

Werte schaffen.

Erfolgreiche Produktentwicklungsprojekte und langjährige Erfahrungen in der Produktentwicklung unterschiedlichster Branchen kombiniert mit dem neusten Wissen zu Methoden, Vorgehensweisen und Technologien sind die Basis der Arbeit von Krehl & Partner. Gepaart mit der Umsetzungskompetenz der Berater ergibt sich daraus der ganzheitliche Krehl & Partner Ansatz für erfolgreiche Produkte mit den Elementen:

»» **Methodische Produktentwicklung**

Methodische Suche neuer Produktideen, Entwicklung von zielführenden Produktstrategien zum Ausbau der Markposition, Produktpositionierung und Produktportfolio-Management, Wertsteigerung von Produkten mittels Wertanalyse

»» **Systematisches Projektmanagement**

Management komplexer Entwicklungsprojekte, Steuerung interdisziplinärer Entwicklungsteams – unterschiedliche Fachdisziplinen, unterschiedliche Kulturen, Aufbau einer erfolgreichen Projektkultur, Coaching von Projektleitern

»» **Steigerung der Entwicklungseffizienz**

Zukunftsgerichtet Gestaltung der Entwicklungsorganisation, Implementierung neuer Arbeitsweisen – Agile Entwicklung, Lean Development, Agiles Value Engineering, Qualifizierung des Entwicklungsteams

Produktentwicklung

Prof. Dr.-Ing. Werner Engeln

Produktentwicklung

**Herausforderungen, Organisation, Prozesse,
Methoden und Projekte**

1. Auflage 2019

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.

Produktentwicklung

Herausforderungen, Organisation, Prozesse, Methoden und Projekte

Prof. Dr.-Ing. Werner Engeln

1. Auflage 2019

ISBN: 978-3-8356-7392-2 (Print)

ISBN: 978-3-8356-7393-9 (eBook)

© 2019 Vulkan-Verlag GmbH

Friedrich-Ebert-Straße 55, 45127 Essen, Deutschland

Telefon: +49 201 820 02-0, Internet: www.vulkan-verlag.de

Projektmanagement: Tatjana Holzenhauer, Vulkan-Verlag GmbH, Essen

Lektorat: Tatjana Holzenhauer, Vulkan-Verlag GmbH, Essen

Herstellung: Nilofar Mokhtarzada, Vulkan-Verlag GmbH, Essen

Umschlaggestaltung: Melanie Zöllner, Vulkan-Verlag GmbH, Essen

Titelbild: © Barbara Gröbe-Boxdorfer, Stuttgart

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

Unternehmen und damit ihre Produktentwicklung stehen vor neuen Herausforderungen! Kommt man in ein Unternehmen, so hört man dies fast überall. Als wesentliche Herausforderungen werden immer wieder genannt die veränderte Wettbewerbssituation, die Digitalisierung und die häufig vorhandene technologische Unsicherheit. Eigentlich muss daraus eine Anpassung der Abläufe bei der Produktentwicklung folgen. Schaut man sich die Abläufe dann genauer an, so stellt man fest, dass die Herausforderungen zwar vorhanden sind, die Vorgehensweise der Produktentwicklung sich aber noch an der Vergangenheit orientiert. Das Vorgehen hat sich in den letzten Jahren kaum verändert. Es wird zwar versucht neue Arbeitsformen einzuführen – Stichwort „agile Vorgehensweisen“ – die Umsetzung fällt jedoch meist schwer. Eine zweite damit zusammenhängende Beobachtung bezieht sich auf die Frage nach dem vorhandenen Wissen über das, was die Kunden tatsächlich benötigen. Dieses Wissen ist fast immer nur Wissen aus zweiter oder gar dritter Hand. Es ist zudem selten systematisch und mit Blick auf die Belange der Produktentwicklung ausgerichtet. So ist es schwer vorstellbar, dass hier die richtigen Entscheidungen bezüglich der Entwicklung eines Produkts getroffen und die richtigen Produkte entwickelt werden können. Gleiches gilt auch für das Wissen über die Wettbewerbsunternehmen und deren Produkte. Gerade neu aufkommende Wettbewerber sind oft noch nicht einmal im Blick der Unternehmen.

Unternehmen sind deshalb gefordert, sich intensiv mit der Frage auseinanderzusetzen, wie sie ihre Produkte in der Zukunft entwickeln wollen, um erfolgreich zu bleiben. Die Produktentwicklung muss sich an die neue Situation anpassen, was Willen und Bereitschaft zu Veränderungen erfordert.

Die beschriebenen Erfahrungen fußen auf einer mehr als zwanzigjährigen Beratung von Unternehmen bei der Entwicklung von Produkten oder der Neugestaltung von Entwicklungsabläufen. Daraus ergeben sich viele tiefe Einblicke in die Entwicklungsabläufe von Unternehmen unterschiedlichster Branchen. Ergänzt werden diese Erfahrungen durch die Betreuung einer Vielzahl von Abschlussarbeiten im Umfeld der Produktentwicklung von Unternehmen sowie durch entsprechende eigene Forschungsarbeiten.

Da erfolgreiche Produkte der Schlüssel für erfolgreiche Unternehmen sind, soll das vorliegende Buch Hinweise geben, wie die Produktentwicklung in Unternehmen an die zukünftigen Herausforderungen angepasst werden kann. Es richtet sich sowohl an handelnde Personen in der Produktentwicklung, wie auch an Studierende, die sich mit der Produktentwicklung befassen. Gerade die heutigen Studierenden sind diejenigen, die in der Zukunft die Produktentwicklung bestimmen werden.

Wie die Produktentwicklung heute eine interdisziplinär zu lösende Aufgabe ist, so bedarf es auch bei dem Schreiben eines Buchs über Produktentwicklung der interdisziplinären Zusammenarbeit. Für die Unterstützung möchte ich mich an dieser Stelle bei Frau Dipl. Des. Barbara Gröbe-Boxdorfer M.Sc., akademische Mitarbeiterin an der Hochschule Pforzheim sowie am Institute for Human Engineering & Empathic Design (HEED), und den Kollegen Prof. Dr. Mike Barth, Prof. Dr. Guy Fournier und Prof. Dr. Jörg Woidasky sehr herzlich bedanken. Sie haben mit ihren Kapiteln einen wichtigen Beitrag zu diesem Buch geleistet. Aber auch vielen anderen Kolleginnen und Kollegen der Fakultäten für Gestaltung, Technik sowie Wirtschaft & Recht möchte ich für die zielführenden und kritischen Diskussionen zum Thema Produktentwicklung danken.

Was wäre ein Buch über Produktentwicklung ohne die praktische Erfahrung. Hierfür danke ich den Kolleginnen und Kollegen der Krehl & Partner Unternehmensberatung für Produkt + Technik. Tagtäglich unterstützen sie Unternehmen bei der Entwicklung von Produkten und viele im Markt befindliche erfolgreiche Produkte wurden durch ihre Arbeit wesentlich geprägt. Ihnen gilt ein ganz besonderer Dank.

Ohne Unterstützung durch den Verlag kann ein solches Buch nicht gelingen. Hier möchte ich besonders die Unterstützung durch Frau Tatjana Holzenhauer hervorheben. Danke auch an meine Lebensgefährtin und meine Kinder, die mich in den vergangenen Monaten im Wesentlichen am Schreibtisch erlebt haben.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit habe ich, insbesondere auch nach Gesprächen mit Studentinnen und Mitarbeiterinnen, im Verlauf des Buchs nur die jeweils männliche Form verwendet, einzig und allein aus dem Grund der besseren Lesbarkeit. Ich bitte um Nachsicht. Es würde mich aber sehr freuen, wenn sich mehr Studentinnen für das Thema Produktentwicklung interessieren würden. Es wäre eine wirkliche Bereicherung für die Produktentwicklung.

Nun wünsche ich allen Leserinnen und Lesern, dass Ihnen das Buch neue Impulse für das Thema Produktentwicklung geben mag.

Pforzheim, im August 2018

Werner Engeln

Grußwort

Die Produktentwicklung ist für alle Unternehmen einer der entscheidenden Prozesse, wenn sie wachsen wollen. Mit Produkten ergeben sich Skaleneffekte, welche aus dem reinen Projektgeschäft nicht möglich sind. Darüber hinaus lassen sich Prozesse innerhalb der Firma um das Produkt herum gestalten und optimieren. Marktvorteile der Unternehmensleistung lassen sich in Produkten besser mit Wettbewerbern vergleichen und entsprechend ausbauen und festigen.

Der Autor geht in seinem Werk auf die Aspekte der technischen Produktentwicklung umfassend ein. Beginnend mit der Klärung des Produktbegriffs und den Herausforderungen bei der Produktentwicklung bringt er seine Erfahrung aus vielen Jahren Beratungsarbeit in die Betrachtungen mit ein. So kann er aus der Sicht von außen auf das Unternehmen die unternehmensinternen Einflussfaktoren der Produktentwicklung anschaulich darstellen. Gerade in mittelständischen Betrieben, die über Jahre erfolgreich mit ihren Produkten am Markt agieren konnten, fallen in immer komplexeren Lieferketten die Produktentwicklungsentscheidungen schwer. Die richtige und ressourcenoptimale Ausrichtung der Entwicklungsarbeit ist heute aktueller denn je.

Die zweite Hälfte des Buches gibt Handlungshilfen an die Hand für die Organisation, Kommunikation und Methodenanwendung in Entwicklungsprojekten. Auch hier kann der Autor mit seiner praktischen Erfahrung und seinen wissenschaftlich analytisch Kenntnissen überzeugen. Er beleuchtet die unterschiedlichen Aspekte einer Produktentwicklung in den Unternehmen. Dies ist umso wichtiger, je komplexer die Aufgabenstellungen in der Zukunft werden.

Es ist davon auszugehen, dass die Entwicklungen der Zukunft nicht immer einfach nur die Überarbeitung der bestehenden Maschinenbaureihe sein werden. Digitalisierung und Integration neuer Technologien sind immer mehr die Grundanforderung an neue Produkte bzw. Geschäftsmodelle. Insofern lohnt sich eine systematische Herangehensweise, wie sie in diesem Buch beschrieben wird.

Dr. Andreas Wolf

Geschäftsführender Gesellschafter
robomotion GmbH

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung des Buchs	15
2	Produktentwicklung	17
2.1	Klärung des Begriffs Produkt	18
2.2	Klassifizierung von Produkten	21
2.2.1	Stückzahl	21
2.2.2	Art und Umfang der kundenspezifischen Anpassung	21
2.2.3	Beteiligte Fachdisziplinen	22
2.2.4	Komplexität des Produkts	22
2.3	Aufgaben der Produktentwicklung	23
3	Grundzüge der Systemtheorie	25
3.1	Der Systembegriff und Nutzung im Kontext der Produktentwicklung	25
3.2	Systemkomplexität	27
3.3	Zeitinvariante und zeitvariante Systeme	27
4	Herausforderungen der Produktentwicklung	31
4.1	Dynamisierung der Märkte	31
4.2	Komplexität von Umfeld und Produkt	33
4.3	Technologische Veränderungen	35
4.4	Digitalisierung	37
4.5	Additive Fertigung	43
4.6	Ressourcenschonung	47
5	Unternehmensinterne Einflussfaktoren der Produktentwicklung	49
5.1	Position des Unternehmens in der Lieferkette	49
5.2	Unternehmensstrategie	51
5.2.1	Produkt-Markt-Strategien	52
5.2.2	Diversifikations- oder Kernkompetenzstrategien	53
5.2.3	Wachstumsstrategien	54
5.2.4	Wettbewerbsstrategie	54
5.2.5	Markteintritts- und Wettbewerbsverhalten	60
5.2.6	Beschaffungsstrategie (Make-or-Buy)	62

5.3	Einbindung der Produktentwicklung	63
6	Erforderliche Fähigkeiten und Gestaltungsfelder der Produktentwicklung	65
6.1	Erforderliche Fähigkeiten der Produktentwicklung.....	65
6.2	Gestaltungsfelder der Produktentwicklung	66
7	Organisation der Produktentwicklung	69
7.1	Aufbauorganisation	69
7.1.1	Grundlagen der Aufbauorganisation	69
7.1.2	Fachliche Untergliederung der Produktentwicklung	76
7.1.3	Gliederung nach Entwicklungsphasen	78
7.1.4	Gliederung der Produktentwicklung nach der Produktstruktur.....	80
7.1.5	Problem der Aufbauorganisation in der Produktentwicklung.....	82
7.2	Ablauforganisation.....	84
7.2.1	Grundlagen der Ablauforganisation.....	84
7.2.2	Grundlegende Prozessmodelle der Produktentwicklung	87
7.2.2.1	Entwicklungsprozess mit seriellen Entwicklungsphasen	87
7.2.2.2	Phasenmodell mit überlappenden Entwicklungsphasen – das Wasserfall-Modell	88
7.2.2.3	V-Modell	90
7.2.2.4	Stage Gate Prozess.....	93
7.2.2.5	Wertanalyse.....	95
7.2.2.6	Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme...	97
7.2.2.7	Spiralmodell.....	99
7.2.2.8	Design Thinking	101
7.2.2.9	Branchenspezifische Modelle	103
7.2.2.10	Unterschiede der Entwicklungsprozessmodelle	108
7.2.3	Möglichkeiten der Darstellung von Entwicklungsprozessen	109
8	Kommunikation und Produktentwicklung	115
8.1	Kommunikation der an der Entwicklung beteiligten Personen.....	116
8.1.1	Wissensaufbau und räumliche Nähe	116
8.1.2	Optimierung des Kommunikationsnetzwerkes.....	119
8.2	Organisation der Kommunikation und des Arbeitsumfelds der Produktentwicklung.....	120
8.2.1	Organisation der Kommunikation.....	120
8.2.2	Arbeitsumfeld der Produktentwicklung	121
8.3	Modelle als Hilfsmittel zur Unterstützung der Kommunikation	126
8.4	Möglichkeiten zur Verbesserung der Kommunikation.....	129

FINDEN SIE NEUE WEGE

Mit KIRA B 50 – unserem intelligenten Reinigungsroboter



Willkommen in der Welt der autonomen Reinigung. Unser neuer Reinigungsroboter führt Reinigungsaufgaben völlig autonom, absolut zuverlässig und ohne Beaufsichtigung durch Menschen durch. Auch der Ressourcenaustausch erfolgt autonom an der optionalen Dockingstation. KIRA B 50 ist unsere Antwort auf Ihre Herausforderungen in der Reinigungstechnik.

www.kaercher.com



KÄRCHER

makes a difference

9	Agile Vorgehensweisen bei der Entwicklung von Produkten.....	131
9.1	Grundlagen.....	131
9.2	SCRUM	137
9.3	Google Venture Sprints	141
9.4	Kanban	145
9.5	Spurts.....	148
9.6	Die Arbeitsweise von Startups	153
9.7	Notwendige Veränderungen in Unternehmen als Basis für agile Vorgehensweisen	154
10	Prinzipien der schlanken Produktentwicklung.....	157
10.1	Die fünf Lean Prinzipien.....	157
10.2	Umsetzung der Lean Prinzipien	158
10.2.1	Chefingenieur als Stimme der Kunden im Projekt.....	160
10.2.2	Obeya als Arbeitsraum des Projektteams	162
10.2.3	Frontloading	163
10.2.4	Reduzierung von Verschwendung.....	164
10.2.5	Kontinuierliches Fließen – Engpassanalyse.....	170
10.2.6	Set Based Development.....	174
10.2.7	Visuelle Kommunikation	178
11	Projektmanagement in der Produktentwicklung.....	181
11.1	Notwendiges Projektverständnis in der Organisation	181
11.2	Qualifizierte Projektleitung.....	183
11.3	Entscheidungen im Rahmen von Produktentwicklungsprojekten....	184
11.4	Zusammenspiel Projekt und Fachbereiche	185
11.5	Teamarbeit in Projekten.....	189
11.6	Weitergabe des Projekts.....	193
12	Spezifische Managementaufgaben	197
12.1	Technologie- und Werkstoffmanagement.....	197
12.1.1	Technologiemanagement	197
12.1.2	Werkstoffmanagement	209
12.2	Innovationsmanagement	210

12.2.1	Begriffsbestimmung Innovation und Innovationsmanagement, Klassifizierung von Innovationen	211
12.2.2	Innovationskultur und Widerstand gegen Innovationen	214
12.2.3	Disruptive Innovationen	217
12.3	Wissensmanagement zur Unterstützung der Produktentwicklung ..	219
12.3.1	Bausteine des Wissensmanagements	221
12.3.2	Der Aufbau von Wissen	225
12.3.3	Fragen und Hinweise zur Vorbereitung der Einführung von Wissensmanagement in der Produktentwicklung	228
12.4	Designmanagement	229
12.4.1	Der Begriff Designmanagement	230
12.4.2	Ziele und Aufgaben von Designmanagement	231
12.4.3	Umsetzung von Designmanagement	234
12.4.4	Anforderungen an einen Designmanager	237
12.4.5	Herausforderungen / Die Zukunft des Designmanagements	239
13	Methodeneinsatz bei der Entwicklung von Produkten	241
13.1	Definition des Begriffs Methode	241
13.2	Anwendung von Methoden bei der Produktentwicklung	243
14	Optimierung der Produktentwicklung	245
14.1	Reduzierung der Komplexität eines Systems.....	247
14.1.1	Anwendung der Design Structure Matrix zur Komplexitätsreduzierung.....	247
14.1.2	Geringere Komplexität der Aufbauorganisation	257
14.2	Beherrschung von Komplexität	260
14.3	Dynamisieren der Entwicklungsorganisation.....	260
14.4	Neugestaltung der Entwicklungsabläufe.....	263
14.4.1	Beseitigung von Verschwendung	263
14.4.2	Wie machen es andere	263
14.4.3	Regeln anstelle von Prozessen.....	264
14.5	Nutzung neuer Vorgehensweisen und schnellere Entscheidungen..	266
14.6	Verbesserung der Kommunikation	266
14.7	Bessere Planbarkeit von Entwicklungsprojekten	267
14.8	Aufbau von Wissen.....	268
14.8.1	Wissen über Kunden und Wettbewerber.....	268
14.8.2	Wissen über Technologien und Materialien.....	269
14.9	Methodisches Vorgehen	270

15	Nachhaltige Produktentwicklung.....	271
15.1	Die Notwendigkeit der Nachhaltigkeit und Systembetrachtung	271
15.2	Aktuelle Produktions- und Konsumstrategien.....	274
15.3	Neue Strategien für nachhaltige Entwicklung	276
15.4	Neue Rahmenbedingungen für eine nachhaltigere Produkt-Entwicklung	278
15.5	Strategien der nachhaltigen Produktentwicklung	284
15.6	Kernaussagen zur nachhaltigen Produktentwicklung	289
16	Verantwortung und Produktenwicklung.....	291
16.1	Begriff der Verantwortung	291
16.2	Produktentwicklung und Verantwortung	293
	Literaturverzeichnis	299
	Stichwortverzeichnis.....	323
	Autoren	333

1 Zielsetzung des Buchs

Die Entwicklung von Produkten als interdisziplinär zu lösende Aufgabenstellung in Unternehmen hat in den vergangenen Jahren deutliche Veränderungen erfahren. Diese sind im Wesentlichen bedingt durch die Veränderung der Märkte aber auch durch veränderte unternehmensinterne Randbedingungen. Um weiterhin erfolgreich im Markt bestehen zu können, müssen die Unternehmen zwangsläufig ihre Produktentwicklung daran anpassen.

Ziel des Buchs ist es, Ansätze zu beschreiben, mit deren Hilfe insbesondere die Organisation der Produktentwicklung an die Herausforderungen und Randbedingungen angepasst werden kann. Am Ende des Buchs werden noch zwei Themen behandelt, die vielleicht nicht direkt in einem Buch über Produktentwicklung vermutet werden, die aber heute im Zusammenhang mit der Produktentwicklung wichtig sind: das Thema Nachhaltigkeit sowie das Thema Verantwortung von Personen, die in der Produktentwicklung tätig sind.

Im Einzelnen werden in den verschiedenen Kapiteln folgende Themen behandelt:

Kapitel 2	befasst sich mit der Frage, was ein Produkt ist, wie Produkte klassifiziert werden können und welche Aufgaben die Produktentwicklung in einem Unternehmen hat.
Kapitel 3	beschreibt die Grundzüge der Systemtheorie, da sowohl die Entwicklungsorganisation wie auch ein Produkt als System betrachtet werden können. Aus der systemischen Betrachtung der Produktentwicklung lassen sich Gestaltungsansätze für die Entwicklungsorganisation ableiten.
Kapitel 4	erläutert die externen Herausforderungen, denen sich die Produktentwicklung stellen muss.
Kapitel 5	fasst wichtige unternehmensinterne Randbedingungen zusammen, die Einfluss auf die Produktentwicklung haben.
Kapitel 6	leitet aus den Herausforderungen und Randbedingungen die notwendigen Fähigkeiten der Produktentwicklung ab und nennt die Gestaltungsfelder, die zur Erreichung der Fähigkeiten genutzt werden können.
Kapitel 7	beschreibt verschiedene Formen der Aufbau- und der Ablauforganisation in der Produktentwicklung.
Kapitel 8	geht auf das Thema Kommunikation in der Produktentwicklung ein, da richtige Kommunikation ein wichtiges Element erfolgreicher Arbeit in der Produktentwicklung darstellt.
Kapitel 9	beschreibt die Grundlagen unterschiedlicher Agiler Vorgehensweisen, die in der Produktentwicklung Anwendung finden können
Kapitel 10	erläutert die Prinzipien der schlanken Produktentwicklung und beschreibt wichtige Ansätze zu deren Umsetzung.

Kapitel 11	widmet sich dem Thema Projektmanagement mit dem Schwerpunkt der Einbindung von Entwicklungsprojekten in die gesamte Unternehmensorganisation.
Kapitel 12	betrachtet weitere spezifische Managementthemen, die direkt mit der Produktentwicklung zusammenhängen, wie Technologie- und Werkstoffmanagement, Innovations- und Wissensmanagement und Designmanagement.
Kapitel 13	geht kurz auf die Anwendung von Methoden bei der Produktentwicklung ein. Methoden helfen, die die Entwicklung eines Produkts betreffenden relevanten Informationen systematisch zu erarbeiten und zu strukturieren.
Kapitel 14	leitet aus dem in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Themen Ansätze zur Optimierung der Produktentwicklung ab, um die gegebenen Herausforderungen zu meistern.
Kapitel 15	Nachhaltigkeit ist ein heute wichtiges Thema, das insbesondere auch die Produktentwicklung betrifft. Deshalb wird das Thema in diesem Buch aufgegriffen, wichtige Aspekte der Nachhaltigkeit sowie deren Einfluss auf die Produktentwicklung werden erläutert.
Kapitel 16	Personen in der Produktentwicklung tragen durch ihre Arbeit vielfältige Verantwortung. Im abschließenden Kapitel wird das Thema Verantwortung näher beschrieben und die Verantwortung von Personen in der Produktentwicklung genauer herausgearbeitet.

Die Ausführungen in diesem Buch werden geleitet von den fünf Grundprinzipien der Schlanken Organisation, wie sie in (Womack und Jones, 1996) beschrieben wurden und weiter unten nochmals genannt werden. Diese Prinzipien sind auch die Leitprinzipien der Schlanken Entwicklung. Durch die Orientierung der Inhalte an den Leitgedanken der schlanken Organisation soll sichergestellt werden, dass bei einer Umsetzung im Unternehmen auch tatsächlich die Effizienz der Produktentwicklung gesteigert werden kann.

Das Buch richtet sich einerseits an all diejenigen, die sich mit der Produktentwicklung in Unternehmen befassen. Ihnen soll das Buch Anregungen geben, wie die Produktentwicklung in der Zukunft organisiert werden kann, um sich den neuen Herausforderungen zu stellen. Gleichzeitig soll das Buch aber auch Studierenden unterschiedlicher Fachrichtungen, die sich intensiver mit der Produktentwicklung befassen wollen, Einblicke in die Abläufe bei der Entwicklung von Produkten geben, um so ein besseres Verständnis für die Vorgehensweise bei der Entwicklung und Weiterentwicklung von Produkten zu vermitteln.

2 Produktentwicklung

Die Entwicklung neuer, sowie die Weiterentwicklung vorhandener Produkte ist eine der zentralen Aufgaben eines Unternehmens. Die von einem Unternehmen im Markt angebotenen Produkte sind entscheidend für Erfolg oder Misserfolg des Unternehmens.

In (Aumayr, 2016) heißt es: „*Was zeichnet erfolgreiche Unternehmen aus? Sicherlich die Fähigkeit, Produkte zu entwickeln, sie erfolgreich am Markt einzuführen und den Produktlebenszyklus optimal zu gestalten.*“

Umso wichtiger ist es, dass ein Unternehmen diese zentrale Aufgabe der Produktentwicklung hervorragend löst.

Die Produktentwicklung in einem Unternehmen wird durch vielfältige Faktoren beeinflusst. In (Gericke, Meißner und Paetzold, 2013) werden insgesamt 239 Kontextfaktoren benannt. Sie beeinflussen die Gestaltung der Entwicklungsorganisation und die Vorgehensweise bei der Entwicklung von Produkten, sind aber sehr unterschiedlich von ihrer Wichtigkeit, je nach Unternehmen, Branche und Produkt. Eine direkte Herleitung einer optimalen Entwicklungsorganisation und Vorgehensweise aus der Wichtigkeit der Einflussfaktoren gibt es bisher aber nicht und ist auch nicht Ziel des Buchs.

Vor dieser Betrachtung eine Anmerkung zur Verwendung des Begriffs Produktentwicklung als solchem. Der Begriff Produktentwicklung wird meist mit zwei Bedeutungen verwendet:

- Produktentwicklung als die Tätigkeit, ein Produkt weiter oder neu zu entwickeln,
- Produktentwicklung als Organisationseinheit in einem Unternehmen, die für die Entwicklung der Produkte zuständig ist.

In diesem Buch wird der Begriff mit beiden genannten Bedeutungen verwendet.

Bevor nachfolgend näher auf die Produktentwicklung eingegangen wird, soll zuerst der Begriff des Produkts geklärt und eine Klassifizierung zur Unterscheidung unterschiedlicher Produkte vorgestellt werden.

2.1 Klärung des Begriffs Produkt

Was ist eigentlich ein Produkt? Die Frage scheint im ersten Moment geklärt, aber wie viele Diskussionen in Unternehmen oder in Fachkreisen zeigen, doch wiederum nicht. Insbesondere die unterschiedlichen Fachdisziplinen, die zur erfolgreichen Entwicklung eines Produkts zusammenarbeiten müssen, haben teilweise sehr unterschiedliche Definitionen des Begriffs Produkt. Jede Fachdisziplin legt dabei besonderen Wert auf ihren Blick auf das Produkt.

Um der Definitionsvielfalt nicht noch weiter Vorschub zu leisten, soll hier als Basis eine Definition verwendet werden, die das Produkt aus der Sicht des Marktes beschreibt. Ausgehend von dieser Definition wird der Begriff im Weiteren dann genauer erläutert.

„Ein Produkt ist jedes Objekt, das auf einem Markt zur Beachtung oder Wahl, zum Kauf, zur Benutzung oder zum Verbrauch oder Verzehr angeboten wird und geeignet ist, damit Wünsche oder Bedürfnisse zu befriedigen.“ (Kotler et al., 2011).

Unter Markt soll hier der Ort des Zusammentreffens von potenziellen Kunden, Wettbewerbern und dem eigenen Angebot verstanden werden. Ein Produkt wird durch eine Vielzahl von Merkmalen beschrieben, die auch als Produktdimensionen bezeichnet werden. Es ist dabei zu unterscheiden zwischen den Dimensionen eines Produkts aus Sicht der Kunden einerseits und aus Sicht der Hersteller andererseits (Engeln, 2011).

Abhängig von der Art des Produkts sind die Merkmale unterschiedlich wichtig für den Kunden und so auch unterschiedlich stark am Produkt ausgeprägt. Mit der Entwicklung des Produkts wird die Ausprägung der Dimensionen festgelegt.

Dabei gibt es neben den Merkmalen des eigentlichen Produkts noch die Merkmale des erweiterten Produkts (äußerer Kreis in Abb. 2.1). Diese spielen bei vielen Produkten eine wichtige Rolle bei der Kaufentscheidung der Kunden, sind aber nicht direkt durch die Produktentwicklung zu beeinflussen. Sie sind heute für eine große Anzahl von Produkten wichtiger Bestandteil des Angebots an die Kunden und stellen wichtige Merkmale zur Wettbewerbsdifferenzierung dar.

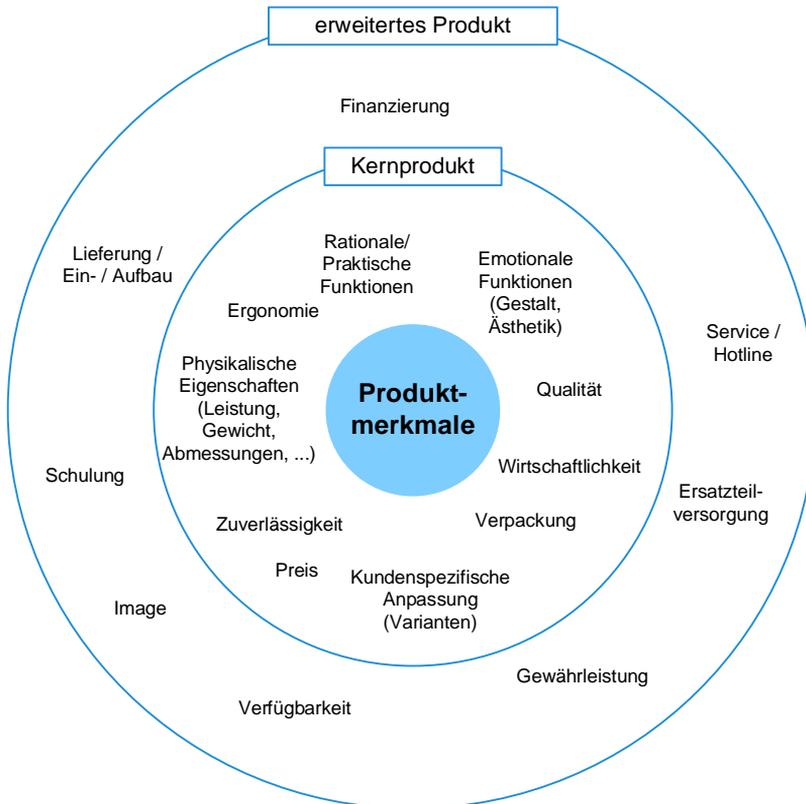


Abb. 2.1: Merkmale eines Produkts aus Kundensicht

Die produktspezifische Ausprägung der Merkmale des Kernprodukts und des erweiterten Produkts bestimmt den Wert eines Produkts aus der Sicht der Kunden.

In der Marketingliteratur wird an Stelle des Wertes häufig der Nutzen eines Produkts beschrieben. In (Meffert, Burmann und Kirchgeorg, 2008) werden drei Dimensionen des Nutzens unterschieden:

- technisch, funktionaler Nutzen,
- ästhetischer Nutzen,
- sozialer Nutzen.

Auch hier gilt, dass je nach Produkt die Nutzendimensionen unterschiedlich wichtig sind für die Kaufentscheidung der Kunden.

Zusätzlich zu den Produktmerkmalen aus Sicht der Kunden sind für die Produktentwicklung noch die Merkmale aus Sicht des Unternehmens wichtig. Die Ausprägung der Merkmale bestimmt hier den Wert des Produkts aus Sicht des Unternehmens (Abb. 2.2). Nur wenn das Produkt auch den Wertvorstellungen des Unternehmens entspricht, macht es Sinn das Produkt zu entwickeln.

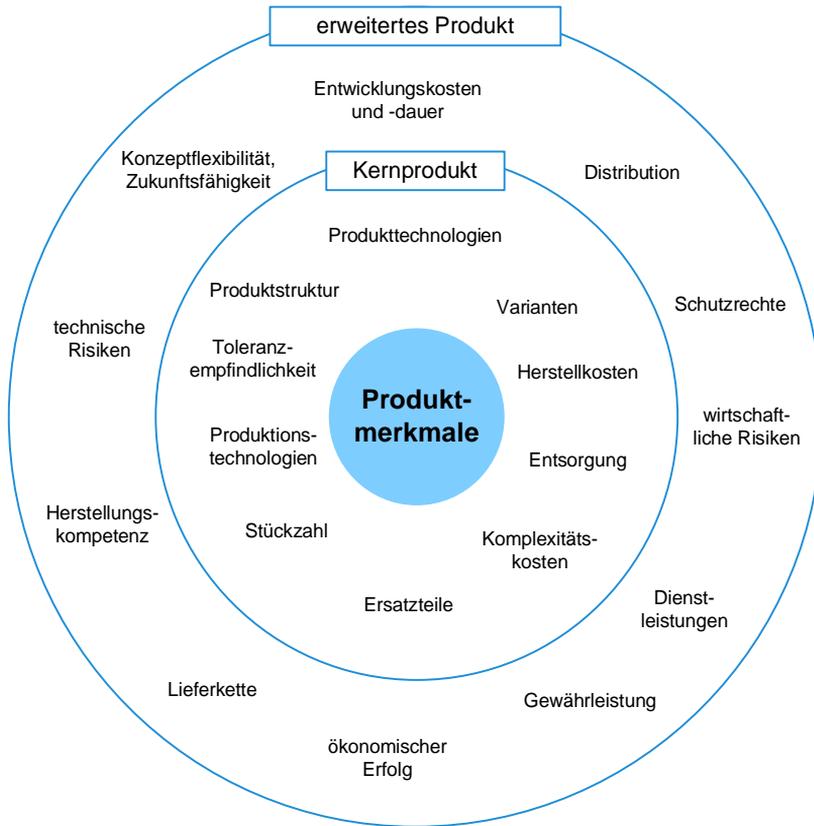


Abb. 2.2: Merkmale eines Produkts aus Herstellersicht

Die geforderte Ausprägung und Wichtigkeit der verschiedenen Merkmale ist auch hier spezifisch für unterschiedliche Arten von Produkten und hat Auswirkungen auf die Produktentwicklung.

2.2 Klassifizierung von Produkten

Die in den nachfolgenden Kapiteln behandelten Fragestellungen zur Produktentwicklung erfordern eine genauere Klassifizierung von Produkten. Diese ist notwendig, da sich daraus auch unterschiedliche Schwerpunkte bei der Gestaltung der Produktentwicklung ergeben. Hier soll eine Klassifizierung nach folgenden Kriterien verwendet werden:

- Stückzahl,
- Art und Umfang der kundenspezifischen Anpassung,
- an der Entwicklung beteiligte Fachdisziplinen,
- Komplexität des Produkts.

2.2.1 Stückzahl

Abhängig vom Produkt werden diese in unterschiedlichen Stückzahlen produziert. Produkte können in Stückzahl eins hergestellt werden, so beispielsweise im Sondermaschinen- und Anlagenbau bis hin zu sehr großer Stückzahl (Großserie), so beispielsweise im Automobilbereich. Abhängig von der Stückzahl legt die Produktentwicklung geeignete Fertigungstechnologien fest. Wichtig sind aber die Einflüsse auf die Organisation der Produktentwicklung. So erfordern Serienprodukte beispielsweise

- die Absicherung der Serienreife des Produkts, bevor die Serienproduktion beginnen kann,
- die Betreuung des Produkts während der Serienproduktion von Seiten der Produktentwicklung.

Dieses muss sich dann auch in der Organisation der Produktentwicklung wieder spiegeln. Sehr viele Produkte finden sich zwischen den beiden genannten Extremen. Sie werden in einer Stückzahl von mehreren Hundert bis einigen tausend pro Jahr hergestellt, beispielsweise Werkzeugmaschinen oder Baumaschinen.

2.2.2 Art und Umfang der kundenspezifischen Anpassung

Wenn Produkte an spezifische Kundenwünsche oder Marktsegmente angepasst werden müssen, so kann dies durch spezifische Entwicklungsarbeit erfolgen, die mit jedem auszuliefernden Produkt verbunden ist, oder durch Kombination bereits bestehender Elemente, ohne Entwicklungsarbeit. Spezifische Merkmale werden dann durch ein geeignetes Konfigurationsmanagement festgelegt. Die

Art der geforderten kundenspezifischen Anpassung bestimmt auch die Art des Kontakts, den die Produktentwicklung mit den Kunden hat. Eine Anpassung mit Entwicklungsarbeit setzt auch voraus, dass hier ein direkter Kontakt zwischen Produktentwicklung und Kunden vorhanden ist. Erfolgt die kundenspezifische Anpassung durch Konfiguration, so ist beim spezifischen Kundenauftrag kein Kontakt zwischen Produktentwicklung und Kunde notwendig.

2.2.3 Beteiligte Fachdisziplinen

Wichtig zur Unterscheidung von Produkten ist die Frage, ob die für das Produkt wesentlichen Merkmale durch eine Fachdisziplin, beispielsweise durch die Mechanikentwicklung, festgelegt werden oder durch mehrere. Sind mehrere Fachdisziplinen beteiligt, so ist für ein Produkt wichtig, welche Fachdisziplin das Produkt im Wesentlichen prägt. So können Produkte im Wesentlichen durch die Mechanik geprägt sein, beispielsweise ein Getriebe, oder aber durch das Design, beispielsweise ein Schmuckstück. Hier kann es im Lauf der Zeit aber durchaus Verschiebungen geben, wenn die Elektronik samt zugehöriger Software stärkeren Einzug in die Produkte hält oder aber sehr technische Produkte sich immer mehr durch das Design und weniger durch ihre technischen Merkmale unterscheiden.

2.2.4 Komplexität des Produkts

Ein wesentliches Merkmal zur Klassifizierung von Produkten ist deren Komplexität. Der Begriff der Komplexität wird im Kapitel 3 weiter erläutert. Danach ist ein Produkt umso komplexer, je größer die Anzahl der Elemente ist, aus denen das Produkt besteht und umso mehr Beziehungen die einzelnen Elemente untereinander besitzen. Als weitere Merkmale, die die Komplexität eines Produkts beschreiben, gelten demnach die Art der Elemente und die Art der Beziehungen der Elemente untereinander. Handelt es sich nur um einfache Elemente, beispielsweise rein mechanische Elemente oder sind es die Elemente die Mechanik, Elektronik und Software enthalten und eine Vielzahl von Funktionen realisieren. Die Art Beziehung der Elemente zueinander in einem technischen Produkt kann einfacher Art sein, beispielsweise eine rein mechanische Schnittstelle zwischen zwei Elementen oder auch eine komplexe Beziehung, bei der sowohl eine mechanische Verbindung zwischen den Elementen besteht wie auch Energie und Signale übertragen werden müssen.

Zu der Beschreibung der Komplexität eines Produkts passt auch der für die weiteren Ausführungen wichtige Begriff des Systems, der ebenfalls im Kapitel 3 genauer erläutert wird. Ein Produkt lässt sich demnach grundsätzlich als System beschreiben.

2.3 Aufgaben der Produktentwicklung

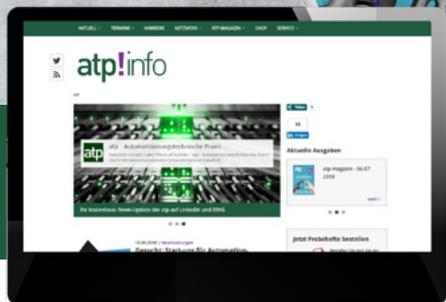
Die Aufgaben der Produktentwicklung in einem Unternehmen sind sehr vielfältig. Im Schwerpunkt umfassen sie die folgenden Aufgaben:

- Kundenanforderungen möglichst schnell und zielsicher in Produkte umzusetzen und so Produkte mit erkennbaren Alleinstellungsmerkmalen zu realisieren,
- Entwicklung von Varianten bestehender Produkte für neue Marktsegmente,
- Ideen für neue Produkte oder Teile von Produkten zu entwickeln und diese dann schnell und sicher in Produkten umzusetzen,
- Optimierung bereits in der Herstellung befindlicher Produkte in Richtung Qualität, Kosten, Herstellbarkeit.

Dabei gilt es jeweils, sowohl die Wertvorstellung der Kunden wie die des eigenen Unternehmens bezüglich der Produkte zu erfüllen: aufgrund der Vielzahl aber auch der teilweisen Widersprüchlichkeit zwischen den Vorstellungen der Kunden und des Unternehmens eine besondere Herausforderung.

Das grundlegende systematischen Vorgehen zur Lösung einer Entwicklungsaufgabe ist für technische Produkte ähnlich und in der VDI-Richtlinie 2221, Blatt 1 (Verein Deutscher Ingenieure und Gesellschaft Entwicklung, Konstruktion, Vertrieb, 2019) beschrieben. Die eigentlichen Entwicklungsabläufe im Unternehmen sind allerdings sehr stark vom Produkt selbst, dem Markt, in dem sich das Unternehmen bewegt sowie den unternehmensinternen Randbedingungen geprägt. Zusätzlich gibt es eine Vielzahl weiterer Faktoren (Gericke, Meißner und Paetzold, 2013), die Einfluss auf den tatsächlichen Ablauf bei der Entwicklung von Produkten in Unternehmen haben.

Nah an der Wissenschaft, nah an der Wirtschaft



Bestellen Sie Ihr Probeheft:
www.atpinfo.de

Das praxisnahe Magazin für
die Automatisierungstechnik.

atp
magazin

3 Grundzüge der Systemtheorie

3.1 Der Systembegriff und Nutzung im Kontext der Produktentwicklung

3

Was wird unter einem System verstanden und in welchem Zusammenhang wird der Begriff hier in diesem Buch verwendet?

„System heißt das theoretische Modell einer wirklichen Ganzheit. Kennzeichnend sind seine Funktionen, seine Struktur und seine Stellung in einer Hierarchie. Ein System wird von seiner Umwelt abgegrenzt.“ (Ropohl, 2012).

Die wesentlichen Merkmale eines Systems sind:

- Die Elemente des Systems und deren Eigenschaften. Elemente wiederum können Teilsysteme (T) sein oder aber Komponenten (K), welche als nicht weiter zerlegbar betrachtet werden.
- Art und Anzahl der Beziehungen zwischen den Elementen des Systems.
- Das dynamische Verhalten des Systems.

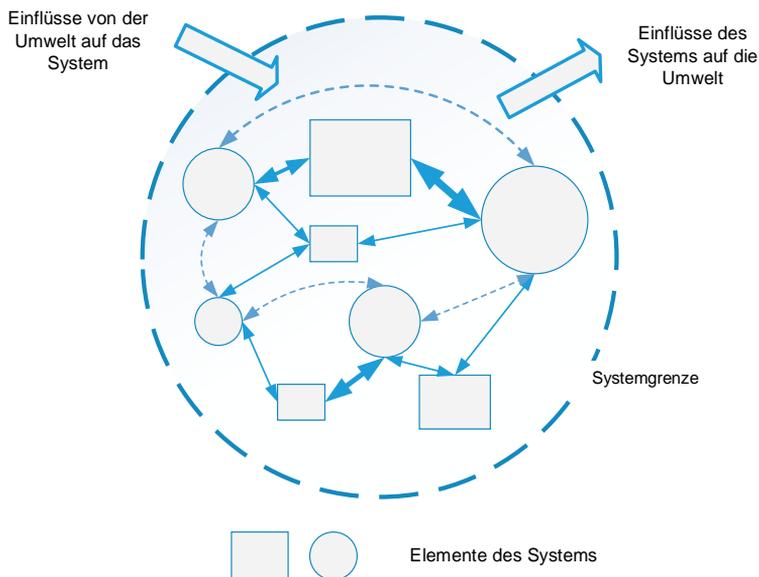


Abb. 3.1: Prinzipdarstellung eines Systems

Abb. 3.1 zeigt die Prinzipdarstellung eines Systems, bestehend aus acht Elementen. Die Elemente des Systems stehen in einer Beziehung zueinander, wobei nicht jedes Element in direkter Beziehung zu jedem anderen Element stehen muss. Die Beziehungen der Elemente beschreibt die Ordnung des Systems. Die Systemgrenze grenzt das System gegenüber seiner Umwelt ab. Sie ist wichtig zur Beschreibung des Systems, um festzulegen, was noch zum System gehört, was nicht mehr dazu gehört und somit Umwelt des Systems ist. Das System wird durch seine Umwelt beeinflusst und beeinflusst wiederum seine Umwelt.

In der Systembetrachtung wird prinzipiell in offene und geschlossene Systeme unterschieden. Danach erfolgt die Unterteilung, wie in (Fuchs, 1973) beschrieben, nach der Möglichkeit, ob ein System einen Stoff- bzw. Materieaustausch mit der Umwelt besitzt. Besteht diese Möglichkeit, so wird von einem offenen System gesprochen. Unternehmen sind entsprechend dieser Einteilung als offene Systeme zu betrachten. Im Bereich der Technik erfolgt die Beschreibung eines Systems häufig durch die Beschreibung seines Eingangs-/Ausgangsverhaltens. Das System wird dazu von außen durch ein determiniertes Eingangssignal angeregt und es wird untersucht, wie das System auf diese Anregung reagiert.

Im Kontext dieses Buches soll der Begriff genutzt werden, um Beziehungen, Abhängigkeiten und notwendige Informationsflüsse zu beschreiben. Der Systembegriff kann dabei auf unterschiedliche Bereiche im Zusammenhang mit der Produktentwicklung angewendet werden.

- **Markt** mit Unternehmen und Kunden als Elemente des Markts sowie deren Vernetzung. Beeinflusst wird dieser Markt von seiner Umwelt und er wirkt auf seine Umwelt. Einwirkungen auf den Markt aus der Umwelt können beispielsweise gesetzliche Vorgaben oder gesellschaftliche Rahmenbedingungen sein.
- **Unternehmen** mit ihren Organisationseinheiten wie Entwicklung, Produktion, Vertrieb und weiteren Unternehmenseinheiten, die miteinander interagieren.
- **Produktentwicklung** als Organisationseinheit in Unternehmen, die aber wiederum aus unterschiedlichen Elementen bestehen kann, die miteinander interagieren.
- **Produkt** als solches, bestehend aus einer Vielzahl von Elementen, wie Baugruppen und Einzelteilen, die miteinander in Beziehung stehen, dessen Elemente interagieren und so die gewünschten Funktionen des Produkts realisieren.

Durch die Systemdarstellung kann anschaulich deutlich gemacht werden, dass Veränderungen im Umfeld des Systems oder im System selbst Auswirkungen auf die Systemelemente haben. Die Veränderungen verlangen in der Regel von den Elementen eine Anpassung, um weiterhin erfolgreich im System bestehen zu können. Mit Hilfe der Systembetrachtung können so die vielfältigen Einflüsse auf die Produktentwicklung und ihre Aufgaben verdeutlicht werden und die Notwendigkeit, dass sich die Produktentwicklung daran anpassen muss.

3.2 Systemkomplexität

Eine wichtige Kenngröße eines Systems ist seine Komplexität. In (Bruns, 1991) wird dafür eine anschauliche Beschreibung gegeben (Abb. 3.2), wie sie im Weiteren hier verwendet werden soll.

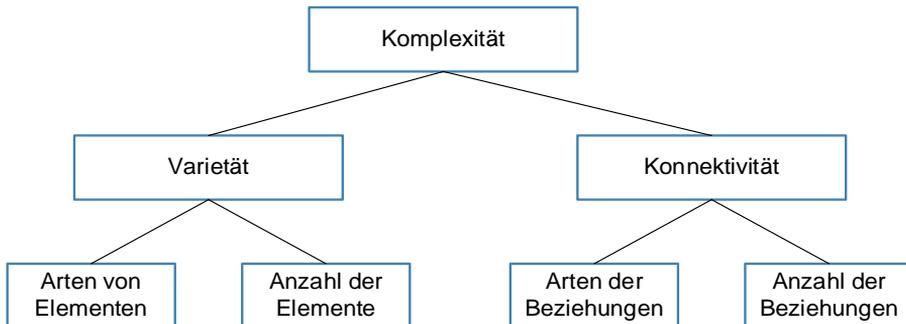


Abb. 3.2: Beschreibung der Komplexität nach (Bruns, 1991)

Der mittels Abb. 3.2 erläuterte Begriff der Komplexität beschreibt die strukturelle Komplexität eines Systems aufgrund von Elementen und deren Beziehungen.

Stehen in einem System alle Elemente (n) in einer zweiseitigen Beziehung zueinander, so ergibt sich die maximale Anzahl der Beziehungen (K) zu

$$K = n(n - 1)$$

In realen Systemen stehen allerdings nur selten alle Elemente in einer zweiseitigen Beziehung zueinander.

3.3 Zeitinvariante und zeitvariante Systeme

Bei Systemen wird zwischen zeitinvarianten und zeitvarianten Systemen unterschieden. Bei zeitinvarianten Systemen verändern sich die Elemente, die Beziehungen der Elemente sowie die Beziehungen des Systems zu seiner Umwelt nicht mit der Zeit. Sie sind innerhalb eines definierten Betrachtungszeitraums konstant. Für die Betrachtung in diesem Buch sind aber die zeitvarianten Systeme von Interesse. Bei diesen kann sich die Zahl der Elemente, die Eigenschaften der Elemente, deren Beziehungen sowie die Beziehungen zwischen dem Inneren des Systems

und seiner Umwelt verändern. Weitere Kriterien zur Klassifizierung von Systemen sind linear – nichtlinear, kontinuierlich – zeitdiskret, kausal – nichtkausal etc.

Die Dynamik eines Systems beschreibt dessen zeitliches Verhalten, wobei für die Betrachtungen im Zusammenhang mit der Produktentwicklung zwei Aspekte der Dynamik von Interesse sind.

- Dynamik als die Zeit Δt , die ein System benötigt, welches zu einem Zeitpunkt t_0 angeregt wird, um den gewünschten Endzustand zu erreichen. Es geht also um die Frage, wie schnell das System einer Änderung der Eingangsgröße folgen kann. In der Systemtheorie allgemein ist auch noch von Interesse, wie das System der Änderung folgt. Bezogen auf die Produktentwicklung kann dieses beispielsweise die Zeit Δt sein, die ein Entwicklungsbereich benötigt, um eine vorgegebene Entwicklungsaufgabe zu erledigen.
- Dynamik als die zeitliche Veränderung des Systems als solches in Form von Veränderung der Elemente, der Beziehungen der Elemente oder der Beziehung des Systems zu seiner Umwelt. Verändert sich ein System, so ändert sich allerdings auch seine Dynamik bezüglich der Reaktion auf eine Änderung der Eingangsgröße.

Die beiden Aspekte der Dynamik sind mit Blick auf die Produktentwicklung eng miteinander vernetzt. Es geht um die Frage, wie und wie schnell kann sich das System Produktentwicklung an neue Herausforderungen aus der Umwelt oder des Unternehmens anpassen, um möglichst schnell mit hoher Qualität die Entwicklungsaufgabe zu lösen?

Veränderungen können in allen als System zu betrachtenden Gebilden vorkommen. Beispiele für Veränderungen mit Auswirkungen auf die Produktentwicklung sind:

- Markt: Veränderungen des Kundenverhaltens, Eintritt neuer Wettbewerber in den Markt, Ausscheiden von Wettbewerbern, Änderung von Gesetzen, politische Rahmenbedingungen,
- Unternehmen: eine neue Aufbau- oder Ablauforganisation, eine Änderung der Strategie des Unternehmens, neue Eigentumsverhältnisse, personelle Veränderungen,
- Produktentwicklung: neue Technologien, Veränderung der Wettbewerbsstrategie, neue Wettbewerbsprodukte verlangen eine Anpassung der Entwicklungsorganisation.