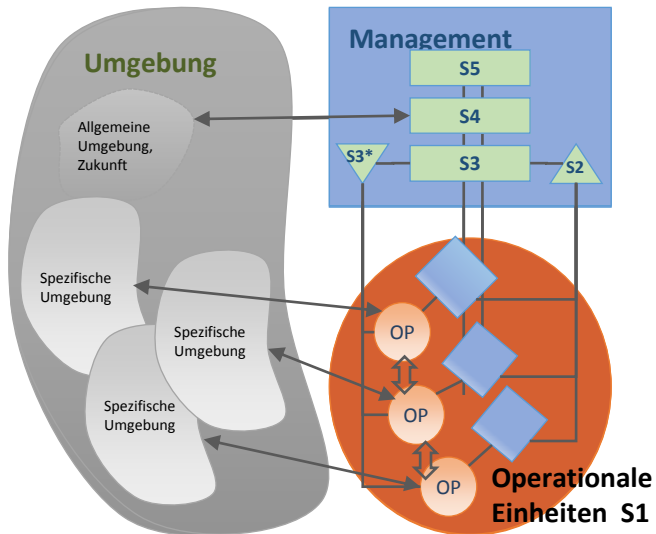
Varianzanalyse/ Kommunalitätsanalyse

Zweck	▪ Potenziale zur Standardisierung und zur Reduktion von Varianten erkennen und ausschöpfen ▪ Langfristiges Ziel: Herstellkosten durch Skaleneffekte reduzieren
Situation	▪ Große Anzahl an Varianten und Komponenten ▪ Variantenvielzahl führt zu Erhöhung der Komplexität und folglich der Herstellkosten ▪ Hohe Bestände an Komponenten in den Lagern
Vorgehen	1. Stücklisten der Produkte sammeln 2. Für jede Produktvariante eine eigene Baukastenstückliste erstellen (mit Verweis auf Gleichteilestückliste) 3. Anteil der Gleichteile ermitteln 4. Teile aus Gleichteilestückliste entfernen, falls sie bei neuen Varianten nicht vorkommen
Hinweise	▪ Für die Ableitung von Standardisierungspotentialen ist es notwendig, die Handlungsempfehlungen im Hinblick auf die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Hierzu eignen sich <u>Experteninterviews</u> ⁷. ▪ Es ist sinnvoll, die Methode mit einer ABC-Analyse nach kostenintensiven Komponenten zu kombinieren, um eine Priorisierung für die Standardisierung zu erhalten.
Literatur	THEVENOT & SIMPSON 2007



Viable System Model (VSM)

Zweck	▪ Visualisierung der Verknüpfung von Organisationsstrukturen (Abteilungen, Rollen, Mitarbeiter) und Informationsflüssen (Prozesse, Aktivitäten) ▪ Unterstützung der Gestaltung einer neuen oder Untersuchung einer existierenden Organisation unter Berücksichtigung von fünf Subsystemen: <i>Geschäftstätigkeit (S1)</i>, <i>Koordinierung (S2)</i>, <i>Kontrolle (S3; Audit:S3*)</i>, <i>Intelligenz (S4)</i>, <i>Politik (S5)</i> (vgl. Grafik)
Situation	▪ Umgang mit hoher Komplexität und Dynamik innerhalb der Organisation
Vorgehen	1. Definition des Informationsumfangs: Prozessschritte, Verantwortlichkeiten, Stellenbeschreibungen, ausgetauschte Dokumente und Informationen 2. Informationsakquise über Organisationselemente und ihre Relationen durch Workshops und <u>Experteninterviews</u>➦, Datenverarbeitung, Ableitung und Interpretation 3. Analyse der Organisationsstruktur: Identifikation struktureller Themen, basierend auf VSM Pathologien, und von Kommunikationskanälen zwischen Akteuren mittels <u>MDMs</u>➦ 4. Analyse des Informationsflusses: Informationsflussmatrix und <i>Variety Stream</i> erzeugen 5. Organisatorische Optimierung: Verbesserungsvorschläge für die Organisation erarbeiten
Hinweise	▪ Die Beziehung zwischen dynamischen Aktivitäten und statischen Organisationsstrukturen kann nicht allein mit einer VSM visualisiert werden. ▪ Das VSM berücksichtigt die drei Domänen <i>Aktivitäten</i>, <i>Organisationsakteure</i> und <i>Information</i>. Die Erfassung der Domänen <i>Werkzeuge</i>, <i>IT-Systeme</i> und <i>Dokumente</i> birgt zusätzliches Potenzial.
Literatur	BEER 1984, ELEZI ET AL. 2013

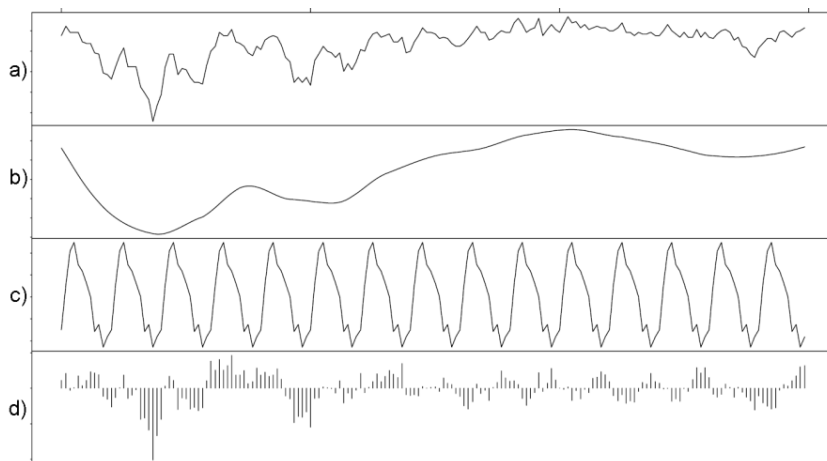


Das Viable System Model, bestehend aus der Umgebung und den Systemen S1 bis S5 auf operationaler und Management-Ebene



Zeitreihenanalyse und -prognose

Zweck	▪ Wissensgenerierung aus historischen, quantitativen Daten (z. B. Aktien-, Zins- und Währungskurse) ▪ Quantitative Extrapolation historischer Daten ▪ Mithilfe prognostizierter Zeitreihen zukünftige Trends und die Varianz von Merkmalen ermitteln
Situation	▪ Hohe Bedeutung von zukünftigen Sachverhalten, aber Unklarheit über ihre zukünftige Ausprägung ▪ Ausreichend zur Verfügung stehende Information über die Entwicklung bestimmter Sachverhalte
Vorgehen	Analyse: 1. Informationsbeschaffung (historischer Daten) 2. Wahl eines geeigneten Modells, z. B. additives Komponentenmodell, multiplikatives Modell oder globale Trendmodelle 3. Zerlegung in Komponenten • Suche nach einer zugrunde liegenden, glatten Zeitfunktion mit den Ausprägungen: kein Trend, linearer, progressiver oder degressiver Trend • Suche nach jahreszeitlichen Einflüssen Prognose: 1. Anpassung der verschiedenen mathematischen Grundgerüste, die auf Näherungsfunktionen, gleitenden Mittelwerten, der Regression, der Mustererkennung (künstliche neuronale Netzwerke, die die Intelligenz von biologischen Organismen simulieren) respektive einer Kombination basieren können 2. Integration von Monte Carlo Simulationen, um die Fehlerwahrscheinlichkeit der Prognose in Best, Mean und Worst Case abbilden zu können
Hinweise	▪ Allgemein weisen Prognosen eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit auf. Mit zunehmendem Prognosehorizont nimmt jedoch die Wahrscheinlichkeit externer Einflüsse zu und folglich die Vorhersagegenauigkeit ab.



*Zerlegung einer Zeitreihe a) in: Trend b), Saison c) und Restbestandteile d) nach
FAHRMEIR ET AL. 2010*

Abkürzungsverzeichnis

APZ	Änderungsprioritätszahl
DEF	Dynamische Einflussfaktoren
DMM	Domain Mapping Matrix
DSM	Design Structure Matrix
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
LZM	Lebenszyklusmanagement
MDM	Multiple Domain Matrix
VSM	Viable System Model

- BACKHAUS, K.; ERICHSON, B.; PLINKE, W.; WEIBER, R.** (2010). Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. Berlin Heidelberg: Springer.
- BAUER, W.; ELEZI, F.; MAURER, M.** (2013a). An Approach for Cycle-Robust Platform Design. In: Lindemann, U. et al. (Hrsg.): International Conference on Engineering Design (ICED13) Seoul, Korea.
- BAUER, W.; ELEZI, F.; MAURER, M.** (2013b). Application of DSMs for Analyzing Product and Organizational Structures. 15th International Dependency and Structure Modelling Conference. Melbourne, Australia.
- BAUER, W.; CHUCHOŁOWSKI, N.; LINDEMANN, U.; MAURER, M.** (2014a). Domain-Spanning Change Propagation in Changing Technical Systems. Complex Systems Design & Management Asia. Singapore.
- BAUER, W.; KASPEREK, D.; MAISENBACHER, S.; MAURER, M.** (2014b). Application of Structural Domain-Spanning Criteria in an Industrial Case-Study. In: Jankovic, M. et al. (Hrsg.): 16th International DSM Conference, Paris, France. Carl Hanser Verlag S. 339-348.
- BAUER, W.; WERNER, C.; ELEZI, F.; MAURER, M.** (2014c). Forecasting of Future Developments based on Historic Analysis. 13th International Design Conference. Dubrovnik, Croatia.
- BAYER, T.** (2010). Integriertes Variantenmanagement: Variantenkostenbewertung mit faktorenanalytischen Komplexitätstreibern. München: Hampp.
- BEER, S.** (1984). The Viable System Model: Its Provenance, Development, Methodology and Pathology. Journal of the Operational Research Society S. 7-25.
- BUGANZA, T.; VERGANTI, R.** (2006). Life-Cycle Flexibility: How to Measure and Improve the Innovative Capability in Turbulent Environments. Journal of Product Innovation Management 23 5, S. 393-407.
- BÜRGEL, H. D.; HALLER, C.; BINDER, M.** (1996). F&E Management. München: Vahlen.
- CLARKSON, P. J.; SIMONS, C.; ECKERT, C.** (2001). Predicting Change Propagation in Complex Design. In: Design Engineering Technical Conference ASME Pittsburg.
- COOPER, R.; KAPLAN, R. S.** (1988). Measure Costs Right: Make the Right Decisions. Harvard Business Review 66 5, S. 96-103.
- DAENZER, W. F.; BÜCHEL, A.** (2002). Systems Engineering. Zürich: Verlag für industrielle Organisation.
- DANILOVIC, M.; SANDKULL, B.** (2005). The Use of Dependence Structure Matrix and Domain Mapping Matrix in Managing Uncertainty in Multiple Project Situations. International Journal of Project Management 23 3, S. 193-203.
- EHRLENSPIEL, K.; KIEWERT, A.; LINDEMANN, U.; MÖRTL, M.** (2014). Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren. Kostenmanagement bei der integrierten Produktentwicklung. 7. Auflage. Berlin: Springer.
- ELEZI, F.; RESCH, D.; TOMMELEIN, I. D.; LINDEMANN, U.** (2013). Improving Organizational Design and Diagnosis by Supporting Viable System Model Applications with Structural Complexity Management. In: Scheurmann, E. et al. (Hrsg.): 15th International Dependency and Structure Modelling Conference, Melbourne, Australia Carl-Hanser-Verlag S. 133-140.

- ELEZI, F.; TSCHAUT, R.; BAUER, W.; MAURER, M.** (2015). Integration of Strategic Flexibility into the Platform Development Process. International Conference on Research into Design. Bangalore.
- EPPINGER, S. D.; BROWNING, T. R.** (2012). Design Structure Matrix Methods and Applications. MIT Press.
- FAHRMEIER, L.; PIGEOT, I.; KÜNSTLER, R.; TUTZ, G.** (2010). Statistik: Der Weg zur Datenanalyse. 7. Auflage. Berlin: Springer.
- GARCIA, M. L.; BRAY, O. H.** (1997): Fundamentals of Technology Roadmapping. SANDIA Report, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM.
- GAUSEMEIER, J.; FINK, A.; SCHLAKE, O.** (1996). Szenario-Management: Planen und Führen mit Szenarien. München: Hanser.
- GAUSEMEIER, J.; EBBESMEYER, P.; KALLMEYER, F.** (2001). Produktinnovation: strategische Planung und Entwicklung der Produkte von morgen. München: Hanser.
- GÖPFERT, J.; TRETOW, G.** (2013): Kap. 4.5 Produktarchitektur. In: Feldhusen, J., Grote, K.H. (Hrsg.): Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung. 8. Auflage. Berlin und Heidelberg, Springer, S. 252-279.
- GRESHAKE, P.-T.** (2011): Modularität – das richtige Maß entscheidet. Modularer. Kundenzeitschrift der 3D Systems Engineering GmbH.
- HELMS, S.; BEHNCKE, F. G. H.; LINDLÖF, L.; WICKEL, M. C.; CHUCHOLOWSKI, N.; LINDEMANN, U.** (2014). Procedure Model for the Indication of Change Propagation. In: 13th International Design Conference DESIGN, S. 221-230.
- JOHANSEN, A. M.** (2010). Monte Carlo Methods. Elsevier Oxford.
- KELLER, G.; NÜTTGENS, M.; SCHEER, A.-W.** (1992). Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignisgesteuerter Prozeßketten (EPK)". Veröffentlichung des Instituts für Wirtschaftsinformatik Universität Saarbrücken 89
- KHOSRAWI-RAD, M. D.** (1991). Probleme und Möglichkeiten bei der Definition, Klassifikation, Interpretation und Operationalisierung von Prognose, Prognosemodell, Prognosefehler und Prognosefehlermasse. Hamburg: Kovač.
- KRIZ, J.; LISCH, R.** (1988). Methoden-Lexikon für Mediziner, Psychologen, Soziologen. München: Psychologie Verlags Union.
- KROESE, D. P.; TAIMRE, T.; BOTEV, Z. I.** (2013). Handbook of Monte Carlo Methods. Wiley.
- LAMNEK** (1995). Qualitative Sozialforschung Band 2: Methoden und Techniken. Weinheim: Beltz.
- LANGER, S.; LINDEMANN, U.** (2009). Managing Cycles in Development Processes-Analysis and Classification of External Context Factors. In: 17th International Conference on Engineering Design, Palo Alto, CA, USA.
- LICHTENTHALER, E. R. V.** (2002). Organisation der Technology Intelligence: eine empirische Untersuchung der Technologiefrühaufklärung in technologieintensiven Grossunternehmen. Zürich: Verlag Industrielle Organisation.
- LINDEMANN, U.** (2009). Methodische Entwicklung Technischer Produkte: Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden. Berlin Heidelberg: Springer.
- LINDEMANN, U.; MAURER, M.; BRAUN, T.** (2009). Structural Complexity Management: An Approach for the Field of Product Design. Berlin Heidelberg: Springer.
- MACHATE, A.** (2006): Zukunftsgestaltung durch Roadmapping: Vorgehensweise und Methodeneinsatz für eine zielorientierte Erstellung und Visualisierung von Roadmaps.
- MAURER, M.; BAUER, W.; ELEZI, F.; CHUCHOLOWSKI, N.** (2014): Methodik zur Erstellung zyklengerechter Modul- und Plattformstrategien. In: Vogel-Heuser, B. et al. (Hrsg.): Innovationsprozesse zyklensorientiert managen: Verzahnte Entwicklung von Produkt-Service Systemen. Berlin Heidelberg, Springer, S. 139-154.

- MERTENS, P.; RÄSSLER, S.** (2012). Prognoserechnung. Berlin Heidelberg: Springer.
- MEYER, M. H.** (1997). The Power of Product Platforms. New York: Simon and Schuster.
- MÖHRLE, M. G.; ISENMANN, R.** (2007). Technologie-Roadmapping. Berlin Heidelberg: Springer.
- PALANI RAJAN, P. K.; VAN WIE, M.; CAMPBELL, M.; OTTO, K.; WOOD, K.** (2003). Design for Flexibility - Measures and Guidelines In: International Conference on Engineering Design (ICED), Stockholm. August 19-21 2003.
- PIMMLER, T. U.; EPPINGER, S. D.** (1994). Integration Analysis of Product Decompositions. Alfred P. Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology Cambridge, MA.
- PONN, J.; LINDEMANN, U.** (2011). Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte. Berlin Heidelberg: Springer.
- RENNER, I.** (2007): Methodische Unterstützung funktionsorientierter Baukastenentwicklung am Beispiel Automobil. Technische Universität München.
- ROBERTSON, D.; ULRICH, K.** (1998). Planning for Product Platforms. Sloan Management Review 39 (4).
- SACHS, L.** (2004). Angewandte Statistik: Anwendung statistischer Methoden. Berlin Heidelberg: Springer.
- SCHMIDT, M.; ELEZI, F.; TOMMELEIN, I.; BERGHEDE, K.; LINDEMANN, U.** (2014). Supporting Organizational Design Towards Lean with the Viable System Model. In: Proceedings of the 22nd International Group for Lean Construction Annual Conference Oslo, Norwegen. S. S. 73-83.
- SCHÖNHERR, M.; KRALLMANN, H.; TRIER, M.** (2007). Systemanalyse im Unternehmen: Prozessorientierte Methoden der Wirtschaftsinformatik. München: Oldenbourg.
- SCHUH, G.** (2014). Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools. München: Hanser.
- SEIBERT, S.** (1998). Technisches Management. Stuttgart: Teubner.
- SIMPSON, T. W.; MAIER, J. R.; MISTREE, F.** (2001). Product Platform Design: Method and Application. Journal of Research in Engineering Design 13 1, S. 2-22.
- THEVENOT, H. J.; SIMPSON, T. W.** (2007). A Comprehensive Metric for Evaluating Component Commonality in a Product Family. Journal of Engineering Design 18 6, S. 577-598.
- ULRICH, K.** (1995). The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm. Research Policy 24 3, S. 419-440.
- ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D.; GOYAL, A.** (2011). Product Design and Development. New York: McGraw-Hill.
- VOGEL-HEUSER, B.; LINDEMANN, U.; REINHART, G.** (2014). Innovationsprozesse zyklusorientiert managen: Verzahnte Entwicklung von Produkt-Service Systemen. Berlin Heidelberg: Springer.

Um auf heutigen Märkten langfristigen Erfolg zu erzielen sind Unternehmen gezwungen ihr Produktangebot aufgrund vieler Zyklen, wie z. B. veränderte Kunden- und Marktanforderungen, neue technologische Potenziale oder legislative Änderungen, kontinuierlich anzupassen. Gleichzeitig werden vermehrt Standardisierungsmaßnahmen zur Reduktion interner Komplexität und Kosten durchgeführt. Die Definition einer zyklengerechten Plattform mit leicht anpassbaren, flexiblen Modulen ist dabei ein entscheidender Erfolgsfaktor.

Der vorliegende Leitfaden schlägt dafür eine zyklenorientierte Modul- und Plattformdenkweise für Praktiker vor. Die beschriebene Methodik unterstützt als allgemeines Vorgehen nicht nur die Erarbeitung einer Modul- und Plattformstrategie, sondern auch deren stetige Kontrolle und Anpassung. Die drei Phasen Planung der Flexibilität, Operationalisierung und Lebenszyklusmanagement umfassen Aktivitäten und Methoden aus dem Blickwinkel der strategischen Abteilungen (*Top-Down*, z. B. Marketing, Vertrieb) und aus der Perspektive technischer Abteilungen (*Bottom-Up*, z. B. Entwicklung). Die Methodik ermöglicht dadurch die gezielte Abstimmung der strategischen, marktgetriebenen und der technischen, umsetzungsorientierten Perspektive.

Gefördert von:



ISBN 9783000482861



9 783000 482861