



Marcel Gerstgrasser, BSc.

Produktentwicklung und Fertigungsaspekte in der Beschlägeindustrie

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Maschinenbau

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Franz Haas

Institut für Fertigungstechnik

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

Affidavit

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly indicated all material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis.

Graz, am.....

(Datum/date)

.....

(Unterschrift/signature)

Vorwort

Ich möchte mich besonders bei Herrn Dipl. Ing. Gerhard Kleinsasser und Herrn Ing. Emanuel Netzer für das Ermöglichen dieser Masterarbeit bedanken. Ein großer Dank gilt auch Herrn Dipl. Ing. David Küng für die gute firmeninterne Betreuung und dem QFD-Team.

Besonders bedanken möchte ich mich auch beim Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Franz Haas für die Betreuung der Masterarbeit seitens des Institutes für Fertigungstechnik an der Technischen Universität Graz.

Größten Dank gilt meinen Eltern, Beate & Raimund, für die tatkräftige Unterstützung und den Rückhalt während des Maschinenbaustudiums.

Weiteren Dank gilt meinen Freunden und Kollegen, die mir mit ihren Ratschlägen zur Seite gestanden sind.

Vielen Dank euch allen!

Marcel Gerstgrasser

Auf Grund des einfachen Leseflusses wird vorwiegend die männliche Form in dieser Arbeit verwendet. Dennoch sind stets sowohl Personen männlichen, als auch weiblichen Geschlechts gleichermaßen gemeint.

Kurzfassung

Die Arbeit befasst sich mit der Erstellung eines Modells für die systematische Vorgehensweise im Bereich Forschung und Entwicklung und dessen Eingliederung in den Produktinnovationsprozess. Das Modell basiert auf externen und internen Erhebungen. Es sind dabei im Besonderen die Fertigungstechnologien in Form einer Technologiedatenbank im Modell berücksichtigt.

Die praktische Anwendung der Methodik erfolgt anhand eines neuartigen Mittelscharniers, welches eine eigene Baugruppe innerhalb eines Produktes der Firma Julius Blum GmbH darstellt.

Abstract

This master thesis is dealing with the creation of a model with methods for a systematic procedure in the field of research and development and its integration into the process of product innovation. This model is based on an external and internal study. Manufacturing technologies should be implemented in it.

A new hinge type, which is a part of a Julius Blum product, has to be used to evaluate this methodology.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	II
Affidavit	II
Vorwort	III
Kurzfassung	IV
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis	V
Verwendete Formelzeichen, Bezeichnungen und häufig verwendete Abkürzungen	8
1 Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung	1
1.2 Ziele der Masterarbeit	2
1.3 Produktinnovationsprozess	2
2 Literaturrecherche	3
2.1 Grundlagen zu empirischen Untersuchungen	3
2.2 Verwendete Methoden in den Untersuchungen	3
2.3 Umfang der empirischen Untersuchungen	6
2.4 Ergebnisse der Untersuchung	8
2.5 Einflüsse auf den Methodeneinsatz & den Erfolg	15
2.6 Einflüsse auf die Methode & deren Bewertung	17
3 Interne Erhebung & Auswahl der benötigten Instrumente	21
3.1 Aufbereitung von Fragebögen & Interviews	21
3.2 Durchführung der Befragungen.....	24
3.2.1 Erste Befragung & Interview.....	24
3.2.2 Zweite Befragung	24
3.3 Beschreibung von quantitativen Ergebnissen	25
3.4 Ergebnisse der ersten Befragung	27
3.5 Ergebnisse der zweiten Befragung	31
3.5.1 Kategorie Bewertungsmethoden	32
3.5.2 Kategorie Kreativitäts- & Wissensbeschaffung	35
3.5.3 Kategorie Abstraktion bzw. Abstrahierung.....	41
3.5.4 Kategorie Kommunikation & Verständnis	44
3.5.5 Kategorie Risikomanagement	48
3.5.6 Kategorie Szenario & Zukunft.....	51
3.5.7 Kategorie weitere Methoden & Werkzeuge	52
3.6 QFD als Ausgangsbasis	54

3.7	Gründe für den Einsatz weiterer Methoden & Werkzeuge.....	54
3.7.1	Benchmarking	55
3.7.2	Internet bzw. Internetrecherche.....	55
3.7.3	Patente bzw. Patentrecherche	55
3.7.4	Kano-Modell.....	56
3.7.5	KJ-Methode.....	56
3.7.6	Paarweiser Vergleich	56
3.7.7	TRIZ.....	56
3.7.8	Darstellung von physikalischen Wirkprinzipien	57
3.7.9	Morphologischer Kasten.....	57
3.7.10	Variantenbewertung & -auswahl.....	57
3.7.11	Fertigungstechnologiedatenbank	58
3.7.12	Fehlermöglichkeits- & Einflussanalyse (FMEA)	58
3.7.13	Design Review bzw. Software Review	58
4	Methodenmodell mit Einbezug der Fertigungsverfahren.....	59
5	Spiralmethodenmodell	66
5.1	Spiralmodell aus der Literatur als Grundlage	66
5.2	Aufbau des Spiralmethodenmodells	66
6	Praktische Vorgehensweise der Methoden & Werkzeuge	68
6.1	KJ-Methode	68
6.2	Paarweiser Vergleich.....	70
6.3	QFD-Methode.....	70
6.4	Einteilung der Merkmale	72
6.5	TRIZ für physikalische Widersprüche & technische Konflikte.....	72
6.5.1	Physikalische Widersprüche lösen	72
6.5.2	Technische Konflikte lösen.....	72
6.6	Morphologischer Kasten & physikalische Effekte.....	74
7	Praktische Anwendung am Mittelscharnier	75
7.1	Anforderungen strukturieren & gewichten	75
7.2	Anwendung der QFD-Methode	77
7.3	Einteilung der Merkmale	82
7.4	Anwendung der TRIZ-Methode.....	83
7.4.1	Physikalische Widersprüche auflösen	83
7.4.2	Technische Konflikte auflösen.....	84
7.5	Anwendung des Morphologischen Kastens	86

7.6	Mögliche Fertigungsverfahren für die Exzentrerschnecke	87
7.6.1	Kaltfließpressen	88
7.6.2	Metallpulverspritzgießen	89
7.6.3	Sintern	90
8	Zusammenfassung & Ausblick	92
	Literaturverzeichnis	94
	Abbildungsverzeichnis	103
	Tabellenverzeichnis	108
	Anhang	A

Verwendete Formelzeichen, Bezeichnungen und häufig verwendete Abkürzungen

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
i	Laufvariable	-
a_i	Merkmalsausprägung	-
$h_i, h(a_i)$	absolute Häufigkeit	-
n	Stichprobenumfang	-
$f_i, f(a_i)$	relative Häufigkeit	-
J_k	Gesamtnutzen	-
g_i	Gewichtungsfaktor	-
U_i	Einzelnutzen	-
M	Moment	Nm
F	Kraft	N
v, \dot{s}	Geschwindigkeit	m/s
a, \ddot{s}	Beschleunigung	m/s ²
l	Länge	mm
s	Weg	mm
α	Winkel	°
#	Anzahl	-
	Maße	mm
	Festigkeit	N/mm ²
	Schalldruckpegel	dB
ΔF	Kraftänderung	N
	Lastwechsel	-
	Masse	g
	Kosten	€/1000Stk.

Verwendete Abkürzungen	Bezeichnung
<i>KMU</i>	Klein- und Mittelunternehmen
<i>QFD</i>	Quality Function Deployment
<i>HoQ</i>	House of Quality
<i>M</i>	Meilenstein
<i>FMEA</i>	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
<i>FuE, F&E</i>	Forschung und Entwicklung

1 Einleitung

Die notwendigen unternehmerischen Fähigkeiten, wie Entwicklung, Konstruktion und Fertigung von Produkten, alleine reichen heutzutage nicht mehr aus. Es sind weitere Fähigkeiten gefragt, wie die Beherrschbarkeit der Komplexität von Produkten und die Vernetzung mit Partnern.¹

Für ein erfolgreiches Produkt ist es essentiell, dass die Anforderungen und Bedürfnisse, hinsichtlich Funktion, Qualität, Kosten, Design und Ergonomie, erfüllt sind. Deshalb sind Prozesse von wesentlicher Bedeutung, da diese die Abläufe der Entwicklungsarbeit und das Vorgehen von eingebundenen Teams regeln. Um Abläufe effektiv und effizient zu gestalten, ist es bedeutend auf bewährte Vorgehensweisen, die in Form von Vorgehensmodellen vorliegen, zurückzugreifen.²

Durch die Unterstützung von systematischen Vorgehensweisen und Methoden ist es möglich, Prozesse zu optimieren und Zeit einzusparen. Es kann jedoch auch das Gegenteil eintreten, falls diese zu aufwändig sind.³

Aus diesem Grund stellt die Firma Julius Blum GmbH die Aufgabe bzw. das Thema für diese Masterarbeit.

1.1 Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung setzt sich aus den folgenden, angeführten Punkten zusammen:

- **Literaturrecherche:**
Der Stand der Technik des Methodeneinsatzes in der Produktentwicklung ist durch eine Recherche zu erfassen.
- **Ist-Situation:**
Durch eine Bestandsaufnahme in Form einer Ist-Analyse gilt es herauszufinden, wie systematisch die Firma Julius Blum GmbH im Bereich Forschung und Entwicklung arbeitet.
- **Zusammenfassung geeigneter Methoden:**
In welchen Fällen unterstützen bzw. verbessern Methoden oder systematische Vorgehensweisen die Arbeit? Dabei ist sowohl auf bereits Bekanntes zurückzugreifen, als auch der Raum für Neues zu schaffen.
- **Anwendung:**
Eine praktische Anwendung anhand eines neuen Teilproduktes in Form einer eigenen Baugruppe innerhalb des Gesamtsystems ist zu realisieren. Es ist der Zeitpunkt für den Start der Methoden essentiell. Dabei liegt auch die Einbindung in den Innovationsprozess im Fokus. Darüber hinaus sind besonders die Fertigungsaspekte zu berücksichtigen.

¹ Vgl. Feldhusen/Grote (2013), S. 8.

² Vgl. Ponn/Lindemann (2011) S. 9 f.

³ Julius Blum GmbH.

1.2 Ziele der Masterarbeit

Ziel ist es, unter Auswahl geeigneter, bekannter, und neuer Methoden, und unter besonderer Berücksichtigung der Fertigungsaspekte, ein Methodenmodell zu entwickeln, damit ein möglichst effektiver und effizienter Ablauf der Produktentwicklung gegeben ist.

Anschließend soll das Einbinden der neuen Methodik in den bereits bestehenden Produktinnovationsprozess der Firma Julius Blum GmbH erfolgen.

1.3 Produktinnovationsprozess

Der Produktinnovationsprozess der Firma Julius Blum GmbH setzt sich aus folgenden Meilensteinen zusammen:⁴

- M1 bedeutet die Freigabe der Forschung für die Ermittlung der Kundenbedürfnisse und neuer Technologien.
- M2 dient für die Freigabe zur Vorentwicklung. In dieser Phase sind die Anforderungen in Funktionen zu übersetzen.
- Der Meilenstein M3 erteilt die Freigabe des Produktkonzepts. Somit kann die Produktdefinition starten.
- Nach dem Variantenentscheid im Meilenstein M4, sind die restlichen Varianten auszuarbeiten.
- M5 erteilt die Freigabe zur Produktrealisierung.
- Der Serienstart des Produktes beginnt mit dem Meilenstein M6.
- Abschließend dient der Meilenstein M7 für die Bestätigung des Produktkonzeptes.

In der nachfolgenden Abbildung 1.1 ist der Produkt-Innovationsprozess der Firma Julius Blum GmbH ersichtlich:

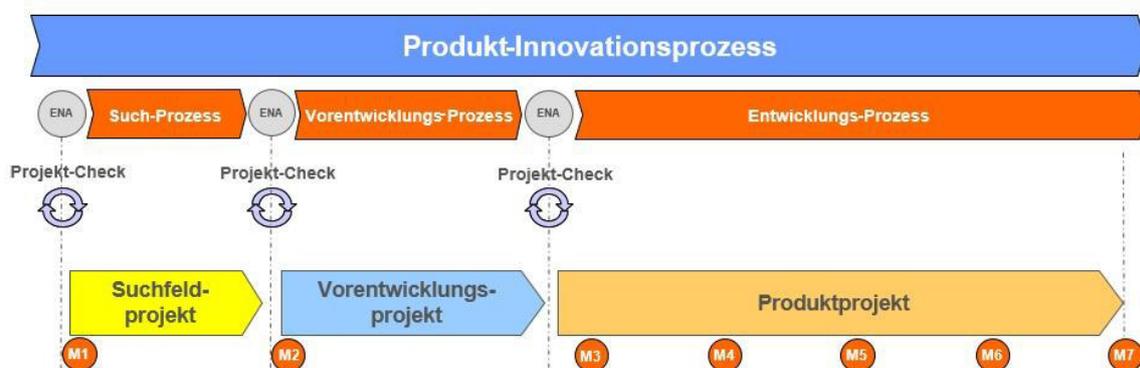


Abbildung 1.1: Produkt-Innovationsprozess, Quelle: Julius Blum GmbH (2015).

⁴ Julius Blum GmbH.

2 Literaturrecherche

In diesem Kapitel erfolgt die Ausarbeitung und Zusammenfassung der benötigten Literatur, welche für die Arbeit von wesentlicher Bedeutung ist.

2.1 Grundlagen zu empirischen Untersuchungen

Mehrere empirische Untersuchungen aus diversen Literaturquellen sind in diesen Unterkapiteln erfasst und aufbereitet. Zu Ihnen zählen die Studie von **Graner**, jene von **Smerlinski, Stephan & Gundlach**, die von **Lichtenthaler** sowie jene vom Arbeitskreis **Lindemann & Ehrlenspiel**.

Unter empirischer Forschung ist die Erkenntnisgewinnung aus Erfahrungen zu verstehen. Dabei sind diese Erkenntnisse durch Beobachtungen in der Realität zu verankern.⁵

2.2 Verwendete Methoden in den Untersuchungen

Beginnend mit dem Literaturreview hat **Graner** insgesamt vier Auswahlsschritte durchgeführt, um anhand klar definierter Kriterien eine handhabbare Anzahl von Methoden für seine Interviews zu bekommen (siehe Abbildung 2.1):⁶

1. Literaturreview
2. Experteninterview
3. Expertenumfrage zur Methodenauswahl
4. Weitere Eingrenzung

Die Anzahl der verbliebenen Methoden beläuft sich auf 26, nach dem Eingrenzen

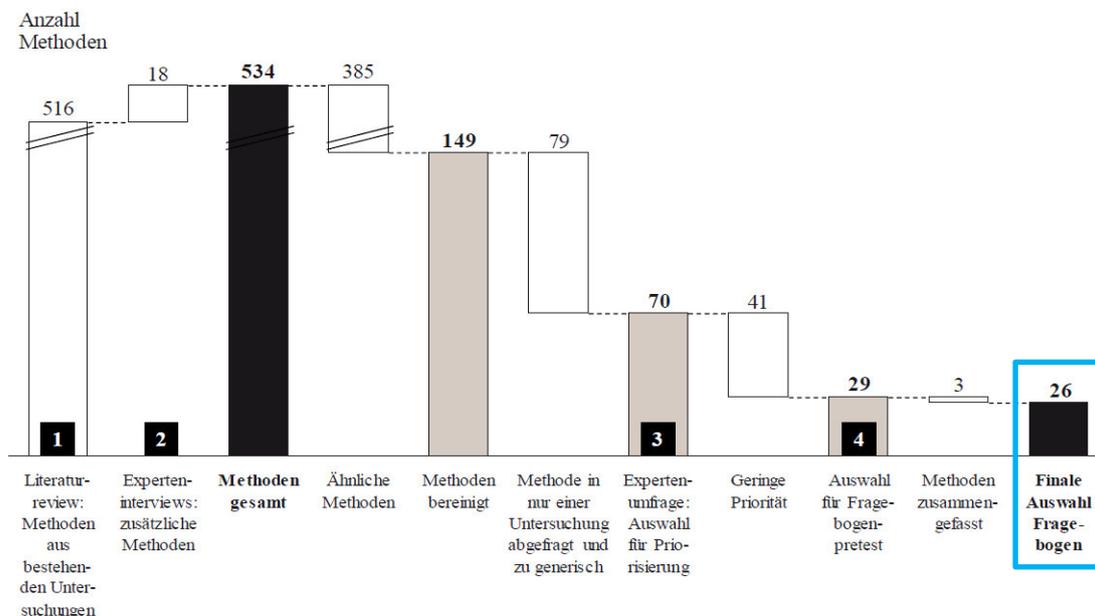


Abbildung 2.1: Produktentwicklungsmethoden je Auswahlsschritt nach Graner, Quelle: Graner (2013), S. 119 (leicht modifiziert).

⁵ Vgl. Ebster/Stalzer (2003), S. 158.

⁶ Vgl. Graner (2013), S. 115. ff.

Im Weiteren sind nur gewisse Methoden, welche **Graner** untersucht hat, in den Bereichen Forschung & Entwicklung, Qualität & Logistik und übergreifende Methoden zu verfolgen, da diese von Interesse für die Firma Julius Blum GmbH sind.

In der Kategorie Forschung & Entwicklung ist die Methode „Quality Function Deployment“ von Bedeutung. Die restlichen Methoden in diesem Bereich finden bis zu einem gewissen Grad im Unternehmen schon Anwendung (siehe Tabelle 2.1).

Im Bereich Qualität & Logistik ist die Fehlermöglichkeits- & Einflussanalyse von sehr großer Relevanz, da diese bereits als unausweichliches und firmenspezifisch, angepasstes Standardwerkzeug erhoben ist. Die Mitarbeiter sind verpflichtet, diese Methode in den Projekten durchzuführen (siehe Tabelle 2.2).

Bei den übergreifenden Methoden sind die Kreativitätstechniken und die Methode Benchmarking, welche schon einen hohen Stellenwert in der Firma einnimmt, als bedeutend zu erachten (siehe Tabelle 2.3).

Tabelle 2.1: Methoden in den Bereichen Forschung & Entwicklung nach Graner, In Anlehnung an Graner (2013), S. 119.

Bereich	Abgefragte Methoden
Forschung und Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Simultaneous/Concurrent Engineering (verteilte gleichzeitige Entwicklung) • Design for Manufacturing/Assembly (DFM/DFA) • Computer-aided Engineering/Manufacturing/Design (CAE/CAM/CAD) • Quality Function Deployment (QFD)/House of Quality • Standardisierung/Nutzung von Modulbaukästen • Collaborative Supplier Integration (aktive Einbeziehung der Lieferanten in Entwicklung, z. B. Konzeptwettbewerb) • (Rapid) Prototyping

Tabelle 2.2: Methoden in den Bereichen Qualität & Logistik nach Graner, In Anlehnung an Graner (2013), S. 120.

Qualität und Logistik	<ul style="list-style-type: none"> • Lieferantenentwicklung • Design for Six Sigma • Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)/Fehlerbaumanalyse
-----------------------	--

Tabelle 2.3: Methoden in den Bereichen übergreifende Methoden nach Graner, In Anlehnung an Graner (2013), S. 120.

Übergreifende Methoden	<ul style="list-style-type: none"> • Kreativitätstechniken (z. B. Brainstorming, Brainwriting, morphologischer Kasten, Mind Mapping, Syntetics) • Benchmarking (Competitive Intelligence) • SWOT-Analyse (Strengths, Weaknesses, Opportunities und Threats) • Szenarioentwicklung und Analyse
------------------------	---

Im Vergleich dazu sind in der Untersuchung von **Smerlinski, Stephan & Gundlach** die gängigen Methoden und Instrumente des Innovationsmanagements als Befragungsbasis gewählt.⁷

Mittels einer weiteren empirischen Untersuchung beschreibt **Lichtenthaler** Kriterien zur Auswahl von Technologie-Früherkennungsmethoden. Dabei ist das Methodenspektrum auf Methoden, die eine regelmäßige Anwendung finden und einer gewissen organisatorischen Verankerung bedürfen, eingeschränkt.⁸

In dieser Untersuchung sind die bereits zuvor genannten Methoden ebenfalls zu präferieren, wie in der nachfolgenden Tabelle 2.4 dargestellt.

Tabelle 2.4: Technologie-Früherkennungsmethoden und Bewertungsformen nach Lichtenthaler, Quelle: Lichtenthaler (2008), S. 64 (leicht modifiziert).

Methode	Bewertungsform	
	Einzel-bewertung	Gruppen-bewertung
Publikationshäufigkeitsanalysen	•	---
Publikationsverflechtungsanalysen	•	---
Quantitative Tagungsbeobachtung	•	---
Patenthäufigkeitsanalysen	•	---
Patentverflechtungsanalysen	•	---
S-Kurvenanalysen	•	•
Benchmarking	•	•
Portfolios	•	•
Delphi-Studien	•	---
Expertenpanel	•	•
Flexible Expertenbefragung	•	---
Technology Roadmaps	•	•
Product Technology Roadmaps	•	•
Product Roadmaps	•	•
Erfahrungskurven	•	•
Simulationen	•	---
Option Pricing	•	•
Szenarien	•	•
Lead-User-Analysen	•	•
Quality Function Deployment	•	•

In der Studie vom Arbeitskreis **Lindemann & Ehrlenspiel** erfolgt die Untersuchung von bekannten Ansätzen der Konstruktionsmethodik und deren praktischer Einsatz. Darüber hinaus sind auch integrierende Methoden einbezogen, die die Kooperation innerhalb und außerhalb des Unternehmens fördern.⁹

⁷ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 4 ff, Onlinequelle [27.07.2015].

⁸ Vgl. Lichtenthaler (2008), S. 61 f.

⁹ Vgl. Lindemann/Ehrlenspiel (1997), S. 38.

2.3 Umfang der empirischen Untersuchungen

Graner erfasst in der Befragung von 209 Unternehmen insgesamt 410 verwertbare und abgeschlossene Entwicklungsprojekte. Es sind dabei 201 vollständige Interviews vorhanden, was einer Antwortrate von 23% entspricht. Die Bereiche der befragten Unternehmen setzen sich aus 35% Maschinenbau- & Metallverarbeitung, 26% Automobil & Fahrzeugtechnik, 14% Elektro-, Mess-, Steuerungs- & Regelungstechnik sowie Optik und 13% Anlagenbau zusammen.¹⁰

In der Abbildung 2.2 ist die Anzahl der Interviews zu erkennen. Die Branchenverteilung und die Unternehmensgröße sind in der Abbildung 2.3 ersichtlich.

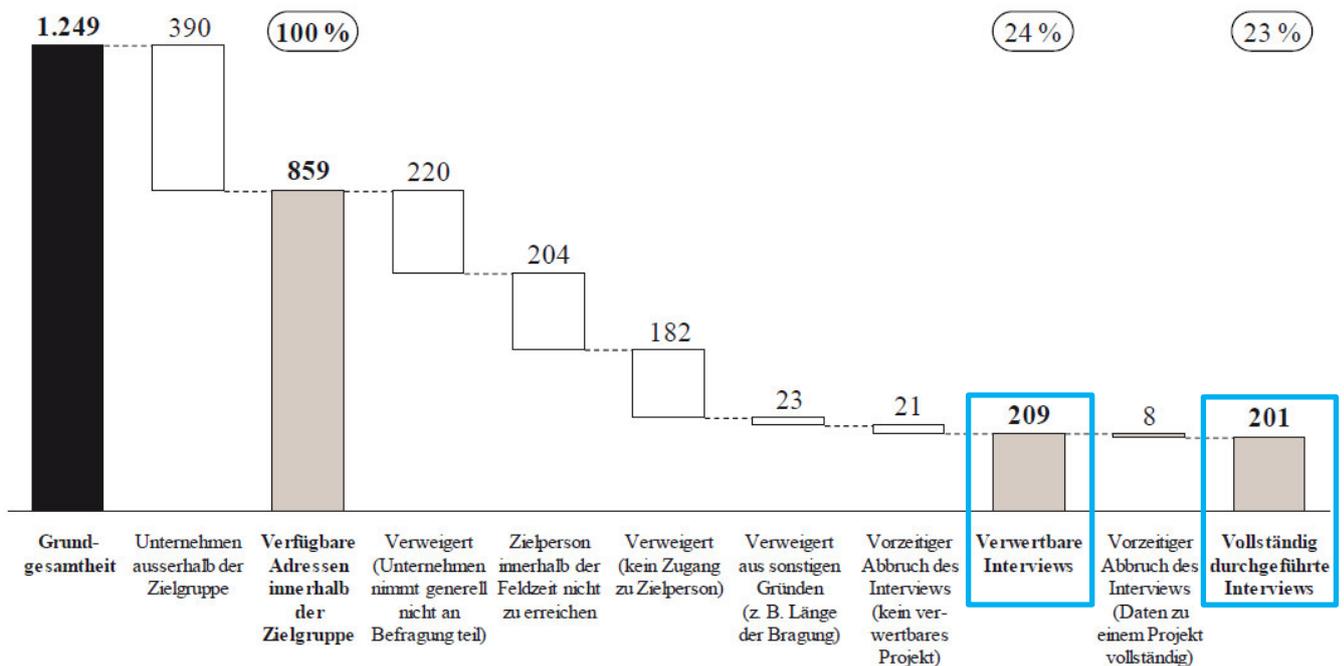
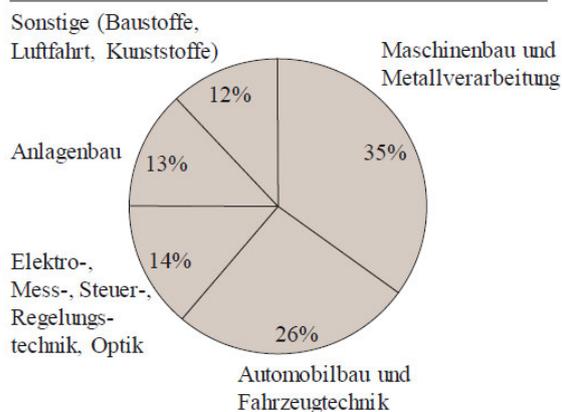


Abbildung 2.2: Grundgesamtheit & Antwortrate in der Untersuchung von Graner, Quelle: Graner (2013), S. 126 (leicht modifiziert).

Branchenverteilung



Unternehmensgrößen nach Umsatz [Mio. EUR]

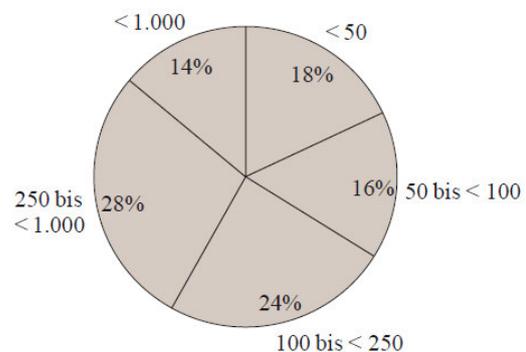


Abbildung 2.3: Branchenverteilung & Umsatzverteilung nach Graner, Quelle: Graner (2013), S. 129.

¹⁰ Vgl. Graner (2013), S. 125 ff.

In der Untersuchung von **Smerlinski, Stephan & Gundlach** sind 166 Unternehmen vollständig erfasst. Das entspricht einer Rücklaufquote von 5,6% bei 3000 Unternehmen. Von den 166 Unternehmen stammen knapp dreiviertel aus dem verarbeitenden Gewerbe, ca. 20% aus dem Bereich Dienstleistungen, 4% aus Gastgewerbe/Transport/Verkehr und 3% aus dem Handel (siehe Abbildung 2.4).¹¹

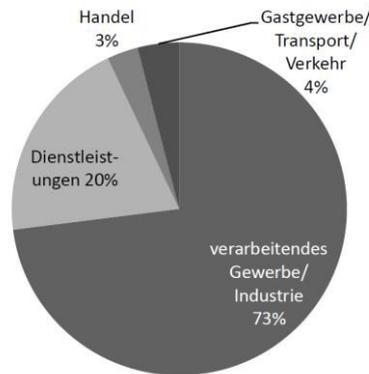


Abbildung 2.4: Branche der Unternehmen in der Untersuchung von Smerlinski,
Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 7, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert).

Die nachfolgende Abbildung 2.5 zeigt die Größe der teilnehmenden Unternehmen.

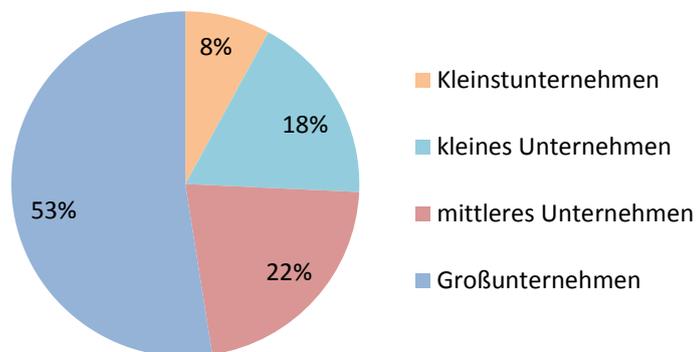


Abbildung 2.5: Größe der teilnehmenden Unternehmen nach Smerlinski,
Quelle: In Anlehnung an Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 7, Onlinequelle [27.07.2015].

Die Untersuchung nach **Lichtenthaler** erfolgt durch 147 Interviews in 26 technologieintensiven Unternehmen (siehe Tabelle 2.5). Bei den Interviewten handelt es sich um Technologie-Früherkennungsspezialisten, Nutzer aus dem Topmanagement und Mittelmanagement, welche Ergebnisse von Technologie-Früherkennung anwenden, und FuE-Mitarbeiter.¹²

¹¹ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 3 ff, Onlinequelle [27.07.2015].

¹² Vgl. Lichtenthaler (2008), S. 61.

Tabelle 2.5: Unternehmen für die Untersuchung nach Lichtenthaler, Quelle: Lichtenthaler (2008), S. 62.

	Pharma	Telekommunikations- ausrüstung	Automobil-/ Maschinenbau	Summe
Europa	Novartis Roche Bayer Zeneca Boehringer Ingelheim Hoechst- Marion Roussel	Nokia Ascom Siemens Swisscom Philipps	Sulzer DaimlerChrysler Hilti Schindler Landis & Gyr Bosch	17
USA	Pfizer Merck Glaxo Wellcome SmithKline Beecham DuPont	Lucent Technologies Nortel Networks Cisco	Ford	9
Summe	11	8	7	26

In der Untersuchung vom Arbeitskreis **Lindemann & Ehrlenspiel** ist erwähnt, dass die Anzahl von 40 Personen hinsichtlich Bedeutung und Dringlichkeit nicht repräsentativ sei, weswegen mit dem VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. und unter dem Abgleich des Arbeitskreises von **Gausemaier** die Realisierung einer umfassenderen Umfrage zur selben Fragestellung erfolgt.¹³

2.4 Ergebnisse der Untersuchung

Die Untersuchung der 410 Produktentwicklungsprojekte von **Graner** ergibt im Durchschnitt eine Anwendung von 17 Methoden. Der Fachbereich Forschung & Entwicklung verwendet durchschnittlich 4,7 Methoden, während die Kategorie Qualität & Logistik mit 1,9 Methoden pro Projekt das Schlusslicht bildet (siehe Abbildung 2.6).¹⁴

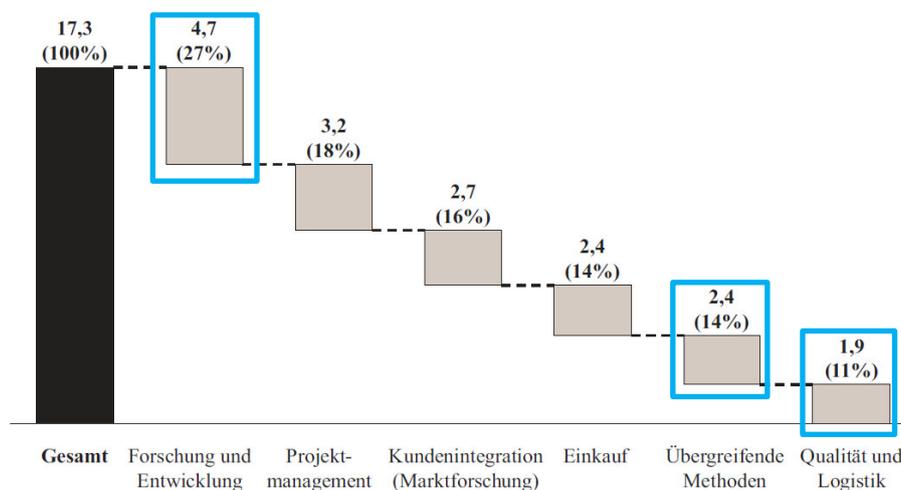


Abbildung 2.6: Anzahl eingesetzter Methoden nach Graner, Quelle: Graner (2015), S. 12.

¹³ Vgl. Lindemann/Ehrlenspiel (1997), S. 39.

¹⁴ Vgl. Graner (2015), S.10. ff.

Da nicht nur die Anzahl der Methoden von Interesse ist, sondern auch welche Methoden häufig Anwendung finden, ist der Nutzungsgrad von hoher Relevanz.¹⁵

Dabei gibt der Prozentsatz den Anteil der Entwicklungsprojekte an, bei denen die Methoden zum Einsatz kommen. Im Bereich Forschung & Entwicklung ist ersichtlich, dass die Methode „Quality Function Deployment“ einen häufigen Einsatz erfährt. Dasselbe gilt auch für die Methode Fehlermöglichkeits- & Einflussanalyse.¹⁶

Im Fokus sind die im vorherigen Unterkapitel beschriebenen Methoden, welche von besonderem Interesse sind. Diese sind in der Abbildung 2.7 und Abbildung 2.8 ersichtlich.

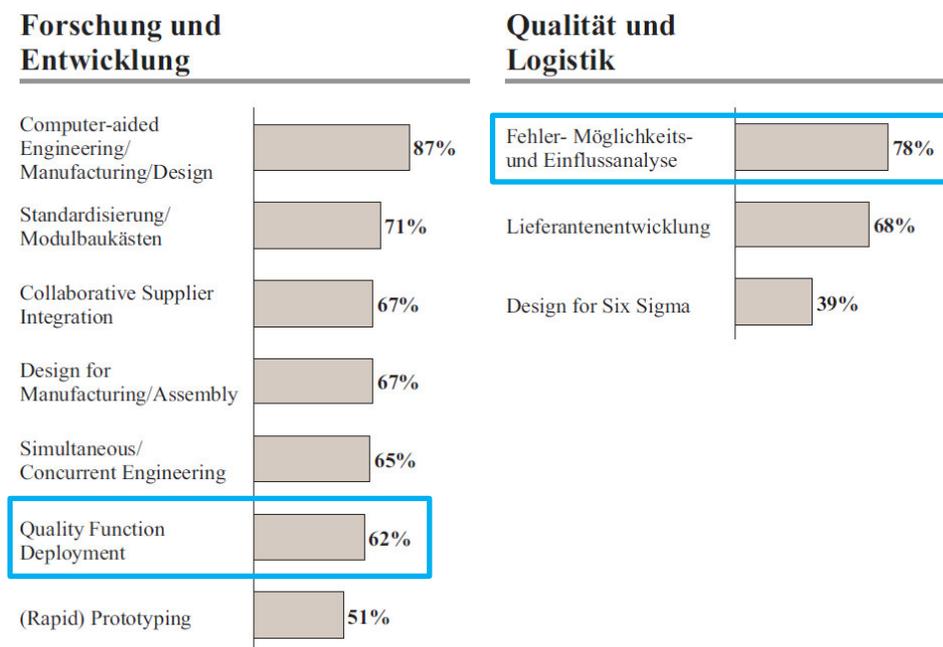


Abbildung 2.7: Häufig eingesetzte Methoden in den jeweiligen Bereichen nach Graner, Quelle: In Anlehnung an Graner (2015), S. 14.

Übergreifende Methoden

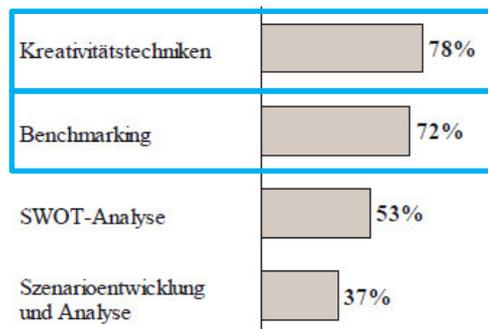


Abbildung 2.8: Häufig eingesetzte Methoden im Bereich „übergreifende Methoden“ nach Graner, Quelle: In Anlehnung an Graner (2015), S. 15.

¹⁵ Vgl. Graner (2013), S. 176.

¹⁶ Vgl. Graner (2015), S. 13. ff.

Auch in der Studie von **Smerlinski, Stephan & Gundlach** bzgl. KMU sind nur jene Methoden erwähnenswert, die im Interesse der Firma Julius Blum GmbH liegen (siehe Abbildung 2.9, Abbildung 2.10 und Abbildung 2.11).

Mittels einer sechsstufigen Rangskala von „immer“ bis „nie“ ist die Erfassung der Akzeptanz bzw. des Verbreitungsgrad realisiert. Die Option „Methode unbekannt“ ermöglicht den Bekanntheitsgrad der Instrumente festzustellen.¹⁷

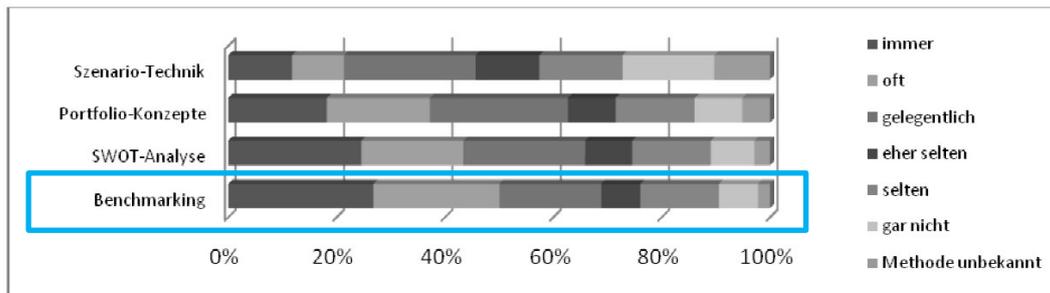


Abbildung 2.9: Strategiemethoden nach Smerlinski,
Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 23, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert).

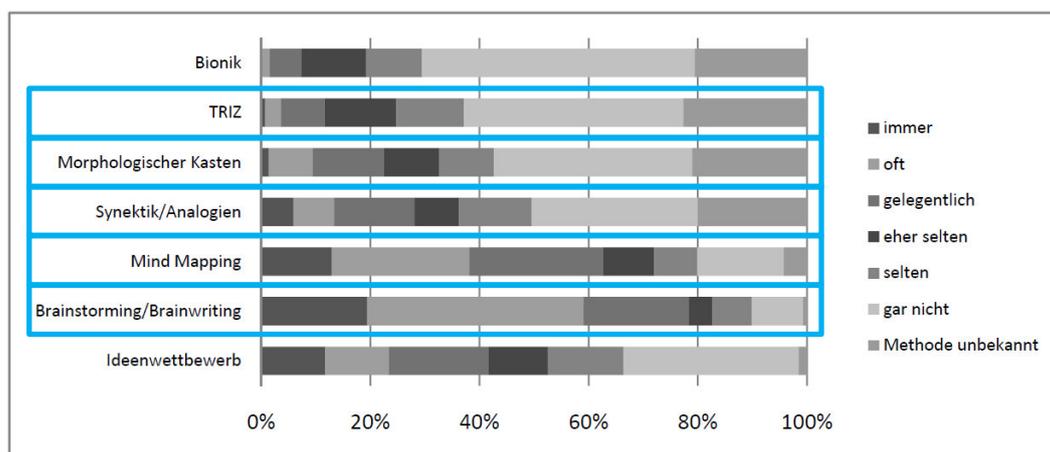


Abbildung 2.10: Ideengenerierungsmethoden nach Smerlinski,
Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 23, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert).

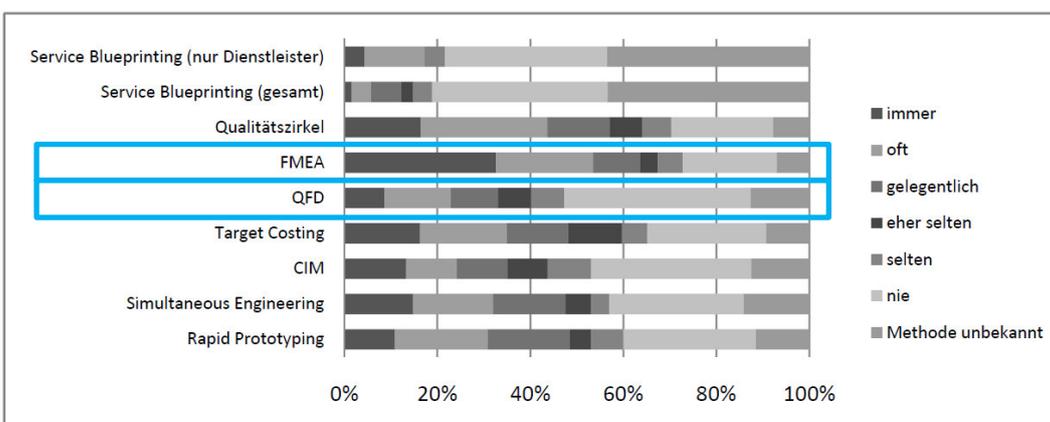


Abbildung 2.11: Entwicklungsmethoden nach Smerlinski,
Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 27, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert).

¹⁷ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 6, Onlinequelle [27.07.2015].

Das Ergebnis der Erhebung bzgl. des Methodeneinsatz vom Arbeitskreis **Lindemann & Ehrlenspiel** ist in der nachfolgenden Abbildung 2.12 zu erkennen. Die Balkenlänge liefert die Information über den praktischen Einsatz der Methoden.¹⁸

Wieder sind die relevanten Methoden im Vordergrund. Die Studie von **Lindemann & Ehrlenspiel** unterscheidet hinsichtlich Kreativitätstechniken und Morphologischer Kasten.

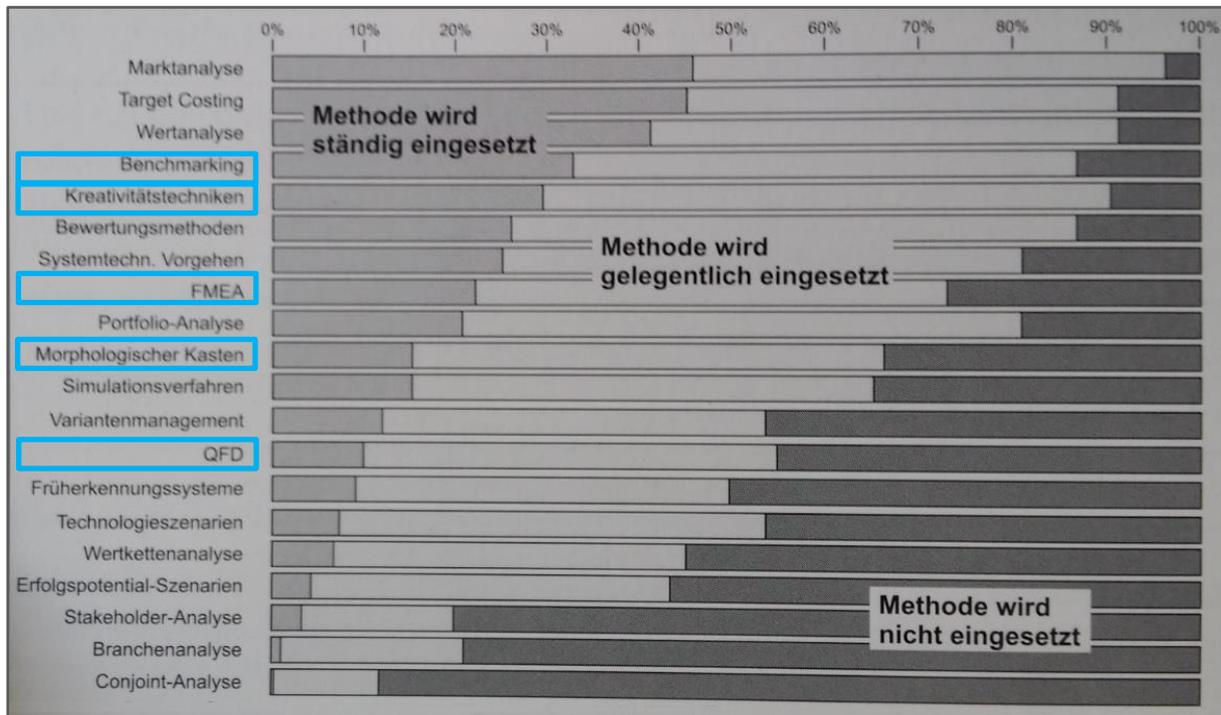
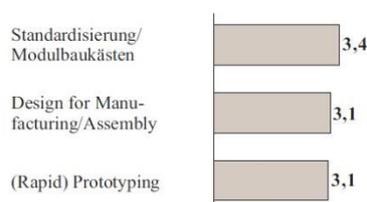
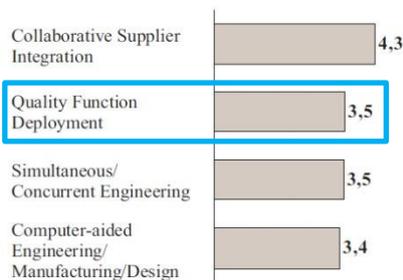


Abbildung 2.12: eingesetzte Produktentwicklungsmethoden, Quelle: Lindemann/Ehrlenspiel (1997), S. 40.

Weiteren Aufschluss gibt die Untersuchung von **Graner** über die Intensität, also wie gründlich die Anwendung der Methode erfolgt, durch eine Skalierung von 1=sehr geringe Intensität bis 5=sehr große Intensität (siehe Abbildung 2.13 und Abbildung 2.14).¹⁹

Forschung und Entwicklung



Qualität und Logistik

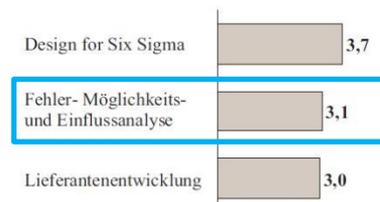


Abbildung 2.13: Intensität der Methodennutzung in den jeweiligen Bereichen nach Graner, Quelle: in Anlehnung an Graner (2015), S. 14.

¹⁸ Vgl. Lindemann/Ehrlenspiel (1997), S. 39.

¹⁹ Vgl. Graner (2015), S. 13.

Übergreifende Methoden

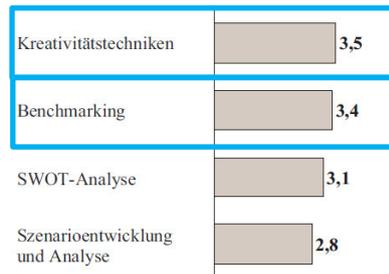


Abbildung 2.14: Intensität der Methodennutzung im Bereich „übergreifende Methoden“ nach Graner, Quelle: in Anlehnung an Graner (2015), S. 15 (leicht modifiziert).

An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass die Erhebung von **Smerlinski, Stephan & Gundlach** Gründe für die Nichtanwendung der Methoden erfasst und folgend unterteilt:²⁰

- Zu hohe Kosten
- Nicht ausreichend verfügbare Zeit
- Mangelndes Know-how

In den Abbildungen 2.15, 2.16 und 2.17 ist die Nichtanwendung von verschiedenen Methoden ersichtlich.

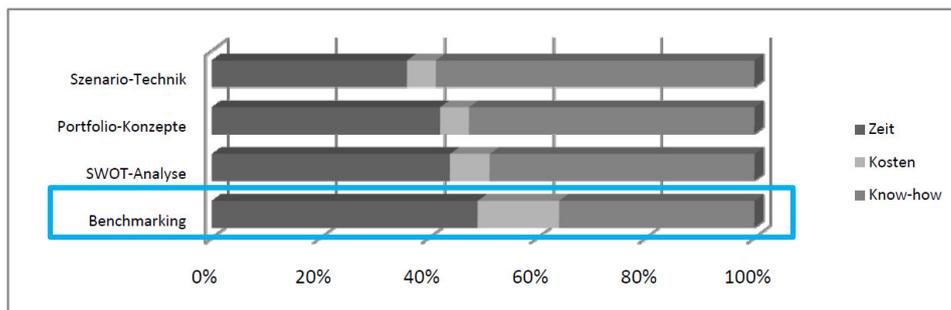


Abbildung 2.15: Nichtanwendung von Strategiemethoden nach Smerlinski, Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 30, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert).

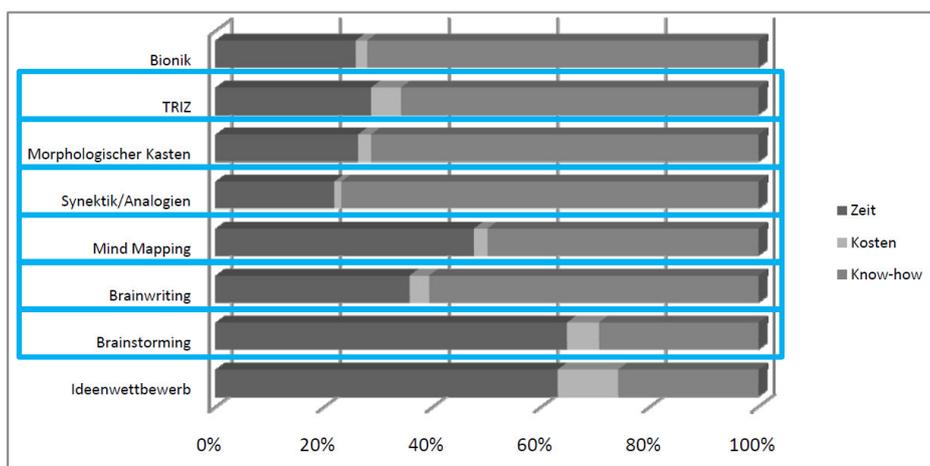


Abbildung 2.16: Nichtanwenden von Ideengenerierungsmethoden nach Smerlinski, Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 31, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert).

²⁰ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 6, Onlinequelle [27.07.2015].

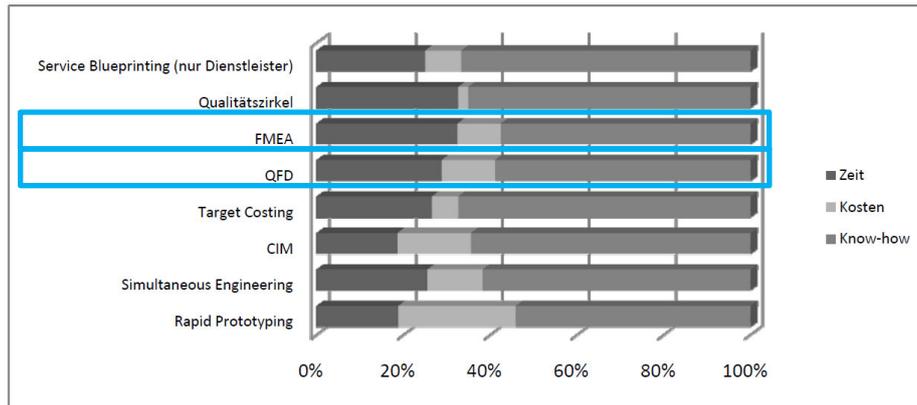


Abbildung 2.17: Nichtanwendung von Entwicklungsmethoden nach Smerlinski, Stephan & Gundlach, Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 33, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert).

Graner zeigt zusätzlich in seiner empirischen Studie den Zusammenhang zwischen dem Methodeneinsatz und Produkterfolg. Die nachfolgende Abbildung 2.18 präsentiert die Anzahl der angewendeten Methoden je Methodenkategorie in Korrelation zum finanziellen Erfolg des Produktes. Dabei stellt der graue Balken den jeweiligen Korrelationskoeffizienten dar. Der weiße Balken zeigt die Korrelation zwischen Intensität, die Gründlichkeit der Anwendung, der Methodennutzung und dem Erfolg an. Die Werte mit einem Stern bedeuten eine Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 5%, Werte mit zwei Sternen eine Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als 1%. Dadurch lässt sich eine Signifikanz bei den Korrelationskoeffizienten größtenteils erkennen.²¹

Korrelation Methodeneinsatz und Produkterfolg

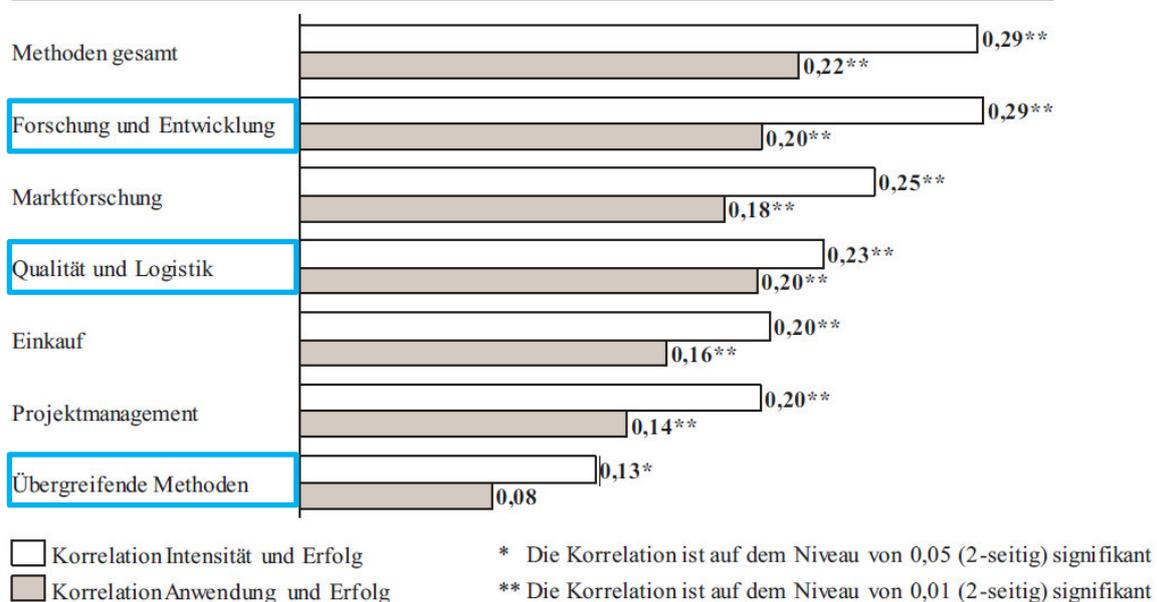


Abbildung 2.18: Zusammenhang Methodeneinsatz und Produkterfolg (insgesamt je Kategorie) nach Graner, Quelle: Graner (2015) S. 17 (leicht modifiziert).

²¹ Vgl. Graner (2015), S. 16 ff.

In der nachfolgenden Abbildung 2.19 bzw. 2.20 ist dies bei den einzelnen Methoden erkennbar.

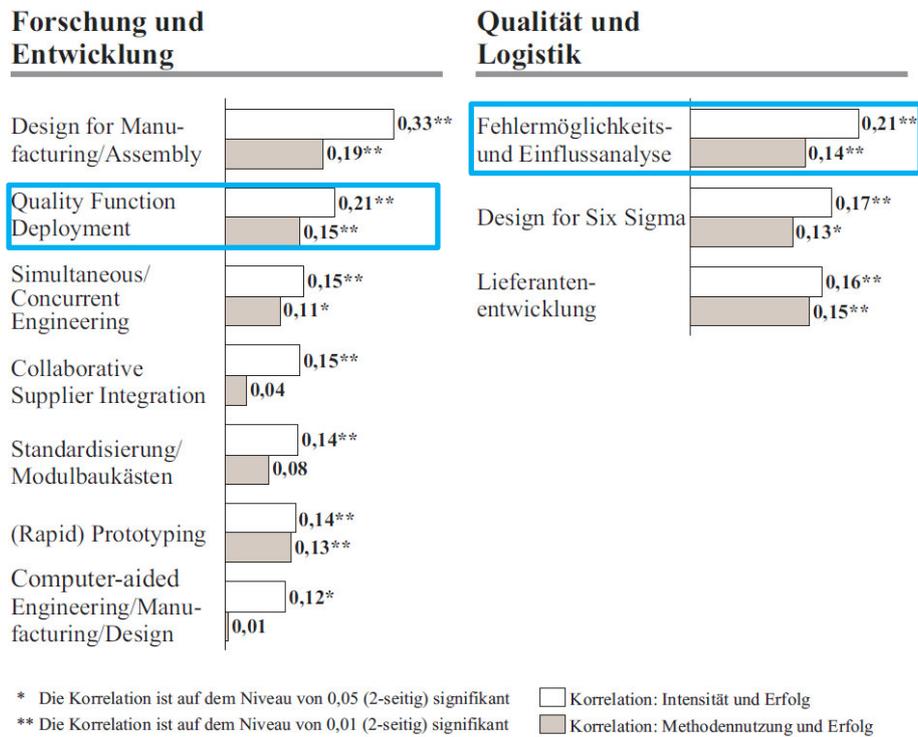


Abbildung 2.19: Korrelation der Methoden mit dem Erfolg, Quelle: In Anlehnung an Graner (2015), S. 18 (leicht modifiziert).

Übergreifende Methoden

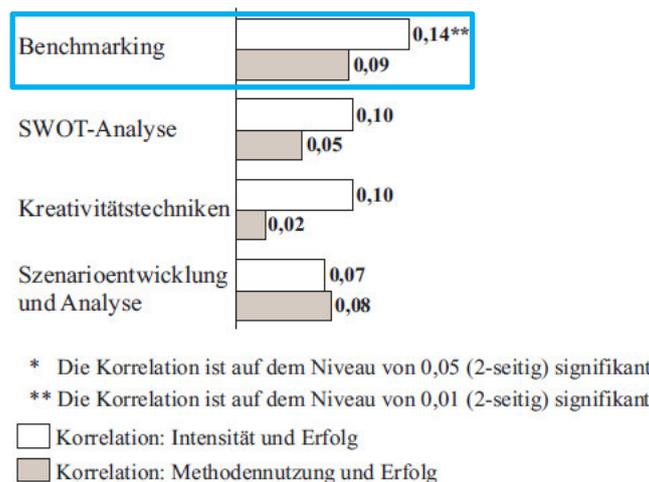


Abbildung 2.20: Korrelation der Methoden aus dem Bereich „übergreifende Methoden“ mit dem Erfolg, Quelle: In Anlehnung an Graner (2015), S. 19.

Zum Abschluss dieses Unterkapitels ist zu erwähnen, dass eine ausgewogene Kombination von verschiedenen Methoden essentiell für den Produkterfolg ist.²²

2.5 Einflüsse auf den Methodeneinsatz & den Erfolg

Graner zufolge gibt es zwei zentrale Rahmenbedingungen, damit mehr Methoden zum Einsatz kommen. Zum einen ist das die Unterstützung des Top-Managements, zum anderen das Design des Produktentwicklungsprozesses:²³

- **Topmanagement:**
Top-Management bedeutet nicht unbedingt höchste Führungsebene, sondern es sind die Führungskräfte mit weitreichenden Kompetenzen gemeint. Es ist auch ein wichtiger Erfolgsfaktor für die Produktentwicklung und die Voraussetzung, dass bestimmte Methoden Anwendung finden.
- **Design des Produktentwicklungsprozesses:**
Existiert ein strukturierter Entwicklungsprozess in der Firma, dann kommen auch mehr Produktentwicklungsmethoden zum Einsatz. Es gibt Unternehmen, in denen die Methoden in jeder Projektphase vorgegeben sind. Der formale Entwicklungsprozess hat dabei den größeren Einfluss als die Unterstützung des Top-Managements. Ein formalisierter Prozess führt zu einem intensiveren Einsatz von Methoden.

Diese Einflüsse sind in der nachfolgenden Abbildung 2.21 zu erkennen.

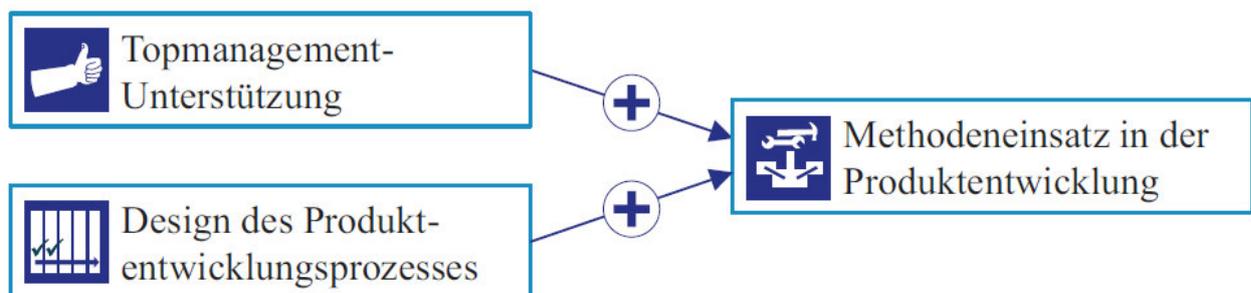


Abbildung 2.21: Methodeneinsatz und dessen Rahmenbedingungen,
Quelle: Graner (2015), S. 32.

²² Vgl. Graner (2015), S. 22.

²³ Vgl. Graner (2015), S. 31 ff.

Im weiteren Schritt sind die direkten und indirekten Einflüsse auf den Produkterfolg aufzuzeigen.²⁴

- **Direkte Einflüsse:**

Sind die richtigen Methoden zum richtigen Zeitpunkt angewandt, hat dies einen direkten Einfluss auf den Produkterfolg. Der systematische Einsatz von Methoden erhöht den Umsatz, reduziert Produktkosten und realisiert eine höhere Produktmarge.

- **Indirekte Einflüsse:**

Geschwindigkeit des Projekts

Ein methodisches Vorgehen trägt dazu bei, Aufgaben im Projekt strukturiert abzuarbeiten, die Doppelarbeit zu reduzieren und dadurch Zeit zu sparen.

Durch den Einsatz von mehreren Methoden sind die Entwicklungsprojekte deutlich schneller. Auf Grund dieser Tatsache ergibt sich ein zeitlicher Vorteil, der sich dann in der Markteinführung zeigt.

Zusammenarbeit

Der Methodeneinsatz erfordert oftmals die Zusammenarbeit verschiedener Unternehmensbereiche wie Forschung und Entwicklung, Produktion, Marketing, etc. Dadurch führt der Methodeneinsatz zur Abstimmung der beteiligten Personen.

Innovationsgrad

Die Untersuchungen ergeben positive, negative, sowie einen U-förmigen Zusammenhang, weshalb die Wahl auf einen mittleren Innovationsgrad fallen sollte. Allzu innovative Produkte sind im Durchschnitt weniger erfolgreich.

Diese Zusammenhänge sind in der nachfolgenden Abbildung 2.22 ersichtlich.²⁵

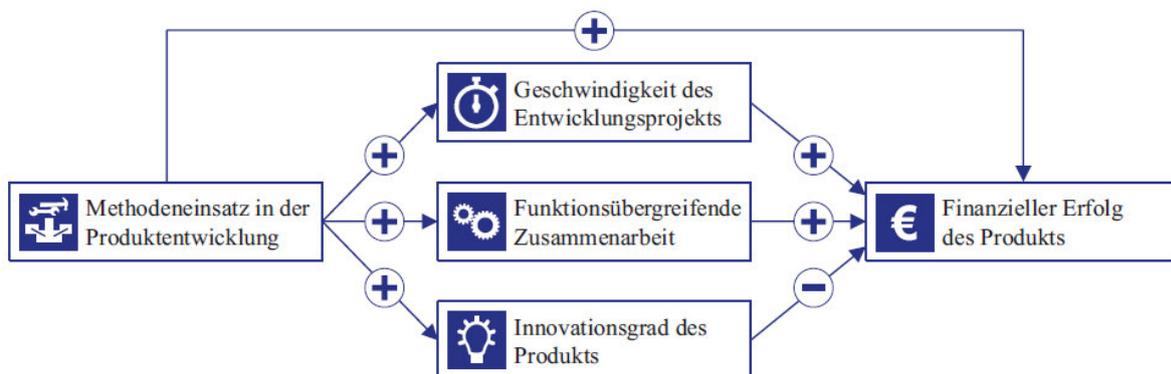


Abbildung 2.22: Direkte & indirekte Einflüsse auf den Produkterfolg, Quelle: In Anlehnung an Graner (2015), S. 7.

²⁴ Vgl. Graner (2015), S. 3 ff.

²⁵ Vgl. Graner (2015), S. 7.

2.6 Einflüsse auf die Methode & deren Bewertung

Die Analyse von **Lichtenthaler** ergibt folgende, zahlreiche Einflussfaktoren auf zwei Gestaltungsparameter:²⁶

- **Funktion der Analyse:**

Es lassen sich zwei Funktionen unterscheiden, zum einen die Informationsgewinnung, zum anderen die Funktion des Lernens.

Ziel der Informationsgewinnung ist die Generierung von Zukunftswissen. Dabei lassen sich drei grundlegende Formen unterscheiden, nämlich die extrapolative, die explorative und die normative Informationsgewinnung. Unter der extrapolativen Informationsgewinnung ist zu verstehen, dass bestehende Entwicklungen fortzuschreiben sind, während die explorative Informationsgewinnung versucht mögliche Zukunftsentwicklungen zu identifizieren und dadurch Zukunftsbilder zu konstruieren. Ziel der normativen Informationsgewinnung ist die Analyse eines gewollten Zukunftsbild und die Identifikation eines Weges zu diesem Zukunftsbild.

Die Funktion des Lernens hat zum Ziel, durch Internalisierung, sprich Verinnerlichung, von Information, den möglichen Handlungsraum zu erhöhen. Dies kann durch Informationsgleichstand oder durch Veränderung in der Kultur und im Handeln geschehen.

Die Nutzung von quantitativen Verfahren in der heutigen Zeit findet in einem erheblich geringeren Umfang statt. Eine Menge neuer Methoden ist, neben der Verschiebung der Methodenwahl, dazugekommen.²⁷

In der nachfolgenden Tabelle 2.6 ist dieser Einflussfaktor zu erkennen.

Tabelle 2.6: Methoden und deren Eignung für Analysefunktionen, Quelle: Lichtenthaler (2008), S. 69 (leicht modifiziert).

	Informations-gewinnung			Lernen		Bewertungsform
	extrapolativ	explorativ	normativ	organisational	individuell	
Publikationshäufigkeitsanalysen	•	---	---	---	•	E
Publikationsverflechtungsanalysen	•	---	---	---	•	E
Quantitative Tagungsbeobachtung	•	---	---	---	•	E
Patenthäufigkeitsanalysen	•	---	---	---	•	E
Patentverflechtungsanalysen	•	•	---	---	•	E
S-Kurvenanalysen	•	---	•	•	•	E/G
Benchmarking	•	---	---	•	•	E/G
Portfolios	•	---	•	•	•	E/G
Delphi-Studien	•	•	---	---	•	E
Expertenpanel	•	•	---	•	•	E/G
Flexible Expertenbefragung	•	•	---	---	•	E
Technology Roadmaps	•	---	---	•	•	E/G
Product Technology Roadmaps	•	---	---	•	•	E/G
Product Roadmaps	•	---	---	•	•	E/G
Erfahrungskurven	•	---	•	•	•	E/G
Simulationen	---	•	---	---	•	E
Option Pricing	---	•	---	•	•	E/G
Szenarien	---	•	•	•	•	E/G
Lead-User-Analysen	•	•	---	•	•	E/G
Quality Function Deployment	•	---	---	•	•	E/G

E = Einzelperson G = Gruppe

²⁶ Vgl. Lichtenthaler (2008), S. 68.

²⁷ Vgl. Lichtenthaler (2002), S. 330.

Nachfolgend ist die Fortsetzung der Einflussfaktoren zu sehen:²⁸

- Heterogenität im organisationsbezogenen Referenzrahmen**
 Das Vorwissen der Person dient als Referenzrahmen für die Interpretation von Informationen und beeinflusst stark das Ergebnis von Analysen. Deshalb ist in vielen Gesprächen mit Forschungsleitern die Rede vom Bauchgefühl. Unternehmen greifen stärker auf Gruppenbewertungen zurück, je größer die Heterogenität zwischen den Referenzrahmen ist.
- Unsicherheit der zu analysierenden Situation**
 Einzelne Parameter sind nur schwer zu prognostizieren. Unternehmen greifen eher auf Methoden, welche die Unsicherheit handhabbar machen, zu, je höher die Unsicherheit der Situationsanalyse ist.
- Zeithorizont**
 Die Unsicherheit nimmt mit dem Zeithorizont zu, was auch die Methodenwahl beeinflusst (siehe Abbildung 2.23). Es sind in der Regel solche Methoden im Einsatz, die im Einklang mit den jeweiligen Planungsprozess stehen. Für mittelfristige Zeithorizonte kommen besonders Roadmaps zur Anwendung, während für lange Zeithorizonte eher Szenarien ihren Einsatz finden.

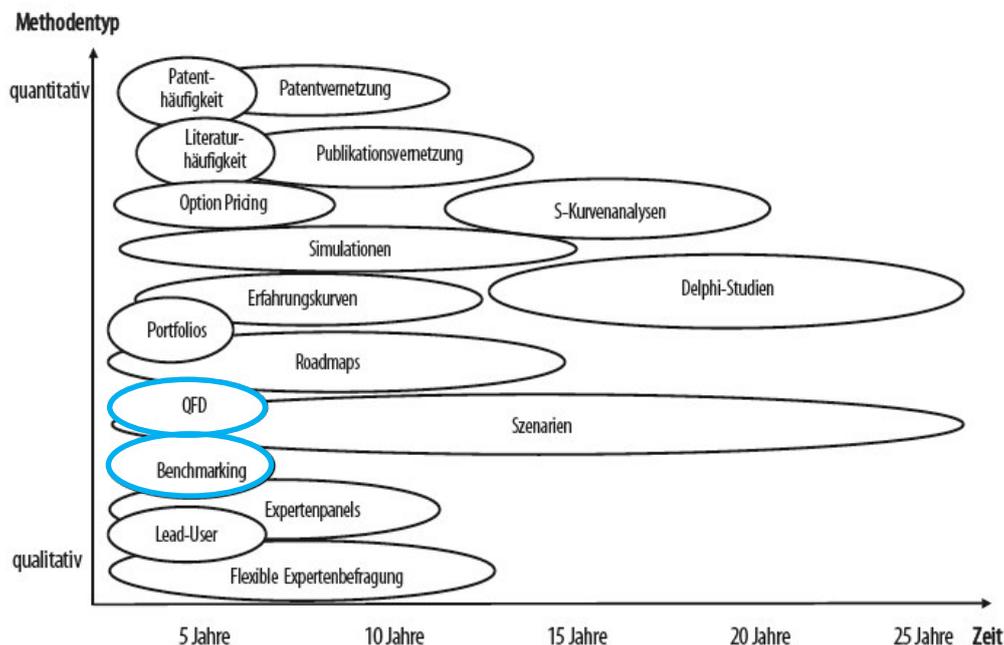


Abbildung 2.23: Methodeneignung für bestimmte Zeithorizonte, Quelle: Lichtenthaler (2008), S. 73 (leicht modifiziert).

²⁸ Vgl. Lichtenthaler (2008), S. 71 ff.

Weitere Einflussfaktoren sind anschließend aufgelistet:²⁹

- **Technologieentwicklung der spezifischen Industrien**

Die Abbildung 2.24 zeigt die untersuchten Methoden und den Nutzungsgrad der Industrien. Dabei zeigt die Methodennutzung signifikante Unterschiede zwischen den Industrien.³⁰

	Pharma	Electronics	Machinery
Publikationshäufigkeitsanalysen	●●●	●●	●
Publikationsverflechtungsanalysen	●●●	—	—
Quantitative Tagungsbeobachtung	●●	●●●	●
Patenthäufigkeitsanalysen	●●	●●●	●●●
Patentverflechtungsanalysen	—	—	●
S-Kurven-Analysen	—	—	—
Benchmarkingstudien	●●●	●●●	●●●
Portfolios	●●●	●●●	●●●
Delphi-Studien	—	—	—
Experten-Panels	●●●	●	●●
Flexible Expertenbefragung	●●●	●●●	●●●
Technology Roadmaps	●●	●●●	—
Product Technology Roadmaps	—	●●●	●
Product Roadmaps	●●●	—	—
Erfahrungskurven	●	●●●	●●
Simulationen	●●	—	—
„Options Pricing“-Modelle	●●	—	—
Szenarioanalysen	●●●	●●●	●●●
„Lead User“-Analysen	—	●●●	●●
Quality Function Deployment	—	●●	●●●

●●● = häufig genutzt ●● = manchmal genutzt ● = selten genutzt — = nicht genutzt

Abbildung 2.24: Industriespezifische Methodennutzung,
Quelle: Lichtenthaler (2002), S. 332 (leicht modifiziert).

- **Unternehmenskultur und Entscheidungsstil**

Die Kultur des Unternehmens und der Entscheidungsstil spiegeln sich in der Wahl der Bewertungsform und der Methode wieder. Auch die generelle Haltung gegenüber Methoden ist maßgeblich beeinflusst durch die Unternehmenskultur.

- **Methodenvertrautheit**

Aufgrund der Bequemlichkeit kommen überwiegend bekannte Methoden zum Einsatz. Dadurch kann das Top-Management die Ergebnisse der Analyse einfacher nachvollziehen. Die Umsetzung neuer Methoden kostet nicht nur Zeit, sondern auch Geld. Ein weiterer Aspekt ist das fehlende Methoden-Know-how, das auf keine stimmigen Interpretationen führt.

²⁹ Vgl. Lichtenthaler (2008), S. 74 ff.

³⁰ Vgl. Lichtenthaler (2002), S. 332.

Abschließend sind die restlichen Einflussfaktoren angegeben:³¹

- Restriktionen im Bereich Zeit, Personal und Finanzen**
 Hauptsächlich zählt qualifiziertes Personal mit Methodenkenntnis, Technologie- und Marktwissen für Analysen. Als stärkere Eingrenzung sind die zeitlichen Restriktionen zu sehen, da Entscheidungen schnell zu fällen sind. Deswegen kommen aufwändige Methoden nicht zur Anwendung. Auch die Analyse von Kosten und Nutzen sind beim Methodeneinsatz sehr hart.
- Bedeutung der Analyse**
 Das Thema einer Analyse beeinflusst die Wahl einer Methode sehr.

Somit ist die geeignete Bewertungsform und Methode bei einem spezifischen Sachverhalt zu bestimmen (siehe Abbildung 2.25).³²

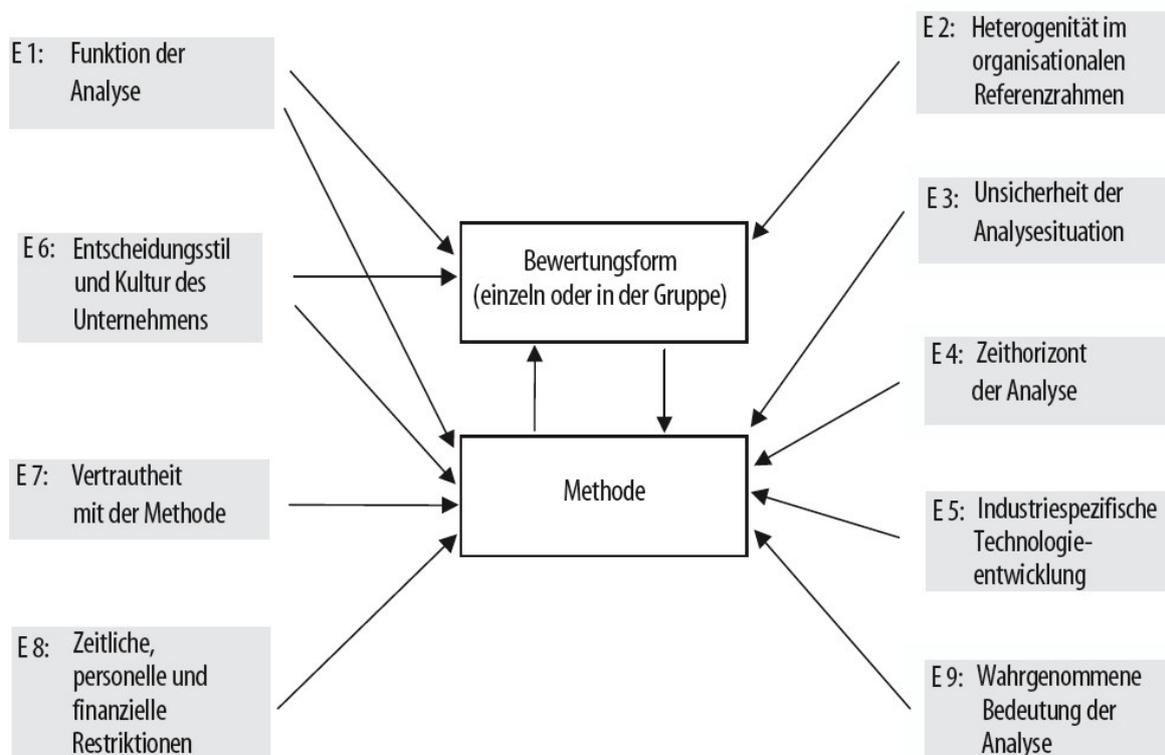


Abbildung 2.25: Einflussfaktoren auf die Methodenwahl und Auswahl der Bewertungsform, Quelle: Lichtenthaler (2008), S. 66.

³¹ Vgl. Lichtenthaler (2008), S. 79 f.

³² Vgl. Lichtenthaler (2008), S. 66.

3 Interne Erhebung & Auswahl der benötigten Instrumente

In diesem Kapitel werden die Aufbereitung der internen Befragungen und die Auswertung der Ergebnisse dargestellt. Die theoretische Beschreibung von Interviews zeigt, wie der Aufbau und die Durchführung von statten gehen sollte und verschafft einen ersten Überblick. Anschließend dient der erste Fragebogen als Interviewleitfaden und der Zweite zur konkreten Methodenerfassung innerhalb der Firma Julius Blum.

3.1 Aufbereitung von Fragebögen & Interviews

Der Einsatz eines Fragebogens erlaubt die Befragung von Personen aus großen Gruppen, um diese zu untersuchen, und systematische Wiederholungen von Befragungen. Bei der Entwicklung von Fragebögen stellen die Interviews oft ein Fundament dar.³³

Verfahren für Fragebögen

Ein Quantitatives Verfahren liegt vor, wenn Beobachtungen mittels ausgewählten Merkmalen zahlenmäßig gesammelt und einem Kategoriensystem (Skala) zugeordnet sind. Bei Qualitativen Methoden sind die Untersuchungseinheiten auf eine überschaubare Anzahl gehalten. Die Erfassung und Beschreibung dieser Untersuchungseinheiten ist sehr detailliert.³⁴

Es ist auch häufig sinnvoll, die quantitativen und qualitativen Techniken miteinander zu kombinieren.³⁵

Standardisierung

Bereits bei der Vorgabe der Frage ist entscheidend, in welchem Umfang diese standardisiert ist. Bei Interviews besteht ebenfalls die Möglichkeit, diese zu standardisieren.³⁶

Dabei ist zwischen voll-, teil- und nicht-standardisiertem Interview zu unterscheiden. Der Wortlaut der Fragen in einem vollstandardisiertem Interview ist vorformuliert und festgelegt. Es gibt keinerlei Gestaltungsspielraum für das Gespräch.³⁷

Das Interview in Kombination mit dem ersten Fragebogen ist ein sogenanntes vollstandardisiertes Interview.

³³ Vgl. Kallus (2010), S. 128.

³⁴ Vgl. Ebster/Stalzer (2002), S. 158 f.

³⁵ Vgl. Bässler (2014) S. 163.

³⁶ Vgl. Beller (2008), S. 42.

³⁷ Vgl. Ebster/Stalzer (2002), S. 212.

Arten von Fragen

Die Antwortkategorien bei geschlossenen Fragen sind begrenzt und die Anzahl definiert. Zu unterscheiden sind Fragen mit nur einer zulässigen Antwort, bezeichnet als Einfachnennung, und mit mehr als nur einer zulässigen Antwort, die sogenannte Mehrfachnennung.³⁸

In der Abbildung 3.1 sind geschlossene Fragen ersichtlich.

◆ **Wie würden Sie Ihren Wissenstand bzgl. Methoden einschätzen?**
(1 = sehr groß, 5 = sehr gering)

Das Wissen, über die verschiedenen Methodenarten, die es allg. gibt, ist...	1	2	3	4	5
Der Wissenstand, für den besten Zeitpunkt eines Methodenstarts, ist...	1	2	3	4	5
Das durch die Erfahrung vom Methodeneinsatz ermittelte Wissen ist...	1	2	3	4	5

Abbildung 3.1: Beispiel von geschlossenen Fragen mit Einfachnennung,
Quelle: Eigene Darstellung.

Bei offenen Fragen gibt es keine Antwortkategorie, sondern einen Fragetext, auf den die Befragungsperson mit ihren eigenen Worten Stellung nimmt.³⁹ Zur Erfassung von Motiven, Werthaltungen und Zielsetzungen dienen offene Fragen.⁴⁰

Abbildung 3.2 zeigt eine offene Fragestellung.

◆ **Kann, Ihrer Meinung nach, der Methodeneinsatz den Entwicklungsprozess verbessern?**

Abbildung 3.2: Beispiel einer offenen Frage, Quelle: Eigene Darstellung.

Halboffene Fragen wiederum kommen in der Praxis sehr häufig vor. Kann oder will sich die Befragungsperson nicht in die vorgegebenen Antwortkategorien einordnen, so ist es möglich, durch eine geschlossene Frage mit einer zusätzlichen Kategorie, die die Stellung einer offenen Frage einnimmt, dem entgegenzuwirken.⁴¹

³⁸ Vgl. Porst (2009), S. 51.

³⁹ Vgl. Porst (2009), S. 54.

⁴⁰ Vgl. Ebster/Stalzer (2002), S. 215.

⁴¹ Vgl. Porst (2009), S. 55.

Antwortskala

Die Quantifizierung von Sachverhalten, Eigenschaften usw. kann mit Hilfe einer Skala als Messinstrument geschehen.⁴²

Die Abstufung der Antwortskala ist eine wichtige Festlegung. Ist die Abstufung zu groß, erfordert dies eine hohe Differenzierungsfähigkeit der befragten Personen. Die Regel 7+/-2 ist im Zweifelsfall heranzuziehen, denn nur wenige Verfahren arbeiten mit einer größeren Stufung als 7.⁴³

In der ersten Befragung kommen bei den geschlossenen Fragen ausschließlich Skalen mit 5 Stufen zum Einsatz, während beim zweiten Fragebogen noch eine zusätzliche Stufe, nämlich 0 für die Nichtbenutzung der Methode, Anwendung findet.

In der Literatur sind kontroverse Ansichten bzgl. Skalenniveaus zu finden, da es sowohl die Vertreter des Intervallskalenniveaus, als auch die des Ordinalskalenniveaus gibt. Bei benannten Skalenniveaus ist normalerweise von einem Intervallskalenniveau auszugehen.⁴⁴

Die Tabelle 3.1 zeigt verschiedene Skalenniveaus.

Tabelle 3.1: Skalenniveaus, Quelle: Kuckartz u. a. (2013), S. 19.

Skalenniveau	Erlaubte Operationen	Beispiele
nominal	$a = b$ $a \neq b$	Geschlecht, Beruf, Parteipräferenz, Studienfach, Religionszugehörigkeit
ordinal	$a < b$ $a > b$	Gehaltsstufe, militärischer Rang, Rangliste der besten Freunde/Freundinnen
intervall	$a - b = c - d$	Zahl der Kinder, Einkommen, Durchschnittsnote im Abitur, Zahl der Elektrogeräte im Haushalt

Kontrollfragen

Mittels Kontrollfragen kann die Überprüfung bereits gegebener Antworten von anderen Fragen erfolgen (siehe Abbildung 3.3). Der Inhalt ist derselbe wie bei den bereits gestellten Fragen. Zu berücksichtigen ist der Wortlaut, da dieser nicht gleich sein sollte, wie bei den Fragen zuvor. Verneinungen kommen sehr häufig zum Einsatz bei Kontrollfragen. Für den Befragten sollte die Kontrollfrage nicht erkennbar sein.⁴⁵

♦ Wie stellen Sie sich den Methodeneinsatz vor? (1 = absolut, 5 = überhaupt nicht)					
Der Methodeneinsatz soll eine zentrale Rolle im Entwicklungsprojekt einnehmen.	1	2	3	4	5
Der Methodeneinsatz dient lediglich als Hilfestellung für Denkanstöße & nicht für das eigentliche Entwicklungsergebnis.	1	2	3	4	5

Abbildung 3.3: Kontrollfrage im ersten Fragebogen, Quelle: Eigene Darstellung.

⁴² Vgl. Ebster/Stalzer (2002), S. 173.

⁴³ Vgl. Kallus (2010), S. 40.

⁴⁴ Vgl. Kuckartz u. a. (2013) S. 20.

⁴⁵ Vgl. Paier (2010), S. 109.

3.2 Durchführung der Befragungen

Die befragten Personen sind unter anderem Abteilungsleiter und Mitarbeiter aus dem Bereich der Forschungs- und Entwicklung, sowie ein Abteilungsleiter aus dem Bereich Engineering Services.

3.2.1 Erste Befragung & Interview

Das Interview erfasst unter Verwendung des ersten Fragebogens die Meinungen von insgesamt 19 Produktentwicklungsexperten in den bereits genannten Bereichen (siehe Abbildung 3.4). Die Rücklaufquote beim ersten Durchgang beträgt 100%, da alle Personen am Interview teilgenommen und den Fragebogen somit auch ausgefüllt haben.

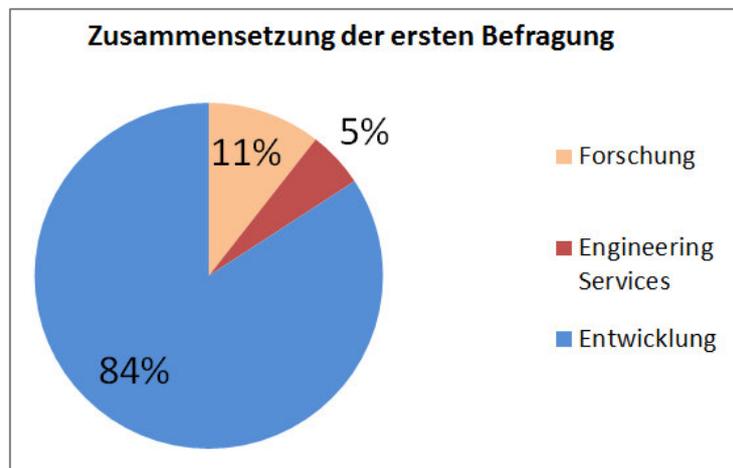


Abbildung 3.4: Abteilungszugehörigkeit der Befragten beim ersten Durchgang, Quelle: Eigene Darstellung.

Das Interview erfolgt mit jeder einzelnen Person in einem Zweiergespräch unter Ausschluss von Anderen. Der angewendete Fragebogen setzt sich aus verschiedenen Fragen zusammen. Dabei kommen nicht nur geschlossene, sondern auch offene Fragen darin vor. Die verwendeten Unterlagen sind im Anhang ersichtlich.

3.2.2 Zweite Befragung

Der zweite Durchgang, bei dem ein Fragebogen mit quantitativen Verfahren Anwendung findet, erfasst 18 von denselben, bereits genannten Experten (siehe Abbildung 3.5). Diese Befragungsrunde findet ohne weiteres Interview statt, da der zweite Fragebogen zum größten Teil selbsterklärend ist. Die Rücklaufquote beim zweiten Durchlauf beträgt ca. 94,7%.

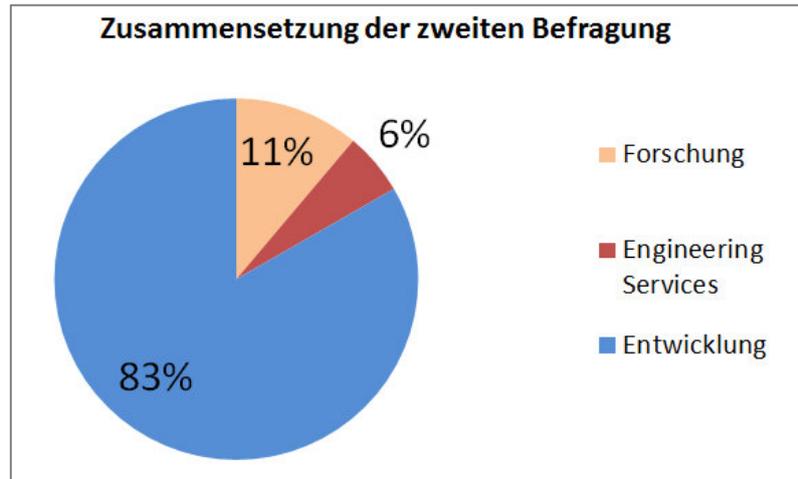


Abbildung 3.5: Abteilungszugehörigkeit der Befragten beim zweiten Durchgang, Quelle: Eigene Darstellung.

3.3 Beschreibung von quantitativen Ergebnissen

Die Beschreibung der quantitativen Ergebnisse erfolgt mittels Deskriptiver Statistik, der sogenannten beschreibenden⁴⁶ Statistik (siehe Abbildung 3.6).

Mittels Verfahren der Deskriptiven Statistik ist das Erwerben von Informationen aus der Beschreibung von Daten einer Grundgesamtheit realisierbar. Grafiken, Tabellen sowie die Berechnung von Kennzahlen bzw. Parameter deskriptiver Art gehören zu diesen Verfahren bzw. Methoden.⁴⁷

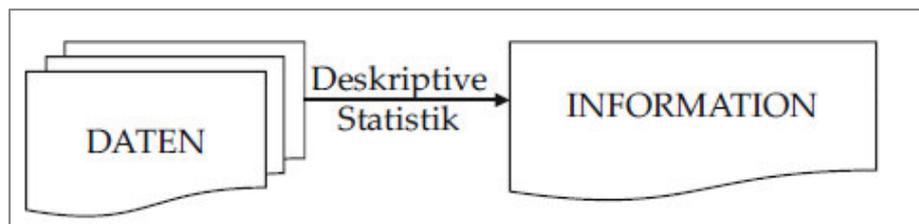


Abbildung 3.6: Von den Daten zur Information, Quelle: In Anlehnung an Cleff (2015), S. 5.

Die Zusammenfassung der in den Rohdaten enthaltenen Informationen sollte mittels Angabe von Häufigkeiten für die Merkmalsausprägung erfolgen. Bei einem vorhandenen diskreten Merkmal mit den Ausprägungen von a_1 bis a_k , ist die absolute Häufigkeit die Anzahl der Elemente der Urliste für die Ausprägung a_i :⁴⁸

$$h_i := h(a_i) \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (3.1)$$

⁴⁶ Vgl. Cleff (2015), S. 4.

⁴⁷ Vgl. Cleff (2015), S. 4.

⁴⁸ Vgl. Mittag (2011), S. 33 f.

Damit Datensätze unterschiedlichen Umfangs miteinander vergleichbar sind, teilt man die absoluten Häufigkeiten durch den Umfang n .⁴⁹

$$f_i := f(a_i) = \frac{h(a_i)}{n} \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (3.2)$$

Es gelten folgende Zusammenhänge zwischen Häufigkeiten einzelner Ausprägungen:⁵⁰

$$\sum_{i=1}^k h(a_i) = n \quad \text{und} \quad \sum_{i=1}^k f(a_i) = 1 \quad (3.3)$$

Nachfolgend ist eine sogenannte Häufigkeitstabelle exemplarisch dargestellt. Mittels der Frage nach dem **Wissen über die verschiedenen Methodenarten, die es im Allgemeinen gibt**, ist es erst möglich, die Daten von 19 befragten Personen für diese, als Beispiel genannte, Häufigkeitstabelle zu erfassen. Tabelle 3.2 zeigt diese Häufigkeitstabelle.

Tabelle 3.2: Häufigkeitstabelle, Quelle: Eigene Darstellung.

		(1= sehr groß, 5=sehr gering)				
Ausprägung	a_i	1	2	3	4	5
Häufigkeit (absolut)	$h(a_i)$		7	9	3	
Häufigkeit (relativ)	$f(a_i)$	0,00	0,37	0,47	0,16	0,00

Aus statistischer Sichtweise ist es möglich, Ordinalskalen ab ca. fünf Abstufungen wie metrische Skalen zu behandeln.⁵¹ Auch aus einer vorhandenen Häufigkeitstabelle, wie zum Beispiel bei einem Notenspiegel, lässt sich der Mittelwert berechnen, obwohl es sich dabei um eine ordinale Variable handelt.⁵² Die Berechnung des Mittelwertes kann mittels der relativen Häufigkeitsverteilung erfolgen.⁵³

$$\bar{x} := a_1 \cdot f_1 + a_2 \cdot f_2 + \dots + a_k \cdot f_k = \sum_{i=1}^k a_i \cdot f_i \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (3.4)$$

Für die Gewichtung von Merkmalsausprägungen mittels Häufigkeiten kommt der Ausdruck der gewogenen Mittelung zum Tragen. Man bezeichnet dies auch als gewogenes arithmetisches Mittel.⁵⁴

⁴⁹ Vgl. Mittag (2011), S. 34.

⁵⁰ Vgl. Krapp/Nebel (2011), S. 19.

⁵¹ Vgl. Faulbaum/Prüfer/Rexroth (2009), S. 26.

⁵² Vgl. Cleff (2011), S. 43.

⁵³ Vgl. Mittag (2011), S. 52.

⁵⁴ Vgl. Eckey/Kosfeld/Türck (2005), S. 69.

3.4 Ergebnisse der ersten Befragung

Die Häufigkeitsverteilung von Ausprägungen des Merkmals „**Wissen über verschiedene Methodenarten, die es im Allgemeinen gibt**“, nach Meinung der 19 Experten, ist in der nachfolgenden Abbildung 3.7 zu sehen. Die Skalierung besitzt 5 Stufen von 1=sehr gut bis 5=sehr gering.

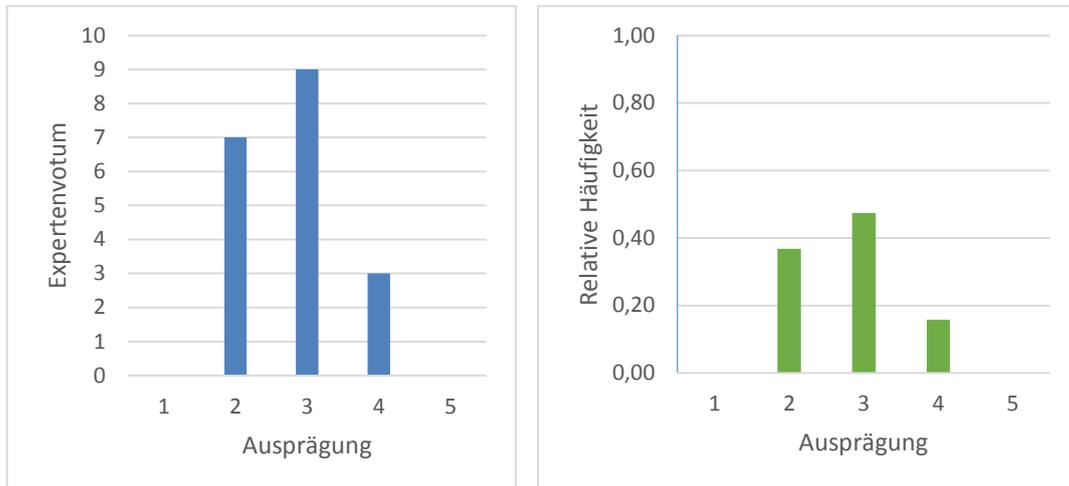


Abbildung 3.7 Absolute & relative Häufigkeitsverteilung vom Wissen allg. Methodenarten, Quelle: Eigene Darstellung.

47% der Befragten geben mit dem Skalenspunkt 3 an, lediglich ein „mittelmäßiges“ bzw. „durchschnittliches“ Wissen über die verschiedenen Methodenarten im Allgemeinen zu haben, während 37% von einem „eher guten Wissenstand“ ausgehen. Der restliche Prozentsatz lässt die Deutung zu, dass es sich um ein „eher geringes“ Wissen handelt.

Die nachfolgende grafische Darstellung zeigt das Ergebnis des Merkmals „**Wissensstand für den besten Zeitpunkt eines Methodenstarts**“ (siehe Abbildung 3.8). Die Skaleneinteilung ist dieselbe wie zuvor.

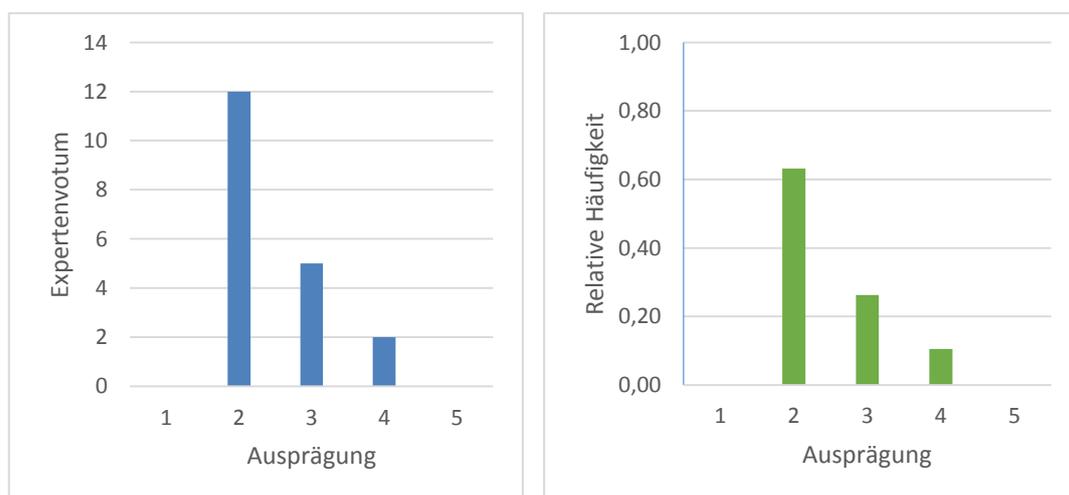


Abbildung 3.8: Absolute & relative Häufigkeitsverteilung vom Wissen des Methodenstarts, Quelle: Eigene Darstellung.

Beim besten Zeitpunkt für den Methodenstart geben 63% der Produktentwicklungsexperten mittels Skalenpunkt 2 an, einen „vergleichsweise guten Wissenstand“ zu besitzen, während 23% von einem „eher mittleren bzw. mittelmäßigen“ und 11% von einem „eher als gering zu erachtenden“ Kenntnisstand ausgehen.

In der nächsten Illustration ist **das ermittelte Wissen durch die Erfahrung vom Methodeneinsatz** dargestellt (siehe Abbildung 3.9). Bereits in der Vergangenheit eingesetzte Methoden sind als Kriterium für die Bewertung heranzuziehen. Die Benennungen der Skalenpunkte sind bereits beschrieben.

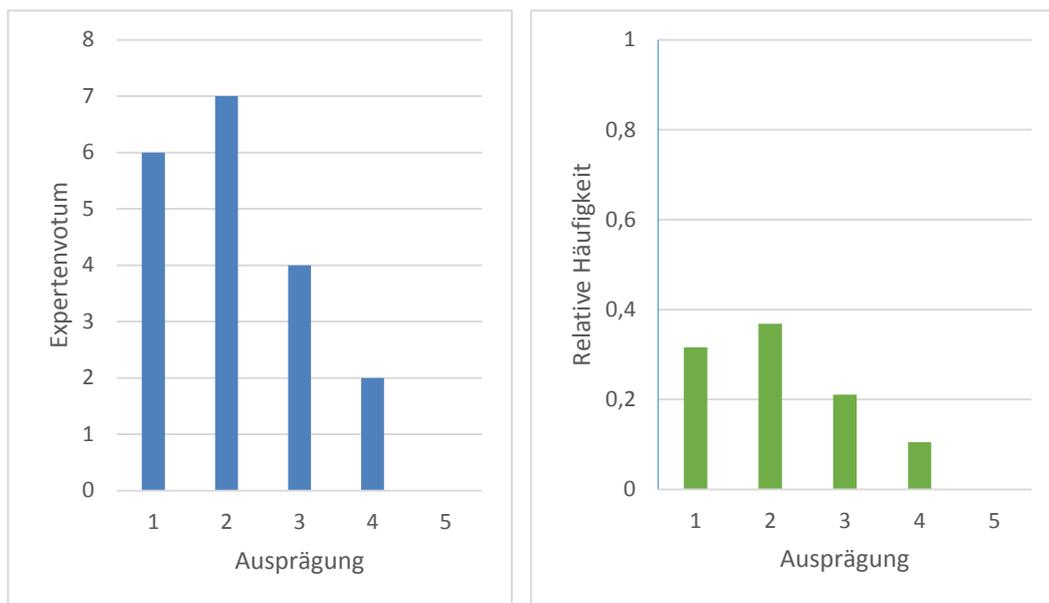


Abbildung 3.9: Absolute & relative Häufigkeitsverteilung von der Erfahrung des Methodeneinsatz, Quelle: Eigene Darstellung.

6 bzw. 7 Personen der 19 Befragten geben jeweils an, dass ihre Erfahrung vom Methodeneinsatz mit „eher sehr gut“ bzw. mittels des zweiten Skalenpunkts zu beurteilen sei, während 4 bzw. 2 Personen ihre Erfahrung durch den mittleren Skalenpunkt bzw. die Stufe vor dem Endskalenpunkt „sehr gering“ einstufen.

Es sind die Abbildung 3.10 und die Abbildung 3.11 in Beziehung zueinander zu sehen, da auf die Frage nach der **zentralen Rolle des Methodeneinsatzes im Entwicklungsprojekt** eine zusätzliche Kontrollfrage erfolgt. Diese ist gegenläufig formuliert, so dass der **Methodeneinsatz lediglich als Hilfestellung und Denkanstoß** dient. Die Skalierung ist folgendermaßen zu verstehen: trifft 1= absolut bzw. sehr und 5=überhaupt nicht zu.

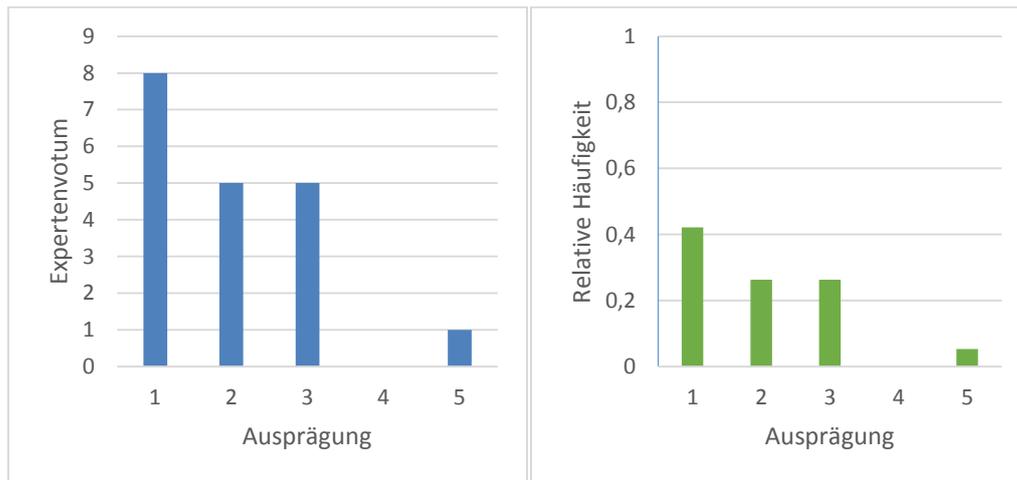


Abbildung 3.10: Methodeneinsatz spielt eine zentrale Rolle im Entwicklungsprojekt, Quelle: Eigene Darstellung.

Das Ergebnis zur Kontrollfrage sieht wie folgt aus:

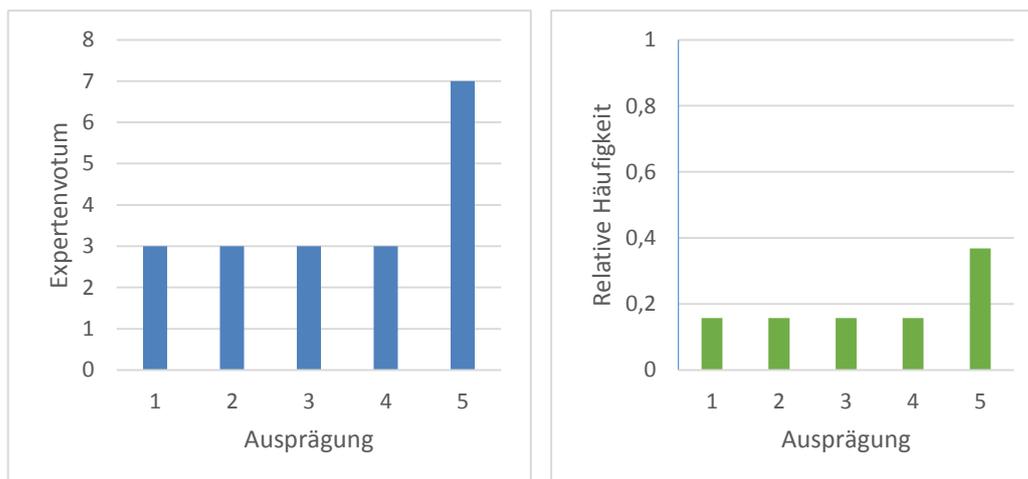


Abbildung 3.11: Methodeneinsatz lediglich als Hilfestellung & Denkanstoß, Quelle: Eigene Darstellung.

Von den 19 Befragten stimmen 8 Personen „absolut bzw. sehr“ und 5 weitere Experten mittels des zweiten Skalenpunkts zu, dass nach Ihrer Auffassung der Methodeneinsatz eine zentrale Rolle im Entwicklungsprozess einnimmt. Die Anzahl von 5 Stimmen ist am mittleren Skalenpunkt ablesbar. Lediglich eine Person plädiert für den Skalenendpunkt „überhaupt nicht“.

Bei den Skalenpunkten von 1 bis 4 der Kontrollfrage, dass der Methodeneinsatz lediglich als Hilfestellung und Denkanstoß dient, sind jeweils drei Stimmen abzulesen. 5 Experten plädieren bei der Kontrollfrage für den Skalenpunkt 5 „überhaupt nicht“.

Selbst die offene Frage „**Kann, Ihrer Meinung nach, der Methodeneinsatz den Entwicklungsprozess verbessern?**“ ist, nach der Einteilung in Kategorien, mittels eines Diagrammes erfassbar (siehe Abbildung 3.12).

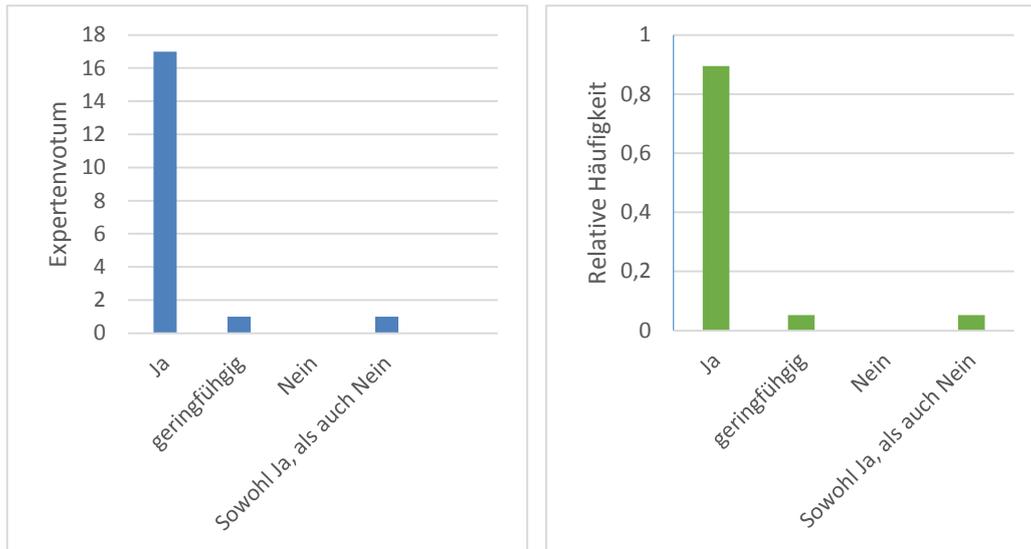


Abbildung 3.12: Entwicklungsprozess verbessern durch Methodeneinsatz, Quelle: Eigene Darstellung.

Im Diagramm ist deutlich erkennbar, dass laut den Experten der Methodeneinsatz den Entwicklungsprozess verbessert. Mehr als 80% haben mit Ja geantwortet. Einer der befragten Experten spricht von einer geringfügigen Verbesserung. Lediglich bei einer Person ist keine eindeutige Antwort erkennbar.

Auch die offene Frage nach der **persönlichen Ablehnung von Methoden** ist, nach der Einteilung in Kategorien, mittels eines Diagramms darstellbar.

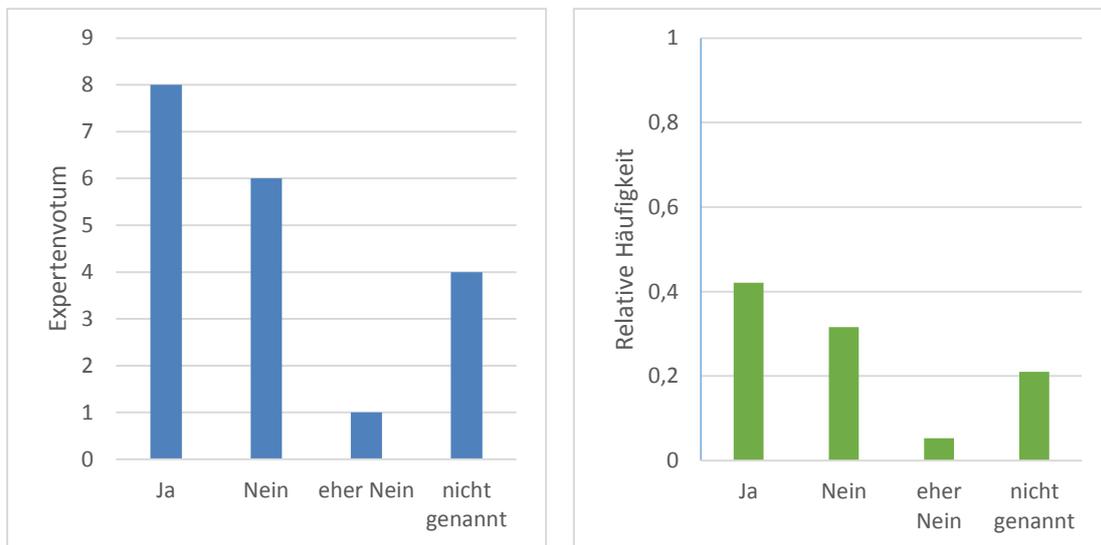


Abbildung 3.13: Methoden, die persönlich abgelehnt werden, Quelle: Eigene Darstellung.

Über 40% der Experten stimmen zu, dass es Methoden gibt, die sie persönlich ablehnen. Mehr als 30% der Befragten haben diese Frage verneint, da es keine konkreten Methoden gibt, die sie ablehnen. Eine Person neigt dazu, Methoden eher nicht abzulehnen. Von den Experten haben mehr als 20% keine konkrete Antwort geliefert.

3.5 Ergebnisse der zweiten Befragung

Die Fragen nach den eingesetzten Methoden im Laufe des Produkt-Innovationsprozesses (PIP), deren Gebrauchsintensität und Priorisierung, sowie die Frage, wann bzw. in welcher Phase die Methoden Anwendung finden,⁵⁵ führen zu einem viel zu umfangreichen Resultat, das zu breit gefächert und als Ergebnis absolut nicht brauchbar ist. Mittels eines Produktentwicklungsexperten, der gleichzeitig die Position eines Abteilungsleiters einnimmt, erfolgt die Auswahl und Zusammenfassung der wichtigsten bzw. brauchbaren Methoden und „Hilfswerkzeuge“, die von den 19 Experten stammen und in der Firma nicht standardmäßig Anwendung finden. Die Auflistung der Methoden bzw. Hilfswerkzeuge dient als Basis für den zweiten Fragebogen, um Klarheit über die Methodenanwendung zu bekommen. Auch die Phaseneinteilung ist undifferenzierter im Vergleich zur ersten Befragung, um den zweiten Durchgang so einfach wie möglich zu gestalten. Die Skala für die Anwendungsintensität berücksichtigt auch die Auswahloption „0 = keine Anwendung“, da nicht jeder Experte dieselben Methoden verwendet. Ansonsten gelten die Skalenendpunkte „1 = sehr geringe Anwendung“ und „5 = sehr intensive Anwendung“. Die Erfassung der Phasen, wann und bei wie vielen Personen die Methoden zur Anwendung kommen, erfolgt mittels drei Phasenkategorien. Die Kategorie vom Meilenstein M1 bis M3 repräsentiert die frühe Phase, während M3 bis M5 die mittlere und M5 bis M7 die späte Phase darstellen (siehe Tabelle 3.3).

Tabelle 3.3: Beispielsweise die Kategorie „Kreativität & Wissensbeschaffung“, Quelle: Eigene Darstellung.

Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung						Phasen:		
	0	1	2	3	4	5	M1-M3	M3-M5	M5-M7
> Morphologischer Kasten									
> Brainstorming									
> 635-Methode									
> TRIZ									
> Mind-Map									
> Workshop & Flip-Chart									
> Visualisierungsmöglichkeit (Flip-Chart, PPT™)									
> Galeriemethode									
> 6 Hüte von De Bono (Rollentausch)									
> Funktionsstruktur - Variation									
> Benchmarking									
> Patentrecherche									
> Internetrecherche									

Im weiteren Verlauf erfolgt eine kurze Erklärung zu den jeweiligen Methoden der verschiedenen Kategorien. Dabei hat die Erläuterung der Methoden dieselbe Reihenfolge wie die Auflistung der Methoden im Fragebogen.

⁵⁵ Vgl. Graner (2013) S. 227.

Anschließend sind die einzelnen Diagramme der internen Erhebung in jeder Kategorie dargestellt. Die spezifischen Diagramme für die intensive Anwendung von Methoden basieren auf den jeweiligen gewogenen arithmetischen Mitteln. Es sind jene Methoden in den Diagrammen markiert, die in weiterer Folge für die Entwicklung eines Methodenmodells dienen bzw. zur praktischen Anwendung kommen. Bei der Kategorie Bewertungsmethoden ist jedoch zu berücksichtigen, dass bislang noch keine konkreten Entscheidungen getroffen sind, welche Methode im Modell für die eigentliche Variantenbewertung Verwendung findet. Die genaue Beschreibung und Erklärung des Modells erfolgt im nächsten Kapitel.

3.5.1 Kategorie Bewertungsmethoden

- Variantenbewertung durch Kriterienliste:
Die Vorgabe einer Kriterienliste, die der Reihe nach abzuarbeiten ist, bildet eine Hilfe für den Vergleich der Vor- und Nachteile (siehe Abbildung 3.14).⁵⁶

Batterietyp	Kriterien		
	Funktion	Kosten	Betriebssicherheit
Typ 1	9,1 V	2,50 Euro	gut
Typ 2	8,5 V	2,20 Euro	mittel
Typ 3	8,9 V	1,60 Euro	mäßig

Abbildung 3.14: Kriterien von beispielsweise drei Batterien,
Quelle: Ehrlenspiel/Meerkam (2013), S. 534.

- Vor-&Nachteilanalyse
Für die jeweiligen Alternativen sind die Vorteile und Nachteile zu sammeln und einander gegenüberzustellen.⁵⁷ Dies ist in der Abbildung 3.15 anschaulich dargestellt.

Kriterien	gegenüber Batterie Typ 1...			
	hat Typ 2		hat Typ 3	
	Vorteil	Nachteil	Vorteil	Nachteil
Funktion	–	nicht besonders gut	fast gleich gut	–
Kosten	günstiger	–	sehr günstig	–
Betriebssicherheit	–	noch akzeptierbar	–	kaum akzeptierbar

Abbildung 3.15: Vergleich von Vor- & Nachteilen der drei Batterien,
Quelle: Ehrlenspiel/Meerkam (2013), S. 534.

Die Kriterien und die relativen Eigenschaften der Varianten schaffen Klarheit, dennoch fällt die Entscheidung meistens auf Grund der „gefühlsmäßigen Wertung“.⁵⁸

⁵⁶ Vgl. Ehrlenspiel/Meerkamm (2013), S. 534.

⁵⁷ Vgl. Lindemann (2009), S. 187.

⁵⁸ Vgl. Ehrlenspiel/Meerkamm (2013), S. 534.

- Nutzwertanalyse

Die hierarchische Struktur der Bewertungskriterien verknüpft mit der Kriteriengewichtung ist ein besonderes Attribut dieser Methode.⁵⁹

Mittels der Gewichtungsfaktoren g_i ist der Einfluss jedes Einzelnutzens auf den Gesamtnutzen erfassbar. Der Gesamtnutzen J ergibt sich aus der gewichteten Summe aller Einzelnutzen U_i . Die Alternative mit dem größten Nutzen ist auszuwählen.⁶⁰

$$J_k = \sum_{i=0}^n g_i \cdot U_i(E_k) \stackrel{!}{=} \text{Max}_k \quad (3.5)$$

- Expertenbewertung

Die Expertenbewertung stellt eine sehr zeit- und kostensparende Form der Bewertung dar, da nur eine geringe Anzahl von Experten die Bewertung durchführt. Die Expertise der Beurteiler und deren Nachweis erfolgt mittels Dokumentation.⁶¹

- Intuition/Bauchgefühl

Mittels Bauchgefühl und unter Berücksichtigung der sozialen Aspekte, schreiten die emotionalen Entscheider zur Tat.⁶²

- Paarweiser Vergleich

Der Paarweise Vergleich findet bei einer Vielzahl von Eigenschaften oder Merkmale einer Leistung oder eines Produktes Anwendung, um diese in eine klare, nach Prioritäten geordnete, Reihenfolge zu bringen.⁶³

Jedes Ursachenpaar ist miteinander zu vergleichen, um die Prioritätenbestimmung zu ermöglichen. Dieses Bewertungsverfahren ist einfach und führt zu einer systematischen Auswahlentscheidung.⁶⁴

⁵⁹ Vgl. Ponn/Lindemann (2011), S. 127.

⁶⁰ Vgl. Jakoby (2013), S. 66.

⁶¹ Vgl. Bubb u.a. (2015), S. 620.

⁶² Vgl. Jakoby (2013), S. 298.

⁶³ Vgl. Ophey (2005), S. 41.

⁶⁴ Vgl. Saatweber (2011), S.466.

In der Abbildung 3.16 ist erkennbar, wie viele Personen der 18 befragten Experten Gebrauch von den Bewertungsmethoden in den einzelnen Phasen machen.

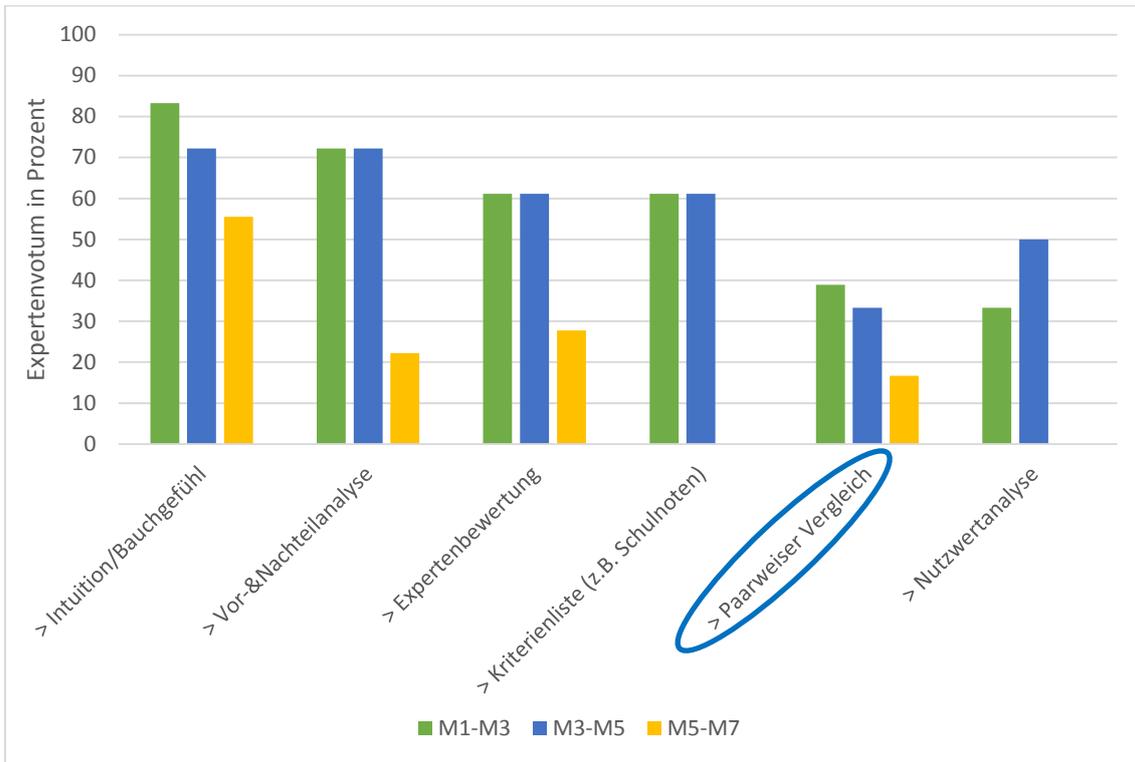


Abbildung 3.16: Einsatz von Bewertungsmethoden je Phase, Quelle: Eigene Darstellung.

Wie gründlich die Bewertungsmethoden ihre Anwendung finden, ist mittels des gewogenen arithmetischen Mittels der Intensität dargestellt (siehe Abbildung 3.17).

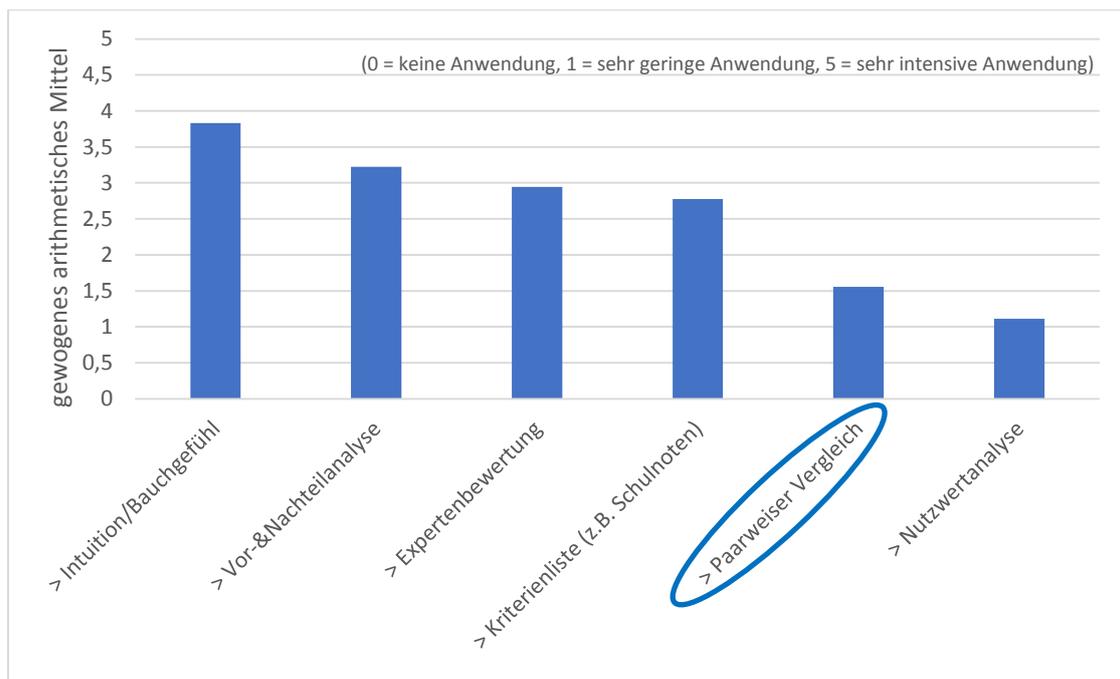


Abbildung 3.17: Anwendungsintensität der Bewertungsmethoden, Quelle: Eigene Darstellung.

3.5.2 Kategorie Kreativitäts- & Wissensbeschaffung

- Morphologischer Kasten

Der morphologische Kasten entsteht durch die Zusammenstellung aller erdenklichen Lösungsvorschläge. Dabei sind in den Zeilen die Teilfunktionen und in den Spalten die entsprechenden Teillösungen, die als physikalische Wirkprinzipien dargestellt sind, aufgelistet.⁶⁵

Mittels Pfade, mit denen die einzelnen Teillösungen miteinander verbunden sind, lassen sich Gesamtkonzepte darstellen (siehe Abbildung 3.18).⁶⁶

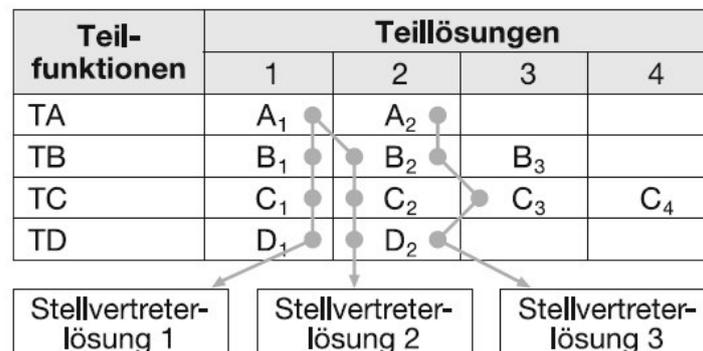


Abbildung 3.18: Morphologischer Kasten,
Quelle: Ponn/Lindemann (2011), S. 123.

- Brainstorming

Nach der Klärung und Formulierung der Problemstellung, ist das Ziel des Brainstormings eine Vielzahl von möglichen Lösungen zu generieren. Bei einer Teilnehmeranzahl von 5 bis 15 Personen, die am besten eine interdisziplinäre Gruppe bilden, ist ein Brainstorming realisierbar.⁶⁷

Das Kritisieren anderer Personen ist bei der Erschaffung von spontanen und reichhaltigen Ideen verboten.⁶⁸

- 635-Methode

Auf ein Blatt schreiben die 6 Teilnehmer je 3 Ideen. Nach Verstreichen von 5 Minuten, sind die Blätter an eine andere Person zu übergeben. Anschließend erfolgt die Weiterentwicklung der Ideen bis drei neue Ideen entstehen. Dies geschieht solange, bis jeder sechsmal drei Ideen vorweisen kann.⁶⁹

Durch diese Methode sind die Spannungen und Konflikte zwischen den Teilnehmern erheblich reduziert. Dazu kommt noch, dass alle Teilnehmer gleichberechtigt sind.⁷⁰

⁶⁵ Vgl. Stiefel (2011), S. 287.

⁶⁶ Vgl. Ponn/Lindemann (2011), S. 116.

⁶⁷ Vgl. Ehrlenspiel u.a. (2014), S. 72.

⁶⁸ Vgl. Hehenberger (2011), S. 215.

⁶⁹ Vgl. Hermann/Huber (2013), S. 159.

⁷⁰ Vgl. Lindemann (2009), S.145.

- TRIZ

Auf Russisch heißt diese Methode „Teorija Rezhenija Izobretatelskich Zadach“, weswegen die Abkürzung TRIZ zur Anwendung kommt. Die deutsche Übersetzung dafür lautet „Theorie des erfinderischen Problemlösens“. TRIZ soll die Überwindung von Denkblockaden und die sowohl schnelle, als auch gezielte Suche nach Lösungen ermöglichen.⁷¹

Das Formulieren, Verstärken und Überwinden technischer und physikalischer Widersprüche ist das besondere Merkmal der TRIZ-Methode. Im Vergleich zu anderen Lösungsverfahren, die nach dem Prinzip „Versuch-und-Irrtum“ vorgehen, bedient sich TRIZ empirisch ermittelter Entwicklungsgesetze.⁷²

- Mind-Map

Vom Problem, das sich als zentrales Thema in der Mitte der Darstellung befindet, entfalten sich die Hauptäste, die mit den zutreffenden Oberbegriffen benannt sind. Die Oberbegriffe besitzen Unterbegriffe, die auf den Nebenästen geschrieben stehen (siehe Abbildung 3.19).⁷³

Diese Methode stimuliert durch den optischen Reiz und den Gedanken, die beim Schreiben entstehen, verschiedene Gehirnnareale in den beiden Hemisphären gleichzeitig. Es kommt zu einer Erhöhung der Wahrnehmung, einem schnelleren Lerneffekt und besserer Vernetzung im Denkgorgan.⁷⁴

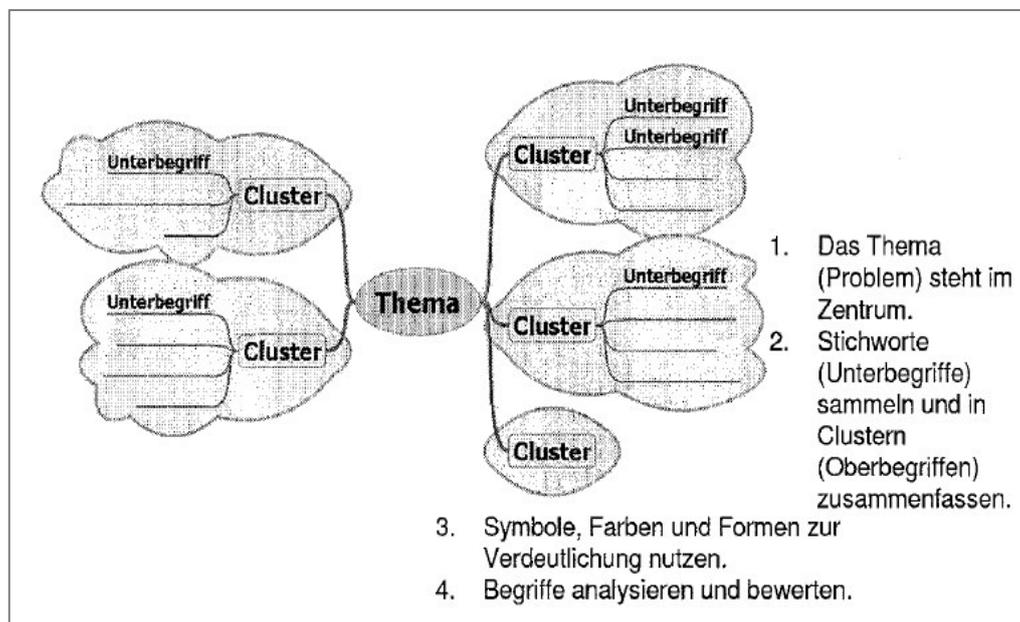


Abbildung 3.19: Methode Mind-Map, Quelle: Ophey (2005), S. 47.

⁷¹ Vgl. Saatweber (2011), S. 422.

⁷² Vgl. Phal u. a. (2013), S. 361.

⁷³ Vgl. Ophey (2005), S. 47.

⁷⁴ Vgl. Vajna (2014), S. 505.

- Workshop mit Flip-Chart

Zur Aufnahme weiterer Ideen kann die Methode Kreativworkshop zur Anwendung kommen.⁷⁵

Bei Workshops zur Ideenfindung können neben den Mitarbeitern verschiedener Abteilungen auch wichtige Kunden und Lieferanten beteiligt sein. Die Durchführung von Workshops sollte definierte Suchfelder berücksichtigen. Es sollten sowohl intuitive Methoden, wie Kreativitätstechniken, als auch diskursive Methoden, wie beispielsweise Ordnungsschemata, Anwendung finden.⁷⁶

Nachfolgend ist ein beispielhafter Ablauf eines Kreativworkshops zu sehen:⁷⁷

- Für den Abbau von Denkblockaden ist eine kreative Einstimmung wichtig zu Beginn.
- Konzeptlösungen benötigen eine gewisse Reifungszeit, deswegen sollte die Konzeptentwicklung individuell erfolgen.
- Anschließend erfolgt die Reflexion der individuell entwickelten Konzepte mittels Diskussion.

- Visualisierungsmöglichkeiten (z.B. Flipchart, PowerPoint™, etc.)

Ein wichtiger Teil der Kommunikation in Projekten findet über Präsentationen statt. Sie dienen sowohl zur Ideenfindung, als auch zur Darstellung von Projektzwischenstände und Abschlussberichte.⁷⁸

Die Visualisierung der Inhalte erfolgt üblicherweise mit Bildschirm oder Flipchart.⁷⁹

- Galeriemethode

Die Galerietechnik, die auch den Namen Brainwalking trägt, übernimmt die Vorteile des Brainstormings, wie die ungestörte Assoziationsmöglichkeit und Ausübung von Kritik, und vermeidet dessen Nachteile, wie die ein wenig komplizierte Aufarbeitung.⁸⁰

Die Teilnehmer zeichnen in ca. 15 Minuten ihren ersten Vorschlag in Form einer Skizze auf. Anschließend erfolgt das Anbringen der Vorschläge an den Wänden des Arbeitsraumes. In den nächsten 15 Minuten betrachtet und bespricht jeder Teilnehmer die Vorschläge. Danach erarbeiten die Teammitglieder wieder neue Vorschläge auf Basis der bereits präsentierten Ideen. Abschließend erfolgen die gemeinsame Sichtung und eventuell noch die Ergänzung von Ideen. Es ist die Auswahl von Lösungen zu treffen, die erfolgsversprechend sind.⁸¹

⁷⁵ Vgl. Friedli/Schuh (2012), S. 244.

⁷⁶ Vgl. Feldhusen/Grote (2013), S. 311.

⁷⁷ Vgl. Moritz (2009), S. 323. f.

⁷⁸ Vgl. Engelfried/Zahn (2012), S. 162.

⁷⁹ Vgl. Henkel (2014), S. 122.

⁸⁰ Vgl. Hermann/Huber (2013), S. 159.

⁸¹ Vgl. Naefe (2012), S. 80.

- 6 Hüte von De Bono (Rollentausch)

Bei der Denkhüte-Methode nach De Bono gibt es 6 Rollen, deren Darstellung mittels Farben von Hüten erfolgt.⁸² Während der Diskussionsrunde sollte jeder Teilnehmer mindestens einmal eine der sechs Sichtweisen einnehmen.⁸³

- Hut in Weiß: objektive analytische Auffassung; tatsachenbetont
- Hut in Rot: aus emotionaler Sichtweise denken; gefühlsbetont
- Hut in Schwarz: Denkweise in kritischer Form; skeptisch, kritisch
- Hut in Gelb: Denken in optimistischer Art;
- Hut in Grün: kreative assoziative Anschauung; kreativ
- Hut in Blau: ordnende moderierende Geisteshaltung;

- Funktionsstruktur – Variation

Lässt sich die Gesamtfunktion aus einer vernünftigen und passenden Verknüpfung von Teilfunktionen zusammensetzen, dann spricht man von einer sogenannten Funktionsstruktur. Durch die Möglichkeit die Verknüpfungen von Teilfunktionen zu variieren, entstehen Varianten.⁸⁴ Die Abbildung 3.20 zeigt eine Funktionsstruktur schemenhaft.

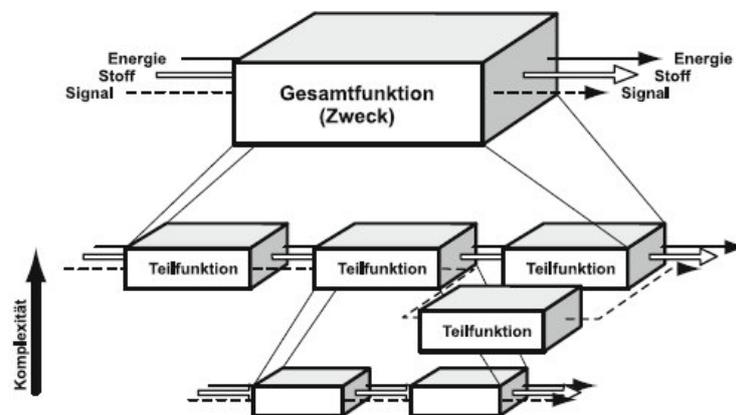


Abbildung 3.20: Funktionsstruktur, Quelle: Feldhusen/Grote (2013), S. 244.

- Benchmarking

Damit die wichtigen Produkteigenschaften für Kunden „besser“ sind, bedarf es einen intensiven Vergleich mit den Mitbewerberprodukten. Stärken und Schwächen von Prozessen bzw. Produkten lassen sich durch ein Benchmarking aufzeigen.⁸⁵

⁸² Vgl. Jakoby (2013), S. 59.

⁸³ Vgl. Hermann/Huber (2013), S. 160.

⁸⁴ Vgl. Feldhusen/Grote (2013), S. 244.

⁸⁵ Vgl. Lindemann (2009), 99 f.

Dadurch erfolgt die Aufdeckung der Verbesserungspotentiale für das Unternehmen in allen Bereichen. In der nachfolgenden Abbildung 3.21 sind unterschiedliche Benchmarking-Arten zu erkennen.⁸⁶

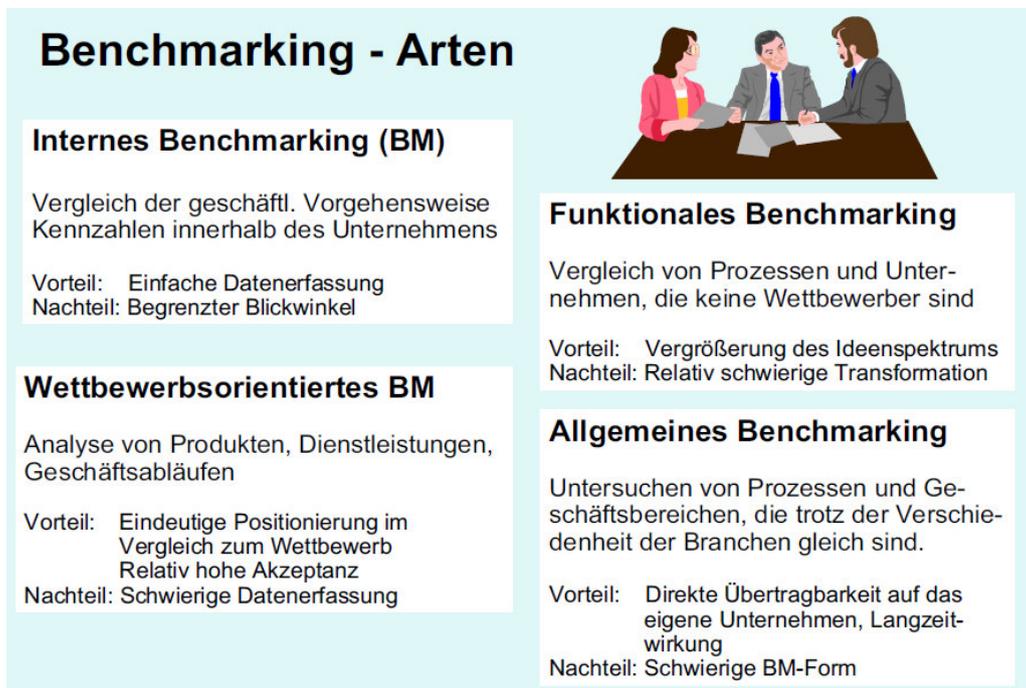


Abbildung 3.21: verschiedene Arten von Benchmarking, Quelle: Saatweber (2011), S. 140.

- Patente bzw. Patentrecherche

Mittels Recherchen in Datenbanken mit Patenten bzw. Wissenschaftspublikationen ist es möglich, Trends zu erfassen. Sowohl Informationen, als auch Grundlagen für unternehmerische Entscheidungen lassen sich mit diesen Instrumenten liefern.⁸⁷ Patentrecherchen decken dabei folgendes auf:⁸⁸

 - Technologien, die Verfügbar sind, um das Problem zu lösen
 - Die Technologieanmelder und –inhaber
 - Technologien, die nicht Standard sind
- Internet bzw. Internetrecherche

Die Internetrecherchefunktion bietet für Benutzer, die verstehen was sie recherchieren, eine große Hebelwirkung zur Auskundschaftung von externen Informationen.⁸⁹

⁸⁶ Vgl. Saatweber (2011), S. 134 ff.

⁸⁷ Vgl. Saatweber (2011), S. 146.

⁸⁸ Vgl. Erk (2013), S. 220 f.

⁸⁹ Vgl. Probst/Raub/Romhardt (2012), S. 91.

In der Abbildung 3.22 ist die Stimmenanzahl der bereits erklärten Methoden bzw. Hilfswerkzeuge, die von den befragten Personen je Phasenabschnitt zum Einsatz kommen, ersichtlich.

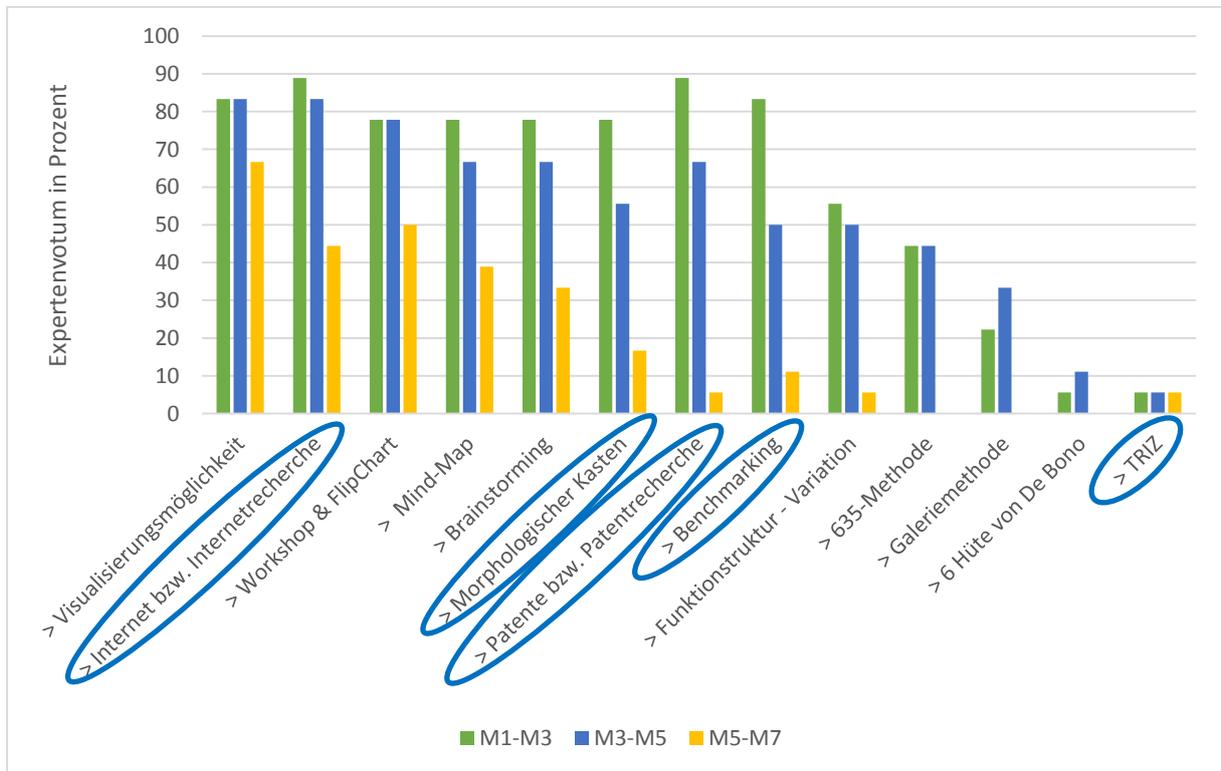


Abbildung 3.22: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie Kreativität & Wissensbeschaffung, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Anwendungsintensität der Methoden und Werkzeuge aus dem Bereich Kreativität & Wissensbeschaffen ist in der Abbildung 3.23 zu erkennen.

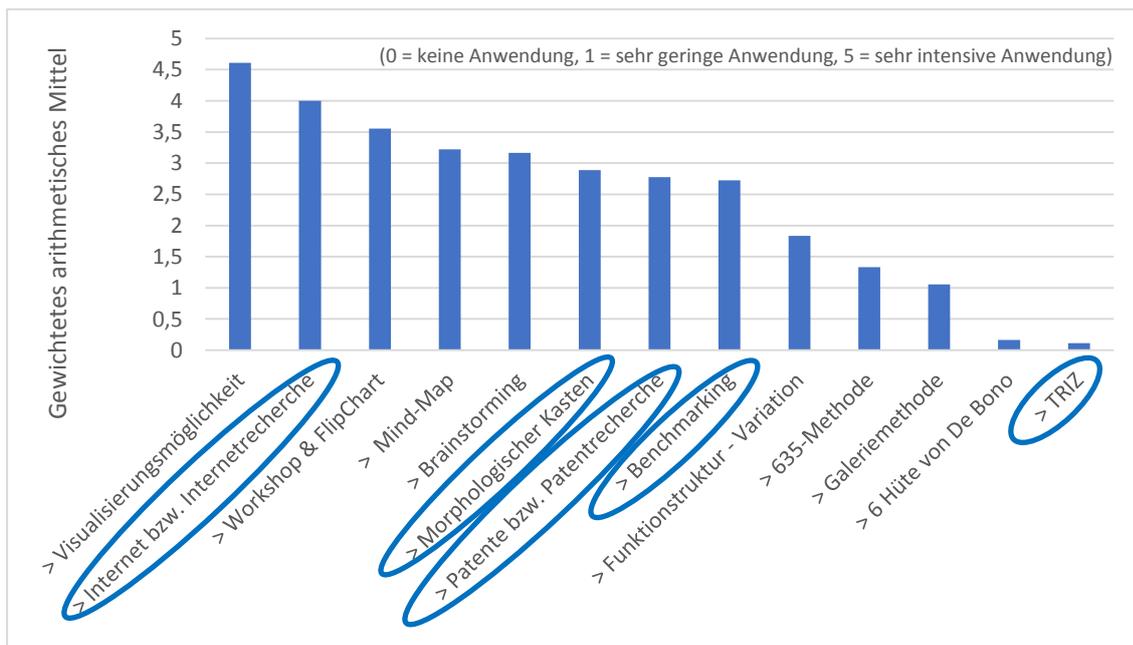


Abbildung 3.23: Methoden- & Werkzeugintensität der Kategorie Kreativität- & Wissensbeschaffung, Quelle: Eigene Darstellung.

3.5.3 Kategorie Abstraktion bzw. Abstrahierung

- METUS⁹⁰

Welche Funktionen ein Produkt hervorbringt, stellt die Funktionsstruktur detailliert dar. Demgegenüber zeigt die Produktstruktur, wie die Funktionen technisch-physisch zusammengesetzt sind. Mittels der „METUS-Raute“ lässt sich sowohl die Funktionsstruktur, als auch die Produktstruktur vereinen (siehe Abbildung 3.24).⁹¹

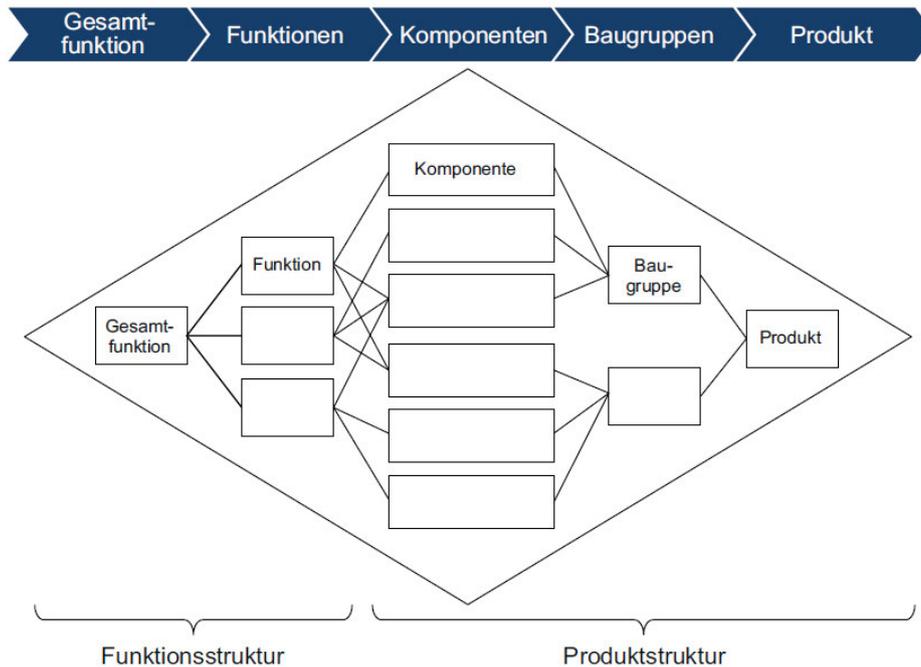


Abbildung 3.24: „METUS-Raute“ zur Darstellung einer Produktarchitektur,
Quelle: Göpfert/Tretow (2013), S. 257.

- Netmapping®

Bei Netmapping® handelt es sich um eine Methode zum Verstehen & Managen von komplexen Zusammenhängen auf einer Ebene.⁹²

- Funktionsstrukturen

Es ist sowohl die Abstraktion, als auch die Konzentration der bedeutsamen Probleme erforderlich, damit der Aufbau von Funktionsstrukturen für das Produkt und das Zerteilen der Gesamtfunktion in Teilfunktionen gelingt. Dabei ist zu überlegen, aus welchen Teilfunktionen sich die Gesamtfunktion zusammensetzt und wie das Produkt aufgebaut ist.⁹³

⁹⁰ Methodische Unterstützung zur Systembildung

⁹¹ Vgl. Göpfert/Tretow (2013), S. 255 f.

⁹² Vgl. Honegger (2008), S. 217.

⁹³ Vgl. Phal u. a. (2013), S. 344.

Dabei gibt es zwei Arten von Funktionsstruktursichtweisen:⁹⁴

- Bei der sogenannten „Input-Output-Sicht“ kommt die mathematische Betrachtungsweise der Funktionen zum Einsatz (siehe Abbildung 3.25). Dabei sind die Hauptfunktion und Teilfunktionen als mathematische Funktionen zu sehen. Zwischen Eingangsgröße und Ausgangsgröße besteht ein Zusammenhang.
- Im Gegensatz dazu ist das Ziel der „hierarchischen Sicht“ die Verringerung der Komplexität einer Funktion und die Offenlegung der hierarchischen Abhängigkeiten der Funktionen (siehe Abbildung 3.26).

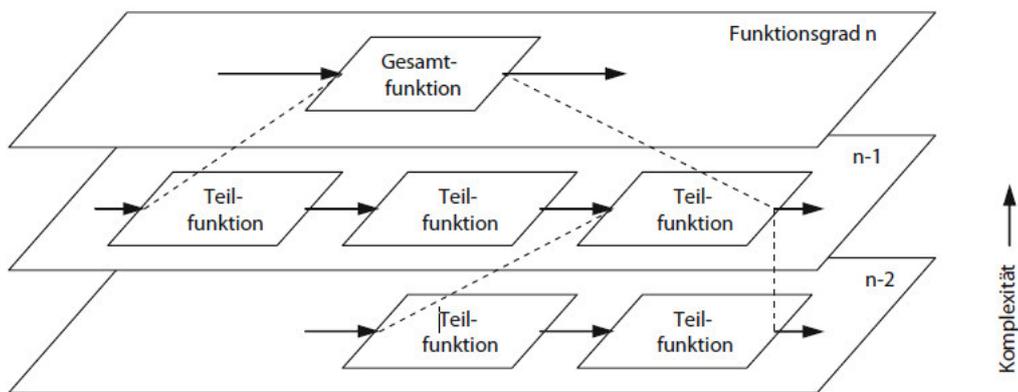


Abbildung 3.25: „Input-Output-Sichtweise“ der Funktionsstruktur, Quelle: Phal u. a. (2013), S. 346.

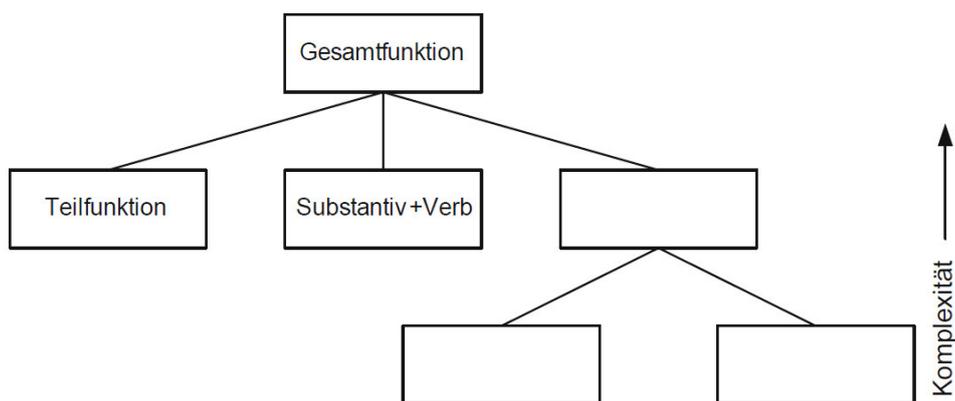


Abbildung 3.26: Funktionsstruktur aus der „hierarchischen Sichtweise“, Quelle: Phal u. a. (2013), S. 345.

⁹⁴ Vgl. Zhang/Lin/Sinha (2005), zitiert nach: Phal u. a. (2013), S. 345.

- Modularisierung, Plattformentwicklung & entsprechende Produktarchitektur**
 Die physische und funktionale Produktstruktur setzen sich unter der Berücksichtigung der modularen Produktarchitektur aus überwiegend abgekoppelten Modulen zusammen. Die Modularisierung generiert unterschiedliche Produktarchitekturen.⁹⁵ Somit lässt sich die modulare Produktarchitektur folgendermaßen definieren, wie in der Abbildung 3.27 ersichtlich ist.⁹⁶

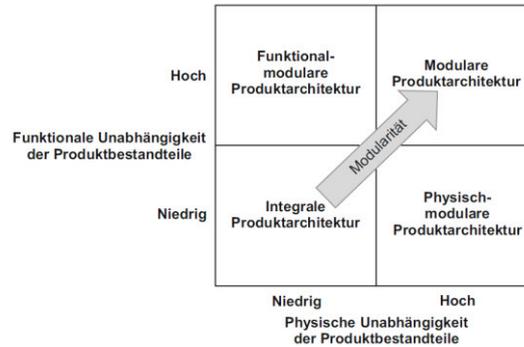


Abbildung 3.27: Modulare Produktarchitektur, Quelle: Göpfert/Tretow (2013), S. 259.

Eine Plattform- bzw. Baukastenentwicklung hat die Absicht, mehrere Produkte zu berücksichtigen. Die Anforderungen aller Produktvarianten sind deswegen zu beachten.⁹⁷

Aufgrund dieser Tatsache lässt sich die Plattformbauweise als einen Spezialfall der Modularisierung auffassen.⁹⁸

Nachfolgend ist die Stimmenverteilung der Methoden bzw. Werkzeuge, die in den einzelnen Phasen Gebrauch finden, in der Kategorie Abstraktion bzw. Abstrahierung zu sehen:

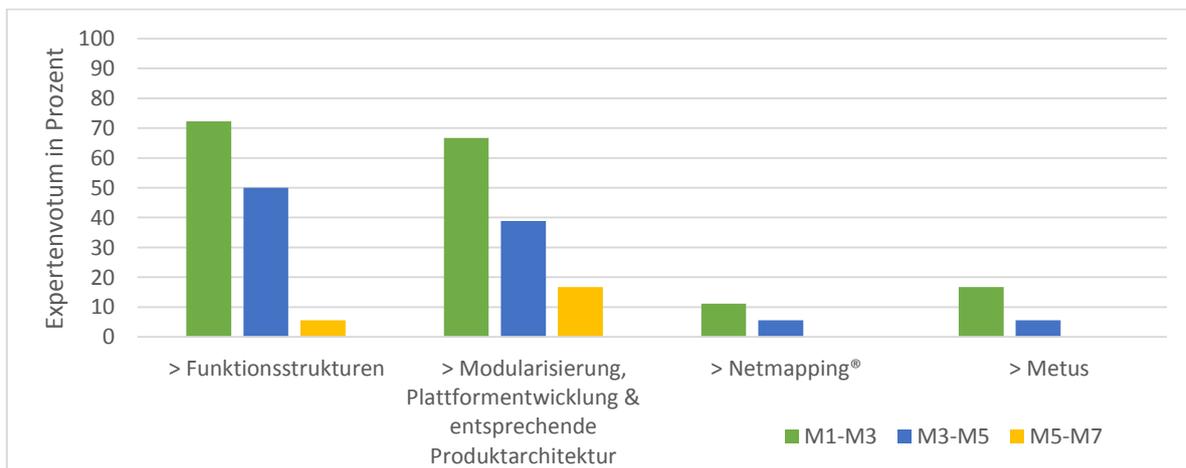


Abbildung 3.28: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie Abstraktion bzw. Abstrahierung, Quelle: Eigene Darstellung.

⁹⁵ Vgl. Schuh u. a. (2012), S. 147.

⁹⁶ Vgl. Göpfert, Tretow u. a. (2013), S. 258.

⁹⁷ Vgl. Ponn/Lindemann (2011), S. 255.

⁹⁸ Vgl. Ponn/Lindemann (2011), S. 261.

Wie intensiv die Methoden und Werkzeuge der Kategorie Abstraktion bzw. Abstrahierung ihre Anwendung finden, ist mittels des gewogenen arithmetischen Mittels der Intensität dargestellt (siehe Abbildung 3.29).

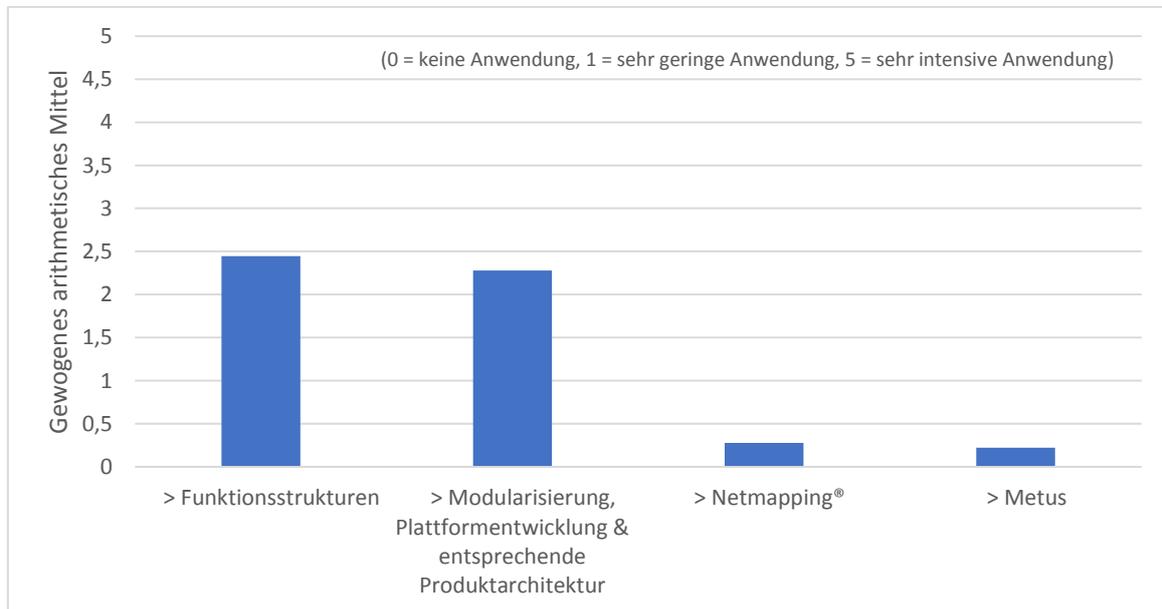


Abbildung 3.29: Methoden- & Werkzeugintensität der Kategorie Abstraktion bzw. Abstrahierung, Quelle: Eigene Darstellung.

3.5.4 Kategorie Kommunikation & Verständnis

- QFD⁹⁹
 Die Methode QFD ist nicht nur ein Qualitätswerkzeug, sondern eine umfassende Planungsmethode mit dem Ziel, noch nie dagewesene Produkte zu entwickeln, welche auf die Anforderungen und Wünsche von Kunden bestmöglich eingehen, und marktgerecht zu positionieren, als auch Produktverbesserungen durchzuführen.¹⁰⁰ Sechs bis acht Mitglieder sollten sich im Kernteam befinden und bei Bedarf kann die Ergänzung des Teams temporär mit Experten erfolgen.¹⁰¹
- Darstellung des gesamten Lösungsraumes
 Der Lösungsraumbegriff ist in vielen Disziplinen als Synonym für die verfügbaren Lösungen, die sich auf einen konkreten Zeitraum beziehen, auf einer abstrakten Ebene zu verstehen. Die Definition des Lösungsraumes, der durch die Aufspannung der gesamten Lösungsalternativen entsteht, kann durch verschiedene Erscheinungsformen bzw. Lösungsalternativen erfolgen.¹⁰²

⁹⁹ Quality Function Deployment

¹⁰⁰ Vgl. Maurer (1994), S. 69.

¹⁰¹ Vgl. Maurer (1994), S. 85.

¹⁰² Vgl. Schuh u. a. (2012), S. 225 f.

Dadurch ist es möglich:¹⁰³

- Teillösungen, die nicht zufriedenstellend sind, zu verbessern
 - die Optimierung von Lösungen nach Kategorien vorzunehmen
 - die denkbaren Lösungsmöglichkeiten zu finden
 - Freiheitsgrade von Lösungen zu finden
 - Mittels Erschießung des Lösungsraumes Entscheidungen abzusichern.
- Konzeptmatrix
Die Konzeptmatrix ist eine Matrix mit den Koordinatenachsen Programm-Spektrum & Konzepte mit steigendem Änderungsgrad, die in der Firma Julius Blum GmbH intern Anwendung findet.¹⁰⁴
 - Darstellung von physikalischen Wirkprinzipien
Die bestgeeignetsten Wirkprinzipien aus den Bereichen Mechanik, Hydraulik, Pneumatik, Elektrik, Elektronik, Optik und Software sind für die Realisierung von Funktionen zu verwenden. Dabei ist es möglich, vielfältige Kombinationen zu gebrauchen. Die Zusammenführung von Wirkprinzipien und die Überführung in eine Produktgestalt können mittels unterschiedlichen Vorgehensmodellen und Strategien erfolgen, wie zum Beispiel Konstruktionskataloge.¹⁰⁵
Zur Darstellung des Lösungsgedanken der Funktion auf erster anschaulicher Ebene dient das Wirkprinzip.¹⁰⁶ Dies ist in der nachfolgenden Abbildung 3.30 ersichtlich.

Teilfunktion	Physikal. Effekt (lösungsneutral)	Wirkprinzip für eine Teilfunktion (Phys. Effekte sowie geometrische und stoffliche Merkmale)
	<p>Reibungseffekt</p> $F_R = \mu \cdot F_N$	

Abbildung 3.30: Wirkprinzip einer Teilfunktion,
Quelle: In Anlehnung an Feldhusen/Grote (2013), S. 247.

¹⁰³ Vgl. Schuh u. a. (2012), S. 226.

¹⁰⁴ Julius Blum GmbH.

¹⁰⁵ Vgl. Vajna/Jackstien/Gatzky (2014), S. 109.

¹⁰⁶ Vgl. Feldhusen/Grote (2013), S. 249.

- Kano-Modell

Diese Methode ermöglicht die Analyse von Maßnahmen und deren Auswirkungen, zur Steigerung der Qualität des Produkts auf die Kundenzufriedenheit.¹⁰⁷ Die drei Zufriedenheitsfaktoren, die in dieser Methode Verwendung finden, sind folgende:¹⁰⁸

- Die Standard- bzw. Grundfaktoren sind die sogenannten Basisfaktoren, über die der Kunde nicht mehr spricht, sondern als ganz selbstverständlich ansieht. Das Lenkrad im Pkw ist ein Beispiel für eine Basisanforderung.
- Die Erwartungen, die der Kunde ausspricht und fordert, sind die sogenannten Leistungsfaktoren. Im Pkw könnte ein Navigationssystem oder eine Klimaanlage ein Leistungsfaktor sein.
- Produktkriterien, die die größte Bedeutung für die Kundenzufriedenheit haben, nennt man Begeisterungsfaktoren. Der Kunde erwartet diese Art von Faktor nicht explizit. Es handelt sich dabei um eine angenehme und nützliche Überraschung. Beim Pkw könnte dies ein Sicherheitssystem sein, das den Gurt kurz vor dem unvermeidbaren Unfall enger zieht oder andere Ausstattungsmerkmale.

In der nachfolgenden Abbildung 3.31 sind die Zufriedenheitsfaktoren zu erkennen.¹⁰⁹

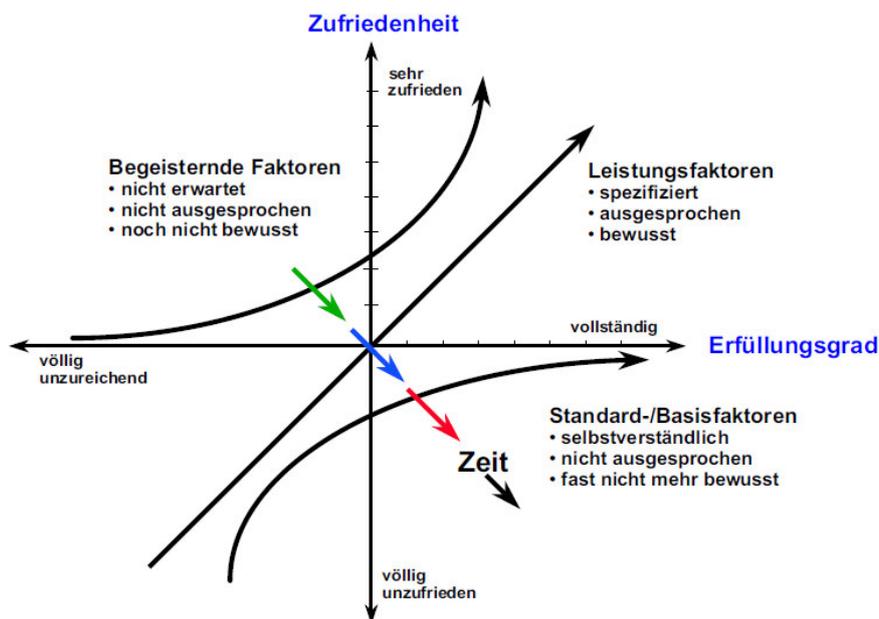


Abbildung 3.31: Kano-Modell, Quelle: Saatweber (2011), S. 86.

¹⁰⁷ Vgl. Saatweber (2011), S. 85.

¹⁰⁸ Vgl. Saatweber (2011), S. 87 f.

¹⁰⁹ Vgl. Saatweber (2011), S. 86.

Im folgenden Diagramm ist die Verteilung der Expertenstimmen für die Methoden bzw. Werkzeuge je Phase im Bereich Kommunikation & Verständnis zu erkennen (siehe Abbildung 3.32).

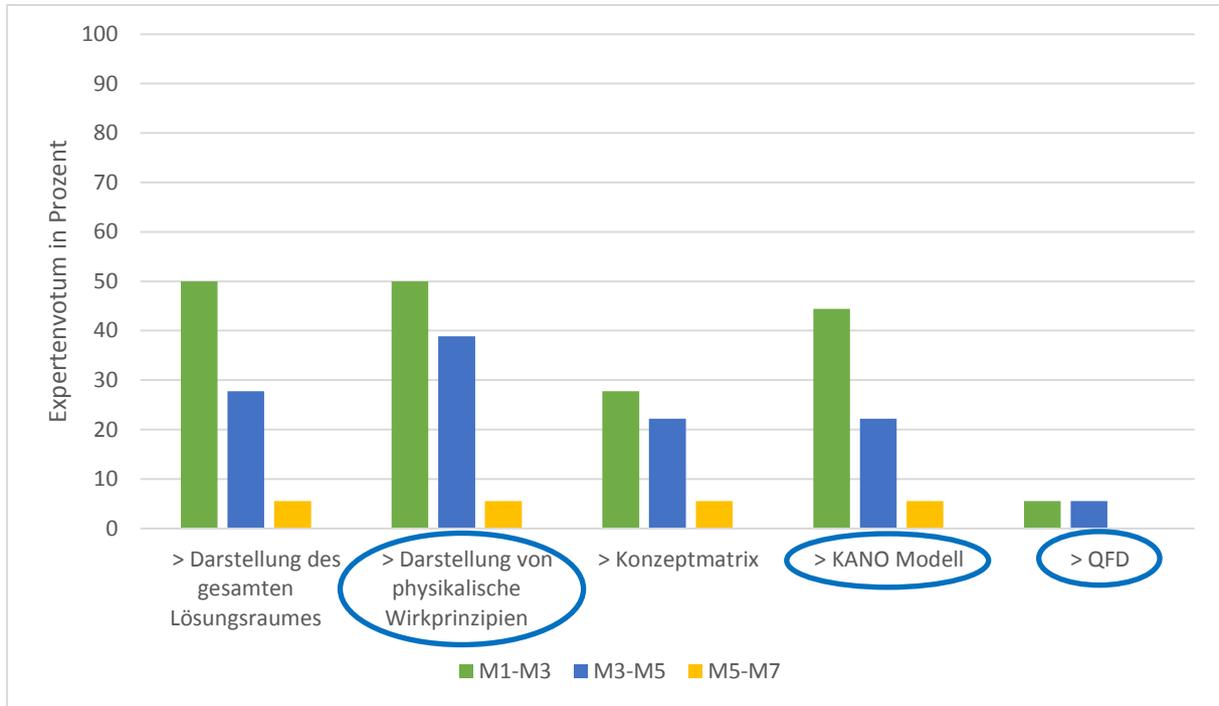


Abbildung 3.32: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie Kommunikation & Verständnis, Quelle: Eigene Darstellung.

Wie ausgeprägt die Benutzung der Methoden und Werkzeuge im Bereich Kommunikation & Verständnis ist, erfolgt mittels des gewogenen arithmetischen Mittels der Intensität. Dies ist in der Abbildung 3.33 erkennbar.

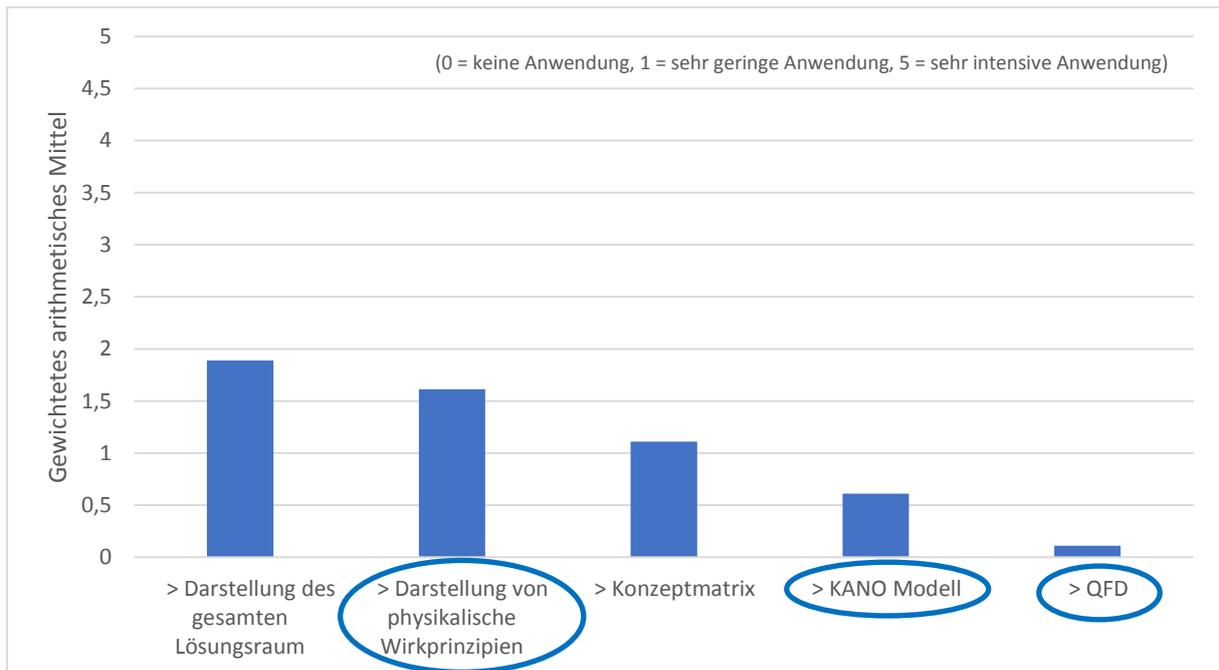


Abbildung 3.33: Methoden- & Werkzeugintensität der Kategorie Kommunikation & Verständnis, Quelle: Eigene Darstellung.

3.5.5 Kategorie Risikomanagement

- Design Review bzw. Software Review

Der allgemeinen Methode Review Technik liegen die verschiedenen Verfahren von Reviews zugrunde, bei denen folgende Regeln zu berücksichtigen sind:¹¹⁰

- Die Verantwortlichen sind vor Projektbeginn für alle Teilprojekte schriftlich zu nennen.
- Zu welchem Projektabschnitt das Teilprojekt gehört, ist mit den Verantwortlichen festzulegen.
- Die Ziele für jedes Teilprojekt sind zu bestimmen.
- Sind die Ziele nicht erreicht, ist eine weitere schriftliche Vorgehensweise zu fixieren und der Leitung vorzubringen.

Bei der Durchführung eines Design Reviews erfolgt auch die Nutzung von Kompetenzen der verschiedenen Fachbereiche im Unternehmen, um die Erreichung von Zielen festzustellen.¹¹¹ Die Bereiche können unter anderem Einkauf, Produktentwicklung, Fertigung, Herstellung, Qualitätsmanagement, Montage, Vertrieb und Kundenservice sein.¹¹²

- Pflichtenheft

Wie die Anforderungen des Auftraggebers zu lösen sind, steht in konkreter Form im Pflichtenheft fest. Neben den Spezifikationen, beinhaltet es die Antworten zu den Fragen „Wie“ und „Womit“.¹¹³

Das Pflichtenheft beschreibt dabei die Ausgangssituation und Zielsetzung:¹¹⁴

- Ist-Zustand
- Ziel des Projekts
- sowohl Systemeinsatz, als auch Systemumgebung
- Anforderungen aus funktionaler Sicht
- Anforderungen aus technischer Sicht
- Kriterien zur Abnahme
- Glossar

¹¹⁰ Vgl. Opey (2005), S. 84 f.

¹¹¹ Vgl. Feldhusen/Grote (2013), S. 46.

¹¹² Vgl. Hinsch (2014), S 91.

¹¹³ Vgl. Gilz (2014), S. 60.

¹¹⁴ Vgl. Gilz (2014), S. 60 f.

- DoE¹¹⁵ bzw. statistische Versuchsplanung

Produkteigenschaften sind in der Realität mit allen möglichen Prozessparametern, die oft voneinander abhängig sind, gekoppelt. Die Wechselbeziehung von Einflussgrößen und Ergebnissen sind mittels der Methode DoE, bei möglichst geringem Aufwand, zu ermitteln und mathematisch durch ein Polynom zu beschreiben.¹¹⁶

Durch eine systematische Produkt- und Prozessentwicklung ist die frühzeitige Berücksichtigung von Parametern, die Auswirkungen haben, möglich. In der nachfolgenden Abbildung 3.34 sind die unterschiedlichen Parameter bzw. Variablen, die einen Einfluss auf Qualitätsmerkmale besitzen, zu erkennen.¹¹⁷

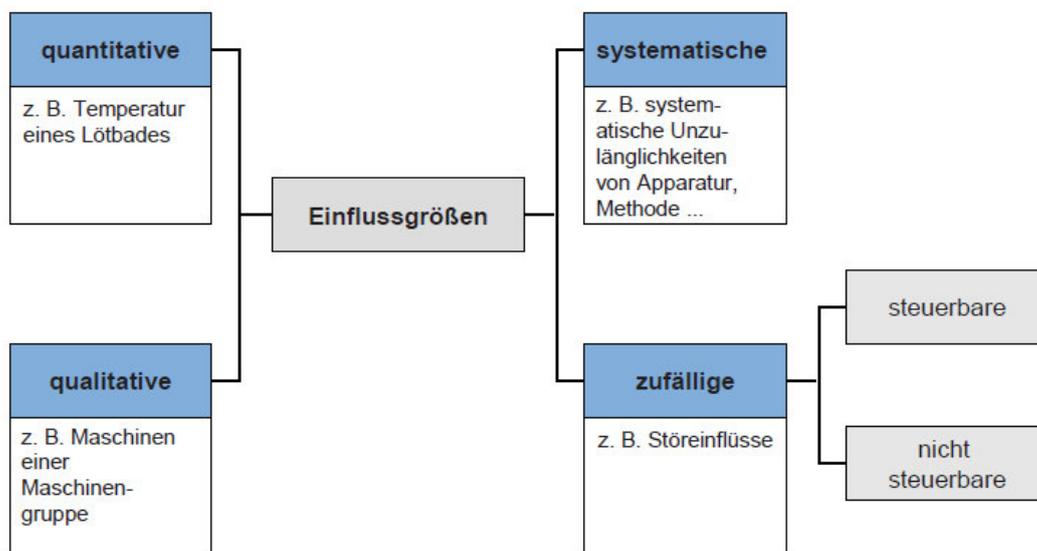


Abbildung 3.34: Einflussgrößen in der Methode DoE,
Quelle: Brüggemann/Bremer (2012), S. 71.

- Storytelling bzw. Lessons learned

Beim Storytelling mit dem Schwerpunkt von Erzählungen der Mitarbeitenden, handelt es sich um eine mündliche und informelle Weitergabe von Erfahrungen und Erlebten des Mitarbeiters. Diese Wissensquelle, die meist ungenützt bleibt, birgt viele Lösungen für Probleme, die für das Unternehmen von relevanter Bedeutung sind. Dabei sollten die Settings so gestaltet sein, dass das Erzählen leicht fällt und die Organisation die Erfahrung als Lernressource nutzen kann.¹¹⁸

¹¹⁵ Design of Experiments

¹¹⁶ Vgl. Müller (2014) S. 126.

¹¹⁷ Vgl. Brüggemann/Bremer (2012), S. 70.

¹¹⁸ Vgl. Baumfeld/Hummelbrunner/Lukesch (2014), S. 301.

Im folgenden Diagramm ist die Stimmenverteilung der bereits erklärten Methoden bzw. Hilfswerkzeuge, die von den befragten Experten je Phasenabschnitt zum Einsatz kommen, ersichtlich (siehe Abbildung 3.35).

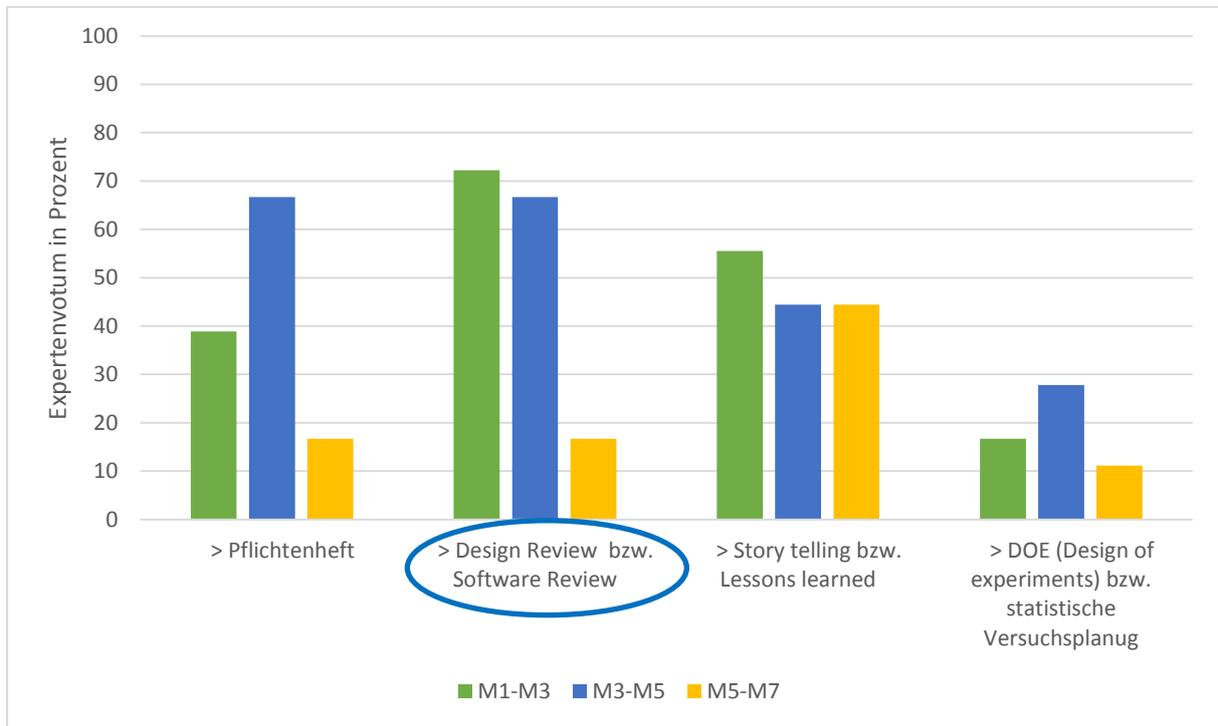


Abbildung 3.35: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie Risikomanagement, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Intensität der Anwendung ist in der nachfolgenden Abbildung 3.36 erkennbar.

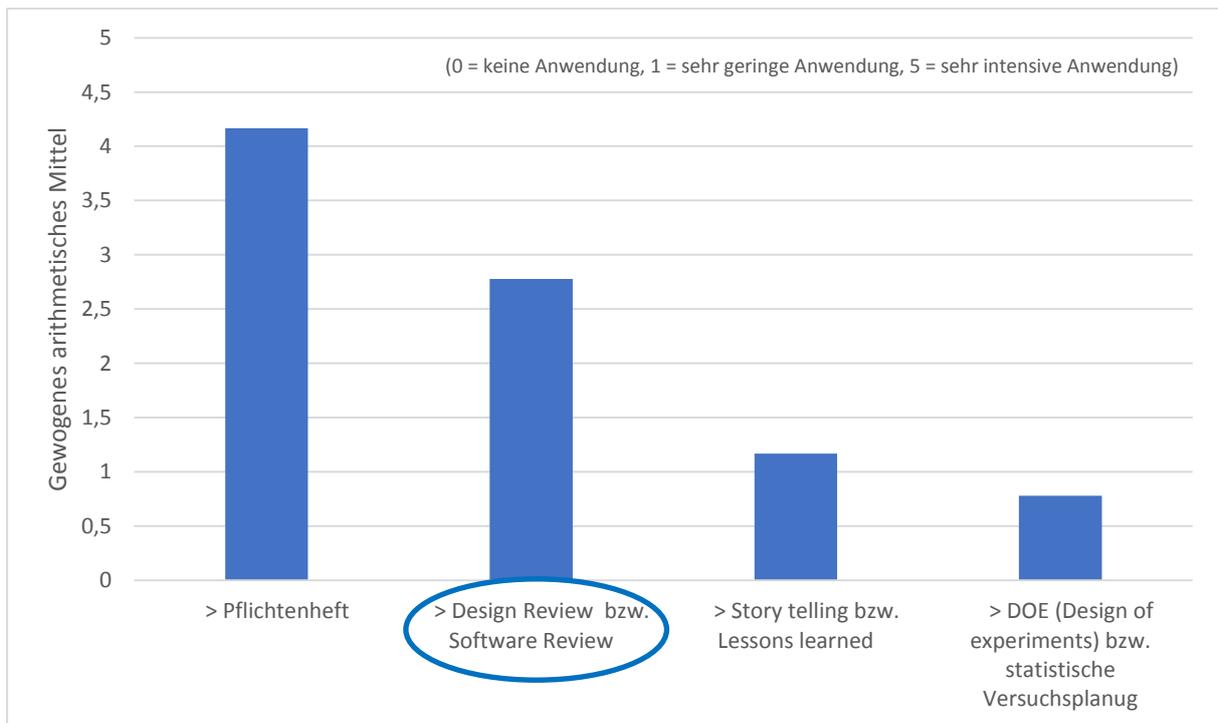


Abbildung 3.36: Methoden- & Werkzeugintensität der Kategorie Risikomanagement, Quelle: Eigene Darstellung.

3.5.6 Kategorie Szenario & Zukunft

- Zukunftsszenario (Strategie)
 Mittels einer Szenarioanalyse ist es möglich, systematisch aus der Gegenwartssituation, Zukunftsbilder zu entwickeln. Dabei ist das Überleben des Unternehmens in allen Zukunftsszenarien das Ziel der Szenarioanalyse. Nicht nur Informationen, sondern auch die Entwicklung eines Endzustands beinhaltet die Beschreibung eines Szenarios. Schrittweise von der Gegenwart bis zum prognostizierten Zukunftsszenario sind die Szenenfolgen zu erstellen.¹¹⁹
- Systematische Suche nach disruptiven Technologien
 Zunächst erfüllen disruptive Technologien nicht die Anforderungen von Kunden eines bestimmten Marktes. Dafür besitzen diese andere Eigenschaften, die nicht gleich zu erkennen sind und bedeutungslos erscheinen. Schließlich führen sie aber doch zum Erfolg dieser Technik. Disruptive Technologien entwickeln sich parallel in einem anderen Markt und haben letzten Endes Auswirkung auf etablierte Techniken im vorherigen Markt.¹²⁰
 Zum Beispiel ersetzt die Entwicklung von Transistoren, da diese viel kleiner und schneller sind, die alten Elektronenröhren.¹²¹

Nachfolgend ist die Verteilung der Expertenstimmen für die Methoden bzw. Werkzeuge je Phase in der Kategorie Szenario & Zukunft als Diagramm erkennbar (siehe Abbildung 3.37).

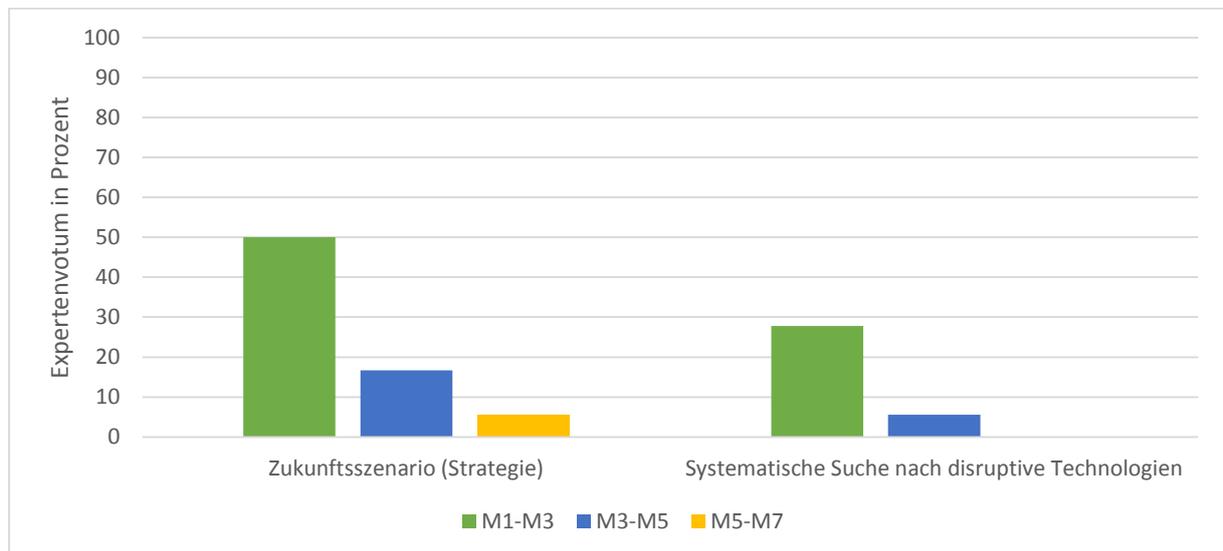


Abbildung 3.37: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie Szenario & Zukunft, Quelle: Eigene Darstellung.

¹¹⁹ Vgl. Hermann/Huber (2013), S. 53.

¹²⁰ Vgl. Krcmar (2015), S. 359 f.

¹²¹ Vgl. Amberg/Bodendorf/Möslein (2011), S. 36.

Die Intensität des Einsatzes ist in der Abbildung 3.38 erkennbar.

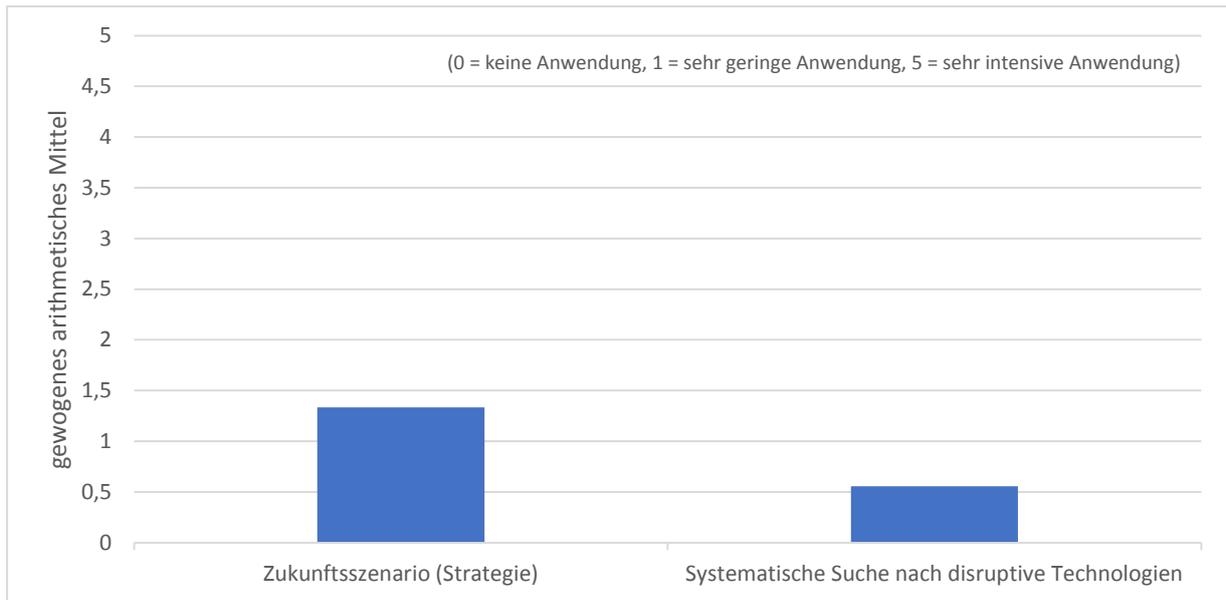


Abbildung 3.38: Methoden- & Werkzeugintensität der Kategorie Szenario & Zukunft, Quelle: Eigene Darstellung.

3.5.7 Kategorie weitere Methoden & Werkzeuge

- V-Modell

Das V-Modell nach VDI 2006 besteht aus drei Phasen. Die erste Phase ist die Anforderungsanalyse. Darauf baut der Systementwurf auf, der ein fachübergreifendes Lösungskonzept als Ziel hat. Das Lösungskonzept beschreibt die bedeutsamen physikalischen und logischen Wirkungsweisen. Anschließend erfolgt der Entwurf, in dem die Weiterentwicklung des Lösungskonzepts in den verschiedenen Fachbereichen erfolgt. Die Zusammenstellung der Ergebnisse der jeweiligen Disziplinen zu einem Gesamtsystem findet mittels der Systemintegration statt. Danach erfolgen die Testung des Gesamtsystems und der Abgleich mit dem Lösungskonzept. Die dritte Phase ist dann beendet, wenn alle Tests erfolgreich sind.¹²²

- SCRUM

Komplexe Entwicklungsprozesse lassen sich nur schwer im Vorhinein exakt planen. Deswegen kommt ein Team, das selbstorganisatorisch handelt, zum Einsatz. Es besteht aus drei Rollen, nämlich den Product Owner, das Team und den Scrum Master. Dabei legt der Product Owner die Entwicklungsziele fest und verwaltet das Budget. Das Team, als Rolle, besteht aus den Entwicklungsmitarbeitern, die selbst Arbeitspakete auswählen und diese für einen bestimmten Termin realisieren. Die Einhaltung des SCRUM-Prinzips muss der Scrum Master überprüfen.¹²³

¹²² Vgl. Hensel (2013), S. 36.

¹²³ Vgl. Krcmar (2015), S. 237.

Im Zentrum stehen die sogenannten Sprints, die sich an die Product-Backlogsentwicklung, welche die aus der Vision entwickelten Anforderungen enthält, anschließen. In den Sprints sind Teile vom Product-Backlogs verwirklicht, die selbständige Ergebnisse darstellen und die der Kunde erhalten und testen kann. Durch diese Sprints sind die Perioden der Entwicklung relativ kurz und sie dienen dem Motivationserhalt durch sogenannte Quick Wins. Nach einem Sprint folgt der Nächste, bis die Vision gänzlich umgesetzt ist.¹²⁴

Im folgenden Diagramm ist die Stimmenverteilung der im Vorfeld erklärten Methoden bzw. Hilfswerkzeuge, die von den Befragten je Phasenabschnitt zur Verwendung kommen, ersichtlich (siehe Abbildung 3.39).

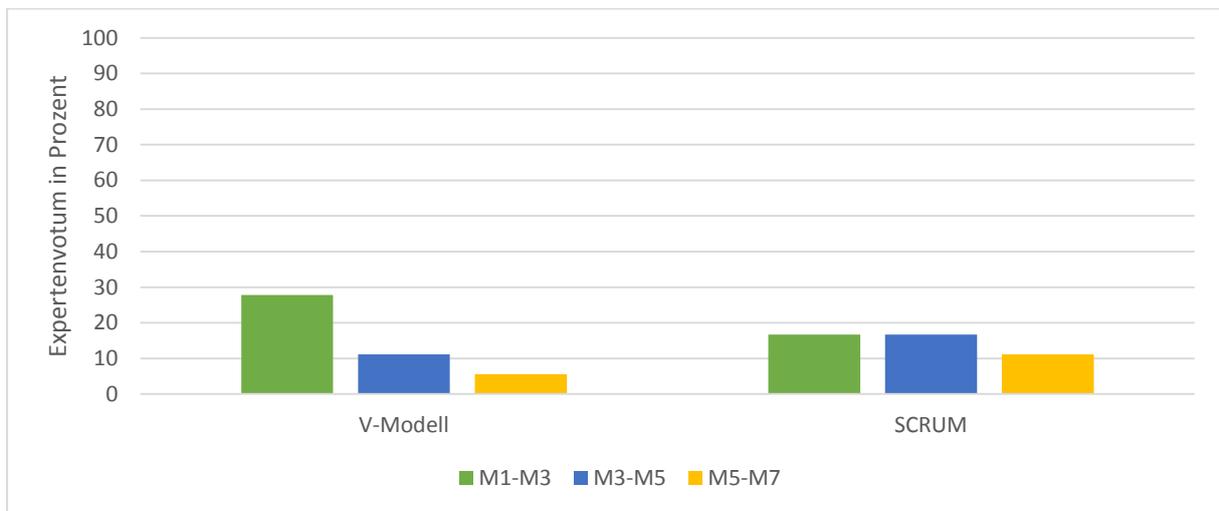


Abbildung 3.39: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie „weitere Methoden & Werkzeuge“, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Intensität der Methoden- bzw. Hilfswerkzeugnutzung ist im folgenden Diagramm ersichtlich (siehe Abbildung 3.40).

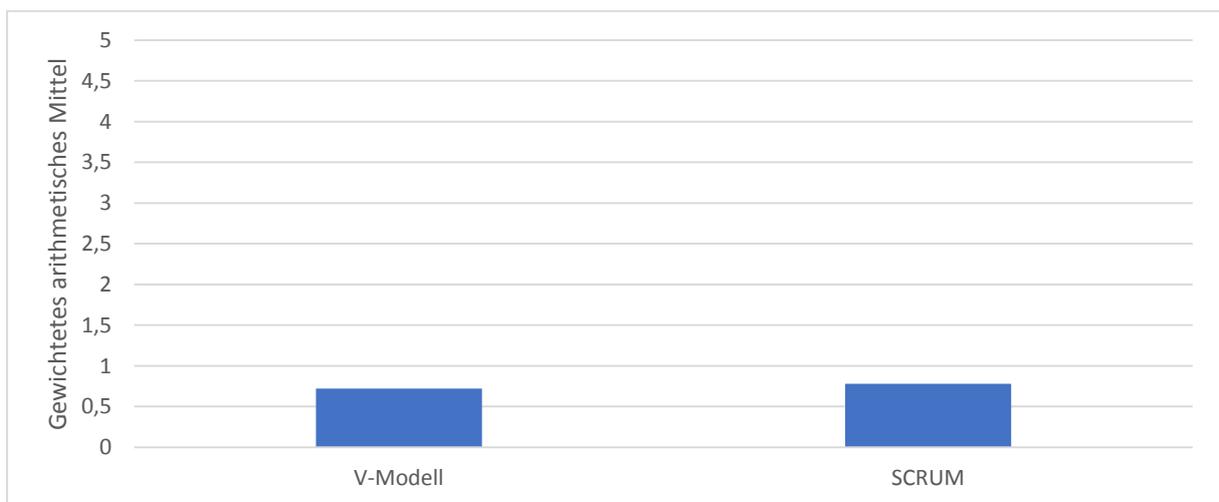


Abbildung 3.40: Methoden- &Werkzeugintensität der Kategorie „weitere Methoden & Werkzeuge“, Quelle: Eigene Darstellung.

¹²⁴ Lauer (2014), S. 200.

3.6 QFD als Ausgangsbasis

Die Methode QFD erfährt laut **Graner** einen sehr häufigen Einsatz, da in über 60% der erfassten 410 Projekte diese Methode zum Einsatz kommt. Diese Methode liegt mittels der Intensität der Nutzung mit Simultaneous bzw. Concurrent Engineering an zweiter Stelle in der Kategorie Forschung und Entwicklung.¹²⁵

Im Gegensatz dazu zählt QFD in der Studie von **Smerlinski, Stephan & Gundlach** bzgl. Klein- und Mittelunternehmen zu jenen, welche die geringste Bekanntheit und Anwendungspopularität aufweisen.¹²⁶ Eine Ursache der Nichtanwendung der Methode QFD liegt mit weit über 50 % beim fehlenden Know-how.¹²⁷

Die Untersuchung vom Arbeitskreis **Lindemann & Ehrlenspiel** zeigt, dass die Methode QFD bei ca. 10% der Befragten ständig zum Einsatz kommt bzw. über 40% diese Methode gelegentlich einsetzen.¹²⁸

Firmenintern geben weniger als 10% der befragten Experten an, diese Methode in der frühen und mittleren Phase zu verwenden. Die Intensität der Anwendung ist auch sehr gering.

Für die Anwendung der QFD-Methode spricht jedoch der starke und signifikant positive Effekt auf den Produkterfolg, laut **Graner**.¹²⁹

Auch die Analyse von **Lichtenthaler** zeigt, dass in der Maschinen- und Automobilindustrie die Technologiebewertungs- und Technologiebedarfsanalysen, wie eben Quality Function Deployment, im Vordergrund stehen.¹³⁰

Ausgehend von der Methode Quality Function Deployment sind nun weitere Methoden und Werkzeuge so auszuwählen, dass die Ausgangsgrößen bestmöglich für QFD und die anderen Methoden anwendbar sind. Die Methoden und Werkzeuge, die von den befragten Experten Verwendung finden, sind ebenfalls zu berücksichtigen. Wie bereits erwähnt, zeigen die Markierungen in den einzelnen Diagrammen die eingesetzten Instrumente an (siehe Kapitel 3.5).

3.7 Gründe für den Einsatz weiterer Methoden & Werkzeuge

In diesem Unterkapitel erfolgt eine kurze Erklärung und Begründung für die Auswahl von weiteren Methoden und Werkzeugen für das Methodenmodell, die sich leicht mit der QFD-Methode verbinden lassen. Grundlage dafür sind die recherchierten empirischen Untersuchungen aus der Literatur, die interne Erhebung und weitere passende Methoden bzw. Werkzeuge.

¹²⁵ Vgl. Graner (2015), S. 14.

¹²⁶ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 26, Onlinequelle [27.07.2015].

¹²⁷ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 33, Onlinequelle [27.07.2015].

¹²⁸ Vgl. Lindemann/Ehrlenspiel (1997), S. 40.

¹²⁹ Vgl. Graner (2015) S. 19.

¹³⁰ Vgl. Lichtenthaler (2002), S. 339.

3.7.1 Benchmarking

Laut **Graner** findet die Nutzung der Methode Benchmarking sehr häufig und intensiv statt.¹³¹

Nach der Studie von **Smerlinski, Stephan & Gundlach** ist die Methode Benchmarking im Bereich Strategieformulierung am begehrtesten, da zusammenfassend 50% angeben, diese Methode immer oder oft zu nutzen.¹³²

Smerlinski, Stephan & Gundlach beschreiben auch, dass, neben dem fehlenden Know-how, die Hauptursache für die Nichtanwendung von Benchmarking die fehlende Zeit ist.¹³³

In der Studie vom Arbeitskreis **Lindemann & Ehrlenspiel** ist zu entnehmen, dass über 30% der Befragten angeben, die Methode ständig einzusetzen und ungefähr 50% bekannt geben, die Methode gelegentlich zu nutzen.¹³⁴

Die Methode Benchmarking findet in der Untersuchung von **Lichtenthaler** eine sehr intensive Nutzung.¹³⁵

In der internen Erhebung ist ersichtlich, dass mehr als 80% der Befragten diese Methode in der frühen Phase verwenden. In der mittleren Phase kommt Benchmarking jedoch nur bei ca. 50% und in der späten Phase lediglich bei knapp über 10% zur Anwendung. Die Intensität des Einsatzes ist knapp überdurchschnittlich.

Das Gesamtbild spricht für eine Anwendung in der eher frühen Phase des Entwicklungsprojekts.

3.7.2 Internet bzw. Internetrecherche

Über 80% der befragten Experten verwenden dieses Werkzeug in der frühen und mittleren Phase. In der späten Phase findet das Instrument lediglich bei über 40% Einsatz. Die Intensität des Werkzeugeinsatzes liegt in der Kategorie Kreativität und Wissensbeschaffung an zweiter Stelle mit einem weit überdurchschnittlichen Wert. Auch hier spricht das Ergebnis, unter der Voraussetzung des vernünftigen Einbaus in das Methodenmodell, für den Werkzeugeinsatz.

3.7.3 Patente bzw. Patentrecherche

Dieses Werkzeug verwenden über 80% der befragten Experten in der ersten Phase und über 60% in der mittleren Phase. Unter 10% von Ihnen benutzen Patente bzw. die Patentrecherche in der späten Phase. Die Nutzungsintensität des Werkzeuges liegt nur unwesentlich über den durchschnittlichen Wert. Es bietet sich auch hier an, dieses Werkzeug eher in der frühen Phase zu benutzen.

¹³¹ Vgl. Graner (2015), S. 16.

¹³² Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 22, Onlinequelle [27.07.2015].

¹³³ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 30, Onlinequelle [27.07.2015].

¹³⁴ Vgl. Lindemann/Ehrlenspiel (1997), S. 40.

¹³⁵ Vgl. Eckhard/Lichtenthaler (2002), S. 334.

3.7.4 Kano-Modell

Knapp über 40% der Produktentwicklungsexperten innerhalb der Firma wenden das Kano-Modell in der frühen Phase an, während lediglich etwas mehr als 20% der Befragten angibt, diese Methode in der mittleren Phase zu verwenden. Kaum Gebrauch findet die Methode in der späten Phase. Auch die Intensität des Einsatzes ist sehr niedrig. Dennoch ist es sinnvoll diese Methode anzuwenden, aufgrund der Verknüpfungsmöglichkeit mit QFD.

3.7.5 KJ-Methode

Diese Methode ist benannt nach dem Japaner Jiro Kawakita und ermöglicht die Ordnung von vorhandenen chaotischen Daten.¹³⁶ Die KJ-Methode bereitet die Übertragung der Kundenanforderungen in die erste Matrix der Methode QFD vor.¹³⁷ Deswegen ist sie unerlässlich und eine wichtige Methode im Modell, auf die man nicht verzichten sollte.

3.7.6 Paarweiser Vergleich

In der Befragung von den Experten kommt der paarweise Vergleich in der ersten Phase bei etwas weniger als 40% zum Einsatz, während in der mittleren Phase etwas mehr als 30% von Ihnen diese Methode in Anspruch nehmen. Deutlich über 10% verwenden den paarweisen Vergleich in der späten Phase. Die Einsatzintensität liegt bei einem unterdurchschnittlichen Wert. Die ausgezeichnete Verknüpfung mit der Methode QFD rechtfertigt jedoch die Verwendung des paarweisen Vergleichs für das Modell.

3.7.7 TRIZ

Laut der Studie von **Smerlinski, Stephan & Gundlach** findet die Methode TRIZ nur bei 3,6% der Befragten aktiv und regelmäßig Anwendung. Mehr als 20% der Befragten geben sogar an, dass die Methode gänzlich unbekannt sei.¹³⁸

Für die Nichtanwendung der Methode TRIZ geben **Smerlinski, Stephan & Gundlach** in ihrer Untersuchung an, dass es den meisten Unternehmen an Kenntnissen für die Verwendung fehlt. Somit wirkt das fehlende Know-how als „naive“ Barriere für den Einsatz, obwohl sich eine Anwendung ohne erhebliche Investitionen effizient realisieren lässt.¹³⁹

In der internen Erhebung ist erkennbar, dass weniger als 10% der Befragten die Methode TRIZ in den drei Phasen verwenden. Die Methodenintensität ist auch sehr gering. Dennoch spricht die geringe Investition und die leichte Verbindung mit QFD für diese Methode.

¹³⁶ Vgl. Saatweber (2011), S. 176.

¹³⁷ Vgl. Saatweber (2001), S. 195.

¹³⁸ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 23, Onlinequelle [27.07.2015].

¹³⁹ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 30, Onlinequelle [27.07.2015].

3.7.8 Darstellung von physikalischen Wirkprinzipien

Die physikalischen Wirkprinzipien sind in den Spalten des morphologischen Kastens aufgelistet.¹⁴⁰ Somit finden sich die physikalischen Wirkprinzipien, die von den Experten genannt sind, auch im morphologischen Kasten wieder.

3.7.9 Morphologischer Kasten

In der Studie von **Graner** ist der morphologische Kasten als ein Beispiel der Kreativitätstechniken genannt.¹⁴¹ Da die Kreativitätstechniken zu allgemein gehalten sind und keine eindeutige Differenzierung zu lassen, ist das Ergebnis für den morphologischen Kasten nicht ausreichend nutzbar.

Laut der Erhebung von **Smerlinski, Stephan & Gundlach** verwenden 2,2% den morphologischen Kasten aktiv und regelmäßig. Für mehr als 20% der Unternehmen ist diese Methode gänzlich unbekannt.¹⁴²

Auch für diese Methode gilt nach **Smerlinski, Stephan & Gundlach**, dass die meisten Unternehmen fehlende Kenntnisse für die Verwendung der Methode aufweisen. Obwohl sich eine Anwendung ohne bedeutende Investitionen wirksam realisieren lässt, wirkt das fehlende Know-how als Barriere für den Gebrauch.¹⁴³

Die Analyse vom Arbeitskreis **Lindemann & Ehrlenspiel** zeigt, dass der morphologische Kasten bei über 10% der Befragten ständig Anwendung findet bzw. ca. 50% diese Methode gelegentlich einsetzen.¹⁴⁴

Deutlich über 70% der firmenintern befragten Experten geben an, den morphologischen Kasten in der frühen Phase zu verwenden. Über 50% von Ihnen setzen diese Methode auch in der mittleren Phase ein. Lediglich 30% wenden den morphologischen Kasten auch in der letzten Phase an. Die Gründlichkeit des Methodeneinsatzes, sprich Intensität, ist dabei überdurchschnittlich. Der morphologische Kasten passt ins Gesamtkonzept, da er sich einfach mit anderen Methoden verbinden lässt und der Aufbau einen gründlichen Überblick verschafft.

3.7.10 Variantenbewertung & -auswahl

Wie bereits beschrieben, sind bislang noch keine konkreten Entscheidungen seitens der Firma getroffen, welche Bewertungsmethoden für die Variantenbewertung und Variantenauswahl Einsatz finden.

¹⁴⁰ Vgl. Siefel (2011), S. 287.

¹⁴¹ Vgl. Graner (2015), S. 11.

¹⁴² Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 23, Onlinequelle [27.07.2015].

¹⁴³ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 30, Onlinequelle [27.07.2015].

¹⁴⁴ Vgl. Lindemann/Ehrlenspiel (1997), S. 40.

3.7.11 Fertigungstechnologiedatenbank

Mittels einer Fertigungstechnologiedatenbank soll eine Übersicht der einzelnen Fertigungsverfahren möglich sein. Dadurch erfolgen die Erweiterung des geistigen Horizonts und die Auflösung des sogenannten Tunnelblicks. Zusätzlich soll die Datenbank als Ideengenerator wirken, da durch unterschiedliche Fertigungsverfahren auch neue Lösungen entstehen können.

3.7.12 Fehlermöglichkeits- & Einflussanalyse (FMEA)

Nach der Untersuchung von **Graner** findet die Methode Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse besonders häufig Anwendung. Die Methodenintensität beläuft sich auf einen überdurchschnittlichen Wert.¹⁴⁵

Laut der Studie von **Smerlinski, Stephan & Gundlach** gehört die Methode FMEA mit 53,5% zu den vier meistgenutzten Produkt- und Prozessentwicklungsinstrumenten.¹⁴⁶ Auch bei dieser Methode ist das fehlende Know-how der Grund für die Nichtanwendung, da weit über 50% dies angeben.¹⁴⁷

Die Erhebung vom Arbeitskreis **Lindemann & Ehrlenspiel** weist auf, dass die Methode FMEA bei über 20% der Befragten ständig Einsatz findet bzw. ungefähr 50% FMEA gelegentlich verwenden.¹⁴⁸

Wie bereits am Anfang dieser Arbeit erwähnt, ist die Methode FMEA ein unverzichtbares Instrument in der Produktentwicklung der Firma Julius Blum GmbH. Neben den Studien, die für den Einsatz der Methode sprechen, muss die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse auf jeden Fall Anwendung finden.

3.7.13 Design Review bzw. Software Review

Laut 70% der firmenintern Befragten kommen Design bzw. Software Reviews in der frühen Phase des Produktentwicklungsprozesses zur Anwendung. Über 60% geben an, dass diese Methode in der mittleren Phase zu gebrauchen ist. Lediglich über 10% der Experten meinen, dass in der späten Phase Design bzw. Software Reviews durchzuführen sind. Die Einsatzintensität ist nur knapp überdurchschnittlich. Es ist sinnvoll, diese Methode bei notwendigem Bedarf einzusetzen.

¹⁴⁵ Vgl. Graner (2015), S. 14 f.

¹⁴⁶ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 26, Onlinequelle [27.07.2015].

¹⁴⁷ Vgl. Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 33, Onlinequelle [27.07.2015].

¹⁴⁸ Vgl. Lindemann/Ehrlenspiel (1997), S. 40.

4 Methodenmodell mit Einbezug der Fertigungsverfahren

In diesem Kapitel erfolgt der Aufbau eines Modells aus den verschiedenen Methoden und Werkzeugen, die bereits im Kapitel zuvor beschrieben sind. Die zu verwendenden Fertigungsverfahren fließen in diesem Modell ebenfalls ein.

Der Aufbau und die Erklärung des Modells sind anhand der nachfolgenden Schritte ersichtlich.

Bereits im Vorfeld ist die sekundäre Marktforschung zu betreiben, um Kundenanforderungen zu ermitteln. Zur Überprüfung dient die primäre Marktforschung.¹⁴⁹

Die Sekundärforschung ist meist bevorzugt, da sie mit weniger Aufwand verbunden ist als die Primärforschung. Zu den Informationsquellen der Sekundärforschung zählen unter anderem die Befragung von Mitarbeitern mit Kundenkontakt, Fachliteratur, Benchmarking, etc.¹⁵⁰

Mittels des Kano-Modells erfolgt dann die Einteilung der Kundenanforderungen. Ziel ist das Ausfüllen der Kundenanforderungsspalte im ersten House of Quality der Methode QFD.¹⁵¹

Nach der Analyse der Kundenforderungen erfolgt deren Strukturierung durch die KJ-Methode.¹⁵² Dadurch ist es möglich, die Anforderungen in drei Ebenen, die Primäre, Sekundäre und Tertiäre, zu zerlegen.¹⁵³ Der paarweise Vergleich dient zur Gewichtung der Kundenanforderungen.¹⁵⁴ Das Feststellen der Produktmerkmale erfolgt im Anschluss an die ermittelten Kundenanforderungen und die Gewichtung.¹⁵⁵

Durch diesen Vorgang beginnt die Übersetzung der Kundensprache in die Unternehmenssprache im QFD-House. Anschließend erfolgt die Ermittlung der Beziehungsstärken zwischen Kundenanforderung und Produktmerkmal und deren numerische Bewertung. Die Kompatibilitätsuntersuchung der Merkmale untereinander findet mittels der Dachmatrix statt.¹⁵⁶

¹⁴⁹ Vgl. Eversheim u. a. (2003), S. 100.

¹⁵⁰ Vgl. Müller (2014) S. 37.

¹⁵¹ Vgl. Eversheim u. a. (2003), S. 100 f.

¹⁵² Vgl. Saatweber (2011), S. 173.

¹⁵³ Vgl. Saatweber (2011), S. 176.

¹⁵⁴ Vgl. Saatweber (2011), S. 466.

¹⁵⁵ Vgl. Schuh/Eversheim/Lenders (2012), S. 93.

¹⁵⁶ Vgl. Saatweber (2011), S.197 f.

Die Produktmerkmale selbst sind in drei Kategorien, den Beschaffenheitsmerkmalen, Funktionsmerkmalen und Relationsmerkmalen, einzuteilen. Dabei sind folgende Fragen zu stellen:

- Wie ist die geometrische bzw. stoffliche Beschaffenheit des Produkts? Daraus ergeben sich die Beschaffenheitsmerkmale.
- Was könnte der Zweck des Produkts, Teils bzw. der Gestaltungszone sein? Dadurch ergeben sich die Funktionsmerkmale.
- Die Erfüllung der Funktion kann unter welchen Bedingungen stattfinden? Damit lassen sich die Relationsmerkmale ermitteln.¹⁵⁷

Die nachfolgende Abbildung 4.1 zeigt die Einteilung der Produktmerkmale nach Göker.

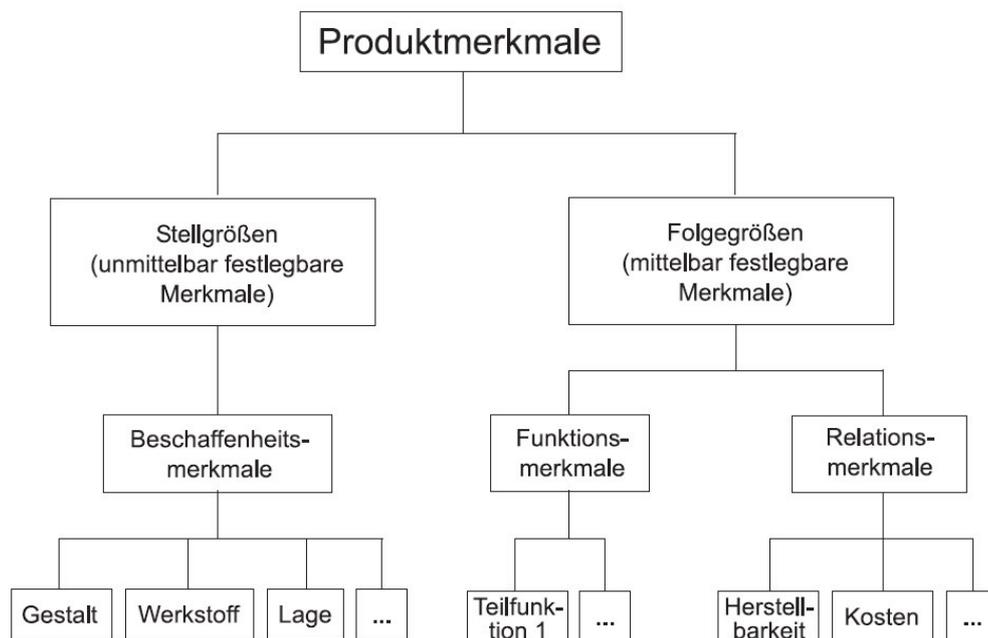


Abbildung 4.1: Produktmerkmalseinteilung nach Göker,
Quelle: Göker (1996), zitiert nach: Lindemann (2009), S. 160.

Mittels der Matrix, in der die Kundenbedürfnisse mit den Qualitätsmerkmalen in Beziehung stehen, sind die physikalischen Widersprüche in kurzer Zeit, geordnet und eingängig erfassbar. Daraufaufgehend sind die vier Separationsprinzipien bei den physikalischen Widersprüchen anzuwenden. Im Gegensatz dazu kommt bei den technischen Konflikten im Dach des House of Quality (HoQ) die Konfliktetabelle bzw. Widerspruchstabelle mit den 39 Parametern nach Altschuller und den 40 innovativen Prinzipien zum Tragen. Es ist möglich, die Parameter der Konfliktetabelle aus Sicht der Methode QFD als Qualitätsmerkmale zu benennen.¹⁵⁸

In der Abbildung 4.2 ist der Zusammenhang zwischen den Methoden QFD und TRIZ erkennbar.

¹⁵⁷ Vgl. Schuh/Eversheim/Lenders (2012), S. 94.

¹⁵⁸ Vgl. Streckfuss (2006), S. 169 ff.

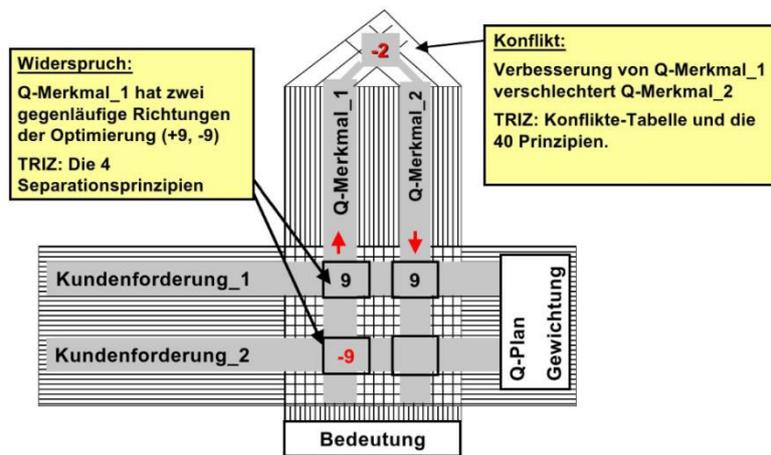


Abbildung 4.2: Technische Konflikte und physikalische Widersprüche im HoQ, Quelle: Streckfuss (2006), S. 172 (leicht modifiziert).

Mittels einer morphologischen Verknüpfung erfolgt schließlich die Kombination zu einer Gesamtidée.¹⁵⁹

Charakteristische Parameter wie Merkmale, Funktionseinheiten, etc., ermöglichen dabei die Beschreibung des Problems oder Lösungsfeldes. Die Erscheinungs- bzw. Lösungsformen jedes Parameters sind in ein Schema einzutragen. Lösungen, die als denkbar einzuordnen sind, entstehen durch die Kombination der Erscheinungs- bzw. Lösungsformen der Parameter.¹⁶⁰

Der „Fahrplan“ von der Marktforschung bis zum Morphologischen Kasten mit den verwendeten und markierten Methoden ist in der Abbildung 4.3 erkennbar.

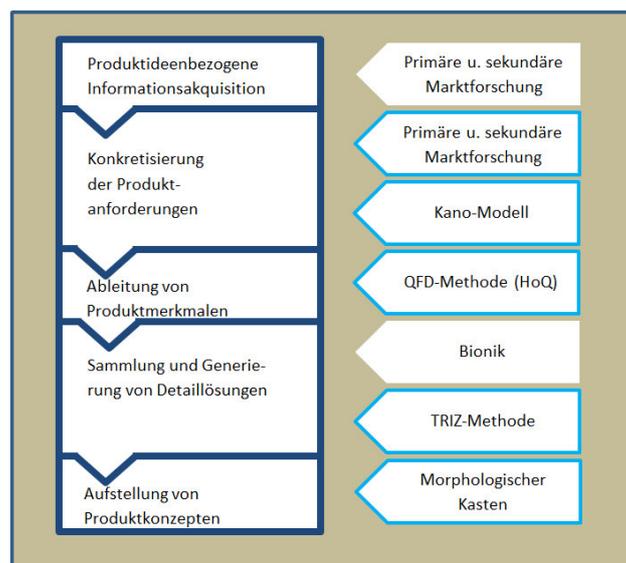


Abbildung 4.3: Ideedetaillierungsmethodenkasten, Quelle: In Anlehnung an Brandenburg (2002), zitiert nach: Eversheim u. a. (2003), S. 101.

¹⁵⁹ Vgl. Eversheim u. a. (2003), S. 78.

¹⁶⁰ Vgl. Habermann u. a. (1999), S. 179.

Im Sinne des morphologischen Kastens sind nun verschiedene Lösungen dargestellt. Diese sind anschließend zu bewerten. Die Vorgehensweise der Bewertung ist in einem mehrstufigen Prozess möglich.¹⁶¹

Nach der Auswahl sind die Varianten mittels CAD genauer auszuarbeiten und detailreicher zu entwickeln bzw. konstruieren. Im Anschluss daran erfolgt für das Verständnis bzw. die Kenntniskgewinnung das Schaffen eines Weitblicks über die verschiedenen Fertigungstechnologien mittels einer Technologiesdatenbank bzw. Technologiesammlung.

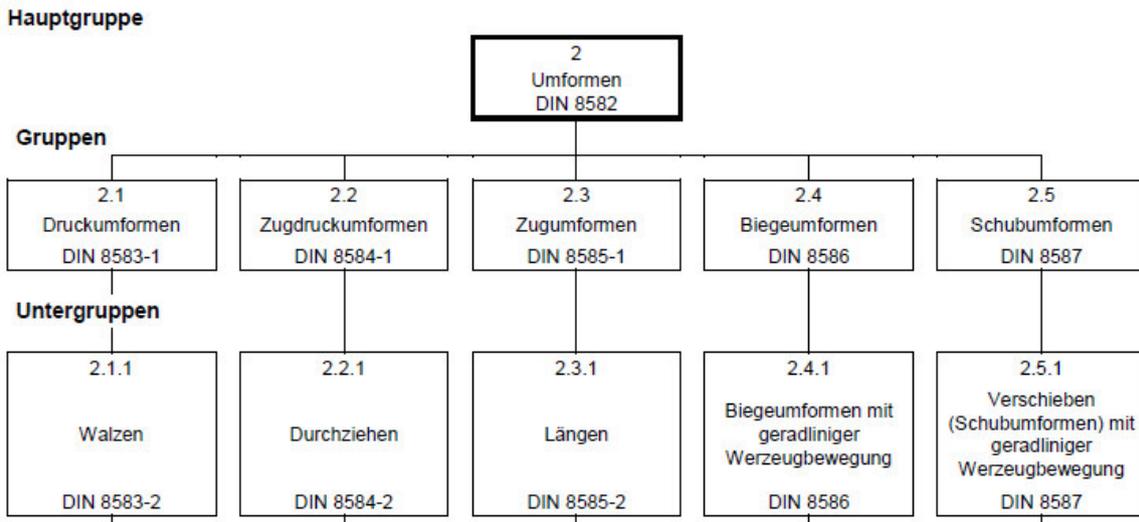
Deshalb ist eine Breite an verfügbaren Technologien zu untersuchen. Die Ordnung nach DIN 8580 bietet sich für diese Gestaltung an.¹⁶² In der nachfolgenden Tabelle 4.1 sind die Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580 erkennbar.

Tabelle 4.1: Hauptgruppen der Fertigungsverfahren, Quelle: DIN 8580 (2003), S. 7.

Schaffen der Form	Ändern der Form				Ändern der Stoffeigenschaften
Zusammenhalt schaffen	Zusammenhalt beibehalten	Zusammenhalt vermindern	Zusammenhalt vermehren		
Hauptgruppe 1 Urformen	Hauptgruppe 2 Umformen	Hauptgruppe 3 Trennen	Hauptgruppe 4 Fügen	Hauptgruppe 5 Beschichten	Hauptgruppe 6 Stoffeigenschaft ändern

Die folgende Tabelle 4.2 zeigt die Gruppen der Hauptgruppe Umformen und auszugsweise wenige Untergruppen.

Tabelle 4.2: auszugsweise wenige Untergruppen des Feldes Umformen, Quelle: In Anlehnung an DIN 8580 (2003), S. 9.



¹⁶¹ Vgl. Opey (2005), S. 91.

¹⁶² Vgl. Vajna u. a. (2009), S. 380.

Für neue Produkte ist die Technologie von wesentlicher Bedeutung, da es zu entscheiden gilt, ob man als Folger oder Pionier agieren soll. Es gilt kritisch zu klären, inwiefern das Erzeugnis mit den Fertigungsverfahren, welche bislang Anwendung finden, zusammentrifft oder ob ein neues Verfahren zum Einsatz kommen muss. Damit sind massive Investitionen verbunden und es ist ein gewisses Know-how nötig.¹⁶³

Auch hier ist es möglich, die technologischen Alternativen mittels eines morphologischen Kastens darzustellen. Anhand des Beispiels Pleuel aus der Automobilzuliefererindustrie soll dies erkennbar sein. Dabei sind die Merkmale des Pleuels bereits ermittelt und alle generell einsetzbaren Technologien, die auch nicht zwangsläufig in der Firma vorhanden sind, berücksichtigt. Durch die vernünftige Verbindung je Prozessschritt entstehen die Alternativen. Dies ist in der nachfolgenden Abbildung 4.4 ersichtlich.¹⁶⁴

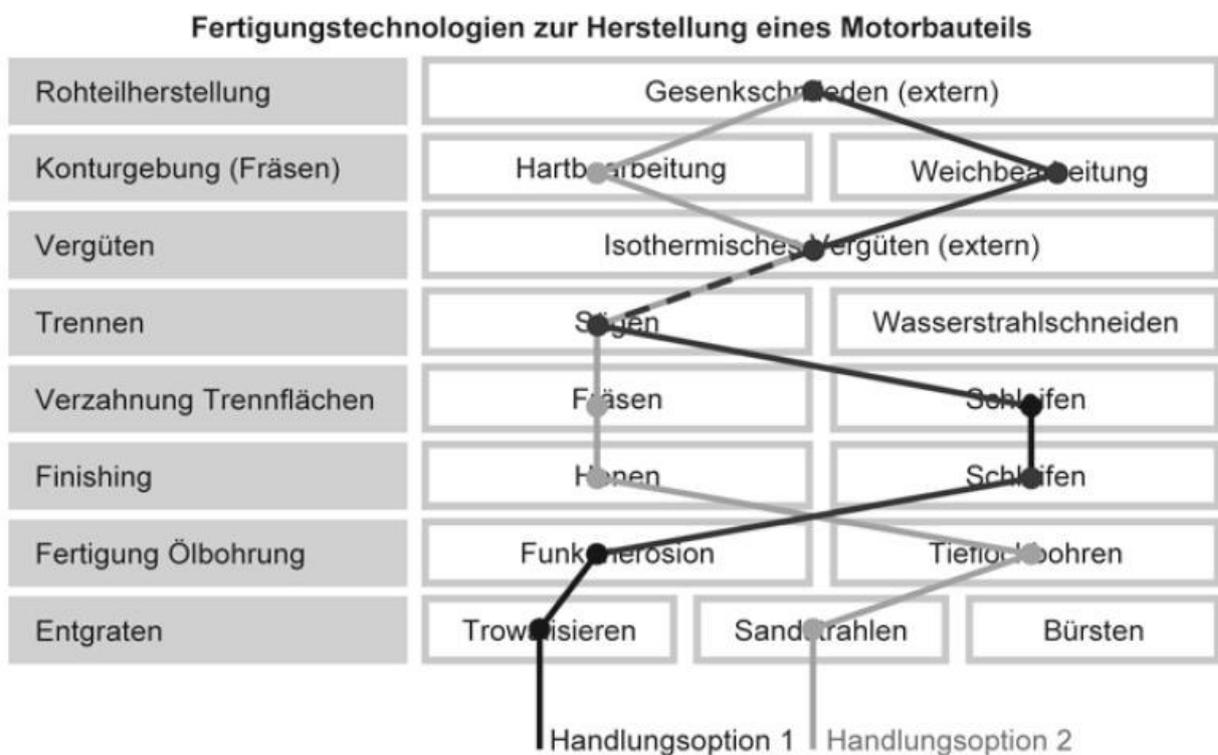


Abbildung 4.4: Technologiealternativen im morphologischen Kasten,
Quelle: Schuh/Klappert/Orilski (2011), S. 200.

Methoden, wie unter anderem eben der morphologische Kasten, sind bei der Ideengenerierung behilflich, während die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) beim Risikomanagement Hilfe leistet.¹⁶⁵ Die FMEA ist bereits ein wichtiger Bestandteil in der Produktentwicklung bei der Firma Julius Blum GmbH, weswegen sie auch in der Zukunft nicht fehlen darf.

¹⁶³ Vgl. Herrman/Huber (2013), S. 250.

¹⁶⁴ Vgl. Schuh/Klappert/Orilski (2011), S. 199.

¹⁶⁵ Vgl. Schmutte (2014), S. 234 f.

Durch die zyklische Vorgehensweise soll die Überprüfung der Anforderungen möglich sein. Auch soll mittels der wiederkehrenden Verwendung der TRIZ-Methode die Analyse und bestmögliche Auflösung später auftretender Widersprüche erfolgen. Dieses Wissen fließt dann wieder in die nachfolgenden verwendeten Methoden ein.

Basisanforderungen sind auf jeden Fall zu erfüllen, aber die Übererfüllung führt nicht zu einer wesentlichen Steigerung der Zufriedenheit. Deshalb ist die genaue, anforderungsgerechte Erfüllung anzustreben. Gemäß dem Prinzip der Methode QFD erfolgt die Skalierung bzw. Bewertung der Varianten anhand der relativen Bedeutungswerte.¹⁶⁶

In der nachfolgenden Abbildung 4.5 ist die Anforderungserfüllung von verschiedenen Varianten im House of Quality der Methode QFD zu sehen.

Produktvarianten Basisforderungen	Horizontal- achsen- Windkraftanlage	H-Rotor	Vertikalachsen- anlage (Darrius-Rotor)
Umweltfreundlichkeit	⊙	○	△
Sicherheit	⊙	○	△
problemloser Betrieb	○	⊙	△
Netzanschluss	X	X	X
absolute Bedeutung	21	15	3
relative Bedeutung	54%	38%	8%

Korrelationen: ⊙ stark (9) △ schwach (1)
 ○ mittel (3) X keine (0)

Abbildung 4.5: Erfüllungsgradermittlung der Basisanforderungen von Varianten (Windkraftanlagen) im 1. HoQ, Quelle: Dyckhoff u. a. (2005), S. 102. (leicht modifiziert)

Es sind solche Kriterien bzgl. des Erfüllungsgrades der Anforderungen zu finden, die die Entwicklung, Produktion und Vermarktung eines Objektes, das durch die Varianten grob umrissen ist, unter der Berücksichtigung der Unternehmensfähigkeit, beschreiben.¹⁶⁷

¹⁶⁶ Vgl. Dyckhoff u. a. (2005), S. 101.

¹⁶⁷ Vgl. Dyckhoff u. a. (2005), S. 102.

Die Methode QFD findet häufig Anwendung für Baugruppen und einzelne Bauteile.¹⁶⁸ Unter Berücksichtigung dieses Aspekts und des Einsatzes des Internets als Informationsquelle bzw. Wissensergänzung soll das vorgestellte Modell als Vorgehensweise für die Entwicklung von Produktbaugruppen dienen. Das Methodenmodell ist in der nachfolgenden Abbildung 4.6 erkenntlich. Zu Beginn sind die Anforderungen und Informationen mittels externem bzw. internem Benchmarking, Internet, Patente und Marktforschung zu ermitteln. Nach der Einteilung der Anforderungen erfolgt der iterative Vorgang mit den Methoden bzw. Werkzeugen QFD, morphologischer Kasten, Variantenbewertung, -auswahl und -ausarbeitung, Fertigungstechnologiedatenbank und FMEA. Dabei ist das vorhandene Wissen bei der Erstellung von Varianten zu nutzen.

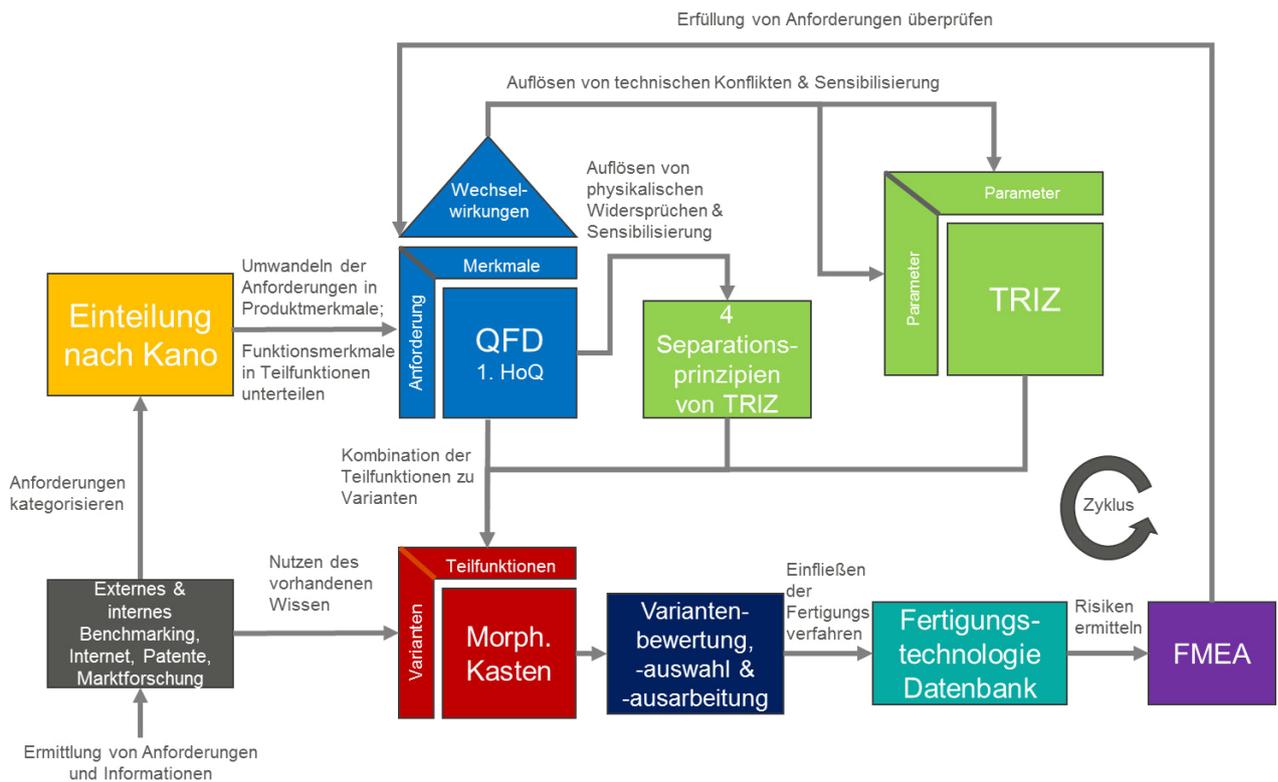


Abbildung 4.6: Verknüpfung der Methoden bzw. Werkzeuge zum Modell, Quelle: Eigene Darstellung

Bei notwendigem Bedarf sind dann Design bzw. Software Reviews durchzuführen. In der nachfolgenden Abbildung 4.7 ist die Vorbereitung für die QFD-Methode ersichtlich.

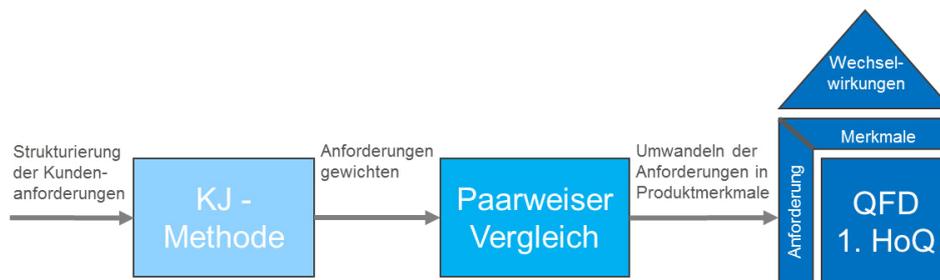


Abbildung 4.7: Vorbereitung für die QFD-Methode, Quelle: Eigene Darstellung

¹⁶⁸ Vgl. Brüggemann/Bremer (2012), S. 37.

5 Spiralmethodenmodell

In diesem Kapitel erfolgt die Eingliederung des Methodenmodells in den Produktinnovationsprozess. Dies soll durch die Verknüpfung mit einem Spiralmodell erfolgen. Infolge dessen beläuft sich die Namensgebung auf „Spiralmethodenmodell“.

5.1 Spiralmodell aus der Literatur als Grundlage

Auf Grund des Durchlaufens von mehr als einem Zyklus ergibt sich ein iterativer Ablauf, der mit Stationen eines Spiralmodells vergleichbar ist. Dadurch ist es möglich, Fehler, die in der Aufgabendefinition oder in der Planung bereits vorkommen, frühzeitig zu erkennen und mit wenig Aufwand zu beheben.¹⁶⁹

Die Namensgebung ist durch den spiralförmigen Ablauf, der im Ursprung beginnt und nicht linear auf eine Zeitachse aufgetragen ist, nachvollziehbar.¹⁷⁰ In der nachfolgenden Abbildung 5.1 ist ein Spiralmodell beispielhaft dargestellt.

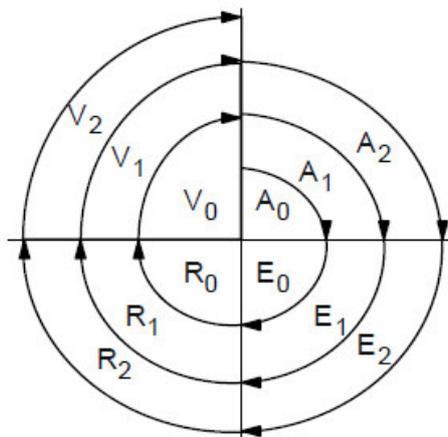


Abbildung 5.1: iterativer Durchlauf des spiralförmigen Ablaufes,
Quelle: Jakoby (2013), S. 114.

5.2 Aufbau des Spiralmethodenmodells

Im Gegensatz zur Abbildung 5.1 beginnt das in der Arbeit vorgeschlagene Modell ganz außen mit dem Meilenstein M1 und endet im Ursprung (Meilenstein M5). Die Erklärung und Bedeutung der Meilensteine ist bereits im Vorfeld erfolgt (siehe Kapitel 1.3). Durch den iterativen Vorgang, der bereits in Ansätzen beim Methodenmodell beschrieben ist (siehe Abbildung 4.6), ermöglicht das Spiralmethodenmodell die konkrete Reduktion der Ungenauigkeiten im Produktentwicklungsprozess.

¹⁶⁹ Vgl. Jakoby (2013), S. 124.

¹⁷⁰ Vgl. Jakoby (2013), S. 114.

Beim Spiralmethodenmodell erfolgt die Verknüpfung des Methodenmodells (siehe Kapitel 4) mit den innerbetrieblichen Meilensteinen des betrieblichen Innovationsprozesses (siehe Abbildung 5.2). Auch hier gilt es, zuerst die Anforderungen und Informationen zu ermitteln und einzuteilen. Die anschließende und eigentliche Vorgehensweise ist dieselbe wie bereits beim Methodenmodell erläutert. Für das bessere Verständnis kommen Symbole zur Anwendung, um in Abhängigkeit der jeweiligen Projektphase die richtige Handlung durchzuführen, wie in der Abbildung 5.3 ersichtlich ist.

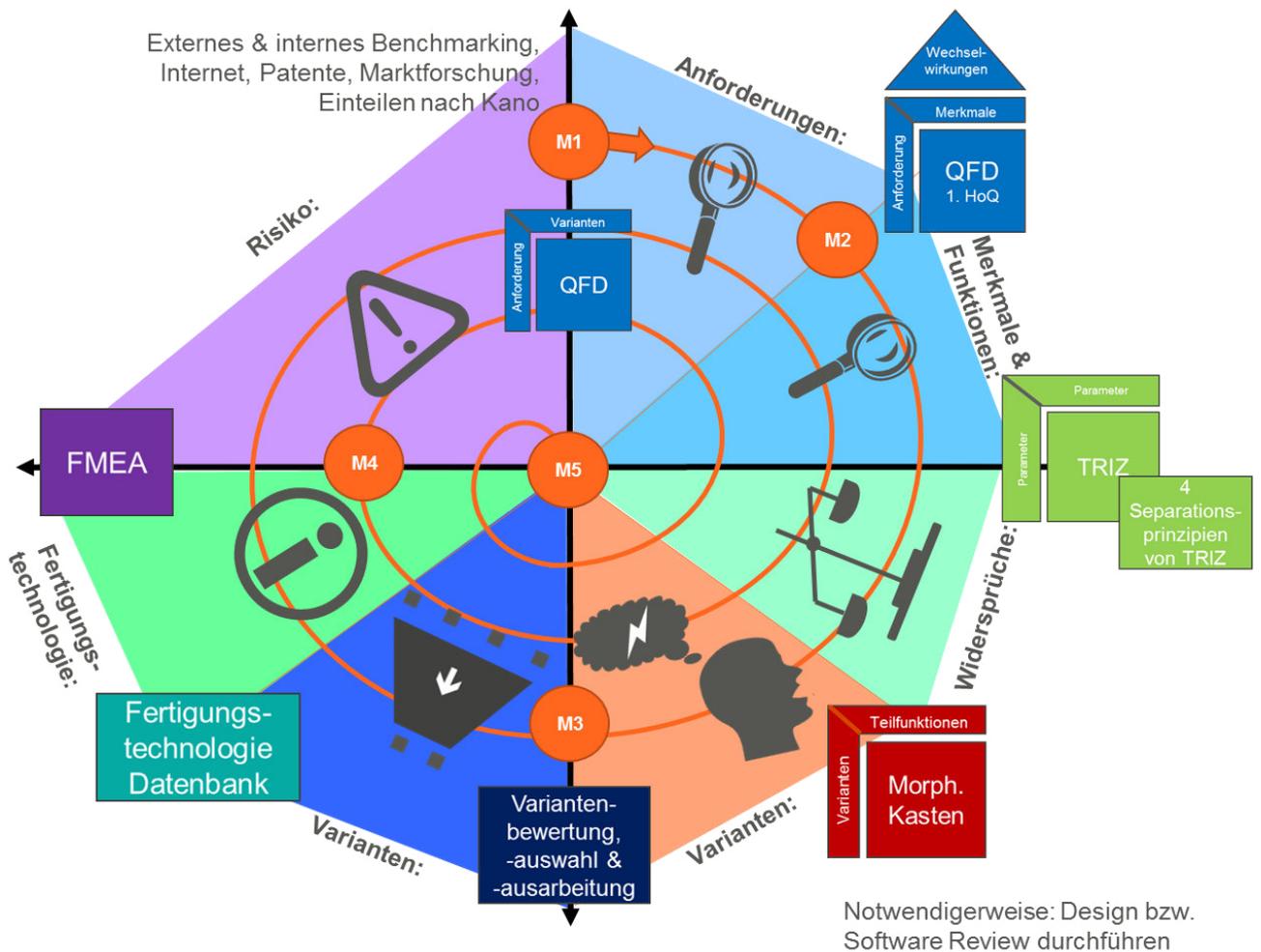


Abbildung 5.2: Spiralmethodenmodell, Quelle: Eigene Darstellung.

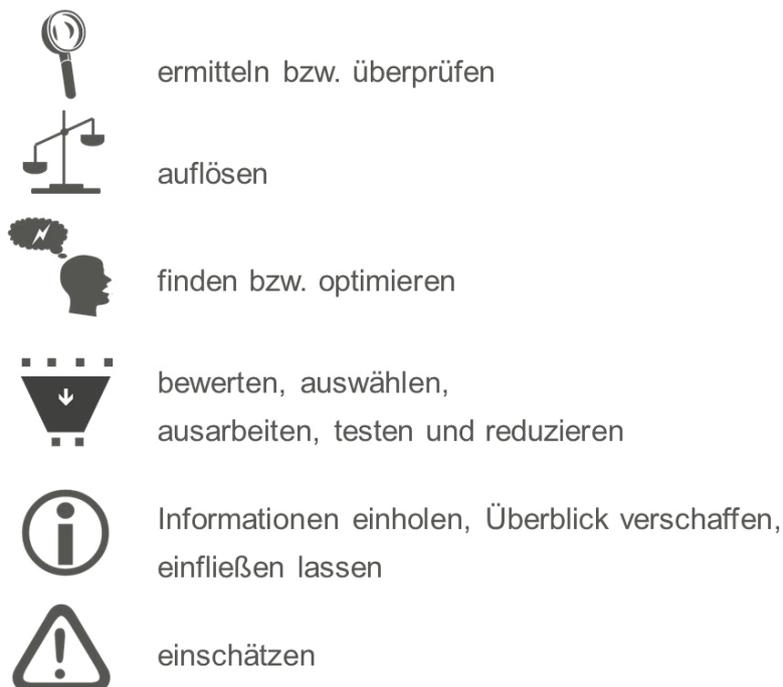


Abbildung 5.3: Symbole zur Erklärung des Spiralmethodenmodells, Quelle: Eigene Darstellung.

6 Praktische Vorgehensweise der Methoden & Werkzeuge

In diesem Kapitel sind die Arbeitsweisen und Vorgehensweisen der Methoden und Werkzeuge erklärt, die für das Mittelscharnier im praktischen Teil Anwendung finden.

6.1 KJ-Methode

Wie bereits erläutert, ist die Strukturierung von Anforderungen mittels der KJ-Methode möglich. In der Abbildung 6.1 ist diese Methode als Startmethode für die Vorbereitung auf die Methode QFD zu sehen.

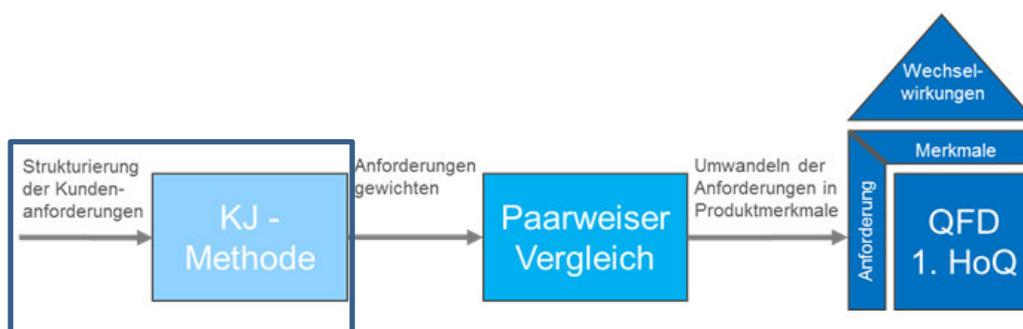


Abbildung 6.1: Start mittels KJ-Methode, Quelle: Eigene Darstellung.

Durch das Niederschreiben jeder Kundenforderung auf Papierkärtchen in einer Brainstorming-Runde ist es möglich, die Anforderungen in Themengruppen bzw. „Clustern“ zu erfassen. Dies dient zur Ordnung und Strukturierung von Fakten, Ideen und Meinungen.¹⁷¹

Durch die Sortierung dieser Cluster, in denen sich die inhaltlich zusammenpassenden Karten befinden, ist es möglich, dass sich drei Ebenen bilden:¹⁷²

- primäre Ebene
- sekundäre Ebene
- tertiäre Ebene

In der Abbildung 6.3 ist die Strukturierung mittels der KJ-Methode schematisch ersichtlich.

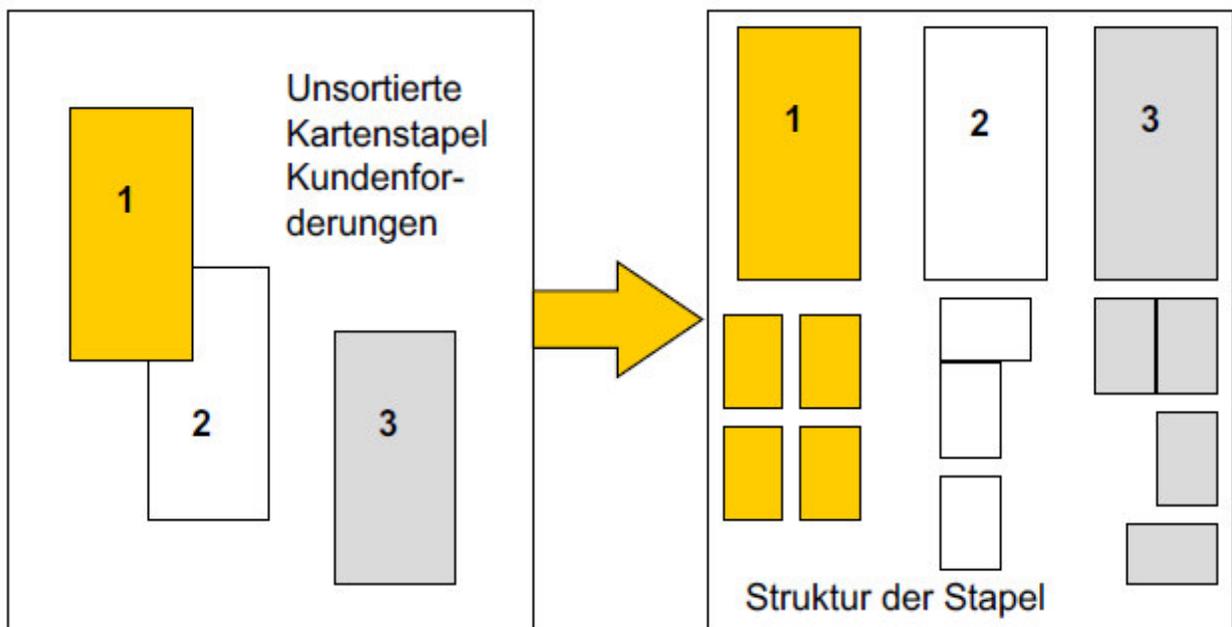


Abbildung 6.2: Strukturierung der Anforderungen mittels der KJ-Methode, Quelle: Saatweber (2011), S. 176. (leicht modifiziert).

¹⁷¹ Vgl. Saatweber (2011), S. 173.

¹⁷² Vgl. Saatweber (2011), S. 176.

6.2 Paarweiser Vergleich

Der paarweise Vergleich ist sehr hilfreich zur Gewichtung von Anforderungen in QFD-Projekten. Die Anforderungsbewertung erfolgt durch das Team. Mittels des paarweisen Vergleichs ist jede Anforderung miteinander zu vergleichen. Diese sind so zu gewichten, dass zwei Punkte für „ist wichtiger als“, ein Punkt für „ist gleich wichtig“ und kein Punkt, also Null, für „ist unwichtiger als“ zu vergeben sind bzw. ist. Da die Summe der Vergleichszahlen immer zwei sein muss, ist es möglich sich nur auf einen Bereich, oberhalb oder unterhalb der Hauptdiagonale, zu konzentrieren. Die Gesamtpunktezahl ergibt sich dann durch die Summenbildung, die zeilenweise erfolgt. Die Gewichtung der Anforderungen ist erheblich für die QFD-Matrix, wegen der Festlegung des Bedeutungswertes. Der höchste Zeilenwert ist mit zehn Punkten zu bewerten. Daraus lässt sich der relative Wert durch die Multiplikation der jeweiligen Zeilensumme mit zehn und anschließender Division durch die maximale Zeilensumme errechnen.¹⁷³

6.3 QFD-Methode

Im ersten Schritt sind nun die Anforderungen und deren Bedeutung in die Spalte unter (1) bzw. danebenliegende Spalte einzutragen. Als nächstes erfolgt der Vergleich von ähnlichen Produkten der Konkurrenz aus Kundensicht. Dies ist durch Benchmarking möglich. Als dritter Schritt wäre die zusätzliche Eintragung aus Service und Verkauf möglich. Der vierte Schritt ist in drei Teilschritte zerlegt. Der Teilschritt 4a) erfasst die charakteristischen Merkmale der Funktionen mit der Frage „Wie lassen sich die Anforderungen bzw. Wünsche erfüllen?“. Mit dem Teilschritt 4b) sind die Zielwerte anzugeben, welche zu erreichen sind. Mittels Teilschritt 4c) ist die Veränderungsrichtung zu erfassen. Auch der fünfte Schritt ist unterteilt in 5a) und 5b). Mittels 5a) erfolgt die Bewertung, wie stark das Merkmal die Anforderung erfüllt. Dabei sind die Punkte neun, drei und eins zu verwenden. Im Teilschritt 5b) sind die Zahlenwerte, die durch den Unterpunkt bereits zuvor ermittelt sind, mit der Spalte Bedeutung zu multiplizieren. Anschließend sind die einzelnen Spalten zu addieren und die relative Bedeutung zu berechnen. Durch den sechsten Schritt erfolgt die Überprüfung der Korrelationen der Merkmale im Dach. Damit sollte es möglich sein, positive oder negative Korrelationen zu erkennen.¹⁷⁴

Die Zielwerte und Änderungsrichtung sind in diesem Vorgang zu berücksichtigen.¹⁷⁵ Im nächsten Schritt sind das eigene Produkt und die Fremdprodukte der Anbieter vom Schritt zwei anhand der Merkmale zu vergleichen. Dabei erfolgt eine objektive Untersuchung der aufgelisteten Merkmale durch die Vergleichsmuster. Der erfasste Leistungsgrad ist dann in die Bewertungsskala einzutragen. Im achten Schritt ist der Schwierigkeitsgrad anhand der Punktevergabe zwischen der Zahl eins, die einen sehr niedrigen Schwierigkeitsgrad darstellt, und der Zahl zehn, die einen sehr hohen Grad repräsentiert, festzulegen. Dabei bezieht sich diese Punktevergabe auf die Realisierungsmöglichkeit der Produktverbesserung oder Neuentwicklung.¹⁷⁶

¹⁷³ Vgl. Saatweber (2011), S. 466 f.

¹⁷⁴ Vgl. Saatweber (2011), S. 198.

¹⁷⁵ Vgl. Saatweber (2015), S. 227.

¹⁷⁶ Vgl. Saatweber (2011), S. 229 ff.

Die einzelnen Schritte für die Vorgehensweise im House of Quality der QFD-Methode sind in der nachfolgenden Abbildung 6.3 ersichtlich.

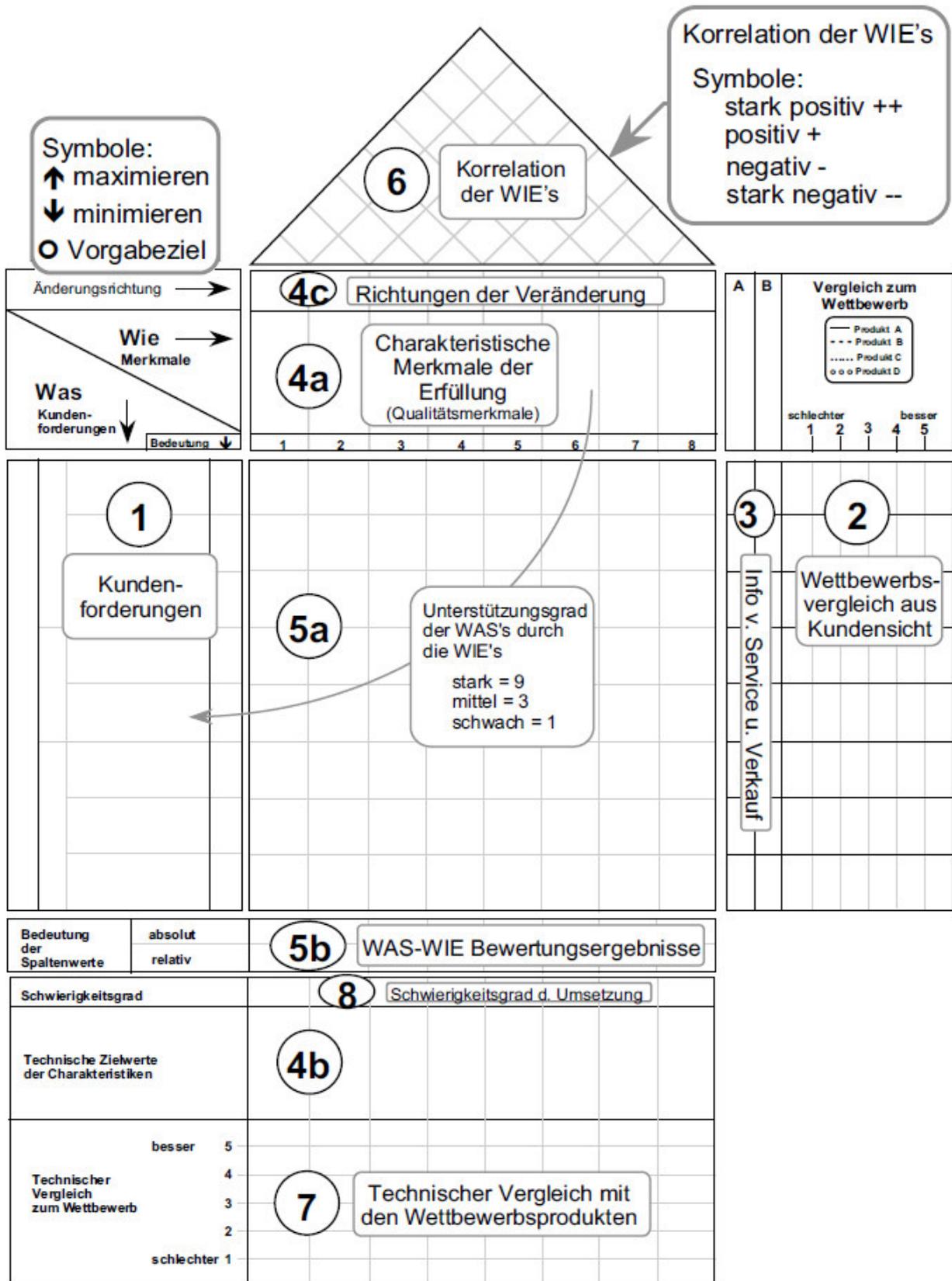


Abbildung 6.3: Erstellung des House of Quality, Quelle: Saatweber (2011), S. 199 (leicht modifiziert).

6.4 Einteilung der Merkmale

Wie bereits erwähnt, erfolgt eine Unterteilung der ermittelten Merkmale mittels drei Fragen (siehe Kapitel 4).

6.5 TRIZ für physikalische Widersprüche & technische Konflikte

In diesem Unterkapitel erfolgt die mögliche Problemlösung von physikalischen und technischen Konflikten mittels der Methode TRIZ.

6.5.1 Physikalische Widersprüche lösen

Die vier Separationsprinzipien sind bei den physikalischen Widersprüchen aus der Matrix des House of Quality anzuwenden.¹⁷⁷ Nachfolgend sind die Prinzipien aufgelistet und erklärt.¹⁷⁸

- **Räumliche Separation**
Hierbei sind die widersprüchlichen Erfordernisse räumlich zu trennen. Dabei ist die Frage wichtig, wo die benötigten Eigenschaften vorhanden sein sollen.
- **Zeitliche Separation**
Die Funktionsweise des Systems ist zeitlich zu unterteilen, dass widersprüchliche Anforderungen, Funktionen oder Bedingungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten ablaufen.
- **Innerhalb des Objektes separieren** (Sub- oder Supersystem)
Die Idee ist das Zuordnen der widersprüchlichen Anforderungen zum Gesamtsystem und den Bestandteilen. Das Subsystem übernimmt eine der gegensätzlichen Anforderungen, während das Gesamtsystem die andere Anforderung erfüllt.
- **Separation mittels Bedingungswechsel**
Durch Modifikation der System- bzw. Umgebungsbedingungen ist es möglich, dass der nützliche Prozess abläuft.

6.5.2 Technische Konflikte lösen

Für die technischen Konflikte aus dem Dach des House of Quality sind die Konflikttabelle bzw. Widerspruchsmatrix mit den 39 Parametern und die 40 innovativen Prinzipien zu verwenden, wie bereits beschrieben (siehe Kapitel 4).¹⁷⁹

¹⁷⁷ Vgl. Streckfuss (2006), S. 171.

¹⁷⁸ Vgl. Gundlach/Nähler (2006), S. 30 f.

¹⁷⁹ Vgl. Streckfuss (2006), S. 171.

Die Widerspruchsmatrix, die aus 39 mal 39 Parametern besteht, verbindet die einzelnen Parameter miteinander (siehe Abbildung 6.4). Mittels zwei der 39 technischen Parameter ist die Beschreibung jeder widersprüchlichen Aufgabenstellung möglich.¹⁸⁰

Dabei gilt es festzulegen, welcher Parameter bzw. welches Merkmal sich nicht verändern soll. Die innovativen Prinzipien sind durch die Widerspruchsmatrix erfassbar und dienen als Hinweis auf eine neue Lösung.¹⁸¹

Ein Auszug der 40 innovativen Prinzipien ist in der Tabelle 6.1 ersichtlich.

Nicht erwünschte Veränderung eines Merkmals (Konflikt); Merkmal konstant halten zu verbesserndes Merkmal		1	2	3	4	5	6	7	8
		Gewicht eines bewegten Objekts	Gewicht eines stationären Objekts	Länge eines bewegten Objekts	Länge eines stationären Objekts	Fläche eines bewegten Objekts	Fläche eines stationären Objekts	Volumen eines bewegten Objekts	Volumen eines stationären Objekts
1	Gewicht eines bewegten Objekts			15, 8, 29, 34		29, 17, 38, 34		29, 2, 40, 28	
2	Gewicht eines stationären Objekts				10, 1, 29, 35		35, 30, 13, 2		5, 35, 14, 2
3	Länge eines bewegten Objekts	8, 15, 29, 34				15, 17, 4		7, 17, 4, 35	
4	Länge eines stationären Objekts		35, 28, 40, 29				17, 7, 10, 40		35, 8, 2, 14
5	Fläche eines bewegten Objekts	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4				7, 14, 17, 4	
6	Fläche eines stationären Objekts		30, 2, 14, 18		26, 7, 9, 39				
7	Volumen eines bewegten Objekts	2, 26, 29, 40		1, 7, 4, 35		1, 7, 4, 17			
8	Volumen eines stationären Objekts		35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14				

Abbildung 6.4: Auszug einer Widerspruchsmatrix, Quelle: In Anlehnung an Schlösser (2006), S. 313.

Tabelle 6.1: Auszug aus den 40 innovativen Prinzipien, Quelle: In Anlehnung an Saatweber (2011), S. 435.

Tabelle: Die 40 innovativen Grundprinzipien nach Altschuller	
1.	Segmentierung
2.	Abtrennung
3.	örtliche Qualität
4.	Asymmetrie
5.	Vereinen
6.	Universalität
7.	Verschachtelung
8.	Gegengewicht
9.	vorgezogene Gegenaktion
10.	vorgezogene Aktion

¹⁸⁰ Vgl. Gundlach/Nähler (2006), S. 29.

¹⁸¹ Vgl. Streckfuss (2006), S. 172.

In der nachfolgenden Abbildung 6.5 ist nochmals der gesamte Lösungsvorgang für die technischen Konflikte ersichtlich.

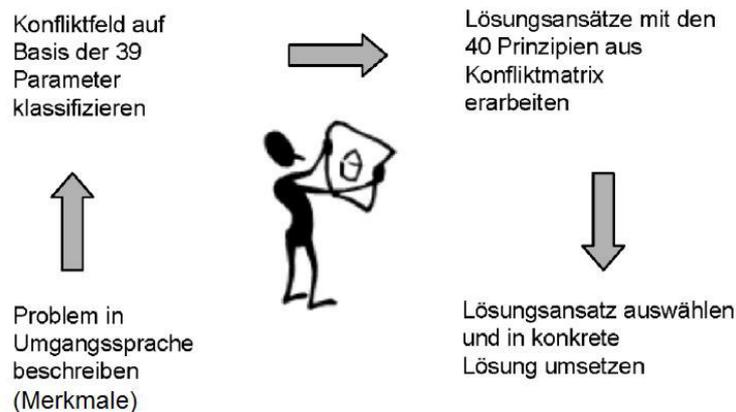


Abbildung 6.5: Vorgehensweise für die Findung von Lösungsansätzen, Quelle: Gimpel (2006), S. 198 (leicht modifiziert).

6.6 Morphologischer Kasten & physikalische Effekte

Die Vorgehensweise des morphologischen Kastens ist bereits an mehreren Stellen dieser Arbeit beschrieben (siehe Kapitel 3.5.2 und siehe Kapitel 4).

Für die mögliche Realisierung der Funktion sind physikalische Effekte bzw. Effektketten heranzuziehen (siehe Tabelle 6.2).¹⁸²

Tabelle 6.2: Auszug Physikalischer Effekte, Quelle: In Anlehnung an Ponn/Lindemann (2011), S. 350.

Nr.	Name	Prinzipiskizze	Formel
Beschreibung		Beispiel	
01	Hebel (einseitig) Starrer, um eine Achse drehbar gelagerter Körper mit einseitigem Hebelarm.		$M = F \cdot r$ $v = \omega \cdot r$ Drehmomentschlüssel, Nussknacker
02	Hebel (zweiseitig) Starrer, um eine Achse drehbar gelagerter Körper mit zweiseitigem Hebelarm.		$\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{s_1}{s_2}$ $\dot{s} = v, \ddot{s} = a$ Wippe, Kraftübersetzung
03	Keil Zwei um den Winkel α zur Basis geneigte Ebenen, auf die senkrecht stehende Flankenkräfte ausgeübt werden.		$F_2 = F_1 \frac{s_1}{s_2}$ $F_2 = \tan \alpha \cdot F_1$ Gewinde, Wegübersetzung, Bewegungsschraube, Wegübersetzung
04	Kniehebel Spezielle Hebelanordnung, die es ermöglicht sehr hohe Kraftübersetzungen ($F_2 \rightarrow \infty$) zu generieren.		$F_2 = \frac{F_1}{\tan \alpha_1 + \tan \alpha_2}$ Backenbrecher, Kniehebelpresse

¹⁸² Vgl. Stiefel (2011), S. 287.

7 Praktische Anwendung am Mittelscharnier

Wie bereits erwähnt, erfolgt die praktische Anwendung anhand eines neuen Teilproduktes in Form einer eigenen Baugruppe innerhalb des Gesamtproduktes. Bei dieser Baugruppe handelt es sich um ein Mittelscharnier. Die nachfolgende Abbildung 7.1 soll schemenhaft das Mittelscharnier und dessen Gebrauch zwischen den Türen zeigen.

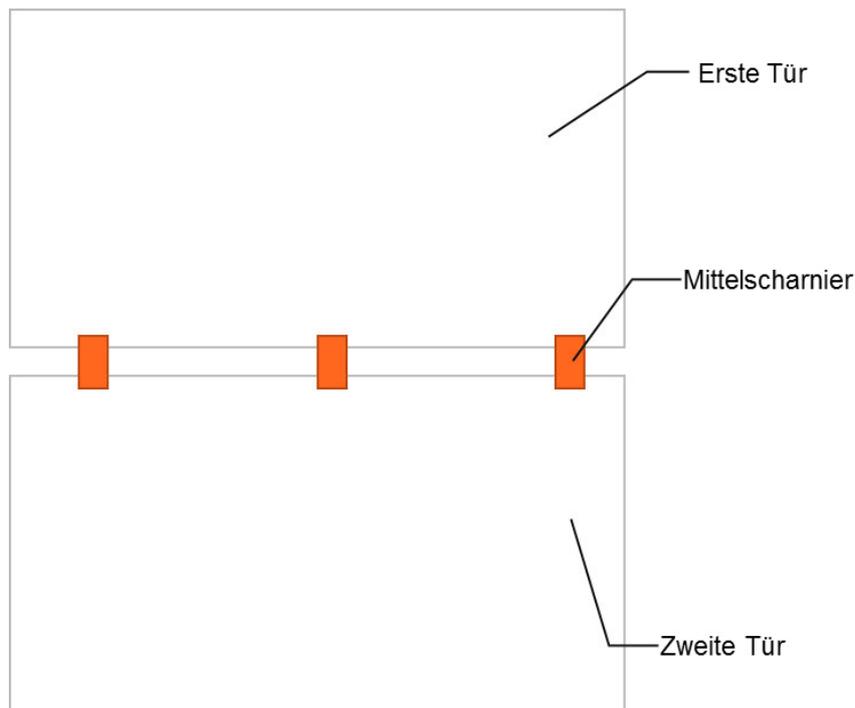


Abbildung 7.1: Schemenhafte Darstellung des Mittelscharniers mit seiner Umgebung,
Quelle: Eigene Darstellung.

Das Projekt selbst befindet sich bis zu diesem Zeitpunkt der Masterarbeit noch in der frühen Phase.

7.1 Anforderungen strukturieren & gewichten

Da das Produktentwicklungsprojekt bereits im Vorfeld gestartet ist, sind die Anforderungen, die mehr oder weniger schon vorhanden sind, zu strukturieren und gewichten. Dieser Vorgang erfolgt mittels der KJ-Methode, deren Vorgehensweise bereits an anderer Stelle erklärt ist (siehe Kapitel 6.1). Durch die Anwendung der KJ-Methode auf das Mittelscharnier ergeben sich drei primäre Anforderungen, die in Verbindung mit sieben sekundären und dreiundzwanzig tertiären Anforderungen stehen. Mit Hilfe des Gruppierens und Strukturierens ist es schließlich möglich, die Anforderungen richtig einzuteilen. In der folgenden Tabelle 7.1 sind die einzelnen Anforderungen unterteilt.

Tabelle 7.1: Einteilung der Anforderungen, Quelle: Eigene Darstellung.

Primäre Anforderungen	Sekundäre Anforderungen	Tertiäre Anforderungen
einfache Handhabung (Monteur)	einfache Montage	<ul style="list-style-type: none"> Werkzeuglose Montage/Demontage leicht positionierbar einheitliches Bohrbild ergonomische Montage/Demontage keine falsche Montage möglich zerstörungsfreie Montage
	einfache Einstellung	<ul style="list-style-type: none"> zugänglichkeit von Vorne (Einstellung) Durchschaubarkeit ein Werkzeug (Einstellung) Einstellbereich (gesamt)
einfache Handhabung (Endkunde)	einfache Bewegung	<ul style="list-style-type: none"> leise/geräuschlos (Betrieb) stetig/leicht & sanftes öffnen & schließen
	wenig Wartung	<ul style="list-style-type: none"> Wartungsfrei Reinigungsfreundlich Verschmutzungsfrei stabiles Fugenbild
Optik & Umfeld	passend zur Umgebung	<ul style="list-style-type: none"> optisch Ansprechend (Deckleiste) geringer Platzbedarf Farbenvielfalt (Abdeckleiste)
	hohe Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> Fingersicherheit Absturzsicher
	geringer Bauraum	<ul style="list-style-type: none"> leicht (Gewicht) viel Last tragen (Front)

Mittels des paarweisen Vergleichs, dessen Handlungsweise bereits erklärt ist, erfolgt die Gewichtung der tertiären Anforderungen (siehe Kapitel 6.2). Nachfolgend ist der paarweise Vergleich der Anforderungen des Mittelscharniers in der Tabelle 7.2 zu erkennen. Dabei ist ersichtlich, dass die Anforderung Farbenvielfalt aufgrund der Gewichtung null herausfällt und nicht mehr als Eingang für die QFD-Methode dient. Die anderen tertiären Anforderungen und deren Gewichtung dienen als Ausgang für den ersten Schritt der QFD-Methode.

Tabelle 7.2: Paarweiser Vergleich der Anforderungen vom Mittelscharnier, Quelle: Eigene Darstellung.

	Werkzeuglose Montage/Demontage	leicht positionierbar	einheitliches Bohrbild	ergonomische Montage/Demontage	keine falsche Montage möglich	zerstörungsfreie Montage	zugänglichkeit von Vorne (Einstellung)	Durchschaubarkeit (Einstellung)	ein Werkzeug (Einstellung)	Einstellbereich (gesamt)	leise/geräuschlos (Betrieb)	stetig/leicht & sanftes öffnen & schließen	Wartungsfrei	Reinigungsfreundlich	Verschmutzungsfrei	stabiles Fugenbild	optisch Ansprechend (Deckleiste)	geringer Platzbedarf	Farbenvielfalt (Abdeckleiste)	Fingersicherheit	Absturzsicher	leicht (Gewicht)	viel Last tragen (Front)	Summe	Gewichtung	Gewichtung (gerundet)
Werkzeuglose Montage/Demontage	1	2	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	2	0	16	3,9	4
leicht positionierbar	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	2	0	13	3,17	3	
einheitliches Bohrbild	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	2	0	8	1,95	2	
ergonomische Montage/Demontage	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0	0	2	0	10	2,44	2
keine falsche Montage möglich	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	41	10	10
zerstörungsfreie Montage	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	41	10	10
zugänglichkeit von Vorne (Einstellung)	2	2	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	2	1	2	0	0	2	0	23	5,61	6
Durchschaubarkeit	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	2	0	14	3,41	3
ein Werkzeug (Einstellung)	1	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	2	0	17	4,15	4
Einstellbereich (gesamt)	1	2	2	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	2	2	1	0	1	2	0	0	2	0	23	5,61	6
leise/geräuschlos (Betrieb)	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	1	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	33	8,05	8
stetig/leicht & sanftes öffnen & schließen	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	1	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	33	8,05	8
Wartungsfrei	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	36	8,78	9
Reinigungsfreundlich	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0,73	1
Verschmutzungsfrei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0,98	1
stabiles Fugenbild	2	2	2	2	0	0	2	2	2	1	0	0	0	2	2	1	0	0	2	0	0	2	2	26	6,34	6
optisch Ansprechend (Deckleiste)	2	2	2	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	2	2	1	0	0	2	0	0	2	2	25	6,1	6
geringer Platzbedarf	2	2	2	2	0	1	2	2	1	0	0	0	0	2	2	2	2	0	2	0	0	2	2	28	6,83	7
Farbenvielfalt (Abdeckleiste)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,24	0
Fingersicherheit	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	41	10	10
Absturzsicher	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	41	10	10	
leicht (Gewicht)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	1	6	1,46	1	
viel Last tragen (Front)	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0	1	23	5,61	6	
																							Max.:	41		

7.2 Anwendung der QFD-Methode

Beim Projekt Mittelscharnier besteht das firmeninterne QFD-Team aus ca. 6 Personen, wobei einer der Personen ein Moderator ist. Ein Mitglied und Experte des Teams hat die Anforderungsliste um eine weitere Forderung „günstig“ ergänzt und mit sechs gewichtet.

Die Herangehensweise der QFD-Methode ist im vorherigen Kapitel ersichtlich (siehe Kapitel 6.3). In der nachfolgenden Abbildung 7.2 sind die ersten drei Schritte der Methode QFD beim praktischen Beispiel Mittelscharnier zu erkennen. Der erste Schritt zeigt die tertiären Anforderungen des Mittelscharniers und deren Bedeutung. Der Konkurrenzvergleich mit den zwei Mitbewerbern ist im zweiten Schritt zahlenmäßig mittels Skalierungen von eins bis fünf erfasst, damit sich das Diagramm auch im Tabellenkalkulationsprogramm zeichnen lässt. Die Darstellung des Diagramms ist nur in horizontaler Lage möglich und ist auch in weiterer Folge zu berücksichtigen. Die Nummern neben der Spalte „Eigenes Produkt“ dienen als Hilfe für das Finden der Position im Vergleichsdiagramm darunter. Zum Beispiel zeigt die Nummer 2 die Anforderung „leicht positionierbar“ auch im Diagramm auf der Abszisse an. Die Farben dienen zur Unterscheidung des eigenen Produkts von den Konkurrenten. Für den dritten Schritt sind keine Werte vorhanden.

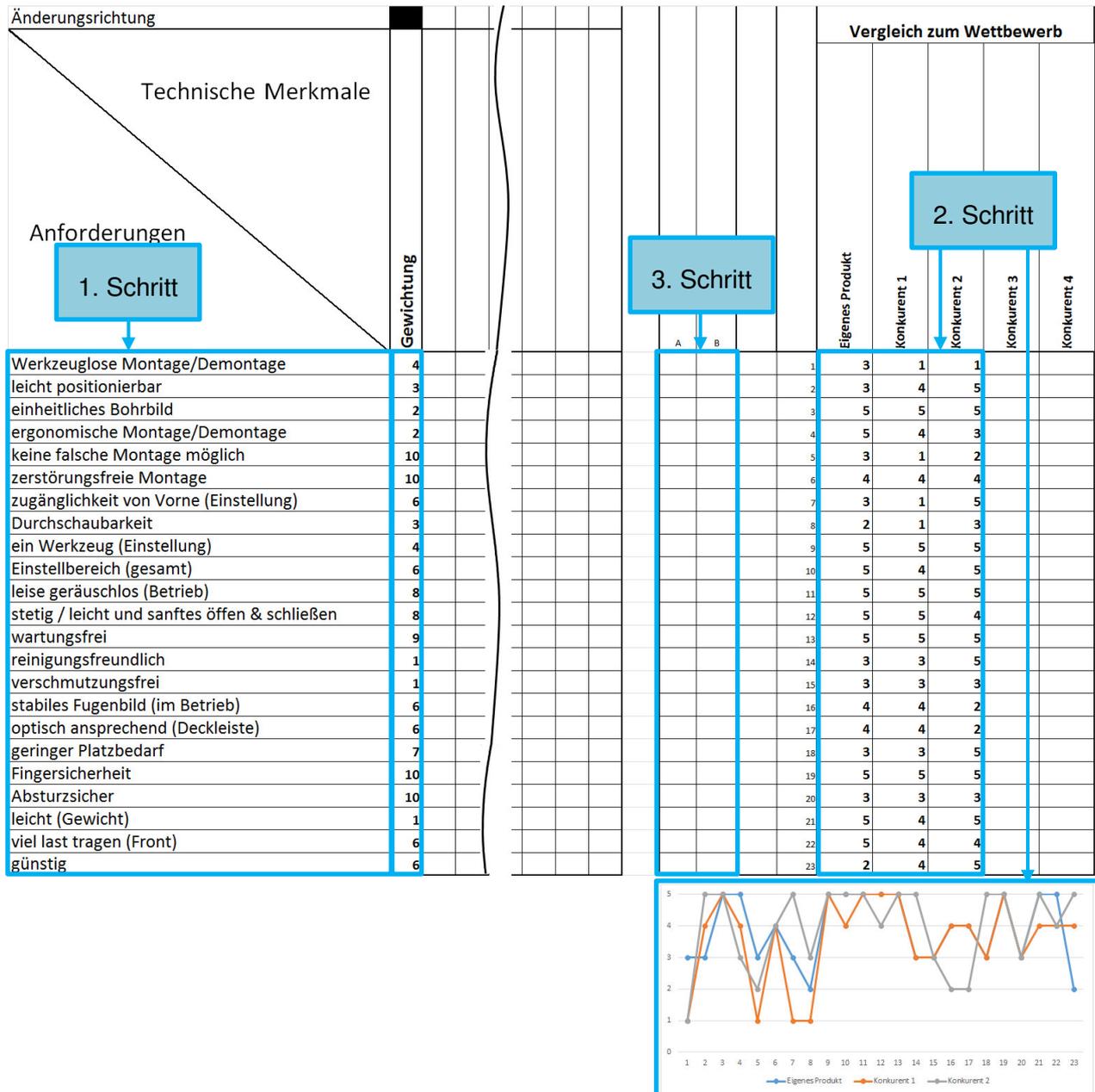


Abbildung 7.2: Erste Schritte in einem Auszug des House of Quality der QFD-Methode, Quelle: Eigene Darstellung.

In der nachfolgenden Illustration sind die Schritte vier und fünf durch deren Teilschritte dargestellt (siehe Abbildung 7.3). Die charakteristischen Merkmale des Mittelscharniers sind im Teilschritt 4a) mittels der Frage nach der Erfüllung der Anforderungen erfasst. Im Teilschritt 4b) sind nur jene Zielwerte angegeben, die bis zum jetzigen Zeitpunkt eindeutig zu benennen sind. Bei den anderen Merkmalen sind die Einheiten angeführt. Der Teilschritt 5a) berücksichtigt auch die negativen Beziehungen zwischen den Anforderungen und den Merkmalen. In der Matrix tendieren die höheren positiven Zahlenwerte zur Farbe Grün, während die niedrigen Werte zur Farbe Rot neigen. Mittels Teilschritts 5b) erfolgt die Berechnung der relativen Bedeutung für die einzelnen Merkmale des Mittelscharniers. Die genaue Vorgangsweise der Berechnung ist an einer anderen Stelle der Arbeit zu finden (siehe Kapitel 6.3). Je höher der Wert ist, desto höher ist die Tendenz zur Farbe Grün.

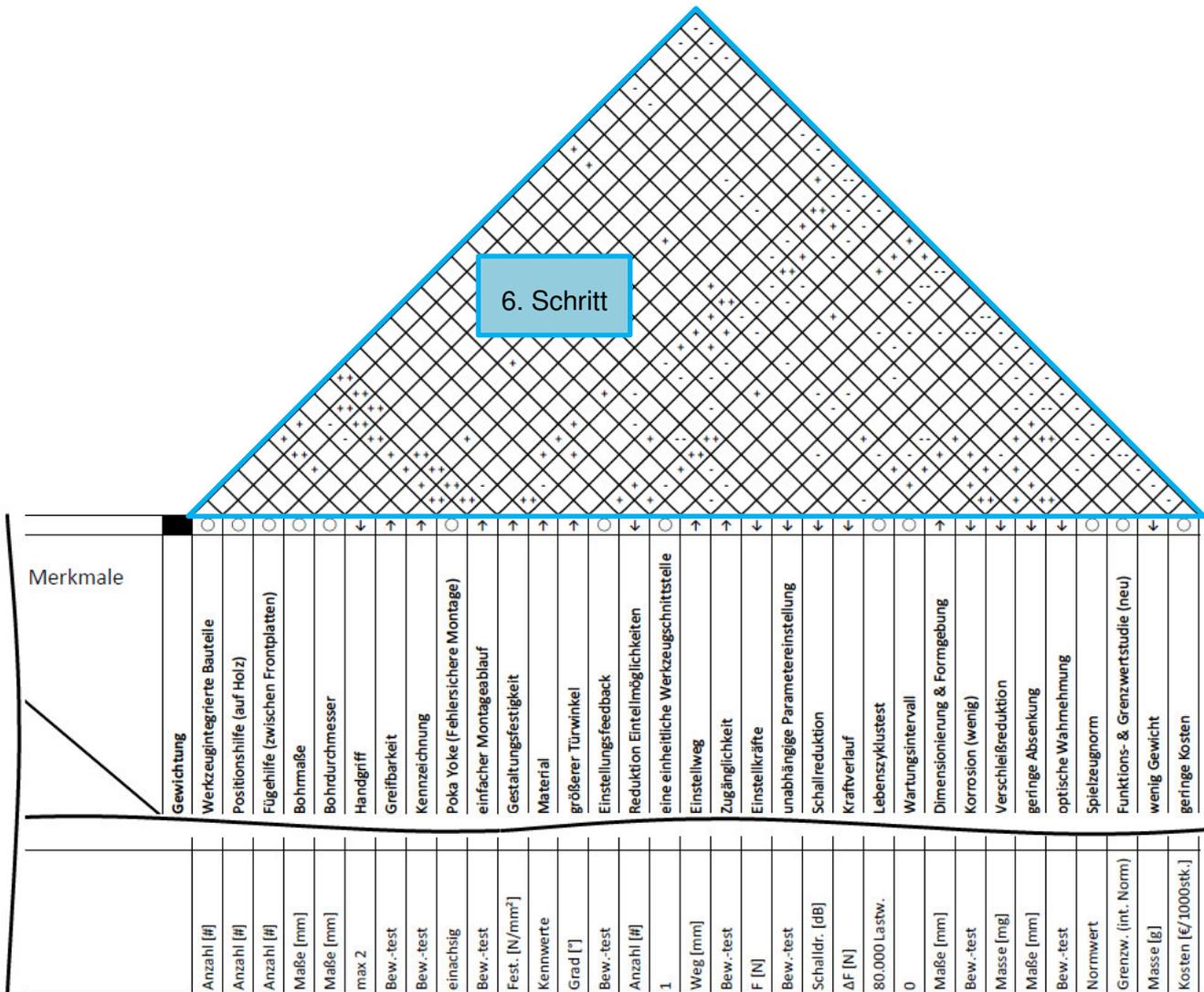


Abbildung 7.4: Merkmalsbeziehungen durch Schritt sechs, Quelle: Eigene Darstellung.

Schritt sieben ist anhand eines weiteren Ausschnittes des House of Quality der Methode QFD ersichtlich (siehe Abbildung 7.5). Auch in diesem Schritt ist das Mittelscharnier mit den zwei anderen Konkurrenten zu vergleichen. Der wesentliche Unterschied ist die technische Sichtweise durch die Merkmale des Mittelscharniers, während im Schritt zwei die Anforderungen als Vergleichsbasis dienen. Um ein Diagramm zu zeichnen, sind auch hier die Bewertungen mittels derselben Skalierung wie im zweiten Schritt erfasst. Als Hilfe dienen die Positionen mit der Bezeichnung x. Zum Beispiel zeigt die Position x1 das Merkmal „Werkzeugintegrierte Bauteile“ auch im Diagramm an. Für die Unterscheidung der Mitbewerber vom eigenen Produkt dienen verschiedene Farben.

7.3 Einteilung der Merkmale

In diesem Unterkapitel erfolgt die Unterteilung der ermittelten Merkmale mittels drei Fragen, wie bereits an anderer Stelle erwähnt (siehe Kapitel 4). Die Kategorisierung der festgestellten Merkmale ist anhand des praktischen Beispiels Mittelscharnier in der Tabelle 7.3 und Tabelle 7.4 ersichtlich.

Tabelle 7.3: Beschaffungs- & Funktionsmerkmale, Quelle: Eigene Darstellung.

Beschaffungsmerkmale	Funktionsmerkmale
Bohrmaße	Einstellweg
Bohrdurchmesser	Einstellkräfte
Kennzeichnung	Schallreduktion
Gestaltungsfestigkeit	Kraftverlauf
Material	geringe Absenkung
Dimensionierung & Formgebung	
Korrosion (wenig)	

Tabelle 7.4: Relationsmerkmale, Quelle: Eigene Darstellung.

Relationsmerkmal	
Werkzeugintegrierte Bauteile	Zugänglichkeit
Positionshilfe (auf Holz)	unabhängige Parametereinstellung
Fü Gehilfe (zwischen Frontplatten)	Lebenszyklustest
Handgriff	Wartungsintervall
Greifbarkeit	Verschleißreduktion
Poka Yoke (Fehlersichere Montage)	optische Wahrnehmung
einfacher Montageablauf	Spielzeugnorm
größerer Türwinkel	Funktions- & Grenzwertstudie (neu)
Einstellungsfeedback	wenig Gewicht
Reduktion Einstellmöglichkeiten	geringe Kosten
eine einheitliche Werkzeugschnittstelle	

7.4 Anwendung der TRIZ-Methode

Anhand des Mittelscharniers erfolgt die Auflösung von einigen wenigen physikalischen Widersprüchen und technischen Konflikten mittels der Methode TRIZ. Im Kapitel 6.5 ist die Vorgehensweise der Methode beschrieben.

7.4.1 Physikalische Widersprüche auflösen

Aus der Beziehungsmatrix vom House of Quality der Methode QFD sind beispielhaft je zwei Anforderungen und Merkmale herausgegriffen, die eine starke negative Korrelation zueinander besitzen. Es ist dabei die Rede von physikalischen Widersprüchen, die es zu lösen gilt. Im ersten Beispiel ist die starke widersprüchliche Beziehung zwischen der Anforderung „Einstellbereich (gesamt)“ und dem Merkmal „Zugänglichkeit“ zu lösen, da diese den Wert -9 in der Matrix besitzt (siehe Abbildung 7.3). Der Einstellbereich des Mittelscharniers umfasst dabei die Verstellung in der Höhe, Tiefe und Fuge. Mit dem Merkmal „Zugänglichkeit“ ist die Zugänglichkeit auf der vorderen Seite gemeint. In der nachfolgenden Abbildung 7.7 sind verschiedene mögliche Lösungen der widersprüchlichen Beziehung mittels der Separationsprinzipien von TRIZ ersichtlich.

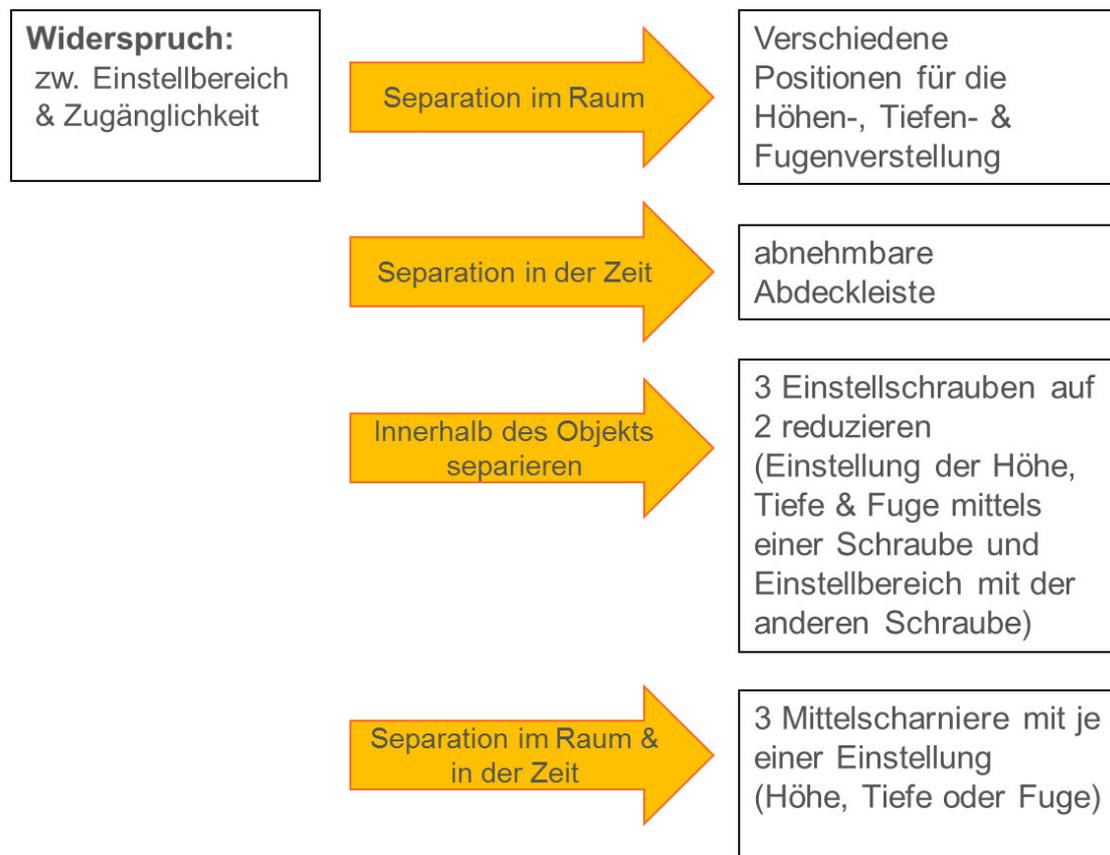


Abbildung 7.7: Physikalischer Widerspruch zwischen Einstellbereich und Zugänglichkeit auflösen, Quelle: Eigene Darstellung.

Mittels eines weiteren Beispiels ist der physikalische Widerspruch zwischen der Anforderung „Fingersicherheit“ und dem Merkmal „größerer Türwinkel“ zu lösen. In der nachfolgenden Abbildung 7.8 sind die möglichen Lösungen des Widerspruches durch die Separationsprinzipien von TRIZ ersichtlich.

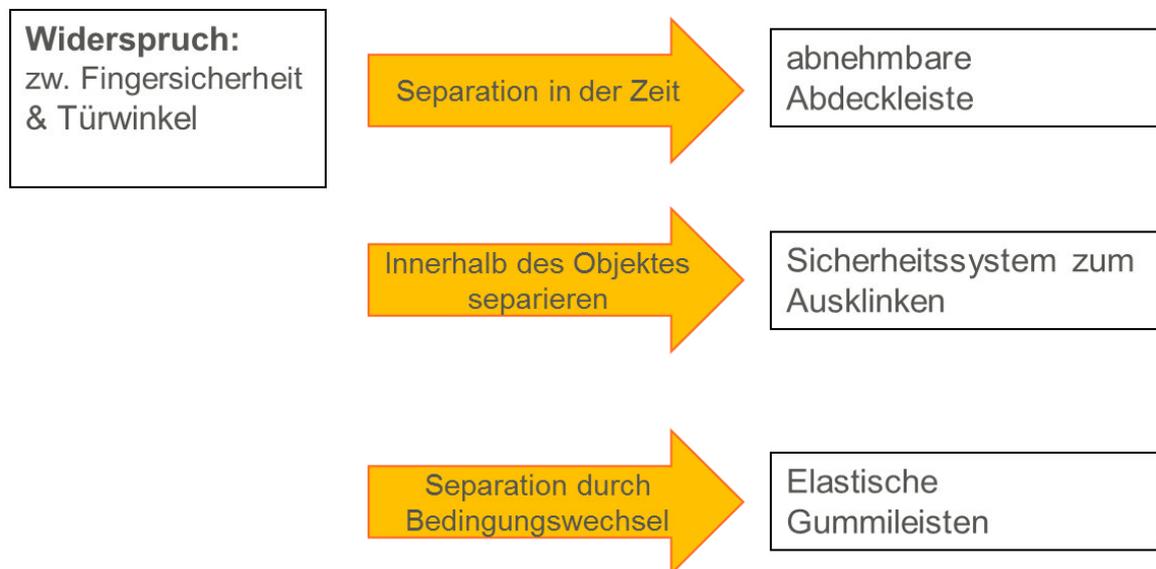


Abbildung 7.8: Physikalischer Widerspruch zwischen Fingersicherheit und Türwinkel auflösen, Quelle: Eigene Darstellung.

7.4.2 Technische Konflikte auflösen

Aus dem Dach des House of Quality der Methode QFD sind zwei Beispiele mit je zwei Merkmalen herausgegriffen, die eine starke negative Beziehung zueinander besitzen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von technischen Konflikten. Die Merkmale „Kraftverlauf“ und „Verschleißreduktion“ weisen einen starken negativen Konflikt auf (siehe Abbildung 7.4). Dabei ist der Kraftverlauf möglichst konstant zu halten, während eine Verbesserung der Verschleißreduktion erstrebenswert ist. Durch die Abstraktion lassen sich die Parameter „Energieverlust“¹⁸³ bzw. „Festigkeit“¹⁸⁴ für die Merkmale Kraftverlauf bzw. Verschleißreduktion auf Grundlage der 39 Parameter von TRIZ finden. Im Schnittpunkt der beiden Parameter in der Widerspruchstabelle ist das 35. innovative Prinzip „Eigenschaftsänderung“¹⁸⁵ bzw. „der Veränderung des Aggregatzustandes eines Objektes“¹⁸⁶ zu erkennen. Dies führt nach der Umwandlung auf konkrete Lösungen zu Schmierung und Selbstschmierung durch Materialpaarung. Der gesamte Vorgang zum Auflösen des technischen Konfliktes zwischen dem Kraftverlauf und der Verschleißreduktion ist in der nachfolgenden Abbildung 7.9 zu sehen.

¹⁸³ Vgl. Ponn/Lindemann (2011), S. 368.

¹⁸⁴ Vgl. Ponn/Lindemann (2011), S. 367.

¹⁸⁵ Vgl. Saatweber (2011), S. 435.

¹⁸⁶ Vgl. Ponn/Lindemann (2011), S. 385.

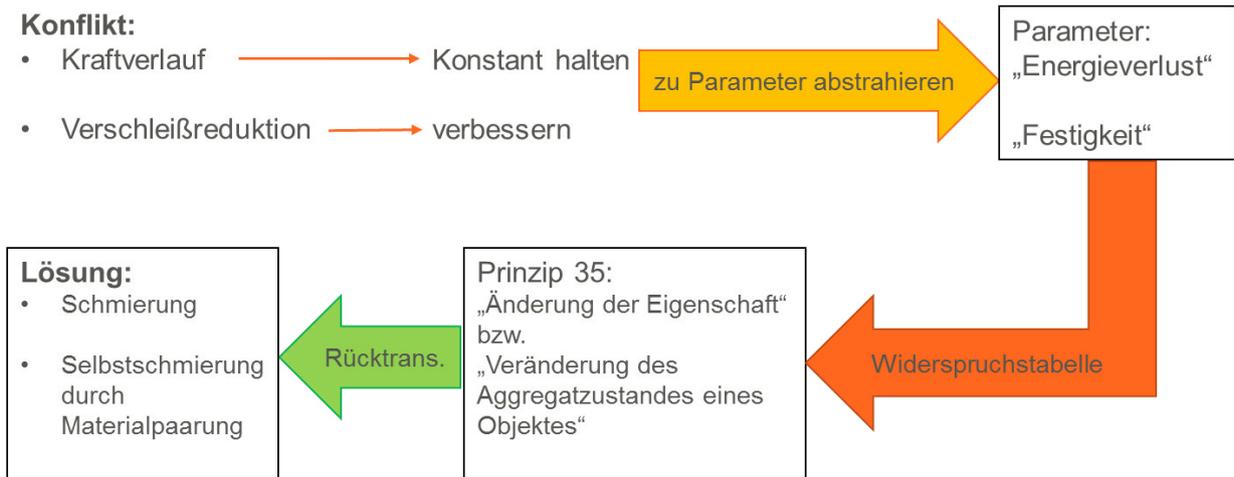


Abbildung 7.9: Auflösen des technischen Konfliktes zw. Kraftverlauf & Verschleißreduktion, Quelle: Eigene Darstellung.

Ein weiteres Beispiel stellt der „klassische“ technische Konflikt zwischen den Merkmalen „Dimensionierung“ und „wenig Gewicht“ dar. Dabei ist die Dimensionierung konstant zu halten und das Gewicht zu verbessern. Mittels Abstrahierung ergeben sich die Parameter „Volumen eines beweglichen Objektes“¹⁸⁷ bzw. „Masse eines beweglichen Objektes“¹⁸⁸ für die Merkmale Dimensionierung bzw. wenig Gewicht. Dies führt mit Hilfe der Widerspruchstabelle zum 2. Prinzip „Abtrennung“¹⁸⁹ und zur eigentlichen Lösung der Verwendung von mehreren Bauteilen bzw. Übertragung der Last auf mehrere Bauteile. Die nachfolgende Abbildung 7.10 zeigt die Lösungsfindung für den technischen Konflikt zwischen der Dimensionierung und dem Gewicht.

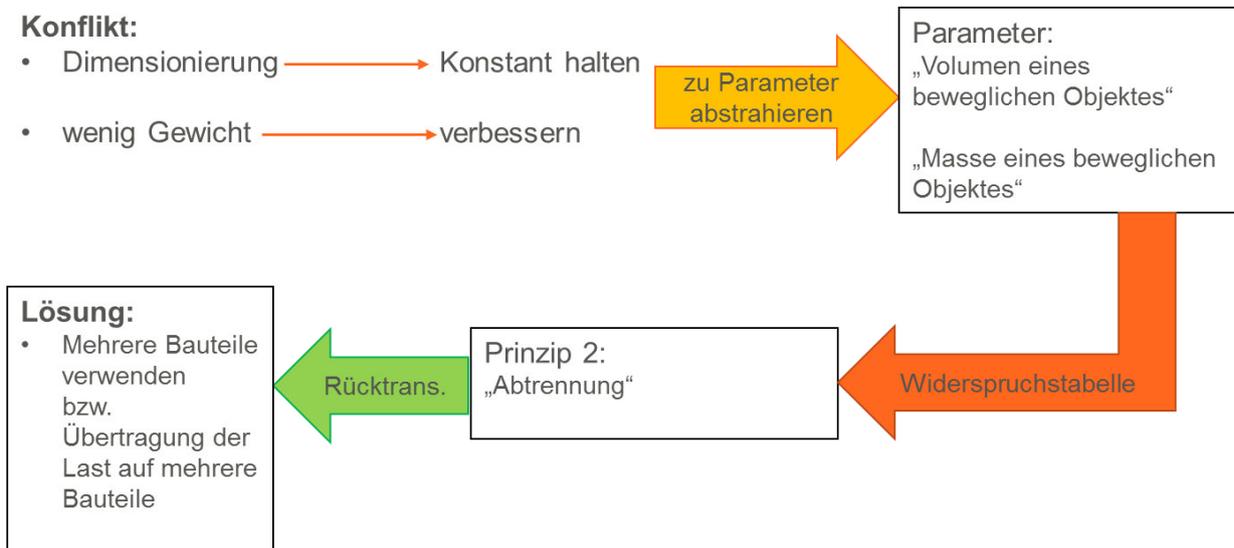


Abbildung 7.10: Auflösen des technischen Konfliktes zw. Dimensionierung & wenig Gewicht, Quelle: Eigene Darstellung.

¹⁸⁷ Vgl. Ponn/Lindemann (2011), S. 367.

¹⁸⁸ Vgl. Ponn/Lindemann (2011), S. 366.

¹⁸⁹ Vgl. Ponn/Lindemann (2011), S. 380.

7.5 Anwendung des Morphologischen Kastens

In diesem Unterkapitel erfolgt die Anwendung des morphologischen Kastens speziell für die Funktionsmerkmale. Diese sind jedoch zuvor in Teilfunktionen zu zerlegen, damit sie als Eingangsgröße für den morphologischen Kasten dienen können. In der nachfolgenden Tabelle 7.5 sind die Teilfunktionen der Funktionsmerkmale ersichtlich.

Tabelle 7.5: Teilfunktionen der Funktionsmerkmale, Quelle: Eigene Darstellung.

Funktionsmerkmale	Teilfunktionen
Einstellweg	
	X-Verstellung
	Y-Verstellung
	Z-Verstellung
Einstellkräfte	
	Lösen
	Sperren
Schallreduktion	
	Verringerung der Relativgeschwindigkeiten
Kraftverlauf	
	Als eigene Teilfunktion
geringe Absenkung	
	Halt an Tür 1
	Halt an Tür 2

Als nächsten Schritt sind die physikalischen Effekte auszuwählen, um physikalische Wirkprinzipien bzw. Funktionsträger für die einzelnen Teilfunktionen der Funktionsmerkmale vom Mittelscharnier zu erzeugen. Ein Auszug von physikalischen Effekten ist in der Tabelle 6.2 ersichtlich. Der Aufbau und die Vorgehensweise eines morphologischen Kastens ist bereits an einer anderen Stelle erklärt (siehe Kapitel 3.5.2 und siehe Kapitel 4). Unter der Berücksichtigung, dass die Verstellung in X-, Y- und Z-Richtung, das Lösen und Sperren und der Halt an der Tür 1 und 2 jeweils zu einer Teilfunktion zusammengefasst sind, ergibt sich folgender morphologische Kasten für die Funktionsmerkmale des Mittelscharniers (siehe Tabelle 7.6). Die X-, Y- und Z-Verstellung ist lediglich eine andere Bezeichnung für die Höhen-, Tiefen- und Fugenverstellung.

Tabelle 7.6: Morphologischer Kasten, Quelle: Eigene Darstellung.

Teilfunktion	Wirkprinzipien bzw. Funktionsträger				
X, Y & Z Verstellung	<p>Keil Gleichdick</p>	<p>Keil Exzentrerschnecke</p>	<p>Keil</p>	<p>Keil Zahnstange</p>	<p>Keil Schraube</p>
Lösen & Sperren	<p>Kniehebel/Übertotpunkt & Keil/Coulomb'sche Reibung</p>	<p>Abbildung: Freilaufkupplungen. Quelle: In Anlehnung an Kohler u.a. (2008), S. 256. Kohäsion fester Körper Freilaufkupplung</p>			
Verringerung der Relativgeschwindigkeiten	<p>Stoß elastisch bzw. Resonanz: Matte, Kautschukpuffer; Veränderung der Resonanz</p>	<p>Viskose Reibung: Drehdämpfer; Silikondämpfer; Schmierung</p>			
stetiger Kraftverlauf	<p>Rollende Reibung: Kugellager</p>	<p>Viskose Reibung (Hydrostatisches) Gleitlager Schmierung; niedrige Reibung</p>	<p>Coulombsche Reibung: Rollendes Auge</p>		
Halt an Tür 1 & 2	<p>Elastische Biegung 2</p>				

Zu diesem Zeitpunkt sind eine Zusammenstellung und Auswahl von Varianten nicht möglich, da sich das Projekt, wie schon mehrmals erwähnt, in der frühen Phase befindet und zu viele unbekannte Randbedingungen vorherrschen.

7.6 Mögliche Fertigungsverfahren für die Exzentrerschnecke

Das exemplarisch markierte Wirkprinzip Exzentrerschnecke der Teilfunktionen X-, Y- und Z-Verstellung soll als Muster für die Diskussion geeigneter Fertigungsverfahren dienen (siehe Tabelle 7.6). Dies soll unter der Berücksichtigung der DIN 8580 in Form der Fertigungstechnologiedatenbank als Hilfswerkzeug geschehen. Als Vorlage dient die Exzentrerschnecke eines bereits existierenden Produktes. Die Abbildung 7.11 zeigt die Exzentrerschnecke aus verschiedenen Perspektiven.

Die konkrete Auswahl der Fertigungstechnologie an dieser Stelle ist noch nicht möglich und macht auch keinen Sinn, da sich das Projekt im ersten Zyklus und in der frühen Phase des Spiralmethodenmodells befindet. Die Diskussion soll das Bewusstsein für verschiedene Technologieverfahren erweitern und bei der Produktentwicklung unterstützend wirken.

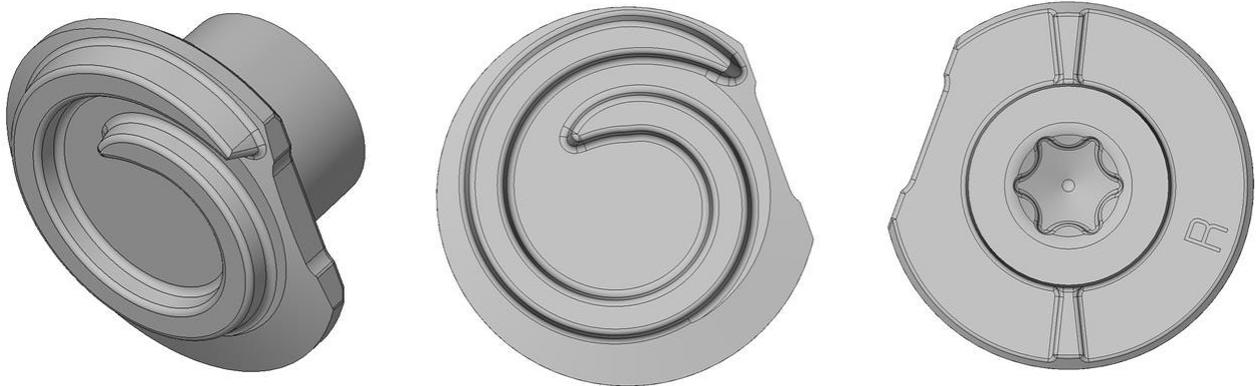


Abbildung 7.11: CAD-Volumen der Exzentrerschnecke aus verschiedenen Perspektiven, Quelle: Julius Blum GmbH.

7.6.1 Kaltfließpressen

Nach DIN 8583 gehört das Fließpressen zum Druckumformen und eignet sich für Teile von hoher Qualität und kleinen Abmessungen bei Raumtemperatur.¹⁹⁰ Bei genauerer Unterteilung ist das Fließpressen ein Verfahren des Durchdrückens, das wiederum zur vorher genannten Gruppe des Druckumformens gehört.¹⁹¹ In der nachfolgenden Abbildung 7.12 ist die Unterteilung, ausgehend von der zweiten Hauptgruppe „Umformen“ der DIN 8580, ersichtlich.

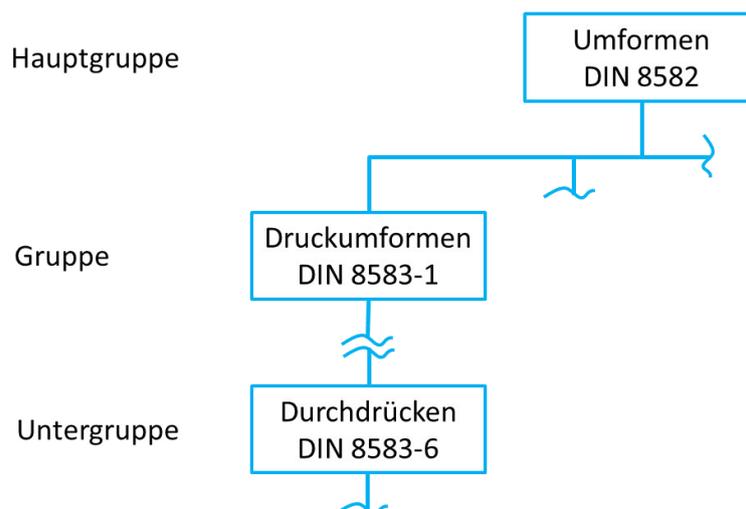


Abbildung 7.12: Durchdrücken im Ordnungsschema, Quelle: In Anlehnung an DIN 8580 (2003), S. 9.

¹⁹⁰ Vgl. Risse (2012), S. 113.

¹⁹¹ Vgl. Fritz (2012), S. 433.

Der Einsatz des Verfahrens Kaltfließpressen für die Fertigung von metallischen Teilen, deren Massespektrum von wenigen Gramm bis hin zu 30 kg aufweisen, ergeben folgende Vorteile:¹⁹²

- Hohe Mengenleistung unter optimaler Werkstoffausnutzung
- Maß- und Formgenauigkeit sind sehr hoch
- Hohe Oberflächenqualität
- Kaltverfestigung erzeugt eine Festigkeitszunahme

Neben den genannten Vorteilen existieren auch einige Nachteile dieses Verfahrens:¹⁹³

- Rohteilvorbereitung ist aufwendig
- Umformkräfte sind sehr hoch im Vergleich zum Warmmassivumformen
- Kosten des Werkzeugs sind hoch

7.6.2 Metallpulverspritzgießen

Durch Spritzgießen von hochschmelzenden Werkstoffen in Pulverform, die aus Metalle bzw. Hartmetalle bestehen, entstehen die Formteile beim Verfahren des Pulverspritzgießens.¹⁹⁴ Ausgehend von der ersten Hauptgruppe der DIN 8580 ist die Einteilung des Verfahrens nachfolgend erkennbar (siehe Abbildung 7.13). Als abschließenden Schritt erfolgt bei diesem Verfahren das Sintern.¹⁹⁵ Deswegen wäre die Einteilung nach dem Sinterprozess ebenfalls denkbar (siehe Kapitel 7.6.3).

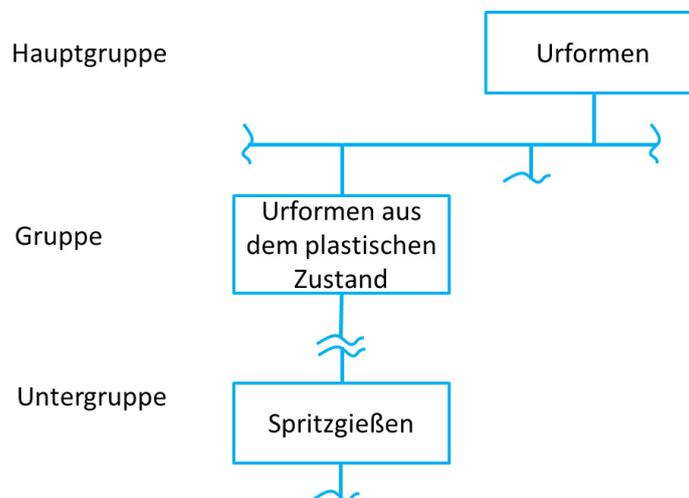


Abbildung 7.13: Pulverspritzgießen im Ordnungsschema, Quelle: In Anlehnung an DIN 8580 (2003), S. 8.

¹⁹² Vgl. Doege/Behrens (2010), S. 658.

¹⁹³ Vgl. Doege/Behrens (2010), S. 658.

¹⁹⁴ Vgl. Schüle (2008), S. 236.

¹⁹⁵ Vgl. Schüle (2008), S. 236.

Die Vorteile des Pulverspritzgießens bzw. Metal Injection Moulding (MIM) sind folgende:¹⁹⁶

- hohe Wirtschaftlichkeit
- Form- und Maßgenauigkeit sind hoch
- hohe Oberflächenqualität
- freizügige Formgebung für metallische Werkstoffe

Als nachteilig ist das verschleißfest auszustattende Spritzgießwerkzeug zu sehen, da die Formmassen abrasiv wirken.¹⁹⁷ Aufgrund von mehreren Prozessschritten können beim Metal Injection Moulding verschiedene Defekte auftreten, wie zum Beispiel Anspritzstellen, Einfallstellen, Verzerrungen, Rissbildungen, Ausblühungen und schlechte Dimensionskontrolle.¹⁹⁸

7.6.3 Sintern

Aus Sicht von Technologien der pulvermetallurgischen Verarbeitung kann die Einteilung nach DIN 8580 die Gruppe „Urformen aus dem körnigen oder pulverförmigen Zustand“ erfolgen (siehe Abbildung 7.14). Dies berücksichtigt aber nur den ungesinterten Pressling, der auch die Bezeichnung Grünling trägt. Erst mit Hilfe der Sinterung, mit der eine Neukristallisation und Nacharbeitung verbunden ist, bildet sich das Werkstück. Aufgrund der Änderung der Stoffeigenschaften kann eine Zuteilung des Sinterns auch zur sechsten Hauptgruppe „Stoffeigenschaft ändern“ erfolgen (siehe Abbildung 7.15).¹⁹⁹

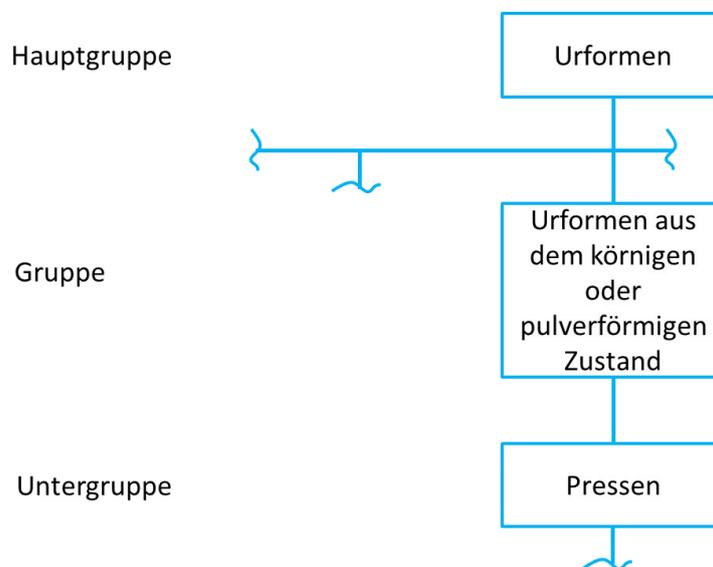


Abbildung 7.14: Sinterpressling im Ordnungsschema, Quelle: In Anlehnung an DIN 8580 (2003), S. 8.

¹⁹⁶ Vgl. Risse (2012), S. 69.

¹⁹⁷ Vgl. Johannaber/Michaeli (2004), S. 110.

¹⁹⁸ Vgl. Hwang (2012), S. 251 f.

¹⁹⁹ Vgl. Westkämpfer/Warnecke (2010), S. 93.

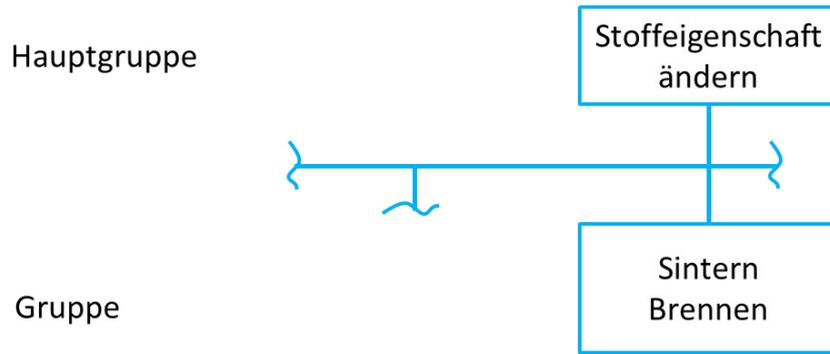


Abbildung 7.15: Sintern im Ordnungsschema, Quelle: In Anlehnung an DIN 8580 (2003), S. 13.

Die Herstellung pulvermetallurgischer Sinterterteile besitzen einige Vorteile gegenüber vergleichbare Urform- und Umformverfahren:²⁰⁰

- Maßhaltige Sinterfertigteile, die keinen weiteren Fertigungsschritt benötigen
- Nahezu 100%iger Ausnutzung des Pulverwerkstoffes
- Im Vergleich zu Guss- bzw. Schmiedestücke sind Sinterterteile reiner
- Durch das Mischen unterschiedlicher Metallpulver entstehen Werkstoffe, die in flüssiger Form nicht möglich wären
- Verbundwerkstoffe und Pseudolegierungen, die aus Nichtmetallen und Metallen bestehen, sind möglich
- Keine Seigerungen
- deutliche Energieeinsparungen bei Sinterformteilen (siehe Abbildung 7.16)

In der Abbildung 7.16 ist zu berücksichtigen, dass die Rohteilherstellungskosten bei umformtechnischen Verfahren, infolge der hohen Materialausnutzung, weniger bedeutsam sind.²⁰¹

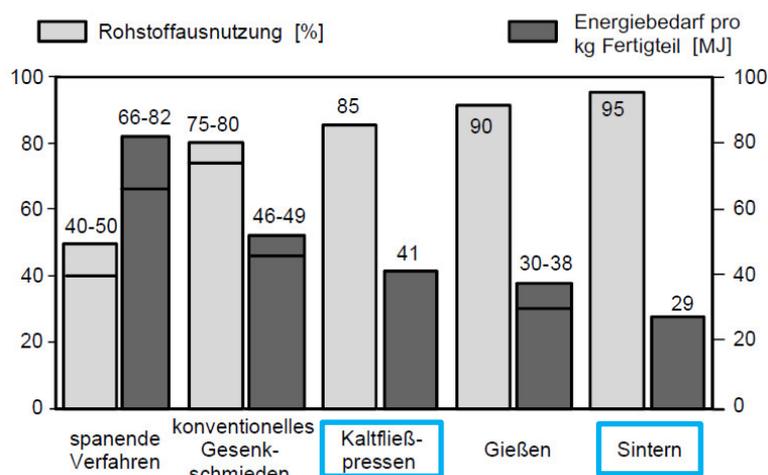


Abbildung 7.16: Rohstoffausnutzung und relativer Energiebedarf inkl. Stahlherstellung & Energiegehalt des Abfalls, Quelle: Herlan (1989), zitiert nach: Doege/Behrens (2010), S. 6.

²⁰⁰ Vgl. Fritz (2012), S. 92.

²⁰¹ Vgl. Doege/Behrens (2010), S. 5.

Gegenüber diesen Vorteilen stehen jedoch auch einige Nachteile dieses Verfahrens:²⁰²

- Pulver bzw. Pulvergemische verursachen hohe Kosten
- enorme Kräfte, große Pressen und hervorragende Werkzeuge sind für den Pressvorgang notwendig
- Einfache Grundkörper ohne Hinterschneidungen sind zufriedenstellend pressbar
- Bisher lassen sich mit bestimmten Pulvern bzw. Pulvermischungen keine porenfreien und schwindungsarmen Teile erzeugen

8 Zusammenfassung & Ausblick

Externe Studien

Die externen Studien zeigen erfasste Methoden in verschiedenen Unternehmensgrößen und -bereichen. Interessant dabei ist, dass offensichtlich auch die Größe des Unternehmens eine Auswirkung auf den Einsatz von Methoden und Werkzeugen hat. Auch die Einflussgrößen auf den Methodeneinsatz und den Produkterfolg bringen ein erweitertes Bewusstsein für die Produktentwicklung mit. Dies wiederum hat einen Effekt auf die Gestaltung des Produktentwicklungsprozesses. Neben diesen Einflüssen, sind auch Einflussgrößen direkt auf die Methoden und deren Bewertungsform erkennbar.

Interne Erhebungen

Die erste Befragung stellt sowohl den Wissenstand bezüglich Methoden und Werkzeugen als auch die Einstellung bzw. Haltung der befragten Experten gegenüber der systematischen Produktentwicklung dar. Mittels der zweiten Erhebung sind die Methoden- und Werkzeuganwendungen in den drei Phasen und die Intensität bzw. Gründlichkeit der Methoden- und Werkzeuganwendung erfasst.

Methodenmodell und Spiralmethodenmodell

Aufbauend auf den externen und internen Erhebungen und unter der Berücksichtigung von Methoden und Werkzeugen, die eine vernünftige Verbindung bzw. Verknüpfung zur Ausgangsmethode QFD bilden, ergibt sich das Methodenmodell. Als besonderes Werkzeug ist die sogenannte Fertigungstechnologiedatenbank mit Einbezug der DIN 8580 zu erwähnen. Die Anwendung eines dreifachen zyklischen Durchganges und die Berücksichtigung der Meilensteine des Produktinnovationsprozesses führen zum Spiralmethodenmodell.

²⁰² Vgl. Fritz (2012), S. 92.

Vorgehensweise der Methoden und die praktische Anwendung

Die Erklärung der Vorgehensweise der verwendeten Methoden für die Praxis dient zur Vorbereitung auf den eigentlichen anwendungsorientierten Teil der Arbeit. Im praktischen Abschnitt erfolgt die phasenabhängige Umsetzung des Methoden- bzw. Spiralmethodenmodells.

Ausblick

Verbesserungen bzw. Optimierungen von Produktentwicklungsprozessen sind unentwegte Forschungsgegenstände und auch in der Zukunft von besonderer Bedeutung, speziell für Unternehmen. Die stärkere Verknüpfung mit der Fertigungstechnik und deren Verfahrenstechnologien besitzt dabei eine strategische Bedeutung. Es sollen Innovationen in den Technologien berücksichtigt werden und die sich daraus ergebenden Funktions- und Kostenvorteile den Produktentwicklungsprozess positiv beeinflussen. In Zukunft sollte daher der Fertigungsaspekt systematisch, wie in der Arbeit vorgeschlagen, betrachtet werden. Dadurch wird garantiert, dass die Zielvorgaben bezüglich des Zeitpunktes für den Produktionsstart (Start of Production) und der Produktionskosten erfüllt werden.

Literaturverzeichnis

Amberg, Michael; Bodendorf, Freimut; Möslein, Kathrin (2011): *Wertschöpfungsorientierte Wirtschaftsinformatik*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg

Bässler, Roland (2014): *Qualitative Forschungsmethoden: Leitfaden zur Planung und Durchführung qualitativer empirischer Forschungsarbeiten*, 3. Auflage, RB Research&Consulting Verlag, Wien

Baumfeld, Leo; Hummelbrunner, Richard; Lukesch, Robert (2014): *Instrumente systemischen Handelns: Eine Erkundungstour*, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Beller, Sieghard (2008): *Empirisch forschen lernen: Konzepte, Methoden, Fallbeispiele, Tipps*, 2. Auflage, Verlag Hans Huber, Bern

Brandenburg, Frank (2002): *Methodik zur Planung technologischer Produktinnovationen*, Shaker Verlag, Aachen

Brüggemann, Holger; Bremer, Peik (2012): *Grundlagen Qualitätsmanagement: Von den Werkzeugen über Methoden zum TQM*, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden

Bubb, Heiner; Bengler, Klaus; Lange, Christian; Aringer, Carmen; Trübswetter, Nicole (2015): *Messmethoden*, in: Aringer, Carmen; u. a.: *Automobilergonomie*, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Cleff, Thomas (2011): *Deskriptive Statistik und moderne Datenanalyse: Eine computergestützte Einführung mit Excel, PASW (SPSS) und STATA*, 2. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden

Cleff, Thomas (2015): *Deskriptive Statistik und Explorative Datenanalyse: Eine computergestützte Einführung mit Excel, SPSS und STATA*, 3. Auflage, Springer Fachmedien, Wiesbaden

DIN Deutsches Institut für Normung e.V (Hrsg.) (2003): *Fertigungsverfahren: Begriffe, Einteilung*

Doege, Eckart; Behrens, Bernd-Arno (2010): *Handbuch Umformtechnik: Grundlagen, Technologien, Maschinen*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Dyckhoff, Harald; Steffenhagen, Hartwig; Keilen, Jens; Jochheim, Anke (2005): *Konzipierung markt- und kreislaforientierter Leistungsbündel*, in: Ader, Christoph; u. a.; Eversheim, Walter (Hrsg.); Schuh, Günther (Hrsg.): *Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 93 - 114

Ebster, Claus; Stalzer, Lieselotte (2003): *Wissenschaftliches Arbeiten für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler*, 2. Auflage, WUV Universitätsverlag, Wien

Eckey, Hans-Friedrich; Kosfeld, Reinhold; Türck, Matthias (2005): *Deskriptive Statistik: Grundlagen - Methoden – Beispiele*, 4. Auflage, Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, Wiesbaden

Ehrlenspiel, Klaus; Kiewert, Alfons; Lindemann, Udo; Mörtl, Markus (2014): *Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren: Kostenmanagement bei der integrierten Produktentwicklung*, 7. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Ehrlenspiel, Klaus; Meerkamm, Harald (2013): *Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit*, 5. Auflage, Carl Hanser Verlag, München Wien

Engelfried, Justus; Zahn, Sebastian (2012): *Wirkungsvolle Präsentationen von und in Projekten*, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Erk, Patrick (2013): *Patente und gewerbliche Schutzrechte im Produktentstehungsprozess*, in: Beitz, Wolfgang; u. a.; Feldhusen, Jörg (Hrsg.); Grote, Karl-Heinrich (Hrsg.): *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*, 8. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 199 - 224

Eversheim, Walter; Brandenburg, Frank; Breuer, Thomas; Hilgers, Michael; Rosier Christian (2003): *Die InnovationRoadMap-Methodik*, in: Baessler, Elke; u. a.; Eversheim, Walter (Hrsg.): *Innovationsmanagement für technische Produkte*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 27 - 131

Faulbaum, Frank; Prüfer, Peter; Rexroth, Margrit (2009): *Was ist eine gute Frage?: Die systematische Evaluation der Fragenqualität*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden

Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich (2013): *Einleitung*, in: Beitz, Wolfgang; u. a.; Feldhusen, Jörg (Hrsg.); Grote, Karl-Heinrich (Hrsg.): *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*, 8. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 5 - 10

Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich (2013): *Risikomanagement*, in: Beitz, Wolfgang; u. a.; Feldhusen, Jörg (Hrsg.); Grote, Karl-Heinrich (Hrsg.): *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*, 8. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 36 - 48

Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich (2013): *Funktionszusammenhang*, in: Beitz, Wolfgang; u. a.; Feldhusen, Jörg (Hrsg.); Grote, Karl-Heinrich (Hrsg.): *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*, 8. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 242 - 246

Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich (2013): *Wirkzusammenhang*, in: Beitz, Wolfgang; u. a.; Feldhusen, Jörg (Hrsg.); Grote, Karl-Heinrich (Hrsg.): *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*, 8. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 246 - 252

Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich (2013): *Produktplanung*, in: Beitz, Wolfgang; u. a.; Feldhusen, Jörg (Hrsg.); Grote, Karl-Heinrich (Hrsg.): *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*, 8. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 292 - 319

Friedli, Thomas; Schuh, Günther (2012): *Wettbewerbsfähigkeit der Produktion an Hochlohnstandorten*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Fritz, Alfred Herbert (2012): *Urformen durch Sintern (Pulvermetallurgie)*, in: Fritz, Alfred Herbert; u. a.; Fritz, Alfred Herbert (Hrsg.), Schulze, Günter (Hrsg.): *Fertigungstechnik*, 10. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 92 - 100

Fritz, Alfred Herbert (2012): *Umformen*, in: Fritz, Alfred Herbert; u. a.; Fritz, Alfred Herbert (Hrsg.), Schulze, Günter (Hrsg.): *Fertigungstechnik*, 10. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 407 - 486

Göker, Mehmet (1996): *Einbinden von Erfahrung in das konstruktionsmethodische Vorgehen*, VDI-Verlag (Fortschritts-Berichte VDI Reihe 1 Nr. 268), Düsseldorf

Göpfert, Jan; Tretow, Gerhard (2013): *Produktarchitektur*, in: Beitz, Wolfgang; u. a.; Feldhusen, Jörg (Hrsg.); Grote, Karl-Heinrich (Hrsg.): *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*, 8. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 252 - 279

Gilz, Torsten (2014): *Requirements Engineering und Requirements Management*, in: Eigner, Martin; u. a.; Eigner, Martin (Hrsg.); Roubanov, Daniil (Hrsg.); Zafirov, Radoslav (Hrsg.): *Modellbasierte Virtuelle Produktentwicklung*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Gimpel, Bernd (2006): *Konzept-Entwicklung und -Bewertung mit TRIZ und QFD*, in: Möhrle, Martin; u. a.; Gundlach, Carsten (Hrsg.); Nähler, Horst (Hrsg.): *Innovation mit TRIZ: Konzepte, Werkzeuge, Praxisanwendungen*, Symposion, Düsseldorf, S. 197 - 210

Graner, Marc (2013): *Der Einsatz von Methoden in Produktentwicklungsprojekten: Eine empirische Untersuchung der Rahmenbedingungen und Auswirkungen*, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Graner, Marc (2015): *Methodeneinsatz in der Produktentwicklung: Bessere Produkte, schnellere Entwicklung, höhere Gewinnmargen*, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Gundlach, Carsten; Nähler, Horst Thomas (2006): *TRIZ – Theorie des erfinderischen Problemlösens*, in: Möhrle, Martin; u. a.; Gundlach, Carsten (Hrsg.); Nähler, Horst (Hrsg.): *Innovation mit TRIZ: Konzepte, Werkzeuge, Praxisanwendungen*, Symposion, Düsseldorf, S. 11 - 42

Haberfellner, Reinhard; Nagel, Peter; Becker, Mario; Büchel, Alfred; von Massow, Heinrich; Daenzer, Walter (Hrsg.); Huber, F. (Hrsg.): *Systems Engineering: Methodik und Praxis*, 10. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, Zürich

Hehenberger, Peter (2011): *Computerunterstützte Fertigung: Eine kompakte Einführung*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Henkel, Peter (2014): *Besser wirken, mehr bewirken!: So überzeugen Sie Kunden und Geschäftspartner mit professionellen Präsentationen*, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Hensel, Thomas (2011): *Modellbasierter Entwicklungsprozess für Automatisierungslösungen*, Herbert Utz Verlag, München

Herlan, Thomas; Lange, Kurt (Hrsg.) (1989): *Optimaler Energieeinsatz bei der Fertigung durch Massivumformung*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Herrmann, Andreas; Huber, Frank (2013): *Produktmanagement: Grundlagen – Methoden – Beispiele*, 3. Auflage, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Hinsch, Martin (2014): *Qualitätsmanagement in der Luftfahrtindustrie: Ein Praxisleitfaden für die Luftfahrtnorm EN 9100*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Honegger, Jürg (2008): *Vernetztes Denken und Handeln in der Praxis: Mit Netmapping und Erfolgslogik schrittweise von der Vision zur Aktion*, Versus Verlag, Zürich

Hwang, K. S. (2012): *Common defects in metal injection molding*, in: Heaney, Donald; u. a.; Heaney Donald (Ed.): *Handbook of metal injection molding*, Woodhead Publishing, Cambridge, S. 235 - 253

Jakoby, Walter (2013): *Projektmanagement für Ingenieure: Ein praxisnahes Lehrbuch für den systematischen Projekterfolg*, 2. Auflage, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Johannaber, Friedrich; Michaeli, Walter (2004): *Handbuch Spritzgießen*, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, München

Julius Blum GmbH: Firmeninterne Schriften

Kallus, Wolfgang (2010): *Erstellung von Fragebogen*, facultas.wuv Universitätsverlag, Wien

Krapp, Michael; Nebel, Johannes (2011): *Methoden der Statistik: Lehr- und Arbeitsbuch*, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden

Krcmar, Helmut (2015): *Informationsmanagement*, 6. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Kuckartz, Udo; Rädiker, Stefan; Ebert, Thomas; Schehl, Julia (2013): *Statistik: Eine verständliche Einführung*, 2. Auflage, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Lauer, Thomas (2014): *Change Management: Grundlagen und Erfolgsfaktoren*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Lichtenthaler, Eckhard; Tschirky, Hugo (Hrsg.) (2002): *Organisation der Technology Intelligence: Eine empirische Untersuchung der Technologiefrühaufklärung in technologieintensiven Grossunternehmen*, Verlag Industrielle Organisation, Zürich

Lichtenthaler, Eckhard (2008): *Methoden der Technologie-Früherkennung und Kriterien zu ihrer Auswahl*, in: Abele, Thomas; u. a.; Möhrle, Martin (Hrsg.); Isenmann, Ralf (Hrsg.): *Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen*, 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 59 - 84

Lindemann, Udo; Ehrlenspiel, Klaus (1997): *Produktentwicklungsmethodik*, in: Beitz, Wolfgang; u. a.; Grabowski, Hans (Hrsg.); Geiger, Kerstin (Hrsg.): *Neue Wege zur Produktentwicklung*, Raabe, Bonn, S. 38 - 48

Lindemann, Udo (2009): *Methodische Entwicklung technischer Produkte: Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden*, 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Maurer, Kurt (1994): *PRA – Produkt Risiko Analyse*, ohne Verlagsangaben, Graz

Mittag, Hans-Joachim (2011): *Statistik: Eine interaktive Einführung*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Moritz, Eckehard Fozzy (2009): *Holistische Innovation: Konzept, Methodik und Beispiele*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Müller, Erich (2014): *Qualitätsmanagement für Unternehmer und Führungskräfte: Was Entscheider wissen müssen*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Naefe, Paul (2012): *Einführung in das Methodische Konstruieren: Für Studium und Praxis*, 2. Auflage, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Ophey, Lothar (2005): *Entwicklungsmanagement: Methoden in der Produktentwicklung*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Paier, Dietmar; Reiger, Horst (Hrsg.); Haas, Barbara (Hrsg.): *Quantitative Sozialforschung: Eine Einführung*, facultas.wuv Universitätsverlag, Wien

Phal, Gerhard; Beitz, Wolfgang; Feldhusen, Jörg; Grote, Karl-Heinrich (2013): *Erstellung eines Konzepts für das Produkt*, in: Beitz, Wolfgang; u. a.; Feldhusen, Jörg (Hrsg.); Grote, Karl-Heinrich (Hrsg.): *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*, 8. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 341 - 380

Ponn, Josef; Lindemann, Udo (2011): *Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte: Systematisch von Anforderungen zu Konzepten und Gestaltlösungen*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Porst, Rolf (2009): *Fragebogen: Ein Arbeitsbuch*, 2. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden

Probst, Gilbert; Raub, Steffen; Romhardt, Kai (2012): *Wissen managen: Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*, 7. Auflage, Springer Fachmedien, Wiesbaden

Risse, Andreas (2012): *Fertigungsverfahren der Mechatronik, Feinwerk- und Präzisionsgerätetechnik*, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden

Saatweber, Jutta (2011): *Kundenorientierung durch Quality Function Deployment: Produkte und Dienstleistungen mit QFD systematisch entwickeln*, 3. Auflage, Symposion, Düsseldorf

Schlösser, Thomas (2006): *Herstellkosten senken mit Hilfe der Widerspruchsmatrix*, in: Möhrle, Martin; u. a.; Gundlach, Carsten (Hrsg.); Nähler, Horst (Hrsg.): *Innovation mit TRIZ: Konzepte, Werkzeuge, Praxisanwendungen*, Symposion, Düsseldorf, S. 289 – 331

Schmutte, Andre (2014): *Geschäftsprozessmanagement: Den Kundennutzen erhöhen und Kosten senken*, in: Doerfler, Wolfgang; u. a.; Niermann, Peter (Hrsg.); Schmutte, Andre (Hrsg.): *Exzellente Managemententscheidungen: Methoden, Handlungsempfehlungen, Best Practices*, Springer Fachmedien, Wiesbaden, S. 213 - 243

Schuh, Günther; Eversheim, Walter; Lenders, Michael (2012): *Produktplanung*, in: Arnoscht, Jens; u. a.; Schuh, Günther (Hrsg.): *Innovationsmanagement: Handbuch Produktion und Management 3*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg S. 57 - 113

Schuh, Günther; Klappert, Sascha; Orilski, Simon (2011): *Technologieplanung*, in: Aghassi, Susanne; u. a.; Schuh, Günther (Hrsg.); Klappert, Sascha (Hrsg.): *Technologiemanagement Handbuch Produktion und Management 2*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 171 - 222

Schuh, Günther; Lenders, Michael; Nußbaum, Christopher; Rudolf, Stefan (2012): *Produktarchitekturgestaltung*, in: Arnoscht, Jens; u. a.; Schuh, Günther (Hrsg.): *Innovationsmanagement: Handbuch Produktion und Management 3*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg S. 115 - 160

Schuh, Günther; Müller, Jochen; Rauhut, Marcus (2012): *Gestaltung von Produktentwicklungsprozessen*, in: Arnoscht, Jens; u. a.; Schuh, Günther (Hrsg.): *Innovationsmanagement: Handbuch Produktion und Management 3*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg S. 161 - 247

Schüle, Helmut (2008): *Sonderverfahren beim Spritzgießen*, in: Altmann, Otto; u. a.; Eyerer, Peter (Hrsg.); Hirth, Thomas (Hrsg.); Elsner, Peter (Hrsg.): *Polymer Engineering: Technologien und Praxis*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 232 - 241

Smerlinski, Magdalena; Stephan, Michael; Gundlach, Carsten (2009): *Innovationsmanagement in hessischen Unternehmen: Eine empirische Untersuchung zur Praxis in klein- und mittelständischen Unternehmen*, ohne Verlagsangaben, Marburg <https://www.uni-marburg.de/fb02/bwl01/forschung/veroeffentlichungls/dateien/Discussionpapers/09-01> [Stand 27.07.2015]

Stiefel, Patrick (2011): *Eine dezentrale Informations- und Kollaborationsarchitektur für die unternehmensübergreifende Produktentwicklung*, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden

Streckfuss, Gerd (2006): *Die Verbesserung eines House of Quality mit TRIZ*, in: Möhrle, Martin; u. a.; Gundlach, Carsten (Hrsg.); Nähler, Horst (Hrsg.): *Innovation mit TRIZ: Konzepte, Werkzeuge, Praxisanwendungen*, Symposium, Düsseldorf, S. 165 – 179

Vajna, Sándor; Jackstien, Karoline; Gatzky, Thomas (2014): *Attribute im IDE*, in: Deml, Barbara; u. a.; Vajna, Sándor (Hrsg.): *Integrated Design Engineering: Ein interdisziplinäres Modell für die ganzheitliche Produktentwicklung*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 95 - 129

Vajna, Sándor (2014): *Methoden für das DIE*, in: Deml, Barbara; u. a.; Vajna, Sándor (Hrsg.): *Integrated Design Engineering: Ein interdisziplinäres Modell für die ganzheitliche Produktentwicklung*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, S. 495 - 513

Vajna, Sandor; Weber, Christian; Bley, Helmut; Zeman, Klaus (2009): *CAx für Ingenieure: Eine praxisbezogene Einführung*, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

Westkämper, Engelbert; Warnecke, Hans-Jürgen (2010): *Einführung in die Fertigungstechnik*, 8. Auflage, Vieweg+ Teubner Verlag, Wiesbaden

Zhang, W. J.; Lin, Yingzi; Sinha, N. (2005): *On Function-Behavior-Structure Framework for Design*, in: Journal of Design Research, The Second Canadian Design Engineering Network (CDEN) International Conference on Design Education, Innovation, and Practice, July 18-20, Kananaskis, o. S.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Produkt-Innovationsprozess, Quelle: Julius Blum GmbH (2015).	2
Abbildung 2.1: Produktentwicklungsmethoden je Auswahlschritt nach Graner, Quelle: Graner (2013), S. 119 (leicht modifiziert)	3
Abbildung 2.2: Grundgesamtheit & Antwortrate in der Untersuchung von Graner, Quelle: Graner (2013), S. 126 (leicht modifiziert)	6
Abbildung 2.3: Branchenverteilung & Umsatzverteilung nach Graner, Quelle: Graner (2013), S. 129.....	6
Abbildung 2.4: Branche der Unternehmen in der Untersuchung von Smerlinski, Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 7, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert).	7
Abbildung 2.5: Größe der teilnehmenden Unternehmen nach Smerlinski, Quelle: In Anlehnung an Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 7, Onlinequelle [27.07.2015].	7
Abbildung 2.6: Anzahl eingesetzter Methoden nach Graner, Quelle: Graner (2015), S. 12....	8
Abbildung 2.7: Häufig eingesetzte Methoden in den jeweiligen Bereichen nach Graner, Quelle: In Anlehnung an Graner (2015), S. 14.....	9
Abbildung 2.8: Häufig eingesetzte Methoden im Bereich „übergreifende Methoden“ nach Graner, Quelle: In Anlehnung an Graner (2015), S. 15.....	9
Abbildung 2.9: Strategiemethoden nach Smerlinski, Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 23, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert).....	10
Abbildung 2.10: Ideengenerierungsmethoden nach Smerlinski, Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 23, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert). .	10
Abbildung 2.11: Entwicklungsmethoden nach Smerlinski, Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 27, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert). .	10
Abbildung 2.12: eingesetzte Produktentwicklungsmethoden, Quelle: Lindemann/Ehrlenspiel (1997), S. 40.	11
Abbildung 2.13: Intensität der Methodennutzung in den jeweiligen Bereichen nach Graner, Quelle: in Anlehnung an Graner (2015), S. 14.....	11
Abbildung 2.14: Intensität der Methodennutzung im Bereich „übergreifende Methoden“ nach Graner, Quelle: in Anlehnung an Graner (2015), S. 15 (leicht modifiziert).	12
Abbildung 2.15: Nichtanwendung von Strategiemethoden nach Smerlinski Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 30, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert). .	12
Abbildung 2.16: Nichtanwenden von Ideengenerierungsmethoden nach Smerlinski, Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 31, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert). .	12
Abbildung 2.17: Nichtanwendung von Entwicklungsmethoden nach Smerlinski, Stephan & Gundlach, Quelle: Smerlinski/Stephan/Gundlach (2009), S. 33, Onlinequelle [27.07.2015] (leicht modifiziert).	13
Abbildung 2.18: Zusammenhang Methodeneinsatz und Produkterfolg (insgesamt je Kategorie) nach Graner, Quelle: Graner (2015) S. 17 (leicht modifiziert).....	13
Abbildung 2.19: Korrelation der Methoden mit dem Erfolg, Quelle: In Anlehnung an Graner (2015), S. 18 (leicht modifiziert).....	14

Abbildung 2.20: Korrelation der Methoden aus dem Bereich „übergreifende Methoden“ mit dem Erfolg, Quelle: In Anlehnung an Graner (2015), S. 19.....	14
Abbildung 2.21: Methodeneinsatz und dessen Rahmenbedingungen, Quelle: Graner (2015), S. 32.....	15
Abbildung 2.22: Direkte & indirekte Einflüsse auf den Produkterfolg, Quelle: In Anlehnung an Graner (2015), S. 7.	16
Abbildung 2.23: Methodeneignung für bestimmte Zeithorizonte, Quelle: Lichtenthaler (2008), S. 73 (leicht modifiziert).....	18
Abbildung 2.24: Industriespezifische Methodennutzung, Quelle: Lichtenthaler (2002), S. 332 (leicht modifiziert).	19
Abbildung 2.25: Einflussfaktoren auf die Methodenwahl und Auswahl der Bewertungsform, Quelle: Lichtenthaler (2008), S. 66.	20
Abbildung 3.1: Beispiel von geschlossenen Fragen mit Einfachnennung, Quelle: Eigene Darstellung.....	22
Abbildung 3.2: Beispiel einer offenen Frage, Quelle: Eigene Darstellung.	22
Abbildung 3.3: Kontrollfrage im ersten Fragebogen, Quelle: Eigene Darstellung.....	23
Abbildung 3.4: Abteilungszugehörigkeit der Befragten beim ersten Durchgang, Quelle: Eigene Darstellung.	24
Abbildung 3.5: Abteilungszugehörigkeit der Befragten beim zweiten Durchgang, Quelle: Eigene Darstellung.	25
Abbildung 3.6: Von den Daten zur Information, Quelle: In Anlehnung an Cleff (2015), S. 5.	25
Abbildung 3.7 Absolute & relative Häufigkeitsverteilung vom Wissen allg. Methodenarten, Quelle: Eigene Darstellung.....	27
Abbildung 3.8: Absolute & relative Häufigkeitsverteilung vom Wissen des Methodenstarts, Quelle: Eigene Darstellung.....	27
Abbildung 3.9: Absolute & relative Häufigkeitsverteilung von der Erfahrung des Methodeneinsatz, Quelle: Eigene Darstellung.	28
Abbildung 3.10: Methodeneinsatz spielt eine zentrale Rolle im Entwicklungsprojekt, Quelle: Eigene Darstellung.	29
Abbildung 3.11: Methodeneinsatz lediglich als Hilfestellung & Denkanstoß, Quelle: Eigene Darstellung.....	29
Abbildung 3.12: Entwicklungsprozess verbessern durch Methodeneinsatz, Quelle: Eigene Darstellung.....	30
Abbildung 3.13: Methoden, die persönlich abgelehnt werden, Quelle: Eigene Darstellung.	30
Abbildung 3.14: Kriterien von beispielsweise drei Batterien, Quelle: Ehrlenspiel/Meerkam (2013), S. 534.	32
Abbildung 3.15: Vergleich von Vor- & Nachteilen der drei Batterien, Quelle: Ehrlenspiel/Meerkam (2013), S. 534.	32
Abbildung 3.16: Einsatz von Bewertungsmethoden je Phase, Quelle: Eigene Darstellung.	34
Abbildung 3.17: Anwendungsintensität der Bewertungsmethoden, Quelle: Eigene Darstellung.....	34

Abbildung 3.18: Morphologischer Kasten, Quelle: Ponn/Lindemann (2011), S. 123.	35
Abbildung 3.19: Methode Mind-Map, Quelle: Ophey (2005), S. 47.	36
Abbildung 3.20: Funktionsstruktur, Quelle: Feldhusen/Grote (2013), S. 244.	38
Abbildung 3.21: verschiedene Arten von Benchmarking, Quelle: Saatweber (2011), S. 140.	39
Abbildung 3.22: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie Kreativität & Wissensbeschaffung, Quelle: Eigene Darstellung.	40
Abbildung 3.23: Methoden- & Werkzeugintensität der Kategorie Kreativität- & Wissensbeschaffung, Quelle: Eigene Darstellung.	40
Abbildung 3.24: „METUS-Raute“ zur Darstellung einer Produktarchitektur, Quelle: Göpfert/Tretow (2013), S. 257.	41
Abbildung 3.25: „Input-Output-Sichtweise“ der Funktionsstruktur, Quelle: Phal u. a. (2013), S. 346.	42
Abbildung 3.26: Funktionsstruktur aus der „hierarchischen Sichtweise“, Quelle: Phal u. a. (2013), S. 345.	42
Abbildung 3.27: Modulare Produktarchitektur, Quelle: Göpfert/Tretow (2013), S. 259.	43
Abbildung 3.28: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie Abstraktion bzw. Abstrahierung, Quelle: Eigene Darstellung.	43
Abbildung 3.29: Methoden- &Werkzeugintensität der Kategorie Abstraktion bzw. Abstrahierung, Quelle: Eigene Darstellung.	44
Abbildung 3.30: Wirkprinz einer Teilfunktion, Quelle: In Anlehnung an Feldhusen/Grote (2013), S. 247.	45
Abbildung 3.31: Kano-Modell, Quelle: Saatweber (2011), S. 86.	46
Abbildung 3.32: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie Kommunikation & Verständnis, Quelle: Eigene Darstellung.	47
Abbildung 3.33: Methoden- &Werkzeugintensität der Kategorie Kommunikation & Verständnis, Quelle: Eigene Darstellung.	47
Abbildung 3.34: Einflussgrößen in der Methode DoE, Quelle: Bruggemann/Bremer (2012), S. 71.	49
Abbildung 3.35: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie Risikomanagement, Quelle: Eigene Darstellung.	50
Abbildung 3.36: Methoden- & Werkzeugintensität der Kategorie Risikomanagement, Quelle: Eigene Darstellung.	50
Abbildung 3.37: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie Szenario & Zukunft, Quelle: Eigene Darstellung.	51
Abbildung 3.38: Methoden- & Werkzeugintensität der Kategorie Szenario & Zukunft, Quelle: Eigene Darstellung.	52
Abbildung 3.39: Methoden- bzw. Hilfswerkzeugeinsatz je Phase in der Kategorie „weitere Methoden & Werkzeuge“, Quelle: Eigene Darstellung.	53
Abbildung 3.40: Methoden- &Werkzeugintensität der Kategorie „weitere Methoden & Werkzeuge“, Quelle: Eigene Darstellung.	53

Abbildung 4.1: Produktmerkmalseinteilung nach Göker, Quelle: Göker (1996), zitiert nach: Lindemann (2009), S. 160.....	60
Abbildung 4.2: Technische Konflikte und physikalische Widersprüche im HoQ, Quelle: Streckfuss (2006), S. 172 (leicht modifiziert).	61
Abbildung 4.3: Ideendetaillierungsmethodenkasten, Quelle: In Anlehnung an Brandenburg (2002), zitiert nach: Eversheim u. a. (2003), S. 101.....	61
Abbildung 4.4: Technologiealternativen im morphologischen Kasten, Quelle: Schuh/Klappert/Orilski (2011), S. 200.....	63
Abbildung 4.5: Erfüllungsgradermittlung der Basisanforderungen von Varianten (Windkraftanlagen) im 1. HoQ, Quelle: Dyckhoff u. a. (2005), S. 102. (leicht modifiziert).....	64
Abbildung 4.6: Verknüpfung der Methoden bzw. Werkzeuge zum Modell, Quelle: Eigene Darstellung.....	65
Abbildung 4.7: Vorbereitung für die QFD-Methode, Quelle: Eigene Darstellung.....	65
Abbildung 5.1: iterativer Durchlauf des spiralförmigen Ablaufes, Quelle: Jakoby (2013), S. 114.....	66
Abbildung 5.2: Spiralmethodenmodell, Quelle: Eigene Darstellung.	67
Abbildung 5.3: Symbole zur Erklärung des Spiralmethodenmodells, Quelle: Eigene Darstellung.....	68
Abbildung 6.1: Start mittels KJ-Methode, Quelle: Eigene Darstellung.....	68
Abbildung 6.2: Strukturierung der Anforderungen mittels der KJ-Methode, Quelle: Saatweber (2011), S. 176. (leicht modifiziert).....	69
Abbildung 6.3: Erstellung des House of Quality, Quelle: Saatweber (2011), S. 199 (leicht modifiziert).....	71
Abbildung 6.4: Auszug einer Widerspruchsmatrix, Quelle: In Anlehnung an Schlösser (2006), S. 313.	73
Abbildung 6.5: Vorgehensweise für die Findung von Lösungsansätzen, Quelle: Gimpel (2006), S. 198 (leicht modifiziert).....	74
Abbildung 7.1: Schemenhafte Darstellung des Mittelscharniers mit seiner Umgebung, Quelle: Eigene Darstellung.....	75
Abbildung 7.2: Erste Schritte in einem Auszug des House of Quality der QFD-Methode, Quelle: Eigene Darstellung.....	78
Abbildung 7.3: Schritte vier und fünf mit Teilschritten in einem Auszug des House of Quality, Quelle: Eigene Darstellung.....	79
Abbildung 7.4: Merkmalsbeziehungen durch Schritt sechs, Quelle: Eigene Darstellung.....	80
Abbildung 7.5: Ausschnitt vom HoQ mit Schritt sieben, Quelle: Eigene Darstellung.	81
Abbildung 7.6: Schritt acht in einem Auszug des HoQ, Quelle: Eigene Darstellung.....	81
Abbildung 7.7: Physikalischer Widerspruch zwischen Einstellbereich und Zugänglichkeit auflösen, Quelle: Eigene Darstellung.....	83
Abbildung 7.8: Physikalischer Widerspruch zwischen Fingersicherheit und Türwinkel auflösen, Quelle: Eigene Darstellung.....	84

Abbildung 7.9: Auflösen des technischen Konfliktes zw. Kraftverlauf & Verschleißreduktion, Quelle: Eigene Darstellung.....	85
Abbildung 7.10: Auflösen des technischen Konfliktes zw. Dimensionierung & wenig Gewicht, Quelle: Eigene Darstellung.....	85
Abbildung 7.11: CAD-Volumen der Exzentrerschnecke aus verschiedenen Perspektiven, Quelle: Julius Blum GmbH.	88
Abbildung 7.12: Durchdrücken im Ordnungsschema, Quelle: In Anlehnung an DIN 8580 (2003), S. 9.	88
Abbildung 7.13: Pulverspritzgießen im Ordnungsschema, Quelle: In Anlehnung an DIN 8580 (2003), S. 8.	89
Abbildung 7.14: Sinterpressling im Ordnungsschema, Quelle: In Anlehnung an DIN 8580 (2003), S. 8.	90
Abbildung 7.15: Sintern im Ordnungsschema, Quelle: In Anlehnung an DIN 8580 (2003), S. 13.....	91
Abbildung 7.16: Rohstoffausnutzung und relativer Energiebedarf inkl. Stahlherstellung & Energiegehalt des Abfalls, Quelle: Herlan (1989)., zitiert nach: Doege/Behrens (2010), S. 6.	91

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Methoden in den Bereichen Forschung & Entwicklung nach Graner, In Anlehnung an Graner (2013), S. 119.....	4
Tabelle 2.2: Methoden in den Bereichen Qualität & Logistik nach Graner, In Anlehnung an Graner (2013), S. 120.....	4
Tabelle 2.3: Methoden in den Bereichen übergreifende Methoden nach Graner, In Anlehnung an Graner (2013), S. 120.....	4
Tabelle 2.4: Technologie-Früherkennungsmethoden und Bewertungsformen nach Lichtenthaler, Quelle: Lichtenthaler (2008), S. 64 (leicht modifiziert).	5
Tabelle 2.5: Unternehmen für die Untersuchung nach Lichtenthaler, Quelle: Lichtenthaler (2008), S. 62.	8
Tabelle 2.6: Methoden und deren Eignung für Analysefunktionen, Quelle: Lichtenthaler (2008), S. 69 (leicht modifiziert).....	17
Tabelle 3.1: Skalenniveaus, Quelle: Kuckartz u. a. (2013), S. 19.	23
Tabelle 3.2: Häufigkeitstabelle, Quelle: Eigene Darstellung.....	26
Tabelle 3.3: Beispielsweise die Kategorie „Kreativität & Wissensbeschaffung“, Quelle: Eigene Darstellung.....	31
Tabelle 4.1: Hauptgruppen der Fertigungsverfahren, Quelle: DIN 8580 (2003), S. 7.....	62
Tabelle 4.2: auszugsweise wenige Untergruppen des Feldes Umformen, Quelle: In Anlehnung an DIN 8580 (2003), S. 9.....	62
Tabelle 6.1: Auszug aus den 40 innovativen Prinzipien, Quelle: In Anlehnung an Saatweber (2011), S. 435.	73
Tabelle 6.2: Auszug Physikalischer Effekte, Quelle: In Anlehnung an Ponn/Lindemann (2011), S. 350.	74
Tabelle 7.1: Einteilung der Anforderungen, Quelle: Eigene Darstellung.....	76
Tabelle 7.2: Paarweiser Vergleich der Anforderungen vom Mittelscharnier, Quelle: Eigene Darstellung.....	77
Tabelle 7.3: Beschaffungs- & Funktionsmerkmale, Quelle: Eigene Darstellung.....	82
Tabelle 7.4: Relationsmerkmale, Quelle: Eigene Darstellung.	82
Tabelle 7.5: Teilfunktionen der Funktionsmerkmale, Quelle: Eigene Darstellung.....	86
Tabelle 7.6: Morphologischer Kasten, Quelle: Eigene Darstellung.	87

Anhang

Fragen der ersten internen Erhebung mittels Interview:

◆ **Wie würden Sie Ihren Wissenstand bzgl. Methoden einschätzen?**

(1 = sehr groß, 5 = sehr gering)

Das Wissen, über die verschiedenen Methodenarten, die es allg. gibt, ist...	1	2	3	4	5
Der Wissenstand, für den besten Zeitpunkt eines Methodenstarts, ist...	1	2	3	4	5
Das durch die Erfahrung vom Methodeneinsatz ermittelte Wissen ist...	1	2	3	4	5

◆ **Wie stellen Sie sich den Methodeneinsatz vor?**

(1 = absolut, 5 = überhaupt nicht)

Der Methodeneinsatz soll eine zentrale Rolle im Entwicklungsprojekt einnehmen.	1	2	3	4	5
Der Methodeneinsatz dient lediglich als Hilfestellung für Denkanstöße & nicht für das eigentliche Entwicklungsergebnis.	1	2	3	4	5

◆ **Kann, Ihrer Meinung nach, der Methodeneinsatz den Entwicklungsprozess verbessern?**

◆ **Gibt es Methoden, die Sie persönlich ablehnen?**

Fragen der ersten Erhebung, die zu keinem brauchbaren Resultat und zur Anwendung der zweiten Erhebung führen:

- ◆ **Welche Methoden setzen Sie im Laufe des Produkt-Innovationsprozesses (PIP) ein und wie oft machen Sie Gebrauch davon?**²⁰³ (1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)
Priorisieren bzw. bewerten Sie die Methoden. (a = höchste bzw. beste Bewertung)

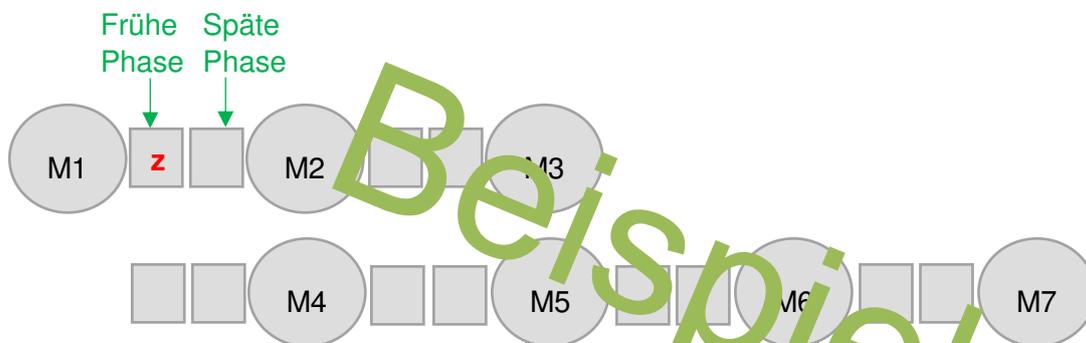
Bsp.:

z) FMEA	1	2	3	4	5
---------	---	---	---	---	---

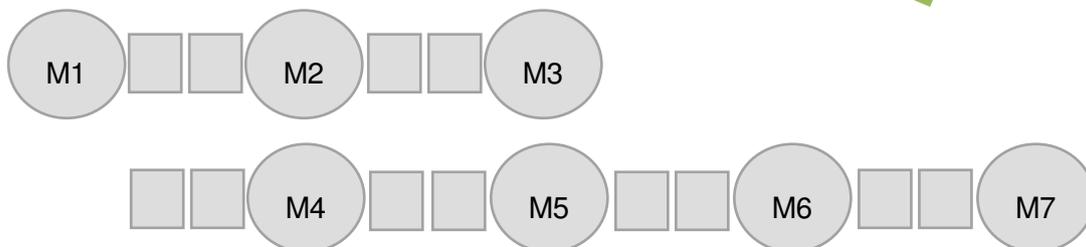
a)	1	2	3	4	5
b)	1	2	3	4	5
c)	1	2	3	4	5
d)	1	2	3	4	5
e)	1	2	3	4	5
f)	1	2	3	4	5
g)	1	2	3	4	5

- ◆ **Wann werden die von Ihnen genannten Methoden angewendet? Verwenden Sie dazu die Buchstaben, die vor den Methodennamen stehen.**²⁰⁴ (M=Meilenstein)

Bsp.: z) FMEA frühe Phase



Ihre Vorlage:



²⁰³ Vgl. Graner (2013), S. S. 227.

²⁰⁴ Vgl. Graner (2013), S. S. 227.

Brauchbare Ergebnisse der ersten Befragung:

Wissenstand Methoden:

(1= sehr groß, 5=sehr gering)

allg. Methodenarten

Ausprägung	ai	1	2	3	4	5
Häufigkeit (absolut)	$h(ai)$	0	7	9	3	0
Häufigkeit (relativ)	$f(ai)$	0,00	0,37	0,47	0,16	0,00

Zeitpunkt Methodenstart

Ausprägung	ai	1	2	3	4	5
Häufigkeit (absolut)	$h(ai)$	0	12	5	2	0
Häufigkeit (relativ)	$f(ai)$	0,00	0,63	0,26	0,11	0,00

Erfahrung durch Methodeneinsatz

Ausprägung	ai	1	2	3	4	5
Häufigkeit (absolut)	$h(ai)$	6	7	4	2	0
Häufigkeit (relativ)	$f(ai)$	0,32	0,37	0,21	0,11	0,00

Anschauung des Methodeneinsatz:

(1= absolut, 5=überhaupt nicht)

Zentrale Rolle

Ausprägung	ai	1	2	3	4	5
Häufigkeit (absolut)	$h(ai)$	8	5	5	0	1
Häufigkeit (relativ)	$f(ai)$	0,42	0,26	0,26	0,00	0,05

Hilfestellung, Denkanstoß

Ausprägung	ai	1	2	3	4	5
Häufigkeit (absolut)	$h(ai)$	3	3	3	3	7
Häufigkeit (relativ)	$f(ai)$	0,16	0,16	0,16	0,16	0,37

Entwicklungsprozess verbessern durch Methodeneinsatz

Ausprägung	ai	Ja	geringfügig	Nein	Sowohl Ja, als auch Nein
Häufigkeit (absolut)	$h(ai)$	17	1	0	1
Häufigkeit (relativ)	$f(ai)$	0,89	0,05	0,00	0,05

Methoden ablehnen

prinzipiell

Ausprägung	a_i	Ja	Nein	eher Nein	nicht genannt
Häufigkeit (absolut)	$h(a_i)$	8	6	1	4
Häufigkeit (relativ)	$f(a_i)$	0,42	0,32	0,05	0,21

Zweite Erhebung:

Kategorie Bewertungsmethoden

(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)

Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung						Phasen:		
	0	1	2	3	4	5	M1-M3	M3-M5	M5-M7
> Variantenbewertung: Kriterienliste									
> Vor-&Nachteilanalyse									
> Nutzwertanalyse									
> Expertenbewertung									
> Intuition/Bauchgefühl									
> Paarweiser Vergleich									

Kategorie Kreativität & Wissensbeschaffung

(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)

Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung						Phasen:		
	0	1	2	3	4	5	M1-M3	M3-M5	M5-M7
> Morphologischer Kasten									
> Brainstorming									
> 635-Methode									
> TRIZ									
> Mind-Map									
> Workshop mit Flip-Chart									
> Visualisierungsmöglichkeit(z.B. Flip-Chart, PPT™)									
> Galeriemethode									
> 6 Hüte von De Bono (Rollentausch)									
> Funktionsstruktur - Variation									
> Benchmarking									
> Patente bzw. Patentrecherche									
> Internet bzw. Internetrecherche									

Kategorie Abstraktion bzw. Abstrahierung

(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)

Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung						Phasen:		
	0	1	2	3	4	5	M1-M3	M3-M5	M5-M7
> METUS									
> Netmapping®									
> Funktionsstrukturen									
> Modularisierung , Plattformentwicklung & entsprechende Produktarchitektur									

Kategorie Kommunikation & Verständnis

(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)

Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung						Phasen:		
	0	1	2	3	4	5	M1-M3	M3-M5	M5-M7
> QFD									
> Darstellung des gesamten Lösungsraumes									
> Konzeptmatrix									
> Darstellung von physikalische Wirkprinzipien									
> Kano-Modell									

Kategorie Risikomanagement

(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)

Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung						Phasen:		
	0	1	2	3	4	5	M1-M3	M3-M5	M5-M7
> Design Review bzw. Software Review									
> Pflichtenheft									
> DoE bzw. statistische Versuchsplanung									
> Story telling bzw. Lessons learned									

Kategorie Szenario & Zukunft

(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)

Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung						Phasen:		
	0	1	2	3	4	5	M1-M3	M3-M5	M5-M7
Zukunftsszenario (Strategie)									
Systematische Suche nach disruptiven Technologien									

Kategorie weitere Methoden & Werkzeuge

(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)

Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung						Phasen:		
	0	1	2	3	4	5	M1-M3	M3-M5	M5-M7
V-Modell									
SCRUM									

Ergebnisse der zweiten Befragung:

Kategorie Bewertungsmethoden															
(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)															
Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung					Summe	Gewichtet	gew. Mittel	Phasen:			Phasen:			
	0	1	2	3	4				5	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit		relative Häufigkeit		
									M1-M3	M3-M5	M5-M7	M1-M3	M3-M5	M5-M7	
> Intuition/Bauchgefühl	1	1	2	1	4	9	18	69	3,833333333	15	13	10	83,33	72,22	55,56
> Vor-&Nachteilanalyse	2	5	2	3	6	18	18	58	3,222222222	13	13	4	72,22	72,22	22,22
> Expertenbewertung	2	3	2	1	7	3	18	53	2,944444444	11	11	5	61,11	61,11	27,78
> Variantenbewertung: Kriterienliste	4	1	2	3	4	4	18	50	2,777777778	11	11		61,11	61,11	0,00
> Paarweiser Vergleich	8	1	4	3		2	18	28	1,555555556	7	6	3	38,89	33,33	16,67
> Nutzwertanalyse	7	6	3		2		18	20	1,111111111	6	9		33,33	50,00	0,00

Kategorie Kreativität & Wissensbeschaffung															
(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)															
Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung					Summe	Gewichtet	gew. Mittel	Phasen:			Phasen:			
	0	1	2	3	4				5	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit		relative Häufigkeit		
									M1-M3	M3-M5	M5-M7	M1-M3	M3-M5	M5-M7	
> Visualisierungsmöglichkeit				2	3	13	18	83	4,611111111	15	15	12	83,33	83,33	66,67
> Internet bzw. Internetrecherche			1	6	3	8	18	72	4	16	15	8	88,89	83,33	44,44
> Workshop mit FlipChart		3	2	2	4	7	18	64	3,555555556	14	14	9	77,78	77,78	50,00
> Mind-Map	1	2	5	1	2	7	18	58	3,222222222	14	12	7	77,78	66,67	38,89
> Brainstorming	1	2	4	2	4	5	18	57	3,166666667	14	12	6	77,78	66,67	33,33
> Morphologischer Kasten	1	3	3	4	4	3	18	52	2,888888889	14	10	3	77,78	55,56	16,67
> Patente bzw. Patentrecherche	1	4	3	4	2	4	18	50	2,777777778	16	12	1	88,89	66,67	5,56
> Benchmarking	1	4	4	2	4	3	18	49	2,722222222	15	9	2	83,33	50,00	11,11
> Funktionsstruktur - Variation	5	5	1	4	1	2	18	33	1,833333333	10	9	1	55,56	50,00	5,56
> 635-Methode	7	4	2	4	1		18	24	1,333333333	8	8		44,44	44,44	0,00
> Galeriemethode	10	2	1	5			18	19	1,055555556	4	6		22,22	33,33	0,00
> 6 Hüte von De Bono (Rollentausch)	15	3					18	3	0,166666667	1	2		5,56	11,11	0,00
> TRIZ	17		1				18	2	0,111111111	1	1	1	5,56	5,56	5,56

Kategorie Abstraktion bzw. Abstrahierung															
(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)															
Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung					Summe	Gewichtet	gew. Mittel	Phasen:			Phasen:			
	0	1	2	3	4				5	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit		relative Häufigkeit		
									M1-M3	M3-M5	M5-M7	M1-M3	M3-M5	M5-M7	
> Funktionsstrukturen	3	5	1	1	6	2	18	44	2,444444444	13	9	1	72,22	50,00	5,56
> Modularisierung, Plattformentwicklung & entsprechende Produktarchitektur	4	3	3	2	4	2	18	41	2,277777778	12	7	3	66,67	38,89	16,67
> Netmapping®	16	1			1		18	5	0,277777778	2	1		11,11	5,56	0,00
> METUS	15	2	1				18	4	0,222222222	3	1		16,67	5,56	0,00

Kategorie Kommunikation & Verständnis															
(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)															
Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung					Summe	Gewichtet	gew. Mittel	Phasen:			Phasen:			
	0	1	2	3	4				5	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit		relative Häufigkeit		
									M1-M3	M3-M5	M5-M7	M1-M3	M3-M5	M5-M7	
> Darstellung des gesamten Lösungsraumes	8	1	2	3		4	18	34	1,888888889	9	5	1	50,00	27,78	5,56
> Darstellung von physikalische Wirkprinzipien	8	3	1	2	2	2	18	29	1,611111111	9	7	1	50,00	38,89	5,56
> Konzeptmatrix	12	1	1		3	1	18	20	1,111111111	5	4	1	27,78	22,22	5,56
> Kano-Modell	9	7	2				18	11	0,611111111	8	4	1	44,44	22,22	5,56
> QFD	16	2					18	2	0,111111111	1	1		5,56	5,56	0,00

Kategorie Risikomanagement															
(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)															
Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung					Summe	Gewichtet	gew. Mittel	Phasen:			Phasen:			
	0	1	2	3	4				5	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit		relative Häufigkeit		
									M1-M3	M3-M5	M5-M7	M1-M3	M3-M5	M5-M7	
> Pflichtenheft	1	1	1		3	12	18	75	4,166666667	7	12	3	38,89	66,67	16,67
> Design Review bzw. Software Review	1	1	6	6	1	3	18	50	2,777777778	13	12	3	72,22	66,67	16,67
> Story telling bzw. Lessons learned	5	9	2	1		1	18	21	1,166666667	10	8	8	55,56	44,44	44,44
> DoE bzw. statistische Versuchsplanung	11	4		2	1		18	14	0,777777778	3	5	2	16,67	27,78	11,11

Kategorie Szenario & Zukunft										(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)					
Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung					Summe	Gewichtet	gew. Mittel	Phasen:			Phasen:			
	0	1	2	3	4				absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit		relative Häufigkeit			
									M1-M3	M3-M5	M5-M7	M1-M3	M3-M5	M5-M7	
Zukunftsszenario (Strategie)	8	4	3		1	2	18	24	1,333333333	9	3	1	50,00	16,67	5,56
Systematische Suche nach disruptiven Technologien	13	1	3	1			18	10	0,555555556	5		1	27,78	5,56	0,00

Kategorie weitere Methoden & Werkzeuge										(0 = keine Anwendung, 1 = sehr geringe Anwendung, 5 = sehr intensive Anwendung)					
Methoden- bzw. Hilfswerkzeugname:	Anwendung					Summe	Gewichtet	gew. Mittel	Phasen:			Phasen:			
	0	1	2	3	4				absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit		relative Häufigkeit			
									M1-M3	M3-M5	M5-M7	M1-M3	M3-M5	M5-M7	
V-Modell	12	3	1	1		1	18	13	0,722222222	5	2	1	27,78	11,11	5,56
SCRUM	13	1	2		1	1	18	14	0,777777778	3	3	2	16,67	16,67	11,11