

Werner Engeln

Methoden der Produktentwicklung

Technische Produkte kundenorientiert entwickeln

3. Auflage



Methoden der Produktentwicklung

„Einfachheit ist die höchste Form der Vollendung.“

Leonardo da Vinci

1452–1519

Italienischer Maler, Bildhauer und Universalgelehrter

Werner Engeln

Methoden der Produktentwicklung

Technische Produkte kundenorientiert entwickeln

3. Auflage 2020

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

Methoden der Produktentwicklung
Werner Engeln
3. Auflage 2020

ISBN: 978-3-8356-7427-1 (Print)
ISBN: 978-3-8356-7428-8 (eBook)

© 2020 Vulkan-Verlag GmbH
Friedrich-Ebert-Straße 55, 45127 Essen, Deutschland
Telefon: +49 201 820 02-0, Internet: www.vulkan-verlag.de

Projektmanagement und Lektorat: Annamaria Weinert, Vulkan-Verlag GmbH, Essen
Herstellung: Nilofar Mokhtarzada, Vulkan-Verlag GmbH, Essen
Umschlaggestaltung: Daniel Klunkert, Vulkan-Verlag GmbH, Essen
Titelbild: © Werner Engeln und Barbara Gröbe-Boxdorfer, Pforzheim
Satz: Veronika Koppers, Vulkan-Verlag GmbH, Essen
Druck: Scandinavianbook GmbH, Neustadt a. d. Aisch

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen. Der Erwerb berechtigt nicht zur Weitergabe des eBooks an Dritte.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Das Copyright der Fotos und Illustrationen liegt beim Autor, wenn nicht anders angegeben.

Vorwort

„Produktentwicklung ohne Methoden wäre wie das Spiel eines Sinfonieorchesters ohne Partitur. Erst ein planvolles Vorgehen mit Arbeitsschritten und Handlungsanweisungen, aber auch definierten Freiräumen für Improvisation und Phantasie machen ein effizientes, harmonisches Zusammenspiel aller Beteiligten möglich.“

Prof. Hermann Krehl
Vater der Wertanalyse in Deutschland

Das Buch beschreibt die wichtigsten Methoden zur Entwicklung eines Produktes und die sinnvolle Abfolge der Arbeitsschritte bei der Entwicklung. Es wendet sich an die Praktiker in der Produktentwicklung, aber auch an Studierende, die sich in ihrem Studium mit der Produktentwicklung befassen.

Die Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachdisziplinen prägt die Produktentwicklung. Nur noch selten arbeiten Spezialisten isoliert an der Entwicklung eines Produktes. Damit hängt auch der Erfolg eines Produktes am Markt von der erfolgreichen Zusammenarbeit der Disziplinen ab. Methodisches Vorgehen unterstützt die Strukturierung der Entwicklungsaufgaben und optimiert so die Zusammenarbeit der unterschiedlichen Disziplinen. Außerdem fördert das methodische Vorgehen die Konzentration auf die wichtigen Arbeitsschritte der Produktentwicklung und hilft so, die Entwicklung eines Produktes gezielt voranzutreiben.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage des Buchs im Jahr 2006 hat sich auch die Produktentwicklung verändert. Neue Themen wie Digitalisierung oder Additive Fertigungsverfahren sind stärker in den Fokus gerückt und haben ihren Einfluss auf die Produktentwicklung. Hinzu kommen veränderte Umweltbedingungen, die sich in der Forderung nach nachhaltigen Produkten niederschlagen und so die Produktentwicklung fordern. Systematisches, auf Methoden basierendes Vorgehen hilft, auch mit Blick auf die neuen Themen sowie neuen Vorgehensweisen, Produkte effektiv und effizient zu entwickeln. Methodisches Vorgehen ist dabei unabhängig von den Zielen, die ein Unternehmen mit neuen Produkten verfolgt.

Gegenüber der zweiten Auflage wurde das Buch um wichtige Methoden ergänzt, aktualisiert und neugestaltet. Natürlich können nicht alle, in der Produktentwicklung eingesetzten Methoden in dem Buch beschrieben werden. Jede Fachdisziplin

verwendet nochmals spezifische Methoden. Alle zu berücksichtigen, ist im Rahmen eines solchen Buches nicht möglich.

Wie auch schon bei den beiden Auflagen zuvor möchte ich mich an dieser Stelle bei meinem Kollegen Herrn Prof. Jürgen Goos von der Fakultät für Gestaltung der Hochschule Pforzheim sehr herzlich bedanken, der das Kapitel Produktdesign für die neue Auflage ebenfalls überarbeitet hat. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Krehl & Partner Unternehmensberatung, Karlsruhe, hervorragende Experten auf dem Gebiet der Produktentwicklung, haben sich auch für diese Auflage des Buches wieder die Zeit genommen, kritisch mit mir die beschriebenen Methoden zu diskutieren. Bei der Gestaltung des Buchumschlags hat Frau Barbara Gröbe-Boxdorfer unterstützt, den Text kritisch gelesen hat Frau Alexandra Göhring, beide Mitarbeiterinnen der Hochschule Pforzheim, wofür ich ihnen hier herzlich danken möchte. Dankeschön möchte ich auch dem Vulkan Verlag sagen und dort besonders Frau Annamaria Weinert und Frau Tatjana Holzenhauer für ihre tatkräftige Unterstützung des Buchprojektes.

An dieser Stelle noch ein Hinweis: Nur aus Gründen der besseren Lesbarkeit habe ich, insbesondere auch nach Gesprächen mit Studentinnen und Mitarbeiterinnen, mich dazu entschieden, im Text nur die jeweils männliche Form zu verwenden. Ich bitte um Nachsicht. Ich bin fest davon überzeugt, dass es für die Produktentwicklung eine große Bereicherung wäre, wenn es in Unternehmen mehr Mitarbeiterinnen und an Hochschulen mehr Studentinnen geben würde, die sich mit der Produktentwicklung befassen.

Allen, die mit diesem Buch arbeiten, wünsche ich nun, dass sie darin die Informationen finden, die sie suchen. Für Rückmeldungen, Anmerkungen und Hinweise zu Fehlern im Buch wäre ich allen Leserinnen und Lesern sehr dankbar.

Prof. Dr.-Ing. Werner Engeln

Pforzheim, im Frühjahr 2020

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1	Einleitung	13
2	Produkt	17
2.1	Definition des Begriffs Produkt.....	17
2.2	Wert eines Produktes	18
2.3	Merkmale eines Produktes	21
2.4	Neuigkeitsgrad eines Produktes.....	27
3	Produktentwicklung	29
3.1	Abgrenzung Prozesse, Methoden und Werkzeuge der Produktentwicklung	29
3.2	Anstoß zur Neu- oder Weiterentwicklung von Produkten	31
3.3	Modelle des Produktentwicklungsprozesses	32
3.4	Aktivitäten der Produktentwicklung und iteratives Vorgehen.....	39
3.4.1	Aktivitäten der Produktentwicklung.....	39
3.4.2	Iteratives Vorgehen	41
3.5	Phasen der Produktentwicklung und zugeordnete Methoden	42
3.6	Erfolgsfaktoren der Produktentwicklung	48
3.6.1	Methodisches Vorgehen bei der Entwicklung von Produkten.....	49
3.6.2	Interdisziplinäre Teamarbeit.....	50
3.6.3	Unterschiedliche Vorgehensweisen zur Produktentwicklung.....	52
3.6.3.1	Projekte – Definition und Merkmale.....	54
3.6.3.2	Agiles Vorgehen	55
3.6.3.3	Projektmanagement	56
3.6.3.4	Hybride Vorgehensweisen	58
4	Wettbewerbsstrategie und Produktentwicklung	61
4.1	Ziele des Unternehmens	61
4.2	Optionen der Wettbewerbsstrategie und deren Einfluss auf die Produktentwicklung	61
4.3	Schaffung von Wettbewerbsvorteilen.....	62
4.4	Pionier oder Konformist.....	66

5	Produktdefinition	69
5.1	Anforderungen ermitteln	69
5.1.1	Beschreibung der Anforderungen	71
5.1.2	Kundenanforderungen	73
5.1.2.1	Marktforschung	74
5.1.2.2	Lead User	75
5.1.2.3	Szenario-Technik	77
5.1.2.4	Use Cases	79
5.1.2.5	Analyse von Internet- und Maschinendaten	80
5.1.3	Anforderungen aus der Sicht des Herstellers	82
5.1.4	Anforderungen aus der Wettbewerbsanalyse	82
5.1.4.1	Informationsbeschaffung für die Wettbewerbsanalyse	84
5.1.4.2	Stärken und Schwächen von Wettbewerbsprodukten	84
5.1.5	Anforderungen aus Gesetzen, Normen und Richtlinien	85
5.2	Anforderungen dokumentieren	86
5.2.1	Anforderungsliste	86
5.2.2	Lastenheft und Pflichtenheft	88
5.2.3	Veränderung der Anforderungen während der Bearbeitung des Entwicklungsprojektes	90
5.3	Klassifizierung der Anforderungen nach Kano	91
5.4	Gewichtung der Anforderungen	94
5.4.1	Direkte (intuitive) Bewertung	95
5.4.2	Paarweiser Vergleich	95
5.4.3	Analytic Hierarchy Process (AHP)	97
5.4.4	Bewertung von Kundenzufriedenheit und Preisbereitschaft	98
5.5	Zielposition, Zielmarktpreis und Ziel-Herstellkosten eines Produktes	102
5.5.1	Wettbewerbsportfolio	103
5.5.2	Festlegung des Zielmarktpreis	106
5.5.3	Ableitung der Ziel-Herstellkosten	108
5.6	Wirtschaftlichkeit des Entwicklungsprojektes	109
6	Produktkonzeption	111
6.1	Ziele der Konzeptphase	111
6.2	Funktionale Beschreibung des Produktes	111
6.2.1	Bestimmung der Produktfunktionen	114
6.2.2	Darstellung der Funktionen in einer Funktionenstruktur	116
6.2.3	Anmerkungen zur Realisierung der Funktionen	122
6.2.4	Arbeitsschritte der Funktionsanalyse	123
6.2.5	Nutzen einer funktionalen Produktbeschreibung	124

6.3	Aufspaltung der Ziel-Herstellkosten des Produktes auf die Funktionen des Produktes.....	125
6.3.1	Zielkostenkontrolldiagramm	128
6.4	Lösungssuche	129
6.4.1	Problemlösen und Wissen.....	130
6.4.2	Ideenfindung.....	132
6.4.3	Methoden zur Unterstützung der Ideensuche.....	135
6.4.3.1	Brainstorming	135
6.4.3.2	Brainwriting	137
6.4.3.3	Galerie-Methode.....	138
6.4.3.4	Reizwort-Analyse.....	139
6.4.3.5	SCAMPER	140
6.4.3.6	Synektik.....	141
6.4.3.7	Variation der Funktionenstruktur	147
6.4.3.8	Bionik.....	147
6.4.3.9	Ordnungsschemata	151
6.4.3.10	Widerspruchorientierte Innovationsstrategie (WOIS)	152
6.4.3.11	TRIZ.....	154
6.4.4	Einordnung der vorgestellten Methoden zur Ideensuche.....	164
6.5	Bewertung und Zusammenstellung der Lösungsideen für die Produktfunktionen	164
6.6	Darstellung der Produktkonzepte.....	166
6.7	Auswahl von Lösungskonzepten.....	168
6.8	Bewertung von Lösungskonzepten.....	171
7	Produktgestaltung.....	173
7.1	Aufgaben im Rahmen der Produktgestaltung	173
7.2	Strukturierung von Produkten	174
7.2.1	Produktstruktur und Komplexität eines Produktes	174
7.2.2	Anforderungen an die Produktstruktur.....	177
7.2.3	Integral- und Differenzialbauweise	177
7.2.4	Produktvielfalt.....	179
7.2.4.1	Zunahme und Auswirkungen der Produktvielfalt	179
7.2.4.2	Planung des Produktprogramms und der Produktvarianten.....	184
7.2.4.3	Strukturierungsansätze zur Beherrschung der Produktvielfalt.....	186
7.2.4.4	Baukasten.....	187
7.2.4.5	Modulbauweise	192
7.2.4.6	Plattformen.....	196
7.2.4.7	Baureihen	203
7.2.4.8	Vor- und Nachteile von Gleichteilestrategien	207
7.2.5	Funktionen-Kosten-Matrix.....	210

8	Produktdesign als wichtiges Element der Produktentwicklung	213
8.1	Einführung	213
8.2	Designprozess	215
9	Quality Function Deployment – QFD.....	217
9.1	Historie und wichtige Ziele	217
9.2	Marketing-Technik-Matrix	218
9.3	Erstellung des House of Quality (HoQ).....	218
9.4	Beispiel: House of Quality für einen Filzschreiber	226
9.5	Anwendung des House of Quality von der Produktplanung bis zur Fertigungs- und Montageplanung	228
10	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)	231
10.1	Historie und wichtige Ziele der FMEA	231
10.2	Arten der Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA).....	232
10.3	Vorgehensweise zur Erstellung einer FMEA	234
10.4	FMEA und agile Vorgehensweisen	242
10.5	Design Review Based on Failure Mode (DRBFM)	244
11	Wirtschaftliche Bewertung von Produktentwicklungsprojekten.....	247
11.1	Kosten im Zusammenhang mit der Entwicklung von Produkten	247
11.2	Investition, Amortisation und Wirtschaftlichkeit	249
11.3	Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung.....	251
11.3.1	Amortisationsrechnung	252
11.3.2	Kapitalwertmethode	256
11.3.3	Methode des Internen Zinsfußes.....	258
11.3.4	Annuitätenmethode	258
11.4	Anwendung der Wirtschaftlichkeitsrechnung im Produktentwicklungsprozess	260
12	Kostenschätzung bei Produktentwicklungsprojekten.....	263
12.1	Herstellkosten ähnlicher Komponenten	264
12.2	Kostenschätzung auf Basis von Merkmalen des Produktes oder seiner Komponenten	265
12.2.1	Kostenschätzung auf Basis eines Merkmals.....	267
12.2.2	Kostenschätzung auf Basis von zwei und mehreren Merkmalen.....	269

12.3	Weitere Verfahren der Kostenschätzung im Rahmen der Produktentwicklung	271
13	Produktentwicklung und Digitalisierung	275
13.1	Produktdigitalisierung.....	275
13.2	Neue Leistungsangebote der Unternehmen	276
13.3	Digitalisierung des Entwicklungsprozesses	278
	Stichwortverzeichnis.....	281
	Literaturverzeichnis	287

1 Einleitung

Der Erfolg eines Unternehmens steht in direktem Zusammenhang mit dem Erfolg seiner Produkte im Markt. Daraus leitet sich eine zentrale Rolle der Produktentwicklung im Unternehmen ab. Die Entwicklung neuer Produkte ist für Unternehmen von vielen Unsicherheiten begleitet. Unternehmen entwickeln heute Produkte für den Markt von morgen. Welche Anforderungen der Markt aber morgen an die Produkte stellt, kann nur mit begrenzter Sicherheit vorhergesagt werden. Hinzu kommen wichtige Trends, die heute die Produktentwicklung beeinflussen:

- Die Komplexität der meisten Produkte hat durch zunehmende Funktionalität stark zugenommen, gleichzeitig muss bei kürzeren Produktentwicklungszeiten eine hohe Produktqualität sichergestellt werden.
- Sehr viele Produkte entwickeln sich in Richtung mechatronischer Produkte, die ihre Funktionalität aus dem Zusammenwirken von Lösungen unterschiedlicher Fachdisziplinen wie Maschinenbau, Elektronik und Informatik beziehen.
- Die zunehmende Digitalisierung erfordert Produkte, die sich in eine digitalisierte Umgebung integrieren lassen und mit dieser kommunizieren können.
- Die Nachhaltigkeit von Produkten spielt eine immer wichtigere Rolle. Die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen durch ein Produkt, sowohl bei der Herstellung wie der Nutzung und der Entsorgung, gilt es zu minimieren.
- Unsicherheit bei der Festlegung der Technologie für ein Produkt, da vielfach verschiedene Technologien zur Verfügung stehen, aber nicht sicher ist, welche die Kunden in der Zukunft noch akzeptieren oder gesetzliche Vorgaben erfüllen.
- Die Individualisierung der Kundenwünsche verlangt auf diese Wünsche zugeschnittene Produkte, was zu mehr Produktvarianten führt.
- Die Qualität eines Produktes als Differenzierungsmerkmal ist heute nicht mehr ausreichend. Auch die Wettbewerber liefern Produkte hoher Qualität.
- Die Herstellkosten eines Produktes dominieren vielfach den Entwicklungsprozess, da gut informierte Kunden sich beim Kauf sehr preisbewusst entscheiden.
- Produkte werden häufig in Verbänden mit externen Partnern, Entwicklungsdienstleistern oder Lieferanten entwickelt.

Neben den genannten Punkten sollte nicht übersehen werden, dass aufgrund der demografischen Entwicklung vielen Unternehmen in den kommenden Jahren deutlich weniger Personal für die Produktentwicklung zur Verfügung stehen wird. Komplexere Entwicklungsaufgaben müssen mit weniger Personal bewältigt werden.

Die genannten Trends stellen Herausforderungen dar, denen sich die Produktentwicklung stellen muss, um im Markt erfolgreiche Produkte zu entwickeln. Hinzu kommen noch diverse unternehmensinterne Anforderungen, die erfüllt werden müssen. Es gilt also, im Verlauf der Entwicklung eines Produktes sehr viele externe und interne Informationen zu verarbeiten. Unterstützen kann dabei eine systematische, auf Methoden aufbauende Vorgehensweise der Entwicklung von Produkten, die dabei hilft,

- die notwendigen Informationen zur Entwicklung eines Produktes systematisch und möglichst schnell zu sammeln, dazustellen und zu analysieren,
- die Konzentration bei der Informationsbeschaffung auf die wichtigen Fragestellungen zu lenken,
- sicherzustellen, dass wichtige Aspekte nicht übersehen werden,
- die Effektivität und Effizienz in der Produktentwicklung zu steigern,
- Fehler zu reduzieren und so ungeplante Iterationen zu vermeiden und Kosten und Zeit zu reduzieren,
- die Qualität der Produkte zu verbessern,
- eine bessere Basis für Entscheidungen im Entwicklungsprozess zu schaffen.

Erstaunlich ist allerdings, dass methodisches Vorgehen bei der Produktentwicklung in der Praxis nicht so weit verbreitet ist, wie es aufgrund der beschriebenen Vorteile zu erwarten wäre. Denn auch Untersuchungen zum Methodeneinsatz in der Produktentwicklung [Graner, 2013] belegen deren Nutzen.

Folgende Themen zur methodischen Produktentwicklung werden in den einzelnen Kapiteln des Buchs behandelt:

Kapitel 2	In diesem Kapitel werden die Begriffe Produkt und Wert eines Produktes definiert und wichtige Merkmale eines Produktes dargestellt.
Kapitel 3	Die Unterschiede zwischen Prozessen, Methoden und Werkzeugen der Produktentwicklung werden in diesem Kapitel erläutert sowie grundsätzliche Vorgehensweisen zur Entwicklung von Produkten kurz erklärt.
Kapitel 4	Wettbewerbsstrategien und ihr Einfluss auf die Produktentwicklung werden in diesem Kapitel kurz dargestellt.

- Kapitel 5 In diesem Kapitel wird die Produktdefinition behandelt, in deren Rahmen die Anforderungen an das neu zu entwickelnde Produkt erarbeitet werden, die Differenzierung des Produktes zu den Wettbewerbsprodukten und die Positionierung des Produktes im Markt und dem sich daraus ergebenden Zielmarktpreis.
- Kapitel 6 Dieses Kapitel erläutert Methoden zur Entwicklung von Produktkonzepten ausgehend von der funktionalen Produktbeschreibung sowie Kreativitätstechniken zur Ideenfindung für die Funktionen des Produktes.
- Kapitel 7 Es wird in diesem Kapitel die Gestaltung der ausgewählten Produktkonzepte beschrieben, wobei der Schwerpunkt die geeignete Strukturierung von Produkten zur Beherrschung von Varianten ist.
- Kapitel 8 In diesem Kapitel wird die grundsätzliche Vorgehensweise des Industriedesigns im Rahmen der Entwicklung von Produkten beschrieben.
- Kapitel 9 Quality Function Deployment (QFD) beschreibt eine systematische Vorgehensweise zur Umsetzung von Kundenanforderungen in Produktmerkmale und wird in diesem Kapitel behandelt.
- Kapitel 10 Die Fehlermöglichkeiten und Einflussanalyse (FMEA) und das daraus abgeleitete DRBFM (Design Review Based on Failure Mode als wichtige Methoden zur Qualitätssicherung in der Produktentwicklung werden in diesem Kapitel erläutert.
- Kapitel 11 Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Produktentwicklungsprojekten werden Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung genutzt, von denen wichtige in diesem Kapitel erklärt werden.

Kapitel 12 Zielkostenorientierte Produktentwicklung erfordert zeitnahe Informationen über Kosten von Bauteilen und Baugruppen, wozu Verfahren der Kostenschätzung eingesetzt werden, von denen ausgewählte in diesem Kapitel beschrieben werden.

Kapitel 13 Die Digitalisierung wird auch deutliche Auswirkungen auf zukünftige Produkte und damit die Produktentwicklung haben, sodass dieser Aspekt in diesem abschließenden Kapitel kurz betrachtet wird.

Weitere, für die Produktentwicklung wichtige Aspekte werden in diesem Buch nicht behandelt. Für deren Darstellung sei auf entsprechende Fachliteratur verwiesen, so beispielsweise auf das 2019 im gleichen Verlag erschienene Buch „Produktentwicklung“.

2 Produkt

2

2.1 Definition des Begriffs Produkt

Was versteht man eigentlich unter einem Produkt? In **Bild 2.1** sind Beispiele für Produkte verschiedener Art und unterschiedlicher Komplexität dargestellt.

Bei einem Produkt kann es sich um ein einfaches Objekt handeln, wie beispielsweise um einen Schraubendreher, oder aber um ein hochkomplexes Objekt, wie ein Verkehrsflugzeug. Produkte sind aber nicht nur materielle Objekte sondern auch immaterielle Dinge, wie beispielsweise Software, Entwicklungs- oder Beratungsdienstleistungen. Diese immateriellen Produkte können als eigenständige Produkte im Markt angeboten werden oder als Bestandteil der materiellen Produkte.



Bild 2.1: Produkte unterschiedlicher Komplexität

In der Literatur finden sich eine Vielzahl von Definitionen für den Begriff Produkt. Nachfolgend einige Beispiele:

[Kotler et al., 2017]:

„Umfasst alles, was auf einem Markt angeboten werden kann, um einen Wunsch oder ein Bedürfnis zu erfüllen, einschließlich materieller Güter, Dienstleistungen, Erfahrungen, Ereignisse, Personen, Orte, Eigenschaften, Organisationen, Informationen und Ideen.“

[Brockhoff, 1999] definiert:

„...ein Produkt als eine im Hinblick auf eine erwartete Bedürfnisbefriedigung beim bekannten und unbekanntem Verwender von einem Anbieter gebündelte Menge von Eigenschaften, die zum Gegenstand eines Tauschs werden soll, um mit der im Tausch erlangten Gegenleistung zur Erfüllung der Anbieterziele beizutragen.“

[Ulrich, Eppinger, 2019]:

„A product is something sold by an enterprise to its customers.“

In diesem Buch soll folgende einfache Definition verwendet werden:

Als *Produkt* sollen alle Leistungen materieller und immaterieller Art gelten, die ein Unternehmen im Markt anbietet, um seine Unternehmensziele zu erreichen.

Diese Definition umfasst den erweiterten Produktbegriff, der sowohl materielle wie auch immaterielle Güter beinhaltet.

Die nachfolgend dargestellte systematische Vorgehensweise zur Produktentwicklung ist sowohl für materielle Güter wie auch für immaterielle Güter anwendbar, wobei bei der Gestaltung unterschiedlicher Güter im Detail produktspezifische Vorgehensweisen erforderlich sind.

2.2 Wert eines Produktes

Was bewegt nun Kunden dazu, ein Produkt zu kaufen und Unternehmen dazu, ein Produkt zu entwickeln? Kunden können einzelne Personen, Gruppen von Personen oder Organisationen sein. Sie alle möchten mit dem Produkt vorhandene Bedürfnisse befriedigen.

Beschrieben werden kann ein Bedürfnis als Differenz zwischen einem gewünschten Sollzustand, den Kunden erreichen möchten, und einem gegebenen Istzustand. Bedürfnisse aus Kundensicht können beispielsweise sein, mit einem Produkt Aufgaben schneller und sicherer erledigen zu können oder auch den sozialen Status zu verbessern. Produkte dienen dazu, den Mangel zu beseitigen. Folgende Merkmale kennzeichnen Bedürfnisse; sie

- verändern sich mit der Zeit und sind nicht konstant,
- werden von außen beeinflusst,
- können je nach Kunden sehr verschieden sein,
- besitzen unterschiedliche Dringlichkeit,
- sind nicht begrenzt.

Neben der Erfüllung von grundlegenden Bedürfnissen, beispielsweise dem Bedürfnis nach individueller Mobilität, kann es auch ein Bedürfnis sein, diese möglichst umweltfreundlich zu erreichen.

Der Bedürfnisbefriedigung durch das Produkt steht für die Kunden der Aufwand gegenüber, der notwendig ist, das Produkt zu erwerben und das Produkt zu unterhalten. Zum Aufwand zählen in erster Linie der zu zahlende Preis, die Kosten für den Unterhalt des Produktes oder auch der logistische Aufwand zur Beschaffung des Produktes.

Das Verhältnis zwischen Bedürfnisbefriedigung und Aufwand soll hier als Wert des Produktes aus Kundensicht bezeichnet werden.

Wert aus Sicht der Kunden:

Bedürfnisbefriedigung im Verhältnis zum Aufwand

Bezogen auf ein Unternehmen ist die Frage, welche Ziele ein Unternehmen mit einem Produkt erreichen möchte. Folgt es nur dem klassischen Gewinnmaximierungsprinzip [Gutenberg, 1979] oder hat sich das Unternehmen auch der Gemeinwohldienlichkeit verpflichtet und sein Handeln an ethischen Grundsätzen ausgerichtet, beispielsweise der Integrativen Unternehmensethik von Ulrich [van Aaken, Schreck, 2015]?

Wert aus Sicht des Unternehmens:

Zielerreichung im Verhältnis zum Ressourceneinsatz

Das Verhältnis zwischen Zielerreichung und Ressourceneinsatz soll hier als Definition des Wertes eines Produktes aus Unternehmenssicht dienen.

Für den Ressourceneinsatz ist dann die Antwort auf die Frage wichtig, wie dieser abgegrenzt ist. Betrachtet das Unternehmen nur die eingesetzten internen und externen Ressourcen zur Entwicklung und Herstellung eines Produktes mit Blick auf deren Kosten, oder wird auch die Nachhaltigkeit des Ressourceneinsatz mit berücksichtigt?

Eng mit den Bedürfnissen der Kunden verbunden ist die Erwartung an deren Erfüllung durch das Produkt. Daraus folgt dann letztlich die Zufriedenheit der Kunden mit dem Produkt. Werden die Erwartungen an die Bedürfnisbefriedigung vom Produkt getroffen, so führt das zu einer hohen Kundenzufriedenheit; werden die Erwartungen nicht getroffen, so sind die Kunden unzufrieden. In der Realität kann es hier zu Konflikten kommen, wenn die Wertvorstellungen der Kunden und die des Unternehmens nicht zusammenpassen. Beispiele sind Produkte,

- welche nicht die gewünschte Qualität besitzen, da das Unternehmen durch billige Herstellung seinen Gewinn optimieren möchte,
- die nicht die Lebensdauererwartungen erfüllen – Stichwort geplante Obsoleszenz,
- die nicht die geforderten Funktionen besitzen oder deren Funktionen schlecht gelöst und zu kompliziert zu bedienen sind,
- die die geforderten gesetzlichen Vorgaben nicht erfüllen, was den Kunden aber verschwiegen wird,

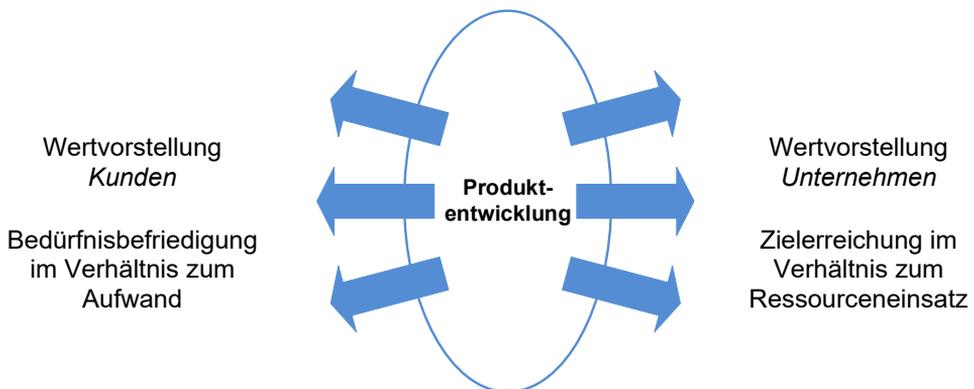


Bild 2.2: Produktentwicklung im Spannungsfeld zwischen den Wertvorstellungen der Kunden und des Unternehmens

weil Unternehmen nur dem Ziel der Gewinnmaximierung folgen. Es könnten sich noch sehr viele weitere Beispiele nennen lassen. Hinzu kommt, dass Kunden heute viel aufgeklärter sind, da Informationen über Produkte weltweit sekundenschnell verfügbar sind.

Die Produktentwicklung findet somit in einem Spannungsfeld zwischen der Wertvorstellung der Kunden und der Wertvorstellung des Unternehmens statt (**Bild 2.2**), die teilweise im Widerspruch zueinander stehen. Wichtig ist es deshalb, vor Beginn der Entwicklung die wertbestimmenden Faktoren des Unternehmens und der Kunden zu kennen.

Die Aufgabe der Produktentwicklung besteht darin, Produkte zu entwickeln, die sowohl der Wertvorstellung der Kunden als auch der Wertvorstellung des Unternehmens entsprechen.

2.3 Merkmale eines Produktes

Die Produktmerkmale beschreiben die Eigenschaften eines Produktes. Sie können in drei Gruppen unterteilt werden: die kundenrelevanten Merkmale, die herstellerrelevanten Merkmale und die umwelt- und gesellschaftsrelevanten Merkmale.

Jedes Produkt stellt eine Kombination aus den Einzelmerkmalen dar (**Bild 2.3**).

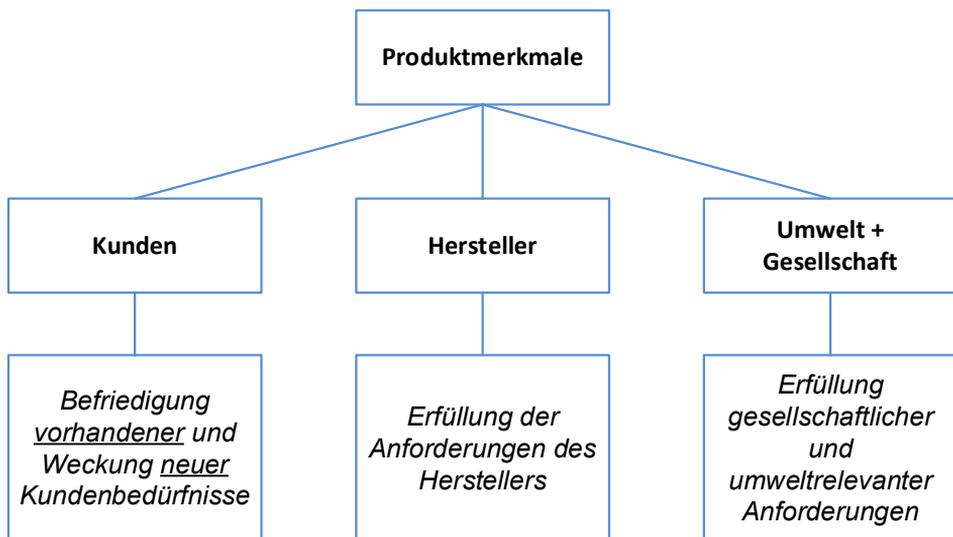


Bild 2.3: Merkmale eines Produktes

Die kundenrelevanten Merkmale dienen dazu, vorhandene Kundenbedürfnisse zu befriedigen und gegebenenfalls neue Kundenbedürfnisse zu wecken. Dabei sind für die Kunden nicht nur die Merkmale des Kernproduktes für die Kaufentscheidung wichtig, sondern bei vielen Produkten auch die Merkmale des erweiterten Produktes (**Bild 2.4**).

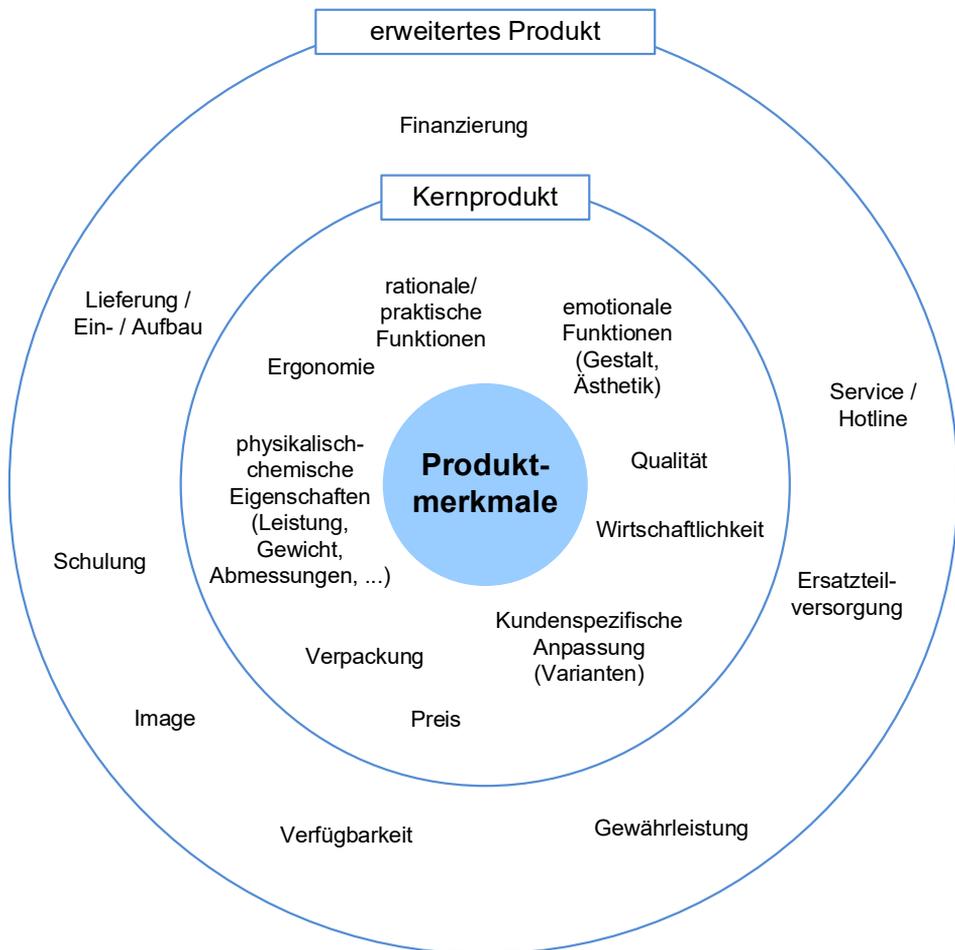


Bild 2.4: Wichtige Merkmale eines Produktes aus Sicht der Kunden

Merkmale des Kernproduktes:

Praktische Funktionen:	Praktische Funktionen dienen der sachlichen Nutzung des Objektes. Sie lassen sich präzise benennen und beschreiben.
Emotionale Funktionen:	Emotionale Funktionen vermitteln sich über die sinnliche Wahrnehmung und entfalten eine psychische Wirkung. Sie sind subjektiv und bieten Spielraum für Interpretation.
Physikalische, chemische, biologische Eigenschaften:	Hierunter sollen alle Eigenschaften des Produktes wie Form, Gewicht, geometrische Abmessungen, Werkstoff, Oberfläche etc. zusammengefasst werden.
Wirtschaftlichkeit:	Fasst alle durch das Produkt während seiner Nutzung verursachten Kosten zusammen: Betriebskosten, Wartungs- und Instandhaltungskosten, Entsorgungskosten etc., soweit diese für das Produkt relevant sind.
Qualität:	Beschreibt, inwieweit die Realisierung der Merkmale des Produktes den Anforderungen der Kunden gerecht wird.

Merkmale des erweiterten Produktes

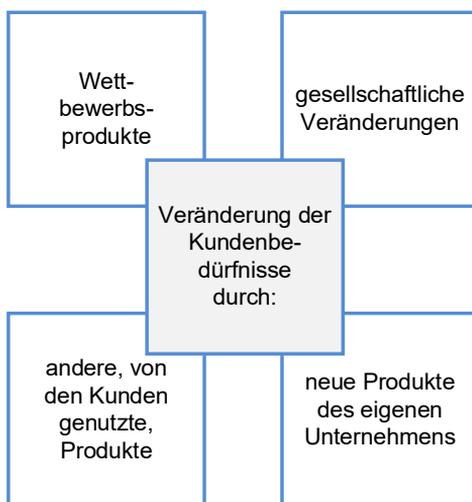
Verfügbarkeit:	Je nach Produkt ist die Entscheidung zum Kauf auch davon abhängig, ab wann der Kunde das Produkt tatsächlich nutzen kann.
Image:	Image benennt einen Gesamteindruck, der mit dem Produkt oder auch dem Hersteller des Produktes verbunden ist. Kunden erwarten häufig, dass sie mit dem Kauf des Produktes an diesem Image teilhaben.
Finanzierung:	Gerade bei teuren Produkten erwarten Kunden häufig, dass sie zwischen unterschiedliche Finanzierungsmöglichkeiten auswählen können.
Lieferung, Ein-/Aufbau:	Hierin spiegelt sich die Erwartung der Kunden, dass insbesondere größere Produkte geliefert und vor Ort aufgebaut und gegebenenfalls auch in Betrieb genommen werden.

Wie wichtig ein bestimmtes Merkmal für ein bestimmtes Produkt ist, hängt von der Art des Produktes ab. Emotionale Funktionen sind beispielsweise bei einem Pkw wesentlich wichtiger als bei einer Werkzeugmaschine. Unterschiedliche Produktarten erfordern also eine unterschiedlich starke Ausprägung der einzelnen Merkmale. Beim gleichen Produkt können in verschiedenen Marktsegmenten die Merkmale unterschiedlich wichtig sein.

Je besser die Produktmerkmale zu den Kundenbedürfnissen passen, umso größer sind die Chancen des Produktes im Markt. Für die Produktentwicklung bedeutet dies, die Kundenbedürfnisse möglichst genau zu kennen, um die Produktmerkmale so gut wie möglich darauf abzustimmen. Allerdings ist zu beachten, dass die Kundenbedürfnisse nicht statisch sind, sie verändern sich mehr oder weniger schnell mit der Zeit. Diese Veränderung der Kundenbedürfnisse kann ausgelöst werden durch gesellschaftliche Veränderungen, durch Wettbewerbsprodukte, durch grundlegende technologische Veränderungen, durch andere Produkte im Umfeld der Kunden, aber auch durch neue Produkte des eigenen Unternehmens (**Bild 2.5**).

Die Veränderung der Kundenbedürfnisse hat direkte Auswirkungen auf den Produktentwicklungsprozess. Werden die Anforderungen an ein Produkt bei der Entwicklung zu früh eingefroren, so fließen Veränderungen während der verbleibenden Entwicklungszeit nicht mehr in das Produkt ein. Kommt das Produkt dann in den Markt, so entspricht es schon bei der Markteinführung nicht den Kundenbedürfnissen.

Die kundenrelevanten Merkmale eines Produktes sind für dessen Erfolg im Markt und damit für Absatz und Umsatz des Unternehmens relevant. Ob mit dem Produkt aber



die Ziele des Unternehmens erreicht werden, ist nicht alleine von der Erfüllung der kundenrelevanten Merkmale abhängig, sondern in sehr großem Maße auch von den herstellerrelevanten Merkmalen, siehe **Bild 2.6**. Diese Merkmale haben sehr großen Einfluss auf die Erreichung der festgelegten Unternehmensziele.

Auch bei den herstellerrelevanten Merkmalen kann unterschieden werden zwischen den Merkmalen des Kernproduktes und denen des erweiterten Produktes:

Bild 2.5: Veränderung von Kundenbedürfnissen

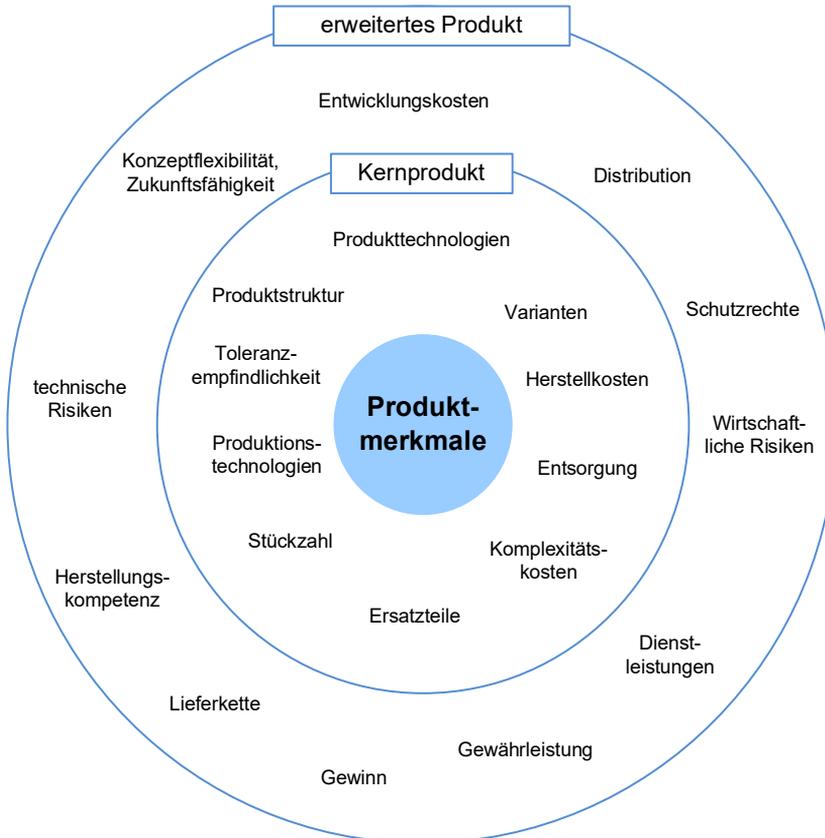


Bild 2.6: Wichtige Merkmale eines Produktes aus Herstellersicht

Komplexitätskosten: Kosten, die sich aus der Produktkomplexität ergeben. Im Wesentlichen handelt es sich um vielfaltsinduzierte Kosten durch Varianten-, Teile-, Lieferanten- und Kundenvielfalt.

Technische und wirtschaftliche Risiken:

Jede Produktentwicklung führt zu einem gewissen Maß an Neuerungen. Bei neuen technischen Lösungen besteht immer das Risiko, dass diese noch nicht in ausreichendem Maße in der Serie erprobt sind und damit für die Qualität des Serienproduktes ein Risiko bedeuten. Auch der Markt kann ein neues Produkt ablehnen, obwohl die technische Lösung ausgereift ist. Deshalb ist für ein neues Produkt eine entsprechende Abschätzung der technischen und wirtschaftlichen Risiken notwendig.

Entsorgung:	Aufgrund von Gesetzen sind die Hersteller von Produkten immer häufiger gezwungen, am Ende der Produktlebensdauer für eine umweltgerechte Entsorgung zu sorgen. Diese muss schon bei der Entwicklung durch die Verwendung entsprechender Werkstoffe bzw. die entsprechende Gestaltung des Produktes berücksichtigt werden.
Produktstruktur:	Diese beschreibt den strukturellen Aufbau des Produktes, auch als Produktarchitektur bezeichnet. Über die Produktstruktur wird die Art und Anzahl der Komponenten des Produktes sowie die Art und Anzahl der Beziehungen der Komponenten untereinander beschrieben. Durch eine sinnvolle Strukturierung (Baukasten, Modulbauweise, Plattformen, etc.) kann die Komplexität des Produktes reduziert werden.
Varianten:	Vorhandene Produktvarianten sowie die Möglichkeit, zukünftig Varianten zu bilden. Die Variantenbildung eines Produktes ist eng mit den kundenrelevanten Merkmalen sowie der Produktstruktur verknüpft.
Technologische Komplexität:	Dieses Merkmal erfasst die Komplexität der in dem Produkt verwendeten Technologien.
Herstellbarkeit:	Beinhaltet die fertigungs- und montagegerechte Gestaltung des Produktes sowie die Komplexität der zur Herstellung des Produktes notwendigen Fertigungstechnologien.
Distribution:	Umfasst alle notwendigen Schritte, um das Produkt dem Kunden zur Verfügung zu stellen, d. h. Verpackung, Transport bis hin zur ggf. notwendigen Inbetriebnahme.
Konzeptflexibilität und Zukunftsfähigkeit:	Dieses Merkmal beschreibt die Möglichkeiten, das Produkt ohne grundlegende Weiterentwicklung oder gar Neuentwicklung an sich verändernde Randbedingungen, z. B. Änderung von Gesetzen, Änderung von Kundenbedürfnissen, anzupassen.

Mit den in Bild 2.3 genannten umwelt- und gesellschaftsrelevanten Merkmalen werden Merkmale erfasst, die sich aus Gesetzen, Normen und Richtlinien in den jeweiligen Zielmärkten ergeben und zwangsläufig eingehalten werden müssen. Beispiele sind: Gesetze, die die vom Produkt ausgehenden Gefahren begrenzen

(CE-Konformität) oder Emissionsrichtlinien, welche die Emission von Abgasen und Lärm begrenzen.

Neben der hier dargestellten Form der Merkmalsgliederung von Produkten findet sich in DIN 2330 [DIN 2330, 2013] eine etwas andere Darstellung. Eine Auflistung von unterschiedlichen Produktmerkmalen aus konstruktionswissenschaftlicher Sicht wird in [Hubka, 1973] beschrieben.

2.4 Neuigkeitsgrad eines Produktes

Der Neuigkeitsgrad eines Produktes hat wesentlichen Einfluss auf die Produktentwicklung. Dabei ist es auch hier wichtig, den Neuigkeitsgrad aus der Sicht des Marktes (Kunden) und aus der Sicht des Unternehmens zu sehen, **Bild 2.7**.

Heute fordert der intensive Wettbewerb von den Unternehmen, in kürzeren Zyklen neue Produkte anzubieten. Unternehmen werden aber bestrebt sein, diese neuen Produkte mit möglichst geringem internem Aufwand zu realisieren, also

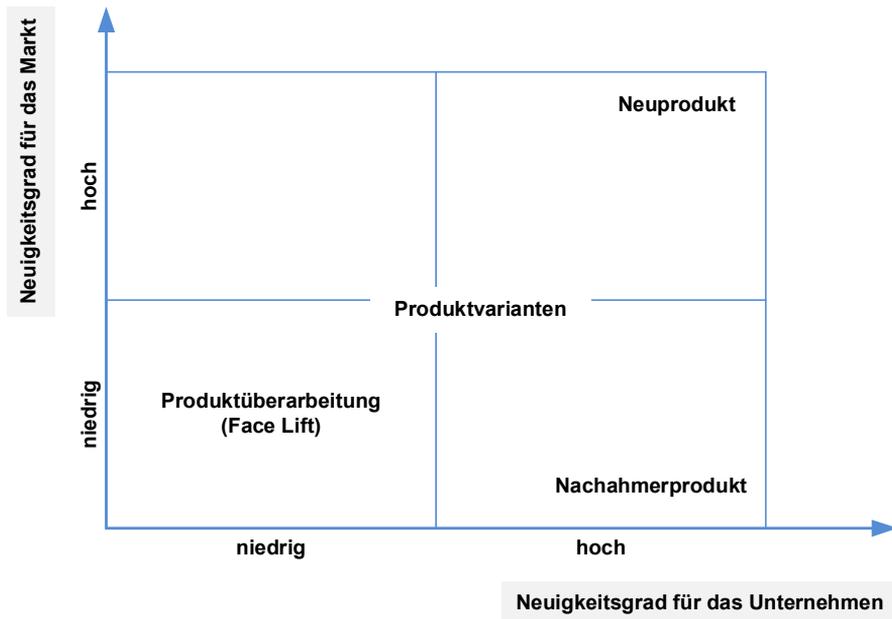


Bild 2.7: Neuigkeitsgrad eines Produktes aus Sicht des Marktes und des Herstellers

möglichst viele Elemente von bestehenden Produkten wieder zu verwenden. Bei einer hohen Wiederverwendungsquote werden weniger neue Elemente benötigt, wodurch Entwicklungsaufwand und Entwicklungsrisiko geringer werden. Ansätze, um schnell Produktvarianten zu realisieren, sind Baukästen, Plattformen oder die Modulbauweise. So lassen sich Produkte mit einem hohen Neuigkeitsgrad für den Markt entwickeln, bei gleichzeitig geringem Neuigkeitsgrad und damit auch geringem Risiko für das Unternehmen.

Natürlich lässt sich dieses nicht immer realisieren, sodass auch in Abständen komplett neue Produkte entwickelt werden müssen, die sowohl für das Unternehmen wie auch für den Markt einen hohen Neuigkeitsgrad besitzen.

Ein hoher Neuigkeitsgrad für das Unternehmen bei niedrigem Neuigkeitsgrad für den Markt ergibt sich beispielsweise bei Nachahmerprodukten. Hat ein Wettbewerber ein neues Produkt mit neuen, bisher nicht bekannten Merkmalen in den Markt gebracht, so sind diese den Kunden bereits bekannt. Die neuen Merkmale können aber für das eigene Unternehmen noch unbekannt sein. Die Entwicklung eines ähnlichen Produktes stellt in diesem Fall für das eigene Unternehmen eine besondere Herausforderung dar. Aus Sicht der Kunden entsteht allerdings ein Produkt, welches nur noch einen niedrigen Neuigkeitsgrad besitzt, da seine Merkmale im Wesentlichen bereits durch das Wettbewerbsprodukt bekannt sind.

3 Produktentwicklung

3.1 Abgrenzung Prozesse, Methoden und Werkzeuge der Produktentwicklung

3

Eingangs sollen an dieser Stelle die im Zusammenhang mit der Produktentwicklung häufig genutzten Begriffe Methode, Prozess und Werkzeug für die Verwendung in diesem Buch voneinander abgegrenzt werden. Die Begriffe werden in der alltäglichen Nutzung häufig synonym verwendet, sind aber mit Blick auf die Produktentwicklung voneinander zu unterscheiden.

Prozess (Ablauforganisation)

Das Vorgehen zur Entwicklung eines Produktes wird in der Regel als Prozess bezeichnet. Die meisten Unternehmen besitzen heute einen beschriebenen Entwicklungsprozess. In der Organisationsliteratur wird anstelle des Begriffs Prozess meist der Begriff der Ablauforganisation verwendet. Dieser ist nach [Bullinger et al., 2009] wie folgt definiert:

„Mit einer Ablauforganisation werden Teilprozesse oder -aufgaben, die zeitlich nacheinander bzw. simultan oder räumlich hintereinander bzw. parallel ablaufen, aufeinander abgestimmt. Dabei stehen Tätigkeiten, deren Reihenfolgen, benötigte Zeiten sowie der Material- und Informationsfluss ebenso im Mittelpunkt wie die Ausgestaltung und räumliche Anordnung von Arbeitsplätzen.“

Eine etwas anders lautende Definition aus der Organisationslehre findet sich in [Vahs, 2012]:

„Der Ablauf des betrieblichen Geschehens findet seinen Niederschlag in der Ablauforganisation. Sie regelt primär die inhaltliche, räumliche und zeitliche Folge der Arbeitsprozesse.“

Ein Entwicklungsprozess umfasst damit den gesamten Ablauf, alle dazugehörigen Aufgaben und den Fluss von Informationen und Objekten, der zur Entwicklung eines Produktes notwendig ist.

Dabei können Start- und Endpunkt des eigentlichen Entwicklungsprozesses von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich festgelegt sein. So kann in einem Fall der Prozess den ganzen Ablauf von der Idee für ein neues Produkt bis zur Überprüfung des Markterfolgs beinhalten, im anderen Fall nur den Ablauf der Entwicklung ausgehend von den feststehenden Anforderungen hin zum serienreifen Produkt.