

Hamburger Schriftenreihe  
Produktentwicklung und Konstruktionstechnik

Technische Universität Hamburg-Harburg  
Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dieter Krause  
Denickestr. 17  
21073 Hamburg

Henry Jonas

# **Eine Methode zur strategischen Planung modularer Produktprogramme**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im  
Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

## **Impressum**

### **TuTech Verlag**

TuTech Innovation GmbH  
Harburger Schloßstr. 6-12  
21079 Hamburg

Tel: +49 40 76629-0  
Fax: +49 40 76629-6129  
E-Mail: [verlag@tutech.de](mailto:verlag@tutech.de)  
[www.tutechverlag.de](http://www.tutechverlag.de)

Nachdruck, Vervielfältigung, Speicherung oder Übertragung in  
elektronische, optische, chemische oder mechanische Datenhaltungs- oder  
-verwertungssysteme sind – auch auszugsweise – ohne ausdrückliche  
schriftliche Genehmigung von TuTech Innovation GmbH verboten.

Die Verwertung von Informationen aus der Hamburger Schriftenreihe  
Produktentwicklung und Konstruktionstechnik zum Zweck der gewerblichen  
Informationsvermittlung ist nicht zulässig.

Alle Rechte vorbehalten.  
© TuTech Innovation GmbH

Hamburger Schriftenreihe Produktentwicklung und Konstruktionstechnik  
ISSN 1868-6885

1. Auflage Januar 2014  
ISBN 978-3-941492-65-3

# **Eine Methode zur strategischen Planung modularer Produktprogramme**

Vom Promotionsausschuss der  
Technischen Universität Hamburg-Harburg  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)  
genehmigte Dissertation

von

Henry Jonas

aus

Hamburg

2013

1. Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Dieter Krause

2. Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier

Tag der mündlichen Prüfung: 26. November 2013

# Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik (PKT) der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH). In den lehrreichen und spannenden Jahren bekam ich hier die Möglichkeit, die enge Verzahnung von Wissenschaft und Anwendung in der maschinenbaulichen Produktentwicklung zu erfahren und umzusetzen. Zum Gelingen dieser Arbeit haben mich viele Menschen unterstützt, denen ich an dieser Stelle danken möchte.

Mein erster Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr.-Ing. Dieter Krause. Als fachlicher Mentor, aber auch als persönliches Vorbild hat dieser meine wissenschaftliche Arbeit stets begleitet und mir die erforderlichen Freiräume gewährt. Seine Impulse und konstruktiven Anregungen haben ganz wesentlich zum Gelingen dieses Forschungsprojektes beigetragen.

Weiterhin danke ich Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier für die Übernahme des Korreferates sowie Prof. Dr.-Ing. Thorsten Schüppstuhl für die Führung des Prüfungsvorsitzes.

Ohne die praxisnahe Anwendung wäre eine Methodenentwicklung in dieser Form nicht möglich gewesen, deshalb möchte ich mich ganz herzlich vor allem bei unserem mittelständischen Luftfahrt-Kooperationspartner für die vertrauensvolle Zusammenarbeit bedanken. Durch den uns gewährten weitreichenden Einblick in das Unternehmen konnten wir die Forschungen auch auf technologischer Ebene weit voranbringen. Der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation der Stadt Hamburg danke ich für die Finanzielle Unterstützung unserer Forschungsprojekte.

Nicht zuletzt waren es aber meine Kollegen und Studierenden, die mich täglich unterstützt haben. Besonders zu erwähnen sind meine beiden Mentoren Dr. Christoph Blees und Thomas Gumpinger. Weiterhin danke ich im „Luftfahrt- und Methodenteam“ in alphabetischer Reihenfolge den Kollegen Sandra Eilmus, Steffen Elstner, Niklas Halfmann, Dr. Thomas Kipp, Dr. Marc Pein und Benedikt Plaumann. Für die vertrauensvolle und zuverlässige Zusammenarbeit mit der Verwaltung möchte ich Michaela Heier danken. Für die Unterstützung bei den Validierungsstudien gilt mein besonderer Dank Nicolas Gebhardt, Sebastian Ripperda und Arne Tholen.

Henry Jonas



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangssituation.....	1
1.2	Aufgabenstellung.....	3
<b>2</b>	<b>Problemstellung .....</b>	<b>7</b>
2.1	Grundlegende Begriffe .....	7
2.2	Kontext und Relevanz .....	12
2.3	Problembeschreibung und Vorstellung des PKT-Ansatzes.....	12
2.4	Anforderungen zur strategischen Planung modularer Produktprogramme.....	15
<b>3</b>	<b>Stand der Wissenschaft .....</b>	<b>19</b>
3.1	Methoden der Produktstrukturierung .....	20
3.1.1	Modularisierungsmethoden.....	20
3.1.2	Variantengerechte Gestaltung .....	26
3.1.3	Plattformplanung .....	29
3.1.4	Programmplanung.....	33
3.1.5	Auswertung .....	38
3.1.6	Kennzahlen zur Produktstrukturierung.....	40
3.2	Methoden im Bereich Marktanalysen.....	44
3.2.1	Situationsanalysen .....	44
3.2.2	Portfoliotechniken.....	48
3.2.3	Auswertung .....	52
3.3	Methoden der Zukunftsplanung.....	54
3.3.1	Szenariotechnik .....	56
3.3.2	Roadmapping .....	58
3.3.3	Weitere Ansätze .....	59
3.3.4	Auswertung .....	61
3.4	Zusammenfassung und weiterer Forschungsbedarf .....	63
<b>4</b>	<b>Zielgruppe für die Methodenanwendung und Schnittstellen .....</b>	<b>65</b>
4.1	Einordnung in den Produktentstehungsprozess .....	65
4.1.1	Die Phasen der Produktplanung.....	65
4.1.2	Die Zielphase der Methode.....	67
4.2	Die Zielgruppe.....	67
4.3	Schnittstellen zur integrierten Anwendung im PKT-Ansatz .....	68

<b>5</b>	<b>Methode zur strategischen Planung des Produktprogrammes .....</b>	<b>73</b>
5.1	Gliederung der Methode .....	73
5.2	Werkzeuge der Methode .....	75
5.2.1	Einführung in das PSM – Visualisierung von Produktprogrammen.....	75
5.2.2	Werkzeuge der Phase Szenarioentwicklung.....	76
5.2.3	Werkzeuge der Phase Programmstrukturierung .....	82
5.3	Phase 1 – Szenarioentwicklung.....	86
5.3.1	Ist-Aufnahme .....	87
5.3.2	Strategieworkshop.....	95
5.3.3	Ableitung von Gesamtszenarien .....	97
5.4	Phase 2 – Programmstrukturierung.....	103
5.4.1	Konzipierung von Übernahmekandidaten.....	104
5.4.2	Programmkonzept und Bewertung .....	111
<b>6</b>	<b>Validierung an einem Fallbeispiel .....</b>	<b>115</b>
6.1	Voraussetzungen zur Durchführung der Fallstudie .....	115
6.2	Phase 1 – Szenarioentwicklung.....	117
6.2.1	Ist-Aufnahme .....	118
6.2.2	Szenarioerstellung .....	123
6.3	Phase 2 – Programmstrukturierung.....	125
6.3.1	Konzipierung von Übernahmekandidaten.....	125
6.3.2	Programmkonzept und Bewertung .....	132
6.4	Auswertung der Validierung .....	135
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>139</b>
<b>8</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>143</b>
<b>9</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>155</b>

## Abkürzungen

APF	Architecture of Product Families	MIG	Module Interface Graph
ARC	Areas of Relevance and Contribution	MPC	Module Process Chart
BFE	Buyer Furnished Equipment	PFMP	Product Family Master Plan
CAP	Carryover Assignment Plan	PKT	Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik
DB	Deckungsbeitrag	PPCEM	Product Platform Concept Exploration Method
DCI	Degree of Commonality Index	PSM	Program Structuring Model
DMM	Domain Mapping Matrix	SA	Single-Aisle
DSM	Design Structure Matrix	SU	Standard-Unit
DTU	Denmark Technical University	TA	Twin-Aisle
EvS	Ergebnis vor Steuern	TCCI	Total Constant Commonality Index
FDM	Fused Deposition Modeling	TEV	Tree of external variety
FKV	Faserkunststoffverbund	U	Umsatz
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff	Uw	Umsatzwachstum
GPSM	Global Product Structure Matrix	USP	Unique selling proposition
HGF	Hauptgeschäftsfelder	VAM	Variety Allocation Model
L	Large (-body)	VRIO	Value, Rarity, Imitability, Organization
MCI	Module Coupling Independence	SFE	Supplier Furnished Equipment
MDI	Module Driver Independence		
MDM	Multi Domain Matrix		
MFD	Modular Function Deployment		

## Nomenklatur

CP	Carryover Potential	$F_{PF}$	Anzahl übergreifender Farbcodes
CS	Product Family Crossing Share	N	Komponentenzahl nach Konzept
$F_{ges}$	Anzahl aller Farbcodes im CAP	V	Komponentenzahl vor Konzept



# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation

Durch einen Wechsel von Verkäufer- zu Käufermärkten ist es für die meisten Unternehmen unabdingbar, dem Kunden angepasste, individualisierte Produkte anzubieten, um im Wettbewerb mithalten zu können [Kra12a]. Insbesondere im Maschinenbau ist es dabei üblich, intensiv auf Kundenwünsche einzugehen und dadurch eine hohe Anzahl an Produktvarianten zu entwickeln und im Produktprogramm vorzuhalten. Durch globalisierte Märkte verschärft sich der Wettbewerb zusätzlich [Hva08]. Niedrige Kosten und hohe Flexibilität sind dabei wichtige Schlüsselfaktoren, die den Erfolg eines Unternehmens sichern. Allerdings führt eine hohe Produktvarianz in der Regel zu einer steigenden Komplexität innerhalb des Unternehmens. Komplexität verursacht zunächst objektive Aufwände durch eine hohe Elementemenge. Darüber hinaus sind aber auch subjektive negative Effekte durch eine erschwerte Analyzierbarkeit des Systems zu beobachten [Bro12].

Ein zentraler Ansatz in der Produktentwicklung muss es somit sein, einerseits die angebotene Vielfalt marktgerecht auszurichten und andererseits diese angebotene, extern hohe Varianz unternehmensintern zu reduzieren. Gängige Verfahren zur Reduzierung der internen Varianz aus Produktsicht sind dabei variantengerechte Gestaltung sowie modulare Produktstrukturierung. Beide Ansätze sind allerdings klassischerweise nur für einzelne Produkte oder Produktfamilien anwendbar. Zur Aktivierung von übergreifenden Optimierungs- und Synergieeffekten ist eine Betrachtung des ganzheitlichen Produktprogrammes sinnvoll, da so auch zwischen verschiedenen Produktfamilien Potentiale aufgedeckt werden können. Zusätzlich sollte dieser Schritt mit einer strukturellen Planung des Produktprogrammes verbunden werden, um die zukünftig angebotenen Bestandteile des Produktprogrammes zu beschreiben. Auf diesem Weg kann die ganzheitliche Optimierung gezielt auf der zukünftigen Ist-Situation aufbauen anstatt auf dem aktuellen, bei Projektende bereits veralteten Stand zu basieren.

Eine modulare Strukturierung des Produktprogrammes kann vielfältige Vorteile bieten. Durch Kombination weniger Module kann eine hohe Vielfalt des Endproduktes erzeugt werden. Durch Wiederverwendung von Übernahmemodulen kann die produzierte Stückzahl erhöht und durch Vormontage von Modulen Vorteile in den Bereichen Endmontage und Beschaffung erzielt werden. Eine übergreifende Verwendung gleicher Übernahmemodule in verschiedenen Produktfamilien kann diese Vorteile noch verstärken. Neben einer höheren produzierten Stückzahl von Übernahmekomponenten können auch Technologien gemeinsam entwickelt und gepflegt werden. Zusätzlich können modulare Produktprogramme auch

Vorteile entlang der Wertschöpfungskette bieten, zum Beispiel durch Variantenkonfiguration an der Vertriebsstelle. Allerdings ist die Gesamtbetrachtung eines Produktprogrammes auch eine Herausforderung für die Produktentwicklung, da der Fokus nicht auf Produktfamilien eingeschränkt ist, sondern programmweit die maximale Elementemenge zu betrachten ist. Im Gegensatz zu detailorientierteren Betrachtungsebenen, die üblicherweise in Entwicklung und Gestaltung angewendet werden, ist es hier erforderlich, einen interdisziplinär handhabbaren Betrachtungshorizont zu formulieren. Einerseits muss die Auflösung hinreichend genau sein, um technische Merkmale der Produkte berücksichtigen zu können, andererseits müssen Analysen und Konzepte aber auch in einer im Rahmen von Workshops modifizierbaren Gesamtdarstellung beschreibbar sein.

Der strukturellen Vorausschau des zukünftigen Produktprogrammes kommt bei einer Gesamtbetrachtung eine hohe Bedeutung zu. Während die Entwicklung und Optimierung einzelner Produktfamilien noch nach Bedarf in den Fachabteilungen initiiert werden kann, muss für die Identifikation übergreifender Potentiale die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung aller Produkte erfasst sein, da zum Beispiel Produkte, deren Eliminierung absehbar ist, keinen nachhaltigen Mehrwert für Weiterentwicklungen hinsichtlich Komplexitätsreduzierung bieten. Ebenso können Produkte mit einem geringen derzeitigen Umsatzbeitrag, aber einer vielversprechenden Prognose, besonders attraktiv werden, ohne dass die Vorteile zum aktuellen Zeitpunkt offenkundig sind. Für solche Analysen ist es notwendig, das ganzheitliche Produktprogramm zu betrachten, um in einem interdisziplinären Projektteam strategische Entwicklungen prognostizieren zu können. Hierzu müssen einerseits geeignete Werkzeuge das Produktprogramm wirtschaftlich und technisch darstellen können, andererseits muss der Prozess der Erstellung systematisch unterstützt werden.

Im Rahmen dieser Arbeit werden gängige Verfahren aus drei Perspektiven untersucht. Im Bereich der Produktstrukturierung adressieren Methoden der Modularisierung und der variantengerechten Gestaltung in der Regel nur singuläre Produktfamilien, während Plattform- und Programmplanungsmethoden grundsätzlich einen übergreifenden Betrachtungshorizont erlauben. Allerdings findet hier typischerweise keine Vorausschau statt. Im Bereich Marktanalysen erlauben verschiedene Analysewerkzeuge eine Darstellung der wirtschaftlichen Ist-Situation des Unternehmens sowie relevanter Einflussfaktoren. Portfoliowerkzeuge können die einzelnen Bestandteile eines Produktprogrammes bezüglich unterschiedlicher Kenngrößen zueinander in Bezug setzen. Allerdings fehlt hier in der Regel das systematische Vorgehen zur Erstellung einer Vorausschau für das gesamte Produktprogramm, technische Aspekte der Produktstrukturierung bleiben unberücksichtigt. Auch fehlt die gleichzeitige Darstellung von Hierarchie und wirtschaftlichen Kenngrößen des Produktprogrammes. Beide sind aber erforderlich, um in Form von Szenarien zukünftige Veränderungen darstellen und vergleichen zu können. Als *Szenario* wird im Rahmen dieser Arbeit in Anlehnung an [Fin06] ein mögliches Zukunftsbild verstanden, welches im Gegensatz zum *Trend* einen vergleichsweise größeren Betrachtungsbereich und/oder Zeithorizont hat. Im Bereich von Methoden zur Zukunftsplanung existieren verschiedene Ansätze, deren Anwendungsaufwand je nach Reichweite der Vorausschau stark variiert. Einfache Vorgehensweisen sind dabei für kurz- und mittelfristige Planungen geeignet, für umfangreichere Betrachtungen müssen entspre-

chende Projektressourcen bereitgestellt werden. Ein methodisches Zusammenwirken mit der Produktstrukturierung wird hierbei kaum adressiert.

Im nachfolgenden Kapitel werden die Ziele für eine zu entwickelnde Methode formuliert, die die strategische Planung modularer Produktprogramme hinsichtlich der beschriebenen Aspekte unterstützt.

## 1.2 Aufgabenstellung

Die gemeinsame, systematische Entwicklung einer Vorausschau der Produktprogrammstruktur bietet Vorteile für verschiedene interne Anspruchsgruppen im Unternehmen. Zielgruppen sind neben der technischen Entwicklung auch der Vertrieb sowie die Geschäftsleitung. Kern der Methode soll es dabei sein, ein gemeinsames Verständnis sowie einen Konsens für die zukünftige Ausrichtung des Produktprogrammes zu schaffen. Dabei sollen einerseits der hierarchische Aufbau, andererseits aber auch wirtschaftliche Kenngrößen betrachtet werden. Aufbauend auf einer so gemeinsam entwickelten Zukunftsbeschreibung des Programmes können dann produktfamilienübergreifend Übernahmekonzepte auf Komponentenbasis entwickelt werden. Diese stellen ihrerseits die Anforderungen an eine spätere finale Modularisierung aus Sicht der Produktlebensphase „Produktplanung“ dar. Zur Erreichung dieser Ziele muss eine methodische Vorgehensweise folgende Elemente bereitstellen

- Analyse von Produktprogrammstruktur, Produktstrukturen, Angebotsvielfalt und Einflussgrößen für die Vorausschau
- Ableitung und Visualisierung von zukünftigen Produktprogramm szenarien
- Entwicklung und Bewertung von programmweiten Konzepten für Übernahmekomponenten

Für die Beschreibung der zukünftigen Struktur des Programmes ist dabei das Denken in Szenarien vorteilhaft, weil „die Zukunft“ nicht exakt vorausgesagt werden kann. Ziel ist es vielmehr, basierend auf relevanten Einflussgrößen mögliche alternative Änderungen darzustellen, um eine rechtzeitige Planung zum Beispiel mit dem Ziel von Robustheit ermöglichen zu können. Für die Entwicklung von Übernahmekonzepten ist es besonders wichtig, eine programmweite Anwendbarkeit zu gewährleisten. Die zu entwickelnde Methode soll dabei auf die Erstellung von Konzepten der Produktstruktur, nicht aber der Produktarchitektur gerichtet sein. Nach [Ble11] bezeichnet die Produktstruktur den physischen Aufbau eines Produktes, also dessen Komponenten und deren Interaktionen, während die Architektur noch zusätzlich eine funktionale Beschreibung enthält.

Die Methode soll sich primär an Unternehmen aus dem Maschinenbau richten, die ein variantenreiches Produktprogramm anbieten. Eine Übertragbarkeit in andere Bereiche soll dabei allerdings nicht ausgeschlossen sein.

Bild 1-1 gibt eine Übersicht über die Gliederung dieser Arbeit. Im zweiten Kapitel werden zunächst grundlegende Begriffe für die Verwendung in dieser Arbeit festgelegt. Anschließend wird der Kontext im Rahmen der Produktentwicklung erläutert. Darauf aufbauend werden die Problemstellung sowie der Forschungsansatz beschrieben. Das zweite Kapitel

endet mit der Formulierung von Anforderungen an eine methodische Unterstützung, wobei zwischen den Bereichen Produktstrukturierung, Marktanalysen und Zukunftsplanung unterschieden wird. Diesen Anforderungen entsprechend wird in Kapitel drei der Stand der Wissenschaft in den drei Forschungsfeldern untersucht. Die analysierten Ansätze werden zunächst getrennt untereinander bewertet, um abschließend die Bereiche zusammenzufassen und daraus resultierend weiteren Forschungsbedarf abzuleiten.

1. Einleitung		
2. Problemstellung		
2.1 Grundlegende Begriffe		
2.2 Kontext und Relevanz		
2.3 Problembeschreibung und Vorstellung des PKT-Ansatzes		
2.4 Anforderungen zur strategischen Planung modularer Produktprogramme		
3. Stand der Wissenschaft		
3.1 Produktstrukturierung	3.2 Marktanalysen	3.3 Zukunftsplanung
3.4 Zusammenfassung und weiterer Forschungsbedarf		
4. Zielgruppe für die Methodenanwendung und Schnittstellen		
4.1 Einordnung in den Produktentstehungsprozess		
4.2 Die Zielgruppe		
4.3 Schnittstellen zur integrierten Anwendung im PKT-Ansatz		
5. Methode zur strategischen Planung des Produktprogrammes		
5.1 Gliederung der Methode		
5.2 Werkzeuge der Methode		
5.3 Phase 1 – Szenarioentwicklung		
5.4 Phase 2 – Programmstrukturierung		
6. Validierung an einem Fallbeispiel		
6.1 Voraussetzungen zur Durchführung der Fallstudie		
6.2 Phase 1 – Szenarioentwicklung		
6.3 Phase 2 – Programmstrukturierung		
6.4 Auswertung der Validierung		
7. Zusammenfassung und Ausblick		

Bild 1-1: Gliederung der Arbeit

Kapitel vier steht vor der Entwicklung der Methode und beschreibt notwendige Randbedingungen, die sich aus dem Anwendungskontext ergeben und zur Entwicklung der eigentlichen Methode zu berücksichtigen sind. Dies betrifft zunächst die Einordnung in den Produktentstehungsprozess. Hierbei wird insbesondere auf eine Unterscheidung zwischen Produktneuplanung und Produktprogrammplanung als Unterdisziplinen der Produktplanung eingegan-

gen. Weiterhin wird die Zielgruppe zur Methodenanwendung beschrieben. Dies ist erforderlich, weil zu einer Durchführung der Methode in der Praxis in jedem Fall ein interdisziplinäres Projektteam gebildet werden muss, dessen personelle Zusammensetzung vorher passend zu wählen ist. Ferner werden die Schnittstellen zu weiteren Methoden im integrierten PKT-Ansatz zur Entwicklung modularer Produktfamilien festgelegt. Dabei wird auch auf die gemeinsame Anwendung mit den bestehenden Methoden der variantengerechten Produktgestaltung und der Lebensphasen-Modularisierung eingegangen.

In Kapitel fünf erfolgt die Vorstellung der neu entwickelten Methode zur strategischen Planung modularer Produktprogramme. Dazu wird zunächst der Ablauf der Methode erläutert. Die Methode untergliedert sich in zwei Hauptphasen mit mehreren Einzelschritten. Den Einzelschritten sind wiederum Werkzeuge zugeordnet, mit denen die operative Durchführung erfolgt. Nach einer Vorstellung der Werkzeuge wird die Methode exemplarisch an einem Beispielproduktprogramm von Wasserqualitäts- und Durchflussmessgeräten durchgeführt.

In Kapitel sechs wird die Methode an einem Fallbeispiel validiert. Hierzu wird das Produktprogramm eines Herstellers für Flugzeugkabinen-Innenausstattung untersucht. Das Kapitel untergliedert sich in die Beschreibung von Voraussetzungen zur Fallstudie, die phasenweise Durchführung der Methode und die Auswertung der Validierung.

Im letzten Kapitel werden die Forschungsergebnisse zusammengefasst. Abschließend wird ein Ausblick für weitere Forschungsarbeit gegeben. Dieser betrifft die methodische Unterstützung zur Leichtbauoptimierung und Auslegung modularer Produktprogramme.



## 2 Problemstellung

### 2.1 Grundlegende Begriffe

Im Folgenden werden grundlegende Begriffe für ihre Verwendung in dieser Arbeit festgelegt. Dies ist erforderlich, da im Stand der Wissenschaft wie auch in der industriellen Praxis gleichen Begriffen oft unterschiedliche oder unklare Bedeutungen beigegeben werden.

#### Die Stufen der Produkthierarchie

Die Bezeichnungen der Hierarchiestufen eines Produktprogrammes werden in der Literatur uneinheitlich definiert. In unterschiedlichen Unternehmen haben insbesondere die Begriffe Produktlinie und Produktfamilie oft unterschiedliche Bedeutungen. Entscheidend ist die sinngemäße Bedeutung, welche ursächlich für eine begriffliche Unterscheidung ist. In dieser Arbeit werden die in Bild 2-1 gezeigten Begriffe für die Stufen der Produkthierarchie verwendet, vergleiche hierzu [Rup88], [Kom98], [Sek05], [Ble11], ähnlich auch in [Goe98], [Run07].

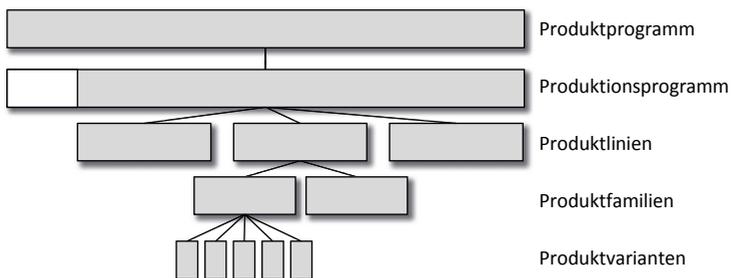


Bild 2-1: Verwendete Hierarchiebezeichnungen des Produktprogrammes, vgl. [Ble11]

Das *Produktprogramm* bezeichnet die Gesamtheit aller Erzeugnisse und/oder Leistungen, die ein Unternehmen auf dem Markt anbietet. Es ist vom *Produktionsprogramm* zu unterscheiden, das die Gesamtheit aller Produkte umfasst, die das Unternehmen selbst herstellt. Handelswaren oder Dienstleistungen sind nicht Teil des Produktionsprogrammes.

Die *Produktlinie* stellt eine Menge von Produkten dar, deren Zusammenfassung beispielsweise für Analysen und Planungen aufgrund ähnlicher Funktionsprinzipien, Anwendungsbereiche oder Produktionsverfahren sinnvoll ist.

Die *Produktfamilie* bezeichnet eine Menge von Produkten, die gemeinsame Technologien (Funktionen und Komponenten) teilen, bzw. identische Schnittstellen auf technologischer,

funktionaler und physischer Ebene aufweisen. Vergleiche zu diesen Definitionen auch [Rup88], [Mey97], [Goe98], [Sek05], [Ere96], [Hof01].

Entscheidend für den Unterschied zwischen Produktlinie und Produktfamilie ist, dass eine Produktfamilie ein Maß an physischer Gemeinsamkeit aufweist, während die Produktlinie eine übergeordnete Zusammenfassung aufgrund von planerischen Aspekten ist.

Ein Produkt ist gemäß VDI Richtlinie 2221 definiert als Erzeugnis, das als Ergebnis des Entwickelns und Konstruierens hergestellt oder angewendet wird. Dies können materielle oder immaterielle Erzeugnisse sein [VDI93]. Nach Kotler [Kot10] ist ein Produkt, was an einem Markt angeboten werden kann. Es dient dazu, einen Wunsch oder ein Bedürfnis zu erfüllen. Varianten eines Produktes haben nach DIN 199-2 ähnliche Form und Funktion mit einem in der Regel hohen Anteil identischer Gruppen oder Teile [DIN02]. Nach Franke sind Varianten technische Systeme gleichen Zwecks, die sich in mindestens einer Beziehung oder einem Merkmal unterscheiden [Fra02].

### **Komponente**

Der Begriff der *Komponente* ist zu den in der Praxis oft synonym verwendeten Begriffen Bauteil und Baugruppe abzugrenzen. Eine Maschine setzt sich aus Baugruppen und aus Einzelteilen zusammen [Pah06]. Es ergibt sich eine Hierarchie aus Baugruppen und Einzelteilen, die als Erzeugnisgliederung bezeichnet wird. Diese Hierarchie besteht oftmals auch aus einer Staffellung von Baugruppen. In jedem Fall stehen auf unterster Ebene der Erzeugnisgliederung ausschließlich Einzelteile.

Abweichend von dieser mehrstufigen hierarchischen Gliederung wird in der vorliegenden Arbeit der Begriff der Komponente verwendet. Eine Komponente kann beides sein – Einzelteil oder Baugruppe. Komponenten ergeben sich aus der Dekomposition, also der Zerlegung des Produktes. Typischerweise ist eine so beschriebene Komponente identisch mit dem Begriff der Baugruppe. Hat das Produkt allerdings nur wenige Teile, können sich auch Einzelteile als Komponenten ergeben. Der Umfang einer Komponente ist sowohl von der angetroffenen Teilevielfalt als auch von der gewünschten Betrachtungsgranularität abhängig. Eine Übernahmekomponente bezeichnet eine Komponente, die in mehreren Produkten verwendet werden kann.

### **Komplexität**

Für den Begriff der *Komplexität* existiert eine Vielzahl möglicher Definitionen [Abd08], die vorliegende Arbeit baut dabei auf den Ausführungen von BROSCH ET AL. auf [Bro11, Bro12]. Demnach ist Komplexität als eine konstruktive Eigenschaft zu verstehen, welche sowohl eine objektive als auch eine subjektive Erscheinungsform hat. BROSCH definiert vier Sichten der Komplexität, Bild 2-2.

4 Sichten der Komplexität			
<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;">           Fokus dieser Arbeit         </div>	<b>Konstruktive Eigenschaften</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vielfalt &amp; Vielzahl von Systemelementen</li> <li>• Elementebeziehungen</li> <li>• Zeitliche Veränderlichkeit</li> </ul>	<b>Erscheinungs-Formen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objektiv</li> <li>• Subjektiv</li> </ul>	<b>Bezugsobjekte</b> Gliederungstiefe
			<b>Wirkung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebswirtschaftliche Relevanz</li> <li>• Negativ oder Positiv</li> </ul>

Bild 2-2: Sichten der Komplexität nach BROSCH [Bro12]

Die konstruktive Sicht spiegelt die (zählbare) Elementemenge des betrachteten Systems sowie deren Beziehungen untereinander wieder. Die konstruktive Sicht ist ursächlich für die Existenz von Komplexität, weil sie die Betrachtungsobjekte erzeugt.

Die Sicht der Erscheinungsform unterscheidet zwischen objektiver und subjektiver Komplexität. Objektive Komplexität zielt auf die erfassbaren Größen des Systems ab, so zum Beispiel Quantität, Heterogenität, Abhängigkeiten, Veränderlichkeit. Subjektive Komplexität hingegen spiegelt das wieder, was von den Personen wahrgenommen wird, die mit dem System interagieren. Subjektive Komplexität hängt somit unter anderem von der Darstellungsform ab. Ferner ist die Komplexität eines Systems abhängig von der Betrachtungstiefe und, je nach Anwendung, der wirtschaftlichen Relevanz als Folge. Komplexität wird in der Industrie häufig mit negativer Wirkung assoziiert, meistens als Problem- und Kostentreiber. Dem entgegen kann sich allerdings auch eine positive Wirkung ergeben, zum Beispiel bei der Erzeugung von Alleinstellungsmerkmalen.

Im Rahmen dieser Arbeit soll es Ziel der zu entwickelnden Methode sein, bezüglich der konstruktiven Sicht Komplexität zu reduzieren. Hierzu soll insbesondere eine Reduzierung der Elementanzahl und -vielfalt beitragen.

### Merkmale und Eigenschaften

Die Begriffe *Merkmal* (characteristic) und *Eigenschaft* (property) im Hinblick auf die Beschaffenheit eines Produktes werden im Rahmen dieser Arbeit nach den Definitionen von ANDREASEN [And99] und WEBER [Web08] verwendet; *Merkmale* beschreiben Struktur, Form, Abmessungen, Materialien, Oberflächen etc. eines Produktes. Sie beziehen sich auf die interne Beschaffenheit und sind direkte konstruktive Gestaltungsparameter. *Eigenschaften* hingegen beschreiben das Verhalten des Produktes. Hierzu gehören zum Beispiel Funktion, Sicherheit, Umweltfreundlichkeit, Montagegerechtigkeit, Benutzerfreundlichkeit. Eigenschaften können in der Regel nicht direkt durch Merkmale, also Konstruktionsparameter, beeinflusst werden, sondern resultieren aus diesen indirekt.

### Modularität

Nach KRAUSE/BLEES [Kra11a, Kra12a, Ble11] ist die Modularität eines Produktes eine *graduelle Eigenschaft*. Modularität kann somit durch ein Produkt mehr oder weniger stark erfüllt sein.

Hierzu wurden gemäß Bild 2-3 fünf Kriterien definiert, deren Erfüllungsgrad die Modularität eines Produktes charakterisiert. Vergleiche hierzu auch SALVADOR [Sal07].

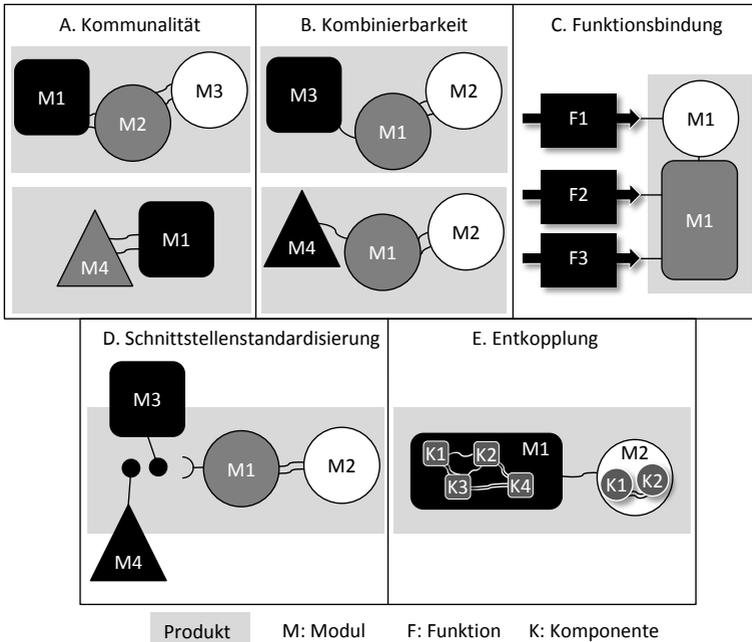


Bild 2-3: Eigenschaften modularer Produkte nach [Kra12a]

Die Eigenschaft *Kommunalität* (A.) bewirkt, dass gleiche Module in unterschiedlichen Produkten verwendet werden können. Die Eigenschaft *Kombinierbarkeit* (B.) bewirkt, dass unterschiedliche Produktvarianten durch Verwendung verschiedener Module konfiguriert werden können. Die Eigenschaft *Funktionsbindung* (C.) sieht eine feste Zuordnung von Funktionen zu Modulen vor. Durch *Schnittstellenstandardisierung* (D.) können unterschiedliche Module dieselben Schnittstellen am Produkt nutzen. *Entkopplung* (E.) heißt, dass die Kopplungen zwischen Elementen innerhalb eines Moduls stärker ausgeprägt sind als nach extern.

Eine modulare Produktstruktur kann weitreichende Vorteile bieten [Ble11, Jon09a, Kra12a]

- Reduzierung der internen Varianz, dadurch Komplexitätsreduzierung
- Unterstützung spezifischer Entwicklungsziele, zum Beispiel Wartung, Upgrades oder Recycling
- Skaleneffekte durch Übernahmemodule
- Optimierung von Montageprozessen, vgl. HALFMANN ET AL. [Hal11]
- Unterstützung von Einkauf/Supply Chain und Reduzierung der Fertigungstiefe, vgl. BROSCH ET AL. [Bro11]

Allerdings müssen gegebenenfalls auch Nachteile in Kauf genommen werden

- Mehrgewicht durch Schnittstellen; siehe hierzu auch Modulleichtbau nach GUMPINGER ET AL. [Gum11a, Kra10, Gum11b]
- Aufwendigere Produktentwicklung
- Überdimensionierungen, insbesondere in Funktion und mechanischer Auslegung

### Strategische Planung

*Planen* zeichnet sich nach KREIKEBAUM ET AL. durch vier Merkmale aus [Kre11]. Planen

- beschäftigt sich mit der Zukunft,
- ist gekennzeichnet durch Rationalität,
- hat einen repetitiven Charakter
- und umfasst die Entscheidung für eine Handlungsalternative.

Das Wort *Strategie* leitet sich historisch von der Heeresführung ab. Grundlagen für den heutigen unternehmensbezogenen Strategiebegriff wurden von ANSOFF in seinem Werk „Corporate Strategy“ gelegt [Ans65].

Unter einer Strategie wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Formulierung von Bedingungen für zukünftige Wettbewerbsvorteile verstanden. Vergleiche zu dieser Definition auch GAUSEMEIER [Gau09] und ZOHM [Zoh04].

Das Gegenstück zur *strategischen* Planung ist nach überwiegender Meinung die *operative* Planung. Nach KOTLER beschreibt die strategische Planung „was zu tun ist“, während die operative Planung beschreibt „wie vorgegangen werden soll“ [Kot10]. Vorliegend sind drei Kriterien ausgewählt, anhand derer der planerische Unterschied erkennbar ist, Bild 2-4. Vergleiche hierzu [Bea09, Kre11, Man88].

	Planung	
	strategisch	operativ
Verhaltensweise	antizipativ	reaktiv
Bezugszeitraum	langfristig	kurzfristig
Detaillierungsgrad	global	spezifiziert

Bild 2-4: Unterschiede strategischer und operativer Planung

Der Unterschied zwischen strategischer und operativer Planung wird durch den planerischen Freiheitsgrad, den Zeithorizont und die Breite des betrachteten Feldes bestimmt. Typisch für operative Planungen sind Fragen einer Umsetzung, während strategischen Planungen visionärer Charakter zuzuordnen ist [Kot10].

Der Begriff der taktischen Planung wird hier nach BEA/HAAS bewusst ausgelassen, weil in der Praxis bereits die Unterscheidung zwischen strategischer- und operativer Planung Probleme bereitet [Bea09].

## 2.2 Kontext und Relevanz

Durch die Diversifizierung des Angebotes und dem damit steigenden Variantenreichtum der Produkte erhöht sich die Komplexität (vgl. Kapitel 2.1) im Unternehmen. Betroffen sind hier von die Prozesse im Unternehmen wie auch die Produkte selbst [Bro12, Kra11a].

Nach HEINA hat eine durch Variantenvielfalt induzierte Komplexität innerbetrieblich hauptsächlich negative Auswirkungen. Diese können in drei Bereichen zusammengefasst werden [Hei99]. Erstens resultiert ein erhöhter Koordinationsaufwand in nahezu allen Phasen der Wertschöpfungskette, insbesondere in Entwicklung/Konstruktion, Einkauf und Montage. Zweitens ist nach dem Erfahrungskurvenmodell mit einem vergleichsweise erhöhten Stückkostenanteil zu rechnen, siehe hierzu auch WILDEMANN [Wil90]. Drittens konnten negative Auswirkungen auf Qualität, Zeit und Flexibilität nachgewiesen werden [Hei99], ursächlich hierfür sind im Wesentlichen vielfältigere Störgrößen sowie längere Entwicklungs- und Reaktionszeiten.

Im Kontext der genannten Faktoren ergeben sich somit zwei Schlüsselkompetenzen für die erfolgreiche Produktentwicklung einer Unternehmung [Jon12a];

1. die Fähigkeit, das Produktprogramm marktgerecht auszurichten,
2. die Fähigkeit zur internen Reduzierung der extern hohen Varianz.

## 2.3 Problembeschreibung und Vorstellung des PKT-Ansatzes

Der Stand der Wissenschaft beschreibt Methoden, die dazu geeignet sind, konstruktiv die interne Varianz von Produkten zu reduzieren. Im Wesentlichen lassen diese sich in den Forschungsfeldern der variantengerechten Produktgestaltung [Kip12] sowie der Modularisierung [Ble11] einordnen, wobei Modularisierung auch anderweitige Entwicklungsziele unterstützen kann [Jon09a]. KRAUSE ET AL. beschreibt den integrierten PKT-Ansatz zur Entwicklung modularer Produktfamilien [Kra11a, Kra11c], in dessen Rahmen auch diese Arbeit ansetzt, Bild 2-5.

Zur produktseitigen internen Varianzreduzierung werden im PKT-Ansatz variantengerechte Produktgestaltung nach KIPP [Kip12] sowie Lebensphasen-Modularisierung nach BLEES [Ble11] sequentiell nacheinander angewendet [Eil12a, Ble10]. Ziel der variantengerechten Produktgestaltung ist es, durch variantengerechte Umkonstruktion von Komponenten eine Annäherung an das Idealbild einer 1:1-Zuordnung von kundenrelevanten varianten Attributen und varianten Komponenten zu realisieren. Die Methode adressiert die konstruktive Gestaltung von Komponenten einer Produktfamilie. Die Lebensphasen-Modularisierung entwickelt für jede Lebensphase einer Produktfamilie getrennt Modularisierungskonzepte und führt diese unter Auswertung möglicher Zielkonflikte zusammen. Die variantengerechte Produktgestaltung nach KIPP wird in Kapitel 3.1.2 näher analysiert, die Lebensphasen-Modularisierung nach BLEES in Kapitel 3.1.1.

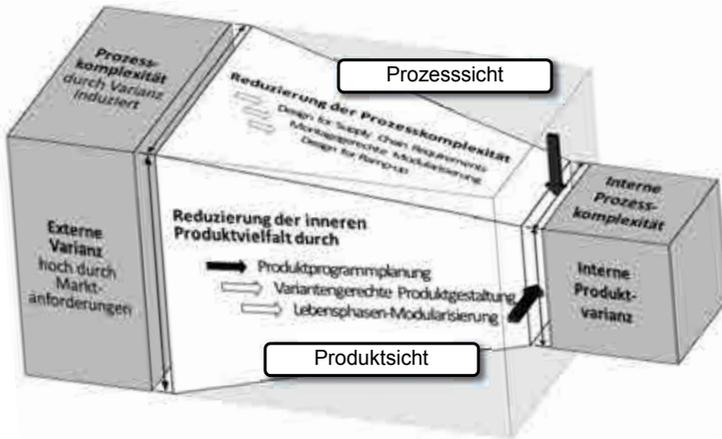


Bild 2-5: Integrierter PKT-Ansatz zur Entwicklung modularer Produktfamilien [Kra11a]

Unter Berücksichtigung der beiden in Kapitel 2.2 formulierten Schlüsselkompetenzen für die erfolgreiche Produktentwicklung ergibt sich bei der Anwendung des PKT-Ansatzes Forschungsbedarf, dessen Beantwortung Ziel dieser Arbeit ist

### 1. Marktausrichtung des Produktprogrammes

Der bisherige PKT-Ansatz adressiert Variantenvermeidung, also das Vermeiden unnötiger technischer Varianz durch optimierte Gestaltung und Strukturierung. Ein weiteres Handlungsfeld des Variantenmanagements in der Produktentstehungsphase ist allerdings die Variantengenerierung, welche die angebotene Produktvarianz definiert [Jon10]. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es deshalb, die zukünftig angebotene Produktvarianz methodisch zu entwickeln. Um diese bestimmen zu können, müssen sowohl die Marktanforderungen als auch die mittelfristige Strategie des Unternehmens analysiert werden. Es ergeben sich hierfür die beiden Forschungsfelder der **Zukunftsplanung des Unternehmens** und der **Marktanalyse**.

### 2. Varianzreduzierung auf Produktprogrammebene

Der bisherige PKT-Ansatz behandelt Variantenvermeidung auf Produktfamilienebene, eine übergreifende Betrachtung findet nicht statt. Die Einschränkung auf Produktfamilien stellt allerdings eine Barriere für die unternehmensweite Aktivierung von Synergieeffekten dar, weil über eine singuläre Produktfamilie hinaus keine weiteren Potentiale aufgedeckt werden können. Aus diesem Grund ergibt sich für diese Arbeit im Kontext der Varianzreduzierung das Forschungsfeld der **Produktstrukturierung auf Programmebene**.

Aus dem gezeigten Forschungsbedarf ergeben sich folgende Forschungsfragen für diese Arbeit

1. Wie kann die zukünftige Struktur (Aufbau und wirtschaftliche Kenngrößen) des Produktprogrammes bestimmt werden?
2. Wie können variantengerechte Gestaltung und Modularisierung durch programmweite Konzepte unterstützt werden?

Aufbauend auf den Forschungsfragen zeigt Bild 2-6 den Forschungsansatz, der dieser Arbeit zugrunde liegt. Eingangsgrößen sind die Zukunftsplanung des Unternehmens, die Analyse des bestehenden Produktprogrammes sowie Analysen des Marktes. Im Rahmen der Produktprogrammplanung werden die Eingangsgrößen in alternative Szenarien für die zukünftige Struktur des Programmes überführt. Darauf aufbauend werden für die Szenarien aus technischer Sicht mögliche Konzepte für übergreifende Übernahmekomponenten erarbeitet. Es folgt die weitere Entwicklung auf Produktfamilienebene im Rahmen des PKT-Ansatzes durch variantengerechte Produktgestaltung und Lebensphasen-Modularisierung. Für diese weitere Entwicklung kann entweder ein bestimmtes Szenario ausgewählt werden, oder es wird durch Erarbeitung geeigneter Übernahmekonzepte Robustheit bezüglich des Eintritts mehrerer Szenarien erzielt.

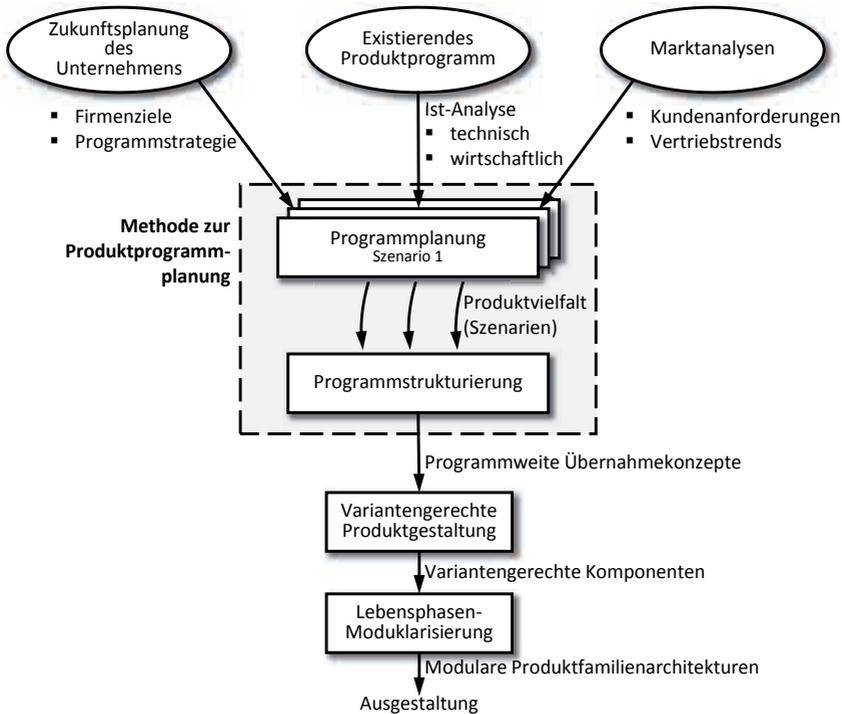


Bild 2-6: Forschungsansatz

Im nächsten Kapitel werden Anforderungen an die methodische Unterstützung formuliert. Nach einer Recherche des Standes der Wissenschaft in den genannten Forschungsfeldern in

Kapitel 3 werden in Kapitel 4 die Zielgruppe und die erforderlichen Schnittstellen festgelegt. Die Vorstellung der neu entwickelten Methode erfolgt in Kapitel 5.

## 2.4 Anforderungen zur strategischen Planung modularer Produktprogramme

Entsprechend dem Forschungsansatz vereint die Produktprogrammplanung drei wesentliche Elemente.

- Die Zukunftsplanung betrifft die Fragestellung, ob und wenn ja in welcher Form das Produktprogramm in der Zukunft strukturellen Veränderungen unterliegt. Da die Zukunft ungewiss ist, kann keine eindeutige Lösung formuliert werden. Deshalb sollen alternative Zukunftsentwicklungen erarbeitet und dargestellt werden. Entweder kann zur weiteren Ausarbeitung eine Alternative ausgewählt oder es können Elemente mehrerer Alternativen kombiniert werden, um Robustheit anzustreben.
- Aus Marktsicht soll einerseits die aktuelle Situation analysiert, andererseits sollen Trends für die zukünftige Entwicklung identifiziert werden. Der Fokus soll dabei sowohl auf dem eigenen Unternehmen als auch auf externen Randbedingungen liegen.
- Die Produktstrukturierung beschreibt den strukturellen Aufbau von Produkten. Durch eine geeignete Produktstrukturierung kann die externe Vielfalt, die sich aus der Marktnachfrage ergibt, intern reduziert werden, um die Komplexität im Unternehmen zu senken.

Innerhalb dieser drei übergreifenden Sichten sind verschiedene Einzelanforderungen an eine integrierende Entwicklungsmethode zu stellen. Diese sind im Folgenden getrennt formuliert. Im nächsten Kapitel wird entsprechend der Forschungsrichtungen der Stand der Wissenschaft hierzu analysiert.

### Anforderungen im Bereich Produktstrukturierung

- **Produktfamilienübergreifende Betrachtungsweise.** Die Methode soll sich nicht nur auf die Betrachtung einzelner Produktfamilien beschränken, sondern eine Untersuchung des gesamten Produktprogrammes ermöglichen. Durch übergreifende Konzepte für Übernahmekomponenten soll es möglich sein, breite Synergieeffekte aufzuzeigen. Die so erstellten Konzepte sollen mit den weiteren Methoden des PKT-Ansatzes kombinierbar sein, um auf produktfamilienebene weiter konkretisiert zu werden. Der methodische Fokus muss mehrere Produktfamilien gleichzeitig, idealerweise das gesamte Programm betrachten können.
- **Nutzung visueller Werkzeuge.** Visuelle Werkzeuge in der Produktentwicklung unterstützen Kommunikation und Dokumentierbarkeit. Durch bildhafte Repräsentierungen kann der Entwicklungsprozess moderiert und Kreativität gefördert werden. Sie dienen Projektteilnehmern als Diskussionsgrundlage und können Probleme sichtbar und Entscheidungen transparenter machen. Die Methode soll solche visuellen Elemente enthalten, die für einen Fachmann verständlich, nützlich und intuitiv handhabbar sind. Die Werkzeuge sollen dazu dienen, bestimmte Fragestellungen leichter beant-

worten zu können, indem sie zum Beispiel Widersprüche visuell sichtbar machen und so entsprechenden Handlungsbedarf aufzeigen.

- **Nutzung von marktseitiger Vorausschau.** Reale Produktentwicklungsprojekte benötigen eine gewisse Zeit zur Durchführung. In diesem Zeitraum können sich allerdings marktseitige oder strategische Randbedingungen ändern, so dass das angestrebte Produktentwicklungsprojekt möglicherweise durch Änderung von Randbedingungen an Bedeutung für die zukünftige Unternehmensentwicklung verliert. Deshalb soll durch die Methode analysiert werden können, welche Zukunftsaussichten für das betrachtete Produkt oder die Produktgruppe bestehen.
- **Berücksichtigung konstruktiver Lösungsansätze.** Physische Produkte werden stets durch Komponenten und deren Verknüpfungen realisiert. Sowohl Komponenten als auch Verbindungen sind Ergebnis eines Konstruktionsprozesses und können im Rahmen neuer Konzepte bezüglich unterschiedlicher, ggf. geänderter Ziele umkonstruiert werden. Eine solche konstruktive Änderung von Komponenten soll durch die Methode auf Konzeptbasis ermöglicht werden.

#### Anforderungen im Bereich Marktanalyse

- **Analyse aus Unternehmens-/Produktsicht.** Zur Planung der zukünftigen Struktur des Produktprogrammes sollen die Produkte selbst wie auch Einflussfaktoren aus dem internen Bereich des Unternehmens analysiert werden können.
- **Analyse des Branchenumfeldes.** Neben der internen Unternehmenssicht soll auch das Branchenumfeld analysiert werden können.
- **Visueller Vergleich der Elemente des Produktprogrammes durch wirtschaftliche Kenngrößen.** Zur Darstellung von zukünftigen Veränderungen, wie auch zur Bestandsaufnahme soll eine visuelle Darstellung der Produkte verwendet werden, die diese unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Kenngrößen untereinander in Bezug setzt.
- **Visuelle Darstellung der Programmhierarchie.** Zusätzlich soll der hierarchische Aufbau des Produktprogrammes visuell erfasst werden. Die Darstellung soll dazu geeignet sein, den Ist-Zustand der Elemente und ihrer Hierarchie sowie wie auch zukünftige Entwicklungen aufzeigen und vergleichen zu können.

#### Anforderungen im Bereich Zukunftsplanung

- **Verwendung von Szenarien.** Im Rahmen einer Vorausschau sollen alternative Szenarien entwickelt werden, um damit Unsicherheiten bezüglich der Zukunftsentwicklung Rechnung tragen zu können.
- **Systematische Herleitung der Vorausschau.** Die Unterstützung soll durch eindeutige Arbeitsschritte beschrieben sein, um Szenarien nachvollziehbar und wiederholbar entwickeln zu können.
- **Geeignet für mittelfristigen Planungshorizont.** Ferner soll ein mittelfristiger Betrachtungshorizont angestrebt werden. Dabei ist ein Kompromiss aus ausreichender

Reichweite einerseits und handhabbaren Projektressourcen andererseits anzustreben. Als grober Anhaltspunkt gelten im Rahmen dieser Arbeit drei- bis fünf Jahre als Ziel der Vorausschau.

- **Adressierung von Produktstrukturen.** Die Methode soll dazu geeignet sein, im Rahmen einer Vorausschau strukturelle Änderungen des Produktprogrammes abzuleiten. Insofern sollen möglichst konkret greifbare Ergebnisse der Vorausschau verfügbar sein, idealerweise ein Bezug zu direkten Veränderungen in der Programmhierarchie.

Neben den spezifischen Anforderungen gelten folgende **allgemeine Anforderungen** an eine Produktplanungsmethode

- **Gute Dokumentierbarkeit.** Die Methode soll durch eine reproduzierbare Vorgehensweise beschrieben sein, auf deren Basis getroffene Entscheidungen und Zwischenergebnisse nachvollziehbar dokumentiert werden können.
- **Bewertung durch Kennzahlen.** Die Ergebnisse sollen durch Kennzahlen objektiv bewertet werden können. Die Kennzahlen sollen einerseits den Vergleich unterschiedlicher Konzepte ermöglichen und andererseits entwickelte Potentiale im Vergleich zum Stand der Technik aufzeigen können.



### 3 Stand der Wissenschaft

Aufbauend auf dem in Bild 2-6 gezeigten Forschungsansatz wird in diesem Kapitel der Stand der Wissenschaft analysiert. Bild 3-1 zeigt als vereinfachtes ARC-Diagramm (vgl. BLESING/CHAKRABARTI [Ble09b]) die drei wesentlichen Rechercherichtungen mit Untergruppen.

Im Bereich Produktstrukturierung (Kapitel 3.1) liegt der Fokus auf Methoden, die die Betrachtung mehrerer Produkte erlauben und somit eine produktfamilienübergreifende Komplexitätsreduzierung, Multi Product Development nach [Mor05], ermöglichen können. Nach einer Auswertung dieser Methoden werden in Kapitel 3.1.6 Ansätze für Kennzahlen zur Bewertung von Produktprogrammen analysiert. Im Bereich von Marktanalysen (Kapitel 3.2) werden Situationsanalysen und Portfoliotechniken analysiert, der Fokus liegt dabei auf Modellierungstechniken für Produktprogramme sowie auf der Erstellung von Unternehmens- und Umfeldanalysen. Im Bereich der Zukunftsplanung, Kapitel 3.3, werden neben weiteren Ansätzen insbesondere Szenariotechnik und Roadmapping als gängige Verfahren analysiert. Ziel ist es, Methoden und Werkzeuge zu identifizieren, die eine Vorausschau der Produktprogrammstruktur ermöglichen.

Die Auswertung der analysierten Methoden gegenüber den in Kapitel 2.4 formulierten Anforderungen erfolgt jeweils getrennt pro Forschungsrichtung am Ende des jeweiligen Kapitels. Eine getrennte Bewertung ist zunächst sinnvoll, weil die Überschneidungen der drei Bereiche teilweise gering sind. Schließlich erfolgt in Kapitel 3.4 eine Zusammenfassung sowie die Ableitung von weiterem Forschungsbedarf.

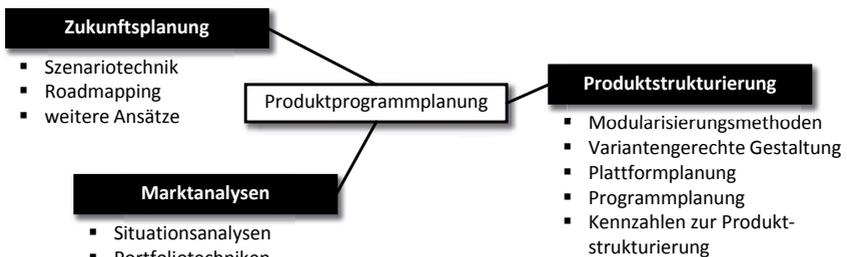


Bild 3-1: Rechercherichtungen

## 3.1 Methoden der Produktstrukturierung

### 3.1.1 Modularisierungsmethoden

Umfangreiche Recherchen der Autoren BLEES [Ble11], DANILIDIS ET AL. [Dan11], KOEPPE [Koe08] und KOPPENHAGEN [Kop04] haben gezeigt, dass herkömmliche Modularisierungsmethoden in der Regel nur singuläre Produkte oder Produktfamilien mit geringer Varianz adressieren. Da der Fokus dieser Arbeit auf ganzheitlicher Produktprogrammplanung liegt, werden im Folgenden nur Methoden analysiert, die dazu geeignet sind, modulare Produktstrukturen unter Berücksichtigung von einer Mehrzahl von Produktfamilien zu entwickeln.

#### Architecture of Product Families (APF) nach Du, Jiao & Tseng

Die in [Duj01] beschriebene Methode beschreibt ein mathematisches Vorgehen zur Modularisierung basierend auf technischer Sicht und Marktsicht [Jia99]. Die Kunden eines Marktsegmentes werden je durch einen Vektor „Customer<sub>i</sub>“ mit Funktionsfeatures „f<sub>i</sub>“ beschrieben, während die Varianten einer Produktfamilie durch Vektoren V<sub>i</sub> beschrieben sind. Die V<sub>i</sub> setzen sich wiederum aus gemeinsamen Basen C<sub>i</sub> und „Differentiation Enablers E<sub>i</sub>“ zusammen. Konfigurationsmechanismen beschreiben die Erzeugungspemutation der Varianten. Durch Swapping (=Durchtauschen), Attaching (=Hinzufügen) und Removing (=Entfernen) werden mit dem Ziel der Kundenbedürfnisbefriedigung Varianten erzeugt.

*Bewertung:* Die Methode soll dazu dienen, die Ursache der Varianz durch die Produktstruktur mathematisch darzustellen. Die Varianten werden so durch eine durchgängige Struktur beschrieben und können schließlich durch gleiche Technologien oder Module physisch abgebildet werden. Fokus der Methode ist die mathematische Beschreibung von Komponenten- und Funktionskonfigurationen. Konstruktive Hintergründe, die diese Kombinatorik ermöglichen, ebenso wie Aspekte der Marktanalyse, werden nicht betrachtet.

#### Erweiterung des Ansatzes von STONE durch ZAMIROWSKI/OTTO

Zamirowski & Otto [Zam99] bauen für eine produktfamilienweite Anwendung auf den Modularisierungsheuristiken von Stone [Sto97] auf, siehe hierzu [Ble11]. Im ersten Schritt wird von jedem Mitglied der Produktfamilie eine unabhängige Funktionsstruktur erstellt. Im zweiten Schritt wird farblich gekennzeichnet eine gemeinsame Produktfamilien-Funktionsstruktur abgeleitet, Bild 3-2. Die Modulbildung erfolgt schließlich nach erweiterten Modularisierungsheuristiken. Diese vermuten dort Modulkandidaten, wo sich Komponenten in nicht-verzweigenden Funktionsflüssen befinden (Dominanter Fluss), in Flüssen nach Verzweigungen und/oder bei Umwandlungs-/Transportstellen. Die Erweiterung durch [Zam99] besteht darin, in der Gesamtbetrachtung variante Teile der Funktionsstruktur durch Modularisierung entweder zu isolieren oder zu standardisieren.

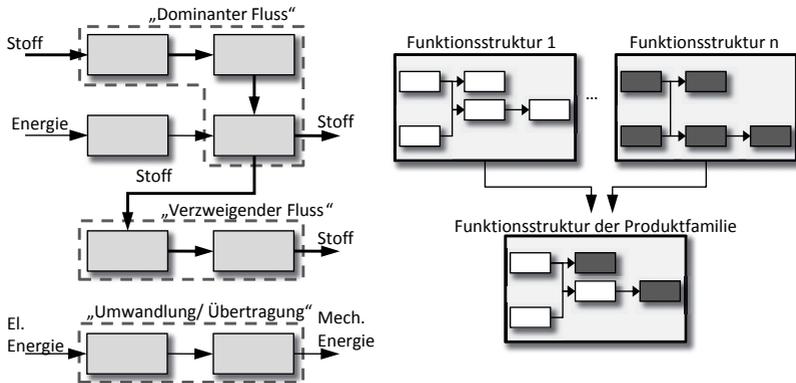


Bild 3-2: Produktfamilienweite Anwendung der Modularisierung nach STONE [Zam99]

**Bewertung:** Grenzen wird dieser technisch-funktional basierte Ansatz dann erfahren, wenn eine Vielzahl von Produktfamilienmitgliedern betrachtet wird. Eine programmweite Anwendung ist deshalb unpraktikabel, marktseitige Aspekte bleiben unberücksichtigt.

**Interaktionsmatrix nach KUSIAK/HUANG**

Die Methode geht von einem Interaktionsgraphen aus, in dem die verwendeten Komponenten einer Produktfamilie schematisch dargestellt und durch Pfeile verbunden sind [Kus96, Hua98]. Die Pfeile repräsentieren Kraft- und Medienflüsse, Bild 3-3 links. An diesen ist zusätzlich durch eine Zahl vermerkt, wie oft die Verbindung in der Produktfamilie verwendet wird.

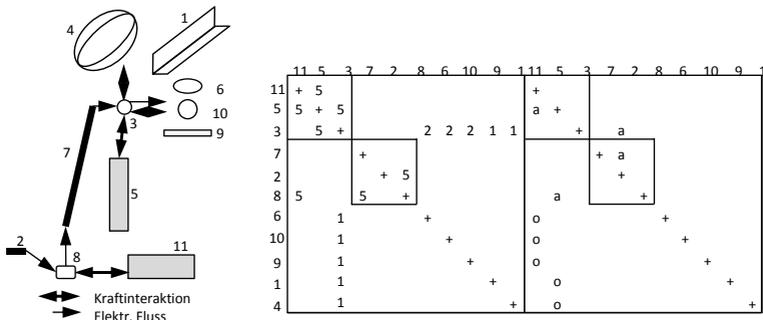


Bild 3-3: Produktfamilien-Interaktionsgraph und Matrix einer Schreibtischlampe [Kus96]

Die eigentliche Methode zur Modularisierung basiert auf einer mathematischen Clusteranalyse, die aus zwei zusammenhängenden relationalen Matrizen der Komponenten besteht. Die erste Matrix, Bild 3-3 Mitte, erfasst und bewertet die Interaktionen der Komponenten. Die zweite Matrix, Bild 3-3 rechts, wird als Verträglichkeitsmatrix bezeichnet. In dieser Matrix können technische Randbedingungen vermerkt werden, die aufgrund von Unverträglich-

keiten die Zusammenfassung von zwei Komponenten in ein Modul unpraktikabel erscheinen lassen. Beide Matrizen werden durch Algorithmen gleichzeitig permutiert. Durch die Bildung von Clustern in der Komponentenmatrix sollen Modulkandidaten identifiziert werden.

*Bewertung:* Auch dieser Ansatz ist nur für die Betrachtung weniger, ähnlicher Mitglieder einer Produktfamilie geeignet. Eine gleichzeitige Betrachtung mehrerer Produktfamilien wird nicht unterstützt, Marktaspekte bleiben unberücksichtigt.

### Entwicklung modularer Produktfamilien nach SEKOLEC

Die Methode nach Sekolec [Sek05] legt zunächst die Marktleistung der Produktfamilie fest. Dazu sollen Listen von Leistungsbeschreibungen der Produkte aus Kundensicht dienen. Als methodische Unterstützung wird das Conjoint-Measurement vorgeschlagen, ein wirtschaftlicher Vergleich von Ausprägungsbündeln aus Kundensicht [Gus00]. Für die Spezifikation eines technischen Konzeptes wird die Verwendung von (aus Vorgängerprodukten bekannten) Modulstrukturen empfohlen. Zur Moduldefinition wird das Modular Function Deployment (MFD) nach Erixon [Eri98] angeführt. Desweiteren wird die Verwendung von Größenstufen empfohlen.

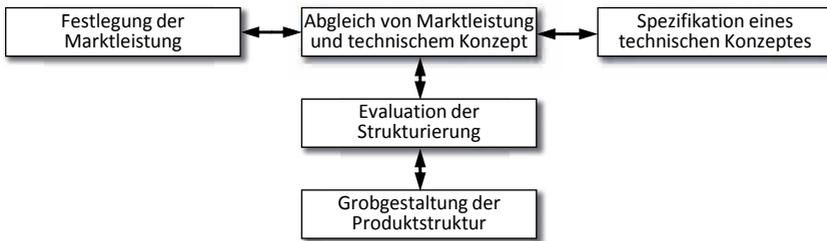


Bild 3-4: Vorgehensmodell nach SEKOLEC [Sek05]

In einer Matrix wird die externe Varianz (Ausprägungen der Leistungsparameter) der Internen (Varianz der technischen Parameter) gegenübergestellt. Ziel ist es, fehlende- oder Doppelabhängigkeiten zu erkennen und zu eliminieren. Zur Evaluation werden drei Portfolios genutzt, die jeweils auf einer Paarung der Kennzahlen Variabilitätsgrad, Interaktionsgrad und Abhängigkeitsgrad aufbauen. Ziel ist es zu klären, wie effizient die varianten Leistungsanforderungen durch die Module umgesetzt werden.

*Bewertung:* Die MFD-Methode ist hier einziger Kern der Produktstrukturierung. Sie basiert auf pauschalisierten produktstrategischen Modultreibern und ist auf Produktebene anzuwenden [Ble11], was die Eignung für Produktfamilien limitiert. Produktlinienweite technische Konzepte werden somit nicht adressiert. Eine methodische Vorausschau des Absatzmarktes ist durch SEKOLEC nicht vorgesehen.

### Structural Complexity Management nach LINDEMANN ET AL.

Das durch LINDEMANN ET AL. geprägte Structural Complexity Management [Lin09] baut auf der Design Structure Matrix (DSM) von PIMMLER & EPPINGER [Pim94] auf. Die DSM stellt relationale Abhängigkeiten von Komponenten eines Produktes dar und clustert diese durch einen Permutationsalgorithmus zu Modulen. Die von LINDEMANN entwickelte Multi Domain Matrix

(MDM) erweitert den Ansatz um die paarweise Betrachtung übergreifender Domänen in sogenannten Domain Mapping Matrizen (DMM). Unterschiedliche Domänen können hier zum Beispiel Komponenten, Funktionen, Personen oder auch Produktionsrandbedingungen sein. Die Diagonale der MDM bilden jeweils DSM, während Feldeinträge durch DMM repräsentiert werden. Ziel der MDM ist es, Abhängigkeiten sichtbar zu machen und durch geeignete Maßnahmen zu optimieren. DANILIDIS ET AL. beschreiben eine Ergänzung des Ansatzes auf die Entwicklung variantenreicher Produktfamilien [Dan10]. Zunächst werden für alle betrachteten Produktvarianten Funktionsstrukturen [Pah07] aufgestellt. In einer DSM pro Variante wird die Vernetzung der Funktionen dargestellt, wobei sämtliche Funktionen, also auch die pro Variante nicht verwendeten, eingetragen werden. Die einzelnen DSM werden zu einer Gesamt-DSM zusammengefasst, auf die ein Clusteralgorithmus angewendet wird. Dort wo sich Funktionscluster bilden, wird ein produktfamilienübergreifendes Modul vermutet.

KESPER beschreibt einen DSM-basierten Ansatz zur Abbildung von Eigenschaften- und Komponentenkombinationen [Kes12]. Für eine Vielzahl von Produktvarianten können durch gleichzeitige Betrachtung aller Variantenmatrizen und Spalten- und Zeilenvertauschung Paketbündel, zum Beispiel für Fahrzeugausstattungen, identifiziert werden. Hierzu wird eine Farbfärbung von Feldeinträgen je nach Häufigkeit der Eigenschaften- und Komponentenkombinationen verwendet. Ziel des Ansatzes ist es, häufig verkaufte Paketbündel zu identifizieren und aufzubereiten. Zur Identifikation wird ein Clusteralgorithmus verwendet.

*Bewertung:* Die Konkretisierung nach [Dan10] berücksichtigt lediglich funktionale Aspekte, eine produktfamilienübergreifende Anwendung wurde nicht näher beschrieben. Marktaspekte bleiben unberücksichtigt. Der kombinatorische Ansatz nach [Kes12] dient primär dazu, vergangenheitsorientiert Variantenausprägungen zu Paketbündeln zusammenzufassen. Marktprognosen und konstruktive Lösungsansätze werden nicht explizit behandelt.

#### **Lebensphasen-Modularisierung nach BLEES ET AL.**

Die Methode nach BLEES ET AL. [Ble08, Ble09a, Ble11] geht davon aus, dass unterschiedliche Lebensphasen einer Produktfamilie eigene, teils widersprechende Anforderungen an eine modulare Strukturierung stellen. Ziel der Methode ist es, für jede Lebensphase zunächst getrennt optimale Modularisierungen aufzustellen, um diese in einem weiteren Schritt kompromissbildend zusammenzuführen. Das Konzept der Modultreiber nach [Eri98] wurde aufgegriffen und wie in Bild 3-5 gezeigt erweitert.

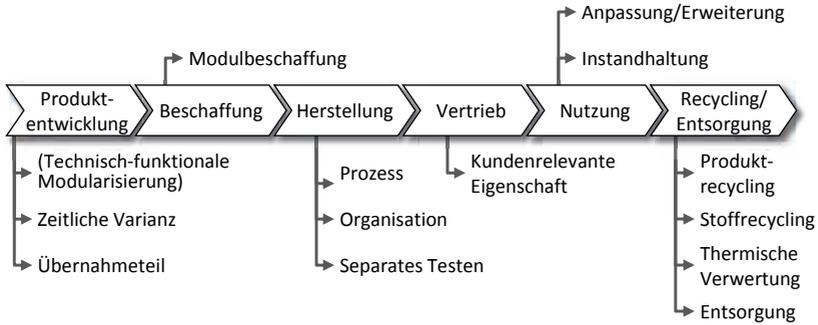


Bild 3-5: Modultreiber nach BLEES [Ble11]

Modultreiber sind Kriterien für die Zusammenfassung von Komponenten zu Modulen und werden in der Methode produktspezifisch konkretisiert. Beispielsweise kann „Separates Testen“ durch „Dichtheit Drucksystem“ und „Polungstest Elektrik“ konkretisiert werden. Eine Ist-Analyse der Produktfamilie erfolgt im Kern durch den Module Interface Graph (MIG) [Ble08, Ble11], einer zweidimensionalen Darstellung von Komponenten, Bauräumen und Medienflüssen, Bild 3-6.

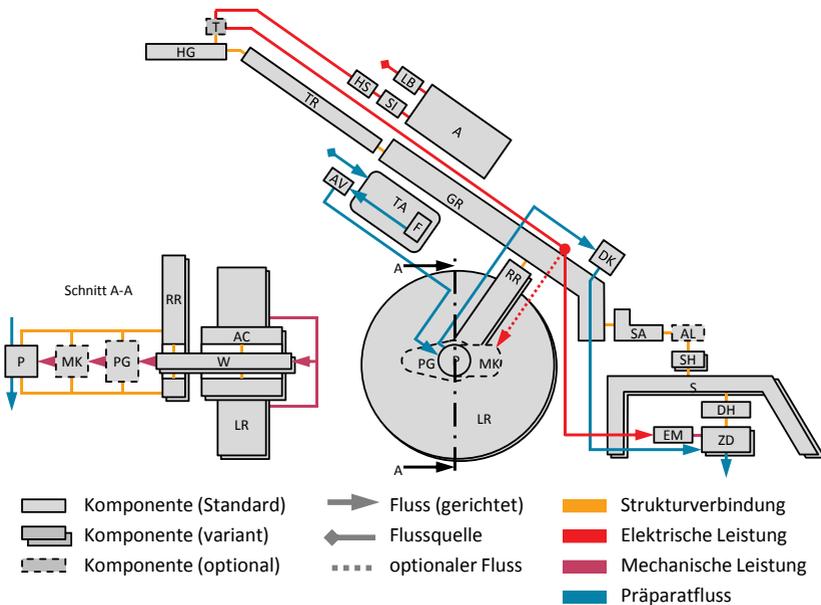


Bild 3-6: MIG eines Herbizid-Sprühgerätes [Ble11]

Die eigentliche Modulbildung erfolgt für jede Lebensphase getrennt durch Netzpläne, in denen die Komponenten der Produkte mit den relevanten spezifizierten Modultreibern ver-

knüpft werden. Hierbei werden pro Lebensphase die Komponenten, die demselben Modultreiber zugeordnet sind, einem gemeinsamen Modulumfang zugeordnet. Anschließend werden die so entwickelten spezifischen Modularisierungen in eine Gesamtdarstellung übertragen und verglichen. In diesem Module Process Chart (MPC), gezeigt in Bild 3-7, können Gemeinsamkeiten und Widersprüche zwischen Modularisierungen einzelner Lebensphasen visualisiert werden. Durch geeignete Konzepte, die auch konstruktive Änderungen mit einschließen, können mögliche Zielkonflikte zwischen einzelnen Lebensphasen aufgelöst werden, um schließlich eine finale modulare Produktstruktur zu definieren. Das erarbeitete Gesamtkonzept wird wiederum im MIG dargestellt. Als anschließende Entwicklungsphase erfolgen die Ausgestaltung von Schnittstellen und Komponenten.

**Bewertung:** Die Lebensphasen-Modularisierung berücksichtigt sowohl funktionale als auch strategische Gesichtspunkte und ist dazu geeignet, die modulare Produktstruktur für sämtliche Lebensphasen zu harmonisieren. Die Methode berücksichtigt allerdings keine produktfamilienübergreifende Betrachtung und keine Vorausschau der Programmstruktur.

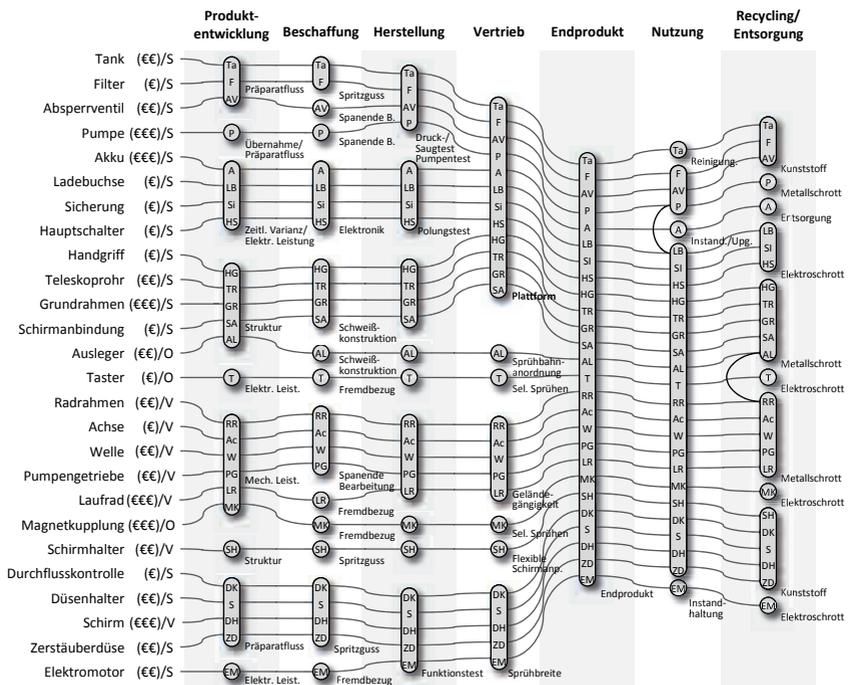


Bild 3-7: Module Process Chart (MPC) [Ble11]

### 3.1.2 Variantengerechte Gestaltung

Recherchen der vorangegangenen Autoren JENSEN/HILDRE [Jen04] und KIPP ET AL. [Kip08, Kip10, Kip12] haben gezeigt, dass Methoden zur variantengerechten Gestaltung in der Regel mit graphischen oder mathematischen Methoden einen Vergleich zwischen Anforderungen/Eigenschaften und Komponenten/Merkmalen (vgl. Kapitel 2.1) herstellen, um kritische Bereiche für Optimierungsbedarf identifizieren zu können. Im Folgenden werden Methoden der variantengerechten Gestaltung vorgestellt, deren Anwendbarkeit für Produktprogramme infrage kommt.

#### Produktstrukturierung nach SCHUH ET AL.

SCHUH ET AL. beschreiben eine matrixbasierte Vorgehensweise zur varianzoptimierten Übersetzung von Kundenwünschen in Produktkomponenten, Bild 3-8 [Sch07]. Im ersten Schritt werden die Anforderungen gesammelt. Dazu werden die kundenseitigen Anforderungen mithilfe des Kano-Modells, einer Klassifikation von Erfolgskriterien [Kan84], bewertet. Neben den Kundenanforderungen sollen auch unternehmensinterne Anforderungen, zum Beispiel aus Vertrieb, Einkauf und Montage, berücksichtigt werden. Diese Anforderungen werden dann in technische Funktionen übersetzt und Komponenten zugeordnet. Dabei wird eine modulare Bauweise empfohlen, die ein anzustrebender Kompromiss zwischen Integralbauweise und Differentialbauweise sei. Es wird eine Klassifizierung in Grund-, Hilfs-, Anpass- und kundenspezifische Module vorgenommen. In einer relationalen Matrix werden die Schnittstellen zwischen den Komponenten bzw. Modulen entwickelt. Zur Umsetzung von Gleichteilen im Produktprogramm wird im letzten Schritt geprüft, inwieweit Komponenten oder Module auch in anderen Produktlinien verwendet werden können. Im Rahmen einer Prozesskostenanalyse soll ermittelt werden, ob sich eine etwaige Überdimensionierung von Modulen lohnt.

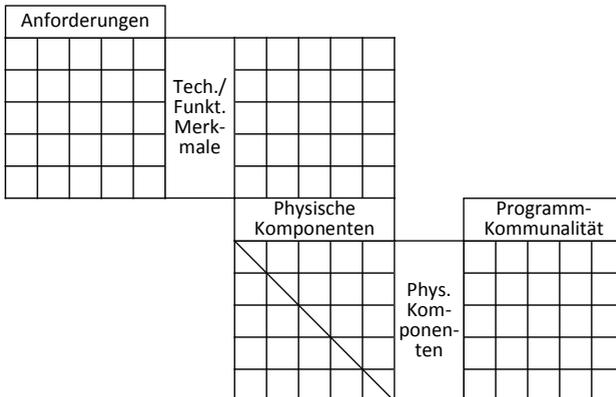


Bild 3-8: Produktarchitekturmodell nach SCHUH ET AL. [Sch07]

**Bewertung:** Die Methode erlaubt ähnlich dem MDM-Ansatz eine matrixbasierte Übersetzung von Anforderungen in Komponenten. Eine genaue Beschreibung oder Ermittlung des Umfangs eines Moduls erfolgt hier allerdings nicht. Die Untersuchung der Programmkommuna-

lität ermöglicht einen produktlinienübergreifenden Einsatz des Werkzeuges, allerdings werden genauere Mechanismen zur Identifizierung oder gezielten Entwicklung von kommunalen Komponenten nicht angegeben.

#### **Varianzoptimierung nach FUJITA**

Die Methode nach FUJITA basiert auf einem mathematischen Optimierungsproblem, bestehend aus einer Produkt- und einer Kostenmodellierung [Fuj06]. Bei der Produktmodellierung bestehen alle Produkte  $P_i$  aus Modulen  $M_i$ , die wiederum durch einen Attributvektor  $x_i$  charakterisiert sind. Module sind durch sogenannte Slots mit den Produkten verbunden und können entweder gleich, unterschiedlich, oder mit Hilfe eines Skalierungsfaktors in einem oder mehreren Attributen anpassbar sein. Es werden Berechnungsmodelle für Entwicklungskosten und Produktionskosten angegeben. Zur eigentlichen Optimierung werden drei Handlungsfelder unterschieden

- Veränderung von Modulattributen bei gleich bleibender Modulkombinatorik
- Veränderung der Modulkombinatorik bei gleich bleibenden Attributen
- Gleichzeitige Veränderung beider Dimensionen

Als Fallbeispiel werden die Verwendung unterschiedlich langer Rumpfsektionen bei Passagierflugzeugen sowie ein Leiterplattenlayout genannt.

*Bewertung:* Die Methode lässt konstruktive Gesichtspunkte außer Acht und geht von vorhandenen idealen Schnittstellen aus. Die Anwendung auf komplexe Produkte scheint in diesem Zusammenhang unpraktikabel. Eine Aufplanung der Varianten zur gezielten Varianzerzeugung findet ebenfalls nicht statt.

#### **Variantengerechte Produktgestaltung nach KIPP ET AL.**

Die Methode nach KIPP ET AL. [Kip12], die in Kombination mit der Lebensphasen-Modularisierung nach BLEES [Ble11] angewendet werden kann, besteht gemäß Bild 3-9 aus den Schritten 1-5. Die weiteren Schritte 6-8 betreffende die nachfolgende Anwendung der Lebensphasen-Modularisierung.

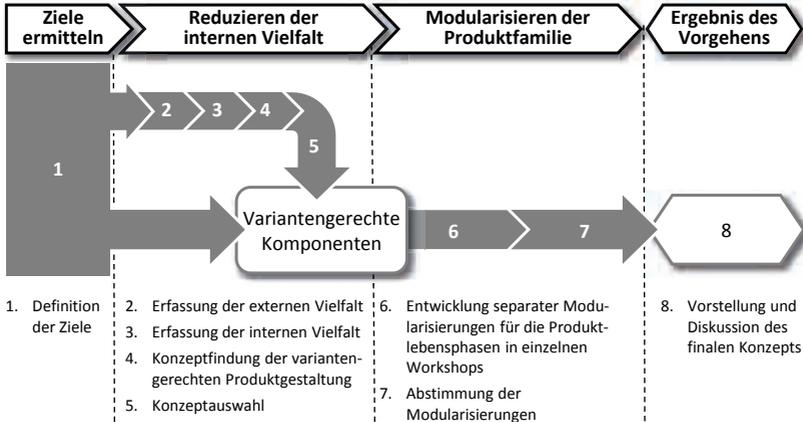


Bild 3-9: Variantengerechte Produktgestaltung und Lebensphasen-Modularisierung [Kip10]

Im ersten Schritt werden die Ziele aufgenommen, welche aus verschiedenen produktstrategischen Sichten an die Durchführung der Methode gestellt werden. Die externe Vielfalt wird mit einer Baumdarstellung (vgl. [Ehr06]) aufgenommen, wobei sich von links nach rechts die kundenrelevanten Attribute und ihre Ausprägungen verzweigen. Auf der rechten Seite stehen schließlich alle erhältlichen Produktvarianten. Bei der Darstellung der Vielfalt empfiehlt KIPP, die Attribute absteigend nach ihrer Kundenrelevanz zu ordnen. Die interne Vielfalt wird mit dem MIG aufgenommen (vgl. BLEES in Kapitel 3.1.1). Kern der Methode in Schritt 4 ist das Variety Allocation Model (VAM), welches die Varianz von kundenrelevanten Eigenschaften, Funktionen, Wirkprinzipien und Komponenten sowie ihre Zuordnungen untereinander in vier Ebenen visualisiert. Das Idealbild einer variantengerechten Produktgestaltung ist hier die 1:1-Zuordnung der Elemente der vier Ebenen wie links in Bild 3-10 gezeigt. In der Realität existiert meist eine Vielzahl von Verzweigungen (Bild 3-10 rechts), so dass basierend auf dem VAM Schwachpunkte für konstruktive Optimierungsansätze zur Annäherung an das Idealbild lokalisiert werden können. Im letzten Schritt werden die konstruktiven Optimierungsansätze durch Komponentenkonzepte konkretisiert und als MIG dargestellt.

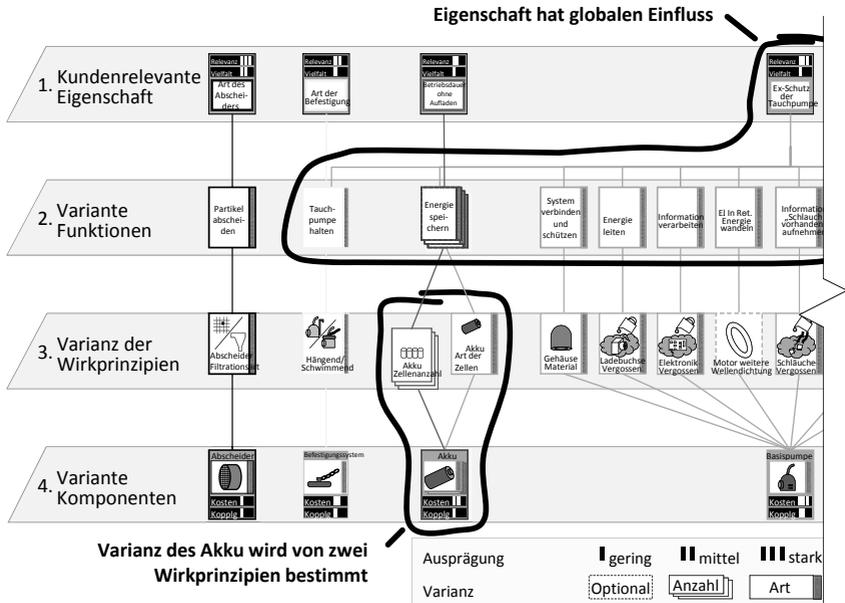


Bild 3-10: Variety Allocation Model (VAM) [Kip10]

**Bewertung:** Die Methode bietet strukturierte Einsicht in die produktseitigen Ursachen der Varianz und ermöglicht so die Ableitung und Darstellung von Lösungsansätzen. Zur marktseitigen Definition von Varianz ist die Methode allerdings nicht geeignet, ebenso wie keine produktfamilienübergreifende Betrachtung erfolgt.

### 3.1.3 Plattformplanung

Probleme bereitet eine einheitliche wissenschaftliche Definition des Begriffes *Plattform* [Mor05]. ANDREASEN ET AL. definieren „A platform is an alignment of assets“ [And04] und zielen damit zunächst allgemein auf assets, also Werte, des Unternehmens ab. Diese werden weiter durch drei Domänen spezifiziert; physische (Produkt-)bestandteile, Wissen und Aktivitäten entlang der Produktlebensphasen. EILMUS ET AL. hat ein *Plattform Definition Sheet* entwickelt, auf dessen Basis firmen- und anwendungsspezifisch ein gemeinsames Verständnis der Begrifflichkeit Plattform geschaffen werden kann, Bild 3-11 [Eil12b]. Das Plattform Definition Sheet zeigt, dass je nach Branche und Unternehmen ganz unterschiedliche Bereiche für die Bildung einer Plattform relevant sein können und das die tatsächliche Auswahl der relevanter Treiber in aller Regel projektspezifisch erfolgen muss. Nachfolgend werden gängige Verfahren zur Identifikation und Entwicklung von Plattformen analysiert.

Platform Definition Sheet	
<p>A platform is a valid model of a modular product family, clustering the essential common assets that are reused in all variants in order to gain specific platform advantages.</p>	
<p>Specific platform advantages</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> increased the flexibility and responsiveness of the manufacturing processes</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> reduced development time and system complexity</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> reduced development and production costs</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> improved ability to upgrade products</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> customization by enabling a variety of products to be quickly and easily developed</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> better learning across products</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> reduced testing and certification of complex products</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> increased the speed of a new product launch</li> <li><input type="checkbox"/> _____</li> </ul>	<p>Common assets clustered and reused:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> knowledge</li> <li><input type="checkbox"/> functionality</li> <li><input type="checkbox"/> design variables</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> architectural rules</li> <li><input type="checkbox"/> people and relationships</li> <li><input type="checkbox"/> processes</li> <li><input type="checkbox"/> product basis</li> <li><input type="checkbox"/> technology</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> interfaces</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> modules</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> components</li> <li><input type="checkbox"/> single monolithic part</li> </ul>
<p>Data used for modelling the product platform:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> guidelines and design rules</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> chart of reuse and differentiation</li> <li><input type="checkbox"/> _____</li> </ul>	

Bild 3-11: Platform Definition Sheet [Eil12b]

**Der DTU-Ansatz**

Kern des DTU-Ansatzes ist der Product Family Master Plan (PFMP) nach HARLOU [Har06]. Dieser vereint die drei Sichten des Kunden, des Ingenieurs und der physischen Teile eines Produktes in einer Darstellung, Bild 3-12. Ziel der Methode ist es, eine gesamte Darstellung aller drei Domänen zu liefern, um auf Basis der Abhängigkeiten Optimierungen hinsichtlich einer gemeinsamen Plattformstruktur vornehmen zu können. HARLOU beschreibt dazu operative Modellierungsformalismen, die auf Objekten, Klassen, Attributen und Instanzen basieren.

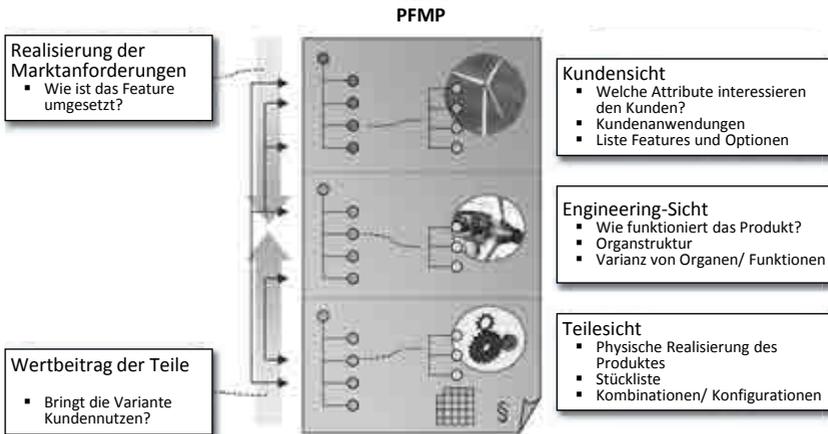


Bild 3-12: Der Product Family Master Plan [Har06]

Kvist erweitert den PFMP um drei weitere Sichten für Produktion/Beschaffung, Gesamtangebot der Produktfamilie und kritischer konstruktiver Gestaltungsaspekte [Kvi10]. Die Gestaltungsaspekte zielen dabei auf zu vermeidende konstruktive Detaillösungen ab und leis-

ten somit einen Beitrag zur Systematisierung von Erfahrungswissen. NIELSEN fokussiert auf den Aspekt der *kontinuierlichen* Plattformentwicklung, adressiert also Unterschiede zwischen singulären Plattformprojekten und einer kontinuierlichen Verankerung in der Produktentwicklung. In einem strukturierten Prozess werden Projekte vorgeschlagen, priorisiert, ausgewählt und zeitlich mit der Produktentwicklung synchronisiert [Nil10]. PEDERSEN bestätigt, dass essentielle Kriterien einer Plattform in den beiden Begrifflichkeiten „encapsulation“ und „reuse/sharing“ liegen [Ped10]. Encapsulation zielt auf das Gruppieren und Entkoppeln von Elementen ab, während reuse/sharing die Reduzierung der Elementanzahl anstrebt.

*Bewertung:* Der PFMP als methodischer Kern des DTU-Ansatzes bietet detaillierte Einsicht in das Zusammenwirken verschiedener Domänen. Insbesondere der Abgleich von Engineering- zu Teilesicht kann Potentiale zur Varianzreduzierung offenlegen. Naturgemäß ergibt sich eine informationsreiche Grafik-Darstellung des PFMP („Poster-Method“ [Ped10]). Aus diesem Grund ist die Methodik auf Produktfamilien zugeschnitten, die Betrachtung eines gesamten Produktprogrammes mit Hilfe des PFMP erscheint abhängig von dessen Größe unpraktikabel. HANSEN ET AL. erweiterten den Ansatz um eine Marktbetrachtung [Han12], die in Kapitel 3.1.4 analysiert wird. Larsson erweiterte den Ansatz um Aspekte des Projektmanagements [Lar07], Weiteres hierzu ebenfalls in Kapitel 3.1.4.

#### **Der Platform Process nach GUNZENHAUSER**

Der *Platform Process* nach GUNZENHAUSER [Gun08] ist in vier Phasen aufgeteilt, Bild 3-13. In der ersten Phase werden die Marktanforderungen in einer Liste erfasst und die technische Machbarkeit einer Produktfamilie anhand einer Funktionsstruktur dargestellt. In der zweiten Phase wird die technische Architektur bestimmt. Hierzu dient die „Prep GPSM“ (preparatory global product structure matrix), eine Matrix, die die existierenden Produkte mit der geforderten Marktleistung anhand von technischen Leistungsbeschreibungen vergleicht. Ziel ist es, alte und neue gemeinsame Leistungsbeschreibungsbündel zu analysieren, um auf deren Basis eine Plattform zu bilden. In Phase drei soll in Form von Konzepten die optimale Varianz auf Produkt- und auf Marktebene gefunden werden. Hierzu dient die GPSM, eine Matrix, die alle Marktanforderungen den technischen Produktkomponenten und deren Varianz gegenüberstellt. Mit Hilfe der Matrix soll eine optimale Zuordnung gefunden werden, um so die Plattform zu konzipieren. In Phase vier soll das zuvor ausgewählte Plattformkonzept bezüglich Prozesskonformität geprüft- und optimiert werden, hierzu dient die sog. Variant Indication Analysis, ein Abgleich von Produktkomponenten und prozessorientierten Variantentriern entlang der Wertschöpfungskette.

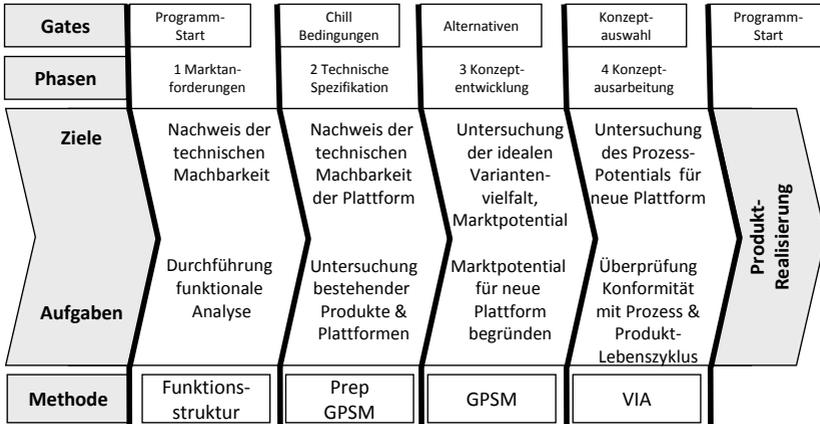


Bild 3-13: Der Plattform Process nach GUNZENHAUSER [Gun08]

*Bewertung:* Die Methode bleibt insbesondere bei der Unterstützung zur Erstellung technischer Konzepte unpräzise, oft wird auf intuitive Lösungen verwiesen. Der praktische Übergang von Leistungsbündeln über Komponenten hin zu Modulen wird letztlich dem Anwender überlassen. Eine strukturierte Vorausschau der Marktentwicklung erfolgt nicht.

**Der Power Tower nach MEYER & LEHNERD**

Zunächst werden in der Methode die Marktsegmente aufgetragen und mit der angestrebten Positionierung abgeglichen [Mey97]. Ziel ist es hierbei, die Positionierung der geplanten Plattform marktseitig festzulegen. Im nächsten Schritt werden die zentralen Bausteine der Plattform definiert, wobei die Methode nicht nur die Produktseite adressiert, sondern allgemein Kompetenzen des Unternehmens einschließt. Anschließend werden je nach Bausteinart Subsysteme und ihre Schnittstellen betrachtet sowie Funktionen zu einem Gesamtsystem zusammengeführt. Im nächsten Schritt wird die Einführungssequenz der Produkte am Markt festgelegt, abschließend wird das Entwicklungsteam zusammengestellt und das Projekt gestartet.

*Bewertung:* Die Methode betrachtet vielfältige Aspekte zur Plattformbildung. Aufgrund des hohen Abstraktionsgrades fehlen allerdings konkrete Vorgehensweisen. Konstruktive Aspekte, wie auch eine strukturierte Vorausschau der Programmstruktur, sind nicht vorgesehen.

**Product Platform Concept Exploration Method (PPCEM) nach SIMPSON ET AL.**

Die PPCEM-Methode [Sim01] nutzt als ersten Schritt die Marktsegmentierung nach [Mey97] um die geplante Marktleistung festzulegen. Anschließend werden die Marktpositionierungen einer mathematischen Modellierung von Konstruktionsparametern gegenübergestellt. Die Methode zielt darauf ab, eine Plattform basierend auf einer Skalierbarkeit von Konstruktionsparametern zu entwickeln. Dazu wird ein mathematisches Optimierungsproblem bestehend aus einer Modellierung des Zusammenwirkens der Parameter und ihrer Skalierbaren Variablen hergeleitet. Durch eine betragsmäßige Änderung der Parameter sollen verschiedene Marktsegmente bedient werden.

*Bewertung:* Die Methode setzt voraus, dass eine korrekte mathematische Beschreibung der Produkte möglich ist und verschiedene Marktsegmente durch reine Parametervariation abgedeckt werden können. Eine Anwendung auf komplexe Produkte scheint hier unrealistisch.

### 3.1.4 Programmplanung

#### **Markt-/ Produktmodellierung nach HANSEN ET AL.**

HANSEN ET AL. erweitern den in Kapitel 3.1.3 beschriebenen DTU-Ansatz um marktseitige Aspekte [Han12]. Dabei wird in einer fünfstufigen Pyramide, analog zur Hierarchie des Produktprogrammes (vom Programm bis zum Bauteil), die Hierarchie des Marktes untersucht (vom Layout bis zum Feature). Auf erster Ebene werden die Geschäftsfelder und die Produktpositionierungen (High-End/ Low-End) analysiert. Auf zweiter Ebene werden die Anwendungsfelder skizziert, dabei werden entsprechend unterschiedlicher Nutzungssituationen die Eigenschaften der Produkte gewichtet. Auf dritter Ebene wird die Varianz untersucht. Dazu werden die Kosten der Varianten mit einer Einschätzung des erzielbaren Marktpreises gegenübergestellt. Dies erlaubt einen Vergleich des Gewinnbeitrages von Einzelvarianten oder Variantengruppen. Auf vierter Ebene werden den Varianten Features und Optionen zugeordnet. Zusätzlich wird die zeitliche Markteintrittsfolge angegeben, um so die angebotenen Features und deren Kosteneffizienz zu analysieren und zu justieren. Auf letzter Ebene werden Eigenschaften und Qualität der Produkte verglichen, um Grund- und Zusatznutzen in Diagrammen darstellen zu können.

*Bewertung:* Die Methode fokussiert eine Analyse der Ist-Situation und ist dazu geeignet, Aspekte von Varianz und Marktstruktur abzubilden und zu optimieren. Hierfür werden mehrere Partialmodelle eingesetzt. Neben den beschriebenen Analysewerkzeugen enthält die Methode allerdings keine Vorausschau der Marktstruktur und keine exakte Beschreibung, wie der Übergang von der beschriebenen Marktmodellierung zum eigentlichen Produktmodell erfolgen soll.

#### **Portfolio Management nach LARSSON**

Die Methode nach LARSSON [Lar07] nutzt als Kernwerkzeug die „Dynamic Portfolio Map“, eine Roadmap-Visualisierung (vgl. Roadmapping in Kapitel 3.3.2) aller in Entwicklung befindlichen Projekte. In der Roadmap sind u.a. Gates, Deliverables, Kosten, Verspätungen und Statusvermerke der Projekte eingezeichnet. Flankiert wird die Darstellung durch zwei Bewertungswerkzeuge, mit denen die Beteiligten Abteilungen, die Phasen des Konstruktionsprozesses und mögliche Verspätungen analysiert und nachverfolgt werden können.

*Bewertung:* Die beschriebene Methode konzentriert sich auf Planung und Steuerung aus Projektsicht. Eine Aufplanung der angebotenen Vielfalt erfolgt nicht, auch werden keine Produktstrukturen betrachtet.

#### **Design Driven Portfolio Management nach PETERSEN ET AL.**

PETERSEN ET AL. beschreiben ein Modell, mit dessen Hilfe dem Portfolio-Projektmanagement eine bessere Planung und Einbindung von essentiellen Designaspekten gelingen soll. Dazu trägt das Modell die Programmhierarchie gegenüber den beiden Kenngrößen Ausführungsrisiko und Marktrisiko auf, Bild 3-14 [Pet11]. Als weitere Größen sind in der Grafik der ge-

schätzte zu erzielende Umsatz, die aktuelle Entwicklungsphase sowie eine farbliche Abschätzung von notwendigen Investitionswerten, so genannter „Design Quality Criteria“, enthalten.

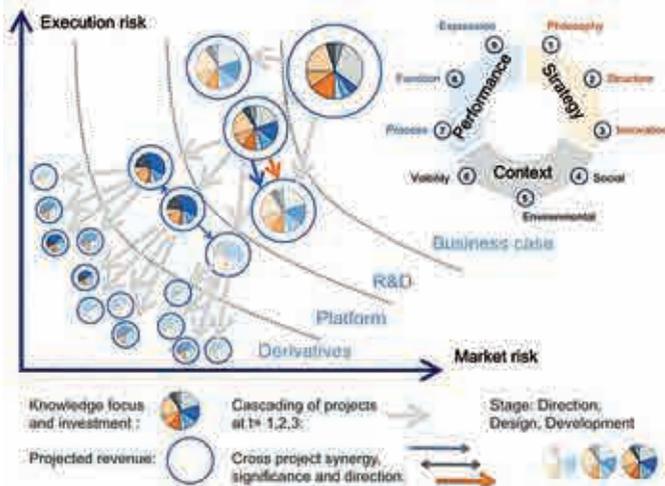


Bild 3-14: Portfolio Management nach PETERSEN ET AL. [Pet11]

Neben dem Analysemodell selbst liegt der Fokus der Methode auf der Untersuchung der Design Quality Criteria. Es werden kritische Design Quality Criteria ermittelt, die Gefahren hinsichtlich Fehlentwicklungen, wie Budgetüberzug oder Konzeptverfehlung, repräsentieren. Ziel ist es, einerseits die Produktgestalter beim Erreichen der gewünschten Designphilosophie zu unterstützen und andererseits die Aufmerksamkeit des Managements auf ebendiese Aspekte beim Portfoliocontrolling zu lenken.

**Bewertung:** Das Analysemodell stellt einen Ansatz zur Verbindung der beiden Forschungsrichtungen Neuproduktplanung und Produktprogrammplanung dar, vergleiche hierzu auch Kapitel 4.1.1. Fraglich ist die graphische Verwertbarkeit des Modells bei einer sehr hohen Elementanzahl. Die Methode selbst ist der Neuproduktplanung zuzuordnen, Absatzvorschau und Produktstrukturen werden nicht gezielt untersucht.

### Redesigning Product Programs nach REITAN ET AL.

REITAN ET AL. stellen fest, dass die externe Varianz nicht ausufern darf, d. h. auf einen Zugschnitt sinnvoller Markterfordernisse beschränkt sein sollte [Rei02]. Es werden für das Produktprogramm die drei Dimensionen Varianz, Komplexität und Kommunalität genannt. Zur kontinuierlichen Weiterentwicklung des Produktprogrammes wird ein aus mehreren Phasen bestehendes Vorgehen angegeben, das letztlich das Produktprogramm optimieren soll. Die Phasen werden mit Observe, Analyse, Relate, Restrict, Generate und Evaluate benannt. Die Methode verfügt über keine eigenen Werkzeuge, es wird in den einzelnen Phasen unverbindlich auf Variantenbaum nach SCHUH ET AL. [Sch01], Teilleiste nach GALSWORTH [Gal94], Modulvergleich nach ROBERTSON & ULRICH [Rob98], PFMP nach MORTENSEN ET AL. [Mor00],

Wettbewerbsvergleich nach ROBERTSON & ULRICH [Rob98], MFD-Moduldefinition nach ERIXON [Eri98] und QFD [Ter95] verwiesen.

*Bewertung:* Das Vorgehen bleibt unspezifisch, Schnittstellen oder Beispiele werden nicht angeführt. Die Anwendbarkeit ist schwerlich bewertbar.

### **Produktprogrammstrategien nach SCHUH**

SCHUH definiert vier strategische Szenarien [Sch05] und baut dabei auf KÖSTER auf, der das Produktprogramm in die Kategorien „Aktiver Standard“, „Altlasten“ und „Kundenspezifische Einzellösung“ unterteilt [Koe98].

- Szenario 1, kundenspezifisches Engineering. Dieser Fall geht von einem wachsenden Produktprogramm aus, kundenspezifische Einzelanfertigungen werden in das Programm mit aufgenommen, eine Vielfaltreduzierung ist nicht zwingend geplant. Diese Strategie führt schnell zu schlecht beherrschbaren Produktprogrammen.
- Szenario 2, Release Engineering. Das Programm behält die gleiche Angebotsbreite; neue Kundenanforderungen führen zu neuen Produkten, gleichzeitig werden allerdings auch Produkte aus dem Programm eliminiert, so dass die Angebotsvielfalt nahezu konstant bleibt.
- Szenario 3, Variantenpflege. Das Programm behält seine Angebotsbreite in etwa bei und ist durch wenig Volatilität geprägt. Einzeloptimierungen finden auf Ebene von Produktvarianten statt. Diese Strategie ist insbesondere in konservativen Märkten anzutreffen.
- Szenario 4, Grundtypen-Engineering. Das Programm wird durch einen hohen Innovationsgrad und regelmäßige Neuentwicklungen geprägt. Die Komplexität wird weniger durch Produktvielfalt als durch Marktdynamik geprägt. Diese Strategie ist besonders in neuen Technologiemarkten relevant.

Die Verwendung von modularen Strukturen schlägt SCHUH insbesondere für das Release-Engineering vor, während Variantenpflege am ehesten von Standardisierung profitiert.

Als Vorgehensweise zur komplexitätsreduzierenden Produktprogrammplanung gibt SCHUH vier Hauptschritte an; Vorbeugen (Entscheidungen zum Programm zum Beispiel auf Basis von Prognosen), Vermeiden (durch variantengerechte Produktgestaltung), Beherrschen (Maßnahmen auf Einzelteileebene) und Abbauen (Umgestalten basierend auf Plan- und Kostendaten). Im Bereich der Variantenvermeidung wird der Variantenbaum als Werkzeug beschrieben. Der Variantenbaum ist eine Diagrammdarstellung der varianten Komponenten über ihrer Montagereihenfolge [Sch89], siehe hierzu auch [Kip08, Kip12].

*Bewertung:* Die vier Grundszenerarien geben eine Entscheidungsgrundlage, um insbesondere Fragen zur Eliminierung von Produkten oder Varianten anzustoßen. Eine Vorausschau zur zukünftigen Situation der Märkte erfolgt allerdings nicht.

Die Methode nach FRIEDRICH [Fri04] baut auf den Arbeiten von SCHUH [Sch89, Sch01] auf und übernimmt bestimmte Werkzeuge. FRIEDRICH beschreibt drei Methodenelemente, die die beiden Regelkreise Produkt-/Marktplanung und Variantenmanagement flankieren [Fri04].

Das „Geschäftsstrategie-Audit“ legt die Unternehmensstrategie für die verschiedenen Bereiche des Produktprogrammes fest. Es erfolgt zunächst eine Festlegung wirtschaftlicher Zielgrößen, eine Bewertung und Zielpositionierung der Produkte anhand ihrer Eigenschaften und Wettbewerbsposition sowie die verbale Festschreibung der strategischen Stoßrichtung des Programmes.

Darauf aufbauend wird im „Marktkonzept“ eine Vorplanung unter Berücksichtigung der Kundengruppen und Märkte durchgeführt. Dazu werden zunächst die Einzelprodukte gegenüber den Marktsegmenten positioniert (sogenannte Clusterung, Zusammengruppierung). Anschließend ist das Portfolio zu bewerten, es werden die Produkt-/Marktkombinationen bezüglich der Größen Marktattraktivität und technische Attraktivität gegenübergestellt. Unvorteilhafte Marktsegmente/Produkte werden aus dem Produktprogramm entfernt und attraktive neue aufgenommen. Das geplante Gesamtprogramm wird auf Produktlinienebene anhand der Größen geplanter Umsatz und Gewinn dargestellt.

Schließlich wird in dem Element „Produktprogrammstrategie“ das externe und interne Leistungsangebot koordiniert. Dazu werden fünf weitere Analyseansätze genutzt; eingangs nutzt ein Portfoliovergleich die Größen Marktdifferenzierung und Erfüllungsgrad der Kundenpräferenzen zur Produktpositionierung, und eine Übersicht zeigt das geplante Leistungsangebot anhand der Vergleichsgröße „Spezialität des Marktes“. Hierzu werden die Programmstrategien nach SCHUH, KÖSTER (s.o.) genutzt. Für das Produktstrukturkonzept wird empfohlen, aufwandskritische Produktbestandteile zu identifizieren und Standardisierungs- und Modulkonzepte zu verfolgen. Als Instrumentarium wird der Variantenbaum nach SCHUH [Sch01] genutzt. Schließlich folgt eine projektseitige Betrachtung mit einem Maßnahmen-Review.

*Bewertung:* Die Methode erlaubt eine Gesamtbetrachtung des Produktprogrammes aus verschiedenen Blickwinkeln, wobei der Fokus auf der Marktpositionierung liegt. Allerdings wird kein durchgängiges Portfoliomodell genutzt, ebenso werden alternative Szenarien nicht durchgehend unterstützt. Die unterschiedlichen Partialmodelle erfordern eigene Kenngrößen für alle Produkte, deren Ermittlung in der Praxis eine Herausforderung darstellen wird. Produktstrukturierung wird nur durch den Variantenbaum unterstützt, eine methodische Ableitung strategischer Übernahmемodule erfolgt nicht.

### **Produktkonzepte nach WILHELM**

Das Vorgehen nach WILHELM besteht aus den vier Schritten Definition der Produktstruktur, Bewertung der Marktakzeptanz, Bewertung der Kosten und Potentialbewertung [Wil01]. Die Methode ist allerdings vollständig auf die Anwendung für Automobil-Aufbauten zugeschnitten, eine Verallgemeinerung auf andere Produkte scheint nicht ohne Weiteres möglich. Kernelemente der Methode sind Marktakzeptanz- und Schnittstellenbetrachtungen, um für eine Fahrzeugfamilie einen kostenoptimalen Baukasten aus Aufbauteilen abzuleiten.

*Bewertung:* Aufgrund der ausschließlichen Beschreibung für den Anwendungsfall Automobil-Aufbauten ist die allgemeine Anwendbarkeit der Methode schwer abzuschätzen. Weitere Details zur allgemeinen Anwendbarkeit werden nicht erläutert.

### Gestaltung modularer Produktprogramme nach EILMUS ET AL.

EILMUS ET AL. stellen fest, dass zur Entwicklung modularer Produktprogramme zwei grundsätzliche Strategien für Übernahmekomponenten infrage kommen [Eil12b]. *Übernahmekomponenten* sind dabei physische Produktbestandteile, die gleichartig in verschiedenen Produkten verwendet werden können. Je nach technischen Möglichkeiten des Produktprogrammes bieten sich entweder Übernahmekomponenten innerhalb von Produktfamilien an (Bild 3-15 links) oder aber ein produktfamilienübergreifender Ansatz (Bild 3-15 rechts). Im Fall der produktfamilieninternen Strategie kann zur weiteren Gestaltung nach den Methoden von Kipp [Kip12] und Blees [Ble11] vorgegangen werden. Wurde jedoch die übergreifende Strategie als maßgebendes Konzept identifiziert, erweitern EILMUS ET AL. den Ansatz durch eine Betrachtung verschiedener strategischer Zugkräfte entlang der Lebensphasen für die Ausgestaltung einer Komponente. Diese Zugkräfte resultieren aus teilweise widersprüchlichen Anforderungen verschiedener Unternehmensabteilungen und müssen für die weitere Ausgestaltung analysiert und ggf. harmonisiert oder entschieden werden. Hierzu wird der Begriff der Lebensphasen-Kommunalität geprägt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nicht zwangsweise genau eine Gleichteilstrategie zu favorisieren ist. Gegebenenfalls ist auch ein Kompromiss im Rahmen eines Modulbaukastens [Eil12b] anzustreben. Der in der Entwicklung befindliche Ansatz ist eine Erweiterung des integrierten PKT-Ansatzes zur Entwicklung modularer Produktfamilien, vgl. Bild 2-5.

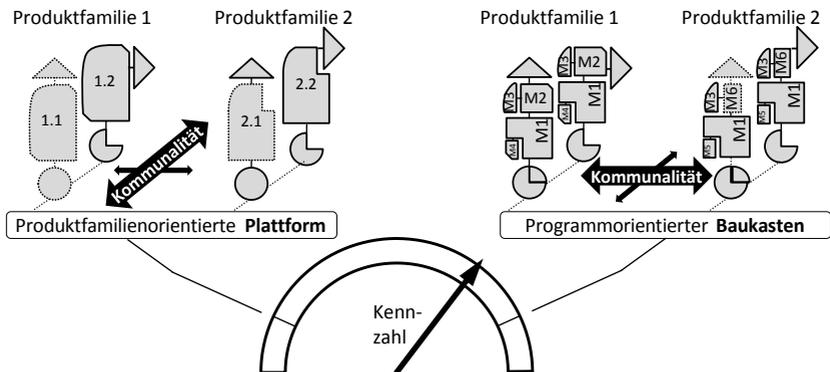


Bild 3-15: Programmstrategien in Anlehnung an [Eil12b]

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll durch eine Kennzahlbewertung an den Ansatz angeknüpft werden. Durch die strategische Planung modularer Produktprogramme soll ermittelt werden, welche der beiden Strategien eher für das jeweilige Produktprogramm geeignet ist.

### Weitere Ansätze

BLANKENBURG beschreibt in einem Beitrag eine aus sechs Schritten bestehende Idee zur Produktprogrammplanung [Bla97]. Zunächst sollen alle Produkte durch Dekompositionen beschrieben werden. Hierbei sollen variante und invariante Prozesse identifiziert werden, um Gemeinsamkeiten zwischen verschiedenen Modellen/Varianten zu unterstützen. Anschlie-

ßend sollen Prozesse und Technologien verknüpft werden. Aus Prozess- und Technologiebeschreibungen sollen dann alle möglichen Modelle und Varianten kombiniert werden können. Dazu wird eine Matrixdarstellung genutzt die Technologien und Modelle/Varianten gegenüberstellt. Im nächsten Schritt soll eine Verfeinerung der Matrix zu Diskussionen anregen, um die Abstimmung zwischen Vielfalt und Standardisierung zu optimieren. Auf Basis der optimierten Matrix sollen weitere Entwicklungsschritte hinsichtlich fertigungsgerechter Gestaltung und Modulbildung zur Erzeugung von Übernahmeeffekten erfolgen. Abschließend soll geprüft werden, ob Modelle/Varianten mit geringem Übernahmeanteil überhaupt realisiert werden sollen.

*Bewertung:* Neben formalen und begrifflichen Unklarheiten sind außer der Matrix keine Werkzeuge näher beschrieben, ebenso ist kein Fallbeispiel angeführt. Die Annahmen scheinen stark vereinfacht, eine Überprüfbarkeit der Praktikabilität ist schwerlich gegeben.

Der Ansatz nach BAUMBERGER [Bau06] ist eine marktseitige Ergänzung des technischen DSM-Ansatzes nach [Pim94] bzw. der später veröffentlichten MDM-Methode [Lin09]. BAUMBERGER ET AL. beschreiben hier einen Wettbewerbsvergleich, der auf der Annahme basiert, dass das Produktprogramm sich evolutionär entwickelt und hauptsächlich erfolgreiche Produkte im Programm verbleiben [Bau06]. In einer Matrix werden verschiedene Produkttypen im Wettbewerb stehenden Firmen zugeordnet. Die in der Matrix binär vermerkten Abhängigkeiten werden softwarebasiert in einen gerichteten Graphen überführt, der einerseits die Wettbewerbssituation darstellen und andererseits zur Ableitung von strategischen Lücken dienen soll. BAUMBERGER beschreibt später eine Methode zur kundenindividuellen Änderungskonstruktion [Bau07].

*Bewertung:* Die in [Bau06] beschriebene Methode wird im Beitrag als ergänzendes Element des Wettbewerbsvergleiches zu bestehenden, übergeordneten Methodiken wie der Szenariotechnik oder Portfolioanalysen eingeordnet. Zur vollständigen Strategieableitung wird ein Wettbewerbsvergleich alleine in der Praxis nicht ausreichen.

Der Prozess nach FABRYCKY beschreibt Portfoliomanagement basierend auf monetären Zielgrößen [Fab04]. Als Eingangsgrößen werden Produkteanzahl, Kapitalkosten, gewünschter Minimalprofit, Budgetlimitierung und Produktlebensdauer verwendet. Anschließend werden Kosten und Gewinn über den Produktlebenszyklus der Produkte als Funktion abgeschätzt. Ausgehend von einer Matrix, die alle möglichen Portfoliokombinationen darstellt, werden unter Aspekten der Gewinnmaximierung mögliche Vorzugskombinationen identifiziert.

*Bewertung:* Die Methode berücksichtigt weder konstruktive noch Markt- oder Kundenanforderungen und reduziert die Portfolioauswahl auf ein mathematisches Modell der Gewinnmaximierung. Aspekte zur Komplexitätsreduzierung oder Marktausrichtung werden nicht hinreichend berücksichtigt. Eine weitere Vertiefung des Ansatzes konnte nicht gefunden werden.

### 3.1.5 Auswertung

Es folgt die Bewertung der analysierten Methoden im Bereich Produktstrukturierung. Bild 3-16 zeigt einen Überblick über die Erfüllung der in Kapitel 2.4 formulierten Kriterien für diesen Bereich.

	Anforderungen			
	Produktfamilienübergreifende Betrachtungsweise	Nutzung visueller Werkzeuge	Nutzung von marktseitiger Vorausschau	Berücksichtigung konstruktiver Lösungsansätze
<b>Methoden im Bereich Produktstrukturierung</b>				
APF-Methode [Duj01]	◐	○	○	○
Produktfamilien-Heuristiken [Zam99]	○	●	○	◐
Interaktionsmatrix [Kus96, Hua98]	○	●	○	○
Modulare Produktfamilien [Sek05]	◐	○	◐	○
Complexity Management [Lin09, Dan10]	◐	◐	○	○
Lebensphasen-Modularisierung [Ble11]	○	●	○	●
Produktstrukturierung [Sch07]	●	○	◐	○
Varianzoptimierung [Fuj06]	●	○	◐	○
Variantengerechte Produktgestaltung [Kip10]	○	●	○	●
PFMP [Har06]	○	●	◐	●
Platform Process [Gun08]	○	○	◐	◐
Power Tower [Mey97]	◐	○	◐	○
PPCEM [Sim01]	◐	○	◐	○
Marktmodellierung [Han12]	●	●	◐	○
Portfolio Management [Lar07]	●	●	○	○
Design Driven Portfolio [Pet11]	●	●	◐	◐
Redesigning Product Programs [Rei02]	○	○	○	○
Programmstrategien [Sch05, Koe98, Fri04]	●	◐	◐	○
Produktkonzepte [Wil01]	○	○	○	○
Modulare Programmgestaltung [Eil12b]	●	●	○	◐

● erfüllt   ◐ teilweise erfüllt   ○ nicht erfüllt

Bild 3-16: Bewertung bestehender Methoden im Bereich Produktstrukturierung

### **Produktfamilienübergreifende Betrachtungsweise**

Die Plattform- und Programmplanungsmethoden bieten eine bessere Unterstützung als reine Modularisierungs- und Variantengestaltungsmethoden. Plattformplanungsmethoden, wie zum Beispiel in [Har06, Gun08, Sim01], fokussieren dabei einzelne Produktfamilien und sind daher in der Regel nur sehr eingeschränkt für die gleichzeitige Betrachtung mehrerer Produktfamilien ausgelegt. Die erweiterte Produktstrukturierung nach [Sch07] erlaubt im letzten Schritt der Methode einen programmweiten Abgleich, ohne allerdings Mechanismen zur Identifizierung von Kommunalitäten anzugeben. Die Programmplanungsmethoden nach [Han12, Pet11, Fri04, Eil12b] erlauben von vornherein die gemeinsame Betrachtung aller Produkte eines Unternehmens.

### **Nutzung visueller Werkzeuge**

Viele der analysierten Methoden nutzen visuelle Elemente. Besonders hervorzuheben sind die Produktmodelle in [Kus96/Hua98, Ble11], die Netzanalysen in [Har06, Ble11, Kip10] und die Marktmodelle in [Han12, Pet11].

### **Nutzung von marktseitiger Vorausschau**

Bei den Plattform- und Programmplanungsmethoden sind Analysen der Marktanforderungen vielfach implementiert, wenn auch die Beschaffung der Daten nicht immer klar beschrieben wird. Die Marktanforderungen werden jedoch überwiegend als starr angenommen. Unsicherheiten bezüglich dieser Anforderungen oder mögliche Marktverschiebungen werden durch keine der analysierten Methoden durchgehend, zum Beispiel durch das Denken in Szenarien, abgebildet.

### **Berücksichtigung konstruktiver Lösungsansätze**

Nur wenige Methoden rücken gestalterische Umkonstruktion der Komponenten in den Fokus. Hauptsächlich die Methoden nach [Har06, Kip10, Ble11] leiten den Entwickler systematisch durch einen Analyseprozess, in dem Komponentenkonzepte geändert und bezüglich ihrer Wirkung in der Produktstruktur überprüft werden können.

#### **3.1.6 Kennzahlen zur Produktstrukturierung**

Um erstellte Produktprogrammkonzepte bewerten zu können, werden in diesem Kapitel bestehende Kennzahlen zur Produktstrukturierung analysiert. Die Recherche baut dabei auf den vorangegangenen Autoren [Abd08] und [Ble11] auf und schränkt den Suchfokus auf die Bewertung von produktbasierten komplexitätsreduzierenden Maßnahmen auf Programmebene ein. An die Kennzahlen werden folgende Anforderungen gestellt

- Vergleich von Übernahmepotentialen unterschiedlicher Produktprogrammkonzepte
- Möglichst hohe Aussagekraft
- Möglichst praxisnah ermittelbar

### Variantenflexibilität nach ERIXON

Die Kennzahl  $E_{var}$  nach ERIXON untersucht, inwieweit die vom Kunden geforderten Varianten durch eine möglichst geringe Anzahl von produktseitigen Modulen realisiert werden können [Eri98].

$$E_{var} = \frac{N_{var}}{N_{mtot}}$$

mit  $N_{var}$  = Anzahl der Varianten im gesamten Produktprogramm

$N_{mtot}$  = Anzahl der Module im gesamten Produktprogramm

**Bewertung:** Die Kennzahl liefert eine rasche Übersicht über die Möglichkeiten des Produktprogrammes zur internen Varianz- und damit Komplexitätsreduzierung. Allerdings wird davon ausgegangen, dass das Programm vollständig aus Modulen besteht.

### Evaluation Metrics nach HÖLTÄ-OTTO/OTTO

In dem in [Höl06] veröffentlichten Kennzahlensystem sind u.a. drei Kennzahlen bezüglich carryover, common modules und specification variety enthalten, die eine Bewertung von Übernahmeeffekten ermöglichen. Die Kennzahlen sind auf die Zahl 10 normiert.

$$Y_{carry}^* = 10 \frac{\text{Anzahl der Übernahmefunktionen}}{\text{Anzahl der Funktionen}}$$

Die Kennzahl  $Y_{carry}$  drückt aus, wie viele Funktionen in unterschiedliche Produkte direkt übernommen werden können. In einem zweiten Diagramm werden Komponenten bewertet; Komponenten die zu 100% oder 0% übernommen werden können, bekommen die höchste Bewertung, falls nur eine teilweise Übernahme möglich ist, wird der Faktor entsprechend herabgesetzt (0 bei 50%).

$$Y_{CM} = f(x) = \begin{cases} 10 & \text{Kann unverändert in jede Variante getauscht werden} \\ 7 & \text{Kann unverändert in min. eine andere Variante getauscht werden} \\ 5 & \text{Benötigt unterschiedliches Werkzeug zum Wechseln} \\ 3 & \text{Benötigt Änderung der Schnittstellengestaltung} \\ 0 & \text{Benötigt spezielle Schnittstellen für jede Variante} \end{cases}$$

Die Kennzahl  $Y_{CM}$  bewertet die Austauschbarkeit von Modulen. Dabei werden fünf diskrete Werte mit verbalen Beschreibungen vergeben.

$$Y_{diff}^* = 10 \frac{\text{Anzahl Funktionen unterschiedlicher Spezifikation}}{\text{Anzahl Funktionen}}$$

Die Kennzahl  $Y_{diff}$  untersucht, wie viele Funktionen vorliegen, die über variante Spezifikationen verfügen. Unter einer varianten Spezifikation sind zum Beispiel unterschiedliche Leistungsausprägungen zu verstehen.

**Bewertung:** Die gezeigten Kennzahlen ermöglichen Bewertung und Vergleich des Übernahmepotentials eines Produktprogrammes. Allerdings gehen  $Y_{carry}$  und  $Y_{diff}$  von der Funktionsicht aus, eine Betrachtung aus Komponentensicht erfolgt hier nicht.

### Platform Commonality Index nach SIDDIQUE/ROSEN

In dem in [Sid98] beschriebenen Kennzahlensystem sind u.a. die beiden Kennzahlen  $C_C$  und  $C_N$  beschrieben, die zur Bewertung von Übernahmeeffekten geeignet sind.

$$C_C = \frac{\text{Anzahl gemeinsamer Komponenten}}{\text{Anzahl aller Komponenten}}$$

$$C_N = \frac{\text{Anzahl gemeinsamer Schnittstellen}}{\text{Anzahl aller Schnittstellen}}$$

THEVENOT & SIMPSON [The06] erweitern den Ansatz auf eine Durchschnittswertbildung. So können für jede Produktplattform einzeln Kennzahlen errechnet werden, um ergänzt mit Wichtungsfaktoren ein Gesamtwert für das Produktprogramm zu erhalten.

*Bewertung:* Beide Kennzahlen nach SIDDIQUE/ROSEN ermöglichen eine Bewertung von Übernahmeeffekten, insbesondere  $C_C$  scheint für die Anwendung auf Produktprogramme bzw. Bereiche des Produktprogrammes geeignet.

### Degree of Commonality Index (DCI) nach COLLIER

Der DCI bestimmt die Wiederverwendung von Komponenten in einer Produktplattform [Col81].

$$DCI = \frac{\sum_{j=i+1}^{i+d} \Phi_j}{d}$$

mit  $\Phi_j = \text{Anzahl direkter Mutterkomponenten der Komponente } j$   
 $d = \text{Anzahl unterscheidbarer Komponenten}$   
 $i = \text{Anzahl der Endprodukte}$

Je öfter eine Komponente wiederverwendet wird, desto höher wird der Wert DCI. Da aufgrund von fehlender Normierung keine relativen Grenzen für die Kennzahl gegeben sind, haben WACKER & TRELEVEN den Ansatz auf eine Normierung in den Wertebereich zwischen 0 und 1 erweitert [Wac86]. Der Total Constant Commonality Index (TCCI) ist definiert als

$$TCCI = 1 - \frac{d - 1}{\sum_{j=1}^d \Phi_j - 1}$$

Bewertung: DCI und TCCI sind dazu geeignet, Übernahmeeffekte in Produktprogrammen messbar zu machen. Nachteilig ist allerdings, dass zur Ermittlung die gesamte Komponentenhierarchie bekannt sein muss.

### MCI und MDI nach BLEES

Zur kennzahlmäßigen Bewertung modularer Produktstrukturen nutzt Blees [Ble11] die Kennzahlen Module Coupling Independence (MCI), basierend auf [New98], sowie Module Driver Independence (MDI).

Die Kennzahl MCI gibt an, inwieweit eine ideale Entkopplung von Modulen, also hohe innere Kopplungshäufigkeit bei geringer äußerer Kupplungshäufigkeit, erreicht wird.

$$MCI = \frac{\text{Anzahl der Schnittstellen innerhalb der Module}}{\text{Gesamtanzahl der Schnittstellen}}$$

Die Kennzahl MDI hingegen untersucht, inwieweit Module, die im Rahmen der Methode aufgrund eines Modultreibers gebildet werden, Komponenten enthalten, die nicht dem Modultreiber unterliegen. Idealerweise sind aus produktstrategischer Sicht sämtliche Komponenten in einem Modul aufgrund einer übereinstimmenden Modultreiberauswahl dort zugeordnet. Für Komponenten, die nicht dem Modul-originiären Modultreiber unterliegen, erfolgt eine entsprechende Abwertung.

$$MDI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{all\ i} + C_{\neq i}}}{n}$$

- mit  $C_i$  = Anzahl der Komponenten mit Bezug zur Modultreiberausprägung  $i$   
 $C_{all\ i}$  = Anzahl der Komponenten in Modulen mit Bezug zur Modultreiberausprägung  $i$   
 $C_{\neq i}$  = Anzahl der Beziehungen der Komponenten in Modulen mit Bezug zur Modultreiberausprägung  $i$  zu Modultreiberausprägungen  $\neq i$   
 $n$  = Anzahl der Ausprägungen des Modultreibers

Bewertung: Die beiden Kennzahlen MCI und MDI sind im Verbund dazu geeignet, zu bewerten, inwieweit eine modulare Produktfamilie technisch und produktstrategisch dem von BLEES formulierten Modularisierungsziel gerecht werden. Die Ermittlung der Kennzahlen kann praxisnah erfolgen, allerdings ist es mit den Kennzahlen nicht möglich, programmweite Übernahmepotentiale zu untersuchen.

### Auswertung

Es erfolgt eine Auswertung gegenüber den eingangs zu Kapitel 3.1.6 formulierten Anforderungen. Grundsätzlich sind mehrere der untersuchten Kennzahlen dazu geeignet, Übernahmeeffekte zu bewerten, Bild 3-17. Insbesondere die Variantenflexibilität und der Platform Commonality Index untersuchen dabei direkte Komponenteneffekte. Die Stärke der Aussagekraft wurde bei allen Kennzahlen nur als teilweise erfüllt bewertet, weil keine der Kennzahlen eine Differenzierung zwischen Effekten auf Produktfamilienebene und auf Produktprogrammebene vornimmt. Aufgrund der Komponentenorientiertheit scheinen Variantenflexibilität und Platform Commonality Index besonders praxisnah ermittelbar.

	Vergleich von Übernahmepotentialen	Hohe Aussagekraft	Praxisnah ermittelbar
<b>Kennzahlen zur Produktstrukturierung</b>			
Variantenflexibilität [Eri98]	●	◐	●
Evaluation Metrics [Höl06]	◐	◐	○
Platform Commonality Index [Sid98]	●	◐	●
Degree of Commonality Index [Col81]	◐	◐	◐
Module Coupling/Driver Independence [Ble11]	○	●	●

● erfüllt    ◐ teilweise erfüllt    ○ nicht erfüllt

Bild 3-17: Übersicht der Kennzahlen

### 3.2 Methoden im Bereich Marktanalysen

#### 3.2.1 Situationsanalysen

Bei Methoden zur Situationsanalyse ist zwischen internen und externen Analysemethoden zu unterscheiden [Bea09]. Interne Analysen betrachten das Unternehmen selbst, während externe das Unternehmensumfeld analysieren. Im Bereich der externen Analysen werden im Folgenden die Stakeholder-Analyse und die Konkurrenten-Analyse untersucht, im Bereich der internen Analysen die ABC-Analyse, die Kernkompetenzanalyse und die Gap-Analyse. Die Methoden werden im Anschluss gemeinsam ausgewertet.

#### Stakeholder-Analyse

Mit der Stakeholder-Analyse [Fre10] werden die wichtigsten Anspruchsgruppen an das Unternehmen sowie deren Hauptanliegen und Einflussmöglichkeiten identifiziert [Lom10]. FREEMAN definiert Stakeholder als Gruppen oder Individuen, die das Unternehmen beeinflussen oder von diesem beeinflusst werden [Fre10]. Gausemeier unterteilt die Stakeholdergruppen hierarchisch [Gau09]:

- *Interne Stakeholder* sind Bestandteil des Unternehmens, zum Beispiel Mitarbeiter, Führungskräfte und Eigner.
- *Ökonomische Stakeholder* interagieren geschäftlich mit dem Unternehmen, zum Beispiel Kunden, Lieferanten, Konkurrenten und Partner.
- *Direkte globale Stakeholder* sind nicht direkt-ökonomisch verbunden, zum Beispiel Kommunen, Politik, Gesetzgeber und Verbraucher-/Umweltschutzgruppen.

- *Indirekte globale Stakeholder* interagieren nur indirekt und nicht-ökonomisch, zum Beispiel Interessenvertretungen oder Anwohner.

Unter Stakeholder-Mapping wird die Übersichtsdarstellung der Stakeholder verstanden. Ein Beispiel hierfür ist in Bild 3-18 in Anlehnung an [Gau09] gezeigt.

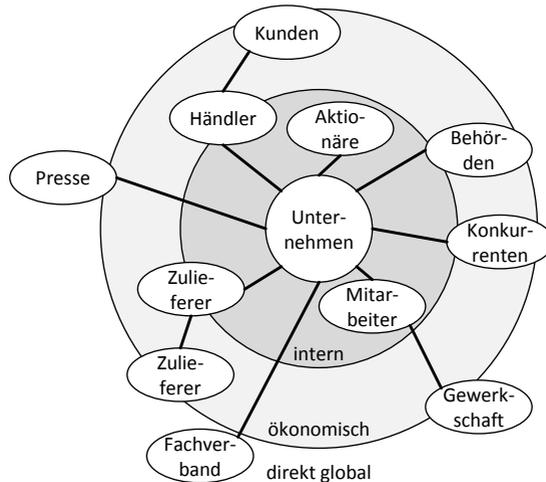


Bild 3-18: Stakeholder-Mapping nach [Gau09]

Zur Stakeholder-Analyse liefern LOMBRISER & ABPLANALP drei Hauptfragen [Lom10]:

- Welche Anspruchsgruppen gibt es und welches sind die wichtigsten?
- Was sind deren Werthaltungen und Hauptanliegen?
- Wie können diese Einfluss nehmen, wie stark ist ihre Machtposition und welche Möglichkeiten haben wir, Nutzen zu stiften?

Im Anschluss an eine Stakeholder-Analyse werden Handlungsfelder abgeleitet; GAUSEMEIER unterscheidet Kooperations-, offensive-, defensive- und Konfliktstrategien, während LOMBRISER & ABPLANALP Leitbilder für das Unternehmen entwickeln.

*Bewertung:* Die Stakeholder-Analyse ist dazu geeignet, Handlungsfelder basierend auf den Anspruchsgruppen an das Unternehmen abzuleiten. Diese können abstrakt als Vision für das Gesamtunternehmen dienen, aber auch in Form von Funktionsleitbildern in das operative Geschäft in Form von Handlungsanweisungen integriert werden. Eine Erweiterung dieser Leitbilder hinsichtlich direkter Veränderungen des Produktprogrammes ist jedoch nicht ohne Weiteres möglich.

### Konkurrenten-Analyse

Um langfristig im Wettbewerb bestehen zu können, muss sich ein Unternehmen im Konkurrenzkampf behaupten können. Deshalb ist es wichtig, Kenntnisse über die Konkurrenz und deren Fähigkeiten zur Befriedigung der Kundenbedürfnisse zu sammeln und auszuwerten.

Aufbauend auf der Analyse der Wettbewerbssituation kann das Unternehmen dann geeignete Maßnahmen ableiten, um die eigene Situation zu verbessern und Vorteile gegenüber dem Wettbewerb herauszuarbeiten.

Eine Analysemethode besteht darin, pro Geschäftsfeld zunächst die Wettbewerber zu ermitteln und anschließend deren Marktanteil zu bestimmen [Bac10]. Aufgrund der sich daraus ergebenden Priorisierung können dann einzelne Wettbewerber ausgewählt und näher analysiert werden. Diese Methode ist vergleichsweise einfach und intuitiv gehalten. Als Nachteil bleibt zu berücksichtigen, dass die sich aus den Marktanteilen ergebende Priorisierung nicht notwendigerweise deckungsgleich mit der tatsächlichen Relevanz des Wettbewerbers ist. Somit ist die sich ergebende Priorisierung nur als Anhaltswert für nachfolgende Analysen zu sehen [Bac10].

Das von PORTER [Por08] entwickelte Modell bietet eine erweiterte Betrachtungsweise, Bild 3-19. Basierend auf den vier Perspektiven Ziele, gegenwärtige Strategie, Annahmen und Fähigkeiten kann ein Reaktionsprofil für einen Konkurrenten erstellt werden. Diese Betrachtungsweise ist im Vergleich zur marktanteilsbasierten Analyse zukunftsorientiert und ermöglicht die Erstellung einer Vorausschau pro Wettbewerber. So können dessen zukünftige Schritte prognostiziert werden, um Gegenmaßnahmen zu planen. Nachteilig ist allerdings, dass die Analyse nur einen Wettbewerber fokussiert, somit müsste die Analyse für eine Gesamtbetrachtung mehrfach durchgeführt werden, wobei Sammeleffekte der Wettbewerbssituation unberücksichtigt blieben.

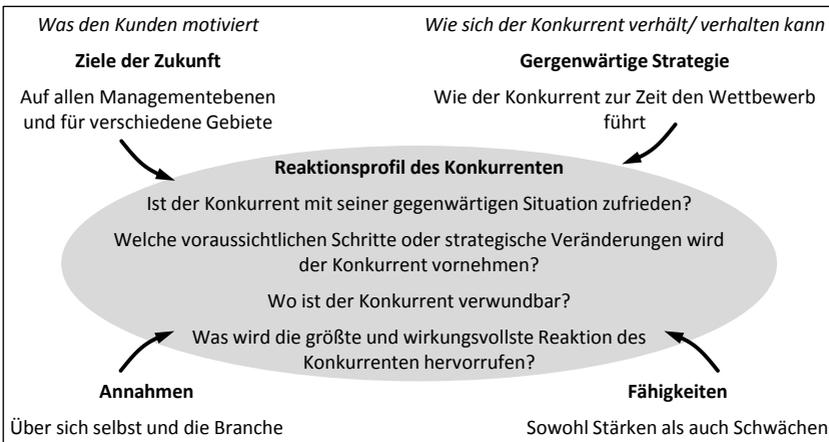


Bild 3-19: Dimensionen der Wettbewerbsstrategie nach PORTER [Por08]

**Bewertung:** Die marktanteilsbasierte Analyse der Konkurrenz ist ein intuitiv gehaltenes Vorgehen und führt unter Umständen zu einer falschen Priorisierung der Analyseobjekte. Die Konkurrenten-Analyse nach PORTER ermöglicht die Erstellung einfacher Vorausschauen, allerdings jeweils nur für ein Analyseobjekt. Problematisch kann bei der Anwendung dieser Methode auch die Informationsbeschaffung sein [Bea09]. Die Technik der Konkurrenz-

Analyse ist insgesamt als relevanter Teilbereich der Situationsanalyse einzustufen, deckt aber nicht alle Anspruchsgruppen an das Unternehmen ab.

### ABC-Analyse

Die ABC-Analyse beschreibt eine graphische Ordnung der Produkte nach ihrem Umsatzanteil. Stehen auf der x-Achse ganz links das umsatzstärkste Produkt und ganz rechts das umsatzschwächste, und beschreiben die y-Werte den kumulativen Umsatzbeitrag, so entsteht in der Theorie eine Lorenz-Kurve [Pep06]. Eine relativ geringe Anzahl von Produkten ist für einen relativ großen Umsatzanteil verantwortlich. In einer Kategorisierung bezeichnet A die vordere Produktgruppe, die etwa 80% des Umsatzes generiert. Diesen Produkten können dann zum Beispiel erhöhte Marketingbemühungen zugeteilt werden. B- und C sind dementsprechend die nachfolgenden Gruppen.

*Bewertung:* Neben dem Produkt-Umsatz können auch weitere Größen, wie Gewinn oder Kunden-Umsatz, untersucht werden. Eine Kunden-Umsatz Analyse kann als Grundlage für Key Account Management, die Fokussierung und gezielte Betreuung bestimmter Schlüsselkunden genutzt werden [Pep06]. Allerdings werden in der Praxis rein monetäre Betrachtungen nicht zur vollständigen Strategiebeschreibung ausreichen.

### Kernkompetenz-Analyse

BEA & HAAS definieren Kernkompetenzen als „Bündel von Fähigkeiten, welche die Grundlage für die Kernprodukte und die darauf aufbauenden Endprodukte eines Unternehmens darstellen und welche sich durch schwierige Erzeugbarkeit, Imitierbarkeit und Substituierbarkeit auszeichnen“ [Bea09]. Kernkompetenzen können die langfristige Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens sicherstellen und sind oft in verschiedenen Geschäftsbereichen anwendbar, weshalb sie besonders wertvoll für das Unternehmen sind [Hun11]. Bei der Identifizierung von Kernkompetenzen kann die in Tabelle 3-1 gezeigte Liste helfen, potentielle Kernkompetenzen zu ermitteln und zu analysieren. Wettbewerbsparität bezeichnet dabei eine kundenwichtige Kompetenz, über die die Wettbewerber allerdings ebenfalls verfügen.

Tabelle 3-1: Kriterien zur Kernkompetenzanalyse [Her09]

Wertvoll für den Kunden	Seltenheit	Schwer zu imitieren	Ohne Substitute	Konsequenz für die Wettbewerbssituation
Nein	-	-	-	Wettbewerbsnachteil
Ja	Nein	-	-	Wettbewerbsparität
Ja	Ja	Nein	-	Zeitlich begrenzter Wettbewerbsvorteil
Ja	Ja	Ja	Nein	Wettbewerbsvorteil
Ja	Ja	Ja	Ja	Dauerhafter Wettbewerbsvorteil

Ähnliche Kriterien verwendet der VRIO-Ansatz zur Kernkompetenz-Analyse [Wel08]. Hierbei werden der strategische Wert (value), die Knappheit (rareness), die Nicht-Imitierbarkeit (imp<sup>er</sup>fect imitability) und die organisatorische Einbettung (organizational specificity) abgefragt. Bei der Analyse von Kernkompetenzen kann zusätzlich eine strategische Vorausschau (vgl.

Kapitel 3.3) angewendet werden, um zu überprüfen, welche Kernkompetenzen in Zukunft von Bedeutung sein werden [Nag09].

*Bewertung:* Ein Vorteil des Kernkompetenz-Ansatzes liegt darin, dass Unternehmensressourcen nicht nur singular- sondern zu Bündeln zusammengefasst betrachtet werden. Dies kann Robustheit auf dynamischen Märkten fördern. Allerdings gibt die Kernkompetenz-Analyse keine direkten Handlungsempfehlungen, sondern stellt lediglich eine Bestandsaufnahme dar [Her09].

### **Gap-Analyse**

Die Gap-Analyse führt einen zukunftsgerichteten Vergleich von Abweichungen bestimmter Zielgrößen durch. In der Regel sind dies Gewinne oder Umsätze. Zunächst wird eine Zielgröße ausgewählt und monetär bestimmt. Anschließend wird deren Zukunftsverlauf bei unverändert weiterlaufendem Geschäft durch sog. Gewinn-/Umsatztreiber prognostiziert und als Kurve dargestellt (Wird-Zustand). Daneben legt das Unternehmen eine optimistische Leitlinie (Soll-Zustand) sowie eine Wird-Linie bei optimierten Prozessen (Wird-Zustand-potentiell). Die Differenz („Gap“) zwischen Wird-Zustand und Wird-Zustand-potentiell wird als operative Lücke bezeichnet und die Differenz zwischen Soll-Zustand und Wird-Zustand-potentiell als strategische Lücke [Her09]. Basierend auf der Analyse dieser Lücken können dann geeignete Maßnahmen zur Effizienzsteigerung entwickelt und umgesetzt werden.

*Bewertung:* Vorteilhaft an der Gap-Analyse ist die Auseinandersetzung mit konkreten Unternehmenszielen, allerdings ist die Ermittlung der Zukunftsverläufe mit Unsicherheiten behaftet. Außerdem werden strategische Optionen für Geschäftsfelder („schließen, ausbauen“) nicht berücksichtigt [Her09].

### **3.2.2 Portfoliotechniken**

Portfolio (=Bestands-)analysen versuchen in der Regel, die aktuellen Produkte oder Geschäftsfelder des Unternehmens durch Einordnung bezüglich bestimmter Größen zueinander in Bezug zu setzen [Lom10]. Demnach sind Portfoliotechniken grundsätzlich dazu geeignet, die Struktur des Produktprogrammes zu planen. Dazu werden im Folgenden Methoden zur Portfolioanalyse untersucht.

#### **Produkt-Markt-Matrix**

Die Produkt-Markt-Matrix stellt die Produkte eines Unternehmens den verschiedenen Marktsegmenten gegenüber, Bild 3-20. Bei der Inside-out Methode [Hil92] werden die Produkt-Markt-Kombinationen ausgehend von den existierenden Produkten erfasst und zu strategischen Geschäftsfeldern zusammengefasst. Ziel bei der Abgrenzung ist es, eine möglichst große interne Homogenität bei gleichzeitig externer Heterogenität zu schaffen. Inside-out bezeichnet dabei die Perspektive des Ist-Zustandes. Im Gegensatz hierzu wird bei der Outside-in Methode marktorientiert vorgegangen, um eine Zukunftssituation als Marktbedarf zu skizzieren.

		Inland		Ausland (Europa)		Ausland (Rest)	
		Bau	Metall	Bau	Metall	Bau	Metall
Maschinen Typ A	mechanisch		●		●	●	●
	elektrisch	●	SGF1		SGF2	●	
Maschinen Typ B	mechanisch	●	●		SGF3		
	elektrisch			●	●	●	●

Bild 3-20: Produkt-Markt-Matrix (vgl. [Lom10])

Grundlage für die Outside-in Methode bildet die Ermittlung von Hauptbedürfnissen der Kunden sowie die Überlegung, mit welchen Produkten oder Produktionstechnologien diese in Zukunft abgedeckt werden können [Lom10]. Ziel ist es hierbei ebenfalls, möglichst homogene Geschäftsfelder zu erzeugen.

*Bewertung:* In der Praxis kann insbesondere die klare Abgrenzung von Geschäftsfeldern Probleme bereiten [Lom10]. Die Matrix bietet kaum Möglichkeiten für die Visualisierung von Kenngrößen und Hierarchien.

**Marktleistungs-Marktsegmente-Matrix**

Die Matrix nach GAUSEMEIER [Gau09] stellt die Marktleistung (Angebot des Unternehmens) den Marktsegmenten (Absatzmärkte/Kundengruppen) gegenüber, Bild 3-21. Die Einteilung der Marktsegmente kann dabei u.a. nach PORTER [Por08] anhand der drei Kriterien Abnehmertyp, Vertriebskanäle und geographische Abnehmerstandorte erfolgen. Ein belegtes Matrixfeld wird als Geschäftsfeld bezeichnet und kann u.a. durch die wirtschaftlichen Kenngrößen Umsatz (U), Ergebnis vor Steuern (EvS) und Umsatzwachstum (Uw) durch Eintragen von Werten charakterisiert werden. Alternativ werden EvS als Farbe und U als Feldhöhe graphisch gekennzeichnet.

		Relevante Marktsegmente						
		MS 1	MS 2	MS 3	MS 4	MS 5	MS 6	
Komponenten der Marktleistung	PG 1	54,3 1 1	11,2 1 1	0,6 2 2	0,0 0 0	0,6 0 1	4,3 2 1	DP Dienstleistungspaket
	PG 2	27,3 0 2	12,3 0 2	0,4 0 2	0,3 0 1	6,7 3	26,4 1 1	EvS Ergebnis vor Steuern
	DP 1	1,5 3 2	8,8 2 1	11,4 3 3	9,8 3 3	4,2 1 2	1,7 0 0	HGF Hauptgeschäftsfeld
	PG 3	6,5 3 0	4,5 1 1	13,2 3 2	12,7 3 2	1,6 2 2	0,5 0 1	MS Relevantes Marktsegment
	DP 2	0,3 0 2	2,5 1 1	3,4 1 2	6,8 3 3	0,9 2 3	0,0 2 0	PG Produktgruppe
	DP 3	0,5 0 1	0,3 0 1	0,6 1 2	2,1 3 2	0,2 0 2	0,0 0 0	U Umsatz
								Uw Umsatzwachstum

Bild 3-21: Marktleistungs-Marktsegmente-Matrix [Gau09]

Die Marktleistung kann sowohl Produktgruppen als auch Dienstleistungspakete umfassen. Unter Verwendung der Matrix werden Hauptgeschäftsfelder (HGF) identifiziert. Dazu können die drei Kriterien „Eigenständige Marktaufgaben“, „Anteil am Unternehmensergebnis“ und „Relative Unabhängigkeit der strategischen Entscheidungen“ herangezogen werden [Gau09]. Anschließend können Segmentierungslücken identifiziert werden, also Marktsegmente die mit den derzeitigen Produkten nur unzureichend abgedeckt werden.

*Bewertung:* Die Matrix ist dazu geeignet, Produkte, Kunden/Märkte sowie wirtschaftliche Kenngrößen in einer übersichtlichen Form darzustellen. Eine Betrachtung der hierarchischen Struktur des Produktprogrammes erfolgt nicht. Probleme könnten sich in der Interpretationsfähigkeit ergeben, wenn das betrachtete Produktprogramm zu groß wird.

**Programmerfolgsportfolio**

Das in Tabelle 3-2 gezeigte Portfolio setzt die Produkte eines Unternehmens anhand der beiden Größen Umsatz (U)- und Deckungsbeitragsanteil (DB) ins Verhältnis [Pep06]. Es ergeben sich vier Felder, in denen die Produkte zu positionieren sind.

Entsprechend den vier Feldern gibt PEPELS Handlungsempfehlungen für das Produktmanagement an [Pep06], zusätzlich wird eine Verbindung des Portfolios mit einer Betrachtung der Lebenszyklusstände empfohlen.

- DB und U niedrig – Gilt typischerweise anlaufende Produkte, begrenzte Ressourcen zur Entwicklung zuteilen, bereits erkennbare Fehlentwicklungen eliminieren
- DB hoch, U niedrig – Produkte unbedingt forcieren um Profit zu maximieren, Verharren im Feld auch sinnvoll (Spezialprodukte)
- DB und U hoch – Produkte bestimmen den Erfolg des Unternehmens; halten, verteidigen, ausbauen
- DB niedrig, U hoch – Häufig bei Auslaufprodukten anzutreffen, rechtzeitig durch Nachfolger ersetzen, junge Produkte als Fehlentwicklungen vom Markt nehmen.

Tabelle 3-2: Programmerfolgsportfolio [Pep06]

		Umsatzanteil	
		niedrig	hoch
Deckungsbeitragsanteil	gering	Entwicklungs-/Überraschungsprodukte; Versager/unnötige Spezialitäten/ politische Produkte	Vergangenheitsprodukte Krisenprodukte
	groß	Spezialprodukte	Gegenwartsprodukte Zukunftsprodukte

*Bewertung:* Zwar liefert das Portfolio einen raschen Überblick über die Produkte und deren grobe wirtschaftliche Situation, allerdings sind die Handlungsempfehlungen stark pauschalisiert. Die Methode ist nicht für größere Produktprogramme geeignet.

### Marktanteils-Marktwachstums-Portfolio

Das Portfolio, oft auch nach der Boston Consulting Group benannt, setzt die Produkte anhand der Größen Marktanteil und Marktwachstum in Relation, Bild 3-22 [Kot10]. Der Kreisdurchmesser eines Produktes repräsentiert dessen Umsatz. Die Einteilung der Achsen in „gering“ und „hoch“ ergibt vier Felder die mit „Poor Dog“, „Question Mark“, „Star“ und „Cash Cow“ bezeichnet werden.

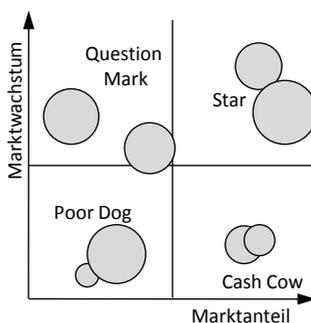


Bild 3-22: Marktanteils-Marktwachstums-Portfolio [Kot10]

LOMBRISER & ABPLANALP fassen zu den vier Produkttypen sogenannte Normstrategien zusammen, die dabei unterstützen sollen das Portfolio hin zu einer Soll-Situation zu entwickeln. Tabelle 3-3 zeigt eine Übersicht der Normstrategien. Als idealer Werdegang eines Produktes wird dabei der Übergang von „Question Marks“ zunächst zu „Stars“ und dann zu „Cash Cows“ angenommen. Dementsprechend sind „Stars“ bei vergleichsweise hohen Investitionen auszubauen, um sie schließlich in den Status einer „Cash Cow“ bei relativ niedrigen Investitionen überführen zu können. „Poor Dogs“ sollen entweder liquidiert oder falls strategisch sinnvoll bei geringen Investitionen gepflegt werden. Einer genaueren Prüfung bedürfen die „Question Marks“, hier muss nach einer Analyse entschieden werden, ob entweder stark investiert wird, um möglicherweise einen „Star“ zu generieren, oder ob aber eine Liquidation sinnvoll ist.

Tabelle 3-3: Implikationen aus dem Marktanteils-Marktwachstums-Portfolio nach [Lom10]

Feld	Rentabilität	Normstrategie	Investitionen
Star	hoch	Halten oder ausbauen	hoch
Cash Cow	hoch	Halten/festigen; nur notwendige Investitionen	gering
Question Mark	gering bis negativ	Offensiv (starke Investitionen) oder Defensiv bei geringen Erfolgsaussichten	sehr hoch / liquidieren
Poor Dog	gering bis negativ	Abschöpfen (minimale Investitionen); auf Nische zurückziehen; verkaufen/liquidieren	liquidieren

*Bewertung:* Das Marktanteils-Marktwachstums-Portfolio gibt eine rasche Übersicht über das Produktprogramm bei relativ gut quantifizierbaren Größen. Die pauschalen Normstrategien geben in der Praxis zumindest Hinweise auf strategische Stoßrichtungen, wenn auch auf sehr grober Betrachtungsebene. Allerdings kann die technische Struktur des Produktprogrammes nicht abgebildet werden, ebenso wie der Betrachtungshorizont nur gegenwartsorientiert ist.

### Marktattraktivitäts-Wettbewerbsvorteils-Matrix

Die von McKinsey und General Electric entwickelte Matrix vergleicht die Produkte anhand der beiden jeweils in drei Stufen pauschalisierten Größen Marktattraktivität und Wettbewerbsvorteil, Bild 3-23. Beide Größen sind nicht direkt messbar, sondern müssen in mehrstufigen Verfahren ermittelt werden [Bea09]. Je nach Positionierung im Neun-Felder-Portfolio sind Normstrategien vorgesehen, es wird zwischen Abschöpfungs-/Desinvestitionsstrategien, Wachstums-/Investitionsstrategien und Selektionsstrategien (offensiv, defensiv, Übergang) unterschieden.

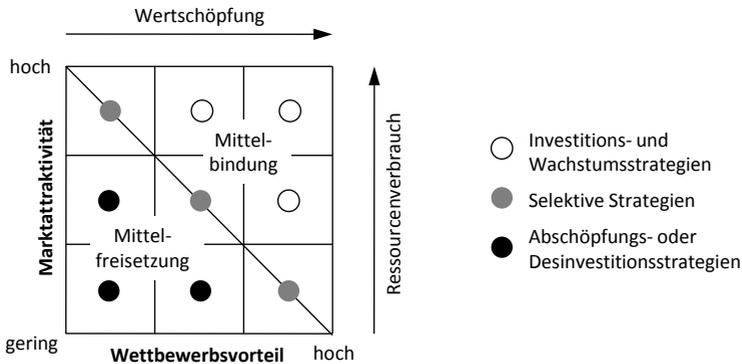


Bild 3-23: Marktattraktivitäts-Wettbewerbsvorteils-Matrix [Lom10]

*Bewertung:* Die strategischen Stoßrichtungen sind bei dieser Methode konkretisiert und erlauben eine differenziertere Betrachtung. Allerdings ist der Ermittlungs- und Bewertungsprozess der Schlüsselfaktoren kompliziert und stark subjektiv geprägt. Nach LOMBRISER befindet sich in der Praxis meist ein Großteil der Produkte in der Mitte der Matrix, wofür die Normstrategien allerdings keine aufschlussreichen strategischen Leitlinien bieten [Lom10].

### 3.2.3 Auswertung

Es folgt die Bewertung der analysierten Methoden im Bereich Marktanalysen. Dazu zeigt Bild 3-24 einen Überblick über den Erfüllungsgrad der in Kapitel 2.4 formulierten Kriterien für den Bereich.

Methoden im Bereich Marktanalysen	Anforderungen			
	Analyse aus Unternehmens-/Produktsicht	Analyse des Branchenumfeldes	Visueller Vergleich der Produkte durch wirtschaftliche Kenngrößen	Visuelle Darstellung der Programmhierarchie
Stakeholder-Analyse [Fre10]	●	●	○	○
Konkurrenten-Analyse [Por08]	○	●	○	○
Kernkompetenz-Analyse [Her09]	●	●	○	○
Gap-Analyse [Her09]	●	○	○	○
Produkt-Markt-Matrix [Lom10]	●	○	●	●
Marktleistungs-Marktsegmente-Matrix [Gau09]	●	○	●	○
Programmerfolgspotfolio [Pep06]	●	●	●	○
Marktanteils-Marktwachstums-Portfolio [Kot10]	●	○	●	○
Marktattraktivitäts-Wettbewerbsvorteils-Matrix [Lom10]	●	●	●	○

erfüllt
  teilweise erfüllt
  nicht erfüllt

Bild 3-24: Bewertung bestehender Methoden im Bereich Marktanalysen

### Analyse aus Unternehmens-/Produktsicht

Eine Analyse aus interner Unternehmenssicht bzw. Produktsicht wird in den meisten Methoden zumindest implizit vorgenommen. Kernkompetenz- und Stakeholder-Analyse untersuchen hier Faktoren aus strategischer Sicht, während die Portfoliowerkzeuge die Bestandsprodukte anhand von wirtschaftlichen- bzw. monetären Größen in Relation setzen. Die Ableitung von Handlungsstrategien wird allerdings, wenn überhaupt, nur in Form von pauschalisierten Normstrategien unterstützt. Eine differenziertere Betrachtung der Faktoren des Umfeldes einzelner Produkte erfolgt hier nicht.

### Analyse des Branchenumfeldes

Das weitere Branchenumfeld wird insbesondere von der Stakeholder-Analyse untersucht. Die Vorteile der Stakeholder-Analyse liegen darin, dass aus unterschiedlichen und teilweise nicht unbedingt naheliegenden Umfeldbereichen Trends identifiziert werden können, die für die Unternehmensentwicklung relevant sein können. Auch ist es hier möglich, Spezifika einzelner Produkte vertiefend zu untersuchen, da für unterschiedliche Produkte des Unternehmens auch unterschiedliche Stakeholder relevant sein können. Somit können generische

Stakeholder untersucht werden, die für alle Produkte gleichermaßen relevant sind, sowie spezifische Stakeholder, die nur für einen Teilbereich oder einzelne Produkte relevant sind.

### **Visueller Vergleich der Produkte nach wirtschaftlichen Kenngrößen**

Alle Portfoliotechniken unterstützen den visuellen Vergleich von Produkten. Die Produkt-Markt-Matrix nimmt hierbei nur eine binäre Zuordnung von Produkten und Märkten vor. Die Methode ist zwar dazu geeignet, einen schnellen Überblick über das Produktprogramm zu liefern, für weitere Analysen ist die Informationsdichte aber zu gering. Das Programmersportfolio nimmt eine Einteilung der Produkte in vier Kategorien basierend auf Umsatz und Deckungsbeitrag vor. Die wirtschaftlichen Kenngrößen liefern so einen direkten Vergleich der Produkte. Allerdings bringt die Begrenzung auf vier Quadranten Nachteile, weil bei einer Vielzahl von Produkten zu viele im selben Quadranten lokalisiert würden, was keine differenzierte Ableitung von Handlungsempfehlungen mehr erlaubt. Marktanteils-Marktwachstums-/ und Marktattraktivitäts-Wettbewerbsvorteils-Portfolio basieren auf einem ähnlichen Ansatz, die Produkte werden hier in vier- bzw. neun Quadranten eingeteilt. Je nach Quadrantenlage sind Normstrategien vorformuliert, die eine Handlungsempfehlung zur strategischen Stoßrichtung angeben. Hier besteht, insbesondere bei größeren Produktprogrammen, die Gefahr, dass viele Produkte demselben Quadranten zugeordnet werden und die Normstrategien an Aussagekraft verlieren. Die Marktleistungs-Marktsegmente-Matrix ist im Gegensatz dazu auch für die Anwendung bei größeren Produktprogrammen geeignet, allerdings leidet die Übersichtlichkeit bei zu vielen Produkten, weshalb nur Produktgruppen dargestellt sind. Ein intuitiver Vergleich von unterschiedlichen Szenarien scheint aufgrund der rechteckigen Matrixstruktur schwierig.

### **Visuelle Darstellung der Programmhierarchie**

Der hierarchische Aufbau des Produktprogrammes wird ansatzweise nur von der Produkt-Markt-Matrix unterstützt. Allerdings sind hier keine differenzierteren Betrachtungen zu Produktfamilien oder Produktlinien beschrieben.

## **3.3 Methoden der Zukunftsplanung**

Zur begrifflichen Abgrenzung geben FINK & SIEBE das in Tabelle 3-4 gezeigte Schema des Zukunftsmanagements. Als Unterscheidungskriterien sind hier die Art der Perspektive (extern/intern) sowie der Zeithorizont gegeben. Demnach haben bei externer Betrachtungsperspektive *Szenarien* den höchsten Zeithorizont, gefolgt von *Trends* mit einem mittleren Zeithorizont. Diese beiden Begriffe sollen auch im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit verwendet werden. Ein Szenario zeichnet sich für die weitere Verwendung durch einen größeren Betrachtungsbereich und/oder Zeithorizont gegenüber dem Trend aus. Eine exakte Jahresangabe des betrachteten Zeitraumes muss dabei fallspezifisch bestimmt werden.

Tabelle 3-4: Einordnung von Begriffen des Zukunftsmanagements [Fin06]

	<b>Externe Perspektive</b> Umfeldbezogen Ziel: Orientierung, Erkenntnis	<b>Interne Perspektive</b> Unternehmensbezogen Ziel: Aktion, Umsetzung
<b>Strategische Ebene</b> Qualitativ und eher langfristig	<b>Szenarien</b>	Visionen
<b>Taktische Ebene</b> Eher qualitativ und mittelfristig	<b>Trends</b>	Roadmaps
<b>Operative Ebene</b> Quantitativ und eher kurzfristig	Prognosen	Planungen

Bild 3-25 zeigt in Anlehnung an FINK & SIEBE [Fin06] eine Übersicht über verschiedene Methoden der Zukunftsplanung. Diese sind bezüglich der zwei Größen zeitlicher Planungshorizont und Betrachtungsperspektive unterteilt.

Eine klare Grenze zwischen strategischen und operativen Methoden ist schwer zu ziehen, da eine starre Zeitraumangabe je nach Volatilität des Betrachtungssystems einer Zuordnung der Methoden nicht gerecht wird. Vorliegend werden Szenarien, Trends, Visionen und Roadmaps als strategische Methoden bezeichnet.

Die zweite Unterscheidungsgröße betrifft die Betrachtungsperspektive. Die interne Perspektive bezeichnet das Vorbereiten eigener Handlungen, während die externe Perspektive die Zukunft des Unternehmensumfeldes analysiert [Fin06]. Eine exakte Zuordnung ist auch hier schwierig, da interne und externe Einflussfaktoren einander bedingen können.

Im Folgenden wird in Kapitel 3.3.1 die Szenariotechnik nach GAUSEMEIER ET AL. [Gau09] als einschlägiger Vertreter der Szenariomethoden analysiert. Weitere Szenariomethoden sind in [Kos08] zusammengefasst. Das Kapitel 3.3.2 analysiert Roadmapping-Methoden und 3.3.3 beschreibt weitere Ansätze gemäß Bild 3-25.

	Externe Perspektive	Interne Perspektive
strategisch	<b>Szenarien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szenarioplanung</li> <li>• Szenariotechnik</li> <li>• Wechselwirkungs-Szenarien</li> <li>• Narrative Szenarien</li> <li>• Szenariomanagement</li> </ul>	<b>Visionen</b> (=interne Szenarien) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategieoptionen</li> <li>• Leitbilder</li> <li>• Partizipative Visionsfindung</li> </ul>
	<b>Trends</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SWOT-Analyse</li> <li>• Trendforschung</li> </ul>	<b>Roadmaps</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanced Scorecard</li> <li>• Technologie- und Strategieroadmapping</li> </ul>
operativ	<b>Prognosen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expertenbefragungen</li> <li>• Delphi-Technik</li> </ul>	<b>Planungen</b> (=interne Prognosen) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Business Cases</li> <li>• Risiko Management</li> </ul>

Bild 3-25: Methoden der Zukunftsplanung modifiziert nach [Fin06]

### 3.3.1 Szenariotechnik

Die Szenariotechnik nach GAUSEMEIER [Gau09] ist in das Rahmenwerk des Szenariomanagements eingebettet, welches sich gemäß Bild 3-26 in fünf Schritte gliedert. In der Szenario-Vorbereitung werden neben den Projektzielen die Gestaltungsfelder festgelegt. Hierzu gehören Unternehmen, Produkte, Branchen, Technologien und globale Gestaltungsfelder, wie zum Beispiel die Zukunft einer Wirtschaftsregion oder die Innovationskraft einer Volkswirtschaft.



Bild 3-26: Phasenmodell des Szenariomanagements nach [Gau09]

In der Szenariofeld-Analyse werden in einem mehrstufigen Vorgehen zunächst Einflussfaktoren und dann Schlüsselfaktoren identifiziert. Hierzu stehen die Werkzeuge der direkten Einflussanalyse, indirekten Einflussanalyse und Relevanzanalyse zur Verfügung. Einflussfaktoren leiten sich aus Einflussbereichen ab, die das Unternehmen näher oder weiter umgeben, Bild

3-27 links. Die Schlüsselfaktoren werden durch Definition und Analyse der Ist-Situation aufbereitet. In der Szenario-Prognostik erfolgt der eigentliche Blick in die Zukunft [Gau09]. In einem aus drei Schritten bestehenden Vorgehen werden für jeden Schlüsselfaktor mehrere Entwicklungsmöglichkeiten aufgezeigt, Bild 3-27 rechts. Die Szenario-Bildung ist schließlich eine Zusammenfassung von zueinander passenden Zukunftsprojektionen, Bild 3-28.

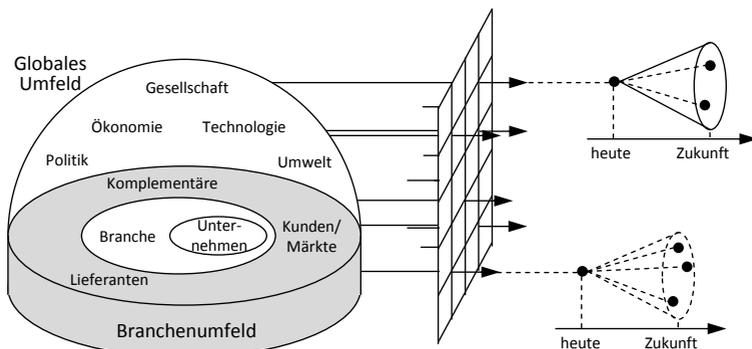


Bild 3-27: Szenarioerstellung (Teil 1) – vom Szenariofeld zu den Zukunftsprojektionen [Gau09]

Das zentrale Kriterium zur Zusammenfassung ist dabei Widerspruchsfreiheit, also die Konsistenz einzelner Schlüsselfaktor-Szenarien. Je Schlüsselfaktor kommt genau eine Projektion pro Szenario vor. Zur kombinatorischen Zusammenführung werden zunächst in einer relationalen Matrix Widersprüche der Schlüsselfaktor-Szenarien zueinander bewertet. Auf Basis dieser Matrix werden dann Projektionsbündel gebildet, Ketten von Projektionen mit genau einer Projektion pro Schlüsselfaktor. Es resultiert eine sehr hohe Vielfalt von Projektionsbündeln. Diese Vielfalt wird anschließend softwaregestützt durch Heuristiken reduziert. Die verbleibenden Bündel, welche hohe Konsistenzwerte aufweisen, werden in Rohszenarien zusammengefasst und später verbal ausformuliert, Bild 3-28 rechts. Für die Zusammenfassung wird auf numerische Clusteranalysen zurückgegriffen.

Die so erstellten Szenarien werfen einen weiten Blick in die Zukunft [Gau09], Aufgabe des Szenario-Transfers ist es, die Szenarien als Basis für die strategische Führung zu nutzen. Dabei gibt es grundsätzlich die beiden Möglichkeiten einer zukunftsrobusten bzw. teilrobus- oder einer fokussierten Strategieentwicklung. Zukunfts- oder teilrobus- te Strategien versuchen, mehrere Szenarien abzudecken, während die Fokussierung auf das Eintreten eines Szenarios ausgerichtet ist.

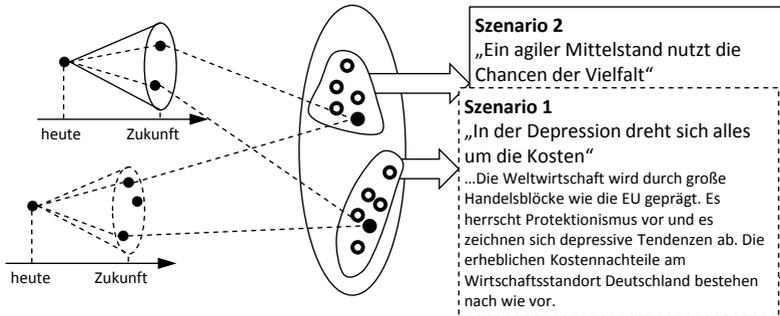


Bild 3-28: Szenariobildung (Teil 2) – von den Zukunftsprojektionen zu den Szenarien [Gau09]

**Bewertung:** Die Szenariotechnik hat einen vergleichsweise langfristigen Zeithorizont und betrachtet Umfeldbedingungen auf globaler Ebene. In der Regel ist zur Durchführung ein erfahrenes Beratersteam erforderlich. Dies macht die Anwendung des Verfahrens aufwendig, eine Prüfung der entstehenden Opportunitätskosten ist sinnvoll [Her09]. Aufgrund der globalen Betrachtungsweise werden direkte Auswirkungen auf das Produktprogramm nicht unmittelbar abgeleitet.

SCHUH ET AL. [Sch09] beschreiben eine Erweiterung der Szenariotechnik, die Produktarchitekturen adressiert. Das Vorgehen besteht aus sechs Phasen. In der ersten Phase werden durch unveränderte Nutzung der Szenariotechnik nach GAUSEMEIER [Gau09] Szenarien aufgestellt. In der zweiten Phase werden pro Szenario Merkmalsbäume zur Beschreibung des Produktprogrammes aufgestellt. Diese basieren auf der Antizipation von Produktmerkmalen. Textuelle oder bildliche Beschreibungen der Szenarien unterstützen dabei den kreativen Prozess. In Phase drei werden Zusammenhänge zwischen Schlüsselfaktoren und Produktmerkmalen hergeleitet und gewichtet. So soll durch die Wichtung der Merkmalsausprägungen die Realisierungswahrscheinlichkeit über alle Szenarien hinweg klassifiziert werden. In Phase vier werden Gestaltungsstrategien abgeleitet, wobei neben der Realisierungswahrscheinlichkeit auch flankierende Faktoren, wie Modularisierung oder Überdimensionierung, für einen besseren Markterfolg berücksichtigt werden sollen. Es werden Lösungsraum-Strategien nach [Len09] verwendet. Die eigentliche Erstellung von Produktarchitekturen erfolgt in der fünften Phase unter Nutzung des in [Sch07] beschriebenen Produktarchitekturmodelles (vgl. Kapitel 3.1.2). Schließlich erfolgt in Phase sechs die Bewertung der Szenariorobustheit anhand verschiedener Kriterien. Das Vorgehen ist ähnlich in [Sch12] beschrieben.

**Bewertung:** Die Methode ist im Bereich der Produktarchitekturdefinition noch in etlichen Punkten intuitiv gehalten. Es fehlen Konkretisierungen und dokumentierte Validierungsbeispiele für die Vorgehensweise. Daher kann davon ausgegangen werden, dass sich dieser Ansatz noch in der Entwicklung befindet.

### 3.3.2 Roadmapping

Roadmaps stellen verknüpfte Objekte in ihrer zeitlichen Reihenfolge dar [Beh03]. Eine Roadmap dient zur Visualisierung von strategischen Planungen, bei den Objekten handelt es sich meistens um Produkte, Technologien oder Projekte. Roadmaps dienen nach BEHRENS

dazu, Expertenwissen zu bündeln und gemeinsam zukünftige Entwicklungen in einem Handlungsfeld vorherzusagen [Beh03]. In einem zweidimensionalen Suchfeld, bestehend aus Zeit- und Objektachse, werden in einem kreativen, mitunter intuitiven Prozess die aktuellen Objekte sowie die Objektentwicklungen eingetragen. Zur Erstellung von Technologie-Roadmaps stehen nach MÖHRLE [Möh08] als Kernwerkzeuge Exploration (=retrospektive Konkretisierung der Szenariotechnik) und TRIZ (vgl. ALTSCHULLER [Alt98]) zur Verfügung. Durch zunächst getrennte Untersuchung von Technologien (Technologiedruck) und Produkten (Marktsog) mit anschließender Überführung in eine gemeinsame Roadmap können konsistente Handlungsempfehlungen abgeleitet werden [Beh03].

*Bewertung:* Bei Roadmaps handelt es sich um ein Visualisierungswerkzeug, zur Entwicklung einer Roadmap ist der Anwender stets auf Erstellungsmethodiken angewiesen. Der Zeithorizont von Roadmaps ist in der Regel langfristig, insbesondere wenn auf Ergebnissen der Szenariotechnik aufgebaut wird. Zwar sind Roadmaps grundsätzlich dazu geeignet, eine Übersicht über Entwicklungen des Produktprogrammes liefern, allerdings werden bei einer Vielzahl von Produkten und möglichen Entwicklungen schnell Grenzen der Übersichtlichkeit erreicht. Produktstrukturierung wird nicht direkt adressiert.

### 3.3.3 Weitere Ansätze

#### Delphi-Technik

Die Delphi-Technik, auch Delphi-Studien genannt, ist eine Vorgehensweise zur Vorausschau basierend auf Expertenbefragungen [Fin06]. In einem mehrstufigen Prozess werden Gruppen von Experten zu technischen Entwicklungstrends und deren möglichem zeitlichen Verlauf befragt. Die Ergebnisse werden dann den Expertengruppen anonymisiert zurückgeführt. Durch den iterativ verlaufenden Prozess soll die Ergebnisqualität schließlich steigen und sich einem Konsens annähern. Dabei können mehrere Wiederholungsrunden durchgeführt werden, in denen nicht nur Inhalte, sondern auch ein bisher erreichter Konsens zurückgeführt wird [Zin00, Her09].

*Bewertung:* Vorteile der Delphi-Technik liegen nach FINK & SIEBE in der Auslösung von kognitiven Prozessen durch die Mehrstufigkeit sowie im Vermeiden von gruppendynamischen Negativeffekten. Allerdings muss ein vergleichsweise hoher Zeitbedarf in Kauf genommen werden, weshalb die Delphi-Methode oft für Analysen mit einem längerfristigen Zeithorizont verwendet wird [Fin06].

#### SWOT-Methode

Mit Hilfe einer vier Felder umfassenden SWOT-Matrix (strengths/weaknesses vs. oportunities/threats) können ermittelte Faktoren aus der Umwelt- und Unternehmensanalyse einander gegenübergestellt werden, Tabelle 3-5. Grundsätzlich spiegelt dabei die Unternehmensanalyse die internen Stärken und Schwächen wieder, während die Umweltanalyse die externen Chancen und Risiken repräsentiert [Lom10].

Tabelle 3-5: SWOT-Analyse [Her09]

<b>Stärken</b>	III <b>Stärke trifft Risiko</b> -> Risiken überwinden!	I <b>Stärke trifft Chance</b> -> Stabilisieren und Stärken!
	IV <b>Schwäche trifft Risiko</b> -> Differenziert handeln!	II <b>Schwäche trifft Chance</b> -> An Schwächen arbeiten!
	<b>Risiken</b>	<b>Chancen</b>

Die SWOT-Methode dient dazu, aus einer Gegenüberstellung der Faktoren konkrete Strategiehinweise abzuleiten [Her09]. Der Best-Case ist dabei die Stärke-Chance-Situation, in der ein interner Wettbewerbsvorteil auf einen positiven externen Umfeldimpuls trifft (Fall I in Tabelle 3-5). Diese Konstellation sollte durch geeignete Maßnahmen stabilisiert und gestärkt werden. Trifft eine Chance auf eine Unternehmensschwäche (Fall II), sollte die Schwäche möglichst schnell eliminiert werden. Risikosituationen (III und IV) müssen differenzierter betrachtet werden, Stärken können hier genutzt werden um Risikosituationen zu umgehen oder in Chancen umzuwandeln [Her09].

*Bewertung:* Die SWOT-Methode kann sowohl als reines Analysewerkzeug als auch zur Erstellung feldspezifischer Vorausschau verwendet werden. Aus diesem Grund ist eine klare Zuordnung der Methode zwischen Analyse- oder Vorausschauwerkzeug nicht möglich. In jedem Fall ist die Methode auf Voranalysen angewiesen, die als Ausgangspunkt der Analyse bzw. Vorausschau dienen. Die SWOT-Methode soll für den vorliegenden Ansatz genutzt und erweitert werden, um feldbasiert Einzeltrends durch Gegenüberstellung von internen- und externen Faktoren entwickeln zu können.

### Trendanalysen

Ein Trend ist eine mögliche Entwicklung in der Zukunft, die aufgrund einer hohen Wahrscheinlichkeit als relevant für die zukünftige Geschäftstätigkeit angesehen wird [Gau09]. Nach HORX können Trends bezüglich ihrer Tragweite in drei Bereiche eingeteilt werden [Hor98]; Megatrends, die globale Veränderungen hervorrufen, Konsumententrends, die Marketing- und Produktkonzepte betreffen und Branchentrends, die als Folge von Megatrends Branchen und Technologien beeinflussen. Im Rahmen der Trendforschung sind diese zukünftigen Entwicklungen zu erfassen und zu beschreiben [Gau09]. Darauf aufbauend beschreibt GAUSEMEIER ein Trendportfolio, das helfen kann, Handlungsempfehlungen abzuleiten, Bild 3-29.

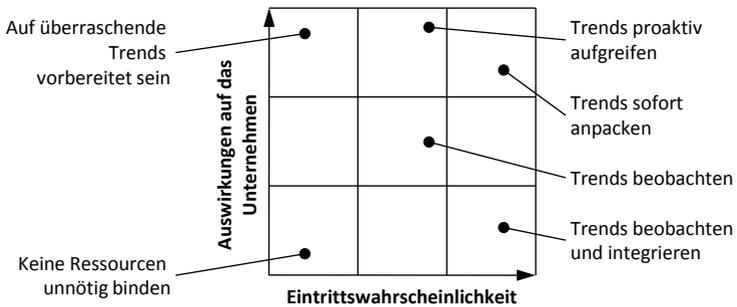


Bild 3-29: Trendportfolio nach [Gau09]

Die Trendanalyse nach Henning-Thurgau [Hen04] besteht aus vier Elementen [Her09].

- Auswahl der zu betrachtenden Faktoren
- Monitoring der Faktoren, insbesondere Marktstrukturen und Technologien
- Prognose neuer Trends und Abschätzung bestehender Trends
- Einsatz der erkannten Trendentwicklung durch Produktentwicklung

Im Rahmen von Trendanalysen müssen nach [Her09] aber auch allgemeine Beobachtungen der relevanten Umwelt angestellt werden, zum Beispiel durch regelmäßige Besuche von Leitmessern, Patentanalysen und die kontinuierliche Beobachtung von innovativen Wettbewerbern. Insofern kann festgestellt werden, dass für erfolgreiche Trendanalysen die systematische Erfassung der vorliegenden Informationen sowie in hinreichend großer Erfahrungshorizont der Beteiligten von hoher Wichtigkeit ist.

*Bewertung:* Der Vorteil der Trendanalyse liegt in der pragmatischen Durchführbarkeit – mit relativ einfachen Mitteln lässt sich eine Vorausschau erstellen und Handlungsempfehlungen ableiten. Hauptprobleme liegen nach GAUSEMEIER in der zuverlässigen Erkennung von geschäftsbestimmenden Trends sowie in der mangelnden Konsistenzprüfung der Trends zueinander [Gau09]. Im Rahmen dieser Arbeit sollen Trendanalysen genutzt werden, um für separierte Bestandteile des Produktprogrammes Vorausschauen erstellen zu können.

### 3.3.4 Auswertung

Es folgt die Bewertung der analysierten Methoden. Dazu zeigt Bild 3-30 einen Überblick über die Erfüllung der in Kapitel 2.4 formulierten Kriterien für diesen Bereich.

Methoden im Bereich Zukunftsplanung	Anforderungen			
	Denken in Szenarien	Systematische Herleitung der Vorausschau	Geeignet für mittelfristigen Planungshorizont	Adressierung von Produktstrukturen
Szenariotechnik [Gau09]	●	●	○	◐
Roadmapping [Beh03]	◐	○	◐	◐
Delphi-Technik [Fin06]	◐	◐	●	○
Swot-Methode [Lom10]	●	◐	●	◐
Trendanalysen [Gau09]	◐	○	●	◐

● erfüllt    ◐ teilweise erfüllt    ○ nicht erfüllt

Bild 3-30: Analyse bestehender Methoden im Bereich Zukunftsplanung

**Denken in Szenarien**

Alle Methoden unterstützen grundsätzlich das Denken in Szenarien, wobei die Szenariotechnik und die SWOT-Methode dies explizit als Kernelement beinhalten. Das Ziel der robusten Abdeckung alternativer Szenarien durch Kombination von Elementen einzelner Szenarien wird dabei nur im Rahmen der Szenariotechnik direkt umfasst.

**Systematische Herleitung der Vorausschau**

Der Lösungsweg der untersuchten Methoden ist weitgehend intuitiv gehalten, lediglich die Szenariotechnik bietet einen strukturierten Leitfaden.

**Geeignet für mittelfristigen Planungshorizont**

Roadmapping und Szenariotechnik zielen auf einen vergleichsweise langfristigen Zeithorizont ab, dabei sind umfangreiche Umfeldanalysen durchzuführen. Für mittelfristige Planungen sind eher die drei übrigen Methoden geeignet.

**Adressierung von Produktstrukturen**

Keine der Methoden behandelt explizit Produktstrukturen. Implizite Rückschlüsse auf Veränderungen in der Programmhierarchie können zwar bei den meisten Methoden gezogen werden, allerdings muss dies durch eigene Vorgehensweisen des Anwenders erfolgen.

### 3.4 Zusammenfassung und weiterer Forschungsbedarf

Es folgt nun eine Betrachtung der zunächst getrennt untersuchten Forschungsfelder aus den Kapiteln 3.1, 3.2 und 3.3. Im Vorfeld wurden die analysierten Einzelmethode innerhalb der drei Forschungsfelder in 3.1.5, 3.2.3 und 3.3.4 ausgewertet. Nun werden übergreifend die drei Forschungsrichtungen ausgewertet, um abschließend Forschungsbedarf für eine neue Methode abzuleiten, die die in Kapitel 2.4 formulierten Anforderungen erfüllen kann.

#### Auswertung im Bereich Produktstrukturierung

Während die meisten Methoden in den Bereichen Modularisierung und variantengerechter Gestaltung Einzelprodukte oder Produktfamilien fokussieren, sind Methoden aus den Bereichen Plattform- und Programmplanung dazu geeignet, eine Mehrzahl von Produktfamilien gleichzeitig zu betrachten. Häufig werden marktseitige Anforderungen in diese Methoden mit einbezogen, allerdings sieht keine der analysierten Methoden die systematische Ableitung einer Vorausschau dieser Marktbedingungen vor. Die programmweite Konzipierung von potentiellen Übernahmekomponenten als Inputdefinition für Methoden auf Produktfamilienebene wird, wenn überhaupt, nur am Rande behandelt.

#### Bewertung im Bereich Marktanalysen

Die Analyse aus Produkt- und Umfeldsicht wird durch die meisten untersuchten Methoden unterstützt, insbesondere der Stakeholder-Ansatz liefert einen systematischen Überblick über die relevanten Anspruchsgruppen und hilft bei der Ableitung von deren Einflussfaktoren. Im Bereich der Portfoliowerkzeuge konnten mehrere Werkzeuge identifiziert werden, die einen Gesamtüberblick über das Produktprogramm anhand von wirtschaftlichen Kennzahlen ermöglichen. Allerdings liefert keines der Werkzeuge eine eingebettete Darstellung der hierarchischen Programmstruktur, welche wichtiger Ausgangspunkt zur Produktstrukturierung ist. Die Anwendbarkeit für große Programme ist bei vielen Werkzeugen zweifelhaft. Somit fällt es mit den bestehenden Werkzeugen schwer, intuitiv begreifbare Szenarien für die wirtschaftliche und strukturelle Zusammensetzung des zukünftigen Produktprogrammes darzustellen, zu vergleichen und in der Produktentwicklung technisch direkt weiterverfolgen zu können.

#### Bewertung im Bereich Zukunftsplanung

Die Szenariotechnik bietet ein umfassendes methodisches Rahmenwerk zur Vorausschau und Darstellung von möglichen Szenarien. Allerdings ist der betrachtete Zeithorizont sehr weit gefasst. Es werden Umfeldszenarien auf globaler Ebene betrachtet, was eine Anwendung der Methodik entsprechend aufwendig macht. SWOT-Methode und Trendanalysen bieten hier einen geringeren Analysehorizont und sind dementsprechend auch weniger aufwendig durchzuführen. Für die Erstellung von langfristigen Vorausschauen ist die Szenariotechnik eine mächtige Methode, während mittelfristige Betrachtungen einfacher durch Trendanalysen abgedeckt werden können. Keine der analysierten Methoden adressiert explizit Produktstrukturen, eine Übersetzung der Szenarien in Produktprogrammkonzepte bleibt im analysierten Stand der Wissenschaft dem Anwender überlassen.

### Weiterer Forschungsbedarf

Aus dem Stand der Wissenschaft ergibt sich, dass keine Methode eine mittelfristige Vorausschau der Produktprogrammstruktur durchführt und darauf aufbauend programmweite Konzepte für Übernahmekomponenten entwickelt, Bild 3-31. Während im Bereich der Zukunftsplanung bei meist sehr langfristigem Zeithorizont in der Regel kein direkter Bezug zu physischen Produktbestandteilen genommen wird, fehlt Methoden der Produktstrukturierung das Element der strategischen Vorausschau. Methoden der Marktanalyse nehmen ebenfalls keinen direkten Bezug zu physischen Produktbestandteilen. Auch fehlt es an einem geeigneten Visualisierungsmodell, welches sowohl wirtschaftliche Kenngrößen als auch die Programmhierarchie erfasst und somit eine leicht verständliche Vergleichbarkeit unterschiedlicher Szenarien des Programmes unterstützt. Ein solches Visualisierungsmodell könnte sowohl zur Analyse der Ist-Situation als auch zur Darstellung und dem Vergleich von Vorausschau dienen und damit die beiden Sichten der strategisch-wirtschaftlichen Planung und der Produktstrukturierung zusammenführen.

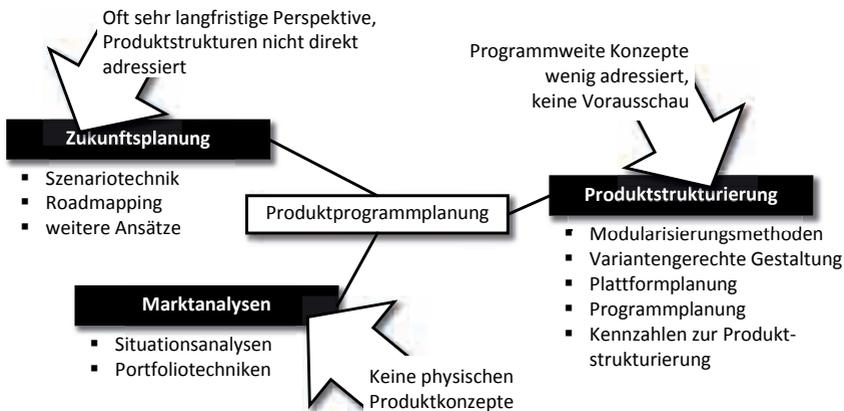


Bild 3-31: Ermittelte Defizite im Stand der Technik

Im Bereich produktfamilienübergreifender Übernahmekonzepte erlauben nur wenige Methoden Änderungen durch Umkonstruktion von Komponenten. Diejenigen Methoden, welche dies beinhalten, sind nur unzulänglich für programmweite Untersuchungen anwendbar. Allerdings ist gerade die systematische Betrachtung aller Produkte besonders vielversprechend, weil nur auf dieser Ebene breite Synergieeffekte zur Komplexitätsreduzierung konzipiert werden können.

In Kapitel 5 wird dieser Forschungsbedarf aufgegriffen und eine neu entwickelte Methode vorgestellt, die die strategische Planung modularer Produktprogramme unterstützt. In Kapitel 4 werden hierzu vorbereitend die Zielphase im Produktentstehungsprozess, Zielgruppe sowie die erforderlichen Schnittstellen im integrierten PKT-Ansatz beschrieben.

## 4 Zielgruppe für die Methodenanwendung und Schnittstellen

Neben der in Kapitel 2.3 beschriebenen inhaltlichen Zielstellung für die neue Methode wird in diesem Kapitel die Einordnung in den Produktentstehungsprozess beschrieben sowie die personelle Zielgruppe definiert. Weiterhin werden die Schnittstellen zur Anwendung des in Kapitel 2.3 vorgestellten integrierten PKT-Ansatzes zur Entwicklung modularer Produktfamilien näher detailliert.

### 4.1 Einordnung in den Produktentstehungsprozess

Die zu entwickelnde Methode soll als Werkzeug der Produktplanung eingesetzt werden und Eingangsdaten für die Produktentwicklung bereitstellen (vgl. Kapitel 2.3). Um die Methode im meist spezifischen Prozess der Produktplanung eines Unternehmens einsetzen zu können, werden im Folgenden die einzelnen Phasen der Produktplanung analysiert und die Zielphase für den Methodeneinsatz beschrieben.

#### 4.1.1 Die Phasen der Produktplanung

Bild 4-1 zeigt ein Ablaufdiagramm der Produktplanung in der Produktentstehung. Die Darstellung basiert auf der VDI 2220 [VDI80] und ist weiterhin angelehnt an ALBERS/HERMANN [Alb07], PAHL/BEITZ ET AL. [Pah06], COOPER [Coo02] und ENGELMANN [Eng99].

In der Situationsanalyse wird ermittelt, für welche Produkte der Produktplanungsprozess zu welchem Zeitpunkt zu initiieren ist. Anschließend startet die eigentliche Produktplanung, wobei gemäß Bild 4-1 zwischen *Neuproduktplanung* und *Produktprogrammplanung* zu unterscheiden ist. In der Planungsverfolgung wird anschließend überprüft und abgestimmt, inwieweit die zuvor definierten Anforderungen durch die Konstruktion umgesetzt werden. Produktkontrolle und -steuerung haben während der Produktionsphase die Aufgabe, die tatsächliche Marktleistung der Produkte mit der geplanten zu vergleichen und gegebenenfalls Maßnahmen zur Optimierung zu ergreifen. Hierzu können Marketingmaßnahmen wie auch Produktänderungen („Facelift“) zählen.

Die in Bild 4-1 hervorgehobene Trennung zwischen Neuproduktplanung und Programmplanung trägt der Tatsache Rechnung, dass in der Literatur der Begriff *Produktplanung* oftmals synonym mit der innovationsorientierten Neuprodukterschöpfung verknüpft ist, vergleiche hierzu [Mes12]. Demgegenüber steht in Unternehmen die durch das Tagesgeschäft dominierte Programmplanung, welche auch als Portfoliomanagement bezeichnet wird [Alb07].

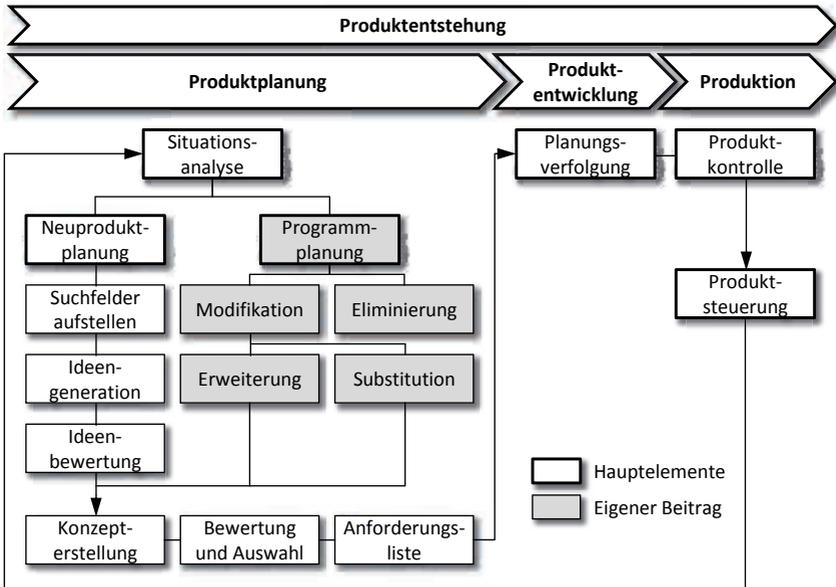


Bild 4-1: Phasen der Produktplanung in der Produktentstehung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Befragung von Vertretern der Produktplanung in sieben Unternehmen durchgeführt, Fragebogen siehe Anhang A12. Ziel der Befragung ist die Überprüfung der Hypothese, dass im Tagesgeschäft ein überwiegender Anteil auf die *Produktprogrammplanung* entfällt. Zu den befragten Unternehmen zählen zwei Maschinen- und Anlagenbauunternehmen mittlerer Größe, eine Technologieberatung mittlerer Größe sowie vier Maschinenbauunternehmen großer Unternehmensgröße<sup>1</sup>. Die Frage, ob es sich bei der Produktplanung in der Firma eher um Neuentwicklungsprojekte oder Weiterentwicklungen bestehender Produkte handelt, wurde folgendermaßen beantwortet

- Zwei Unternehmen gaben an, ganz überwiegend Weiterentwicklung des bestehenden Programmes zu betreiben,
- zwei Unternehmen gaben an, in etwa gleichanteilig Neuprodukte und Weiterentwicklungen anzustreben,
- zwei Unternehmen gaben an, überwiegend, aber nicht ausschließlich Weiterentwicklung zu betreiben und
- die Technologieberatung bestätigte, dass Weiterentwicklungen des bestehenden Programmes überwiegende Praxis sind.

<sup>1</sup> Die Trennung zwischen mittleren und großen Unternehmen wird gemäß [Gue02] bei 500 Mitarbeitern angesetzt.

Ein Einfluss der Unternehmensgröße konnte hier nicht festgestellt werden, eine differenzierte Analyse nach Branchen erfolgte nicht. Die Hypothese konnte somit in diesem Rahmen bestätigt werden, allerdings ist die Aussagekraft aufgrund der geringen Teilnehmerzahl begrenzt.

Aufbauend auf der Befragung lässt sich feststellen, dass ein überwiegender Teil des Tagesgeschäfts der Produktplanung auf die Programmplanung entfällt. Diese betrifft die Anpassung bereits bestehender Produkte. Ein vergleichsweise geringerer Anteil mit dafür höherem Innovationspotential entfällt auf Neuproduktprojekte.

#### 4.1.2 Die Zielphase der Methode

Zielphase für die zu entwickelnde Methode ist die Programmplanung, also die strategische Weiterentwicklung des bestehenden Produktprogrammes. Mithilfe der neuen Methode soll die **Struktur des Gesamtprogrammes** systematisch entwickelt werden. Gemäß Bild 4-1 sollen dabei primär die Handlungsfelder der Eliminierung und Modifikation adressiert werden. Dabei soll die Einführung von Neuprodukten nicht ausgeschlossen werden, allerdings wird der eigentliche Prozess der Neuproduktplanung (Ideenfindung und -bewertung), der einer anderen Forschungsrichtung zuzuordnen ist, nicht behandelt.

### 4.2 Die Zielgruppe

Die zu entwickelnde Methode soll es ermöglichen, workshopbasiert Expertenwissen zu sammeln, zu bündeln und hierauf aufbauend Konzepte zu entwickeln. Im Rahmen der Produktprogrammplanung muss hierfür eine heterogene Personengruppe zusammengeführt werden, sowohl im Bezug auf den fachlichen Hintergrund wie auch auf den Kenntnisstand im Umgang mit Methoden. Um die Methode bedarfsgerecht entwickeln und anwenden zu können, werden diese beiden Aspekte nachfolgend adressiert.

Bezüglich der zu beteiligenden Abteilungen und Personen wird der Teilnehmerkreis für ein Projekt zur strategischen Planung modularer Produktprogramme mit Führungskräften aus den in Tabelle 4-1 gezeigten Bereichen vorgeschlagen. Je nach Projektumfang und firmenspezifischen Besonderheiten ist dabei jedoch eine Anpassung an den Unternehmenskontext zu treffen. Zwar unterstützt in diesem Zusammenhang ein großer Teilnehmerkreis die spätere Akzeptanzfähigkeit getroffener Entscheidungen und die Vielfalt der eingebrachten Informationen, allerdings leidet bei zu vielen Teilnehmern erfahrungsgemäß die Durchführbarkeit im Workshop und die Fähigkeit zur Konsensbildung. Insofern ist bei der Zusammenstellung des Projektteams ein gewisses Maß an Erfahrung durch die Projektplaner unabdingbar. Weiteres zur Herleitung von Tabelle 4-1 ist in Anhang A1 zu finden.

Tabelle 4-1: Vorgeschlagener Teilnehmerkreis zur strategischen Produktprogrammplanung

		Erforderlich	Empfehlenswert
Aktive Teilnehmer		Produktplanung=Projektleitung	Geschäftsleitung
		Entwicklung	Forschung
		Vertrieb	Kundenbetreuung
		Marketing	
Unterstützung		Konstruktion, Bereitstellung Produktdaten (technisch)	
		Controlling, Bereitstellung Produktdaten (wirtschaftlich)	

Zum erwarteten Kenntnisstand im Umgang mit Methoden adressiert die vorliegende Arbeit den *Methoden-Fortgeschrittenen* nach [Bra05]. Dazu wird unterstellt, dass die strategische Planung modularer Produktprogramme ohnehin eine gewisse Methodenerfahrung voraussetzt und mindestens von einem Fortgeschrittenen maßgeblich geführt werden sollte. Allerdings ist aufgrund der hohen Interdisziplinarität davon auszugehen, dass Personen mit unterschiedlichem Hintergrund und Kenntnisstand teilnehmen, weshalb der Abstraktionsgrad nicht zu hoch sein sollte. Aus diesem Grund wird hier keine freie Kombinierbarkeit von Elementen angestrebt, da ansonsten die Prozedur selbst und nicht das Produktprogramm als Objekt durch die Teilnehmer gestaltet würde. Durch die Nutzung von durchgehenden graphischen Werkzeugen soll trotz der Fokussierung auf den Methoden-Fortgeschrittenen eine gewisse Robustheit bezüglich des Wissensstandes der erzielt werden. Durch entsprechende Werkzeuggestaltung braucht dabei eine vordefinierte Vorgehensweise nicht notwendigerweise individuellen Spielraum für *Methoden-Experten* nach [Bra05] ausschließen. Eine Beschreibung der Typisierung ist in Anhang A1 beigefügt.

### 4.3 Schnittstellen zur integrierten Anwendung im PKT-Ansatz

Nachfolgend werden als Randbedingung zur Entwicklung der Methode die notwendigen Schnittstellen im integrierten PKT-Ansatz beschrieben. Der in Bild 2-5 gezeigte PKT-Ansatz zur Entwicklung modularer Produktfamilien besteht auf Seite der Produktsicht aus der variantengerechten Produktgestaltung ([Kip12], vgl. Kapitel 3.1.2) und der Lebensphasen-Modularisierung ([Ble11], vgl. Kapitel 3.1.1).

Diese beiden bestehenden Methoden sollen durch die neu zu entwickelnde Methode der Produktprogrammplanung ergänzt werden, Bild 4-2.

Ein weiteres methodisches Element, welches die Ausgestaltung modularer Produktprogramme betrifft, befindet sich derzeit in Entwicklung ([Eil12b], vgl. Kapitel 3.1.4).



Bild 4-2: Reihenfolge der Methodenanwendung

Im Folgenden werden zunächst die Schnittstellen der Einzelbausteine gemäß Bild 4-2 erfasst, um darauf aufbauend ein Gesamtdiagramm abzuleiten. Die Methode der variantengerechten Produktgestaltung benötigt nach KIPP [Kip12] folgende Eingangsgrößen zur Anwendung, Bild 4-3.

- Die externe Vielfalt, analysiert durch kundenrelevante Attribute und deren Ausprägungen in der Produktfamilie, dargestellt im Baum der externen Vielfalt TEV.
- Die interne Vielfalt der Produktfamilie, analysiert durch Komponenten mit Bauräumen und Medienflüssen, dargestellt im MIG.
- Die variante umsatzorientierte Funktionsstruktur der Produktfamilie und variante Wirkprinzipien zu den Funktionen.

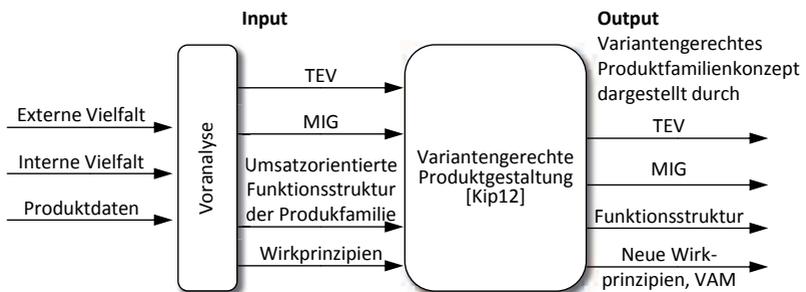


Bild 4-3: Schnittstellen der Methode variantengerechte Produktgestaltung

Die Methode der Lebensphasen-Modularisierung benötigt nach BLEES [Ble11] folgende Eingangsgrößen zur Anwendung, Bild 4-4.

- Die externe Vielfalt der Produktfamilie im TEV.
- Die interne Vielfalt der Produktfamilie im MIG.
- Die variante umsatzorientierte Funktionsstruktur der Produktfamilie.
- Modultreiber aller Lebensphasen und deren Konkretisierungen.

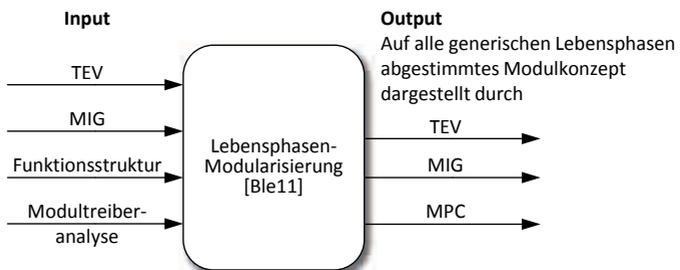


Bild 4-4: Schnittstellen der Methode Lebensphasen-Modularisierung

Die zu entwickelnde Methode der Produktprogrammplanung, welche vor der variantengerechten Produktgestaltung eingesetzt werden soll, muss deren Eingangsgrößen bereitstellen. Ausgangsgrößen der Produktprogrammplanung müssen die geplante externe Vielfalt im TEV sowie die geplante interne Vielfalt als MIGs sein. Die variante umsatzorientierte Funktionsstruktur der Produktfamilie und variante Wirkprinzipien sind generische Bestandteile der variantengerechten Produktgestaltung und müssen nicht zugeliefert werden. Weiterhin soll die zu entwickelnde Methode eine Idealmodularisierung aus Sicht der Produktplanung sowie Kennzahlen zur Charakterisierung des Produktprogrammes nach [Eil12b] liefern. Diese Ausgangsgrößen der Produktprogrammplanung sind im Gesamtdiagramm in Bild 4-5 dargestellt.

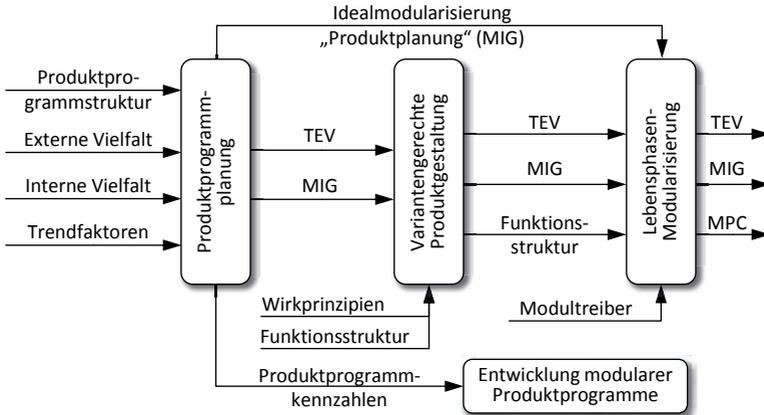


Bild 4-5: Schnittstellen zur integrierten Methodenanwendung

Die notwendigen Eingangsgrößen der Produktprogrammplanung können nach Bild 2-6 abgeleitet werden.

- Technische Eingangsgrößen
  - Externe Vielfalt (Ist-Zustand)
  - Interne Vielfalt (Ist-Zustand)
- Wirtschaftliche Eingangsgrößen
  - Programmstruktur (Hierarchie und Kennzahlen, Ist-Zustand)
  - Trendanalysen, interne und externe Perspektive

Somit ergeben sich für das Methodenelement der Produktprogrammplanung die in Bild 4-6 gezeigten Schnittstellen.

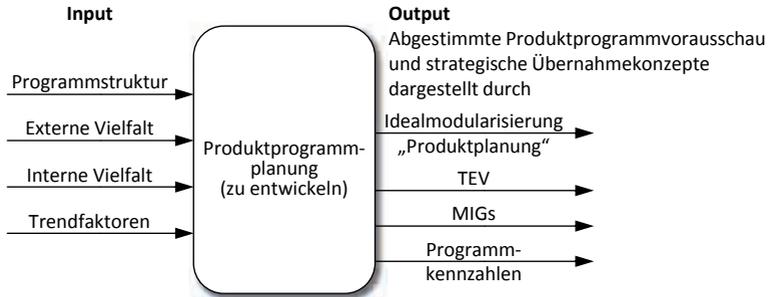


Bild 4-6: Schnittstellen der zu entwickelnden Methode Produktprogrammplanung

Der Output der Produktprogrammplanung soll sich dabei auf das gesamte Produktprogramm beziehen, entsprechend sind die nachfolgenden Methoden auf Ebene von Produktfamilien anzuwenden.



## **5 Methode zur strategischen Planung des Produktprogrammes**

In diesem Kapitel wird die entwickelte Methode zur strategischen Planung des Produktprogrammes beschrieben. Zur Veranschaulichung wird in den Kapiteln 5.3 und 5.4 ein Beispielproduktprogramm herangezogen, das auf einem durchgeführten Industrieprojekt basiert, aber zur vorliegenden Darstellung verfremdet wurde.

Zunächst wird in Kapitel 5.1 der Ablaufplan der Methode erläutert, die aus zwei Hauptphasen besteht. Darauf aufbauend werden in 5.2 die eingesetzten Werkzeuge beschrieben. Dazu wird in 5.2.1 zunächst ein neu entwickeltes Werkzeug, das Program Structuring Model (PSM) zur Visualisierung von Produktprogrammen, vorgestellt.

### **5.1 Gliederung der Methode**

Die erarbeitete Methode gliedert sich gemäß Bild 5-1 in die zwei Phasen der Szenarioentwicklung und der Programmstrukturierung. Ziel von Phase 1 ist die Erarbeitung von Szenarien zur Struktur des zukünftigen Produktprogrammes. Phase 1 beginnt grundlegend mit der Analyse der technischen und wirtschaftlichen Ist-Situation. Darauf aufbauend wird ein Strategieworkshop zur Ableitung von Trends auf Produktfamilienebene durchgeführt. Schließlich werden Gesamtszenarien des Produktprogrammes entwickelt.

Ziel von Phase 2 ist es, für die Szenarien mögliche Übernahmekomponenten zu konzipieren. Durch die Verwendung von Kennzahlen soll ermittelt werden, inwieweit die konzipierten Übernahmekomponenten Synergieeffekte innerhalb von Produktfamilien oder auch übergreifend ermöglichen. Phase 2 schließt mit der Ableitung und Darstellung von Programmkonzepten ab, die als Dokumentation die Übergabeschnittstelle zu den nachfolgenden Methoden im integrierten PKT-Ansatz bilden.

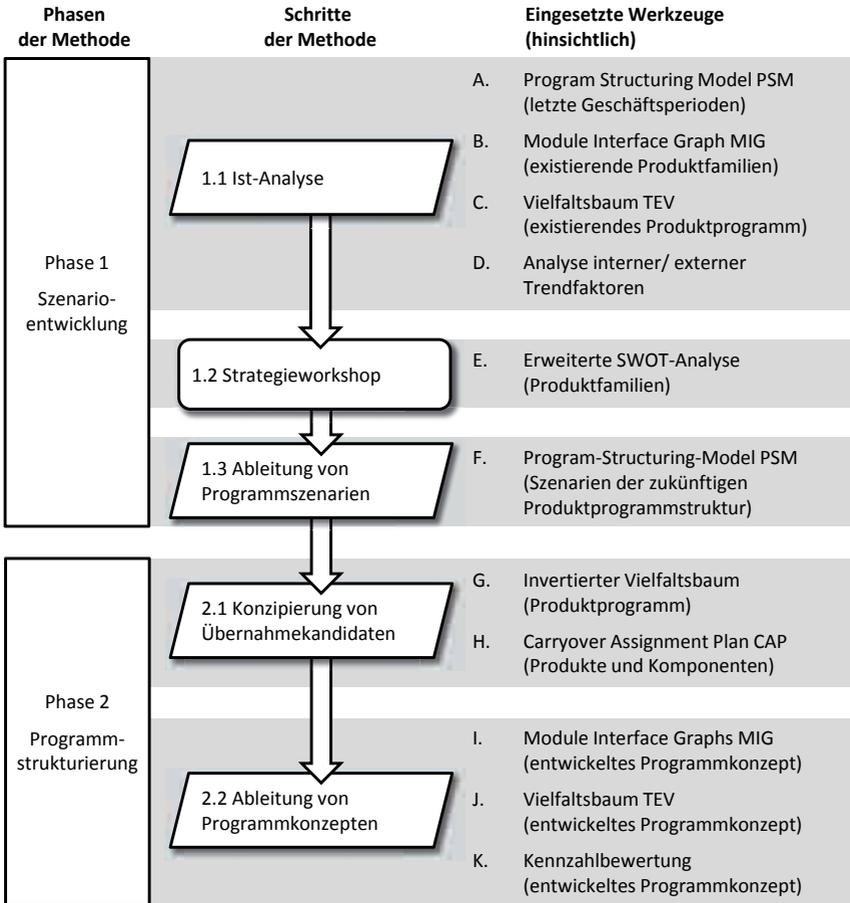


Bild 5-1: Gliederung der Methode

Im folgenden Kapitel 5.2 werden die einzelnen Werkzeuge der Methode erläutert. Dabei betreffen 5.2.1 und 5.2.2 die oben gezeigte Phase 1 der Methode, während 5.2.3 Phase 2 beschreibt. Kapitel 5.3 und 5.4 zeigen anschließend die Durchführung am Beispiel-Produktprogramm.

Die in Bild 5-1 verwendete Nomenklatur zu Phasen, Schritten und Werkzeugen wird im Folgenden als Referenzierung weiterverwendet.

## 5.2 Werkzeuge der Methode

### 5.2.1 Einführung in das PSM – Visualisierung von Produktprogrammen

Das PSM soll als Portfoliowerkzeug einen raschen Überblick über die Zusammensetzung des gesamten Produktprogrammes liefern. Graphische Darstellungen haben den Vorteil, dass große Datensätze vom Betrachter einfacher als zum Beispiel in Tabellenform verstanden werden können (vgl. [Tuf07]). Das Modell soll sowohl wirtschaftliche Kennzahlen enthalten, die die Produkte monetär in Bezug zueinander setzen, als auch die hierarchische Struktur des Programmes wiedergeben. Es soll sowohl die Aufnahme und Analyse der Ist-Situation erlauben als auch die Entwicklung von Szenarien unterstützen. Dabei sollen unterschiedliche Szenarien durch interdisziplinäre Anwender visuell leicht verstanden und verglichen werden können.

Für das zu entwickelnde Modell wurde eine halbkreisförmige Darstellung entwickelt, die ausgehend vom Kreismittelpunkt die sich verzweigende Hierarchie des Produktprogrammes darstellt. Im Gegensatz zu klassischen Baumstrukturen bietet diese Darstellungsform den Vorteil, dass die geometrischen Dimensionen Umfang und Radius mit Kenngrößen hinterlegt werden können. Die Halbkreisform hat gegenüber einer rechteckigen Struktur den Vorteil, dass die darstellbare Granularität beim Kreis nach außen hin zunimmt. Da die Verzweigung eines Produktprogrammes auch in Richtung der äußeren Ebene „Produkt“ zunimmt, können so Details am Kreisaußenrand durch die höhere Auflösung besonders gut dargestellt werden. Bild 5-2 zeigt eine Skizze des Konzeptes, vgl. [Jon10].

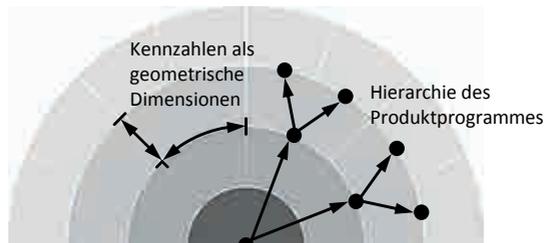


Bild 5-2: Konzeptskizze des Program-Structuring-Model (PSM)

Von entscheidender Bedeutung für die Nutzbarkeit des Werkzeuges sind die dargestellten wirtschaftlichen Kenngrößen. Grundsätzlich stehen dabei die Dimensionen (Teil-)umfang, (Teil-)radius sowie Flächen und Farben zur Verfügung. Gegen eine kennzahlmäßige Nutzung der Flächen spricht allerdings, dass der Vergleich von Flächen für das menschliche Auge schwer möglich ist, wenn beide Längendimensionen veränderlich sind. Für die darzustellenden Dimensionen im PSM wurden gemäß Bild 5-3 Umsatz, Stückzahl und Marge gewählt. Weitere Hintergründe zur Dimensionsauswahl sind in Anhang A2 beschrieben.



Bild 5-3: Größenfestlegung im PSM

## 5.2.2 Werkzeuge der Phase Szenarioentwicklung

Schritt 1.1 der Methode dient zur Analyse der Ist-Situation, Bild 5-4.

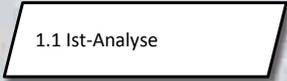
Schritt der Methode	Eingesetzte Werkzeuge (hinsichtlich)
 1.1 Ist-Analyse	A. Program Structuring Model PSM (letzte Geschäftsperioden) B. Module Interface Graph MIG (existierende Produktfamilien) C. Vielfaltsbaum (existierendes Produktprogramm) D. Analyse interner/ externer Trendfaktoren

Bild 5-4: Schritt 1.1 der Methode mit Werkzeugen

Im Rahmen des Schrittes 1.1 werden vier Aspekte der Ist-Situation untersucht.

- Die bestehende Produktprogrammstruktur,
- die bestehenden Produktstrukturen,
- die angebotene externe Vielfalt sowie
- interne und externe Trendfaktoren.

Zur Analyse der bestehenden Produktprogrammstruktur wird das neu entwickelte PSM verwendet, Bild 5-5. Hierbei muss nicht zwangsläufig das vergangene Geschäftsjahr betrachtet werden, es können auch geeignete Geschäftsperioden zusammengefasst werden, zum Beispiel um konjunkturell bedingte Unregelmäßigkeiten nicht in den Vordergrund treten zu lassen. In der Anwendung der Methode hat sich herausgestellt, dass es vorteilhaft ist, nicht nur die letzte, sondern auch die vorletzte Geschäftsperiode aufzunehmen, um den Verlauf einsehen zu können.

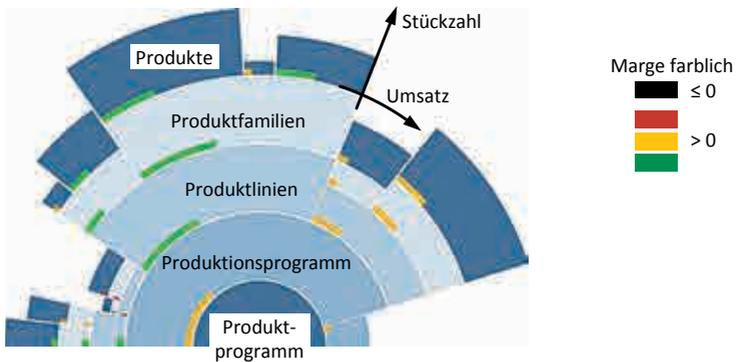


Bild 5-5: Program Structuring Model (PSM)

Für die Analyse der Produktstrukturen wird die MIG-Darstellung nach BLEES genutzt, vgl. Kapitel 3.1.1. Der MIG stellt zweidimensional die Komponenten dar und kennzeichnet strukturelle Verbindungen sowie deren Leistungs-, Informations- und Medienflüsse, Bild 5-6. Ferner sind Quellen und Senken sowie variante und optionale Komponenten der Produktfamilie gekennzeichnet.

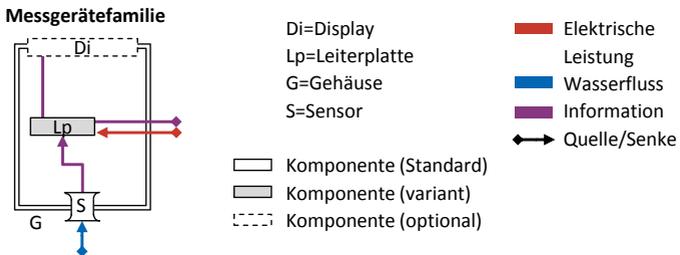


Bild 5-6: Module Interface Graph (MIG)

Zur Analyse der angebotenen Vielfalt wird auf den Baum der externen Vielfalt TEV nach KIPP zurückgegriffen, vgl. Kapitel 3.1.2. Als Vorbereitung für die Erstellung werden zunächst alle kundenrelevanten Ausprägungen ermittelt. Anschließend werden die möglichen Entscheidungswege des Kunden vernetzt, so dass auf der letzten Ebene des Baumes (von links nach rechts) sämtliche angebotenen Varianten gelistet sind, Bild 5-7.

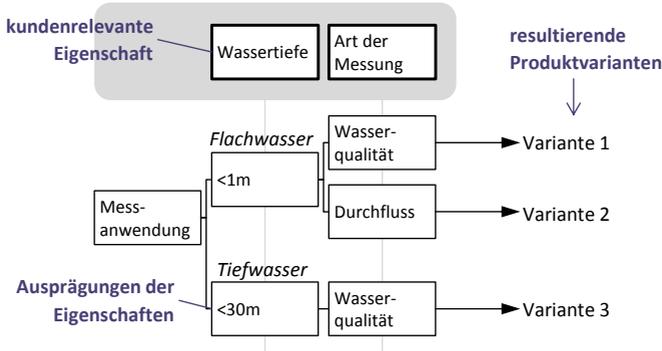


Bild 5-7: Baum der externen Vielfalt TEV

Als Vorbereitung des Strategieworkshops werden Trendfaktoren analysiert. In Anlehnung an FINK & SIEBE wird als Trend die Vorstufe eines Szenarios verstanden, vgl. Kapitel 3.3.1. Bild 5-8 zeigt die in der vorliegenden Methode entwickelte Systematik zur Erarbeitung von Produktprogramm szenarien. Ausgehend von Trendfaktoren, die verbale Beschreibungen relevanter Einflussgrößen sind, werden mögliche Absatzentwicklungen auf Produktfamilienebene abgeleitet. Diese werden anschließend zu Szenarien, die die strukturelle Entwicklung des Gesamtproduktprogrammes betreffen, zusammengefasst und im PSM visualisiert.

	Trendfaktoren (Schritt 1.1)		Trends (Schritt 1.2)		Szenarien (Schritt 1.3)
Betrachtungsbereich	Produktfamilie		Produktfamilie		Gesamtproduktprogramm
Inhaltlich	Relevante Einflussfaktoren für die zukünftige Entwicklung einer Produktfamilie	⇒	Vorausschau der Absatzentwicklung	⇒	Vorausschau der strukturellen Entwicklung
Formale Beschreibung	Verbale Beschreibungen		Alternativen mit %-Angabe und Kurzbeschreibung		Nutzung des PSM
Operative Durchführung	Vorbereitungsanalysen für Strategieworkshop		Vorausschau im Strategieworkshop auf Produktfamilienebene		Nachbereitung des Strategieworkshops

Bild 5-8: Systematik zur Entwicklung von Produktprogramm szenarien

Der vorliegende Schritt 1.1 betrifft die Ermittlung der Trendfaktoren. Dazu wird zwischen internen und externen Einflussfaktoren unterschieden. Interne Faktoren resultieren aus den Produkten selbst oder dem Bereich des Unternehmens. Externe Faktoren beziehen sich auf die Sicht der Stakeholder und ermitteln relevante Trends aus dem Umfeld. Die Trendfaktoren

ren werden in strukturierten Interviews erfasst, die durch einen Gesprächsleitfaden unterstützt sind. Dieser ist im Anhang A3 beigefügt und gliedert sich in zwei Teile.

Teil A – Interne Perspektive. Fragen bezüglich

- Erfolgsfaktoren des Unternehmens und der Branche, sowie
- Kernkompetenzen des Unternehmens.

Teil B – Externe Perspektive. Fragen bezüglich

- Identifizierung der Stakeholder und deren Trends,
- Chancen und Risiken für die Produktfamilien,
- Wettbewerb.

Für die Verwendung im Strategieworkshop werden die gewonnenen Ergebnisse von beiden Teilen in allgemeine- und produktspezifische Faktoren aufgetrennt. Dies erleichtert operativ im Workshop die Ableitung von Trends für die Produktfamilien nacheinander. Ein vereinfachtes Beispiel für das Resultat einer Trendfaktorermittlung ist in Bild 5-9 gegeben.

Übersicht Teil A (interne Faktoren)			Übersicht Teil B (externe Faktoren)		
<b>Spezifischer Teil</b>	<b>Allgemeiner Teil</b>	<b>Stärken</b> A1 Servicenetz A2 Bedienkonzepte	<b>Schwächen</b> B1 Preis B2 Lieferzeit	<b>Spezifischer Teil</b>	<b>Kunden</b> D1 Low-Cost Markt wächst D2 Neue Spezifikationen gefordert
		<b>Messgerätefamilie</b> <b>Stärken</b> C1 Hoher Funktionsumfang C2 Upgradingfähig  <b>Schwächen</b> C3 Zu High-End C4 Zu teuer für Low-Cost	<b>Zulieferer</b> E1 Elektronische Komponente nicht mehr verfügbar E2 Abhängigkeit von einem Zulieferer		<b>Messgerätefamilie</b> <b>Risiko</b> F1 Preisdumping F2 Wettbewerb mit strategisch negativen Margen  <b>Chance</b> F3 Neue Märkte F4 Bedienkonzept wird Branchenstandard

Bild 5-9: Beispiel für Trendfaktoren

Im Gesprächsleitfaden, der im Anhang beigefügt ist, sind einige Bereiche als optional gekennzeichnet, diese können je nach Größe des Produktprogrammes und gewünschtem Analyseumfang eingebunden werden. Für die Verwendung im Workshop wird papierbasiert eine Übersicht der Trendfaktoren erstellt, die als Grundlage für die Erstellung der Vorausschau an die Teilnehmer ausgegeben wird.

**Schritt 1.2** betrifft die eigentliche Entwicklung der Vorausschau im Rahmen des Strategiewshops, Bild 5-10.

Schritt der Methode	Eingesetzte Werkzeuge (hinsichtlich)
1.2 Strategieworkshop	E. Erweiterte SWOT-Analyse (Produktfamilien)

Bild 5-10: Schritt 1.2 der Methode mit Werkzeug

Als Werkzeug zur Erstellung der Vorausschau wurde die SWOT-Analyse aus Tabelle 3-5 aufgegriffen und erweitert. Das Prinzip der Gegenüberstellung von Chancen/Risiken und Stärken/Schwächen wurde beibehalten. Allerdings haben Erfahrungen aus der Praxis gezeigt, dass vier Felder alleine keine hinreichende Auflösung zur Betrachtung bei einer Vielzahl von Faktoren erlauben. Dies stellt eine Anwendungsbarriere dar, denn reale Produktfamilien sind oft mit vielen Einflussfaktoren konfrontiert. Insofern wird der Bereich der Chancen/Risiken, welcher erfahrungsgemäß am meisten Einflussfaktoren aufweist, durch einen Gewichtungsbereich feiner aufgelöst, Bild 5-11.

Produktfamilie 1				Interne Analyse	
				Stärken	Schwächen
		Wahrscheinlichkeit			
		niedrig	hoch		
Externe Analyse	Chance	hoch		Trend 1	Trend 2
	niedr				
Risiko	hoch			Trend 3	Trend 4
	niedr				

Gewichtungsbereich zur relativen Einschätzung der Trendfaktoren

Bild 5-11: Erweiterung der SWOT-Analyse

Basierend auf den analysierten Trendfaktoren aus Schritt 1.1 wird je eine erweiterte SWOT-Analyse pro Produktfamilie durchgeführt. Das Vorgehen sowie die beispielhafte Ableitung eines Trends ist in Bild 5-12 gezeigt.

Im Beispiel trifft die Stärke „Upgradingfähigkeit“ (C2 aus Bild 5-9) auf die Chancen „Neue Märkte“ (F3) und „Bedienkonzept wird Branchenstandard“ (F4). Als Möglicher Trend könnte sich hieraus eine Absatzsteigerung ergeben, wenn der Eintritt im neuen Markt erfolgreich forciert und das eigene Bedienkonzept dort als richtungsweisend etabliert wird.

Ziel des Workshops ist es, das Expertenwissen der Teilnehmer zusammenzubringen und ein gemeinsames Verständnis möglicher zukünftiger Entwicklungen zu schaffen.

Bei der in der Trendbeschreibung enthaltenen Prozentangabe handelt es sich um Anhaltswert, der nur qualitativ als Veränderung im Zukunfts-PSM verwendet werden soll. Der Wert ist bezogen auf den vorher gewählten Betrachtungshorizont der Vorausschau. Es müssen nicht alle Felder der Matrix ausgefüllt werden.

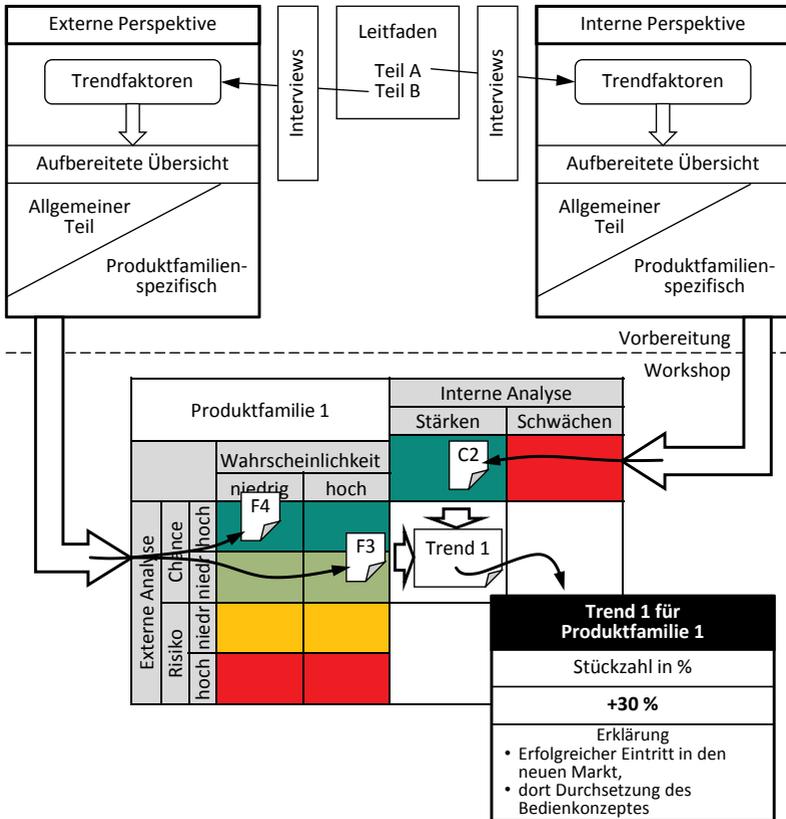


Bild 5-12: Funktionsweise der erweiterten SWOT-Analyse

Da die erweiterte SWOT-Analyse im Rahmen der Methode pro Produktfamilie durchgeführt wird, entsteht als Ergebnis eine Mehrzahl von Matrizen. Während des Workshops wird das zuvor erstellte PSM des Produktprogrammes als Diskussionsgrundlage verwendet, die Vorausschau der Produktfamilien werden gemäß ihrer Reihenfolge im PSM durchgeführt.

**Schritt 1.3** betrifft die Ableitung von Szenarien des Gesamtproduktprogrammes, Bild 5-13.



Bild 5-13: Schritt 1.3 der Methode mit Werkzeug

Zur Visualisierung der Programmszenarien wird das PSM verwendet, als Eingangsgrößen dienen die ausgefüllten SWOT-Matrizen auf Produktfamilienebene aus dem Strategie-workshop.

Ein Problem bei der Erstellung der Programmszenarien betrifft die theoretisch hohe Kombinationsvielfalt der zuvor ermittelten Trends auf Produktfamilienebene. Ein praktischer Weg zur Lösung dieses Problems besteht darin, zunächst Best- und Worst-Case-Szenarien aufzustellen und auf deren Basis Extrapolationen abzuleiten, Bild 5-14. Dazu werden die Best-/Worst-Case-Werte (prozentuale Veränderungen) für die einzelnen Produktfamilien aus den Feldern der SWOT-Matrizen direkt in entsprechende PSM-Darstellungen übertragen. Resultat sind zunächst zwei Extremszenarien, auf deren Grundlage weitere Szenarien durch das Projektteam abgeleitet werden können.

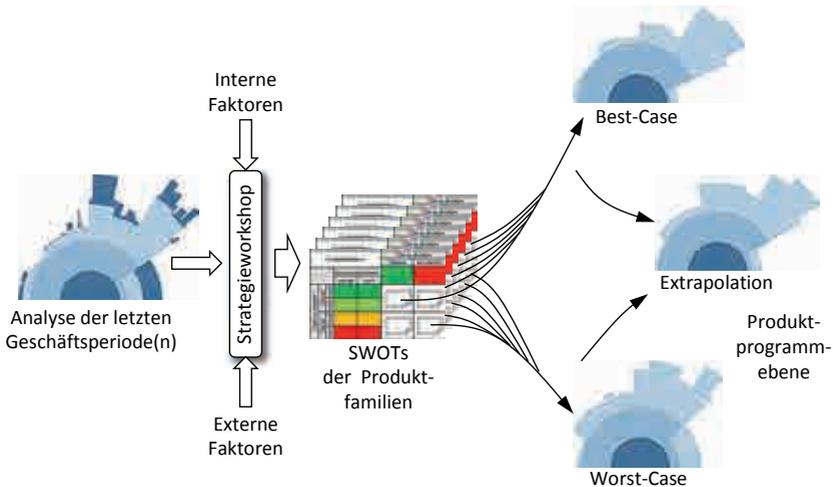


Bild 5-14: Ableitung von Gesamtszenarien in PSM-Darstellung

### 5.2.3 Werkzeuge der Phase Programmstrukturierung

In **Schritt 2.1** werden pro Szenario programmweit potentielle Übernahmekomponenten konzipiert. Dazu werden, aus den MIGs übernommen, alle Produkte mit ihren Komponenten tabellarisch erfasst, Bild 5-15 links.

Ferner werden die Komponenten anhand von Merkmalen bezüglich Identifikation und Klassifikation (vergleiche [Web08], Kapitel 2.1) beschrieben. Im Beispiel markiert ist die Klasse „Leiterplatten“. Das Mainboard von Produkt 1.1 weist nur die zur Benutzung des Gerätes erforderlichen Grundfunktionen auf und wird somit durch die Bezeichnung „Basis-Features“ identifiziert.

Produkte	Komponenten	Primäre Merkmale				Sekundäre Merkmale	
		Leiterplatten	Gehäuse	Displays	Mechanik	Sicherheitszertifikat	Größe
1.1	Gehäuse 1.1		Kunststoff			Wasserdicht 1m	
	Display 1.1			LCD			2-Zeilen
	Mainboard 1.1	Basis-Features				Ja, beschichtet	
	Frontblende 1.1				snap lock		

Bild 5-15: Verwendung von Merkmalen bezüglich Identifikation und Klassifikation

Weiterhin wird durch den Anwender eine Unterscheidung zwischen primären Merkmalen und sekundären Merkmalen getroffen.

Primäre Merkmale müssen **notwendigerweise übereinstimmen**, um eine potentielle Übernahmekomponente zu erfassen. Sekundäre Merkmale können ggf. durch Anpassung oder Überdimensionierung **harmonisiert** werden, was auch konstruktive Änderungen mit einschließt. Primäre Merkmale stellen somit Festforderungen dar, während sekundäre Merkmale „verhandelbar“ sind. Zur Bestimmung dieser Unterscheidung muss Produktverständnis durch den Anwender eingebracht werden, ggf. sind Expertenworkshops durchzuführen. Im Beispiel aus Bild 5-15 könnten die sekundären Merkmale (Sicherheitszertifikate und Displaygröße) auch durch andere konstruktive Ausführungen realisiert werden, um eine gemeinsame Verwendung der Komponenten in weiteren Produkten zu ermöglichen.

Da die in Bild 5-15 erstellte Darstellung auf der linken Seite von Produkten ausgeht und nach rechts die Vielfalt der Komponenten beschreibt, wird dies in Anlehnung an den Baum der externen Vielfalt als „invertierter Vielfaltsbaum“ bezeichnet.

Zur Konzipierung von Übernahmekomponenten wird im invertierten Vielfaltsbaum ein programmweiter Vergleich der Komponenten durchgeführt, Beispiel in Bild 5-16.

Produkte	Komponenten	Primäre Merkmale				Sekundäre Merkmale	
		Leiterplatten	Gehäuse	Displays	Mechanik	Sicherheitszertifikat	Größe
1.1	Gehäuse 1.1		Kunststoff			Wasserdicht 1m	
	Display 1.1			LCD			2-Zeilen
	Mainboard 1.1	Basis-Features				Ja, beschichtet	
	Frontblende 1.1				snap lock		
1.2	Gehäuse 1.2		Kunststoff				
	Display 1.2			LCD			4-Zeilen
	Mainboard 1.2	PremiumFeatures				Ja, beschichtet	
2.1	Zusatz-leiterplatte 1.2	ethernet/profibus					
	Gehäuse 2.1		Metall			Wasserdicht 30m	
	Aufnahme 2.1		3-stack Aufnahme				
...	Mainboard 2.1	Basis-Features				kein	

Bild 5-16: Invertierter Vielfaltsbaum

Produkte 1.1 und 2.1 in Bild 5-16 verwenden jeweils Mainboards mit Basis-Features. Sie haben also ein übereinstimmendes primäres Merkmal. Unterschiedlich ist jedoch das Sicher-

heitszertifikat, welches für Produkt 1.1 erforderlich ist (sekundäres Merkmal). Dieser Unterschied kann zum Beispiel durch Überdimensionierung harmonisiert werden, indem beide Produkte eine Leiterplatte verwenden, die über ein Sicherheitszertifikat verfügt. Die Komponente zeigt Potential als Übernahmekandidat. Ebenso haben Produkte 1.1 und 1.2 ähnliche Displays, allerdings mit unterschiedlicher Zeilenanzahl. Durch Verwendung geeigneter gestalterischer Konzepte kann ebenfalls eine Übernahme ermöglicht werden, die Komponente zeigt auch Potential als Übernahmekandidat.

Die Ergebnisse des invertierten Vielfaltsbaumes, der auf das gesamte Produktprogramm angewendet wird, werden in den neu entwickelten Carryover Assignment Plan (CAP) übertragen, Bild 5-17. Dieser visualisiert in einer Übersicht alle Produkte und Komponenten des Produktprogrammes sowie die Übernahmekonzepte, die durch einen entsprechenden Farbcode gekennzeichnet sind. Das oben beschriebene Beispiel der Hauptleiterplatten und Displays ist auch hier wiederzufinden. Durch die durchgängige Farbkennzeichnung können die Übernahmekonzepte einem interdisziplinären Teilnehmerkreis übersichtlich vermittelt werden. Im CAP werden zusätzlich vorher bestehende Übernahmekomponenten und die Varianz einzelner Komponenten dargestellt.

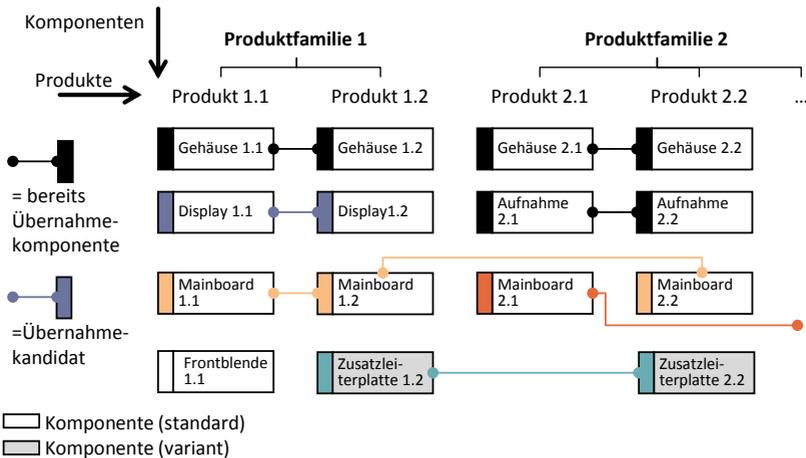


Bild 5-17: Carryover Assignment Plan (CAP)

In **Schritt 2.2** wird das Ergebnis der Produktstrukturierung bewertet und ein Programmplan als Output und Schnittstelle zu den nachfolgenden Methoden erstellt, Bild 5-18.

Schritt der Methode	Eingesetzte Werkzeuge (hinsichtlich)
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">           2.2 Ableitung von Programmkonzepten         </div>	I. Module Interface Graphs MIG (entwickeltes Programmkonzept) J. Vielfaltsbaum (entwickeltes Programmkonzept) K. Kennzahlbewertung (entwickeltes Programmkonzept)

Bild 5-18: Schritt 2.2 der Methode mit Werkzeugen

Es erfolgt zunächst eine kennzahlbasierte Auswertung des CAP. Falls aus den Szenarien unterschiedliche CAP resultieren, liefert die Kennzahlbewertung einen Vergleich aus technischer Sicht. So kann entschieden werden, ob ein bestimmtes CAP-Konzept aus technischen Gesichtspunkten bevorzugt verfolgt werden soll, oder ob Elemente unterschiedlicher CAPs konzeptmäßig kombiniert werden sollen, um technische Robustheit bezüglich mehrerer Szenarien zu erzielen.

Zur Bewertung des CAP wird analysiert, welches Potential für Komponentenübernahmen das Programmkonzept aufweist. Dazu sollen zwei Fragestellungen beantwortet werden.

- Wie viel Übernahmepotential ist programmweit vorhanden?
- Wie viel kann hiervon produktfamilienübergreifend realisiert werden?

Zur ersten Frage gibt die Kennzahl Carryover Potential (CP) Aufschluss. Sie vergleicht die Anzahl unterschiedlicher Komponenten vor der Erstellung der Übernahmekonzepte und danach.

$$CP = \frac{V - N}{V} [\cdot 100\%] \quad (1)$$

mit  $N = \text{Anzahl unterschiedlicher Komponenten im CAP nach Konzepterstellung}$

$V = \text{Anzahl unterschiedlicher Komponenten im CAP vor Konzepterstellung}$

Die prozentuale Bestimmung des Gesamtpotentials erlaubt eine Einschätzung des Produktprogrammes und kann zum Vergleich alternativer CAP herangezogen werden. Die Kennzahl „Product Family Crossing Share (CS)“ untersucht produktfamilienübergreifende Potentiale. Dazu wird im CAP die Anzahl der Farbcodes und deren übergreifende Verwendung bewertet.

$$CS = \frac{F_{PF}}{F_{ges}} [\cdot 100\%] \quad (2)$$

mit  $F_{PF} = \text{Anzahl produktfamilienübergreifender Farbcodes im CAP}$

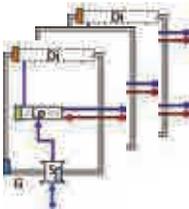
$F_{ges} = \text{Anzahl aller Farbcodes im CAP}$

Die Kennzahl CS dient gleichzeitig als Referenz, um in dem von EILMUS ET AL. [Eil12b] beschriebenen Ansatz eine Klassifizierung des vorliegenden Produktprogrammes vorzunehmen, vgl. Bild 3-15.

Bei den vorliegenden Kennzahlen ist zu berücksichtigen, dass keine Gewichtung von Komponenten und Produktfamilien bezüglich Komplexitätssenkungseffekten und Kosteneinsparungen vorgenommen wird.

Abschließend wird die Schnittstelle zu den nachfolgenden Methoden komplettiert, vergleiche Kapitel 4.3. Dies umfasst die MIGs aller konzipierten Produktfamilien, den programmweiten Vielfaltsbaum sowie die Kennzahlen, Bild 5-19.

MIGs der geplanten  
Produktfamilien  
mit Übernahmeconzepten



Übernahmecodes

Baum der geplanten  
externen Vielfalt  
(Produktprogramm)



Kennzahlen der  
Übernahmekonzepte

$$CP = \frac{V - N}{V} [\cdot 100\%]$$

$$CS = \frac{P_{22}}{P_{20}} [\cdot 100\%]$$

Bild 5-19: Übergabeschnittstelle zu den nachfolgenden Methoden

### 5.3 Phase 1 – Szenarioentwicklung

Nachfolgend wird die Methode an einem Fallbeispiel durchgeführt, das aus einem Industrieprojekt stammt und abgewandelt wurde. Phase 1 der Methode ist in Bild 5-20 gezeigt.

Gegenstand ist ein Produktprogramm von Geräten zur Messung von Wasserqualität, die in unterschiedlichen Großanlagen eingesetzt werden, zum Beispiel in der chemischen Industrie oder in der Abwassertechnik [Jon12a].

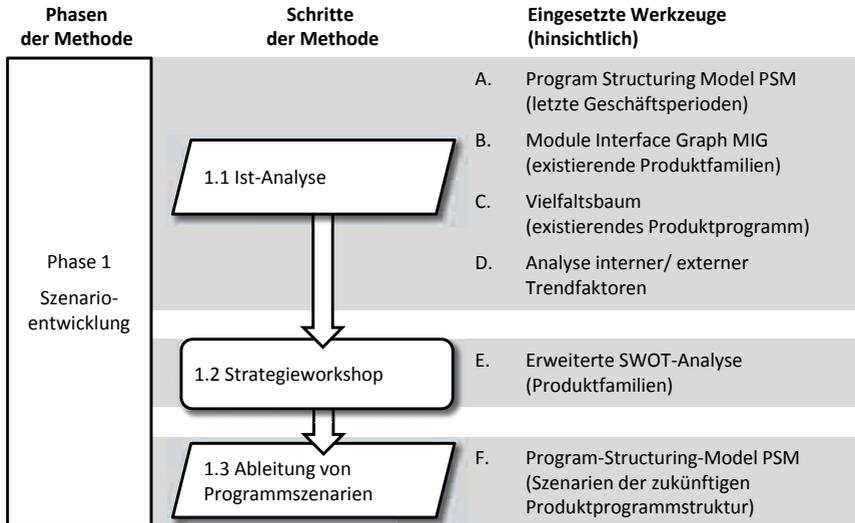


Bild 5-20: Phase 1 der Methode

### 5.3.1 Ist-Aufnahme

Entsprechend Schritt 1 der Methode ist zunächst die Grundvisualisierung des Produktprogrammes aufzustellen.

#### Softwareunterstützte Darstellung des PSM

Für die operative Arbeit mit dem PSM und die Nutzung weiterer Expertenansichten wurde im Rahmen dieses Forschungsprojektes ein Softwaretool erstellt, das auch für große Produktprogramme eine automatisierte Generierung der Darstellung mit Zusatzfunktionen ermöglicht. Ausschnitte hiervon werden im Folgenden vorgestellt. Bild 5-21 zeigt die Startansicht des PSM nach erfolgter Dateneingabe. Diese wird im Folgenden „Übersichtsdarstellung“ genannt.

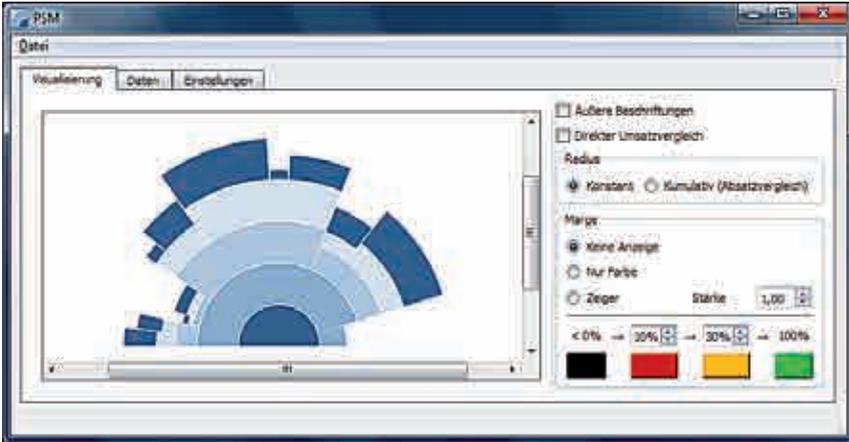


Bild 5-21: Softwarebasierte Visualisierung des PSM, links Übersichtsdarstellung

In der Übersichtsdarstellung sind die maximalen Radiushöhen jeder Ebene gleich, das heißt, dass ein Stückzahlvergleich nur relativ pro Stufe erfolgt. Auch bauen die Elemente unterschiedlicher Ebenen direkt aufeinander auf. Beides vereinfacht die Lesbarkeit des Diagrammes und ermöglicht ein besseres Verständnis für ungeübte.

Allerdings sind exakte Stückzahl- und Umsatzvergleiche in dieser Darstellung nicht möglich, sie dient lediglich als erster Anhaltspunkt für die tatsächlichen Zahlenverhältnisse. Für genauere Analysen müssen zwei weitere Fragestellungen visualisiert werden; die genauen Umsatzbeiträge innerhalb einer Stufe und die genauen Stückzahlbeiträge zwischen den Stufen.

Aus diesem Grund wurden zwei Expertenansichten entwickelt, die in Bild 5-22 dargestellt sind.

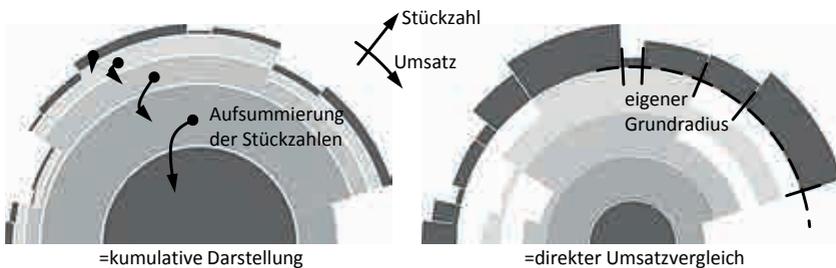


Bild 5-22: Expertenansichten des PSM

In der linken Ansicht erfolgt eine radiale Aufsummierung der Stückzahlen. Hier sind die maximalen Radien pro Stufe nicht konstant, sondern addieren sich in Richtung Zentrum auf. Dies repräsentiert die reale Stückzusammensetzung des Gesamt-Produktprogrammes. Die Darstellung wird im Folgenden „kumulative Darstellung“ genannt. In der rechten Ansicht beginnt jede Ebene auf einem eigenen Grundradius. Dadurch können pro Ebene in Umfangs-

richtung die Umsatzbeiträge, also Umfangsbreiten, exakt verglichen werden. Dieser exakte Vergleich ist in der Übersichtsdarstellung nicht möglich. Im Folgenden wird die Darstellung als „Umsatzvergleich“ bezeichnet. Beide Expertenansichten lassen sich auch kombinieren.

Zusätzlich wird im PSM die Marge eingebunden, Bild 5-23. Dabei wurden zwei Möglichkeiten entwickelt; entweder kann die Marge als Vollfarbe angezeigt werden (links) oder als prozentualer, farbvariabler Zeiger (rechts). Die Zeigerdarstellung hat den Vorteil, dass der tatsächliche Gewinn-Beitrag als Strecke ablesbar ist und gleichzeitig als Ampelfarbe visualisiert wird. Die Vollfarbendarstellung kann für einen raschen Überblick über die Margen gewählt werden.

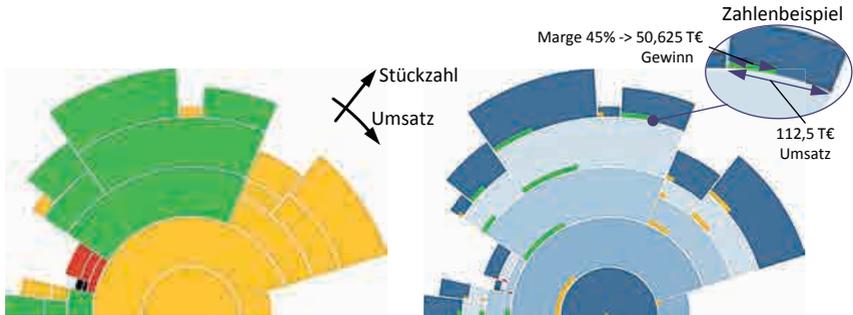


Bild 5-23: Margen als Farben im PSM

### Untersuchung des Fallbeispiels

Bild 5-24 zeigt eine Analyse der vergangenen Geschäftsperiode der Fallstudie in der PSM-Übersichtsdarstellung.

Das Produktionsprogramm besteht aus vier Produktlinien. Wesentlicher Unterschied sind die Messtiefen, in denen die Geräte eingesetzt werden können. Flachwassergeräte können in Wassertiefen bis zu 1m eingesetzt werden. Tiefwassergeräte können bis zu 30m versenkt werden. Die Geräte zur Trockenanwendung sind spritzwassergeschützt, hier tritt lediglich der Sensor mit dem Prüfmedium in Kontakt. Bei den Geräten zur Durchflussmessung wird die Strömungsgeschwindigkeit anstatt der Wasserqualität gemessen, sie sind ebenfalls bis zu 1m Wassertiefe einzusetzen.



Bild 5-24: PSM der vergangenen Geschäftsperiode, vgl. [Jon12a]

In allen Produktlinien gibt es Basis- und Premiumgeräte. Die Premiumgeräte verfügen über Sonderfunktionen wie digitale Schnittstellen, Datenlogger, erweiterte Sensoren oder Pumpfunktion.

Bild 5-25 zeigt die Margen im PSM-Umsatzvergleich. Die Geräte für geringe Tauchtiefen weisen hierbei die beste Marge auf.

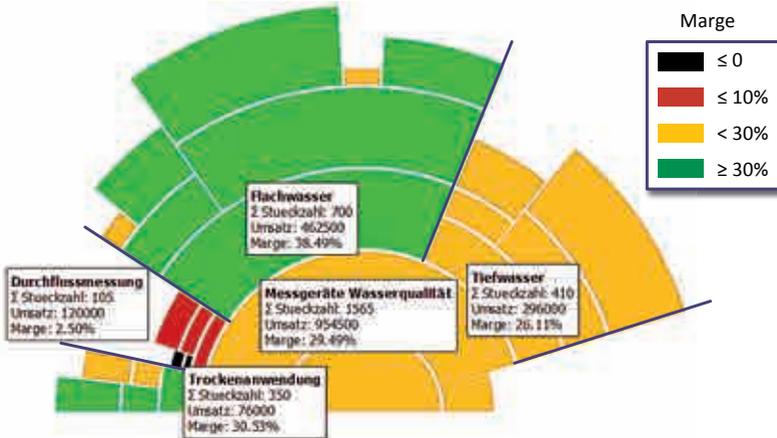


Bild 5-25: Margen des Beispielproduktprogrammes im PSM

Die Margen der Durchflussmessgeräte sind relativ schlecht, beim Basisgerät sogar negativ. Dies liegt sowohl an den niedrigen Stückzahlen als auch an dem hohem Fertigungsaufwand. Die Trockengeräte haben vergleichsweise gute Margen, hier ist die des Basisgerätes durch eine leicht höhere Stückzahl besser. Die Geräte für große Tauchtiefen weisen (relativ in die-

sem Beispiel) durchschnittliche Margen auf, hier sind die Herstellkosten im Vergleich zu den Geräten für geringe Tauchtiefen hoch.

Der Module Interface Graph (MIG) dient dazu, die bestehenden Produkte technisch zu analysieren. Bild 5-26 zeigt die bestehenden Produktfamilien.

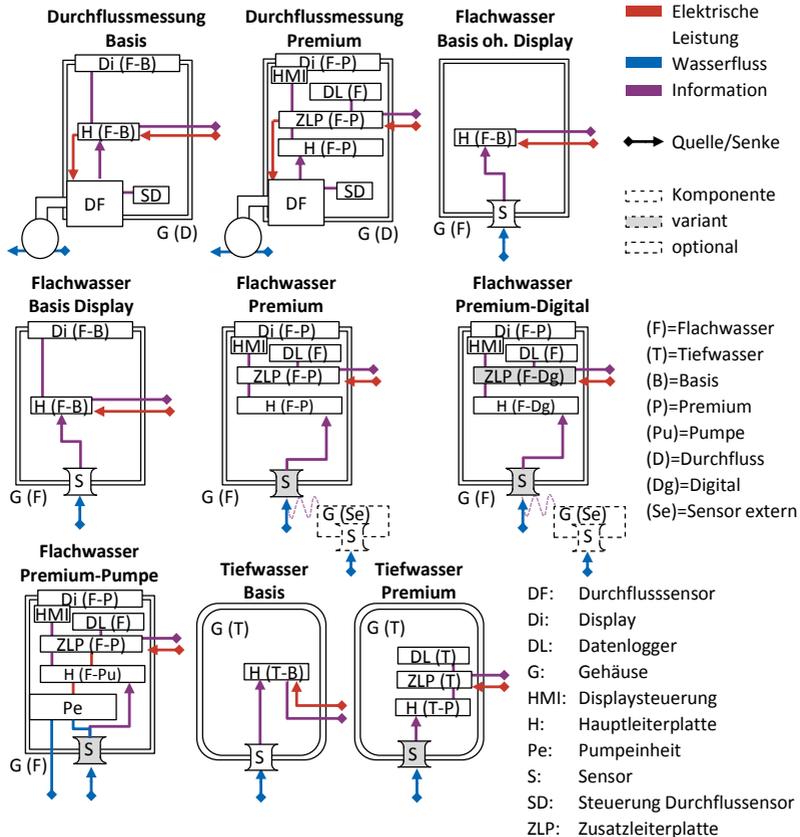


Bild 5-26: Bestehendes Produktprogramm in MIG-Darstellungen

Alle Geräte verfügen über Hauptleiterplatten, die als Grundfunktion die Sensordaten auswerten und die Steuerung übernehmen. Die Premiumgeräte verfügen über Zusatzleiterplatten, die erweiterte Funktionen, wie zum Beispiel Datenlogging, realisieren. Über die Zusatzleiterplatten werden auch die digitalen Schnittstellen beim Tiefwasser-Premium Gerät realisiert. Es werden unterschiedliche digitale Schnittstellen angeboten, weshalb die Zusatzleiterplatte hier variant ausgeführt ist. Der Kunde kann zwischen den drei unterschiedlichen digitalen Übertragungsprotokollen Profibus, Fieldbus und Ethernet wählen. Bei Verwendung einer Zusatzleiterplatte wird diese auch als Eingang der elektrischen Leistung genutzt. Mithil-

fe einer Pumpe wird bei der Flachwasser Premium-Pumpe das Prüfmedium durch den Sensor gepumpt. Ferner kann bei Flachwasser-Premium ein externer Sensor anstatt des normalen angeschlossen werden. Dieser dient dazu, in einiger Entfernung vom Gerät zum Beispiel in Spalten zu messen. Bei den Durchflussmessgeräten wird anstelle des kompakten Qualitätsmess-Sensors eine Durchflussmesseinheit verbaut, die wiederum Pumpen und Mechanik enthält. Hier ist eine andere Gehäusegeometrie für das Gesamtgerät notwendig. Die Tiefwassergeräte zeichnen sich durch ein spezielles, tiefwasserdichtes Gehäuse aus. Bei den Flachwassergeräten sind die Leiterplatten speziell beschichtet, um im Fall eines Gehäusefehlers Elektronikschäden zu verhindern. Die Geräte zur Trockenanwendung werden im Folgenden nicht technisch betrachtet.

Nach der MIG-Analyse folgt gemäß Schritt 1.1 der Methode die Ist-Analyse der am Markt angebotenen Varianz im Vielfaltsbaum. In der Baumstruktur ist dabei von links nach rechts die Kundenrelevanz der Attribute abnehmend. Bild 5-27 zeigt die aufgenommene Vielfalt des Beispielproduktprogrammes.

Die relevantesten Eigenschaften für die Kundenentscheidung sind Messtiefe und Messart. In diesen Eigenschaften unterscheiden sich die drei Produktlinien grundlegend. Weiterhin ist für die Entscheidung bedeutend, ob das Gerät Zusatzfunktionen aufweisen soll, oder ob eine Basisvariante für die jeweilige technische Anwendung ausreicht. Sind Datenlogger und Austauschsensoren erforderlich, muss ein Premiumgerät gewählt werden. Beim Flachwasser-Basisgerät kann ferner entschieden werden, ob eine Anzeige erforderlich ist oder nicht. Beim Flachwasser-Premiumgerät kann gewählt werden, ob ein externer Sensor oder eine Pumpe gewünscht ist, wobei nicht beide Varianten gleichzeitig gewählt werden können. Es kann eine von drei möglichen digitalen Schnittstellen gewählt werden. Ebenfalls kann, hier nicht dargestellt, bei den Premiumgeräten der Sensor je nach Prüfmedium ausgewählt werden.

Das nächste Werkzeug des Methodenschrittes betrifft die Analyse interner und externer Trendfaktoren, die die zukünftige Struktur des Produktprogrammes beeinflussen. Dazu werden basierend auf dem Leitfaden Interviews mit den Abteilungen Portfoliomanagement, Marketing/Vertrieb und Entwicklung durchgeführt.



<b>Übersichtsblatt interne Faktoren</b> (Stärken und Schwächen aus Erfolgsfaktoren und Kernkompetenzen)			
<b>Allgemeiner Teil</b>	<b>Stärken</b> A1 Vertriebskompetenz (Kundenbindung) A2 Lösungskompetenz (Konzeptlösungen) A3 Zulassungskompetenz A4 Servicenetz, insbes. D A5 Qualität Detektoren A6 Zuverlässigkeit / Wartung A7 Qualität, Robustheit A8 Markenimage A9 Bedienkonzepte		<b>Schwächen</b> B1 Preis B2 Lieferzeit, Verfügbarkeit B3 Servicenetz Ausland B4 Starre Funktionalitäten der Produkte B5 Portfoliolücken B6 Entwicklungszeit
	<b>Spezifischer Teil</b>	<b>Durchflussmessung Premium</b> <i>Stärken</i> C1 Gleiche Bedienung wie Flachwasser C2 Marktöffner für Systeme C3 Marktöffner für Flachwasser  <i>Schwächen</i> C4 Nur für geringe Wassertiefen C5 Nischenmarkt	<b>Flachwasser Premium</b> <i>Stärken</i> E1 Hoher Funktionsumfang E2 Viele Verschmutzungen detektierbar  <i>Schwächen</i> E3 Preis  <b>Flachwasser Basis</b> <i>Stärken</i> F1 Gute Position im Markt  <i>Schwächen</i> F2 Nicht alle Verschmutzungen detektierbar F3 Zu teuer für Low-Cost-Bereich F4 Nicht upgradingfähig
<b>Durchflussmessung Basis</b> <i>Stärken</i> vgl. Premium  <i>Schwächen</i> D1 Zu High-End			

Bild 5-28: Ermittelte interne Faktoren

Im Beispielprojekt werden externe Beteiligte nicht interviewt, da unterstellt wird, dass die externen Faktoren hinreichend durch eigene Workshop- und Analyseaktivitäten in Zusammenarbeit mit Kundengruppen, die regelmäßig durch die Unternehmensabteilungen durchgeführt werden, eingebracht werden. Falls möglich, können bei der Methodendurchführung zusätzlich Interviewpartner aus dem Unternehmensumfeld mit einbezogen werden.

Gemäß Gesprächsleitfaden (vgl. Kapitel 5.2.2) werden die Interviews durchgeführt, eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Bild 5-28 und Bild 5-29 gezeigt.

Bezüglich der internen Faktoren können im allgemeinen Bereich Unternehmenstärken besonders in Zuverlässigkeit, Qualität und nationalen Serviceleistungen identifiziert werden. Schwächen bestehen in vergleichsweise hohen Produktpreisen, langen Entwicklungs- und Lieferzeiten und teilweise unflexiblen Produkten. Im spezifischen Teil ist festzustellen, dass die Durchflussmessgeräte bei geringen Stückzahlen oft als Öffner für Systemangebote dienen. Die Flach- und Tiefwassergeräte weisen vergleichsweise hohe Funktionalitäten, allerdings auch hohe Verkaufspreise auf. Dies ist insbesondere bei den Premiumgeräten der Fall.

Bezüglich der externen Faktoren kann im allgemeinen Teil festgestellt werden, dass Low-Cost-Märkte an Bedeutung gewinnen und sowohl global als auch lokal neue Wettbewerber entstehen. Zulassungs- und Serviceaspekte werden auch in Zukunft wichtig für den Erfolg der Produkte sein. Im speziellen Teil kann festgestellt werden, dass insbesondere die Durchflussmessgeräte durch besser positionierte Wettbewerber bedroht sind. Die Qualitätsmessgeräte weisen durch hohen Funktionsumfang und Preis eine unzureichende Marktdeckung „nach unten“, also in Richtung einfacherer Geräte, auf.

Übersichtsblatt externe Faktoren			
<b>Allgemeiner Teil</b> (Stakeholder+Wettbewerber)	<b>Kunden</b> J1 Individuelle Lösungen gefordert J2 Low-Cost Markt wächst J3 Neue Spezifikationen gefordert J4 Markt Durchflussmessung wächst J5 Bevorzugung von Tiefwassergeräten J6 Bevorzugung von Falchwassergeräten  <b>Mitarbeiter</b> K1 Fachkräftemangel K2 Entwicklungs-Outsourcing  <b>Zulieferer</b> L1 Elektronische Komponente nicht mehr verfügbar (+neue Zulassung?) L2 Abhängigkeit von einem Zulieferer	<b>Wettbewerber</b> M1 Neue Wettbewerber im Low-Cost Segment M2 Branchenfremde Wettbewerber drücken Preise M3 Globale Wettbewerber strukturieren sich besser M4 Neue globale Premium Anbieter M5 Wettbewerber auf den Detektoren-Märkten M6 Einfluss der lokalen Anbieter wächst M7 Andere Anbieter spezialisieren sich auf Wassermetstechnik  <b>Zulassungsbehörden</b> N1 Verzögerung bei Zulassungen verhindert Markteintritt N2 Einführung eines anspruchsvolleren Sicherheitszertifikates	<b>Wartung&amp;Service</b> O1 Serviceaufträge gehen verloren O2 Vertrieb stärker über After-Sales O3 Wettbewerb im After-Sales O4 Schlechte Marktdurchdringung After-Sales  <b>Vertrieb</b> P1 Verschlechterung der Position gegenüber Abwasser-Planungsbüros P2 Kontraktoren gewinnen an Bedeutung P3 Kontakt zu Endnutzern geht verloren
	<b>Spezifischer Teil</b> (Chancen/Risiken der Produktfamilien)	<b>Durchflussmessung Premium</b> <i>Risiko</i> Q1 Substitution durch Anlagen Q2 Intensiver Wettbewerb Q3 Preisdumping Q4 Anbieter mit strategisch negativen Margen (verkaufen Gesamtanlagen) Q5 Speziellere Geräteanforderungen  <i>Chance</i> Q6 Neue Märkte  <b>Durchflussmessung Basis</b> <i>Risiko</i> R1 Gerät zu High-End für Basismarkt  <i>Chance</i> R2 Low-Cost-Positionierung	<b>Flachwasser Premium</b> <i>Risiko</i> S1 Lieferprobleme Elektronik (+Zulassung) S2 Produktionskapazitäten S3 Lange Entwicklungszeiten S4 Kannibalisierung durch Tiefwasser  <i>Chance</i> S5 Weiteres Marktwachstum  <b>Flachwasser Basis</b> <i>Risiko</i> T1 Andere noch günstigere Low-Cost Produkte T2 Andere Detektoren gefordert T3 Zu High-Tech für bestimmte Anforderungen T4 Funktionspackage nicht optimal ausgerichtet T5 Neue Wettbewerbsprodukte zwischen Basis und Premium  <i>Chance</i> T6 Leichtes Marktwachstum

Bild 5-29: Ermittelte externe Faktoren

### 5.3.2 Strategieworkshop

Im nächsten Schritt wird der Strategieworkshop durchgeführt. Pro Produktfamilie werden die internen und externen Faktoren in der erweiterten SWOT-Matrix gegenübergestellt, um Trends abzuleiten, Bild 5-30. Hierbei dürfen die allgemeinen Faktoren für alle Produktfamilien verwendet werden, während die Spezifischen nur im jeweiligen Fall zur Anwendung kommen. Der betrachtete Zeithorizont wurde hier mit etwa drei Jahren beziffert. Die zur Vorbereitung erstellten Listen der Faktoren werden anfangs an die Teilnehmer ausgegeben und dienen als inhaltlicher Leitfaden für die Moderation. In der Praxis hat sich herausgestellt, dass im Verlaufe des Workshops auch noch weitere Einflussfaktoren gefunden werden, weshalb die Prozedur ist auch in gewissem Rahmen als Kreativitätstechnik genutzt werden kann.

Da es zwischen den Produktfamilien strategische Interaktionen gibt, zum Beispiel Markt- oder Technologieüberschneidungen, werden im Workshop Ausdrucke des PSM herangezogen. Diese dienen als Diskussionsgrundlage und verschaffen allen Teilnehmern stets eine Übersicht über das Gesamtproduktprogramm. Diese Übersicht ist von zentraler Bedeutung

für die Vorausschau, weil oft das Zusammenspiel mehrerer Produkte entscheidend ist. Kanibalisierungseffekte oder Mitnahmeeffekte durch Systemverkäufe können so diskutiert und in verschiedenen Fallalternativen formuliert werden.

Der Workshop dient dazu, das Fach- und Branchenwissen der interdisziplinären Teilnehmer zu bündeln und zusammenzuführen. Ziel ist es, ein gemeinsames Verständnis bezüglich alternativer Zukunftsentwicklungen zu erzielen und zu dokumentieren. So wird im Folgenden beispielhaft die Ableitung von Trend 1 aus Bild 5-30 beschreiben. Das entsprechende Matrixfeld betrifft das Zusammentreffen von externen Chancen auf interne Stärken. Durch die Teilnehmer wurden im ersten Schritt die externen Chancen J1, N2 und U3 (vgl. Bild 5-29) als relevant eingestuft. Ferner wurden die Stärken G1, G2 und A7 (vgl. Bild 5-28) als relevant eingestuft.

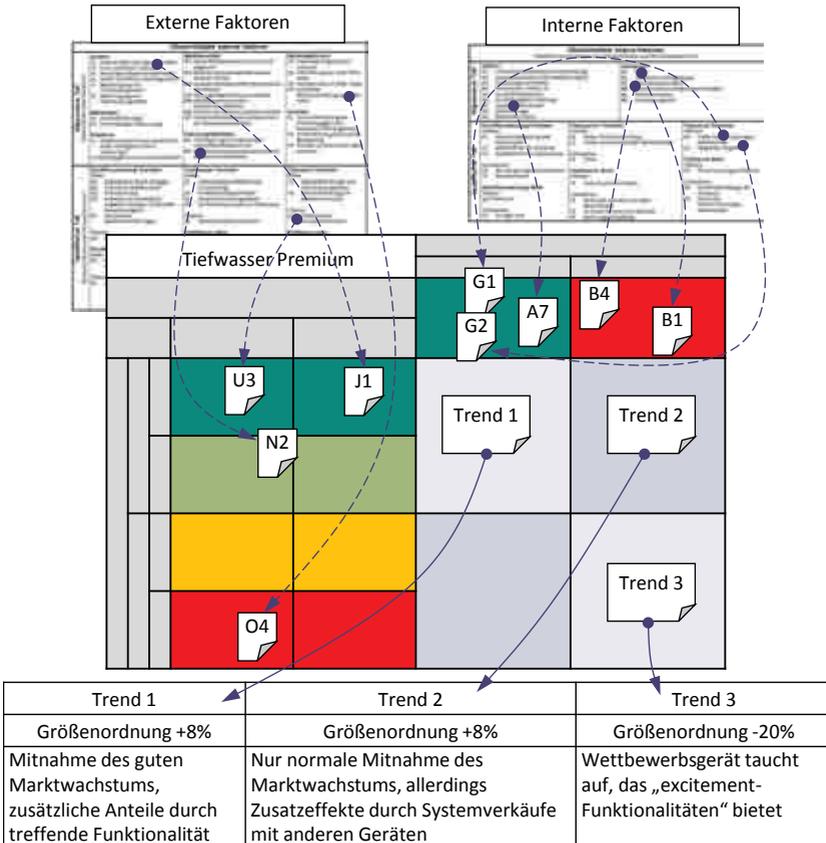


Bild 5-30: Ableitung von Trends im Workshop

Als mögliche Konsequenz dieser Konstellation wurde abgeleitet

- Das Gerät ist treffend im Premiumsegment positioniert

- die Kunden werden weiter neue individuelle Funktionalitäten fordern
- das upgradinggerechte Produkt wird die Funktionalitäten erfüllen können
- das Produkt kann aufgrund sehr hoher Qualität und möglicher Skaleneffekte beim aktuellen Verkaufspreis gehalten werden

Als Kurzbegründung im Matrixfeld wurde „Mitnahme des guten Marktwachstums, zusätzliche Anteile durch treffende Funktionalität“ formuliert. Als grobe prozentuale Veränderung wurden +8% angegeben.

### 5.3.3 Ableitung von Gesamtszenarien

Als Ergebnisaufbereitung des Workshops zeigt Tabelle 5-1 die Best- und Worst-Case Szenarien des Produktprogrammes. Die Prozentwerte sind dabei direkt aus allen SWOT-Analysen entnommen. Bild 5-31 zeigt aus Tabelle 5-1 übertragen die Extremszenarien in PSM-Darstellung, Veränderungen im Bereich Service/Wartung werden im Folgenden nicht betrachtet.

Tabelle 5-1: Best- und Worst-Case Szenarien

		Worst-Case	Best-Case
Flachwasser	Basis oh. Display	-100%	-100%
	Basis m. Display	-10%	+0%
	Premium	-15%	+5%
	Premium digitale Schnittstellen	+0%	+15%
	Premium mit Pumpe	-15%	+5%
Tiefwasser	Basis	-10%	+8%
	Premium	-20%	+10%
Druchflussmessung	Basis	-50%	+25%
	Premium	-50%	+50%
Trockenanwendung	Basis	+0%	+20%
	Premium	+0%	+20%

Die Pfeile in Bild 5-31 zeigen dabei qualitativ, in welchen Bereichen mit starkem oder moderaten Wachstum bzw. Rückgang zu rechnen ist. Somit geben die beiden PSM im direkten Vergleich eine graphische Übersicht der entwickelten Extremszenarien. Die Aufkündigung des Flachwasser-Basisgerätes ohne Display ist mit einem „X“ gekennzeichnet.

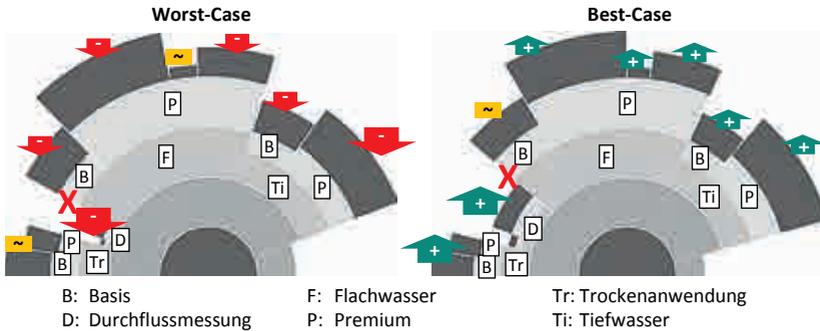


Bild 5-31: Produktprogrammstruktur der Best-/Worst-Case Szenarien

Nachfolgend werden die beiden Best-/Worst-Case Szenarien produktfamilienweise erläutert. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen werden dann strategische Implikationen abgeleitet, die die Grundlage für die abschließende Formulierung einer Extrapolation bilden.

Die Beschreibung der Szenarien erfolgt verbal, um das gemeinsam im Workshop erarbeitete Verständnis der möglichen zukünftigen Entwicklungen zu dokumentieren. Der Vorteil des Workshopbasierten Vorgehens liegt durch die gemeinsame Entwicklung im Team in der Transparenz, Akzeptanz und Dokumentierbarkeit der Ergebnisse. Die Nutzung von Workshops ist durchgängig in den weiteren Methoden des PKT-Ansatzes vorgesehen.

#### Erläuterung der Best-/Worst-Case Szenarien

Bei den **Flachwasser-Basisgeräten** ist ein Eliminieren des Gerätes ohne Display bereits beschlossen worden, insofern fällt dieses in beiden Fällen weg. Es wird aufgrund von Kundenbefragungen davon ausgegangen, dass das Gerät mit Display einen Großteil von dessen Umsatz übernehmen kann. Für das Basisgerät mit Display wird im Worst-Case mit einem Umsatzrückgang gerechnet, weil der Marktanteil relativ gut ist, das Gerät allerdings vergleichsweise umfangreiche Funktionen für das Marktsegment „Basis“ hat. Somit könnten Low-End-Wettbewerbsgeräte diesem Marktanteile abnehmen. Bestenfalls wird mit einer Stagnation des Umsatzes gerechnet, weil sich derzeit kein nennenswertes Marktwachstum im Segment „Flachwasser-Basis“ abzeichnet.

Bei den **Flachwasser-Premiumgeräten** werden für „Premium“ und „Premium mit Pumpe“ gleiche Annahmen getroffen, da diese dasselbe Marktsegment ergänzend bedienen. Im Worst-Case wird mit einem Umsatzrückgang gerechnet, weil eine möglicherweise in der Zukunft relevant werdende zusätzliche Sicherheitszulassung durch die Geräte nicht erfüllt wird. Außerdem können in dem leicht wachsenden Markt zusätzliche Wettbewerber für Premiumgeräte Marktanteile abnehmen. Zudem werden von Kunden das Bedienkonzept als wenig innovativ bewertet. Bestenfalls wird damit gerechnet, dass die Geräte den hohen Marktanteil beibehalten und das normale Marktwachstum mitnehmen. Anders sieht die Situation bei dem Gerät mit digitalen Schnittstellen aus. In jedem Fall wird eine bessere Entwicklung angenommen, weil durch digitale Protokolle neue Anwendungen ermöglicht werden. Schlechtestenfalls wird hier mit einer Stagnation gerechnet, bestenfalls mit einem überdurchschnitt-

lichen Wachstum. Allerdings ist zum aktuellen Zeitpunkt unsicher, welches Protokoll sich am Markt durchsetzen wird, weshalb variante Ausführungen vorgehalten werden sollten.

Bei den **Tiefwasser-Geräten** findet eine Überarbeitung der Geräte statt, das neue Basisgerät ist bereits im Markt und das neue Premiumgerät wird demnächst gestartet. Im Worst-Case wird bei beiden Geräten mit einem Umsatzrückgang gerechnet. Für das Basisgerät wird hier mit weniger Rückgang gerechnet, da die neue Version auf positive Kundenrückmeldung traf. Ein starker Wettbewerb im Zielmarkt und ein vergleichsweise hoher Preis könnten zu Umsatzeinbußen führen. Für das noch zu startende neue Premiumgerät wird ein höheres Risiko gesehen, ein vergleichsweise geringer Innovationsgrad könnte die Akzeptanz am Markt schwächen und zu einem rückläufigen Umsatz führen. Im Best-Case nehmen beide Geräte das vergleichsweise gute Marktwachstum mit, für das Premiumgerät werden leicht bessere Aussichten prognostiziert, weil aufgrund des hohen Funktionsumfangs Mitnahmeeffekte durch Systemverkäufe möglich sind.

Bei den Geräten zur **Durchflussmessung** zeigen die Umsatzrends eine wesentlich höhere Spanne, weil der Markt insgesamt unsicherer ist. Die Geräte werden für eine industrielle Anwendung produziert, die im Vergleich zu den Wasserqualitätsmessgeräten eher eine Nische darstellt, regional begrenzt- und stark von konjunkturellen Schwankungen betroffen ist. Im Worst-Case ist bei beiden Geräten mit einer Umsatzhalbierung zu rechnen, weil regionale Billiganbieter Wettbewerbsprodukte mit absichtlich negativen Margen anbieten, um Systemaufträge zu erhalten. In diesem Zusammenhang ist auch die Option denkbar, sich komplett aus dem Geschäft zurückzuziehen, insbesondere da bei den Geräten aufgrund der aufwendigen Produktion technologisch derzeit nur sehr schlechte Margen erzielbar sind, vgl. Bild 5-25. Das Basisgerät ist aufgrund einer vergleichsweise zu hohen Funktionalität schlecht positioniert und generiert dementsprechend nur geringen Umsatz. Das Premiumgerät hält aufgrund der sehr hohen Funktionalität derzeit noch seine High-End-Position im Markt. Gegen einen vollständigen Rückzug aus dem Geschäft spricht allerdings, dass manche Kunden bei der Systemkonfiguration von Wassermessgeräten Hersteller bevorzugen, die potentiell Durchflussmessgeräte im Angebot haben, selbst wenn diese nicht Teil des Auftrages sind. Der Hintergedanke bei diesen Ausschreibungen sind unwahrscheinliche, aber mögliche Erweiterungen der Messanlagen die dann auch Durchflussmessgeräte im Systemverbund erforderlich machen. Im Best-Case kann mit sprunghaftem, konjunkturell bedingtem Marktwachstum gerechnet werden. In diesem Fall würden die beiden Geräte das Marktwachstum mitnehmen, wobei das Premiumgerät aufgrund seiner besseren Marktausrichtung hiervon mehr profitieren würde.

Die Geräte zur **Trockenanwendung** werden derzeit hauptsächlich national vertrieben, eine Internationalisierung des Angebotes des Unternehmens in diesem Bereich steht unmittelbar bevor. Im Worst-Case sorgen Konkurrenzprodukte sowie zu hohe Funktionalitäten und der vergleichsweise hohe Preis der Produkte dafür, dass trotz Internationalisierung kein nennenswertes Wachstum eintritt. Im Best-Case legen beide Geräte deutlich an Umsatz zu.

### Strategische Implikationen durch die Analyse

Für die zukünftige Ausrichtung des Produktprogrammes können drei wesentliche strategische Implikationen abgeleitet werden.

Im Bereich **digitaler Schnittstellen** ist ungewiss, welches Schnittstellenprotokoll sich am Markt durchsetzen wird. Digitale Schnittstellen haben aktuell eine untergeordnete Bedeutung, lediglich das Flachwasser-Premiumgerät bedient hier einen kleinen Markt. Es muss allerdings davon ausgegangen werden, dass diese Situation sich in Zukunft ändert und die Technologie für alle Premiumgeräte relevant wird. Sehr langfristig betrachtet ist es sogar möglich, dass analoge Schnittstellen im Premiumbereich gänzlich verdrängt werden könnten. Somit sollte für diese Technologie in Zukunft Flexibilität vorgehalten werden. Im nachfolgenden Methodenteil der Programmstrukturierung sollen deshalb Konzepte entwickelt werden, die für Premiumgeräte flexibel unterschiedliche Möglichkeiten für digitale Schnittstellen bereitstellen.

Bei den Flachwasser-Geräten ist das **Low-End Segment** unzureichend abgedeckt. Das Basisgerät ist zu hoch positioniert, was die Produktfamilie in zweierlei Hinsicht angreifbar macht, Bild 5-32. Erstens kann leicht ein Angriff des Basisgerätes „von unten“ erfolgen. Dies betrifft Konkurrenzprodukte, die einen geringeren, aber für den Markt ausreichenden Funktionsumfang aufweisen und preiswerter sind. Zweitens kann das Basisgerät „von oben“ angegriffen werden. Dies bedeutet, dass ein Konkurrenzprodukt auf den Markt gebracht wird, welches eine leicht höhere Funktionalität aufweist, damit schon als „Premium“ empfunden wird aber und nur unwesentlich teurer ist. Die Positionierung des Premiumgerätes kann aufgrund seiner sehr hohen Konfiguration als konstant angenommen werden.

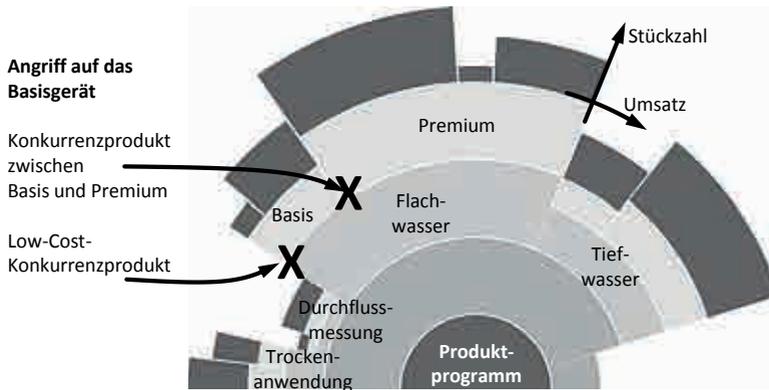


Bild 5-32: Zwei Angriffsarten auf das Basisgerät

Für die zukünftige Ausrichtung des Programmes ist es wichtig, die Lücken zu schließen, um eine genauere Marktausrichtung bei den Flachwassergeräten zu ermöglichen. Hierzu wäre ein neues Low-End Gerät unterhalb des Basisgerätes geeignet. Dieses müsste besonders kostengünstig zu entwickeln und zu fertigen sein, eine Anforderung für Konzepte der Programmstrukturierung in der nächsten Phase der Methode. Wenn gleichzeitig die Herstellkos-

ten des Basisgerätes durch eine optimierte Produktstruktur gesenkt werden, könnte dies leicht günstiger angeboten werden und würde so unempfindlicher gegenüber einem möglichen Konkurrenzprodukt mit höherer Funktionalität werden. Allerdings birgt ein neues Low-End Gerät interne Gefahren, Bild 5-33.

Im Falle zu hoher Funktionalität könnte das Basisgerät Flachwasser gefährdet werden, im Falle von fehlender Eintauchmöglichkeit jedoch die Trockengeräte. Eine geeignete Konfiguration zur Vermeidung von Kannibalisierungseffekten wäre somit ein bis 1m wasserdichtes Gerät mit bewusst sehr geringer Funktionalität. Die technische Konzipierung eines solchen Gerätes fällt in die nächste Phase der Methode.

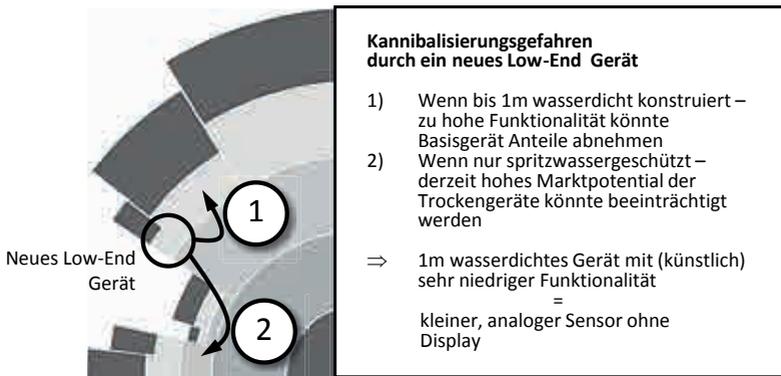


Bild 5-33: Kannibalisierungsgefahren durch ein neues Low-End Gerät

Bei den Geräten zur **Durchflussmessung** liegt eine schwer kalkulierbare Marktsituation vor, da die aktuellen Geräte nur geringen Umsatz bei sehr schlechten Margen aufgrund der aufwendigen Herstellung in Einzelfertigung erzielen. Grundsätzlich bieten sich hier vier strategische Alternativen an.

- Die Situation wird unverändert beibehalten. Trotz geringem Profit dient die Produktfamilie als Türöffner für Systemverkäufe und steht für den Fall einer konjunkturellen Belebung des Marktes bereit.
- Das sehr unprofitable und wenig verkaufte Basisgerät wird aufgegeben. Das Unternehmen würde bei reduziertem Angebot strategisch im Geschäft bleiben.
- Die Produktfamilie wird insgesamt aufgegeben. Potentiell vorteilhaft wäre hier eine Schärfung auf das Kerngeschäft, potentiell nachteilhaft wäre der Verlust eines Vertriebsargumentes für Systemkäufer.
- Eines oder beide Produkte werden neu entwickelt, um den Marktanforderungen besser gerecht zu werden. Hierbei könnten technologische Synergieeffekte mit anderen Produktfamilien des Unternehmens gesucht werden, um eine höhere Profitabilität durch Übernahmeteile zu erzielen. Nachteilig ist hier allerdings der zusätzliche Ent-

wicklungsaufwand, dessen Deckung durch zukünftige Verkäufe nur schwer absehbar ist.

Bild 5-34 zeigt entsprechende Aktionen in PSM-Darstellungen. Links gezeigt ist die Eliminierung des Basisgerätes Durchflussmessung. Durch diese Aktion könnte das Unternehmen aufwandsneutral im Markt bleiben, hätte allerdings kaum Aussichten auf eine nachhaltige Verbesserung der eigenen Position im Durchflussmessgeräte-Markt. Rechts gezeigt ist die Eliminierung der Produktfamilie Durchflussmessung mit gleichzeitiger Neuentwicklung des Premiumgerätes. Dieses neu entwickelte Gerät könnte dann mit Übernahmeeffekten als Zusatzgerät der Produktlinie Flachwasser geführt werden, da eine Eintauchtiefe bis 1m technisch ausreichend zur Durchflussmessung ist.

**Durchflussmessung/Basis eliminieren**  
Durchflussmessung/Premium beibehalten

**Durchflussmessung/Basis und Premium eliminieren**  
**Durchflussmessung/Premium neu entwickeln**

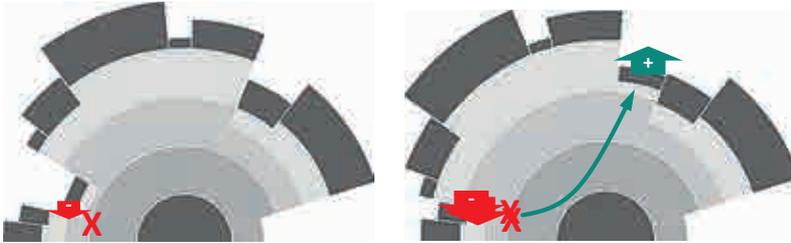


Bild 5-34: Mögliche Programmverschiebungen im Bereich Durchflussmessgeräte

Da das Unternehmen keine eigentliche Vorherrschaft bei den Durchflussmessgeräten anstrebt, Kerngeschäft sind Qualitätsmessgeräte, scheint eine Eliminierung des Basisgerätes angemessen. Dieses wird ohnehin selten verkauft und ist aufgrund seiner vergleichsweise hohen Funktionalität nicht marktgerecht ausgerichtet. Ein Verbleib im Markt ist aber wünschenswert, um gegenüber Systemkäufern ein vollständiges Systemprogramm vorhalten zu können. Somit wäre es sinnvoll, das Premiumgerät mit einem hohen Gleichteilanteil gegenüber den Flachwassergeräten, idealerweise realisiert als Zusatzmodul, neu zu entwickeln. Ein hoher Gleichteilanteil würde den Entwicklungs- und Fertigungsaufwand gering halten, die Komplexität senken und die Profitabilität des Gerätes sicherstellen. Die technologische Konzepterstellung dieses Gerätes fällt in die nächste Phase der Methode.

Basierend auf den Best-/Worst-Case Szenarien und den strategischen Implikationen wird im nächsten Schritt eine **Extrapolation** erarbeitet. Diese ist produktfamilienweise in Anhang A4 erläutert. Bild 5-35 zeigt die entwickelte Extrapolation im PSM-Umsatzvergleich. Diese erweiterte Darstellungsform ermöglicht durch eigene Grundradien pro Stufe einen direkten Vergleich der Umsätze der Produkte. Größte Umsatzanteile hätten in diesem Szenario Tiefwasser/Premium und Flachwasser/Premium gefolgt von Flachwasser/Basis, Flachwasser/Premium/Pumpe und Tiefwasser/Basis.

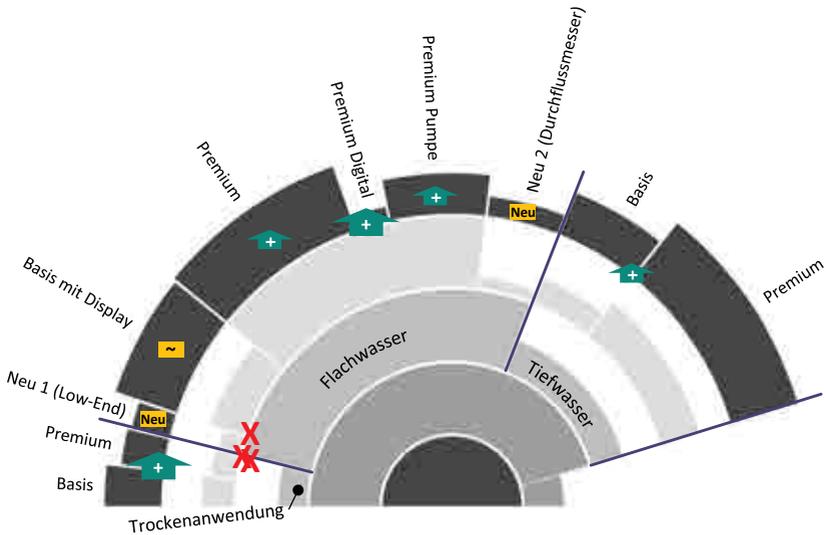


Bild 5-35: Extrapolation in PSM-Umsatzvergleich Darstellung

Aufgabe der nächsten Phase der Methode ist die Erarbeitung von strategischen Übernahme-komponenten für die entwickelte Extrapolation.

### 5.4 Phase 2 – Programmstrukturierung

In der zweiten Phase der Methode wird aufbauend auf der entwickelten Extrapolation die Komponentenstruktur des Produktprogrammes geplant um potentielle Übernahmekandidaten zu konzipieren. Phase zwei ist in Bild 5-36 gezeigt.

Phasen der Methode	Schritte der Methode	Eingesetzte Werkzeuge (hinsichtlich)
Phase 2 Programm- strukturierung	2.1 Konzipierung von Übernahmekandidaten	G. Invertierter Vielfaltsbaum (Produktprogramm) H. Carryover Assignment Plan CAP (Produkte und Komponenten)
	2.2 Ableitung von Programmkonzepten	I. Module Interface Graphs MIG (entwickeltes Programmkonzept) J. Vielfaltsbaum (entwickeltes Programmkonzept) K. Kennzahlbewertung (entwickeltes Programmkonzept)

Bild 5-36: Phase 2 der Methode

Im Falle von mehreren Extrapolationen ist diese Prozedur für jedes Szenario durchzuführen. Die abschließenden Kennzahlen geben dann Aufschluss, welches Szenario unter dem Aspekt der Maximierung von Übernahmekomponenten vielversprechender ist.

**5.4.1 Konzipierung von Übernahmekandidaten**

Als erster Schritt zeigt Bild 5-37 als Ausgangsbasis eine MIG-Übersicht der in der Extrapolation (Bild 5-35) geplanten Produkte. Die Übersicht ist weitgehend identisch mit der Analyse des Ist-Standes (vgl. Bild 5-26), allerdings sind die Eliminierung von Flachwasser-Basis ohne Display und Durchflussmessung-Basis berücksichtigt. Die beiden neu zu entwickelnden Produkte „Neu 1“ (=Flachwasser Low-End Gerät) und „Neu 2“ (=Durchflussmessgerät in der Flachwasser-Produktlinie) sind hier bereits eingefügt. „Neu 2“ basiert dabei auf dem bestehenden und in der Extrapolation eliminierten Premium-Durchflussmessgerät.

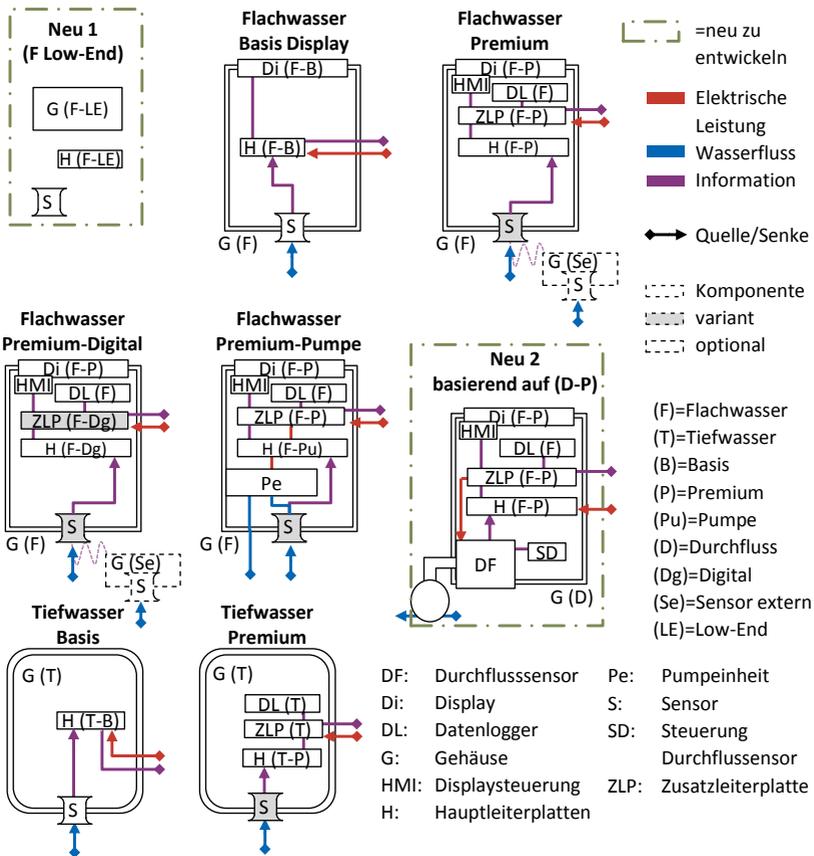


Bild 5-37: MIG-Darstellung des Produktprogrammes Extrapolation

Für „Neu 1“ wurden die erfahrungsgemäß minimal erforderlichen Komponenten für ein Messgerät der beschriebenen Funktionalität angenommen. Minimal erforderlich sind in diesem Fall ein Gehäuse, eine Hauptleiterplatte und ein Sensor.

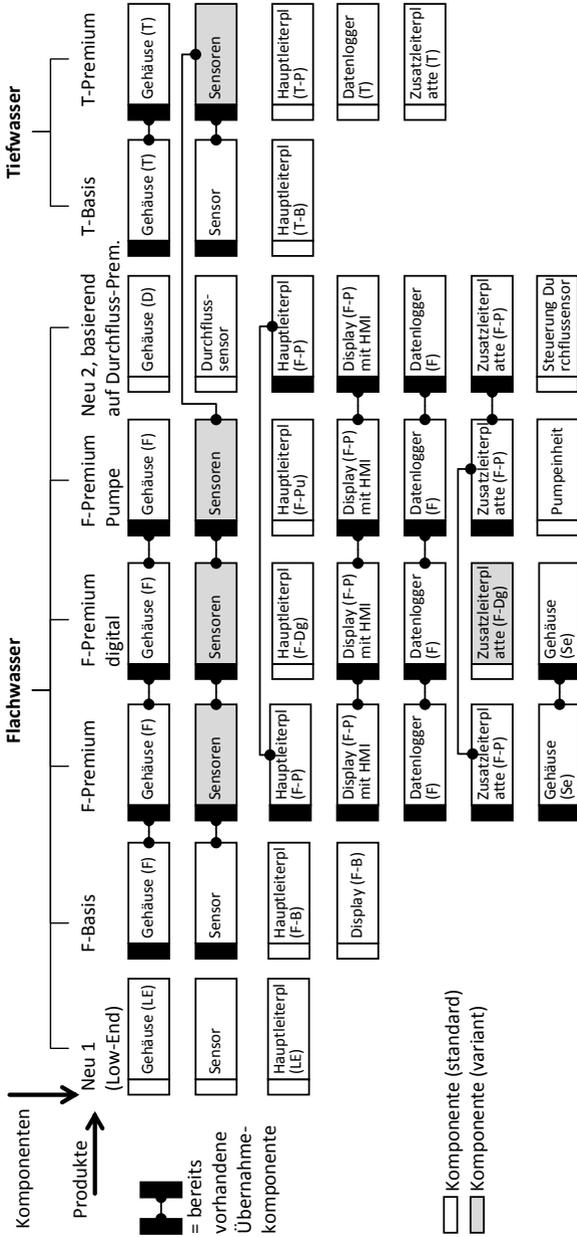
Als Vorbereitung für die Konzipierung von potentiellen Übernahmekomponenten wird die MIG-Darstellung des Produktprogrammes in eine tabellarische Auflistung aller Komponenten übertragen. Diese ist in Tabelle 5-2 gezeigt.

Tabelle 5-2: Komponentenliste Produktprogramm Extrapolation

Produkte	Komponenten	Produkte	Komponenten
Neu 1, (F) Low-End	Gehäuse (LE)	(F) Premium mit Pumpe	Gehäuse (F)
	Sensor		Sensoren
	Hauptleiterplatte (LE)		Hauptleiterplatte (F-Pu)
(F) Basis	Gehäuse (F)		Display (F-P) mit HMI
	Sensor		Datenlogger (F)
	Hauptleiterplatte (F-B)		Zusatzleiterplatte (F-P)
	Display (F-B)		Pumpeinheit
(F) Premium	Gehäuse (F)	Neu 2, Durchfluss- messer, basierend auf (D-P)	Gehäuse (D)
	Sensoren		Durchfluss-sensor
	Hauptleiterplatte (F-P)		Hauptleiterplatte (F-P)
	Display (F-P) mit HMI		Display (F-P) mit HMI
	Datenlogger (F)		Datenlogger (F)
	Zusatzleiterplatte (F-P)		Zusatzleiterplatte (F-P)
	Gehäuse (Se)	Steuerung Durchfluss-sensor	
(F) Premium digital	Gehäuse (F)	(T) Basis	Gehäuse (T)
	Sensoren		Sensor
	Hauptleiterplatte (F-Dg)		Hauptleiterplatte (T-B)
	Display (F-P) mit HMI	(T) Premium	Gehäuse (T)
	Datenlogger (F)		Hauptleiterplatte (T-P)
	Zusatzleiterplatte (F-Dg)		Sensoren
	Gehäuse (Se)		Datenlogger (T)
		Zusatzleiterplatte (T)	

(F)=Flachwasser, (T)=Tiefwasser, (B)=Basis,  
(P)=Premium, (Pu)=Pumpe, (D)=Durchfluss, (Dg)=Digital, (Se)=Sensor extern, (LE)=Low-End

Um bereits bestehende Übernahmekomponenten und Varianz besser visualisieren zu können, zeigt Bild 5-38 diese Komponentenliste als Carryover Assignment Plan (CAP), der den Ist-Zustand darstellt. Wie in diesem CAP sichtbar ist, sind bei den Premiumgeräten die Sensoren in verschiedenen Varianten vorhanden sowie die Zusatzleiterplatten beim digitalen Flachwassergerät. Es sind an mehreren Stellen bereits Übernahmekomponenten realisiert, hierzu gehören die Gehäuse der Tiefwassergeräte und die der bereits existierenden Flachwassergeräte.



(F)=Flachwasser, (T)=Tiefwasser, (B)=Basis, (P)=Pumpe, (D)=Durchfluss, (Dg)=Digital, (Se)=Sensor extern, (LE)=Low-End

Bild 5-38: CAP Ist-Aufnahme

Sämtliche Qualitätsmess-Sensoren sind standardisiert. Display und Datenlogger sind bei den Flachwasser-Premiumgeräten wie auch bei dem bestehenden Premium-Durchflussmessgerät standardisiert. Gleiches trifft für die Zusatzleiterplatten zu, hier verwendet jedoch das digitale Gerät ein eigenes Set von Leiterplatten. Sofern ein externer Sensor verwendet werden kann, ist dieser standardisiert.

Die Hauptleiterplatten sind im Wesentlichen produktspezifisch ausgeführt, lediglich Flachwasser-Premium und das bestehende Durchflussmessgerät-Premium haben diese als Übernahmekomponente. Zur Konzipierung von Übernahmekandidaten wird die in Tabelle 5-2 gezeigte Komponentenliste durch Merkmale bezüglich Identifikation und Klassifikation erweitert (vgl. Kapitel 5.2.3).

Bild 5-39 zeigt den so entstandenen Vergleich für das zu untersuchende Produktprogramm, Teil 2 ist im Anhang A5 enthalten. Im ersten Schritt werden die bereits bestehenden Übernahmekomponenten (schwarze Felder) aus dem vorangegangenen Ist-CAP übertragen. Beispielsweise sind die Flachwassergehäuse bereits gleich ausgeführt, im jeweiligen grauen Feld sind die zusammengehörigen Komponentennummern, hier 4, 8, 15 und 22 vermerkt. Im nächsten Schritt werden diejenigen Komponenten, welche noch keine Übernahmekomponenten sind, miteinander verglichen, um weitere Übernahmepotentiale basierend auf primären und sekundären Merkmalen aufzudecken. Die potentiellen Übernahmekandidaten werden farblich markiert. Im Gegensatz zu einer Matrixdarstellung erlaubt der invertierte Vielfaltsbaum die visuelle Erarbeitung und Darstellung von Konzepten.

Nachfolgend sind exemplarisch Konzepte aus Bild 5-39 beschrieben, weitere Ausführungen sind im Anhang A5 enthalten.

Für Komponente Nr.1 [Gehäuse (LE)] kommen aufgrund des primären Merkmals „Flachwasser“ grundsätzlich alle Flachwassergehäuse als Übernahmekandidaten infrage. Es ist somit eine Kopplung mit der Komponente Nr.4, 8, 15, 22 [Gehäuse (F)] oder aber mit der Komponente Nr.14, 21 [Gehäuse (Se)] möglich. Aufgrund des sekundären Merkmals der minimal zu haltenden Größe von Komponente Nr.1 (vergleiche Bild 5-33) ist eine potentielle Übernahme zu Komponente Nr.14, 21 zu bevorzugen, weil dieses Gehäuse die geringere Baugröße hat. Somit ist ein Übernahmekandidat zwischen Nr.1 und Nr.14, 21 identifiziert worden. Die tatsächliche technische Machbarkeit wird an dieser Stelle nicht detailliert geprüft, um zunächst eine maximale Anzahl an Übernahmekandidaten zu generieren. In der Praxis ist davon auszugehen, dass die Umwandlung eines Kandidaten in eine reale Übernahmekomponente konstruktiven Änderungsaufwand erfordert. Dabei handelt es sich um eine konstruktive Anpassung der Komponenten hinsichtlich besserer Übernahmeverwendbarkeit.

Der Sensor Nr.2 von „Neu 1“ kann ohne weiteren Aufwand als Übernahmekandidat zu Nr.5, 9, 16, 23, 37, 41 beschrieben werden.

Die erforderliche Hauptleiterplatte Nr.3 von „Neu 1“ benötigt gemäß primärem Merkmal Basis-Features. Dieses primäre Merkmal hat sie mit den Komponenten Nr.6 und Nr.38 gemein. Diese beiden unterscheiden sich jedoch durch das sekundäre Merkmal der Beschichtung, welche für das Sicherheitszertifikat erforderlich ist. Durch Überdimensionierung wären

alle drei Komponenten harmonisierbar, gekennzeichnet hier durch den Übernahmekandidaten aus Nr.3, Nr.6 und Nr.38.

Produkte	Komponenten	Primäre Merkmale				Sekundäre Merkmale		Nr	Bestehende Übernahmekomponenten	Potentielle Übernahmekomponenten
		Leiterplatten	Gehäuse	Display	Mechanik	Sicherheitszertifikat	Größe			
Neu 1, (F) Low-End	Gehäuse (LE)		Flachwasser			bis 1m	minimiert	1		1, 14
	Sensor				Standard-sensor			2		2, 5
	Hauptleiterplatte (LE)	Basis-Features				Nicht erf.		3		3, 6, 38
(F) Basis	Gehäuse (F)		Flachwasser			bis 1m	standard	4	4, 8, 15, 22	
	Sensor				Standard-sensor			5	5, 9, 16, 23, 37, 41	2, 5
	Hauptleiterplatte (F-B)	Basis-Features				Beschichtet		6		3, 6, 38
	Display (F-B)			LCD			2-Zeilen	7		7, 11
(F) Premium	Gehäuse (F)		Flachwasser				standard	8	4, 8, 15, 22	
	Sensoren				Standard-sensoren			9	5, 9, 16, 23, 37, 41	
	Hauptleiterplatte (F-P)	Premium Features				Beschichtet		10	10, 31	10, 17, 24, 40
	Display (F-P) mit HMI			LCD			4-Zeilen	11	11, 18, 25, 32	7, 11
	Datenlogger (F)	DL				Beschichtet		12	12, 19, 26, 33	
	Zusatzleiterplatte (F-P)	ZLP				Beschichtet		13	13, 27, 34	
	Gehäuse (Se)		Flachwasser			bis 1m	Sensoraufnahme	14	14, 21	1, 14
(F) Premium digital	Gehäuse (F)		Flachwasser				standard	15	4, 8, 15, 22	
	Sensoren				Standard-sensoren			16	5, 9, 16, 23, 37, 41	
	Hauptleiterplatte (F-Dg)	Premium Features				Beschichtet		17		10, 17, 24, 40
	Display (F-P) mit HMI			LCD			4-Zeilen	18	11, 18, 25, 32	
	Datenlogger (F)	DL				Beschichtet		19	12, 19, 26, 33	
	Zusatzleiterplatte (F-Dg)	ZLP mit Interface				Beschichtet		20		
	Gehäuse (Se)		Flachwasser			bis 1m	Sensoraufnahme	21	14, 21	

(F)=Flachwasser, (T)=Tiefwasser, (B)=Basis, (P)=Premium, (Pu)=Pumpe, (D)=Durchfluss, (Dg)=Digital, (Se)=Sensor extern, (LE)=Low-End

Bild 5-39: Merkmalvergleich im invertierten Vielfaltsbaum, Teil 1

Die so tabellarisch erfassten Übernahmekonzepte werden in den CAP übertragen. Eine Zwischenstufe hierzu ist in Anhang A6 enthalten, die die entwickelten Rohkonzepte visualisiert. Die Hauptleiterplatten Basis und Premium sind als neue eigenständige Übernahmekonzepte sichtbar. Die weiteren Übernahmekonzepte der Gehäuse, Sensoren, Displays, Zusatzleiterplatten und Datenlogger sind neue Erweiterungen bereits existierender und grau dargestellter Übernahmekomponenten.

Der endgültige CAP, dargestellt in Bild 5-40, zeigt durchgehende Farbcodes und vereinheitlicht damit visuell bereits bestehende und neu konzipierte Übernahmekomponenten.

Weiß gekennzeichnet sind Komponenten, bei denen keine Übernahme möglich ist. Diese sollten konstruktiv unter den Aspekten der Modularität (vgl. Bild 2-3) entkoppelt werden, um die interne Vielfalt gering zu halten. Dies betrifft das neu konzipierte Durchflussmodul, welches beim Produkt „Neu 2“ die geplante Funktionalität bereitstellen soll und eine Zusammenfassung der vorherigen Komponenten „Durchfluss-Sensor“ und „Steuerung Durchfluss-Sensor“ darstellt. Ebenso wurde die Pumpeinheit nun als externes Pumpmodul separiert. Das dritte gebildete Individualmodul betrifft die digitalen Schnittstellen.

Die digitalen Schnittstellen sind als internes Zusatzmodul zur standardisierten Zusatzleiterplatte konzipiert. Die nun standardisierte Zusatzleiterplatte kann in die Premium-Hauptleiterplatte integriert werden, da alle Hauptleiterplatten stets mit Zusatzleiterplatte zu kombinieren sind. Hierdurch wird die Funktionalität der digitalen Schnittstelle modular entkoppelt, was in zweierlei Hinsicht Flexibilität bietet. Da sich noch kein einheitliches digitales Protokoll am Markt etabliert hat, können hier alternative Technologien vorgehalten werden, die vom Rest des Produktes entkoppelt sind. Zusätzlich können diese Schnittstellen aufgrund der Entkopplung zukünftig aber auch in anderen Produkten verbaut werden. Dies bietet Flexibilität für den Fall, dass sich digitale Schnittstellen insgesamt stärker durchsetzen und bei weiteren Produkten gefordert werden.

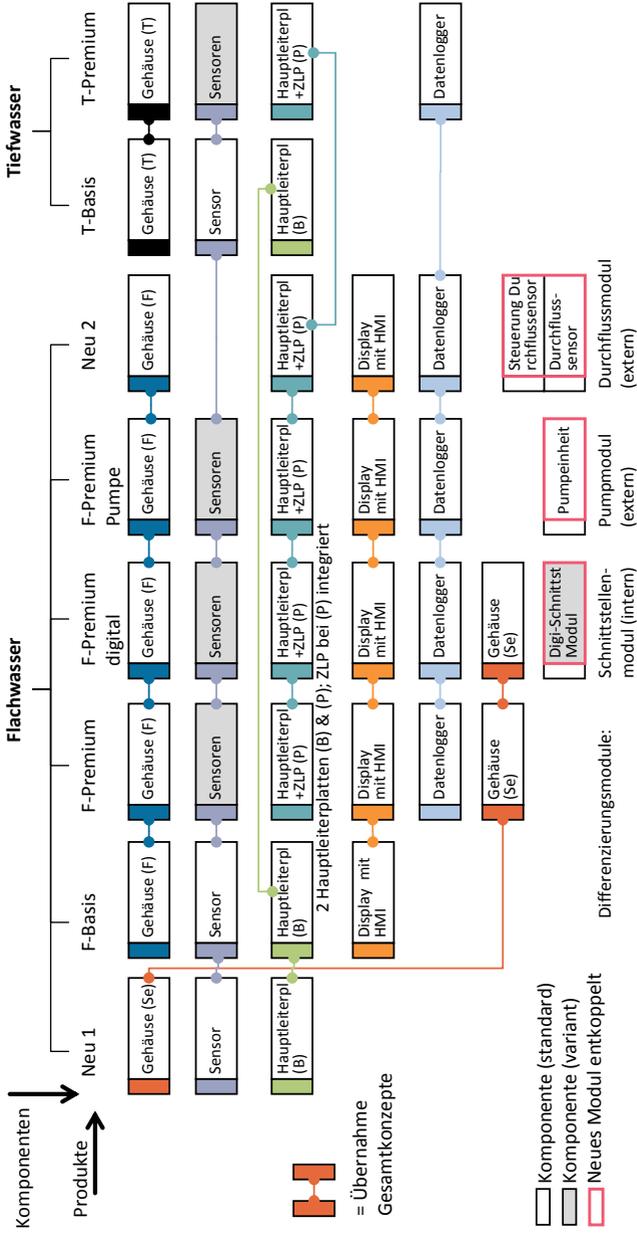


Bild 5-40: CAP nach Konzepterstellung

### 5.4.2 Programmkonzept und Bewertung

Nach der Konzeptbeschreibung im CAP folgen die Kennzahlbewertung sowie die Zusammenfassung der Ergebnisse als Input für die weiteren Methoden im integrierten PKT-Ansatz. Das Szenario wird dabei aus technischer Sicht hinsichtlich der Eignung für Übernahmekonzepte bewertet. So ist bei Verwendung mehrerer CAPs jeweils ein eigener Kennzahlsatz zu bilden. Die Ergebnisse können Szenarien untereinander, aber auch in Abgrenzung zum Ist-Zustand vergleichen.

Das Potential des entwickelten Programmkonzeptes wird mithilfe der beiden in Kapitel 5.2.3 beschriebenen Kennzahlen CP (Gleichung 1) und CS (Gleichung 2) erfasst.

Für CP sind V und N zu bestimmen.

Gemäß Bild 5-38 ergibt sich produktweise von links nach rechts  $V=3+4+5+2+2+3+2+3=24$ .

Gemäß Bild 5-40 ergibt sich produktweise von links nach rechts  $N=3+2+2+1+1+2+1+0=12$ .

Somit beträgt  $CP=50\%$ , was einer potentiellen Halbierung der Anzahl unterschiedlicher Komponenten entspricht.

Für CS sind die Farbcodes im Endkonzept zu untersuchen.

Dabei ergeben sich gemäß Bild 5-40 die Werte zu  $F_{ges}=8$  und  $F_{PF}=4$ .

Dementsprechend beträgt  $CS=50\%$ , was bedeutet, dass die Hälfte aller Übernahmekomponenten potentiell auch produktfamilienübergreifend realisiert werden kann.

Beide Kennzahlen bilden zusammen mit dem CAP-Endkonzept die Übergabeschnittstelle zur Methode nach EILMUS ET AL. [Eil12b]. Demnach kann die Anzahl unterschiedlicher Komponenten um die Hälfte reduziert werden, wovon wiederum die Hälfte der Übernahmekomponenten produktfamilienübergreifend realisiert werden können. Dieser Tatsache ist bei der weiteren Ausgestaltung dahingehend Rechnung zu tragen, dass zusätzlich zur Modularisierung im Zugkräftediagramm die unternehmensweite Lebensphasenkommunalität analysiert werden sollte.

Als Übergabeschnittstelle zu den Methoden nach Kipp [Kip12] und Blees [Ble11] werden vorliegend drei Elemente bereitgestellt. Dies betrifft erstens die Komponentenliste, gezeigt in Bild 5-41. Sie gibt eine Übersicht über die geplanten Komponenten und visualisiert die Übernahmekonzepte als Farbcode. Die Liste ist eine Zusammenfassung des CAP.

Produkte	Komponenten	Übernahme	Produkte	Komponenten	Übernahme
(F) Neu 1	Gehäuse (Se)	Orange	(F) Premium mit Pumpe	Gehäuse (F)	Blau
	Sensor	Lila		Sensoren	Lila
	Hauptleiterplatte (B)	Grün		Hauptleiterplatte (P) + ZLP	Grün
(F) Basis	Gehäuse (F)	Blau		Display mit HMI	Orange
	Sensor	Lila		Datenlogger	Lila
	Hauptleiterplatte (B)	Grün	Pumpmodul (extern)	[i]	
	Display mit HMI	Orange	(F) Durchflussmesser	Gehäuse (F)	Blau
(F) Premium	Gehäuse (F)	Blau		Hauptleiterplatte (P) + ZLP	Grün
	Sensoren	Lila		Display mit HMI	Orange
	Hauptleiterplatte (P) + ZLP	Grün		Datenlogger	Lila
	Display mit HMI	Orange		Durchflussmodul (extern)	[i]
	Datenlogger	Lila	(T) Basis	Gehäuse (T)	Grau
	Gehäuse (Se)	Orange		Sensor	Lila
(F) Premium digital	Gehäuse (F)	Blau		Hauptleiterplatte (B)	Grün
	Sensoren	Lila	(T) Premium	Gehäuse (T)	Grau
	Hauptleiterplatte (P) + ZLP	Grün		Hauptleiterplatte (P) + ZLP	Grün
	Display mit HMI	Orange		Sensoren	Lila
	Datenlogger	Lila		Datenlogger	Lila
	Digitalmodul (intern)	[i]			
	Gehäuse (Se)	Orange			

(F)=Flachwasser, (T)=Tiefwasser, (B)=Basis, (P)=Premium, (Se)=Sensor extern

 Weitgehende Realisierung durch Übernahmekomponenten, drei Individualmodule [i]

Bild 5-41: Komponentenliste

Zweitens werden die Produktkonzepte als MIGs visualisiert, Bild 5-42. Die Übernahmekonzepte sind wiederum mit Farbcodes markiert. Auch können individuelle Zusatzmodule dargestellt werden, in dem hier konzipierten Produktprogramm betrifft dies die drei Individualmodule. Das oben beschriebene Pumpmodul und Durchflussmodul ist jeweils als externer Zusatz konzipiert, während das Digital(schnittstellen-)modul gehäuseintern vorgehalten wird. Diese MIGs repräsentieren Übernahmekonzepte aus der Lebensphase „Produktplanung“ und können zur Abstimmung der finalen Modularisierung ins Module Process Chart MPC [Ble11] eingebracht werden.

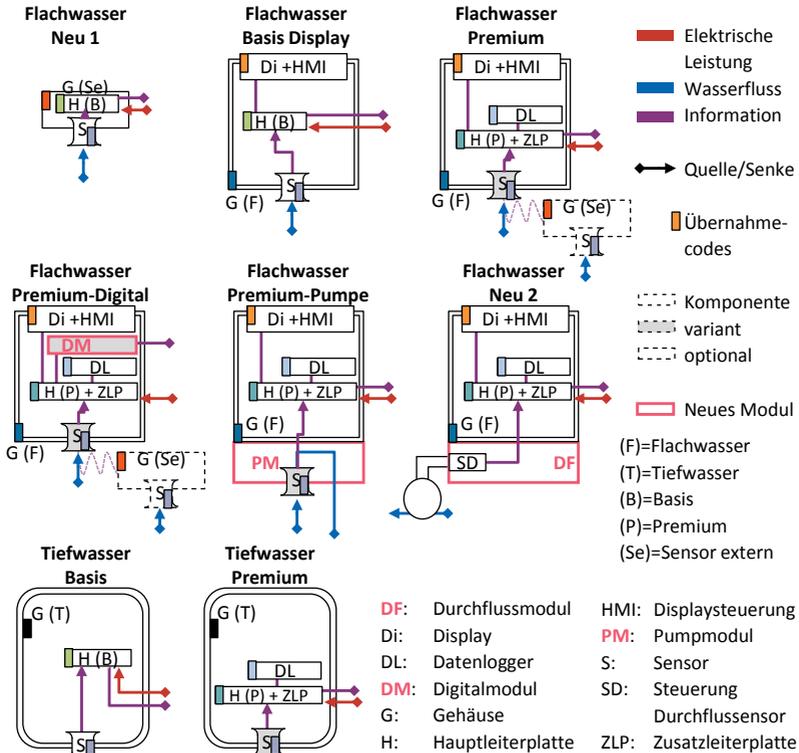


Bild 5-42: MIG des Programmkonzeptes mit Übernahmezeichnungen

Drittens wird die geplante externe Vielfalt visualisiert, Bild 5-43. Wesentliche Unterschiede zum ursprünglichen Produktprogramm betreffen hier die Aufteilungen zwischen „Flachwasser-Basis“, „Flachwasser-Low-End“ sowie „Flachwasser-Durchfluss“. Der grundsätzliche Entscheidungsweg bleibt gleich, der Kunde wählt zunächst zwischen Flachwasser und Tiefwasser, im Fall von Flachwasser zwischen Wasserqualität und Durchfluss. Im Zweig Flachwasser-Wasserqualität erfolgt dann aber abweichend die Verzweigung zwischen Low-End, Basis und Premium.

Im Zweig von Durchfluss steht keine weitere Wahl zur Verfügung, der Hersteller hat sich mit dem vorliegenden Konzept auf ein einziges Gerät für diesen speziellen Markt beschränkt, um strategisch im Geschäft zu bleiben. Aufgrund des neuen Geräteaufbaus ist hier allerdings mit deutlich geringerem Herstellungsaufwand zu rechnen.

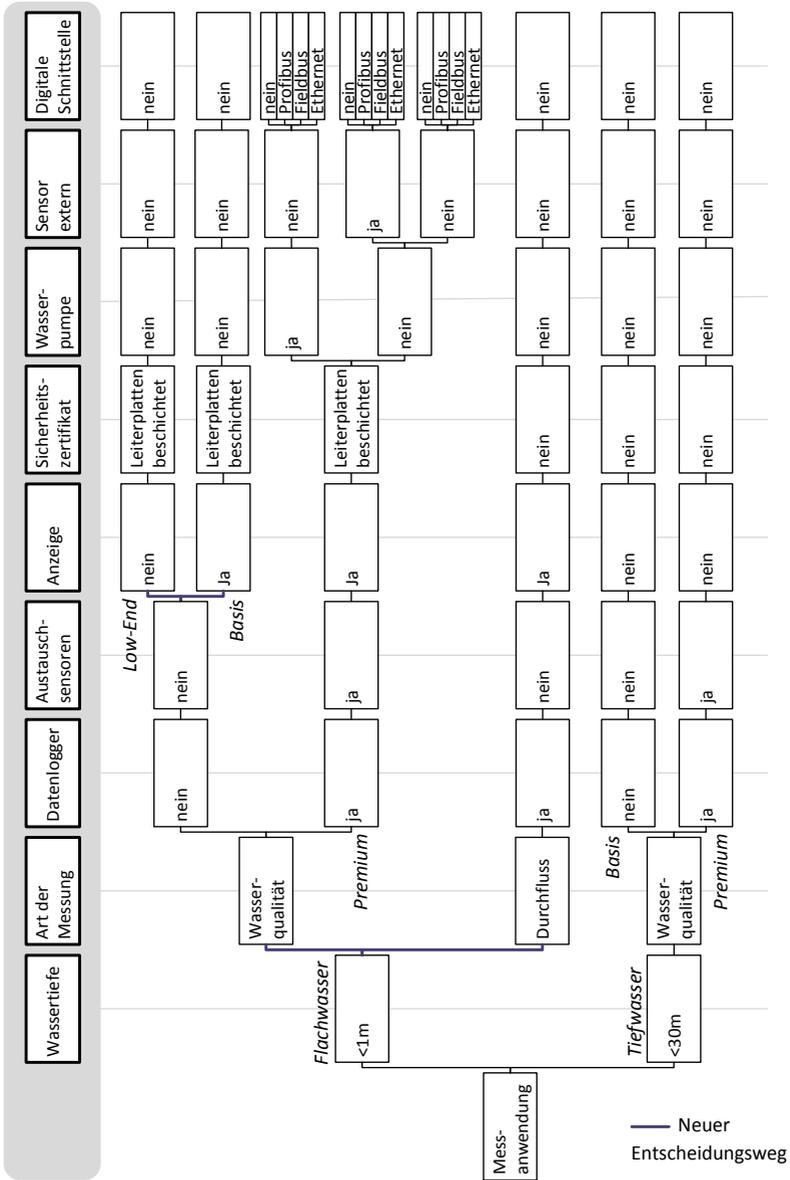


Bild 5-43: Vielfaltsbaum

## 6 Validierung an einem Fallbeispiel

In diesem Kapitel wird die Methode in einer industriellen Einzelfallstudie angewendet, um zu validieren, ob sie den vorher beschriebenen Anforderungen gerecht wird. Eine Einzelfallstudie ist u.a. dann das geeignete Mittel zur Validierung, wenn diese einen repräsentativen oder typischen Anwendungsfall betrachtet [Yin03]. Als Studienobjekt wurde die Produktplanung eines mittelständischen Unternehmens aus der Luftfahrt-Zulieferindustrie ausgewählt. Dies ist ein solcher typischer Anwendungsfall.

Die Fallstudie wurde aus dem geförderten Luftfahrtforschungsprojekt FlexGalley<sup>2</sup> zwischen dem Institut PKT und einem Partnerunternehmen abgeleitet. Untersuchungsobjekt ist ein Produktprogramm von Flugzeugkabinen-Interieurmodulen. Dies sind Teile der Inneneinrichtung von Flugzeugkabinen, mit denen Passagiere und Crew unmittelbar in Interaktion treten, wie zum Beispiel Küchen oder Stauschränke. Bestimmte Details der Fallstudie können aus Geheimhaltungsgründen nicht gezeigt werden.

Im nächsten Kapitel werden die Rahmenbedingungen der Fallstudie beschrieben. Dies betrifft die zu klärenden Hypothesen, die Teilnehmer der Studie sowie die Art der Datenerhebung. In Kapitel 6.2 und 6.3 erfolgt die eigentliche Anwendung der Methode und in 6.4 die Validierung der Methode.

### 6.1 Voraussetzungen zur Durchführung der Fallstudie

#### Hypothesen

Im Rahmen der Fallstudie soll getestet werden, ob die entwickelte Methode gegenüber dem in Kapitel 3.4 formulierten Forschungsbedarf zur strategischen Planung modularer Produktprogramme gerecht wird. Um dies zu untersuchen, sollen die nachfolgend formulierten Hypothesen durch die Fallstudie überprüft werden.

1. Die Methode ist dazu geeignet, eine mittelfristige Vorausschau der zukünftigen Struktur des Produktprogrammes zu entwickeln.
2. Das Program Structuring Model (PSM) ist dazu geeignet, sowohl Hierarchie als auch wirtschaftlich relevante Kenngrößen des Produktprogrammes zu visualisieren.

---

<sup>2</sup> Innovative Bauweise von Galleys durch eine modularisierte Baustruktur und flexible Positionierung, gefördert durch die BWVI HH im Rahmen des Hamburger Luftfahrtforschungsprogrammes

3. Das PSM ist als interdisziplinäres Planungswerkzeug geeignet und ermöglicht den Vergleich alternativer Szenarien.
4. Die Methode ist dazu geeignet, Konzepte für strategische Übernahmekandidaten zu entwickeln.
5. Beide Phasen der Methode sind programmweit anwendbar.
6. Die Methode unterstützt konstruktive Übernahmekonzepte, also die technische Modifikation von Komponenten zur Steigerung des Anteiles von Übernahmekomponenten.
7. Die kennzahlbasierte Bewertung des Übernahmepotentials ist für die praktische Anwendung geeignet und liefert relevante Vergleichsgrößen.

### **Art der Durchführung und Teilnehmer**

Die Studie wurde im Rahmen eines Kooperationsprojektes zwischen Universitätsinstitut und Industrieunternehmen durchgeführt [Jon12b]. Das mittelständische Unternehmen umfasst in etwa 200 Mitarbeiter.

Die Analysephase, Schritt 1.1 der Methode, wurde sowohl im Unternehmen als auch an der Universität durchgeführt, hierzu wurden strukturierte Interviews sowie Treffen und Produktstudien vor Ort genutzt. Zentrales Element der ersten Phase ist der Strategieworkshop, Schritt 1.2, an dem alle unten aufgeführten Rollen beteiligt waren. Die Schritte 1.3 und 2.1 der Methode wurden an der Universität durchgeführt, die Ergebnisse wurden anschließend dem Unternehmen präsentiert und gemeinsam ausgewertet.

Bei der Durchführung des Projektes waren unternehmensseitig neben dem Geschäftsführer leitende Angestellte aus den Bereichen

- Vertrieb/Marketing,
- Technische Entwicklung,
- Forschung und
- Programm-Management

beteiligt.

Vor Beginn des Projektes wurden die Teilnehmer nach der aktuellem Ablauf und Methodenutzung in der Produktplanung befragt. Hierzu gaben die Mitarbeiter an, dass

- der planerische Horizont derzeit mit max. 12 Monaten eher die Produktionsplanung betrifft,
- eine strategische Planung des Gesamtproduktprogrammes nicht erfolgt,
- unregelmäßige Besprechungen zur zukünftigen Ausrichtung des Unternehmens stattfinden.

### Datenerhebung

Um die Hypothesen abgleichen zu können, müssen entsprechende Daten durch das Projekt gewonnen werden können. Folgende Daten müssen hierzu in ausreichender Aussagekraft bereitgestellt werden.

1. Die Methode soll eine mittelfristige Vorausschau ermöglichen. In diesem Zusammenhang muss ein geeigneter Zeithorizont ermittelt und ein geeignetes Ergebnis entwickelt werden können.
2. Das PSM muss das Gesamtproduktprogramm sowohl hierarchisch als auch durch wirtschaftliche Grundkenngrößen darstellen können.
3. Inwiefern das PSM als Werkzeug zur interdisziplinären Planung geeignet ist, muss durch Beobachtungen im Projektverlauf ermittelt werden.
4. Anhand des CAP kann in einem vorher/nachher-Vergleich überprüft werden, ob geeignete Übernahmekonzepte entwickelt wurden.
5. Um eine programmweite Anwendbarkeit zu dokumentieren, ist im Projektverlauf zu beobachten, ob und wenn ja warum von diesem geplanten Betrachtungshorizont abgewichen wurde.
6. Anhand des Endergebnisses, welches durch die Übergabeschnittstelle zu den nachfolgenden Methoden dargestellt wird, ist zu überprüfen, ob und wie auch konstruktive Optimierungskonzepte entwickelt werden konnten.
7. Für eine kennzahlbasierte Bewertung der entwickelten Konzepte ist zunächst zu prüfen, ob die Bildung der Kennzahlen überhaupt möglich ist. Anschließend ist zu ermitteln, inwiefern die Kennzahlen sinnvolle Größen für den Vergleich alternativer Konzepte darstellen.

## 6.2 Phase 1 – Szenarioentwicklung

Nachfolgend wird im Rahmen der ersten Phase der Methode die Entwicklung von Trends auf Produktfamilienebene und Szenarien auf Produktprogrammebene durchgeführt.

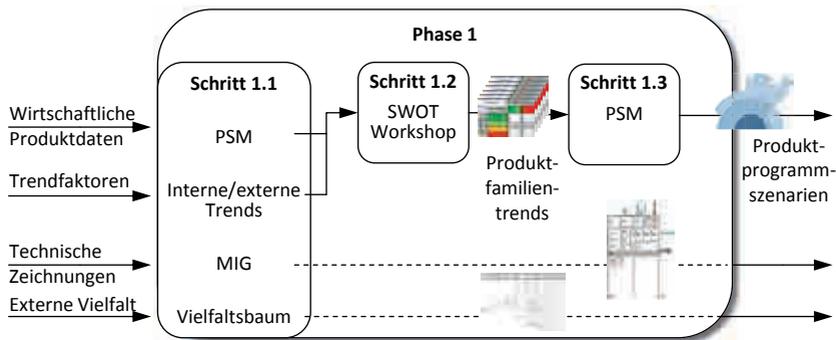


Bild 6-1: Informationsflüsse in Phase 1



Social Areas, die unter *misc. Interior* zusammengefasst sind. Im Bereich *After-Sales* werden Dienstleistungen, wie Reparaturen, Wiederaufarbeitungen und Zertifizierungen, durchgeführt sowie Verkauf von Ersatzteilen und Einbaugeräten wie Öfen.

VIP-Galleys werden in geringer Stückzahl hergestellt, aber haben dennoch einen nennenswerten Umsatzbeitrag. In diesem Zusammenhang gibt eine farbliche Hinterlegung der Margen weiteren Aufschluss über die Profitabilität der einzelnen Elemente der Hierarchiestufen, die hier nicht dargestellt sind.

Als nächstes erfolgte die technische Analyse der Produktfamilien der untersuchten Geschäftsperioden mittels MIGs und Vielfaltsbäumen. Bild 6-3 zeigt links als typisches Produkt eine sogenannte Twin-Aisle G3 Galley [Jon09b] und rechts deren MIG. Diese G3 kann im unteren Bereich vier Trolleys aufnehmen. Das Produkt ist integral gestaltet und weist somit keinerlei Modularität auf.

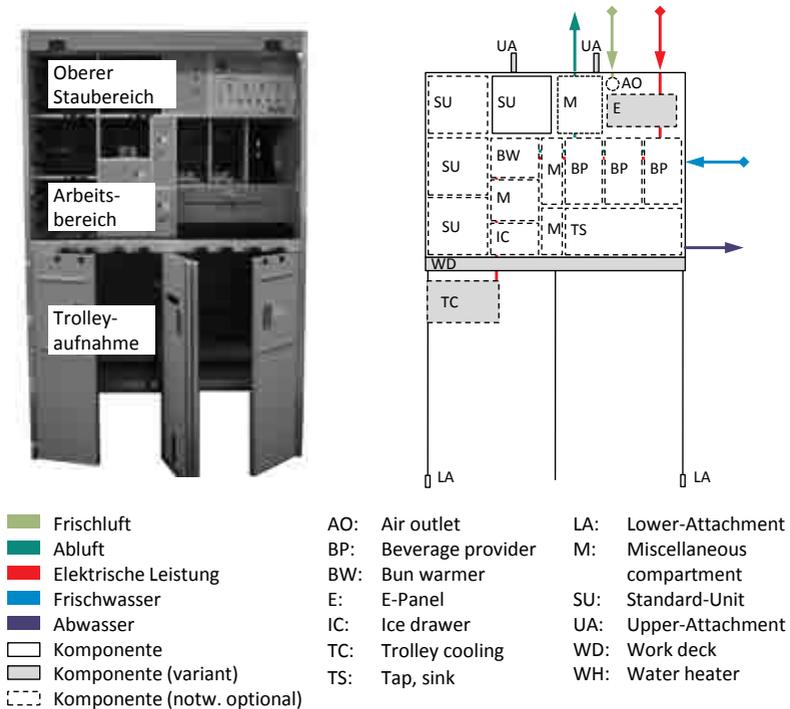


Bild 6-3: 4-Twin-Aisle G3 (links) und deren MIG, vgl. [Jon09b]

In der Trolleyaufnahme können acht Half-Size oder vier Full-Size Trolleys untergebracht werden, deren Kühlung mit den drei Systemvarianten Air-Over, Air-Through oder ohne realisiert wird. Im oberen Staubereich sind Aufnahmen für sogenannte Standard-Units und ein E-Panel vorhanden. Standard-Units (SU) sind Kisten, in denen lose Gegenstände, wie Speisen, Ge-

tränkedosens oder Verkaufsartikel, gelagert werden. Das E-Panel ist eine Schalter- und Sicherungsbox, welche die vom Flugzeug kommende elektrische Leistung an die Verbraucher in der Galley verteilt. Das E-Panel hat entweder 1-fache oder 1,5-fache SU-Breite, es wird dann, wie hier gezeigt, noch ein Staufach verbaut. Der eigentliche Arbeitsbereich der Galley ist variant mit unterschiedlichen Einheiten bestückt, eine Analyse aller verkauften Produkte aus den letzten beiden Geschäftsperioden zeigt dazu keinerlei konstruktive Systematik. Aus diesem Grund geht die produzierte Anzahl einer Variante gegen 1, was aufgrund der integralen Bauweise entsprechend hohen Aufwand insbesondere in Konstruktion, Nachweis und Fertigung erzeugt. In der vorliegenden Variante sind zwei SU-Aufnahmen, Brötchenwärmer, Eischublade, Staufächer, Getränkezubereiter sowie Wasserhahn und Abflussbecken verbaut. Das Produkt wird mittels unteren Anbindungspunkten und einem Upper-Attachment im Flugzeug befestigt. Das Upper-Attachment ist je nach Einbauposition variant [Kra11b]. An das Gesamtprodukt Galley werden aufgrund des Einsatzes in Luftfahrzeugen hohe mechanische und werkstofftechnische Anforderungen gestellt. Mechanisch betrifft dies quasistatische Lasten bei Emergency-Landing-Condition (u.a. 9g vorwärts, 3g seitwärts) und dynamische Lasten durch starke Vibrationen beim Verlust einer Triebwerksschaukel (Blade-Loss-Imbalance, „windmilling“ [Eas12, Rtc07]). Werkstoffseitig müssen u.a. Vorschriften zu Brand- und Rauchverhalten sowie Giftigkeit eingehalten werden [Eas12]. Die Produkte können in eigenen Unternehmen zertifiziert werden.

In Ergänzung zum PSM und der vorgestellten Twin-Aisle G3 zeigt Bild 6-4 eine Übersicht aller Mitglieder der Produktlinie „Galleys commercial“ in Analogie zu Bild 2-1. Die Einzelprodukte der beiden Produktfamilien sind für unterschiedliche Bauplätze in den Rumpftypen vorgesehen und tragen deshalb deren Bauplatznummern. Das vorgestellte Produkt Twin-Aisle G3 gibt es wiederum in mehreren Varianten, die sich insbesondere durch das Equipment (Öfen, Staufächer, ...) sowie das verwendete Kühlsystem unterscheiden.

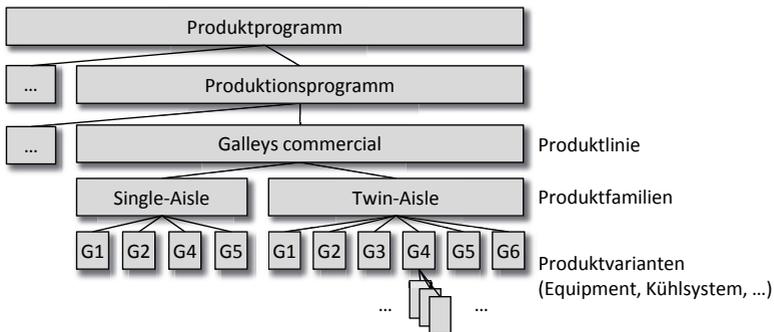


Bild 6-4: Mitglieder der Produktlinie Galleys commercial

Bild 6-5 zeigt als weiteres Beispiel den MIG einer Single-Aisle G5 Galley, die bei den schmalen Rumpfquerschnitten zentriert im Heck verbaut wird, vergleiche [Ble08, Jon09a].

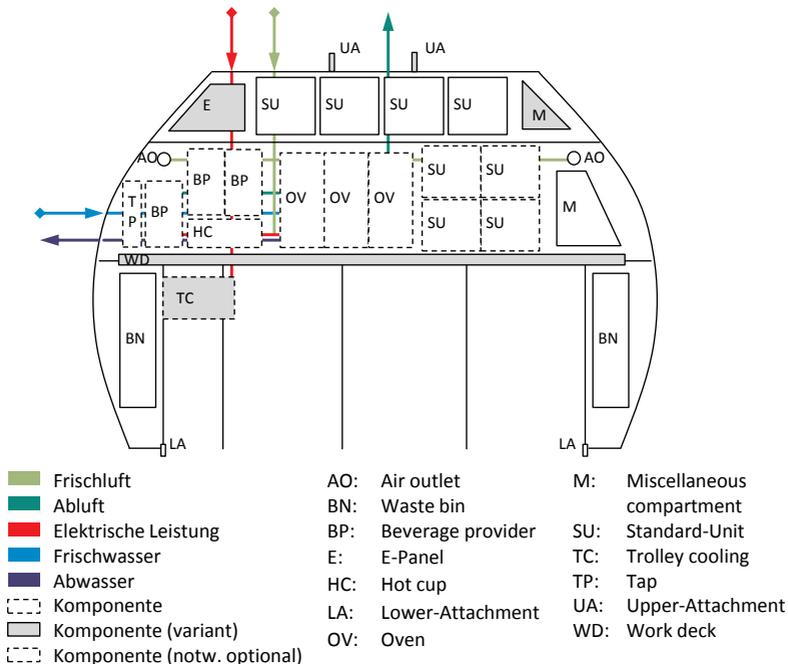


Bild 6-5: MIG G5 Single-Aisle, vgl. [Jon09a]

Der Produktaufbau bei der Single-Aisle G5 ist ähnlich dem der Twin-Aisle G3. Wieder befindet sich im unteren Bereich die Trolleyaufnahme mit variantem Kühlsystem. Zusätzlich sind bei der Single-Aisle G5 zwei Abfallbehälter angebracht, das gesamte Produkt ist von der Form der Rumpfkontur des wesentlich kleineren Single-Aisle Querschnittes angepasst. Im oberen Bereich befinden sich wieder ein variantes E-Panel sowie standardmäßig ein Staufach. Im mittleren Bereich sind hier drei Öfen sowie vier SU-Aufnahmen und ein Staufach verbaut. Zusätzlich gibt es in Flugrichtung rechts eine Ansammlung der Einbaugeräte Getränkezubereiter, Tassenwärmer sowie Wasserhahn und Becken. Die Öfen sind als Dampföfen ausgeführt und benötigen deshalb eine Zu- und Abwasserleitung. An den meisten Geräten wird hinten Abluft über eine Sammelschiene abgesaugt, die Zuluft wird durch zwei kleine Ausblasöffnungen in die Kabine geführt. Die hintere Sammelschiene ist als variante Blech-Schweißkonstruktion ausgeführt. Das Upper-Attachment ist auch hier entsprechend flugzeugseitiger Spezifikationen variant ausgeführt. Eine Analyse aller verkauften Produkte der beiden untersuchten Geschäftsperioden hat analog zu oben gezeigt, dass bezüglich der Varianz des Produktes im mittleren Arbeitsbereich keine erkennbare Systematik vorhanden ist. Integrale Bauweise und Einzelkonstruktion führen zu langen Lieferzeiten, unregelmäßiger Produktionsauslastung und schlechter Kapazitätsplanung.

Bild 6-6 zeigt exemplarisch den Vielfaltsbaum für die Produktfamilie Galleys commercial Twin-Aisle.

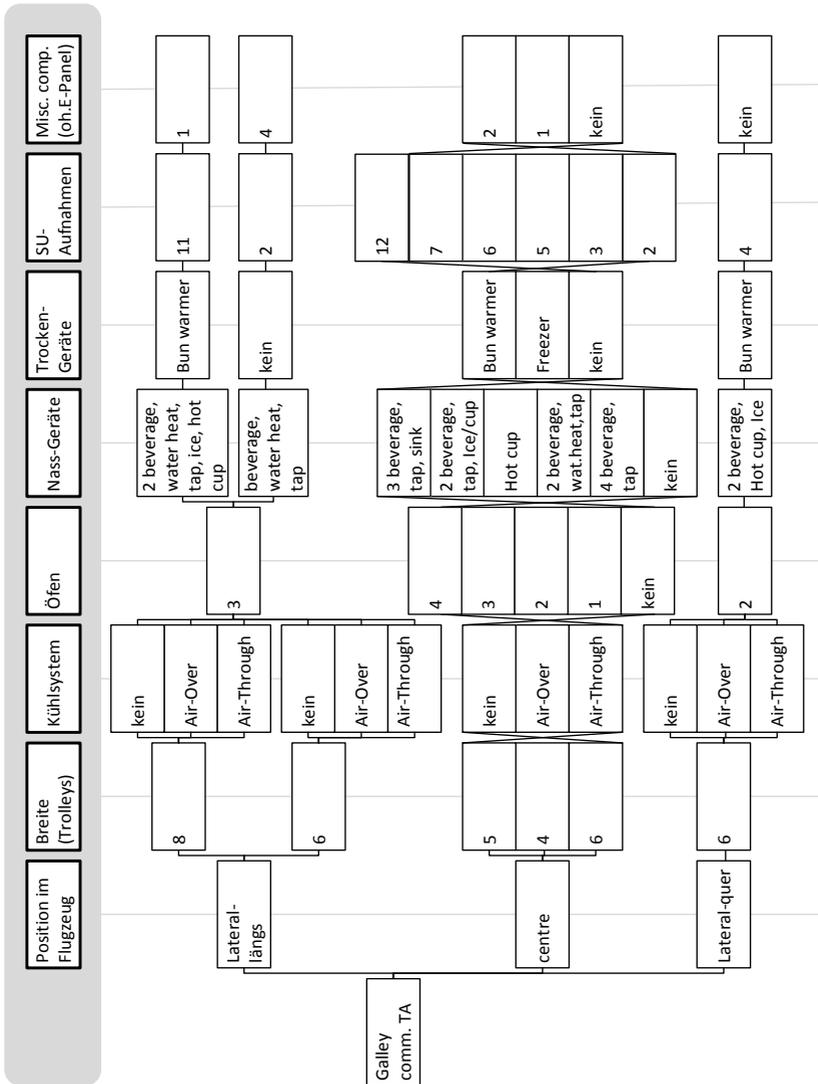


Bild 6-6: Vielfaltsbaum Galleys commercial Twin-Aisle

Wichtigstes Unterscheidungsattribut sind die Position im Flugzeug sowie die Anzahl der aufnehmbaren Trolleys, da diese die Breite des Produktes und somit dessen Verwendungsart in

der beengten Flugzeugkabine festlegt. Weiterhin ist das verwendete Kühlsystem wichtig, da hiervon die Verwendungsmöglichkeiten der Trolleyaufnahme abhängen. Es folgen Attribute bezüglich der verbauten Öfen, Nass- und Trockengeräte sowie SU-Aufnahmen und Staufächer. Bei den Centre-Galleys ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nur eine Zusammenfassung möglicher Ausprägungen und nicht deren Kombinatorik dargestellt.

Im letzten Schritt wurden die Trendfaktoren als Vorbereitung für die Vorausschau aufgenommen und für die Verwendung im Workshop aufbereitet. Die Aufnahme der Faktoren erfolgte zusammen mit den Abteilungen Vertrieb/Marketing und Forschung/Entwicklung, die Vorbereitung erfolgte durch Telefoninterviews. Ziel war es dabei, anhand des Gesprächsleitfadens die Trendfaktoren zu sammeln und zu strukturieren. Die Analyse wurde im Projektrahmen dahingehend eingeschränkt, dass nur unternehmensinterne Personen interviewt wurden und die Produktlinie „misc. Interior“ aufgrund des sehr volatilen Marktes und der untergeordneten strategischen Bedeutung nicht näher betrachtet wurde. Tabelle 6-1 gibt eine Übersicht über die quantitative Verteilung der Faktoren und Beispiele.

Tabelle 6-1: Verteilung und Beispiele der ermittelten Trendfaktoren

	Interne Faktoren	Externe Faktoren
Allgemeiner Teil	<p>10 Faktoren Stärken und Schwächen des Unternehmens</p> <p><i>z.B. Flexibilität bzgl. Änderungen</i></p>	<p>18 Faktoren</p> <p><i>z.B. Wachstum Leasingmarkt</i></p>
Spezifischer Teil	<p>22 spezifische Faktoren für fünf Produktlinien, Aufteilung in Stärken/Schwächen</p> <p><i>z.B. Qualität Stowages</i></p>	<p>20 spezifische Faktoren für fünf Produktlinien, Aufteilung in Chancen/Risiken.</p> <p><i>z.B. Wechsel SFE zu BFE Large-Body</i></p>

### 6.2.2 Szenarioerstellung

Als Grundlage für den Workshop wurde zunächst der zu betrachtende Zeithorizont mit etwa drei Jahren bestimmt. Dies erschien in Abstimmung mit den Beteiligten sinnvoll, weil die Kabinenausstattungsbranche aufgrund häufiger Flugzeug-Weiterverkäufe, der Zunahme des Leasinggeschäftes, einer Konsolidierung der Anbieterstruktur und aktuell neuer Flugzeugtypen einer vergleichsweise hohen Volatilität unterliegt. Regelmäßige Besuche auf Leitmessern bestätigten dies.

Der Workshop wurde am Stück durchgeführt. Teilgenommen haben der Geschäftsführer sowie Führungskräfte aus Marketing/Vertrieb, Forschung/Entwicklung und Programm-Management. Verwendet wurden die vorbereiteten erweiterten SWOT-Matrizen, die PSM-Ausdrücke beider Geschäftsperioden, Übersichten der Trendfaktoren sowie Einzelausdrücke aller Trendfaktoren. Entsprechend der Reihenfolge im PSM wurden die Produktlinien sequentiell abgearbeitet, wobei für jede Produktlinie eine SWOT-Matrix verwendet wurde. In den Feldern wurden die spezifischen Trends der Produktfamilien festgehalten. Aufgrund der Vielzahl von Produkten wurde die Betrachtungsgranularität des Workshops auf Produktfamilien festgelegt. Ergebnis des Workshops sind Einzeltrends aller Produktfamilien, wobei für

„misc. Interior“, wie oben beschrieben, nur eine grobe Einschätzung vorgenommen wurde. Als Nachbereitung des Workshops werden aus den Einzeltrends mit dem Best-/Worst-Case Ansatz zunächst die beiden Extremszenarien extrahiert und im PSM dargestellt. Darauf aufbauend werden Extrapolationen zur möglichen zukünftigen Zusammensetzung des Produktprogrammes abgeleitet. Bild 6-7 zeigt ein so entstandenes Szenario, welches als Grundlage für die nachfolgende Methodenphase verwendet wird.

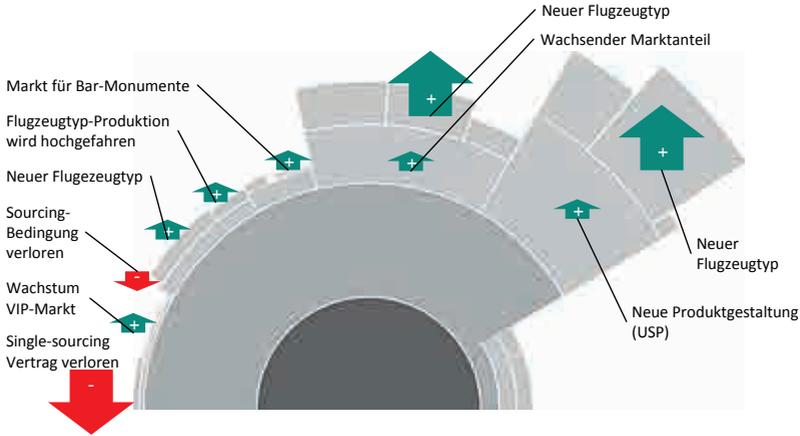


Bild 6-7: Extrapolation in PSM-Grunddarstellung

Dabei gibt es in der Extrapolation einerseits Einflüsse, die eine ganze Produktlinie gleichermaßen betreffen und andererseits Spezifika einzelner Produktfamilien. Die Pfeile in Bild 6-7 zeigen qualitativ, ob starke oder moderate Veränderungen erwartet werden. In den Produktlinien Partitions und Doghouses ist demnach mit Wachstum zu rechnen, hauptauschlaggebend sind hohe Erfolgsaussichten bei einem neuen Flugzeugtyp sowie ein hoher Marktanteil und moderates Marktwachstum bei Partitions. Zudem ist eine neue Produktgestaltung der Doghouses gerade in Serie gegangen, erstes Feedback hierzu fiel sehr positiv aus. Im Bereich „misc. Interior“ wird leichtes Wachstum erwartet, in diesem Zusammenhang soll die Erforschung einer neuen Technologie für Bar-Monumente zur langfristigen Mitnahme des Marktwachstums beitragen. Im Bereich Stowages ist bei einer Produktfamilie mit starkem Verlust zu rechnen, da ein Hauptkunde seine Sourcing-Strategie ändert. Insgesamt ist zu beachten, dass als „Kunde“ sowohl Airlines als auch Flugzeughersteller zu betrachten sind, hier spricht man von Buyer Furnished Equipment (BFE) bzw. Supplier Furnished Equipment (SFE). Im Bereich der Galleys wird von einem Wachstum des VIP-Geschäftes ausgegangen, für Galleys commercial ist mittelfristig mit einem starken Umsatzrückgang aufgrund veränderter Sourcing-Bedingungen zu rechnen. Allerdings ist es strategisch wünschenswert, weiterhin im Geschäft der Galleys präsent zu bleiben, um langfristig neue Marktmöglichkeiten wahrzunehmen und mittelfristig zumindest durch eine Forcierung des BFE-Geschäftes den Absatz stabilisieren zu können. In diesem Zusammenhang soll Phase 2 der Methode Möglichkeiten aufzeigen, um von der aufwendigen Einzelkonstruktion der Galleys hin zu einer produktfamilienübergreifenden Bauweise mit strategischen Übernahmekomponenten zu gelangen. Eine

solche Bauweise könnte nicht nur interne Komplexitätseffekte senken, sondern würde auch ein schnelleres Reagieren auf Marktveränderungen ermöglichen, ein Defizit, das in der Vergangenheit zu Problemen geführt hat.

### 6.3 Phase 2 – Programmstrukturierung

Ziel von Phase 2 ist es, strategische Übernahmekomponenten für das Produktprogramm zu konzipieren. Bild 6-8 zeigt eine Übersicht der Informationsflüsse dieser Phase der Methode. Der Fokus liegt hier auf einer technischen Betrachtung der Produkte, wobei im Fall von deutlich unterschiedlichen Szenarien diese Phase für jedes Szenario einzeln durchzuführen ist. Die abschließende Kennzahlbewertung kann dann aus technischer Sicht zeigen, welches Szenario das höhere Potential bietet.

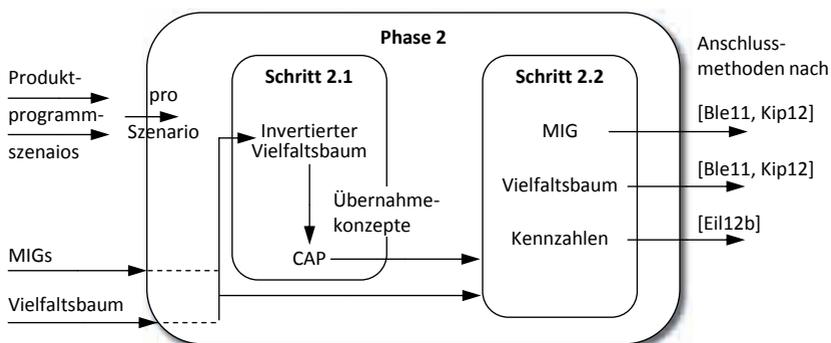


Bild 6-8: Informationsflüsse in Phase 2

Ausgehend von den MIGs und Vielfaltsbäumen werden basierend auf einem Merkmalsvergleich mögliche Übernahmekomponenten identifiziert. Diese werden zu Gesamtkonzepten im CAP zusammengefasst und technisch durch MIGs beschrieben. Ergebnisse sind eine kennzahlmäßige Bewertung des Übernahmepotentials, MIGs aller Produktkonzepte und ein Vielfaltsbaum des Programmes. Die Durchführung von Phase 2 wurde im Rahmen dieser Studie auf die Produktlinie Galleys commercial in der Extrapolation beschränkt, weil hier im Rahmen von Phase 1 das größte Handlungspotential ermittelt wurde.

#### 6.3.1 Konzipierung von Übernahmekandidaten

Als erster Schritt sind die Produkte und Komponenten tabellarisch zu erfassen und im invertierten Vielfaltsbaum durch primäre und sekundäre Merkmale zu beschreiben.

Für die Beschreibung des Vorgehens wird im Folgenden zunächst ein reduziertes Beispiel herangezogen.

Bild 6-9 zeigt den Vergleich einer Single-Aisle G2 Galley und einer Twin-Aisle 4-Trolley G3 Galley als Ausschnitt des invertierten Vielfaltsbaumes. Eine unmittelbare Übereinstimmung liegt hier bei den Komponenten 3 und 8 vor, diese bilden direkt einen Übernahmekandidaten (Aufnahme für zwei Öffnen). Der Übernahmekandidat ist durch den Farbcode Grün gekennzeichnet.

Eine weitere Übereinstimmung in den primären Merkmalen liegt bei den Komponenten 1 und 6 vor. Allerdings weichen hier die sekundären Merkmale ab. Die G2 hat aufgrund ihrer Verwendung im kleineren und damit rundlicheren Single-Aisle-Rumpfquerschnitt zusätzlich einen konturierten Abfallbehälter an der Seite. Die Trolleyaufnahme ist somit um den Abfallbehälter und die rundliche Rumpfkantur geometrisch verbreitert. Durch eine physische Entkopplung des Abfallbehälters von der Trolleyaufnahme ließe sich ein möglicher Übernahmekandidat zwischen den Komponenten 1 und 6 entwickeln. Der Übernahmekandidat ist durch den Farbcode Blau gekennzeichnet.

Produkte	Komponenten	Primäre Merkmale				Sekundäre Merkmale		Nr	Potentielle Übernahmekomponenten
		Breite [Trolleys]	Stauraum	Elektr. Ausrüstung	Wasserinstallation	Zusatzstauraum	Licht		
Galley Single Aisle G2 Nr #	Trolleyaufnahme	4 unit	4 Trolley			1WasteBin r-konturLi		1	1, 6
	Arbeitsbereich Nass	1 unit	2xmisc., r-konturLi				ja	2	
	Arbeitsbereich Öfen	2 unit	2 Öfen	Ofenanschluss	Dampfleitung			3	3, 8
	Arbeitsbereich Stauraum	1 unit	Standard Units					4	
	Staubereich oben	3 unit	Standard Units	E-Panel dreieckig Li				5	
Galley Twin Aisle G3 (4Trolley) Nr #	Trolleyaufnahme	4 unit	4 Trolley					6	1, 6
	Arbeitsbereich Stauraum	2 unit	Standard Units					7	
	Arbeitsbereich Öfen	2 unit	2 Öfen	Ofenanschluss	Dampfleitung			8	3, 8
	Staubereich oben	4 unit	Standard Units	E-Panel rechteckig				9	
...									

Bild 6-9: Merkmalsvergleich im invertierten Vielfaltsbaum

Bild 6-10 zeigt beide Konzepte im CAP. Die 2-Ofenaufnahme ist hier mit der grünen Kennzeichnung als Übernahmekandidat markiert. Die 4-Trolleyaufnahme ist blau gekennzeichnet und ebenfalls Übernahmekandidat. Zusätzlich wurde bei der G2 die Komponente „Waste bin“ hinzugefügt, sie resultiert aus der konzipierten modularen Entkopplung von Abfallbehälter und Trolleyaufnahme, welche Voraussetzung für die Bildung eines Übernahmekandidaten ist. Durch die Entkopplung wäre es nun möglich, in beiden Produkten die gleiche Trolleyaufnahme zu verwenden.

Zusätzlich zeigt der CAP Komponentenvarianz. Die 4-Trolleyaufnahme existiert in drei Varianten, diese resultieren aus den drei möglichen Kühlsystemen, aus denen der Kunde auswählen kann. Weiterhin ist die 2-Ofenaufnahme variant ausgeführt, hier kann auch ein Staufach statt des zweiten Ofens verwendet werden. Ebenfalls variant ist bei der G3 der Staubereich oben, weil hier die Art des E-Panels (groß, klein, ohne) den Aufbau der Komponente beeinflusst.

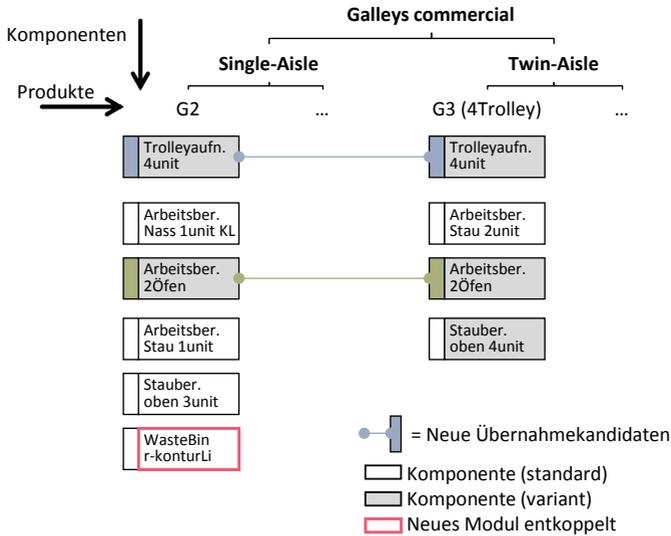


Bild 6-10: CAP am Beispiel

Der gezeigte CAP ist in Bild 6-11 in den MIG übertragen, um die Konzepte auf Komponentenbasis darzustellen. Die beiden Übernahmekandidaten 3,8 und 1,6 sind wie vorher durch den Farbcode gekennzeichnet. Weiterhin sind Varianz und grobe Bauräume dargestellt. Eine Betrachtung der Medienflüsse ist in dieser Phase nicht erforderlich und wird deshalb aus Übersichtlichkeitsgründen weggelassen.

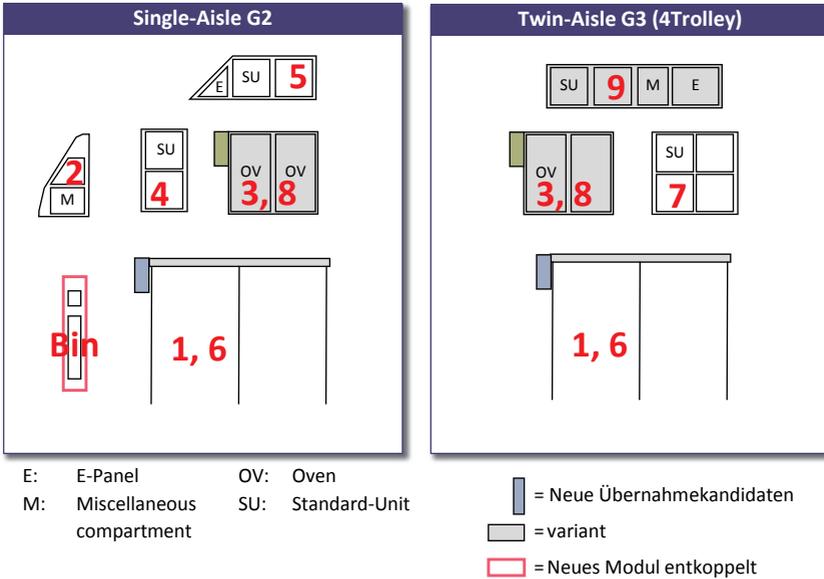


Bild 6-11: MIG am Beispiel, Übernahmekandidaten mit Farbcodes

Die beiden MIGs zeigen das beispielhaft entwickelte Übernahmekonzept für Einzelprodukte Single-Aisle G2 und Twin-Aisle G3. Eine Erweiterung auf den gezeigten Stand der Technik aus Bild 6-3 folgt weiter unten. Um ein übergreifendes Übernahmekonzept für sämtliche Mitglieder der Produktlinie Galleys commercial entwickeln zu können, muss das Vorgehen analog auf alle Produkte der Betrachtungsperiode erweitert werden.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nun ein weiterer Zwischenschritt gezeigt, der den Abstraktionsgrad von zwei Produkten auf zwei Produktfamilien erhöht.

Dazu wird das beschriebene Vorgehen auf alle G2 und G3 (4Trolley) ausgedehnt. Eine Betrachtung aller Galleys commercial folgt später. Bild 6-12 zeigt den so erweiterten CAP, wobei im mittleren Bereich nicht mehr nur ein starrer Satz von Übernahmekomponenten gelistet ist, sondern Kombinationen möglicher Übernahmekomponenten, die die Angebotsvielfalt abdecken. Die Paarungen spiegeln die zuvor analysierte externe Vielfalt wieder und basieren auf dem invertierten Vielfaltsbaum. Jeweils kann eine der grau eingerahmten Paarungen verwendet werden. Die Querverbindungen des CAP sind aus Übersichtlichkeitsgründen nicht gezeigt, eine vollständige Darstellung kann Anhang A7 entnommen werden.

Beispielsweise lassen sich bei der G3 die Komponenten mit den Kennzeichnungen Gelb und Hellgrün zu gelb-gelb, gelb-grün, grün-gelb kombinieren. Aus zwei unterschiedlichen Komponenten (innere Varianz) werden so drei externe Varianten erzeugt. Diese stellen die vorher durch drei unterschiedliche Integralprodukte angebotene Vielfalt nun mit nur zwei Variantenmodulen dar. Diese Variantenmodule können gemäß Farbkennzeichnung auch in anderen Produkten zum Einsatz kommen.

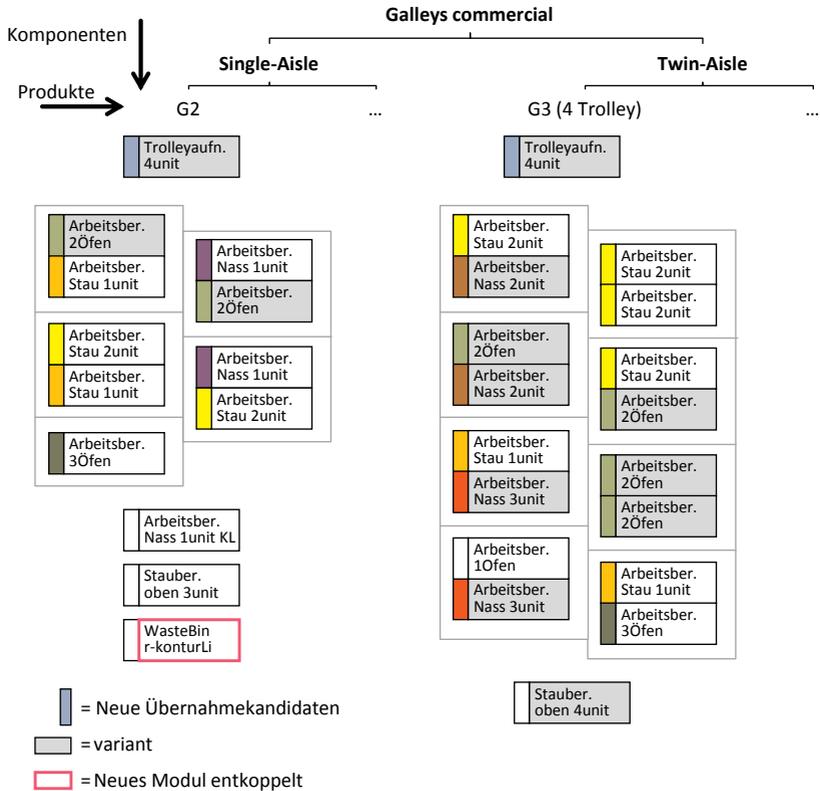


Bild 6-12: Erweiterter CAP

Das so entwickelte Konzept ist in Bild 6-13 und Bild 6-14 als MIG dargestellt. Die Single-Aisle G2 nimmt, wie bereits im vereinfachten Beispiel gezeigt, im mittleren Bereich zwei Öfen und zwei SU auf, kann aber durch Modulaustausch auch weitere Varianten darstellen. In diesem Fall können neben grün-orange auch gelb-orange, violett-grün, violett-gelb und dunkelgrün verbaut werden. Diese Variantenmodule können wiederum auch in anderen Produkten verwendet werden, eine Übersicht hierzu liefert der später gezeigte Gesamt-CAP. Um die Farbcodes zu systematisieren, werden Kurzbezeichnungen für die Komponenten eingeführt, zum Beispiel GM2B für die hellgrün codierte 2-Ofenaufnahme.

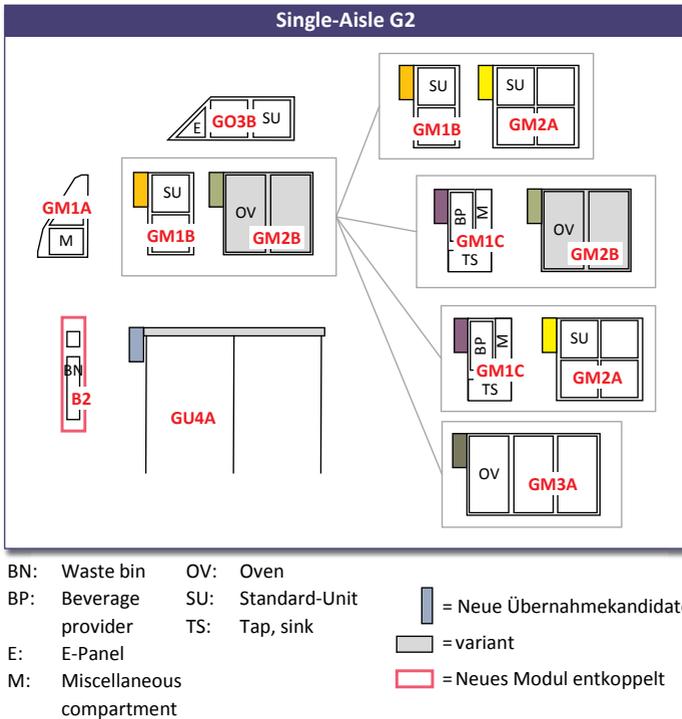


Bild 6-13: MIG G2

Analog ist die G3 in Bild 6-14 gezeigt. Hier liegt die kombinatorische Vielfalt allerdings höher als bei der G2, im mittleren Bereich decken acht Modulkombinationen die Vielfalt ab. Die Komponenten GM2B, GM2D und GM3C sind variant ausgelegt. Hier ist es auch möglich, auf Kundenanfrage neue Varianten zu erzeugen und in den Katalog mit aufzunehmen. Beispielsweise kann in einer solchen Kundenvariante im Modul GM2D ein Getränkezubereiter durch ein anderes Einbaugerät ersetzt werden. Nachdem eine solche Modulvariante in den Katalog aufgenommen wurde, kann dessen Nachfrage über einen Zeitraum verfolgt werden, um die Variante schließlich entweder fest zu etablieren oder wieder zu eliminieren. So kann trotz festem Modulkatalog Flexibilität bezüglich individueller Kundenanfragen beibehalten werden, ohne dass bei Zusatzvarianten Auswirkungen auf das gesamte Produkt in Kauf genommen werden müssen. Weiterführend wäre es auch möglich, neu angefragte Module zu entwickeln und als Alternativen in den Katalog mit aufzunehmen. Hierbei ist es allerdings wichtig die Nachfragerrelevanz der Module regelmäßig zu überprüfen, um ggf. wenig nachgefragte Module wieder aus dem Programm zu eliminieren.

Auch können bestimmte Produktvarianten vorkonfiguriert werden. Maximalen Stauraum bietet zum Beispiel bei der G3 (Bild 6-14) die Verwendung von GM2A-GM2A. Hier stehen im mittleren Bereich acht SU-Aufnahmen zur Verfügung, das entsprechende Obermodul ohne

E-Panel liefert weitere vier. Minimalen Stauraum bei maximaler Versorgungskapazität bietet die Verwendung von GM1D-GM3C. Hier stünden nur im oberen Modul bei großem E-Panel lediglich zwei SU-Aufnahmen zur Verfügung, allerdings kann im mittleren Bereich eine Vielzahl von elektrischen Einbaugeräten untergebracht werden.

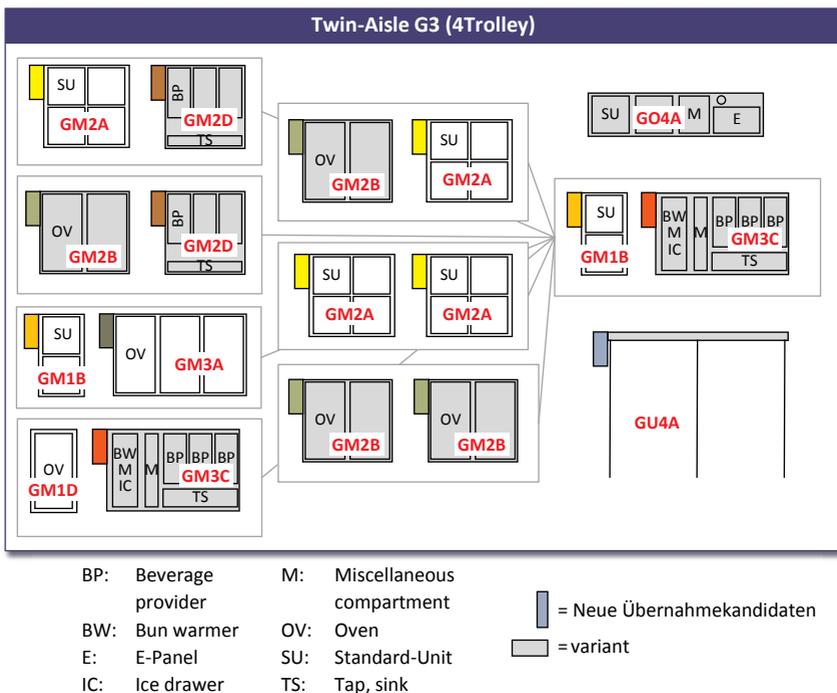


Bild 6-14: MIG Twin-Aisle G3 (4Trolley)

Weiterhin zeigt Bild 6-15 die bereits im Rahmen der Ist-Analyse beschriebene G5 realisiert durch das Programm-Modulkonzept. Hier fällt das Übernahmepotential aufgrund der runden Bauform der G5 geringer aus. Oberes und unteres Modul sowie die Seitenmodule müssen aufgrund der Bauform produktspezifisch ausgeführt werden, während die mittleren Module als Übernahmekandidaten zu weiteren Produkten realisiert werden könnten. Im mittleren Bereich lässt sich maximaler Stauraum durch zehn SU-Aufnahmen realisieren (GM2A-GM3B) oder in einem anderen Fall maximale Ofenkapazität von fünf Öfen (GM2B-GM3A). Das rechte Individualmodul (GM1D) umfasst standardmäßig ein Staufach um den Bauraum am seitlichen Rand zu nutzen. Das linke Individualmodul (GM2C) wird variant mit Einbaugeräten wie Getränkezubereitern bestückt.

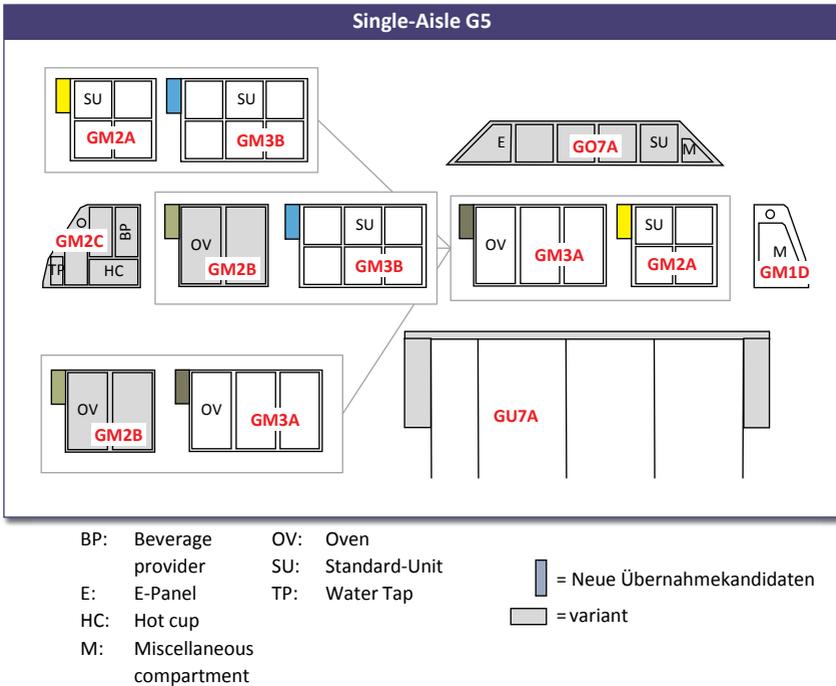


Bild 6-15: MIG G5

Der nächste Kapitel beschreibt das entwickelte Programmkonzept als Übergabebeschnittstelle zu den nachfolgenden Methoden sowie die kennzahlmäßige Bewertung des erarbeiteten Übernahmepotentials. Im Anhang A11 sind Details zur weiteren konstruktiven Umsetzung des Gesamtkonzeptes gezeigt.

### 6.3.2 Programmkonzept und Bewertung

Als Zusammenfassung zeigt Bild 6-16 den CAP der erarbeiteten Übernahmekonzepte für die betrachtete Produktlinie Galleys commercial. Aus Übersichtlichkeitsgründen sind hier die Komponenten nur noch mit Kurzbezeichnungen versehen, auf die Markierung von Querverbindungen wurde verzichtet. Der CAP mit ausführlichen Komponentenbezeichnungen ist in Anhang A7 beigefügt.

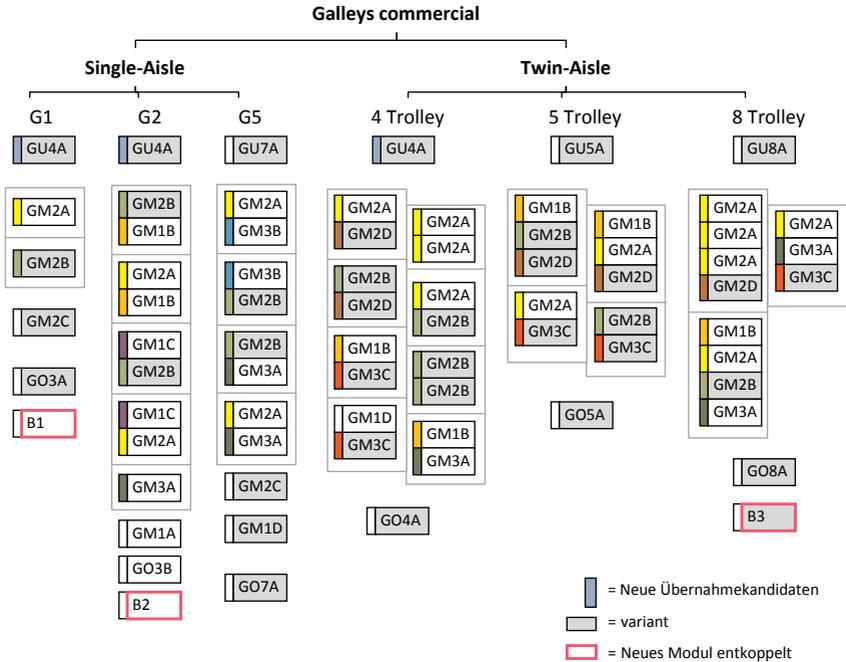


Bild 6-16: Übersicht des CAP

Anhand des CAP aus Bild 6-16 werden im Folgenden die Kennzahlen zur Bewertung des Übernahmepotentials gebildet. Dazu sind gemäß Gleichung (1) und (2) aus Kapitel 5.2.3 die Faktoren für CP und CS zu ermitteln.

Für CP sind die Parameter N und V aus dem CAP zu bestimmen. Da die Produkte vorher vollständig integral gestaltet waren, sind dort die im CAP beschriebenen Komponenten vorhanden aber jeweils individuell ausgeführt. So ergibt sich von links nach rechts

$$V=6+13+12+18+12+14=75$$

$$N=6+6+5+4+2+3=26$$

Dementsprechend beträgt CP=65,3%, was mehr als einer Halbierung der Anzahl unterschiedlicher Komponenten entspricht.

Für CS sind  $F_{ges}$  und  $F_{Pf}$  zu bestimmen. Als Gesamtanzahl der Farbcodes beträgt  $F_{ges}=9$ . Übergreifend verwendet werden davon die Übernahmekandidaten GU4A, GM2A, GM2B, GM1B und GM3A. Damit beträgt  $F_{Pf}=5$ .

So beträgt CS=55,6%, was bedeutet, dass etwas mehr als die Hälfte aller Übernahmekomponenten potentiell auch produktfamilienübergreifend realisiert werden können.

Bezüglich der methodischen Schnittstelle zu [Eil12b] ist festzustellen, dass das betrachtete Produktprogramm vergleichsweise hohes Übernahmepotential bietet. Das Übernahmepotential ist sowohl produktfamilienintern als auch zwischen verschiedenen Produktfamilien vorhanden, was eine spätere Betrachtung zur Lebensphasen-Kommunalität nach [Eil12b] empfiehlt.

Als Übergabeschnittstelle zu den Methoden nach KIPP [Kip12] und BLEES [Ble11] werden die MIGs sowie der Vielfaltsbaum verwendet. Drei der MIGs sind bereits in Bild 6-13, Bild 6-14 und Bild 6-15 dargestellt, Anhang A8 enthält weitere MIGs sowie Anhang A9 eine Gesamtübersicht der entwickelten MIGs des betrachteten Produktprogrammes. Der Vielfaltsbaum lässt sich entsprechend aus der Kombinatorik des CAP aus Bild 6-16 ableiten. Ein Ausschnitt hierzu ist im Anhang A10 gezeigt.

Bild 6-17 zeigt eine Zusammenfassung des Ergebnisses in Anlehnung an Bild 4-5. Für die nachfolgende Lebensphasen-Modularisierung nach [Ble11] bestehen die Anforderungen der Produktplanung darin, die geplanten Übernahmekomponenten gemäß der Farbcodes nicht durch konträre Modulschnitte zu beeinträchtigen.

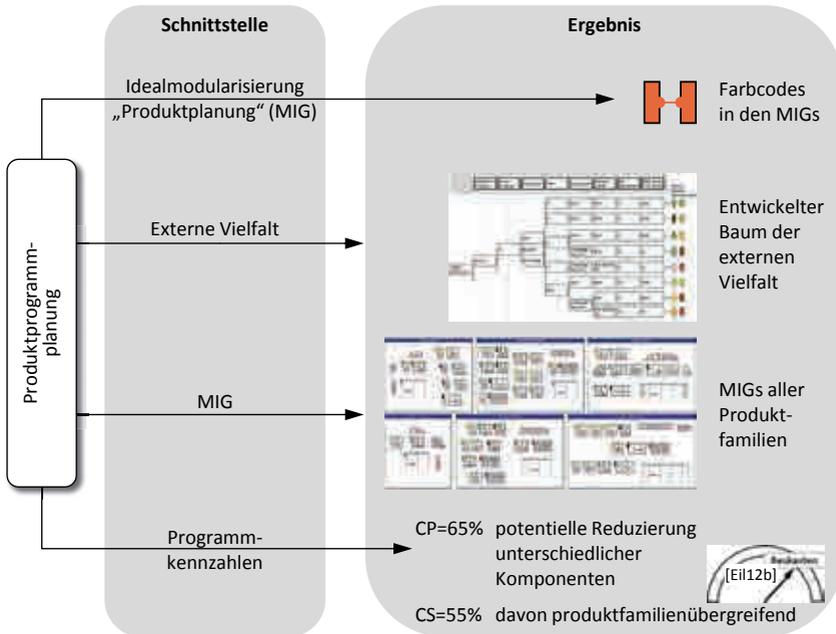


Bild 6-17: Ergebniszusammenfassung

Für die technische Weiterverfolgung des entwickelten Programmkonzeptes wurden im Rahmen dieser Forschungsarbeit skalierte 3D-Prototypen der geplanten Produkte erstellt. Den Entwürfen liegen verschiedene neu entwickelte Konstruktionslösungen zugrunde, die in Anhang A11 beschrieben und zum teil auch zum Patent angemeldet sind. Bild 6-18 zeigt drei Prototypen, die auf den oben beschriebenen MIGs basieren. Die Modelle wurden im FDM-

Verfahren gedruckt und zeigen in unterschiedlichen Druckfarben die Verwendungsmöglichkeiten der Module. Blau gedruckt sind Übernahmekandidaten. Dies sind Komponenten, die im CAP mit einem Farbcode versehen sind. Vorliegend betrifft dies die 4-Trolleyaufnahme (GU4A) als Untermodul in der G2 und G3 sowie die Einbaumodule GM1B-GM2B in der G2, GM2B-GM2A in der G3 und GM2B-GM3B in der G5.



Bild 6-18: FDM-Druck von Demonstratoren des entwickelten Konzeptes; Übernahmekomponenten (Blau), anpassbare Komponenten (Rot), spezifische Komponenten (Weiß); Galley G2, G3, G5 (v.l.)

Weiß gedruckt sind produktspezifische Komponenten, also solche ohne Übernahmepotential. Dies betrifft alle Obermodule GO3A, GO4A, GO7A und das Untermodul GU7A der G5. Weiterhin sind die Mittel-Seitenmodule der Single-Aisle Galleys spezifisch, GM1A bei der G2 sowie GM2C und GM1D bei der G5. Ebenfalls spezifisch ist der entkoppelte Abfallbehälter mit seitlicher Rumpfkontur an der G2.

Rot gedruckt sind anpassbare Komponenten, dies betrifft ein einstellbares Stabwerk zur Anbindung (Upper-Attachment) und austauschbare E-Paneele, Weiteres hierzu im Anhang A11.

## 6.4 Auswertung der Validierung

Im Rahmen der Auswertung sind die in Kapitel 6.1 formulierten Hypothesen mit den Ergebnissen der Fallstudie abzugleichen. In diesen Abgleich fließen sowohl die Endergebnisse von Phase 1 und Phase 2 als auch Beobachtungen aus der Durchführung des Projektes ein. Die Ergebnisse aus der weiteren konstruktiven Umsetzung in Anhang A11 fließen nur bedingt ein, weil diese als Zusatz außerhalb der eigentlichen Methode entstanden sind und lediglich zur Darstellung der technischen Machbarkeit des entwickelten Konzeptes dienen.

### Hypothese 1 – Mittelfristige Vorausschau des Produktprogrammes

Als Ergebnis von Phase 1 der Methode ist unter anderem die in Kapitel 6.2.2 gezeigte Extrapolation entstanden. Das Szenario zeigt eine mögliche Entwicklungsperspektive für das Produktprogramm bei einem Zeithorizont von etwa drei Jahren. Die Extrapolation basiert auf dem gemeinsam durchgeführten Workshop und wurde anschließend durch das Projektteam ausgearbeitet und mit den beteiligten Abteilungen des Unternehmens abgestimmt. Die Teilnehmer bestätigten sowohl den Nutzen des gemeinsam erarbeiteten Ergebnisses für die

Produktplanung als auch inhaltlich die Plausibilität der getroffenen Vorausschau. Dabei hat sich die Beteiligung aller relevanten Abteilungen an der Erstellung als besonders vorteilhaft herausgestellt. Dies ermöglicht die Herbeiführung und Dokumentation eines gemeinsamen Konsens bezüglich der Zukunftsperspektiven des Programmes.

Aufgrund der Teilnehmeraussagen und des Gesamtergebnisses kann davon ausgegangen werden, dass die Methode dazu geeignet ist, eine mittelfristige Vorausschau der zukünftigen Struktur des Produktprogrammes zu entwickeln und dass diese von Nutzen für die Planung des Unternehmens ist.

### **Hypothese 2 – Visualisierung des PSM**

Das PSM ist das zentrale Werkzeug von Phase 1 der Methode. Es soll dazu dienen, zukünftige Verschiebungen im Produktprogramm sowohl in der Hierarchie als auch bezüglich wirtschaftlicher Kenngrößen darzustellen. Im Rahmen von Phase 1 der Methode konnte der Ist-Zustand des Produktprogrammes aufgenommen und in Zukunftsszenarien überführt werden. Die Transformation wurde durch Änderungen der strukturellen Zusammensetzung und wirtschaftlicher Kenngrößen beschrieben, die durch das Werkzeug dargestellt werden. In der Extrapolation konnten Änderungen von Umsatz, Stückzahl und der in einer Baumstruktur beschriebenen Zusammensetzung der Produkthierarchie dargestellt werden.

Somit hat sich herausgestellt, dass das PSM als Werkzeug dazu geeignet ist, sowohl Hierarchie als auch wirtschaftlich relevante Kenngrößen des Produktprogrammes darzustellen und zu vergleichen.

### **Hypothese 3 – Eignung des PSM als interdisziplinäres Planungswerkzeug**

Das PSM wurde im Rahmen der ersten Phase des Projektes von Anfang an eingesetzt und ist von allen Teilnehmern nach kurzer Einarbeitung als Werkzeug angenommen worden. Im weiteren Verlauf des Projektes haben die Teilnehmer die Darstellung ausschnittsweise auch selbstständig für eigene Besprechungen eingesetzt. Der Nutzen des Werkzeuges wurde insbesondere in Verbindung mit der farblichen Einbindung der Marge bestätigt, weil dies einen schnellen Gesamtüberblick über das Produktprogramm sowie den Gewinnbeitrag der einzelnen Bestandteile ermöglicht. Die gewählten Kenngrößen Umsatz, Stückzahl und Marge waren für alle beteiligten Disziplinen gut verständlich, wodurch das Werkzeug die Moderation unterstützt und die Diskussion gefördert hat. Grenzen der Darstellung wurden allerdings für sehr große Produktprogramme gesehen, da aufgrund einer Vielzahl von Elementen die Übersichtlichkeit beeinträchtigt werden könnte.

Insofern hat sich bestätigt, dass das PSM als Planungswerkzeug für das Gesamtproduktprogramm bzw. Ausschnitte hiervon geeignet ist. Ferner wurde die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Disziplinen durch das Werkzeug unterstützt und gefördert.

### **Hypothese 4 – Entwicklung von strategischen Übernahmekandidaten**

Ziel von Phase 2 der Methode ist die Entwicklung von strategischen Übernahmekandidaten. Im Rahmen der Fallstudie wurde dieser Teil exemplarisch für die Produktlinie Galleys commercial angewendet. Die Ist-Analyse hat gezeigt, dass in diesem Bereich derzeit keine Übernahmekomponenten existieren. Im Rahmen der Methode konnten produktlinienweit Kandidaten für Übernahmekomponenten entwickelt und im CAP visualisiert werden. Der an-

schließende Kennzahlvergleich hat gezeigt, dass bezogen auf die Anzahl der ursprünglichen Komponenten ein potentielles Reduktionspotential der unterschiedlichen Komponenten von rund 65% besteht. Hiervon kann gut die Hälfte der Übernahmekomponenten produktfamilienübergreifend genutzt werden.

Es konnte am Beispiel Galleys commercial gezeigt werden, dass mithilfe der Methode eine systematische Entwicklung und Dokumentation von potentiellen Übernahmekomponenten möglich ist.

#### **Hypothese 5 – Programmweite Anwendbarkeit**

Diese Hypothese konnte im Rahmen der durchgeführten Fallstudie nicht vollständig bestätigt werden. Phase 1 wurde bis auf die Betrachtung von After-Sales durchgehend programmweit angewendet, insofern kann zumindest für diesen Teil von einer Bestätigung der Hypothese ausgegangen werden. Anschließend wurde in Phase 2 aber nur der Ausschnitt Galleys commercial betrachtet. Dies liegt erstens daran, dass diese Produktlinie basierend auf der Extrapolation als besonders vielversprechend für eine Optimierung identifiziert wurde, zweitens wurde diese Einschränkung aber auch getroffen, um die Projektressourcen in einem für diese Studie überschaubaren Rahmen zu halten.

Damit ist jedenfalls Phase 1 programmweit anwendbar, abhängig von den einzusetzenden Ressourcen kann für Phase 2 auch von einer programmweiten Anwendbarkeit ausgegangen werden.

#### **Hypothese 6 – konstruktive Konzepte**

Es war zu prüfen, inwiefern die Methode die Konzeption von Übernahmekomponenten mithilfe gestalterischer Eingriffe unterstützt. Dies soll die Methode insbesondere zu Ansätzen abgrenzen, die sich auf eine reine Gruppierung von Komponenten beschränken. Durch das Konzept der sekundären Komponentenmerkmale, die für einen Übernahmekandidaten nicht notwendigerweise übereinstimmen müssen und deren Harmonisierbarkeit durch konstruktive Lösungskonzepte zu prüfen ist, wird ein solcher gestalterischer Eingriff ausdrücklich gefördert. Dabei ist die tatsächliche technische Machbarkeit einer Harmonisierung nicht notwendigerweise gegeben, vielmehr wird eine maximale Anzahl von potentiellen Ansatzpunkten geliefert.

Somit ist die Methode dazu geeignet, Übernahmekandidaten durch Nutzung konstruktiver Konzepte zu entwickeln.

#### **Hypothese 7 – Aussagekraft der Kennzahlen**

Zur Prüfung der Aussagekraft der Kennzahlen war zu untersuchen, ob diese sinnvoll gebildet werden können und inwiefern sie einen quantitativen Vergleich alternativer Konzepte ermöglichen. Im Fall der Kennzahl CP war die Größe N problemlos zu bestimmen, für V wurde aufgrund der integralen Baustruktur im Ist-Zustand als Vergleichswert von einer gleichartigen Komponentenverteilung ausgegangen. Die Bestandteile für CS waren problemlos zu bestimmen, insofern war die Bildung der Kennzahlen verständlich und durchführbar.

Fraglich ist deren Aussagekraft. Da für beide Kennzahlen nur die Anzahlen festgehalten werden, muss die Aussagekraft naturgemäß Einschränkungen unterliegen, weil keine Wertigkeit

berücksichtigt wird. Für eine Berücksichtigung von Wertigkeiten müssten die Auswirkungen der Konzepte weitergehend untersucht werden, im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung müssten letztlich die Folgen der Komplexitätsreduzierung monetär bestimmbar gemacht werden. Eine Bestimmung der kostenmäßigen Auswirkungen ist zu dieser sehr frühen Konzeptphase allerdings schwierig, insbesondere da viele technische Details noch nicht endgültig festgelegt sind. Insofern liegt es nahe, die Unschärfe von pauschalisierten Kennzahlen in Kauf zu nehmen und dafür nicht den exakten Prozentwert, sondern die tendenzielle Größenordnung des Übernahmepotentials für Entscheidungen zu berücksichtigen. In der vorliegenden Fallstudie betragen die beiden Kennzahlen CP=65% (Gesamtreduktionspotential) und CS=55% (produktfamilienübergreifendes Übernahmepotential). Die Tendenz ist dementsprechend, dass mehr als die Hälfte unterschiedlicher Komponenten potentiell reduziert werden kann und dass gut die Hälfte der Übernahmekomponenten produktlinienübergreifend genutzt werden können. Für weitere Entscheidungen, die hierauf basieren, muss berücksichtigt werden, dass die eigentlichen Auswirkungen der Übernahmekonzepte durch die Kennzahlen noch nicht erfasst werden.

Es lässt sich feststellen, dass die Kennzahlen leicht gebildet werden konnten, aber durch den pauschalen Charakter nur eine begrenzte Aussagekraft haben. Die tatsächlichen Effekte durch die Komponentenreduzierung werden nicht erfasst. Im Rahmen einer genaueren Betrachtung müssten letztlich die Kostenauswirkungen analysiert werden.

Durch die erfolgreiche Anwendung der Methode in der Einzelfallstudie sowie die Untersuchung der Hypothesen konnte gezeigt werden, dass die entwickelte Methode entscheidende Vorteile bei der Unterstützung der Produktplanung bietet. Die Methode gibt in beiden Phasen durch den Einsatz entsprechender Werkzeuge eine systematische Leitlinie für das Projektteam und konnte anhand der Hypothesen den wesentlichen Anforderungen gerecht werden.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

### Zusammenfassung

Globalisierte und kundengetriebene Märkte machen es für viele Unternehmen unabdingbar, intensiv auf Kundenwünsche einzugehen und individualisierte Produkte anzubieten. Die damit einhergehend wachsende Zahl an Produkten und Varianten im Produktprogramm stellt einen starken Komplexitätstreiber für das Unternehmen dar. Durch die Vielfalt und deren Wechselwirkungen wird auch die ganzheitliche Planung des Produktprogrammes erschwert. Aus einer hohen internen Vielfalt resultieren hauptsächlich negative Wirkungen, neben höheren Kosten ist auch eine geringere Flexibilität in den Phasen der Produktentstehung zu erwarten.

In diesem Kontext sind zwei Schlüsselfaktoren für eine erfolgreiche Produktentwicklung von Bedeutung – die Fähigkeit zur marktgerechten Ausrichtung des Produktprogrammes und die Fähigkeit zur internen Reduzierung der extern hohen Varianz. Neben Strategien, die auf Produktfamilienebene anzuwenden sind, bietet eine produktprogrammweite Planung bezüglich der zukünftigen Struktur des Programmes einerseits und potentieller übergreifender Übernahmekomponenten andererseits entscheidende Vorteile. Durch die systematische Planung und Visualisierung der zukünftigen strukturellen Zusammensetzung des Produktprogrammes wird es ermöglicht, in Szenarien Teile des Produktprogrammes gezielt zu eliminieren, zu ergänzen oder neu aufzulegen. Ganzheitliche Planungsszenarien können so entwickelt, verglichen und abgestimmt werden. Durch Konzeption von produktfamilienübergreifenden Übernahmekomponenten können breite Effekte zur Komplexitätsreduzierung aktiviert werden, weil eine hohe Anzahl von Produkten gleichzeitig zur Konzeptentwicklung betrachtet wird.

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine neue Methode zur strategischen Planung modularer Produktprogramme entwickelt. Dazu werden nach der Definition wichtiger Begrifflichkeiten und der Problemanalyse die methodischen Anforderungen in den drei Bereichen Produktstrukturierung, Marktanalysen und Zukunftsplanung formuliert. Anschließend wird in Kapitel drei der Stand der Wissenschaft in diesen Bereichen recherchiert. Da durch die Methoden der untersuchten Teilbereiche die zuvor formulierten Anforderungen nur teilweise erfüllt werden, erfolgt darauf aufbauend die Ableitung von Forschungsbedarf für eine neue Methode.

In Kapitel vier werden weitere Randbedingungen zur Entwicklung der Methode formuliert. Hierbei sind zunächst die Zielphase im Produktentstehungsprozess sowie die Zielgruppe festzulegen. Ferner werden die Schnittstellen zur Anwendung im integrierten PKT-Ansatz definiert, in dessen Kontext die Methode als Randbedingung anwendbar sein soll.

In Kapitel fünf wird die neu entwickelte Methode vorgestellt. Dies erfolgt an einem Beispielproduktprogramm von Geräten zur Messung von Wasserqualität. Die Methode gliedert sich in zwei Hauptphasen mit drei bzw. zwei Einzelschritten.

Im ersten Schritt von Phase 1 erfolgt die Analyse der Ist-Situation. Zur Analyse der strukturellen und wirtschaftlichen Zusammensetzung des Produktprogrammes wird ein neues Werkzeug, das Program Structuring Model (PSM), entwickelt. Dies ermöglicht es, in einer gemeinsamen Übersichtsdarstellung die Produkte, deren Hierarchie sowie wirtschaftliche Kenngrößen des Produktprogrammes zu visualisieren. Als weitere Analysewerkzeuge wurde auf den bestehenden Baum der externen Vielfalt (TEV) sowie den Module Interface Graph (MIG) zurückgegriffen. In einer weiteren Analyse werden aus interner und externer Perspektive Trends erfasst, die Einfluss auf die zukünftige Entwicklung des Produktprogrammes haben.

Im zweiten Schritt werden in einem Strategieworkshop Szenarien zur zukünftigen Struktur des Produktprogrammes entwickelt. Hierzu wird eine modifizierte SWOT-Analyse genutzt, in der externe Faktoren zeilenweise und interne Faktoren spaltenweise einander gegenübergestellt werden. Das Ergebnis sind Trends auf Produktfamilienebene, die im dritten Schritt zu Gesamtszenarien kombiniert werden.

Um bei der Erstellung von Gesamtszenarien das Problem der theoretisch sehr hohen Vielfalt von Trendkombinationen zu umgehen, werden zunächst Best- und Worst-Case Szenarien basierend auf den Ergebnissen der SWOT-Analyse gebildet. Aus diesen beiden Extremszenarien können dann Extrapolationen abgeleitet werden, als Visualisierungswerkzeug dient wiederum das PSM.

Das Ziel von Phase 2 der Methode ist die Konzipierung von potentiellen Übernahmekomponenten für das Produktprogramm. Dazu wird im ersten Schritt ein Merkmalvergleich aller Komponenten vorgenommen, wobei zwischen primären und sekundären Merkmalen unterschieden wird. Primäre Merkmale müssen notwendigerweise übereinstimmen, um einen Übernahmekandidaten zu bilden, sekundäre Merkmale können ggf. durch konstruktive Maßnahmen harmonisiert werden. Die Gesamtdarstellung der Übernahmekonzepte erfolgt im neu entwickelten Carryover Assignment Plan (CAP), einer graphischen Auflistung aller Produkte und Komponenten mit farbcodierten Übernahmekonzepten.

Im letzten Schritt wird das konzipierte Produktprogramm zusammengefasst und bewertet. Die hier eingesetzten Werkzeuge dienen gleichzeitig als Übergabeschnittstelle für die nachfolgenden Methoden im integrierten PKT-Ansatz. Die Bewertung erfolgt anhand der beiden Kennzahlen Carryover Potential (CP) und Product Family Crossing Share (CS). Basierend auf CP wird die potentielle Reduktion unterschiedlicher Komponenten bestimmt und durch CS ermittelt, wie viele der Übernahmekomponenten auch produktfamilienübergreifend eingesetzt werden können. Zur Zusammenfassung des Programmkonzeptes werden MIGs aller Produktkonzepte sowie ein Baum der externen Vielfalt des entwickelten Produktprogrammes genutzt. Beide Darstellungen enthalten die durch Farbcodierungen gekennzeichneten Übernahmekonzepte.

Nach der Vorstellung der Methode erfolgt deren Validierung im sechsten Kapitel. Dazu wird eine Einzelfallstudie in einem Unternehmen der Luftfahrt-Zulieferindustrie durchgeführt. Nach der Erstellung der Extrapolation werden strategische Übernahmekandidaten für die

Produktlinie Galleys commercial konzipiert und in einem übergreifenden CAP visualisiert. Die kennzahlmäßige Auswertung von CP und CS ergibt, dass die Anzahl unterschiedlicher Komponenten um mehr als die Hälfte reduziert werden kann, wobei hiervon gut die Hälfte produktfamilienübergreifend genutzt werden können. Weiterhin werden konstruktive Ansätze zur weiteren technischen Umsetzung des Programmkonzeptes vorgestellt. Aus den Ergebnissen der Methode, wie auch aus Erkenntnissen der Projektdurchführung kann abgeleitet werden, dass diese den gestellten Anforderungen gerecht wird und die Produktplanung im angestrebten Umfang unterstützt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die entwickelte Methode eine entscheidende Hilfestellung bei der strategischen Planung modularer Produktprogramme bietet. Durch das Vorgehen wird der Entscheidungsprozess transparent und dokumentierbar geführt. Durch das Denken in Szenarien können Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Entwicklung dargestellt und analysiert werden. Die programmweite Konzeption von Übernahmekandidaten erlaubt eine Lösung von der Betrachtung einzelner Produktfamilien zur Entwicklung weitreichender Übernahmekonzepte, um so auf Programmebene die Grundlage zu einer deutlichen Komplexitätsreduzierung zu schaffen.

### **Ausblick**

Durch eine modulare Produktgestaltung muss in aller Regel ein höheres Gewicht der Produkte in Kauf genommen werden, weil mehr Schnittstellen benötigt werden. Insbesondere in der Verkehrstechnik steht heutzutage aber der Leichtbau im Vordergrund; eine Anforderung, der modulare Produktprogramme zunächst nicht gerecht werden. Zwar können einzelne Produktbestandteile durch konstruktive Leichtbaumaßnahmen optimiert werden, im Fall eines modularen Produktprogrammes dürften einzelne Maßnahmen aber kaum die Gewichtsnachteile einer weitreichenden Modularisierung kompensieren. In diesem Zusammenhang ist es nötig, die Gewichts- und damit auch Dimensionierungsauswirkungen lasttragender Module im Kontext programmweiter Kombinatorik zu untersuchen. Durch die Optimierung von Schlüsselmodulen, also solcher, deren Gewicht programmweit besonders starke Auswirkungen hat, können Leichtbauoptimierungen gezielt angesetzt werden, um das Flottengewicht nachhaltig zu senken. In diesem Kontext sei auf die Arbeiten von GUMPINGER ET AL. zur leichtbaugerechten Entwicklung modularer Produktfamilien verwiesen [Gum11a, Gum11b, Kra12b].

Neben Gewichtsdefiziten zeigen modular gestaltete Produktprogramme tendenziell auch Nachteile in der mechanischen Auslegung. Dies liegt in der kombinatorischen Vielfalt begründet, da für jede Modulkombination ein einzelner mechanischer Nachweis erbracht werden muss. Insbesondere in der Luftfahrttechnik bedeutet dies derzeit einen großen Zertifizierungsaufwand, die produktseitigen Vorteile modularer Produktprogramme können somit seitens des Nachweises nicht genutzt werden oder wirken sich durch zusätzliche Unsicherheiten sogar nachteilig aus. Für die Bestimmung des dynamischen Verhaltens komplexer Leichtbaustrukturen wie zum Beispiel Galleys bedeutet dies, dass eine Vorgehensweise zur modularitätsgerechten mechanischen Auslegung benötigt wird, die auch im dynamischen Modell die kombinatorische Modulvielfalt abdecken kann. Hierzu müssen auf numerischer wie

auch auf experimenteller Seite entsprechende Ersatzmodelle geschaffen und verifiziert werden. Es sei hierzu auf die Arbeiten von PLAUMANN ET AL. verwiesen [Pla12, Ras12].

Zur weiteren Ausgestaltung modularer Produktprogramme ist die Ausprägung der Kommunalität entscheidend. In dem Fall, dass vorwiegend produktfamilienübergreifende Kommunalität angestrebt wird, muss die bisherige Lebensphasen-Modularisierung erweitert werden, da sich diese nur auf Produktfamilien fokussiert. Bei übergreifender Kommunalität sind Komponenten unterschiedlichen strategischen Zugkräften Entlang der Lebensphasen ausgesetzt, die teilweise konträre Anforderungen an die Gestaltung stellen. Hierzu sei auf die Arbeiten von EILMUS ET AL. [Eil12b] verwiesen.

## 8 Literatur

- [Abd08] Abdelkafi, N.: „Variety-Induced Complexity in Mass Customization“, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 2008.
- [Alb07] Albers, S., Herrmann, A.: „Handbuch Produktmanagement“, 3. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2007.
- [Alt98] Altschuller, G. S.: „Erfinden - Wege zur Lösung technischer Probleme“, 2. Auflage, Verlag Technik, Cottbus, 1998.
- [And99] Andreasen, M.M.: „The role of artifact theories in design science“, General Design Theory Workshop GDT '99, Cambridge, 1999.
- [And04] Andreasen, M.M., Mortensen N.H., Harlou, U.: „Multi Product Development: New Models and Concepts“, Design for X, Beiträge zum 15. Symposium, Neukirchen, 2004, pp. 11-22.
- [Ans65] Ansoff, H.: „Corporate Strategy – an analytical approach to business policy for growth and expansions“, Wiley, New York, 1965.
- [Back10] Backhaus, K., Voeth, M.: „Industriegütermarketing“, Vahlen, München, 2010.
- [Bau06] Baumberger, G. C., Braun, T., Lindemann, U., Maurer, M.: „Strategic diversification by network portfolio analysis“, in: proceedings of 9th International Design Conference - Design 2006, Dubrovnik, 2006, pp. 177-184.
- [Bau07] Baumberger, G. C.: „Methoden zur kundenspezifischen Produktdefinition bei individualisierten Produkten“, Dissertation TU München, Dr. Hut Verlag, München, 2007.
- [Bea09] Bea, F. X., Haas, J.: „Strategisches Management“, 5. Auflage, Lucius, Stuttgart, 2009.
- [Beh03] Behrens, S.: „Roadmapping“, Dissertation TU Cottbus, Logos, 2003.
- [Bla97] Blankenburg, D.: „Procedures of product program development“, in: proceedings of International Conference on Engineering Design - ICED 97, Tampere, 1997, pp. 111-114.
- [Bla99] Blackenfelt, M.: „On the Development of Modular Mechatronic Products“, Dissertation, The Royal Institute of Technology, Department of Machine Design, Stockholm, 1999.

- [Ble08] Blee, C.; Jonas, H.; Krause, D.: „Entwurf von modularen Produktarchitekturen unter Betrachtung unterschiedlicher Unternehmenssichten“, Design for X, Beiträge zum 19. Symposium, Neukirchen, 2008, pp. 149-158.
- [Ble09a] Blee, C.; Jonas, H.; Krause, D.: „Perspective-Based Development of Modular Product Architectures“, in: Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design - ICED 09, Stanford, 2009, pp. 4-95-4-106.
- [Ble09b] Blessing, L. T. M.; Chakrabarti, A.: „DRM, a Design Research Methodology“, Springer, Berlin, 2009.
- [Ble10] Blee, C.; Kipp, T.; Beckmann, G.; Krause, D.: Development of Modular Product Families: Integration of Design for Variety and Modularization, Proceedings of norddesign2010, Gothenburg, Sweden (2010), pp. 159 - 168.
- [Ble11] Blee, C.: „Eine Methode zur Entwicklung modularer Produktfamilien“, Dissertation TU Hamburg-Harburg, TuTech Verlag, Hamburger Schriftenreihe Produktentwicklung und Konstruktionstechnik, Band 3, Hamburg, 2011.
- [Bra05] Braun, T.: „Methodische Unterstützung der Produktplanung in einem mittelständisch geprägten Umfeld“, Dissertation TU München, Dr. Hut Verlag, München, 2005.
- [Bro11] Brosch, M.; Beckmann, G.; Griesbach, M.; Dalhofer, J.; Krause, D.: „Design for Value Chain - Handlungsfelder zur ganzheitlichen Komplexitätsbeherrschung“, Design for X, Beiträge zum 22. DfX-Symposium, Tutzing, 2011, pp. 67-78.
- [Bro12] Brosch, M.; Beckmann, G.; Krause, D.: „Towards an Integration of Supply Chain Requirements into the Product Development Process“, in: proceedings of 12th International Design Conference - Design 2012, Dubrovnik, 2012, pp. 23-32.
- [Bru00] Bruls, M.; Huizing, K., van Wijk, J.J.: „Squarifies Treemaps“, in: Proceedings of Joint Eurographics and IEEE TCVG Symposium on Visualization, IEEE Press, Amsterdam, 2000, pp. 33-42.
- [Col81] Collier, D.: „The Measurement and Operating Benefits of Component Part Commonality“, in: Decision Sciences, Vol. 12, No. 1, 1981, S. 85-96.
- [Coo02] Cooper, R. G.: „Top oder Flop in der Produktentwicklung“, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2002.
- [Dan10] Daniilidis, C; Eben, K; Deubzer, F., Lindemann, U.: „Simultaneous Modularization and Platform Identification of Product Family Variants“, in: proceedings of norddesign2010, Gothenburg, Sweden, 2010.
- [Dan11] Daniilidis, C; Enßlin, V; Eben, K; Lindemann, U.: „A classification framework for product modularization methods“, in: proceedings of 18th International Conference on Engineering Design - ICED 11, Copenhagen, Denmark, 2011.
- [DIN02] DIN 199-2: „Technische Produktdokumentation. Teil 2: Begriffe für Stücklisten und das Stücklistenwesen“, Beuth, Berlin, 2002.

- [Duj01] Du, X., Jiao, J., Tseng, M. M.: „Architecture of Product Family: Fundamentals and Methodology“, in: Concurrent Engineering, Vol. 9, No.4, 2001.
- [Eas12] European Aviation Safety Agency (EASA): „Certification Specification for Large Aeroplanes CS-25“, amendment 12, 2012.
- [Ehr06] Ehrlenspiel, K., Kiewert, A., Lindemann, U.: „Cost efficient design“, Springer, Berlin, 2006.
- [Eng99] Engelmann, F.: „Produktplanung und Produktentwicklung in kleinen und mittleren Unternehmen“, Dissertation, Shaker Verlag, Aachen, 1999.
- [Eil11] Eilmus, S.; Beckmann, G.; Krause, D.: „Modulare Produktstrukturen methodisch in Unternehmen umsetzen - Entwicklung von Standardumfängen und Integration von Erfahrungswissen“, Design for X, Beiträge zum 22. DfX-Symposium, Tutzing, 2011, pp. 99-118.
- [Eil12a] Eilmus, S.; Gebhardt, N.; Rettberg, R.; Krause, D.: „Evaluating a methodical approach for developing modular product families in industrial case studies“, in: proceedings of 12th International Design Conference - Design 2012, Dubrovnik, 2012, pp. 837-846.
- [Eil12b] Eilmus, S.; Krause, D.: „An Approach for reducing Variety across Product Families“, in: proceedings of norddesign2012, Aalborg, 2012.
- [Ere96] Erens, F. J.: „The Synthesis of Variety - Developing Product Families“, Dissertation TU Eindhoven, University press TU Eindhoven, 1996.
- [Eri98] Erixon, G.: „Modular function deployment: A method for product modularisation“, Royal Institute of Technology, Stockholm, 1998.
- [Fab04] Fabrycky, W. J.: „Addressing Design Complexity – Integrating Product Life Cycle and product Portfolio considerations“ in: proceedings of Management of Design Complexity, Rydzyna, 2004, pp. 37-44.
- [Fin06] Fink, A., Siebe, A.: „Handbuch Zukunftsmanagement: Werkzeuge der strategischen Planung und Früherkennung“, Campus Verlag, Frankfurt a.M., 2006.
- [Fra02] Franke, H. J., Hesselbach, J., Huch, B., Firschau, N. L.: „Variantenmanagement in der Einzel- und Kleinserienfertigung“, Hanser Verlag, München, 2002.
- [Fre10] Freeman, R. E., Harrison, J. S., Wicks, A. C., Parmar, B. L., de Colle, S.: „Stakeholder-Theory: The state of the art“, Cambridge University Press, Cambridge, 2010.
- [Fri04] Friedrich, T.: „Strategische Produktprogrammplanung bei variantenreichen Produkten“, Dissertation St. Gallen, Difo-Druck GmbH, Bamberg, 2004.
- [Fuj06] Fujita, K.: „Product Variety Optimization“, in: Simpson, T. W., Siddique, Z., Jiao, R. J.: Product Platform and product Family Design, Springer, New York, 2006, pp. 186-224.
- [Gal94] Galsworth, G. D.: „Smart, simple Design“, Oliver Wright Publications, Vermont US, 1994.

- [Gau09] Gausemeier, J., Plass, C., Wenzelmann, C.: „Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung: Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von Morgen“, Hanser Verlag, München, 2009.
- [Gue02] Günterberg, G., Wolter, H. J.: „Institut für Mittelstandsforschung Bonn – Unternehmensstatistik 2001/2002 – Daten und Fakten“, Institut für Mittelstandsforschung, Bonn, 2002.
- [Gus00] Gustafsson, A.: „Conjoint Measurement Methods and applications“, Springer, Berlin, 2000.
- [Goe98] Göpfert, J.: „Modulare Produktentwicklung – Zur gemeinsamen Gestaltung von Technik und Organisation“, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1998.
- [Gum11a] Gumpinger, T.; Jonas, H.; Krause, D.: „Leichtbau im Zusammenspiel mit modular gestalteten Produktfamilien“, in: *Lightweight Design* vol. 4, Springer, Berlin, 2011, pp. 38-43.
- [Gum11b] Gumpinger, T.; Jonas, H.; Plaumann, B.; Krause, D.: „A Visualization Concept for Supporting Module Lightweight Design“, in: *proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design – ICED 11, Copenhagen, 2011* , pp. 290-301.
- [Gun08] Gunzenhauser M.: „Platform Concepts for the Systems Business“, Dissertation ETH Zürich, VDI Verlag, Düsseldorf, 2008.
- [Hal11] Halfmann, N.; Elstner, S.; Krause, D.: „Definition and Evaluation of Modular Product Structures in the Context of Design for Assembly“, in: *proceedings of the ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information Engineering Conference (IDETC/CIE), Washington DC, 2011*.
- [Han12] Hansen, C. L., Mortensen, N. H., Hvam, L.: „On the market aspect of Produkt program Design: Towards a definition of an architecture of the market“, in: *proceedings of 12th International Design Conference - Design 2012, Dubrovnik, 2012*, pp. 1699-1708.
- [Har06] Harlou, U.: „Developing product families based on architectures“, Dissertation DTU Denmark, Lyngby, 2006.
- [Hei99] Heina, J.: „Variantenmanagement“, Dissertation TU Cottbus, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1999.
- [Hen04] Henning-Thurgau, T.: „Planungs- und Entwicklungsprozess von Markenartikeln“, in: Bruhn, M., *Handbuch Markenführung*, 2. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2004.
- [Her09] Herrmann, A., Huber, F.: „Produktmanagement“, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2009.
- [Hil92] Hill, C., Jones, G.: „Strategic Management, an integrated Approach“, 2nd edition, Houghton Mifflin, Boston, 1992.
- [Hoc89] Hoch, M.: „Strategische Planung in mittelständischen Unternehmungen“, Dissertation Universität Mannheim, Centaurus Verlag, 1989.

- [Hof01] Hofer, A.P.: „Management von Produktfamilien: Wettbewerbsvorteile durch Plattformen“, Dissertation, Universität St. Gallen, 2001.
- [Höl96] Hölttä-Otto, K., Otto, K.: „Platform Concept Evaluation“, in: Simpson, T. W., Siddique, Z., Jiao, R. J.: *Product Platform and Product Family Design*, Springer, New York, 2006, pp. 49-72.
- [Hor98] Horx, M.: „Trendbüro – Megatrends für die späten neunziger Jahre“. Trendbuch, 3. Auflage, Econ Executive Verlags GmbH, Düsseldorf, 1998.
- [Hua98] Huang, C. C., Kusiak, A., „Modularity in Design of Products and Systems“, in: *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A*, Vol. 28, No. 1, pp. 66-77, 1998.
- [Hun11] Hungenberg, H.: „Strategisches Management in Unternehmen“, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2011.
- [Hva08] Hvam, L., Mortensen, N. H. & Riis, J.: „Product Customization“, Springer, Berlin, 2008.
- [Jen04] Jensen, T., Hildre, H. P.: „Design for Variety: A review in methods to establish a product family architecture“, in: *proceedings of nordesign04*, Tampere, Finland, 2004, pp. 390-399.
- [Jia99] Jiao, J., Tseng, M.: „A methodology of developing product family architecture for mass customization“, *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol.10, 1999, pp. 3-20.
- [Jon09a] Jonas, H.; Gumpinger, T.; Bles, C.; Krause, D.: „Innovative Design of a Galley Product Platform by applying a new Modularisation Method“ in: *proceedings of 4th International Conference "Supply on the Wings"*, Frankfurt/Main, 2009.
- [Jon09b] Jonas, H.; Gumpinger, T.; Krause, D.: „FlexGalley - Innovative Approach for a Modular Design of an Aircraft Galley“, in: *proceedings of 2nd CEAS European Air and Space Conference*, Manchester, England, 2009.
- [Jon10] Jonas, H.; Krause, D.: „Produktfamilienentwicklung im Rahmen des Variantenmanagements“, *Design for X*, Beiträge zum 21. DfX-Symposium, Buchholz i.d.N., 2010, pp. 169-180.
- [Jon12a] Jonas H., Gebhardt N., Krause D.: „Towards a strategic development of Modular Product Programs“, in: *proceedings of 12th International Design Conference – Design 2012*, Dubrovnik, 2012, pp. 959 - 968.
- [Jon12b] Jonas, H., Ripperda, S., Krause, D.: „Methodical Product Program Planning within the aerospace industry“, in: *proceedings of norddesign2012*, Aalborg, 2012.
- [Kan84] Kano, N.: „Attractive Quality and Must-be Quality“, in: *Journal of the Japanese Society for Quality Control*, H. 4, 1984, pp. 39-48.
- [Kes12] Kesper, H.: „Gestaltung von Produktvariantenspektren mittels matrixbasierter Methoden“, Dissertation TU München, Dr. Hut Verlag, München, 2012.

- [Kip08] Kipp, T., Krause, D.: „Design for Variety – Ein Ansatz zur variantengerechten Produktstrukturierung“, 6. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik, Aachen, 2008, pp. 159-168.
- [Kip10] Kipp, T.; Bles, C.; Krause D.: „Anwendung einer integrierten Methode zur Entwicklung modularer Produktfamilien“, Design for X - Beiträge zu 21. DfX-Symposium, Hamburg, 2010, pp. 157 - 168.
- [Kip12] Kipp, T.: Methodische Unterstützung der variantengerechten Produktgestaltung. Dissertation TU Hamburg-Harburg, TuTech Verlag Hamburg, Hamburger Schriftenreihe Produktentwicklung und Konstruktionstechnik, Band 4, ISBN 978-3-941492-47-9, 2012.
- [Koe98] Köster, O.: „Strategische Disposition - Konzept zur Bewältigung des Spannungsfeldes Kundennähe, Komplexität und Effizienz im Leistungserstellungsprozess“, Dissertation, Universität St. Gallen, 1998.
- [Koe08] Koeppen, B.: „Modularisierung komplexer Produkte anhand technischer und betriebswirtschaftlicher Komponentenkopplungen“, Shaker Verlag, Aachen, 2008.
- [Kom98] Komorek, C.: „Integrierte Produktentwicklung“, Dissertation, Steuer- und Wirtschaftsverlag, Berlin, 1998.
- [Kop04] Koppenhagen, F.: „Systematische Ableitung modularer Produktstrukturen“, Shaker Verlag, Aachen, 2004.
- [Kos08] Kosow, H., Gaßner, R.: „Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse“, Bericht Nr. 103, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin, 2008.
- [Kot10] Kotler, P., Keller, K. L., Bliemel, F.: „Marketing Management: Strategien für wert-schaffendes Handeln“, 12. Auflage, Pearson Verlag, München, 2010.
- [Kra10] Krause, D.; Jonas, H.; Gumpinger, T.; Rasmussen, O.: „Modularisierungs- und Leichtbaustrategien für optimierte Kabinenkomponenten zukünftiger Flugzeug-generationen“, Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2010 - DLRK2010, Hamburg, 2010.
- [Kra11a] Krause, D. ; Eilmus, S.: „A Methodical Approach for Developing Modular Product Families“, in: proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design - ICED 11, Copenhagen, 2011, pp. 299-308.
- [Kra11b] Krause, D.; Plaumann, B.; Gumpinger, T.; Jonas, H.: „Flexible Positionierung von modularen Kabinenmonumenten durch innovative Anbindungen in Leichtbauweise“, Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2011 - DLRK2011, Bremen, 2011.
- [Kra11c] Krause, D., Eilmus, S.: „Methodical Support for the Development of Modular Product Families“, The Future of Design Methodology, Springer, Berlin, 2011, pp. 35-45.
- [Kra12a] Krause, D., Kipp, T., Bles, C.: „Modulare Produktstrukturierung“, Handbuch Kon-struktion, Hanser, München, 2012, pp. 657-678.

- [Kra12b] Krause, D., Gumpinger, T., Plaumann, B.: „Leichtbau“, Handbuch Konstruktion, Hanser, München, 2012, pp. 463-484.
- [Kre11] Kreikebaum, H., Gilbert D. U.; Behnam, M.: „Strategisches Management“, Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 2011.
- [Kus96] Kusiak, A., Huang, C.-C., „Development of modular products“, in: IEEE Transactions on components, Packaging, and Manufacturing Technology, Part A, Vol. 19, No. 4, pp. 523-538, 1996.
- [Kvi10] Kvist, M.: „Product Family Assessment“, Dissertation DTU Denmark, Lyngby, 2010.
- [Lar07] Larsson, F.: „Managing the new product portfolio“, Dissertation DTU Denmark, Lyngby, 2007.
- [Len09] Lenders, M.: „Beschleunigung der Produktentwicklung durch Lösungsraum-Management“, Apprimus Verlag, Aachen, 2009.
- [Lin09] Lindemann, U., Maurer, M., Braun, T.: „Structural Complexity Management“, Springer, Berlin, 2009.
- [Lom10] Lombriser, R., Abplanalp, P. A.: „Strategisches Management: Visionen entwickeln, Erfolgspotentiale aufbauen, Strategien umsetzen“, 5. Auflage, Versus Verlag, Zürich, 2010.
- [Man88] Mann, R.: „Das ganzheitliche Unternehmen – Die Umsetzung des neuen Denkens in der Praxis zur Sicherung von Gewinn und Lebensfähigkeit“, Scherz Verlag, Bern, 1988.
- [Mes12] Messerle, M., Binz, H., Roth, D.: „Existing problems of idea evaluations and possible areas of improvement“, in: proceedings of 12th International Design Conference - Design 2012, Dubrovnik, 2012, pp. 1917-1928.
- [Mey97] Meyer, M. H., Lehnerd, A. P.: „The Power of Product Platforms: Building Value and Cost Leadership“, The Free Press, New York, 1997.
- [Mie09] Mietzner, D.: „Strategische Vorausschau und Szenarioanalysen Methodenevaluation und neue Ansätze“, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2009.
- [Mor00] Mortensen, N. H., Harlou, U., Nielsen, M. P., Andreasen, M. M.: „Procedure for modelling product families in configuration systems“, in: proceedings of Design for Configuration, Tampere, 2000.
- [Mor05] Mortensen, N. H., Harlou, U., Andreasen, M. M.: „Identification of Platform Levels in Product Development“, in: proceedings of the 15th International Conference on Engineering Design – ICED 05, Melbourne, 2005, pp. 337-338.
- [Möh08] Möhrle, M. G.: „Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen“, Springer, Berlin, 2008.
- [Mül05] Müller-Hagedorn, L.: „Handelsmarketing“, 4. Auflage, Kohlhammer Druckerrei, Stuttgart, 2005.

- [Nag09] Nagel, R., Wimmer, R.: „Systematische Strategieentwicklung: Modelle und Instrumente für Berater und Entscheider“, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2009.
- [New98] Newcomb, P.J., Bras, B., D.W. Rosen: „Implications of Modularity on Product Design for the Life Cycle“, in: Journal of Mechanical Design, Vol. 120, No. 3, 1998, pp. 483-490.
- [Nil10] Nielsen, O. F.: „Continuous Platform Development“, Dissertation DTU Denmark, Lyngby, 2010.
- [Oss03] Ossala-Haring, C.: „Das große Handbuch Kennzahlen zur Unternehmensführung“, 2. Auflage, Moderne Industrie, München, 2003.
- [Pah06] Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K. H.: „Konstruktionslehre“, 7. Auflage, Springer, Berlin, 2006.
- [Pah07] Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K. H.: „Engineering Design – A systematic approach“, 3rd Edition, Springer, London, 2007.
- [Pat1] Jonas, H., Gumpinger, T., Krause, D.: „Halterung für Inneneinrichtungskomponenten in Flugzeugkabinen“, Europäische Patentanmeldung, EP 2 436 599 A2.
- [Pat2] Jonas, H., Krause, D.: „Anordnung zum Entlüften von Flugzeugkabinenkomponenten, insbesondere Bordküchen“, Deutsche Patentanmeldung, DE 10 2011 104 866 A1.
- [Ped10] Pedersen, R.: „Product Platform Modelling“, Dissertation DTU Denmark, Lyngby, 2010.
- [Pep06] Pepels, W.: „Produktmanagement: Produktinnovationen, Markenpolitik, Programmplanung, Prozessorganisation“, Oldenbourg Verlag, München, 2006.
- [Pet11] Petersen, S. I., Steinert, M., Beckmann, S.: „Design Driven Portfolio Management“, in: proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design - ICED 11, Copenhagen, 2011, pp. 21-30.
- [Pim94] Pimmler T.U., Eppinger S.D.: „Integration Analysis of Product Decompositions“, in: Design Theory and Methodology Conference, DTM'94, Minneapolis, 1994, pp. 343-351.
- [Pla12] Plaumann, B., Krause, D.: „Reduzierte Systemmodelle für die Auslegung von varianten Leichtbaustrukturen unter dynamischen Lasten“, Tag des Systems Engineerings 2012 (TdSE), Paderborn, 2012.
- [Por08] Porter, M. E.: „Wettbewerbsstrategie: Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten“, 11. Auflage, Campus Verlag, Frankfurt a.M., 2008.
- [Pul04] Pulm, U.: „Eine systemtheoretische Betrachtung der Produktentwicklung“, Dissertation TU München, Dr. Hut Verlag, München, 2004.

- [Ras12] Rasmussen, O., Plaumann, B., Krause, D.: „Untersuchungen von varianten Leichtbaustrukturen unter dynamischen Lasten“, Design for X, Beiträge zum 23. DfX-Symposium, Bamberg, 2012, pp. 135-150.
- [Rei02] Reitan, J., Stormo, S., Aasland, K.: „Redesigning product programs – focusing on variety, complexity and commonality“, in: proceedings of 7th International Design Conference - Design 2002, Dubrovnik, 2002, pp. 235-239.
- [Rob98] Robertson, D., Ulrich, K.: „Product Platform Development“, Sloan Management Review, Vol.39, No. 4, 1998, pp.19-31.
- [Rtc07] RTCA Incorporated: „DO-160F Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment“, 2007.
- [Run07] Runia, P., Wahl, F., Geyer, O., Thewissen, C.: „Marketing: eine prozess- und praxisorientierte Einführung“, Oldenbourg Verlag, München, 2007.
- [Rup88] Rupp, M.: „Produkt/Markt Strategien – Handbuch zur marktsicheren Produkt und Sortimentsplanung in Klein- und Mittelunternehmen der Investitionsgüterindustrie“, Verlag Industrielle Organisation, Zürich, 1988.
- [Sal07] Salvador, F.: „Toward a Product System Modularity Construct: Literature Review and Reconceptualization“, in: IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 54, No. 2, 2007, S. 219-240.
- [Sch89] Schuh, G.: „Gestaltung und Bewertung von Produktvarianten“, Dissertation RWTH Aachen, VDI Verlag, 1989.
- [Sch01] Schuh, G., Schwenk, U.: „Produktkomplexität Managen“, Hanser Verlag, München, 2001.
- [Sch05] Schuh, G., „Produktkomplexität Managen“, 2. Auflage, Hanser Verlag, München, 2005.
- [Sch07] Schuh, G., Arnoscht, J., Nußbaum, C.: „Produktarchitekturen richtig gestalten“, in: Industrie Management, Vol. 23, 2007.
- [Sch09] Schuh, G., Lenders, M., Bender, D.: „Szenariorobuste Produktarchitekturen“, 5. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Paderborn, 2009, pp. 99-119.
- [Sch12] Schuh, G., Schiffer, M., Arnoscht, J.: „Scenario Based Development of Robust Product Architectures“, in: Proceedings of PICMET '12, International Center for Management of Engineering and Technology, Portland, 2012, pp. 2542–2549.
- [Sek05] Sekolec, R.: „Produktstrukturierung als Instrument des Variantenmanagements in der methodischen Entwicklung modularer Produktfamilien“, Dissertation ETH Zürich, VDI Verlag, Düsseldorf, 2005.
- [Sid98] Siddique, Z., Rosen, D. W.: „On the applicability of product variety design concepts to automotive platform commonality“, in: proceedings of Design Engineering Technical Conferences – ASME/DECT'98, Atlanta, 1998.

- [Sim01] Simpson, T. W., Maier, J. R. A., Mistree, F.: „Product platform design: method and application“, in: Research in Engineering Design, Vol. 13, No. 1, pp. 2-22.
- [Ste00] Stetter, R.: „Method implementation in integrated product development“, Dissertation TU München, Dr. Hut Verlag, München, 2000.
- [Sto97] Stone, R.B.: „Towards a Theory of Modular Design“, Dissertation, The University of Texas, Faculty of the Graduate School, Austin, 1997.
- [Ter95] Terninko, J.: „Customer Driven Product Design - a Work Book to learn Quality Function Deployment (QFD)“, Responsible Management Inc., Nottingham, 1995.
- [The06] Thevenot, H. J., Simpson, T. W.: „Commonality indices for Product Family Design: A detailed comparison“, in: Journal of Engineering Design, Vol. 17, No.2, 2006, pp. 99-119.
- [Tuf07] Tufte, E. R.: „The Visual Display of Quantitative Information“, Volume 2, Graphics Press LLC, Connecticut, 2007.
- [VDI80] Verein Deutscher Ingenieure (VDI): „VDI-Norm 2220: Produktplanung, Ablauf, Begriffe und Organisation“, VDI Verlag, Düsseldorf, 1980.
- [VDI93] VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung: „VDI Richtlinie 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte“, VDI Verlag, Düsseldorf, 1993.
- [Wac86] Wacker, J.G., Treleven, M.: „Component Part Standardization: An Analysis of Commonality Sources and Indices“, in: Journal of Operations Management, Vol. 6, No. 2, 1986, pp. 219-244.
- [Web08] Weber, C.: „How to derive application-specific design methodologies“, in: proceedings of 10th International Design Conference - Design 2008, Dubrovnik, 2008, pp. 69-80.
- [Wel08] Welge, M., Al-Laham, A.: „Strategisches Management: Grundlagen - Prozesse - Implementierung“, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2008.
- [Wil90] Wildemann, H.: „Kostengünstiges Variantenmanagement“, in: Management Zeitschrift Heft 11, 1990, pp. 37-41.
- [Wil01] Wilhelm, B.: „Konzeption und Bewertung einer modularen Fahrzeugfamilie“, Dissertation RWTH Aachen, Shaker Verlag, Aachen, 2001.
- [Yin03] Yin, R. K.: „Case Study Research: Design and Methods“, Sage Publications, Thousand Oaks, 2003.
- [Zam99] Zamirowski, E. J., Otto, K. N.: „Identifying Product Portfolio Architecture Modularity using Function and Variety Heuristics“, in: proceedings of the 11th International Conference on Design Theory and Methodology - DTM 99, Las Vegas, 1999.

- 
- [Zin00] Zinser, S.: „Eine Vorgehensweise zur szenariobasierten Frühnavigation im strategischen Technologiemanagement“, Dissertation Universität Stuttgart, Jost Jetter Verlag, Heimsheim, 2000.
- [Zoh04] Zohm ,F.: „Management von Diskontinuitäten – Das Beispiel der Mechatronik in der Automobilindustrie“, Dissertation RWTH Aachen, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2004.



## 9 Anhang

### Anhang A1. Herleitung beteiligter Abteilungen und Personen

Wesentliche Einflussbereiche auf die strategische Produktplanung aus dem Unternehmenskontext sind nach [Bra05] die Abteilungen Unternehmensführung, Beschaffung, Marketing, Vertrieb, Controlling, Wissensmanagement, Qualitätsmanagement, Entwicklung und Konstruktion. Der Prozess der strategischen Produktplanung ist aufgrund der abteilungsübergreifenden Funktion immer stark durch Interdisziplinarität geprägt [Pul04], weshalb neben einem Kernteam der Produktplanung regelmäßig auch die anderen unternehmensinternen Einflussgruppen eingebunden sind [Bea09, Hoc89].

Die zu entwickelnde Methode darf sich somit nicht starr auf eine bestimmte Gruppe fokussieren, sondern muss vielmehr den Planungsprozess moderieren und eine mögliche Einbindung interdisziplinärer Teilnehmer unterstützen. Dies kann nur durch die Bereitstellung von durchgehenden Werkzeugen ermöglicht werden, die ein gemeinsames Verständnis der einzelnen Schritte schaffen und für Personen mit unterschiedlichem fachlichem Hintergrund leicht interpretierbar und intuitiv handhabbar sind. Die eigentliche operative Durchführung der Methode kann dabei entweder unternehmensintern durch Mitarbeiter der Produktplanung oder extern durch ein Beraterteam erfolgen. Tabelle 4-1 basiert auf den genannten Literaturquellen sowie auf eigenen Erfahrungen durchgeführter Projekte.

Typisierung zum erwarteten Kenntnisstand im Umgang mit Methoden nach [Bra05]

Bezüglich des Wissensstandes klassifiziert BRAUN Methodenanwender in der Produktplanung in drei Kategorien [Bra05].

*Methoden-Anfänger* weisen wenig oder keine Erfahrung im Umgang mit Methoden auf. Bestenfalls ist hier das Bewusstsein für die Bedeutung von Methoden zumindest vorhanden, schlechtestenfalls existiert eine gewisse innere Ablehnung gegenüber Methoden. Methoden-Anfänger können am besten durch präskriptive (=anweisende) Ansätze mit vorkonfigurierten Vorgehensweisen unterstützt werden. Die Fähigkeit, ein Vorgehen eigenständig zu erstellen, kann beim Methodenanfänger nicht unterstellt werden [Bra05].

*Methoden-Fortgeschrittene* zeichnen sich dadurch aus, dass bereits Erfahrungen im Umgang mit Methoden vorliegen. Sie sind aufgeschlossen gegenüber dem Einsatz von Methoden und können vor allem durch Anleitungen und Hilfestellungen darin unterstützt werden, Methoden durch situationsspezifische Elemente zu konfigurieren [Bra05]. Mit der entsprechenden Anleitung sind sie in der Lage, existierende Methoden aufzugreifen und im Kontext des eigenen Unternehmens anzupassen.

*Methoden-Experten* haben durch umfangreiche Erfahrung im Umgang mit Methoden ein systematisches, teils unbewusst ablaufendes Vorgehen zur Problemlösung verinnerlicht [Bra05]. Die Etablierung methodischer Vorgehensweisen ist verbreitet, Experten lehnen starre und nicht anpassbare Vorgehensweisen aber teilweise ab (vgl. [Ste00]). Sie sind es gewohnt, Bausteine verschiedener Methoden aufzugreifen und nach eigenem Ermessen anzupassen und neu zu kombinieren.

## Anhang A2. Dimensionen des PSM

Bild 9-1 veranschaulicht, dass der Vergleich von Flächen für das menschliche Auge schwer möglich ist, wenn zwei Dimensionen gleichzeitig veränderlich sind (vgl. [Bru00]).

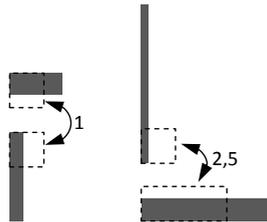


Bild 9-1: Flächenvergleich bei zwei variablen Dimensionen

Aus diesem Grunde werden für das Werkzeug die Flächen ohne Bedeutung hinterlegt, so dass lediglich die Längenkoordinaten und Farben mit Informationen hinterlegt werden. Auf eine dreidimensionale Erweiterung wurde ebenfalls aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

Bei der Auswahl von geeigneten Kenngrößen ist der adressierte Personenkreis von grundsätzlicher Bedeutung (vgl. [Oss03]). Da die Produktprogrammplanung im Unternehmen interdisziplinär durchgeführt wird, sollten Kennzahlen verwendet werden, die einfach definiert, weitgehend bekannt und aussagekräftig sind.

Bei einer Programmanalyse bildet eine Analyse der Umsatzentwicklung in der Regel die Grundlage, da diese zeigt, welche Geschäftseinheiten stark oder schwach zum Gesamtumsatz beitragen. Allerdings muss hierzu auch parallel die Absatzmenge betrachtet werden, da sich sonst nicht feststellen lässt, ob der Umsatzbeitrag auf den Preis oder die Menge zurückzuführen ist. In diesem Zusammenhang ist auch die Marge von Interesse, da diese als relative Kennzahl zeigt, inwieweit eine Geschäftseinheit zum Gewinn beiträgt bzw. ob dort überhaupt ein Gewinn erzielt wird. Für die Manager der Produktlinien, wie letztlich auch für die Geschäftsleitung, sind demnach Umsatz und Gewinn grundlegende Kennzahlen zur Entscheidungsfindung (vgl. [Kot10, Mü105]). Dies wurde für die vorliegende Methode auch durch Kooperationspartner in der Industrie bestätigt.

### Anhang A3. Gesprächsleitfaden

#### Einleitung – Aktuelle Situation der strategischen Planung und Produktprogrammstruktur

- Wie findet derzeit die Planung des zukünftigen Produktprogramms statt?
- Wie lang ist der Planungshorizont in Jahren?
- Welche Prognosen werden genutzt (Auftragslage, zukünftiger Bedarf)?
- In welche Produktlinien und Produktfamilien ist das Produktprogramm aufgeteilt und wie sind diese abgegrenzt?
- Welche Gründe hat die Abgrenzung?
- Bestehen Vertriebsabhängigkeiten bei verschiedenen Produkten?

#### Teil A – Fragenteil interne Analyse

##### Erfolgsfaktoren für das Unternehmen

- Welche Faktoren beeinflussen die Auftragsvergabe (Preis, Entwicklungszeit,...)?
- Was sind Erfolgsfaktoren in ihrer Branche?
- Weshalb entscheiden sich die Kunden für ihr Unternehmen?
- Was waren Gründe weshalb ihr Unternehmen bei Aufträgen nicht berücksichtigt wurde?

##### Optional - Kernkompetenzen

- Was sind die Kernkompetenzen ihres Unternehmens?
- Welche Fähigkeiten sind die Basis dafür?
- Welche Ressourcen begründen dies und in welchen Unternehmensbereichen liegen diese? (Entwicklung; Produktion; Marketing/Vertrieb; Service)
- Wurden diese gezielt entwickelt?

#### Teil B – Fragenteil externe Analyse

##### Die Stakeholder des Unternehmens

- Wer sind die Interessensgruppen/Anspruchsgruppen gegenüber Ihrem Unternehmen? (Ggf. Beispiel-Stakeholdermapping als Einstieg)
- Welche relevanten Trends sind bei den Stakeholdern bekannt (einzeln)? Ist der jeweilige Trend eher Chance oder ein Risiko?

##### Chancen und Risiken der Produktfamilien

- Beschreiben Sie mögliche Chancen für die Produktfamilien (einzeln).
- Beschreiben Sie mögliche Risiken für die Produktfamilien (einzeln).

Optional - Informationen für Wettbewerbsvergleich

- Sind ausreichend Informationen über die Wettbewerber bekannt?
- Wer ist der stärkste Konkurrent im jeweiligen Produktbereich?

#### Anhang A4. Produktfamilienweise Erläuterungen der Extrapolation

Bei den **Flachwassergeräten** sorgt die Einführung eines Low-End-Gerätes für eine Abrundung des Angebotes nach unten und schließt somit die Angebotslücke. Zusammen mit einer Kosten- und damit möglichen Preissenkung des Basisgerätes kann für die Produktlinie eine bessere Marktausrichtung erreicht werden. Das Basisgerät ohne Display wird, wie vorgesehen, eliminiert, für das Basisgerät mit Display wird aufgrund der neuen Marktausrichtungsmaßnahmen keine rückläufige Umsatzprognose gestellt. Bei den Premiumgeräten ist aktuell mangels gegenteiliger Anzeichen davon auszugehen, dass der Marktanteil gehalten- und das Marktwachstum mitgenommen wird, wobei ein stärkeres Wachstum bei der zukunftsweisenden Technologie von digitalen Schnittstellen erwartet wird. Zusätzlich wird im Flachwasser-Segment ein Gerät zur Durchflussmessung eingeführt, welches die ursprünglich eigenständige Produktlinie ablöst.

Bei den **Tiefwassergeräten** wird davon ausgegangen, dass beide Geräte ein derzeit gutes Marktwachstum mitnehmen. Das Basisgerät, welches überarbeitet wurde und sich bereits im Markt befindet, zeigt durch erste Kundenbefragungen keine gegenteiligen Anzeichen. Da das Premiumgerät auf einem ähnlichen technischen Grundkonzept auch hinsichtlich der Bedienung basiert, ist auch hier zunächst nicht davon auszugehen, dass nach Einführung des überarbeiteten Produktes Marktanteile verloren gehen.

Die Produktlinie zur **Durchflussmessung** wird eliminiert. Um dennoch ein Angebot in diesem Segment für Systemkäufer vorhalten zu können, wird ein entsprechendes Neuprodukt bei Flachwasser hinzugefügt.

Bei beiden Geräten zur **Trockenanwendung** wird von einem sehr guten Umsatzwachstum durch den Umstieg auf den internationalen Vertriebsweg ausgegangen.

Basierend auf den Prozentangaben der Best-/Worst-Case Szenarien zeigt Tabelle 9-1 die angenommenen prozentualen Veränderungen für die Extrapolation mit Kurzbegründungen. Bild 9-2 zeigt die Extrapolation in PSM-Übersichtsdarstellung.

Tabelle 9-1: Extrapolation mit Kurzbegründungen

		Trend	Kurzbegründungen
Flachwasser	Neu 1 (Low-End Gerät)		Neuentwicklung für bessere Marktabdeckung
	Basis oh. Display	-100%	Eliminierung, nur noch mit Display
	Basis m. Display	+/-0%	Anteil im gesättigten Markt wird gehalten
	Premium	+5%	Mitnahme Marktwachstum
	Premium digitale Schnittstellen	+10%	Wachsende Bedeutung digitaler Protokolle
	Premium mit Pumpe	+5%	Mitnahme Marktwachstum
	Neu 2 (Durchflussmesser)		Neuentwicklung für Systemkäufer
Tiefwasser	Basis	+8%	Passende Spezifikationen, Mitnahme Marktwachstum
	Premium	+8%	Passende Spezifikationen, Mitnahme Marktwachstum
Durchflussmessung	Basis	-100%	Eliminierung
	Premium	-100%	Eliminierung
Trockenanwendung	Basis	+10%	Wachstum durch Internationalisierung
	Premium	+10%	Wachstum durch Internationalisierung

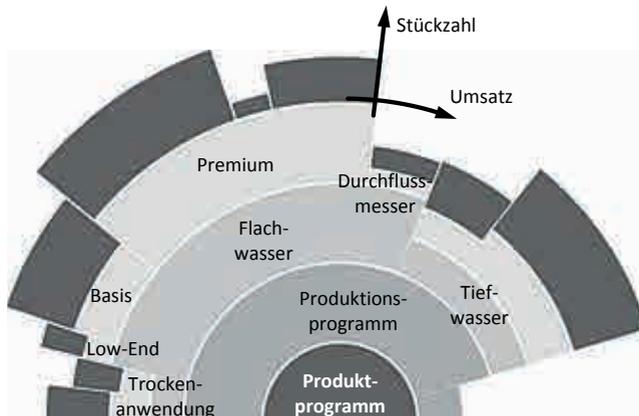


Bild 9-2: Extrapolation in PSM-Übersichtsdarstellung

Anhang A5. Zweiter Teil des invertierten Vielfaltsbaumes mit Beschreibungen

Produkte	Komponenten	Primäre Merkmale				Sekundäre Merkmale		Nr	Bestehende Übernahme- komponenten	Potentielle Übernahme- komponenten
		Leiterplatten	Gehäuse	Display	Mechanik	Sicherheitszertifikat	Größe			
(F) Premium Pumpe	Gehäuse (F)		Flachwasser				standard	22	4, 8, 15, 22	22, 29
	Sensoren				Standard-sensoren			23	5, 9, 16, 23, 37, 41	
	Hauptleiterplatte (F-Pu)	Premium Features				Beschichtet		24		10, 17, 24, 40
	Display (F-P) mit HMI			LCD			4-Zeilen	25	11, 18, 25, 32	
	Datenlogger (F)	DL				Beschichtet		26	12, 19, 26, 33	
	Zusatzleiterplatte (F-P)	ZLP				Beschichtet		27	13, 27, 34	
	Pumpeinheit				Pumpe	bis 1m		28		
Neu 2, basierend auf (D-P)	Gehäuse (D)		Flachwasser				Aufnahme D	29		22, 29
	Durchfluss-sensor				D-Einheit			30		
	Hauptleiterplatte (F-P)	Premium Features				Beschichtet		31	10, 31	
	Display (F-P) mit HMI			LCD			4-Zeilen	32	11, 18, 25, 32	
	Datenlogger (F)	DL				Beschichtet		33	12, 19, 26, 33	33, 42
	Zusatzleiterplatte (F-P)	ZLP				Beschichtet		34	13, 27, 34	34, 43
	Steuerung Durchfluss-Sensor	Steuerung D						35		
(T) Basis	Gehäuse (T)		Tiefwasser				standard	36	36, 39	
	Sensor				Standard-sensor			37	5, 9, 16, 23, 37, 41	
	Hauptleiterplatte (T-B)	Basis-Features				Nicht erf.		38		3, 6, 38
(T) Premium	Gehäuse (T)		Tiefwasser				standard	39	36, 39	
	Hauptleiterplatte (T-P)	Premium Features				Nicht erf.		40		10, 17, 24, 40
	Sensoren				Standard-sensoren			41	5, 9, 16, 23, 37, 41	
	Datenlogger (T)	DL				Nicht erf.		42		33, 42
	Zusatzleiterplatte (T)	ZLP				Nicht erf.		43		34, 43

(F)=Flachwasser, (T)=Tiefwasser, (B)=Basis, (P)=Premium, (Pu)=Pumpe, (D)=Durchfluss, (Dg)=Digital, (Se)=Sensor extern, (LE)=Low-End

Bild 9-3: Merkmalvergleich im invertierten Vielfaltsbaum, 2. Teil

Beschreibung weiterer Konzepte gemäß Bild 9-3

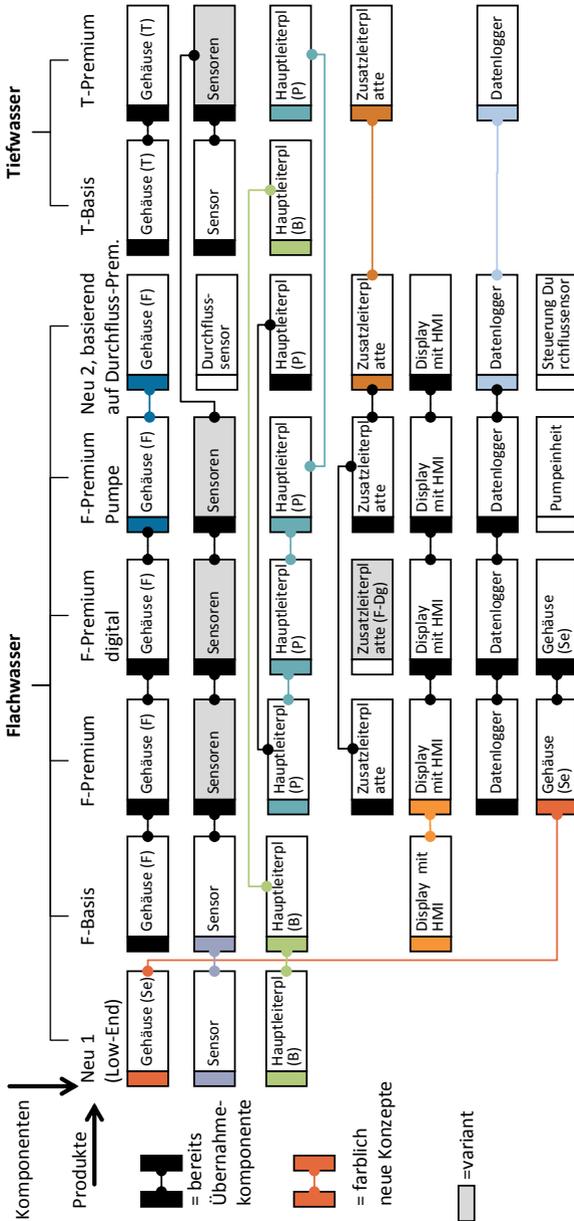
Das Display Nr.7 weist als primäres Merkmal LCD-Technologie auf und ist damit deckungsgleich mit der Komponente Nr.11, 18, 25, 32. Unterschiedlich ist jedoch das sekundäre Merkmal der Displaygröße. Auch hier könnte eine Harmonisierung durch Überdimensionierung vorgenommen werden, später könnte eine Differenzierung mit Hilfe einfacherer Zeichensätze oder teilweiser Abdeckung durch Frontfolien vorgenommen werden. Zwar ist die Komponente Nr.11, 18, 25, 32 durch das zusätzliche HMI gekennzeichnet, eine Schnittstelle zur Bedienung, diese könnte bei Nr.7 aber ohne Funktion gelassen und überdeckt werden. Somit besteht der Übernahmekandidat zwischen Nr.7 und Nr.11, 18, 25, 32.

Die Hauptleiterplatte Nr.10 weist aufgrund des primären Merkmals „Premium-Features“ Gemeinsamkeiten mit den Komponenten Nr.17,24,40 auf. Unterschiede bestehen einerseits wie in den sekundären Merkmalen ausgewiesen in der fehlenden Beschichtung bei Nr.40, andererseits aber auch in kleineren Funktionserweiterungen, zum Beispiel einer Ansteuerung der digital-Zusatzleiterplatte bei Nr.17 und einer Pumpenansteuerung bei Nr.24. Auch hier ist eine Harmonisierung denkbar, indem eine einheitliche Premium-Hauptleiterplatte die Ansteuerungsfunktionen prinzipiell bereithält, durch Softwarefunktion produktspezifisch aktivieren kann und beschichtet ist. Deshalb besteht ein Übernahmekandidat zwischen Nr.10 und Nr.17,24,40.

Das Gehäuse Nr.29 des neu zu entwickelnden Durchflussmessgerätes zeigt gemäß primärem Merkmal Übernahmepotential zu den Flachwassergehäusen. Zwar hat das Gehäuse beim bestehenden Durchflussmessgerät eine andere Bauform zur Aufnahme des Durchflusssensors, diese könnte aber im Rahmen der Neuauflage des Produktes mit der der anderen Flachwassergeräte vereinheitlicht werden. Ein Übernahmekandidat besteht zwischen Nr.29 und Nr.4, 8, 15, 22.

Der Datenlogger Nr.42 sowie die Zusatzleiterplatte Nr.43 des Tiefwasser-Premiumgerätes bilden jeweils Übernahmekandidaten zu den Flachwassergeräten, wobei eine Überdimensionierung bezüglich des Sicherheitszertifikates vorzunehmen wäre. Somit bestehen Übernahmekandidaten zwischen Nr.42 und Nr.12, 19, 26, 33 sowie zwischen Nr.43 und Nr.13, 27, 34.

Anhang A6. Zwischenstufe des CAP (5. Kapitel)



(F)=Flachwasser, (T)=Tiefwasser, (B)=Basis, (P)=Premium, (Dg)=Digital, (Se)=Sensor extern

Bild 9-4: Zwischenstufe des CAP nach Merkmalvergleich

Anhang A7. Vollständiger CAP (6. Kapitel)

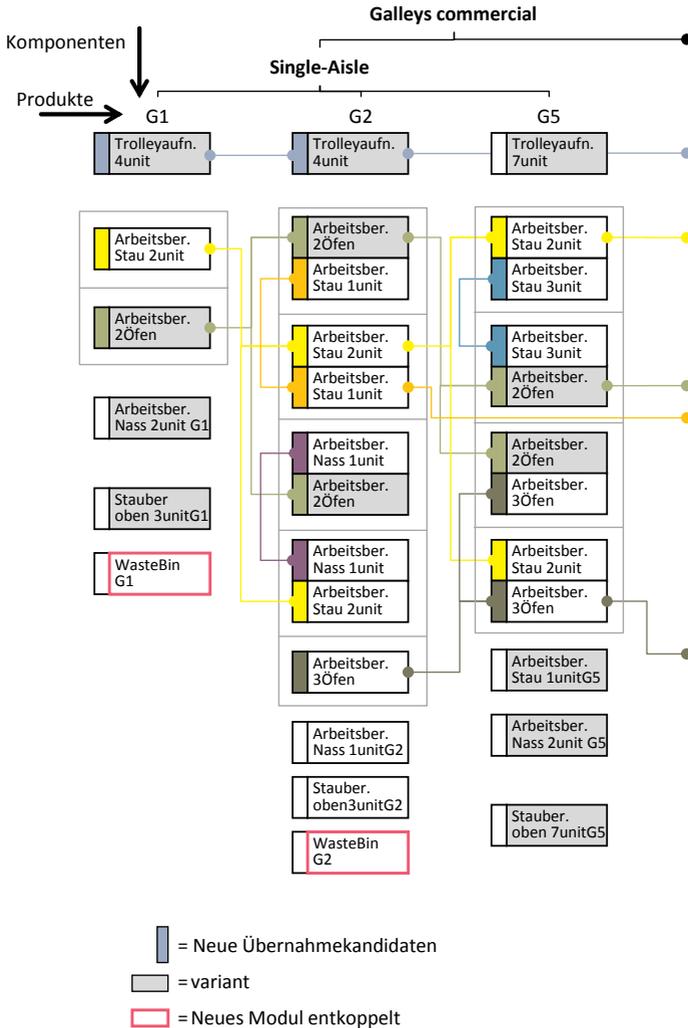


Bild 9-5: Vollständiger CAP (1) – Übernahmekonzepte im Bereich Single-Aisle

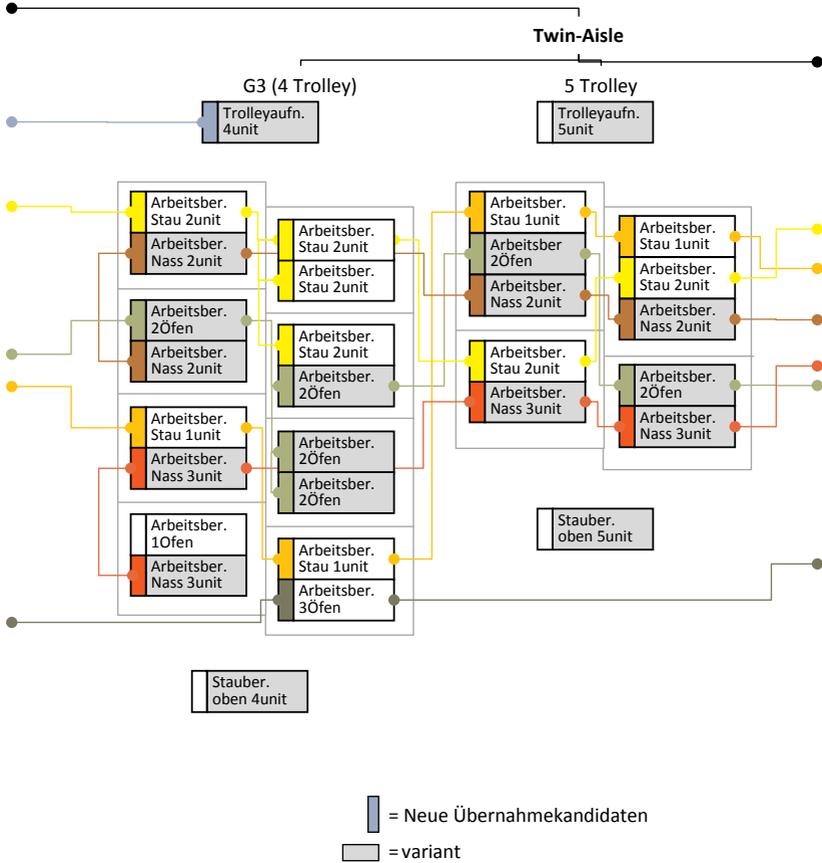


Bild 9-6: Vollständiger CAP (2) – Übernahmekonzepte im Bereich Twin-Aisle

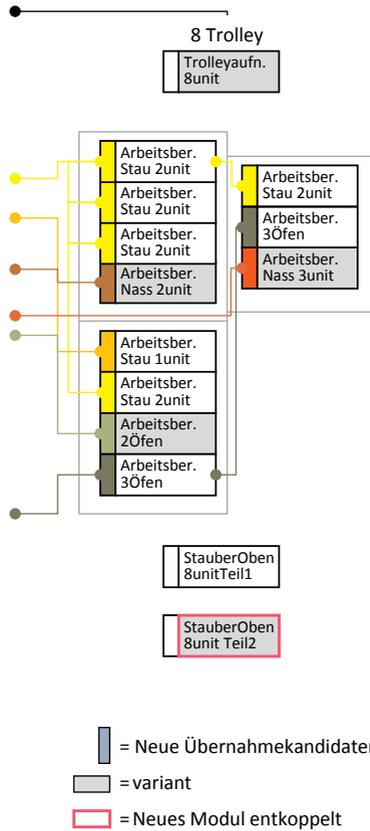
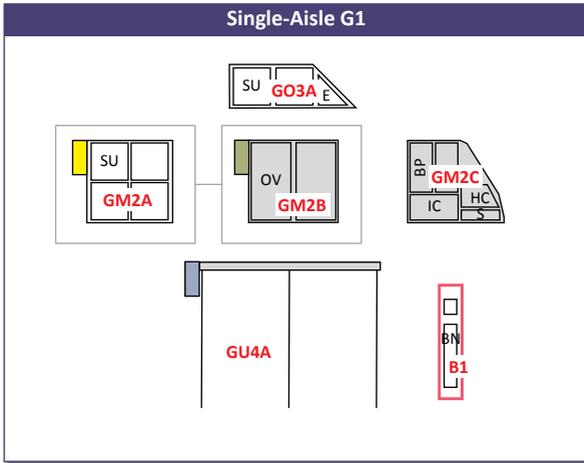


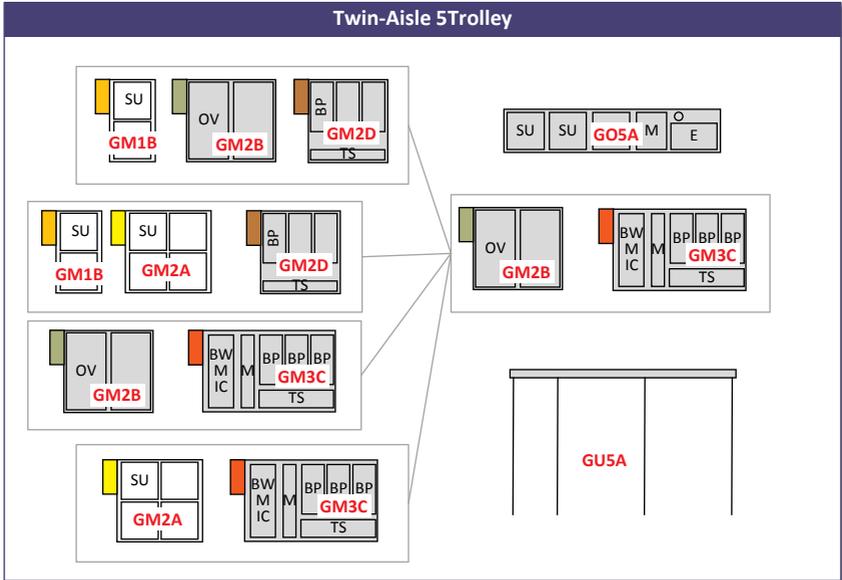
Bild 9-7: Vollständiger CAP (3) – Übernahmekonzepte 8Trolley

Anhang A8. Weitere entwickelte MIGs Produktlinie Galleys commercial



- |                       |                   |  |
|-----------------------|-------------------|--|
| BN: Waste bin         | IC: Ice drawer    |  = Neue Übernahmekandidaten |
| BP: Beverage provider | OV: Oven          |  = variant                  |
| E: E-Panel            | SU: Standard-Unit |  = Neues Modul entkoppelt   |
| HC: Hot cup           | S: Sink           |  |

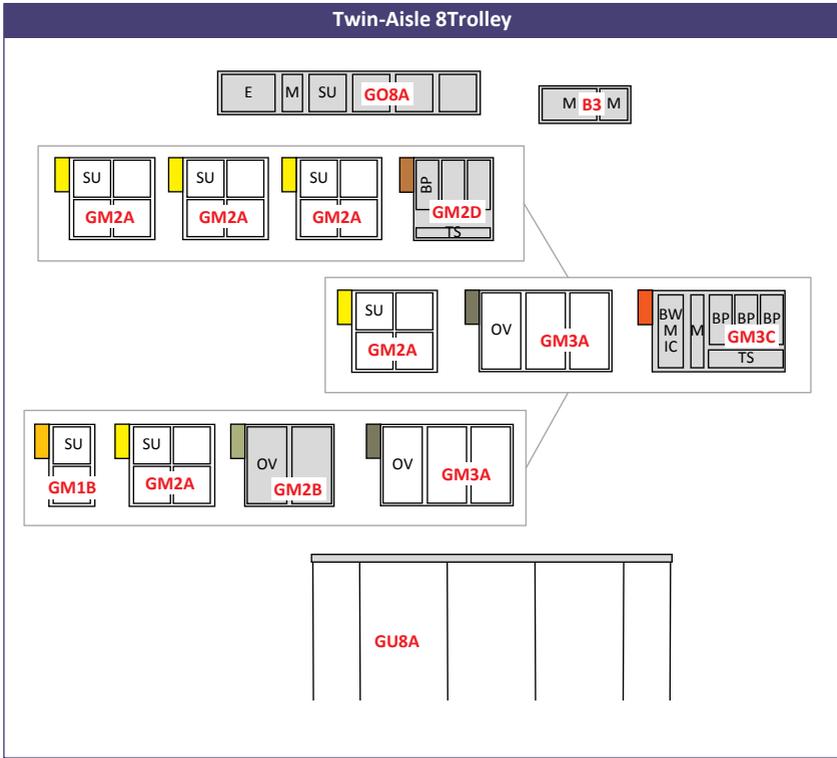
Bild 9-8: MIG Single-Aisle G1 Konzept



BP: Beverage provider  
 BW: Bun warmer  
 E: E-Panel  
 IC: Ice drawer  
 M: Miscellaneous compartment  
 OV: Oven  
 SU: Standard-Unit  
 TS: Tap, sink

= Neue Übernahmekandidaten  
 = variant

Bild 9-9: MIG Twin-Aisle 5Trolley Galley Konzept



- |                       |                              |                            |
|-----------------------|------------------------------|----------------------------|
| BP: Beverage provider | M: Miscellaneous compartment | = Neue Übernahmekandidaten |
| BW: Bun warmer        | OV: Oven                     | = variant                  |
| E: E-Panel            | SU: Standard-Unit            |                            |
| IC: Ice drawer        | TS: Tap, sink                |                            |

Bild 9-10: MIG Twin-Aisle 8Trolley Galley Konzept

Anhang A9. Vollständige Übersicht der entwickelten MIG-Konzepte Galleys commercial





### Anhang A11. Konstruktive Lösungen zur weiteren Konzeptumsetzung

#### Medienschnittstellen

Bisher wurden die Konzept-MIGs ohne Medienflüsse betrachtet, weil deren Darstellung zur Visualisierung von Übernahmekomponenten nicht unbedingt erforderlich ist. Im Rahmen der weiteren Konzeptdetaillierung muss allerdings geprüft werden, inwiefern sich die Medienschnittstellen bei gleichzeitigem Modulaustausch im Betrieb realisieren lassen. Bild 9-12 zeigt dies am Beispiel der Single-Aisle G5. Im eingebauten Zustand der Galley können die auszutauschenden Mittelmodule aus Bauraumgründen nur in Flugrichtung nach vorne demontiert werden. Ein gleichzeitiges Bewegen von Ober- und Untermodul muss aus Montagegründen unterbleiben. Um beim Herausziehen der Mittelmodule im Bereich der Rückwände Kollisionen zu vermeiden, dürfen somit keine Teile der Medienverbindungen die Montagerichtung behindern.

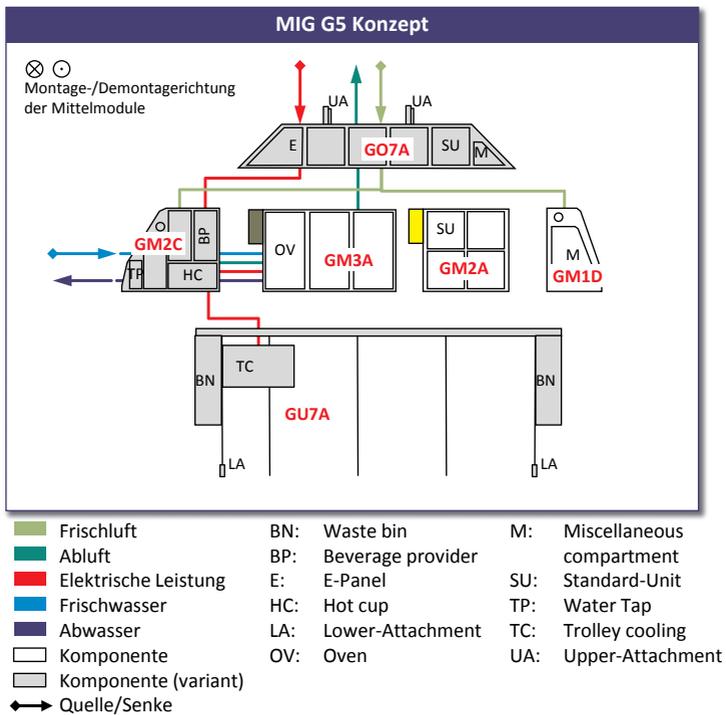


Bild 9-12: MIG einer Produktprogramm-modularen G5 mit Medienflüssen

Bild 9-13 zeigt das Lösungskonzept anhand eines skalierten 3D-Druckes im FDM-Verfahren. Die Schnittstellengestaltung basiert auf einem standardisierten Raster von Überlappungen der Rückwände von Ober- und Untermodulen in Richtung der Mittelmodule. Hinter den so geschaffenen frei stehenden Rückwandüberlappungen können Verbindungsteile wie Stecker

oder Schläuche platziert werden, ohne dass diese beim Herausziehen der Mittelmodule mit den Rückwänden kollidieren. Beim Demontage- bzw. Montageprozess liegt die Fügerichtung der Module damit ausschließlich in- bzw. gegen Flugrichtung.

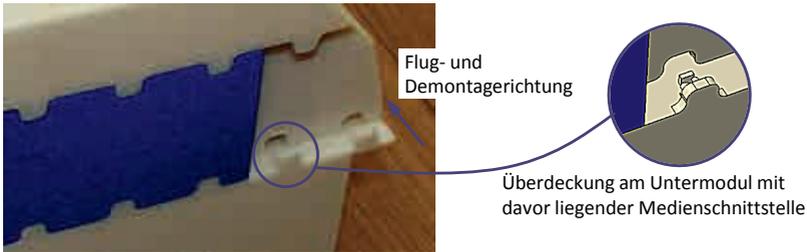


Bild 9-13: Konzept für Medienschnittstellen an der G5 (Sicht von hinten)

### Modulgrenze im Bereich der Arbeitsplatte

Zudem ist zu prüfen, wie die Schnittebene im Bereich der Arbeitsplatte zu legen ist. Um die Geräte aufnehmen zu können, benötigen die Mittelmodule einen Boden. Dieser ist im integral gestalteten Stand der Technik identisch mit der Arbeitsplatte, in der noch Knebel zur Trolleyhalterung und abhängig von den Einbaugeräten Ausziehtische verbaut sind. Da die Trolleyknebel abhängig vom unteren Bereich und die Tische abhängig vom oberen Bereich sind, ist eine Aufteilung der Platte zwischen Unter- und Mittelmodulen aus Varianzsicht sinnvoll. Dies ergibt auch im Hinblick auf Bauraumaspekte keine Nachteile, da die Gesamtdicke der Platte unberührt bleiben kann. Bild 9-14 zeigt das Konzept der aufgeteilten Arbeitsplatte als Modultrennungsebene anhand eines skalierten Demonstrators.

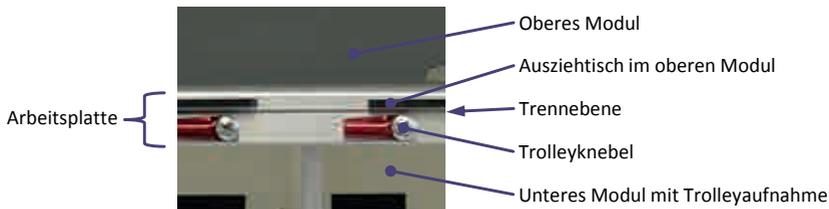


Bild 9-14: Konzept für Modultrennungsebene in der Arbeitsplatte (skaliertes Demonstrator)

### Upper-Attachment

Das oben beschriebene Modularisierungskonzept ermöglicht eine Reduktion der internen Produktvarianz. Betroffen von interner Varianz ist im Stand der Technik neben den Arbeitsbereichen des Produktes aber auch die Anbindung zum Flugzeug, da unterschiedliche Einbaupositionen derzeit durch variant konstruierte Attachments realisiert werden. Zwar kann die Position des Attachments auf der Galleyoberseite harmonisiert werden, allerdings kann der obere Anbindungspunkt zum Flugzeug je nach Kabinenlayout der Airline sowohl in Hö-

hen- als auch in Längsposition variant sein. Diese Varianz wird im Stand der Technik meist durch varierte Integralfrästeile abgebildet. Bild 9-15 zeigt das hierzu erarbeitete Lösungskonzept eines produktlinienweit verwendbaren Upper-Attachment [Kra10, Pat1].

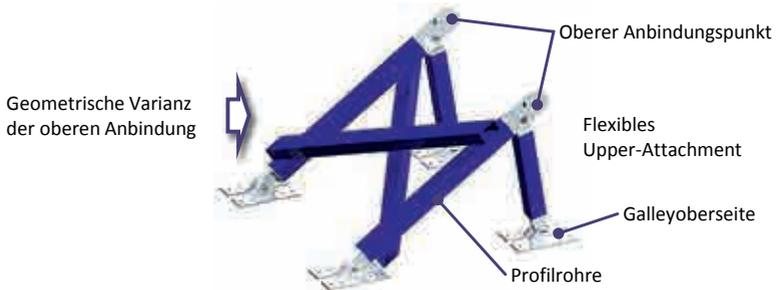


Bild 9-15: Neu entwickeltes modulares Upper-Attachment als anpassbare Komponente [Pat1]

Das neu entwickelte Upper-Attachment benötigt nur drei unterschiedliche Aluminiumfrästeile und kann durch Ablängung von GFK-Hohlprofilen alle erforderlichen Positionen des oberen Anbindungspunktes erreichen. Im Fall von Positionsänderungen eines Monumentes während der Nutzungsphase, zum Beispiel bei Änderungen des Kabinenlayouts während der Wartung, kann das Attachment ausgetauscht werden, um einen neuen oberen Anbindungspunkt zu erreichen.

### E-Panel

Das übergreifende Modularisierungskonzept ermöglicht nicht nur herstellungsseitig eine Reduzierung der internen Varianz, sondern ermöglicht theoretisch auch den Modulaustausch im Betrieb. So könnten zum Beispiel zur Umstellung von Winter- auf Sommerflugplan einzelne Mittelmodule ausgetauscht werden, um den Bordservice anzupassen. Bei einem Austausch von elektrischen Geräten wird aufgrund der anderen Schalter- und Sicherheitskonfiguration allerdings ein anderes E-Panel erforderlich, welches sich im oberen Modul der Galleys befindet.

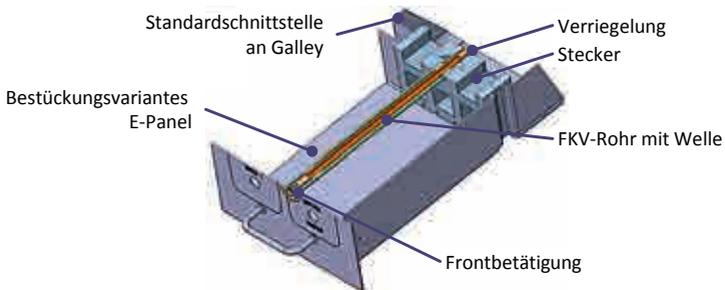


Bild 9-16: Entwickeltes E-Panel als anpassbare Komponente (Schnittansicht)

Bild 9-16 zeigt das entwickelte Konzept für ein austauschbares E-Panel. Das Konzept geht davon aus, dass Galleyseitig Stecker und Leitungen auf die elektrische Maximalanordnung überdimensioniert sind und das jeweils passende E-Panel eingeschoben und verriegelt werden kann. Das E-Panel wird hinten am Stecker durch eine Verriegelung gesichert, die von vorne geschützt zugänglich ist. Die Kraftübertragung kann dabei durch ein FKV-Rohr mit innenliegender Welle erfolgen.

### Abluftsystem

Öfen sowie viele der Einbaugeräte benötigen einen Abluftanschluss. Dieser wird im Stand der Technik durch eine Sammelschiene als variante Blechkonstruktion realisiert, die in einen zentralen Abluftschlauch mündet. Diese Konstruktionsweise ist für das neue Modulkonzept ungeeignet, weil die Sammelschiene mehrere Module umspannen würde. Bild 9-17 zeigt das entwickelte Konzept für eine flexible Anordnung zum Entlüften bestehend aus standardisierten Absaugstutzen, vorzugsweise aus Kunststoff mit Verbindungsschläuchen. Durch einen veränderbaren Querschnitt der Eintrittsöffnung der Absaugstutzen kann der Systemdruck je nach Konfiguration eingestellt und konstant gehalten werden, so dass eine gleichmäßige Absaugwirkung erzielt werden kann [Pat2]. Das Konzept ermöglicht eine minimale Anzahl von varianten Bauteilen, eine vielseitige Konfigurierbarkeit sowie einfache Montage und Demontage.

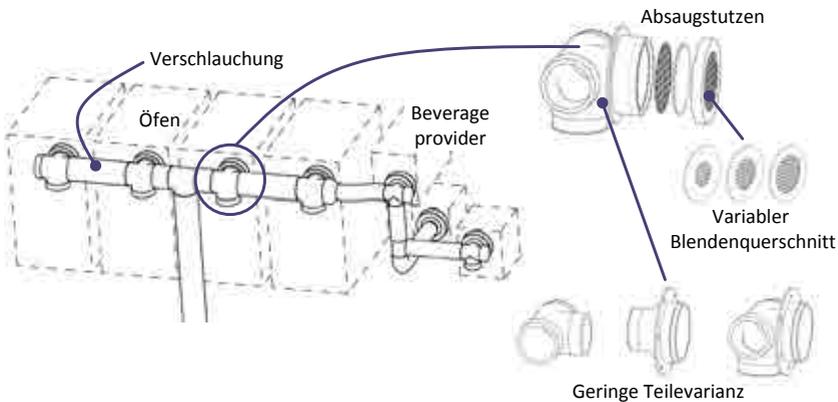


Bild 9-17: Konzept für flexibles Abluftsystem [Pat2]

## **Anhang A12. Verwendeter Fragebogen und Ergebnisauszug zur Unternehmensbefragung Produktplanung**

### **Einleitung**

Abstimmung zur Branche des Unternehmens und der Mitarbeiterzahl

#### **1) Person**

Welche Tätigkeit führen Sie im Unternehmen aus?

#### **2) Produktplanungsabteilung**

Gibt es in Ihrem Unternehmen eine Produktplanungsabteilung? Wenn ja, was für einen Charakter besitzt diese (z.B. Untergliederung nach Produktlinien, Produktfamilien, Kundengruppen, Fertigungsstrukturen, Absprachen mit der Unternehmensführung,...)? Wird bei der Produktplanung nach einem Zeithorizont differenziert und wenn ja, wie (z.B. strategisch, operativ, taktisch)? Wie viele Mitarbeiter sind in die Produktplanung integriert? Variiert die Anzahl?

#### **3) Zeitlicher Ablauf der Produktplanung**

Wird die Produktplanung temporär oder kontinuierlich durchgeführt? Wenn sie kontinuierlich durchgeführt wird, auf welche Art und Weise (ein Schlagwort reicht, z.B. Treffen mit dem Geschäftsführer, externe Berater, ...)?

#### **4) Integration anderer Abteilungen**

Werden andere Abteilungen in die Produktplanung integriert? Wenn ja, welche Abteilungen, wie und bei welchen Produktplanungsschritten?

#### **5) Neuproduktplanungen oder Weiterentwicklungen**

Werden durch die Produktplanungsabteilung tendenziell eher Neuproduktplanungen oder Weiterentwicklungen vorangetrieben?

#### **6) Produktlebenszyklusdauer**

Es folgt eine gemeinsame Schätzung der Produktlebenszyklusdauer, wobei vom Interviewer zunächst eine Aussage dazu getroffen wird.

#### **7) Zeithorizont der Produktplanung**

Welchen Zeithorizont hat die Produktplanung für die Planung eines Produktes?

### **Ausschnittsweise Zusammenfassung der Ergebnisse mit Bezug auf Frage 5**

Unternehmen A

- Branche Luftfahrt
- Mittlere Unternehmensgröße
- Produktplanung betrifft vorwiegend Weiterentwicklungen

## Unternehmen B

- Branche Hydraulik
- Große Unternehmensgröße
- Produktplanung betrifft vorwiegend Weiterentwicklungen

## Unternehmen C

- Branche Medizintechnik, Sicherheitstechnik
- Große Unternehmensgröße
- Sowohl Neuentwicklungen als auch Weiterentwicklungen

## Unternehmen D

- Branche Flurförderzeuge
- Große Unternehmensgröße
- Sowohl Neuentwicklungen als auch Weiterentwicklungen

## Unternehmen E

- Branche Unternehmensberatung, Schwerpunkte in Maschinenbau, Luftfahrt, Automobil
- Mittlere Unternehmensgröße
- Bestätigt, dass ca. 80% der Produktplanung auf Weiterentwicklungen entfällt

## Unternehmen F

- Branche Vakuumtechnik, Massenspektrometer
- Große Unternehmensgröße
- Überwiegend, aber nicht ausschließlich Weiterentwicklungen

## Unternehmen G

- Branche Schiffbau
- Mittlere Unternehmensgröße
- Überwiegend, aber nicht ausschließlich Weiterentwicklungen

## **Lebenslauf**

### **Persönliche Daten**

Geboren am 3.4.1983 in Hamburg, ledig

### **Berufliche Tätigkeiten**

- 10.2008 – 06.2013    Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik der TU Hamburg-Harburg
- 08.2007 – 02.2008    Bentley Motors Ltd., Crewe, England, Studienaufenthalt
- 05.2007 – 07.2007    Volkswagen AG, Wolfsburg, Fachpraktikum
- 05.2003 – 07.2003    Lufthansa Technik AG, Hamburg, Grundpraktikum

### **Hochschulstudium**

- 10.2003 – 09.2008    Maschinenbau-Studium an der TU Hamburg-Harburg  
Studienvertiefung Produktentwicklung  
Abschluss Diplom-Ingenieur Maschinenbau

### **Wehrdienst und Schulbildung**

- 07.2002 – 03.2003    72. Panzergrenadierbataillon, Hamburg-Fischbek, Grundwehrdienst
- 08.1993 – 06.2002    Gymnasium Johanneum, Hamburg, Abschluss Abitur

