

Management und Controlling im Mittelstand
Wolfgang Becker · Patrick Ulrich *Hrsg.*

Angela Janke · Nicolas Burkhardt

Disruptive Technologien im Mittelstand

Prozessreifegradmanagement
der Produktentwicklung



Springer Gabler

Management und Controlling im Mittelstand

Reihenherausgeber

Wolfgang Becker
Otto-Friedrich-Universität Bamberg
Patrick Ulrich
Hochschule Aalen - Technik und Wirtschaft
Deutschland

Ziel der Reihe „Management und Controlling im Mittelstand“ ist es, die Gesamtheit der mittelstandsorientierten Betriebswirtschaftslehre abzubilden. Sie folgt der Maxime „a small business is not a little big business“ (Welsh/White), nach der mittelständische Unternehmen bedarfsgerechte Konzepte benötigen. Die Reihe strebt die Generierung fundierter, praxisnaher, aber auch theoretisch auf State-of-the-Art-Niveau stehender wissenschaftlicher Erkenntnisse an, die dem Mittelstand auch im Forschungsbereich eine Bedeutung verschaffen sollen, die er aufgrund seiner volkswirtschaftlichen Stellung schon lange verdient. Diese Erkenntnisse sollen dann in konkrete Managementkonzepte und -instrumente überführt werden. Die Konkretisierung dieser Zielsetzung besteht darin, zunächst eine mittelständische Problemlandkarte zu entwerfen, die von den gegenwärtigen und zukünftigen Erfolgsfaktoren mittelständischer Unternehmen ausgeht. Auf dieser Basis sollen gegenwärtige Erfolgsfaktoren analysiert, zukünftige Erfolgsfaktoren identifiziert und Handlungsempfehlungen für die Unternehmenspraxis abgeleitet werden. Die Reihe hat einen hohen theoretischen Anspruch, ist letztlich anwendungsorientiert ausgerichtet und zudem ausdrücklich offen für neue inhaltliche und publizistische Formate. Sie nutzt die bildhafte Vermittlung als Gestaltungsinstrument und bietet zeitgemäße, wissenschaftlich solide, dabei aber verständliche und praxisorientierte Fachpublikationen.

Weitere Bände in dieser Reihe

<http://www.springer.com/series/13362>

Angela Janke · Nicolas Burkhardt

Disruptive Technologien im Mittelstand

Prozessreifegradmanagement der
Produktentwicklung



Springer Gabler

Angela Janke
BTU Cottbus-Senftenberg
Cottbus
Deutschland

Nicolas Burkhardt
Düsseldorf
Deutschland

Management und Controlling im Mittelstand
ISBN 978-3-658-17136-0 ISBN 978-3-658-17137-7 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-17137-7>

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

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

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.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Gabler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Geleitwort

In der aktuellen betriebswirtschaftlichen Diskussion gibt es mit der Digitalisierung sicherlich einen Schwerpunkt, der auch für die deutsche Volkswirtschaft in den kommenden Jahren und Jahrzehnten prägend werden wird. Dies gilt ganz besonders für den Mittelstand, der einerseits immer wieder als Rückgrat der deutschen Wirtschaft beschrieben wird, andererseits aber auch in besonderem Maß am Fachkräftemangel leidet und dem Risiko ausgesetzt ist, das von neuen Technologien ausgeht. In mittelständischen Unternehmen besteht häufig eine Unsicherheit, wie mit neuen Technologien umgegangen werden soll. Zudem bestehen finanzielle und personelle Engpässe.

Verglichen mit der Situation von Großunternehmen, die sowohl die nötigen finanziellen Ressourcen als auch das Personal haben, um mit der digitalen Revolution umzugehen, scheint dies für den Mittelstand auf den ersten Blick ein Nachteil zu sein. Bei näherem Hinsehen erkennt der geneigte Leser jedoch, dass Mittelständler auch viele Vorteile aufweisen – flache Hierarchien, starke Unternehmenskultur, schnelle Entscheidungswege und viele mehr.

Bezogen auf Geschäftsmodellinnovationen wird in der Fachliteratur häufig von der Vorteilhaftigkeit von disruptiven Wechseln – also Trendbrüchen – gesprochen. Die Muster dieser Trendbrüche sind ebenso wie ihre Umsetzbarkeit in der Praxis zu wenig erforscht. An dieser Stelle setzen die Autoren dieses Werks mit einer gelungenen Mischung aus Theorie und Praxis an, indem sie mittelständischen Unternehmen ein Reifegradmodell präsentieren, das theoretisch wie empirisch gehaltvoll ist und auch in der Praxis für reale Geschäftsmodelle einen Mehrwert verspricht. Insofern wünschen wir diesem Werk als Herausgeber der Reihe „Management und Controlling im Mittelstand“ eine positive Rezeption in Theorie und Praxis und eine große wie interessierte Leserschaft.

Bamberg und Aalen,
im September 2017

Univ.-Professor Dr. Dr. habil. Wolfgang Becker
Professor Dr. habil. Patrick Ulrich

Vorwort

Vor gut 66 Mio. Jahren begann auf der Insel Yucatan das Ende einer langen Ära. Nach allem, was wir wissen, schlug ein ca. 10 bis 15 Kilometer großer Asteroid unvermittelt auf der Erde ein und beendete dabei das Zeitalter der Dinosaurier. 70 bis 75 % aller zu diesem Zeitpunkt existierenden Arten starben dabei aus.

Der damalige Vorfall liefert eine überraschend treffende Analogie zur aktuellen Diskussion über Disruptions- und Innovationsfähigkeit in der Ökonomie. Und er zeigt auch, warum so gut wie jedes Unternehmen von den sich abzeichnenden Entwicklungen betroffen sein wird. Die Autoren des vorliegenden Fachbuchs „Disruptive Technologien im Mittelstand“ setzen sich zum Ziel, das Thema Disruption für mittelständische Unternehmen zugänglicher und zugleich nachvollziehbarer zu machen.

Bereits heute kommen wir um die Themen disruptiver oder radikaler Wandel in Gesellschaft und Wirtschaft kaum mehr herum. Die meisten relevanten Zeitungen und Fachzeitschriften berichten beinahe täglich davon. Disruption ist folglich auch in so gut wie aller Managermunde. Der Tenor dabei: alles wird (und muss) sich verändern, nichts bleibt wie es war. Einige Manager sind in diesem Zusammenhang optimistischer, andere sehen eher die großen Herausforderungen. In jedem Fall, und da ist man sich einig, wird es bahnbrechend, umwälzend und radikal.

Die disruptiven Auswirkungen, die sich beispielsweise im Zuge der Digitalisierung ergeben, werden zahlreiche Jobs in diversen Branchen sowie ganze Berufszweige und Geschäftsmodelle aufbrechen. Und tatsächlich gibt es hierfür bereits Blaupausen: iTunes veränderte die Musikindustrie, airBnB die Reisebranche, Amazon viele Innenstädte und Tesla könnte den gesamten Automobil- und Zuliefermarkt umkrempeln. Beispiele, deren teils massive Auswirkungen anderen (mittelständischen) Industrien noch bevorstehen. Und dabei befinden sich disruptive Schlüsselinnovationen wie z. B. der 3D-Druck erst noch vor ihrer vollständigen Entfaltung.

Es stellt sich daher unweigerlich die Frage: Ist der deutsche Mittelstand eigentlich hinreichend auf einen disruptiven Wandel, also auf ein radikal innovatives Szenario vorbereitet?

Nun, es ist natürlich so, dass die Welt morgen nicht untergehen wird und auch morgen noch Unternehmen mit tradierten Geschäftsmodellen erfolgreich sein können. Dem weit verbreiteten Trend zum dystopischen Schwarzmalen für den „sich nicht genügend innovierenden Mittelstand“ verfällt dieses Buch daher nicht. Die Autoren mahnen vielmehr implizit zur Aufmerksamkeit. Denn wie die genannten Beispiele zeigen, gilt es vorbereitet zu sein. Vorbereitet sein auf Veränderung. Veränderung auch dort, wo dem Eindruck nach alles in Ordnung ist.

„Ich kann freilich nicht sagen, ob es besser werden wird, wenn es anders wird; aber so viel kann ich sagen: Es muss anders werden, wenn es gut werden soll.“ Das Zitat von Georg Christoph Lichtenberg ist mehr als 200 Jahre alt, gleichermaßen brandaktuell und könnte treffender nicht sein. Es regt im Sinne der Autoren dazu an, das eigene Unternehmen und sein Geschäftsmodell kritisch zu hinterfragen. Es regt ferner dazu an, nach Schwachstellen zu suchen, die es durch Innovationsfähigkeit zu stärken gilt. Und es regt zu Fragestellungen an. Produkte, Dienstleistungen, Geschäftsmodellmechanik: Was könnte besser sein? Was könnte anders sein?

Mit dem Buch „Disruptive Technologie im Mittelstand“ setzten sich die Autoren das Ziel, mit und für den Mittelstand ein geeignetes Managementinstrument zu entwickeln, das es seinen Leserinnen und Lesern ermöglicht, im Selbstverfahren den eigenen Unternehmensreifegrad im Umgang mit disruptiven Veränderungen zu analysieren, zu bewerten und zu verbessern. Zu diesem Zweck demonstrieren sie zunächst in einem umfassenden theoretischen Überblick die Auswirkungen technologischer Disruptionen und beschreiben anschließend mit zahlreichen Praxisbeispielen, wie Innovationen funktionieren und was die wesentlichen Kriterien dafür sind, die eigene Innovationsfähigkeit zu steigern.

Anhand eines explorativ erstellten Fragebogens geben die Autoren ihren Leserinnen und Lesern schließlich ein Werkzeug an die Hand, das es ermöglicht, den eigenen Reifegrad beim Umgang mit Disruptionen zu bestimmen und spezifische Stellschrauben zur Optimierung schnell zu identifizieren.

Reifegradmodelle wie jenes, das die Autoren im Rahmen des Buches entwickeln, finden im betriebswirtschaftlichen Kontext im Übrigen zunehmend Anwendung. Solche Modelle können beim Management und Controlling im Rahmen der Unternehmensführung, im Mittelstand wie in der Konzernwelt eine sinnvolle Unterstützung darstellen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
	Literatur	7
2	Executive Summary	9
3	Theoretische Grundlagen zu disruptiven Technologien, Prozessreifegradmanagement und dem Produktentwicklungsprozess	11
3.1	Disruptive Technologien	11
3.1.1	Einordnung des Begriffs disruptive Technologie in den theoretischen Kontext	11
3.1.2	Technologische S-Kurven und Technologiesprünge	13
3.1.3	Unterscheidungsmöglichkeiten disruptiver Technologien	15
3.1.4	Merkmale disruptiver Technologien	23
3.1.5	Herausforderungen beim Management disruptiver Technologien	24
3.2	Ausgewählte Konzepte des Prozessreifegradmanagements	30
3.2.1	Ansätze zum Management und Controlling	30
3.2.2	Prozessreifegradmanagement durch Kennzahlensysteme	32
3.3	Produktentwicklungsprozess	35
3.3.1	Theoretischer Kontext	36
3.3.2	Wichtige Methoden der Produktentwicklung	38
3.3.3	Bewertung der Eignung klassischer Methoden der Produktentwicklung	40
3.4	Zwischenfazit	43
	Literatur	44

4	Disruptive Technologien bei Start-ups und mittelständischen Weltmarktführern	49
4.1	Vom Start-up zum Großkonzern	50
4.1.1	DELL und der Einzelplatzrechner	50
4.1.2	Electronic Arts und die Videospieleindustrie	53
4.1.3	Braun und die Kaffeemaschine	57
4.2	Mittelständische Weltmarktführer aus Deutschland und Industrie 4.0	59
4.2.1	BrainLAB	59
4.2.2	Windmüller & Hölscher	60
4.2.3	Haver & Boecker	63
4.3	Zwischenfazit	65
	Literatur	66
5	Erfolgsfaktoren für die Entwicklung von disruptiven Technologien im Mittelstand	69
5.1	Die Organisationsform als Erfolgsfaktor für disruptive Technologien	69
5.1.1	Die geeignete Organisationseinheit	71
5.1.2	Kernprozesse	74
5.1.3	Koordinierende Prozesse	76
5.2	Das Wissensmanagement als Erfolgsfaktor für disruptive Technologien	78
5.2.1	Unternehmensstrategie	79
5.2.2	Situationsanalyse	81
5.2.3	Wissenserwerb und -entwicklung	82
5.2.4	Wissenstransfer	83
5.2.5	Speichern und Nutzen von Wissen	83
5.2.6	Erfolgskontrolle	84
5.3	Dynamische Fähigkeiten als Erfolgsfaktor für disruptive Technologien	85
5.3.1	Systemfähigkeit	87
5.3.2	Sozialisationsfähigkeit	89
5.3.3	Koordinationsfähigkeit	90
5.4	Zwischenfazit	91
	Literatur	94

6	Reifegradmanagement des Produktentwicklungsprozesses von Produkten auf Basis disruptiver Technologien	97
6.1	Entwicklung des Reifegradkonzepts	97
6.1.1	Problemdefinition	98
6.1.2	Vergleich mit bestehenden Reifegradmodellen	99
6.1.3	Iterative Modellentwicklung	100
6.1.4	Konzeption von Transfer und Evaluation	105
6.1.5	Implementierung der Transfermethoden	105
6.1.6	Evaluierung des entwickelten Reifegradmodells	107
6.2	Ausgestaltung des Fragebogens	107
6.2.1	Fragen zur Organisationsform	107
6.2.2	Fragen zum Wissensmanagement	111
6.2.3	Fragen zu dynamischen Fähigkeiten	114
6.3	Fragebogen zur Bestimmung des Reifegrades	117
6.4	Kritische Würdigung des Vorgehens zur Entwicklung von Reifegradmodellen	119
6.5	Zwischenfazit	121
	Literatur	122
7	Prozessreifegradbewertung der Produktentwicklung im Mittelstand	125
7.1	Forschungsdesign und Forschungsmethodik	125
7.1.1	Rekrutierung und Teilnehmerquellen	125
7.1.2	Komplexitätsreduktion zur Steigerung der Abschlussquote	126
7.2	Allgemeine Erkenntnisse	127
7.3	Best Practice und Average Practice	131
7.4	Einfluss von Unternehmenscharakteristika auf die Ergebnisse	163
7.5	Kritische Würdigung	165
	Literatur	166
8	Handlungsempfehlungen	167
8.1	Empfehlungen zur Verbesserung der Organisationsform	167
8.1.1	Besondere Projektzusammensetzung	167
8.1.2	Entscheidungshilfe Ausgliederung	170
8.1.3	Prinzipien für die Entwicklung disruptiver Technologien	172

8.1.4	Ressourcenallokationsprozess für disruptive Technologien	174
8.1.5	Vergleich der Geschäftsmodelle	175
8.1.6	Wahl einer geeigneten Organisationsform	177
8.2	Empfehlungen zur Verbesserung des Wissensmanagements	179
8.2.1	Bestimmung der Disruptionsphase der Technologie	179
8.2.2	Bewerten nicht existierender Märkte	180
8.2.3	Big-Data-Systeme	183
8.2.4	Checkliste Technologiebewertung	184
8.2.5	Data Analytics	186
8.2.6	Data Integration	187
8.2.7	Disruptionsreife von Märkten als Frühwarnsystem	188
8.2.8	Disruptive Technology Roadmap	190
8.2.9	Fachkräfte für Smart Data	193
8.2.10	Ideenworkshops für disruptive Innovationen	194
8.2.11	Lead-User-Methode für disruptive Innovationen	196
8.3	Empfehlungen zur Verbesserung der dynamischen Fähigkeiten	197
8.3.1	Kreieren neuer Märkte/Blue-Ocean-Strategie	197
8.3.2	Checkliste erfolgreiche Produktentwicklung	199
8.3.3	Intuitives Vorgehen fördern	201
8.3.4	Management-Commitment	203
8.3.5	Netzwerken	205
8.3.6	Social Computing	206
8.3.7	Strategieentwicklung bei disruptiven Innovationen	207
8.4	Zwischenfazit	209
	Literatur	210
9	Fazit	213



Disruptive Technologien sind in aller Munde, auch wenn der Begriff nicht jedem geläufig ist und deren Chancen und Gefahren nicht jedem bewusst sind. Doch jeder kennt sie und fast jeder nutzt sie – ob Handy, mp3-Player oder E-Reader (Hardman et al. 2013, S. 15440). Disruptiv kann umgangssprachlich als „zerstörend“ verstanden werden. Tatsächlich ist allen disruptiven Technologien gemein, dass sie das Potenzial besitzen, bestehende Marktordnungen „radikal zu verändern“. Technologien werden definiert als wissenschaftlicher Prozess, durch welche Einsatzfaktoren in technische Lösungen transferiert werden (Habtay 2012, S. 291), welche wiederum als Technik bezeichnet wird (Strebel 2003, S. 17). Disruptive Technologien begründen neue technologische Entwicklungspfade, deren mögliche zukünftige Leistungsgrenze die der evolutionären Vorgänger häufig übertrifft. Produkte auf Basis disruptiver Technologien stehen in einem engen Zusammenhang mit neuen Geschäftsmodellen, bieten Kunden völlig andere Leistungseigenschaften als bisherige Produkte, begründen neue Märkte und/oder „zerstören“ bestehende Marktstrukturen.

Ob die Förderprogramme der Bundesregierung im Bereich Industrie 4.0, das heiß diskutierte Verbot von Benzinfahrzeugen und die damit verbundene Förderung von Elektroautos und erneuerbaren Energien, oder die zunehmende Kundenindividualisierung, welche nicht nur Großkonzerne sondern auch kleine und mittelständische Unternehmen vor neue Herausforderungen stellt: das Thema disruptive Technologien ist aktueller denn je. Allein im Jahr 2016 drehten sich viele Schlagzeilen im Wirtschaftsteil von Tageszeitungen, aber auch in wirtschaftswissenschaftlichen Fachzeitschriften, um disruptive technologische Entwicklungen und Innovationen.

Im Mai des vergangenen Jahres kam es in den USA zu einem tödlichen Unfall mit einem Elektroauto des Unternehmens Tesla, welches mit eingeschaltetem Assistenzsystem Autopilot gelenkt wurde. Das autonome Fahren basiert auf einer

disruptiven Technologie, die derzeit ihre potenzielle Leistungsfähigkeit bei Weitem noch nicht erreicht hat. So wurde bei dem beschriebenen Unfall beispielsweise ein weißer Lastwagenanhänger vom Assistenzsystem übersehen.

Autonomes Fahren ist dennoch im Interesse der Mittelständler – zu diesem Ergebnis kamen beim „BVMW Meeting Mittelstand“ die heimischen Mitglieder des Bundesverbandes mittelständische Wirtschaft (BVMW). Autonomes Parken, „Erkennen von Objekten im optischen Fluss“, Seitenspiegelkamera, Stereokamera, Fahrspurerkennung, Nebel-, Eis- und Regenerkennung sind allesamt Technologien, die das autonome Fahren erst ermöglichen und an deren Entwicklung und Produktion der Mittelstand beteiligt war und ist (WW-Kurier 2016). Bemerkenswerte 58 % aller Patente weltweit zum autonomen Fahren halten deutsche Unternehmen (FAZ 2017).

Im vergangenen September musste Samsung sein neues Smartphone Galaxy Note 7 aufgrund der Brandgefahr des verbauten Akkus vom Markt nehmen. Im Oktober wurde die Produktion komplett eingestellt. Das Smartphone ist die wohl bekannteste disruptive Innovation der letzten Jahre. Technologieführer auf dem Smartphonemarkt ist Apple, und Wettbewerber wie Samsung sind einem großen Innovationsdruck ausgesetzt. Fehler in der Produktentwicklung aufgrund des hohen Zeitdrucks, um vor Apple die neue Version ihres Smartphones auf den Markt zu bringen, könnte eine Ursache für die fehlerhaften Akkus, dem Rückruf des Galaxy Note 7 und damit dem wohl größten Misserfolg von Samsung sein (dpa 2016).

Im November übernahm der US-Konzern Tesla den deutschen Maschinenbauer Grohmann Engineering aus Rheinland-Pfalz. Das Unternehmen mit etwa siebenhundert Mitarbeitern stellt unter anderem automatisierte Montagemaschinen für die Batterie- und Elektronikfertigung her. Damit setzt Tesla beim Ausbau der Produktion von Elektroautos auf deutsche Technik. Das Elektrofahrzeug ist eine disruptive Innovation, deren Antriebs- und Batterietechnologien neue Entwicklungspfade begründen. Hier sind mittelständische Automobilzulieferer gefragt, sich dem disruptiven Wandel zu stellen, um ihre langfristige Wettbewerbsfähigkeit – beispielsweise bei Inkrafttreten des diskutierten Verbots von Benzinmotoren ab 2030 (Autozeitung 2017) – sicher zu stellen. Ebenfalls im November gab der Volkswagen-Konzern bekannt, dass ein Konzernumbau mit bis zu 9000 neuen Stellen im Bereich Elektromobilität geplant sei, bei gleichzeitigem Abbau von bis zu 30.000 Stellen in anderen Bereichen. Bereits im Juli trat eine Kaufprämie für Elektroautos von bis zu 4.000 Euro in Kraft.

Doch nicht nur Großunternehmen stehen vor neuen Herausforderungen durch disruptive Technologien. Auch mittelständischen Unternehmen bieten sich neue Handlungsfelder bei gleichzeitig zunehmendem Innovationsdruck. Gerade im Zuge der Digitalisierung im Rahmen von Industrie 4.0 stehen auch kleine und

mittlere Unternehmen vor neuen Technologien und Verfahren in der Entwicklung. Grundsätzlich wird zwischen drei Digitalisierungsstufen unterschieden (Saam et al. 2016, S. 11–21):

- Stufe 1: Grundlegende digitale Datenverarbeitung – hier haben insbesondere kleine Unternehmen Nachholbedarf
- Stufe 2: Vernetzte Information und Kommunikation – bei rund einem Fünftel der Unternehmen Teil einer unternehmensweiten Strategie
- Stufe 3: vernetzte Produkte und Dienstleistungen – nur Vorreitern vorbehalten

Einer Studie der KfW zufolge führen 83 % der deutschen Mittelständler inzwischen Digitalisierungsprojekte durch – bei Kleinstunternehmen mit fünf bis neun Beschäftigten liegt der Anteil bei immerhin 78 %. Der digitale Wandel erstreckt sich von der Digitalisierung von Geschäftsunterlagen bis hin zu digitalen Geschäftsmodellen, welche auf der digitalen Kommunikation zu Kunden bis hin zum „Internet-of-Things“ basieren. Ein Beispiel hierfür ist die Digitalisierung im Wartungsbereich von Maschinen, welche proaktive Serviceintervalle ermöglichen (Schmerer 2017).

Doch auch in der Entwicklung und Produktion schreitet die Digitalisierung voran. Die zunehmende Verbreitung des Smart Engineerings und 3D-Drucks sind zwei wichtige Entwicklungstrends in der digitalen Transformation. Sie stehen in einem engen Zusammenhang mit disruptiven Technologien. Unter „Smart Engineering“ wird das interdisziplinäre, vernetzte und intelligente Vorgehen in der Produktentwicklung verstanden, mit dem das Ziel verfolgt wird, innovative und intelligente Produkte zu ermöglichen. Eine wichtige Voraussetzung ist die Integration von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), sowohl in die Produktentwicklung als auch in die Produkte selbst (Anderl et al. 2012, S. 5). Insbesondere mittelständische Unternehmen aus den Branchen Automobil, Maschinenbau und Automatisierung, Gesundheit und Medizintechnik, Logistik und Dienstleistungen sowie Energie und Umwelt sind einem hohen Druck zur Integration innovativer IKT ausgesetzt. Aktuelle Forschungsbereiche sind hierbei Elektronik- und Mikrosysteme, Entwurfsautomatisierung, Softwaresysteme und Wissenstechnologien, Kommunikationssysteme und IT-Sicherheit sowie die Mensch-Maschine-Interaktion (BMBF 2017).

Gleichzeitig wird die disruptive Technologie des 3D-Drucks für mittelständische Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe immer wichtiger (VDI 2016, S. 3). Im Rahmen der Produktentwicklung bietet das additive Fertigungsverfahren die Möglichkeit, neue Ideen energie- und materialsparend zu verwirklichen und komplexe, dreidimensionale Prototypen herzustellen. Doch auch als

Produktionsverfahren ist der 3D-Druck grundsätzlich geeignet. Der VDI empfiehlt mittelständischen Unternehmen eine genaue Prüfung der Make-or-Buy-Entscheidung beim 3D-Druck hinsichtlich der Losgröße, zeitlichen Restriktionen und der Komplexität des Bauteils. Der 3D-Druck eignet sich insbesondere zur Fertigung von Einzelstücken, Kleinserien, Pilotserien oder Ersatzteilen, zur Verkürzung der Entwicklungszeiten sowie der Realisierung von Leichtbaukonzepten, komplexen Geometrien und individualisierten Produkten (Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2016, S. 17). Die industrielle Fertigung ab Stückzahl 1 ist ein wichtiger Aspekt der vierten industriellen Revolution. Somit ist der 3D-Druck eine wichtige disruptive Technologie zur Umsetzung des digitalen Wandels.

Im Gegensatz zu Großkonzernen besitzen kleine und mittelständische Unternehmen häufig keine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilung, kein systematisches Innovations- und Technologiemanagement und keinen Masterplan zum Agieren und Reagieren im Umfeld disruptiver Technologien. Neben zeitlichen, finanziellen und personellen Ressourcen können fehlendes Wissen und fehlende Wissensquellen Ursachen für Unsicherheiten im Management disruptiver Technologien bei mittelständischen Unternehmen sein.

Vor allem beim Umgang mit Big Data haben mittelständische Unternehmen dem VDI zufolge großen Nachholbedarf. Vorteile moderner Big-Data-Methoden im Vergleich zu den klassischen statistischen Methoden liegen darin, dass meistens keine Versuche mehr durchgeführt werden müssen und aktuelle, bereits vorliegende Produktionsdaten verwendet werden können. Interessant ist hierbei, dass viele Unternehmen sogar über riesige Datengräber verfügen und darin ein enormes Potenzial liegt, bei gezielter Nutzung technische Prozesse erheblich zu verbessern. Gerade im internationalen Preiswettbewerb können die Kosteneinsparungen durch Big-Data-Nutzung erfolgskritisch oder sogar überlebenswichtig sein (VDI 2015). Methoden zum Umgang mit dem Wissensmanagement werden in [Abschn. 8.2](#) dieses Buches näher beschrieben.

Gleichzeitig beschäftigt sich die aktuelle Forschungsliteratur im Umfeld disruptiver Technologien derzeit hauptsächlich mit dem Erfolg junger, neu eintretender Unternehmen (Start-ups) und dem Misserfolg etablierter Marktführer (Nokia, Kodak u.v.m.). Ziel dieses Buchs ist es daher, diese Lücke zu schließen und die Möglichkeiten und Grenzen mittelständischer Unternehmen im Kontext der Entwicklung von Produkten mittels disruptiver Technologien zu diskutieren. Zentraler Gegenstand dieser Arbeit ist dabei die Entwicklung eines Reifegradmodells, das Unternehmen eine Selbstbewertung im Umgang mit Disruption ermöglicht.

Reifegradmodelle finden zunehmende betriebswirtschaftliche Anwendung und können beim Management und Controlling disruptiver Technologien unterstützen. Dabei wird grundsätzlich zwischen unternehmensintern entwickelten

Reifegradmodellen und solchen, die branchenübergreifende Anwendung finden, unterschieden. Die Normenreihe ISO 9000, nach der auch viele Mittelständler zertifiziert sind, basiert beispielsweise auf der Bewertung von Prozessreifegraden. Doch nicht nur Prozesse, auch Produkte oder ganze Organisationen können mit Hilfe von Reifegradmodellen bewertet werden. Dies ist wohl ein Grund dafür, warum weit mehr als eintausend Reifegradmodelle in Theorie und Praxis existieren. Der Reifegrad beschreibt dabei den Erfüllungsgrad des Betrachtungsobjekts in Bezug auf vorgegebene Anforderungen, die den einzelnen Reifegradstufen zugeordnet werden. Demnach liegt ein hoher Reifegrad vor, wenn viele der zuvor definierten Anforderungen erfüllt sind. Üblicherweise bestehen Reifegradmodelle aus drei bis sechs Reifegradstufen. Häufig wird ein Prozess auf der Reifegradstufe 0 als unvollständig beschrieben und einer auf der höchsten Reifegradstufe als optimiert.

Reifegradmodelle können als bloße Zustandsbeschreibung genutzt werden. So erkennt der Nutzer, wo Stärken und Schwächen in den betrachteten Prozessen, Produkten oder Organisationseinheiten liegen. Bei wiederholter Anwendung können Änderungen im Zeitablauf dargestellt und Entwicklungen dadurch verdeutlicht werden. Wird ein Reifegradmodell für verschiedene Projekte, Abteilungen oder Unternehmen genutzt, bietet sich die Möglichkeit des Benchmarkings. Der Vergleich der eigenen Ergebnisse mit denen anderer Nutzer des Reifegradmodells kann Hinweise darauf geben, ob die erkannten Stärken und Schwächen „typisch“ sind für vergleichbare Projekte oder Unternehmen, oder aber ob es besonderen Handlungsbedarf gibt, weil eigene Ergebnisse von den durchschnittlichen Ergebnissen (deutlich) abweichen. Komplexere Reifegradmodelle sind zudem mit Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zur Verbesserung verknüpft und stellen somit ein komplexes Instrument des Reifegradmanagements dar.

Leser dieses Buches erhalten die Möglichkeit,

- eine Reifegradbewertung für den Produktentwicklungsprozess von disruptiven Innovationen für ihr Unternehmen vorzunehmen,
- ein Benchmarking mit dem Best Practice durchzuführen und
- Handlungsempfehlungen zur Verbesserung basierend auf der Bewertung zu nutzen.

Anhand von 30 Fragen kann die Reifegradbewertung idealerweise von mehreren Mitarbeitern verschiedener Abteilungen und Hierarchieebenen in einem Workshop in wenigen Stunden durchgeführt werden. Dabei wird sowohl der Reifegrad verschiedener Prozesse anhand von fünf Reifegradstufen bestimmt als auch die Prozessqualität mittels eines Schulnotensystems bewertet. Im Ergebnis werden zunächst Phasen der Produktentwicklung identifiziert, in denen das Unternehmen

besonders gut oder schlecht abschneidet. Das hier entwickelte Reifegradmodell besteht aus sechs Phasen:

1. Ideenfindung,
2. Scoping,
3. Business Case,
4. Entwicklung,
5. Test und Validierung sowie
6. Launch.

Über sie kann aus den drei Handlungsfeldern „Organisationsform“, „Wissensmanagement“ und „dynamische Fähigkeiten“ dasjenige identifiziert werden, für welches der größte Handlungsbedarf besteht. Schließlich können aus den Handlungsfeldern Methoden ausgewählt werden, die für das Unternehmen und die jeweiligen Reifegradergebnisse passen.

Ein besonderer Mehrwert des in diesem Buch vorgestellten Reifegradmodells besteht darin, dass sich Leser und Anwender mit 35 anderen Unternehmen benchmarken können. Aus den Ergebnissen der Pilotanwender, die im Rahmen einer Studie das Reifegradmanagement durchgeführt haben, werden der Mittelwert (Average Practice), das beste Ergebnis (Best Practice) und weitere Auffälligkeiten identifiziert und beschrieben. Durch den Vergleich mit anderen Unternehmen kann der Leser die Dringlichkeit der Prozessverbesserung innerhalb der Produktentwicklung bei disruptiven Technologien einschätzen.

Das Buch gliedert sich insgesamt in acht Kapitel. Zunächst werden die theoretischen Grundlagen zu disruptiven Technologien, Reifegradmanagement und dem Produktentwicklungsprozess erörtert (Kap. 3). Disruptive Technologien bei Start-ups und erfolgreichen Weltmarktführern werden vorgestellt (Kap. 4), um im nächsten Schritt Faktoren für eine erfolgreiche Entwicklung von Produkten auf Basis disruptiver Technologien zu identifizieren (Kap. 5). Den Kern dieses Buches bilden die beiden anschließenden Kapitel, in denen ein Reifegradmodell für den Produktentwicklungsprozess von disruptiven Technologien entwickelt (Kap. 6) und in die Praxis transferiert wird (Kap. 7). Die Ergebnisse der Reifegradbewertung der Pilotanwender ermöglichen dem Leser und Anwender des vorgeschlagenen Instruments zum Reifegradmanagement ein Benchmarking mit dem Best Practice und Average Practice. Basierend auf den Ergebnissen der eigenen Reifegradbewertung können Handlungsfelder und Methoden zur Verbesserung der Produktentwicklung (Kap. 8) gewählt werden. Schließlich folgt eine Zusammenfassung und kritische Reflektion des Reifegradmanagements disruptiver Technologien für den Mittelstand.

Literatur

- Anderl, Reiner, Martin Eigner, Ulrich Sandler, und Rainer Stark. 2012. *Smart Engineering*. Acatech DISKUSSION. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Autozeitung*. 2017. Verbot von Benzin- und Dieselaautos: Diese Städte sind dabei. Metropolen wollen Dieselaautos bis 2025 aussperren. 30. Januar. <http://www.autozeitung.de/auto-news/zev-benziner-diesel-verbot-bis-2050>. Zugegriffen: 6. Febr. 2017.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). 2017. KMU-innovativ: Informations- und Kommunikationstechnologien. <https://www.bmbf.de/de/kmu-innovativ-informations-und-kommunikationstechnologien-602.html>. Zugegriffen: 24. Jan. 2017.
- Deutsche Presseagentur (dpa). 2016. Nach Pannenserie mit Akku-Bränden: Samsung ruft Note 7 zurück und stoppt die Produktion. 11. Oktober. <https://www.bayern3.de/akku-brennt-feuer-tipps-samsung-galaxy-note-7>. Zugegriffen: 18. Jan. 2017.
- Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ). 2017. Mensch oder Maschine – Zur Ethik des Autonomen Fahrens. 1. April.
- Habtay, Solomon Russom. 2012. A firm-level analysis on the relative difference between technology-driven and market-driven disruptive business model innovations. *Creativity & Innovation Management* 21(3):290–303. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2012.00628.x>.
- Hardman, Scott, Robert Steinberger-Wilckens, und Dan van der Horst. 2013. Disruptive innovations: The case for hydrogen fuel cells and battery electric vehicles. *International Journal of Hydrogen Energy* 38 (35):15438–15451. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.09.088>.
- Saam, Marianne, Steffen Viète, und Stefan Schiel. 2016. Digitalisierung Im Mittelstand: Status Quo, Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen. Mannheim: Forschungsprojekt im Auftrag der KfW Bankengruppe. <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzerntemen/Research/PDF-Dokumente-Studien-und-Materialien/Digitalisierung-im-Mittelstand.pdf>. Zugegriffen: 18. Jan. 2017.
- Schmerer, Kai. 2017. Digitalisierung im Mittelstand: Chancen erkennen und Hemmnisse beseitigen. 8. März. <http://www.zdnet.de/88289284/digitalisierung-im-mittelstand-chancen-erkennen-und-hemmnisse-beseitigen/>. Zugegriffen: 31. März 2017.
- Strebel, Heinz. 2003. *Innovations- und Technologiemanagement*. Stuttgart: UTB.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 2015. Big Data: „Die Lage im Mittelstand ist katastrophal“. 21. April. <https://blog.vdi.de/2015/04/big-data-die-lage-im-mittelstand-ist-katastrophal/>. Zugegriffen: 24. Jan. 2017.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 2016. Handlungsfelder. Additive Fertigungsverfahren. https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/gpl_dateien/6242_PUB_GPL_Handlungsfelder_-_Additive_Fertigungsverfahren_Internet.pdf. Zugegriffen: 15. Febr. 2018.
- WW Kurier. 2016. Autonomes Fahren im Interesse der Mittelständler. 16. Mai. <http://www.ww-kurier.de/artikel/47716-autonomes-fahren-im-interesse-der-mittelstaendler>. Zugegriffen: 14. Jan. 2017.

Executive Summary

2

Viele Unternehmen im Umfeld disruptiver Technologien sind gescheitert. Doch nicht nur Großunternehmen, auch mittelständische Unternehmen sind der Bedrohung durch disruptive Technologien ausgesetzt.

Disruptive Technologien sind von zunehmender Bedeutung für mittelständische Unternehmen. Wachsende Konkurrenz durch „Billigprodukte“ aus dem Ausland, zunehmender Innovationsdruck und der Trend zur Kundenindividualisierung sind nur einige Merkmale disruptiven Wandels. Gleichzeitig stellt das Management disruptiver Technologien Unternehmen vor neue Herausforderungen – denn klassische Methoden der Produktentwicklung erweisen sich im Kontext disruptiver Technologien häufig als hinderlich. Viele Unternehmen im Umfeld disruptiver Technologien sind gescheitert. Die meist genannten Beispiele sind dabei wohl Kodak oder Nokia. Doch nicht nur Großunternehmen, auch mittelständische Unternehmen sind der Bedrohung durch disruptive Technologien ausgesetzt.

Das Ziel dieses Buches ist es, ein Instrument für das Management disruptiver Technologien zu entwickeln, das für mittelständische Unternehmen anwendbar ist. Leser und Anwender des im Rahmen des Buches beschriebenen Reifegradmodells erhalten die Möglichkeit, eine Reifegradbewertung für den Produktentwicklungsprozess von disruptiven Innovationen für ihr Unternehmen vorzunehmen, zusätzlich ein Benchmarking mit dem Best Practice durchzuführen und Handlungsempfehlungen zur Verbesserung basierend auf der Bewertung zu erhalten.

Theoretische Grundlagen zu disruptiven Technologien, Prozessreifegradmanagement und dem Produktentwicklungsprozess

Der Begriff „*disruptiv*“ liegt in aller Munde und wird für vielfältige Phänomene verwendet. Tatsächlich besteht jedoch kein klares und einheitliches Verständnis dazu, und ein Verschwimmen der Begriffe *radikale Innovation* und *disruptive Innovation* ist erkennbar. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Prozessreifegradmanagement der Produktentwicklung im Kontext disruptiver Technologien setzt ein einheitliches Begriffsverständnis voraus. Ziel dieses Kapitels ist es daher, in die theoretischen Grundlagen für die Begriffe disruptive Technologien, Prozessreifegradmanagement und Produktentwicklungsprozess einzuführen. Dazu fließen Erkenntnisse führender Forscher in den genannten Bereichen ein, wie beispielsweise die zu disruptiven Technologien von Harvard-Professor Christensen, zu Reifegradmodellen von Crosby und zum Stage-Gate-Prozess von Cooper. Zwei zentrale Ergebnisse dieses Kapitels sind ein Überblick über die Herausforderungen beim Management disruptiver Technologien sowie die Bewertung der Eignung klassischer Methoden der Produktentwicklung für disruptive Technologien im Mittelstand. Damit wird die Notwendigkeit in der Entwicklung eines Instruments zum Management disruptiver Technologien im Mittelstand begründet, welches in den nachfolgenden Kapiteln entwickelt und validiert wird.

3.1 Disruptive Technologien

3.1.1 Einordnung des Begriffs disruptive Technologie in den theoretischen Kontext

In der deutschsprachigen betriebswirtschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Theorie und Praxis hat sich eine Unterscheidung der drei Begriffe Theorie, Technologie und Technik etabliert. Demnach beschreibt die Theorie wissensbegründende

Ursache-Wirkungs-Beziehungen und die Grundlage für Technologien. Sie sind nicht greifbar und doch essentieller Bestandteil einer jeden Technologie. Technologien werden als Ziel-Mittel-Beziehungen allgemeiner und spezieller Art beschrieben, die zur Lösung praktischer Probleme in Produkten und Prozessen geeignet sind (Strebel 2003, S. 17).

Folglich wird zwischen Produkttechnologien und Produktionstechnologien unterschieden. Produkttechnologien sind naturwissenschaftlich-technische Wirkungszusammenhänge, die sich auf die Bauart und Funktionsweise eines Produktes oder einzelner Komponenten beziehen, während sich Produktionstechnologien auf die Herstellung, Verarbeitung und Montage eines Produktes oder einzelner Komponenten beziehen (Wildemann 1987, S. 59–61). Beispiele für Produkttechnologien sind die Software im Notebook, die atmungsaktive Gestaltung von Sportkleidung oder GPS im Navigationssystem. Bekannte Produktionstechnologien sind neben den Produktionsanlagen selbst Informationssysteme zur Produktionsplanung- und Steuerung oder auch physikalische, chemische oder biologische Vorgänge als sogenannte Verfahrenstechnologien.

Weiterhin wird unterschieden zwischen Hochtechnologien, die dem aktuellen technischen Stand entsprechen und oft besonders innovativ sind, und Niedrigtechnologien, die für Einfachheit und Robustheit stehen, jedoch nichts über die hinter der Technologie stehende Intelligenz aussagen (Falk und Lyson 1988, S. 1–5). Disruptive Spitzentechnologien aus anwendungsorientierten Forschungsfeldern sind beispielsweise Technologien zum autonomen Fahren oder elektrische Antriebstechnologien. Demgegenüber sind Niedrigtechnologien dadurch gekennzeichnet, dass sie auf überflüssige Funktionen bewusst verzichten und ein Übererfüllen von Kundenwünschen so vermieden wird. Auf sogenannte Low-End-Disruptionen wird an späterer Stelle dieses Abschnitts näher eingegangen.

Nachdem die Begriffe Theorie und Technologie eingeführt wurden, gilt es nun den Begriff Technik näher zu erläutern. Unter Technik wird die konkrete Anwendung der technologisch-naturwissenschaftlichen Zusammenhänge in Problemlösungen verstanden (Brockhoff 1993, S. 27; Specht und Möhrle 2002, S. 331; Horsch 2003, S. 48). Auch im Englischen koexistieren die Begriffe Technologie und Technik, jedoch beschränkt sich die Forschungsliteratur weitgehend auf den Begriff *technology*.

► **Technology** ... to encompass both the knowledge itself and the tangible embodiment of that knowledge in an operating system using physical production equipment. (Dosi 1982, S. 151).

Technik ist folglich im Gegensatz zu Technologien materieller Natur und greifbar. Die elektrische Antriebstechnologie und der Elektromotor seien hier beispielhaft

genannt und zeigen, dass die Technologie der wesentliche Bestandteil der Technik ist, die wiederum kommerziell verwertet wird. Die Antriebstechnik und die ihr zu Grunde liegende Antriebstechnologie basieren beide auf den gleichen Theorien zur Lösung der technischen Probleme im Gesamtprodukt Automobil. Aufgrund des weiten Überdeckungsbereichs zwischen den Begriffen Technologie und Technik verschwindet diese Unterscheidung zunehmend auch im deutschen Sprachgebrauch (Specht und Möhrle 2002, S. 6; Horsch 2003, S. 47).

3.1.2 Technologische S-Kurven und Technologiesprünge

Neue Technologien durchlaufen nach dem S-Kurven-Konzept von Foster (1986) verschiedene Entwicklungsstufen, bis sie schließlich veraltet sind und verdrängt werden. Sie können durch das Gegenüberstellen der Leistungsfähigkeit und der F&E-Aufwendungen dargestellt werden. Neue Technologien befinden sich nach dem S-Kurven-Konzept noch in der Entwicklung. Sie sind kaum erprobt und erreichen nur einen Bruchteil ihrer Leistungsfähigkeit. Durch Investitionen in Forschung und Entwicklung werden sie zu Schrittmachertechnologien, die sich in einem frühen Entwicklungsstadium befinden und das Potenzial aufweisen, die Wettbewerbslage in bestimmten Bereichen stark zu beeinflussen. Beispiele für Schrittmachertechnologien sind die Nanotechnologie oder der 3D-Drucker. Einige Schrittmachertechnologien können durch weitere Investitionen zu Schlüsseltechnologien weiterentwickelt werden. Schlüsseltechnologien befinden sich im Wachstum und haben bereits einen gewissen Bekanntheitsgrad erreicht. Dazu zählt beispielsweise die Radio Frequency Identification (RFID). Wenn eine Schlüsseltechnologie allgemein erprobt und anerkannt und die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit nahezu erreicht ist, bezeichnet man sie als Basistechnologie. Ein Beispiel hierfür ist der Ottomotor (Amberg et al. 2011, S. 35), der auf gesättigten Märkten seinen Einsatz findet und ein sehr geringes Potenzial für weitere Verbesserungen aufweist. Ordnet man die Basistechnologie Otto-Motor einer Phase des Produktlebenszyklus des Benzinmotors zu, befindet sie sich in der Sättigungs- und Degenerationsphase des Benzinmotors. Technologien entwickeln sich somit entlang der S-Kurve von neuen Technologien, über Schrittmachertechnologien und Schlüsseltechnologien zu Basistechnologien.

Eine technologische Weiterentwicklung auf einer bestehenden S-Kurve ist beispielsweise der Wechsel vom Pentium III- zum Pentium IV-Prozessor, der eine höhere Leistungsfähigkeit aufweist und teurer in der Anschaffung ist als sein Vorgänger. Hierbei handelt es sich um eine evolutionäre Entwicklung auf dem gleichen technologischen Entwicklungspfad. Das Produkt mit der neuen Technologie setzt sich zunächst auf den oberen Marktsegmenten der bestehenden Märkte durch und diffundiert anschließend in die unteren Marktsegmente (Schmidt und Druehl 2008, S. 348).