

Stephan Back  
Hermann Weigel

# Design for Six Sigma

Kompaktes Wissen  
Konkrete Umsetzung  
Praktische Arbeitshilfen

HANSER

Back/Weigel

**Design for Six Sigma**



Stephan Back/Hermann Weigel

# **DESIGN FOR SIX SIGMA**

Kompaktes Wissen  
Konkrete Umsetzung  
Praktische Arbeitshilfen

HANSER

Autoren und Verlag haben alle Texte in diesem Buch mit großer Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Eine Haftung des Verlages oder der Autoren, gleich aus welchem Rechtsgrund, ist ausgeschlossen. Die in diesem Buch wiedergegebenen Bezeichnungen können Warenzeichen sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, sind vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2014 Carl Hanser Verlag München  
<http://www.hanser-fachbuch.de>

Lektorat: Lisa Hoffmann-Bäumel  
Herstellung: Thomas Gerhardy  
Satz: Kösel Media GmbH, Krugzell  
Umschlaggestaltung: Stephan Rönigh  
Druck & Bindung: Friedrich Pustet, Regensburg  
Printed in Germany

ISBN 978-3-446-44046-3  
E-Book-ISBN 978-3-446-44075-3

# Vorwort

Six Sigma und Design for Six Sigma gehören heute zu den wichtigsten Methoden, um systematisch fehlerfreie Produkte und Prozesse zu erhalten. Ihre Entstehungsgeschichte und Evolution, die Wege zur Einführung und die erzielten Erfolge sind in zahlreichen Publikationen beschrieben.

Fehlerfreie Produkte und Prozesse sind durch Abstellen entdeckter Fehler oder durch Vermeiden möglicher Fehler erreichbar. Das Vermeiden möglicher Fehler ist die Kernaufgabe eines Entwicklungsprozesses.

Entwicklungsprozesse für heutige Produkte sind durch die Vielzahl an länderspezifischen, technischen, normativen und gesetzlichen Anforderungen oftmals sehr komplexe und länderspezifische Vorgehensweisen.

In unserer langjährigen Praxis waren wir immer wieder mit dem Bedürfnis von Entwicklungsmitarbeitern und Projektleitern konfrontiert, möglichst einfache und leicht verständliche Hilfsmittel praxisgerecht zur Verfügung zu stellen, um damit eine systematische und strukturierte Abarbeitung von Arbeitspaketen für eine Meilensteinerreichung sicherzustellen und die Dokumentation zu erleichtern.

Aus diesen Anforderungen entstand nach Analyse der Kundenbedürfnisse die Idee für das nun vorliegende Buch. Damit sollen wesentliche und nützliche Werkzeuge auf einfache und möglichst leicht verständliche Art beschrieben und in einen aufeinander aufbauenden Zusammenhang gebracht werden.

In diesem Buch haben wir bewusst die üblichen Design-for-Six-Sigma-Phasenmodelle vermieden. Vielmehr orientiert sich der Inhalt an den zentralen Fragen – den Leitfragen – eines Entwicklungsprojekts, denen wir die notwendigen Hilfsmittel zugeordnet haben.

Wir wünschen dem geeigneten Leser viel Erfolg bei der Anwendung der dargestellten Werkzeuge und viele fehlerfreie Neuentwicklungen!

Langenau und Augsburg, im Frühjahr 2014

*Stephan Back und Hermann Weigel*



# Inhalt

<b>Mit E-Book PLUS+ .....</b>	<b>XI</b>
<b>1 Einführung in Six Sigma .....</b>	<b>1</b>
1.1 Klassisches Six Sigma nach DMAIC .....	5
1.2 Design for Six Sigma (DFSS) .....	7
1.3 Das Zusammenspiel von Six Sigma und Lean – Lean Six Sigma (LSS) ..	10
<b>2 Design for Six Sigma – praktische Vorgehensweise .....</b>	<b>15</b>
2.1 Methodengestützte Entwicklung mit Design for Six Sigma (DFSS) ....	15
2.2 Entwicklungsprozessmodelle .....	17
2.2.1 Meilensteinmodell (Stage-Gate-Modell) .....	17
2.2.2 V-Modell .....	18
2.3 Entwicklung von Produkten .....	20
2.3.1 Leitfragen und Aufgaben Ebene 1 .....	21
2.3.2 Toolüberblick je Phase .....	21
2.3.3 Leitfragen und Aufgaben Ebene 2 .....	22
2.4 Entwicklung von Prozessen .....	28
2.4.1 Leitfragen und Aufgaben Ebene 1 .....	29
2.4.2 Toolüberblick je Phase .....	29
2.4.3 Leitfragen und Aufgaben Ebene 2 .....	30
<b>3 Design for Six Sigma-Tools .....</b>	<b>39</b>
3.1 Projektauftrag .....	40
3.1.1 Einsatzbereiche und Zielstellung .....	40
3.1.2 Das Wichtigste in Kürze .....	40
3.1.3 Verwendung der Ergebnisse .....	43
3.1.4 Arbeitshilfe .....	43
3.2 Stakeholder-Analyse .....	44
3.2.1 Einsatzbereich und Zielstellung .....	44
3.2.2 Aufbau und Beschreibung .....	44
3.2.3 Voraussetzungen und notwendiger Input .....	46
3.2.4 Vorgehensweise bei der Anwendung .....	46
3.2.5 Verwendung des Ergebnisses .....	46

3.2.6	Vor- und Nachteile	47
3.2.7	Praxisbeispiel	47
3.2.8	Typische Fehler bei der Anwendung	48
3.2.9	Das Wichtigste in Kürze	48
3.2.10	Verwandte und weiterführende Themen	49
3.2.11	Arbeitshilfe	49
3.2.12	Weiterführende Literatur	49
3.3	Analyse der Projektrisiken	50
3.3.1	Einsatzbereich und Zielstellung	50
3.3.2	Aufbau und Beschreibung	50
3.3.3	Voraussetzungen und notwendiger Input	52
3.3.4	Vorgehensweise bei der Anwendung	52
3.3.5	Verwendung des Ergebnisses	53
3.3.6	Vor- und Nachteile	53
3.3.7	Praxisbeispiel	54
3.3.8	Typische Fehler bei der Anwendung	54
3.3.9	Das Wichtigste in Kürze	55
3.3.10	Verwandte und weiterführende Themen	55
3.3.11	Arbeitshilfe	55
3.4	SIPOC	56
3.4.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	56
3.4.2	Das Wichtigste in Kürze	56
3.4.3	Verwendung der Ergebnisse	59
3.4.4	Arbeitshilfe	59
3.5	Voice of the Customer (VOC)	60
3.5.1	Einsatzbereich und Zielstellung	60
3.5.2	Aufbau und Beschreibung	63
3.5.3	Voraussetzungen und notwendiger Input	69
3.5.4	Vorgehensweise bei der Anwendung	69
3.5.5	Verwendung des Ergebnisses	71
3.5.6	Vor- und Nachteile	73
3.5.7	Praxisbeispiel	73
3.5.8	Typische Fehler bei der Anwendung	76
3.5.9	Das Wichtigste in Kürze	77
3.5.10	Verwandte und weiterführende Themen	77
3.5.11	Arbeitshilfe	78
3.6	Paarweiser Vergleich	79
3.6.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	79
3.6.2	Das Wichtigste in Kürze	80
3.6.3	Verwendung der Ergebnisse	81
3.6.4	Arbeitshilfe	82
3.7	Quality Function Deployment (QFD)	82
3.7.1	QFD 1, House of Quality 1 (HoQ 1): Einsatzbereich und Zielsetzung	84

3.7.2	QFD 1, House of Quality 1 (HoQ 1): Aufbau und Beschreibung	85
3.7.3	QFD 1, House of Quality 1 (HoQ 1): Voraussetzungen und notwendiger Input	85
3.7.4	QFD 1, House of Quality 1 (HoQ 1): Vorgehensweise bei der Anwendung	86
3.7.5	QFD 1, House of Quality 1 (HoQ 1): Verwendung des Ergebnisses	94
3.7.6	QFD 1, House of Quality 1 (HoQ 1): Vor- und Nachteile	95
3.7.7	QFD 1, House of Quality 1 (HoQ 1): Praxisbeispiel	95
3.7.8	QFD 1, House of Quality 1 (HoQ 1): Typische Fehler bei der Anwendung	97
3.7.9	QFD 2, House of Quality 2 (HoQ 2): Einsatzbereich und Zielstellung	99
3.7.10	QFD 2, House of Quality 2 (HoQ 2): Aufbau und Beschreibung	100
3.7.11	QFD 2, House of Quality 2 (HoQ 2): Voraussetzungen und notwendiger Input	100
3.7.12	QFD 2, House of Quality 2 (HoQ 2): Vorgehensweise bei der Anwendung	101
3.7.13	QFD 2, House of Quality 2 (HoQ 2): Verwendung des Ergebnisses	104
3.7.14	QFD 2, House of Quality 2 (HoQ 2): Vor- und Nachteile	104
3.7.15	QFD 2, House of Quality 2 (HoQ 2): Praxisbeispiel	105
3.7.16	QFD 2, House of Quality 2 (HoQ 2): Typische Fehler bei der Anwendung	106
3.7.17	Das Wichtigste in Kürze	107
3.7.18	Verwandte und weiterführende Themen	107
3.7.19	Arbeitshilfe	108
3.8	Funktionsanalyse	110
3.8.1	Einsatzbereich und Zielsetzung	110
3.8.2	Aufbau und Beschreibung	111
3.8.3	Voraussetzungen und notwendiger Input	112
3.8.4	Vorgehensweise bei der Anwendung	112
3.8.5	Verwendung des Ergebnisses	116
3.8.6	Vor- und Nachteile	116
3.8.7	Praxisbeispiel	117
3.8.8	Typische Fehler bei der Anwendung	118
3.8.9	Das Wichtigste in Kürze	119
3.8.10	Verwandte und weiterführende Themen	120
3.8.11	Arbeitshilfe	121
3.9	Theorie der erfinderischen Problemlösung (TRIZ)	121
3.9.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	121
3.9.2	Das Wichtigste in Kürze	123
3.9.3	Verwendung der Ergebnisse	130
3.9.4	Arbeitshilfe	131

3.10	Design Scorecard	131
3.10.1	Einsatzbereiche und Zielsetzung	131
3.10.2	Das Wichtigste in Kürze	132
3.10.3	Verwendung der Ergebnisse	133
3.10.4	Arbeitshilfe	134
3.11	Kreativitätstechniken	134
3.11.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	135
3.11.2	Das Wichtigste in Kürze	135
3.11.3	Verwendung der Ergebnisse	139
3.11.4	Arbeitshilfe	139
3.12	Morphologischer Kasten	140
3.12.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	140
3.12.2	Das Wichtigste in Kürze	141
3.12.3	Verwendung der Ergebnisse	142
3.12.4	Arbeitshilfe	142
3.13	Pugh-Matrix	143
3.13.1	Einsatzbereich und Zielstellung	143
3.13.2	Aufbau und Beschreibung	143
3.13.3	Voraussetzungen und notwendiger Input	144
3.13.4	Vorgehensweise bei der Anwendung	145
3.13.5	Verwendung des Ergebnisses	146
3.13.6	Vor- und Nachteile	147
3.13.7	Praxisbeispiel	147
3.13.8	Typische Fehler bei der Anwendung	148
3.13.9	Das Wichtigste in Kürze	149
3.13.10	Verwandte und weiterführende Themen	149
3.13.11	Arbeitshilfe	150
3.14	Nutzwertanalyse	150
3.14.1	Einsatzbereich und Zielstellung	150
3.14.2	Aufbau und Beschreibung	151
3.14.3	Voraussetzungen und notwendiger Input	152
3.14.4	Vorgehensweise bei der Anwendung	152
3.14.5	Verwendung des Ergebnisses	156
3.14.6	Vor- und Nachteile	156
3.14.7	Praxisbeispiel	157
3.14.8	Typische Fehler bei der Anwendung	159
3.14.9	Das Wichtigste in Kürze	159
3.14.10	Verwandte und weiterführende Themen	160
3.14.11	Arbeitshilfe	160
3.15	FMEA	161
3.15.1	Einsatzbereiche und Zielsetzung	161
3.15.2	Das Wichtigste in Kürze	161

3.15.3	Verwendung der Ergebnisse	165
3.15.4	Arbeitshilfe	166
3.16	Allgemeines zur Analyse von Messsystemen	166
3.16.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	166
3.16.2	Das Wichtigste in Kürze	167
3.16.3	Verwendung der Ergebnisse	170
3.17	Messsystemanalyse für attributive Daten	171
3.17.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	171
3.17.2	Das Wichtigste in Kürze	172
3.17.3	Verwendung der Ergebnisse	175
3.17.4	Arbeitshilfe	175
3.18	Messsystemanalyse für variable Daten	176
3.18.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	176
3.18.2	Das Wichtigste in Kürze	176
3.18.3	Verwendung der Ergebnisse	182
3.18.4	Arbeitshilfe	183
3.19	Prozessfähigkeitsanalyse	184
3.19.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	184
3.19.2	Das Wichtigste in Kürze	184
3.19.3	Verwendung der Ergebnisse	188
3.20	Wertstromanalyse und Wertstromdesign	189
3.20.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	189
3.20.2	Das Wichtigste in Kürze	189
3.20.3	Verwendung der Ergebnisse	195
3.20.4	Arbeitshilfe	195
3.21	Prozess-Mapping	196
3.21.1	Einsatzbereich und Zielstellung	196
3.21.2	Aufbau und Beschreibung	196
3.21.3	Voraussetzungen und notwendiger Input	199
3.21.4	Vorgehensweise bei der Anwendung	199
3.21.5	Verwendung des Ergebnisses	199
3.21.6	Vor- und Nachteile	200
3.21.7	Praxisbeispiel	200
3.21.8	Typische Fehler bei der Anwendung	202
3.21.9	Das Wichtigste in Kürze	203
3.21.10	Verwandte und weiterführende Themen	203
3.21.11	Arbeitshilfe	204
3.22	Ursache-Wirkungs-Matrix (C&E-Matrix)	205
3.22.1	Einsatzbereich und Zielstellung	205
3.22.2	Aufbau und Beschreibung	205
3.22.3	Voraussetzungen und notwendiger Input	210
3.22.4	Vorgehensweise bei der Anwendung	211

3.22.5	Verwendung des Ergebnisses	211
3.22.6	Vor- und Nachteile	212
3.22.7	Praxisbeispiel	212
3.22.8	Typische Fehler bei der Anwendung	213
3.22.9	Das Wichtigste in Kürze	214
3.22.10	Verwandte und weiterführende Themen	215
3.22.11	Arbeitshilfe	216
3.23	Datenerhebungsplan	216
3.23.1	Einsatzbereich und Zielstellung	216
3.23.2	Aufbau und Beschreibung	216
3.23.3	Voraussetzungen und notwendiger Input	219
3.23.4	Vorgehensweise bei der Anwendung	219
3.23.5	Verwendung des Ergebnisses	220
3.23.6	Vor- und Nachteile	220
3.23.7	Praxisbeispiel	221
3.23.8	Typische Fehler bei der Anwendung	221
3.23.9	Das Wichtigste in Kürze	222
3.23.10	Verwandte und weiterführende Themen	222
3.23.11	Arbeitshilfe	223
3.24	Grafische und statistische Werkzeuge	223
3.24.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	223
3.24.2	Das Wichtigste in Kürze	224
3.24.3	Verwendung der Ergebnisse	231
3.24.4	Arbeitshilfe	232
3.25	Multi-Vari-Studie	232
3.25.1	Einsatzbereich und Zielstellung	232
3.25.2	Aufbau und Beschreibung	234
3.25.3	Voraussetzungen und notwendiger Input	235
3.25.4	Vorgehensweise bei der Anwendung	236
3.25.5	Verwendung des Ergebnisses	240
3.25.6	Vor- und Nachteile	240
3.25.7	Praxisbeispiel	241
3.25.8	Typische Fehler bei der Anwendung	243
3.25.9	Das Wichtigste in Kürze	244
3.25.10	Verwandte und weiterführende Themen	245
3.25.11	Arbeitshilfe	245
3.26	Statistische Versuchsplanung (Design of Experiment, DoE)	245
3.26.1	Einsatzbereich und Zielstellung	248
3.26.2	Aufbau und Beschreibung	248
3.26.3	Voraussetzungen und notwendiger Input	253
3.26.4	Vorgehensweise bei der Anwendung	254
3.26.5	Verwendung des Ergebnisses	257
3.26.6	Vor- und Nachteile	258

3.26.7	Praxisbeispiel	259
3.26.8	Typische Fehler bei der Anwendung	262
3.26.9	Das Wichtigste in Kürze	263
3.26.10	Verwandte und weiterführende Themen	263
3.26.11	Arbeitshilfe	264
3.27	Toleranzanalyse	265
3.27.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	265
3.27.2	Das Wichtigste in Kürze	266
3.27.3	Verwendung der Ergebnisse	269
3.27.4	Arbeitshilfe	269
3.28	Monte-Carlo-Simulation	270
3.28.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	270
3.28.2	Das Wichtigste in Kürze	271
3.28.3	Verwendung der Ergebnisse	273
3.28.4	Arbeitshilfe	274
3.29	Robustes Design	274
3.29.1	Einsatzbereiche und Zielsetzung	274
3.29.2	Das Wichtigste in Kürze	275
3.29.3	Verwendung der Ergebnisse	279
3.30	Lebensdaueranalyse	280
3.30.1	Einsatzbereiche und Zielsetzung	280
3.30.2	Das Wichtigste in Kürze	280
3.30.3	Verwendung der Ergebnisse	283
3.30.4	Arbeitshilfe	284
3.31	Regelkarten (SPC)	285
3.31.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	285
3.31.2	Das Wichtigste in Kürze	285
3.31.3	Verwendung der Ergebnisse	288
3.31.4	Arbeitshilfe	288
3.32	Kontrollplan	289
3.32.1	Einsatzbereiche und Zielstellung	289
3.32.2	Das Wichtigste in Kürze	289
3.32.3	Verwendung der Ergebnisse	291
3.32.4	Arbeitshilfe	291
<b>Index</b>		<b>293</b>
<b>Die Autoren</b>		<b>299</b>

# Mit E-Book PLUS<sup>+</sup>

Zu diesem Werk erhalten Sie ein kostenloses E-Book PLUS<sup>+</sup>(siehe den vorne eingedruckten Code). Das E-Book PLUS<sup>+</sup> ist mit interaktiven Elementen ausgestattet. Sie können die in diesem Buch enthaltenen Arbeitshilfen direkt im E-Book PLUS<sup>+</sup> öffnen und Sie finden am Ende von Kapitel 1 und 2 interaktive Frage- und Antwortelemente.

Das E-Book PLUS<sup>+</sup> lässt sich bequem auf Ihrem iPad nutzen. Sollten Sie kein iPad besitzen, dann können Sie sich das E-Book auch als pdf-Datei herunterladen (siehe ebenfalls den vorne eingedruckten Code). Die Zusatzmaterialien finden Sie in diesem Fall auf unserer Homepage zum Download unter [www.hanser-fachbuch.de/9783446440463](http://www.hanser-fachbuch.de/9783446440463) unter Extras. Sie benötigen zum Bearbeiten dieser Dateien das Kennwort „DesignforSixSigma“ (einzugeben unter „Arbeitsmappe schützen“).

# 1

## Einführung in Six Sigma

Ein ideales Produkt erfüllt alle Anforderungen, die an das Produkt gestellt werden, und wird pünktlich zu genau bekannten Kosten geliefert. In der Realität entstehen bei der Erfüllung von Anforderungen an ein Produkt oder eine Leistung aber oftmals Abweichungen von diesen Forderungen – es entstehen Fehler unterschiedlicher Art. Wenn sie bemerkt werden, führen diese Fehler zu Unzufriedenheit beim Nutzer oder Empfänger eines Produkts oder einer Leistung. Als Folge solcher Fehler werden entweder teure Abhilfemaßnahmen notwendig oder aber der Kunde wendet sich bei bestehenden Alternativen einem anderen Anbieter zu. Das heißt für einen Fertigungsbetrieb oder einen Dienstleister, dass jeder Fehler bei einer Leistungserbringung zu einem wirtschaftlichen Schaden führt.

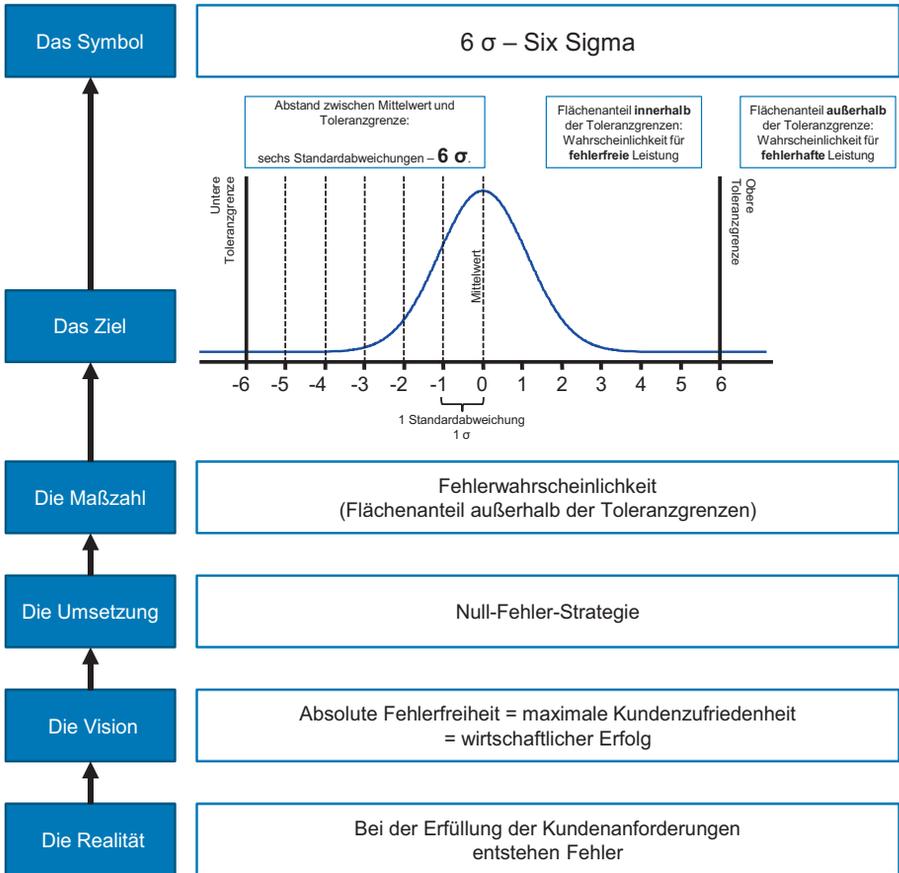
Offensichtliche und nicht ganz so offensichtliche Folgen von Fehlern sind Garantie- und Kulanzaufwände, unnötiger Energieverbrauch oder Materialverschwendung, demotivierte Mitarbeiter, erhöhte Fluktuation, Maschinenengpässe, verlorene Aufträge und vieles andere mehr. Je nach Schwere oder Häufigkeit von Fehlleistungen kann dann die Existenzgrundlage eines Betriebs gefährdet sein.



**HINWEIS:** Der wirtschaftliche Erfolg eines Unternehmens oder einer Organisation gerade in Zeiten von nur gering differenzierten Angeboten kann nur erhalten oder sogar noch gesteigert werden, wenn Kunden mit der reibungslos erbrachten Leistung möglichst zufrieden sind und sie vielleicht noch weiterempfehlen. Die Vision der maximalen Kundenzufriedenheit kann also nur durch absolut fehlerfreie Produkte oder Dienstleistungen erreicht werden.

Die sogenannte Null-Fehler-Strategie soll diese Vision umsetzen. Als Maßzahl für den Erfolg der Null-Fehler-Strategie dient die Fehlerwahrscheinlichkeit. Das Ziel der Null-Fehler-Strategie ist es, die Wahrscheinlichkeit für einen Fehler so klein zu machen, dass praktisch keine Fehler mehr entstehen (Bild 1.1).

In der Realität ist jedes Ergebnis mit einer Variation behaftet – um einen Zielwert existiert immer ein Unsicherheitsbereich. Dieser Unsicherheitsbereich lässt sich durch eine Verteilung versinnbildlichen. Der Mittelwert der Verteilung stellt den zu erreichenden Zielwert dar und mit der Standardabweichung als Maß für die Variation beschreibt man den Unsicherheitsbereich um den Zielwert herum. Das Ziel von Six Sigma besteht darin, die Unsicherheit um den Zielwert sehr klein zu machen (auch: die Variation zu reduzieren).



**Bild 1.1** Von der Realität über die Null-Fehler-Strategie zu Six Sigma

Wenn wie in Bild 1.1 diese Verteilung gegen Kundenakzeptanzkriterien (untere und obere Toleranzgrenzen) verglichen wird, so erhalten Sie einen Flächenanteil der Verteilung innerhalb der Toleranzgrenzen und einen Flächenanteil außerhalb der Toleranzgrenzen. Der Flächenanteil innerhalb der Toleranzgrenzen symbolisiert die Wahrscheinlichkeit einer fehlerfreien Leistung. Der Flächenanteil außerhalb der Toleranzgrenzen steht hingegen für die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Fehler auftritt. Für eine Null-Fehler-Strategie muss der Flächenanteil außerhalb der Toleranzgrenzen - die Fehlerwahrscheinlichkeit - möglichst klein sein.

Je weiter die Toleranzgrenzen vom Mittelwert entfernt sind, desto kleiner wird der Flächenanteil außerhalb der Toleranzgrenzen: Die Fehlerwahrscheinlichkeit sinkt. Diesen Abstand misst man in Einheiten der Standardabweichung „ $\sigma$ “ (der griechische Buchstabe „sigma“). Bei einem Abstand der Toleranzgrenzen von sechs Standardabweichungen (Six Sigma) ist der Flächenanteil außerhalb der Toleranzgrenzen vernachlässigbar klein. Damit ist praktisch Fehlerfreiheit erreicht und somit das Ziel der Null-Fehler-Strategie.

Six Sigma vereint mehrere Grundprinzipien:

- die strukturierte und standardisierte Vorgehensweise,
- die Prozessorientierung,
- der ganzheitliche Blick auf die Bedürfnisse von Kunden (Leistungsempfängern),
- der Nachweis der Wirkkette,
- die Integration in die Arbeitsaufgabe und die Unterstützung bei der Anwendung.

Im Folgenden sollen diese Punkte kurz näher erläutert werden.

### Die strukturierte und standardisierte Vorgehensweise

Die Vorgehensweise nach Six Sigma zeichnet sich vor allem durch zwei Dinge aus:

- eine Struktur von aufeinander aufbauenden Projektphasen,
- ein Standard von Werkzeugen und Methoden.

Das strenge Gerüst der Projektphasen sorgt dafür, dass alle relevanten Fragestellungen für die Lösung der Aufgabenstellung tatsächlich beantwortet werden und daraus die korrekten Schlüsse gezogen werden können. Die Fragestellungen innerhalb der einzelnen Projektphasen werden mit einer standardisierten Kette von aufeinander aufbauenden und sich teilweise ergänzenden Methoden und Werkzeugen beantwortet. Damit unterstützt die Methodik die fachliche Expertise von Six-Sigma-Anwendern in hohem Maße.

### Die Prozessorientierung

Das Prinzip der Prozessorientierung ist in Bild 1.2 dargestellt. Durch einen Prozess werden Eingangsgrößen in Ergebnisgrößen umgewandelt. Eingangsgrößen werden in diesem Zusammenhang auch Ursache, Input, Stellhebel oder Faktor genannt, Ergebnisgrößen bezeichnet man auch als Wirkung, Ergebnis, Output oder Response.

Anhand der Ergebnisgröße erkennt der Leistungsempfänger, ob das Ergebnis fehlerhaft ist oder seinen Erwartungen entspricht.



**Bild 1.2** Der Grundgedanke von Six Sigma: Ein Prozess wandelt Eingangsgrößen (Stellhebel) in Ergebnisgrößen um

Jedes Ereignis und jede Tätigkeit in einem Unternehmen sind als Teil eines Prozesses zu begreifen. Bei der Problemlösung ist diese Perspektive in den Mittelpunkt zu stellen. So werden Fehler nie isoliert oder personenzentriert betrachtet, sondern immer in den Zusammenhang des Prozesses und seiner Randbedingungen gestellt, in dem sie auftreten. Damit erfüllt der Grundgedanke von Six Sigma eine wesentliche Voraussetzung moderner Unternehmensführung.

## Der ganzheitliche Blick auf die Bedürfnisse von Kunden (Leistungsempfängern)

Ausgangspunkt eines jeden Six-Sigma-Projekts ist immer die Frage, wer der Kunde (Leistungsempfänger) des betrachteten Prozesses ist (gemeint sind sowohl Endkunden als auch interne Kunden im Unternehmen) und welches Ergebnis erwartet wird. Diese Erwartung in ein messbares Ziel zu überführen und den Prozess so zu verbessern, dass er die Erwartung maximal erfüllt, steht im Fokus der Methode.

Jeder Kunde eines Prozesses verlangt die Erfüllung seiner Bedürfnisse in den Kategorien „vereinbarte Anforderungen“, „pünktliche Fertigstellung und Lieferung“ sowie „möglichst günstiger Preis“ (Bild 1.3). Erst wenn alle drei Kategorien zur Zufriedenheit des Leistungsempfängers erfüllt sind, ist das Ziel „Qualität“ erreicht.



**Bild 1.3**

Das Qualitätsdreieck: Die geforderten Leistungsmerkmale werden zum vereinbarten Zeitpunkt pünktlich zum korrekten Preis erbracht

Die Verbesserung in einer der drei Kategorien darf nicht zu einer Verschlechterung in einer anderen Kategorie führen, so dass sich eine kontinuierliche Steigerung der Prozessleistung ergibt.

## Der Nachweis der Wirkkette

Der Messung und Analyse von Prozessdaten kommt bei Six Sigma eine besondere Bedeutung zu. „Keine Aufgabenstellung ist nachhaltig gelöst, wenn der Zusammenhang aus Ursache und Wirkung nicht vollständig verstanden wurde“ lautet ein Grundsatz. Genau das macht den großen Erfolg und die Nachhaltigkeit der Verbesserungen bei Six Sigma aus und dazu gehören zuverlässige und regelmäßig erhobene Kennzahlen.

Der Umgang mit Daten, beginnend mit der richtigen Datenerhebung und Messung von Prozessen und schließlich die zielführende Analyse der gewonnenen Daten sind ein zentraler Gegenstand jeder Six-Sigma-Ausbildung. Nur durch die Konzentration auf eine verlässliche Datenlage ist ein einwandfreier Nachweis einer Ursache-Wirkungs-Beziehung möglich.

Mit dieser Konzentration auf Daten ist nicht gemeint, dass die Methode nur bei technischen oder Produktionsprozessen greift. Auch im administrativen Bereich und in Dienstleistungsunternehmen wird Six Sigma mit großem Erfolg eingesetzt – Prozesse und Daten gibt es schließlich auch dort.

## Die Integration in die Arbeitsaufgabe und die Unterstützung bei der Anwendung

Six Sigma ist keine Verbesserungsmethode, bei der externe Berater in Unternehmen Projekte durchführen. Vielmehr werden bereits in der Startphase der Einführung von Six Sigma unternehmenseigene Mitarbeiter zu Six-Sigma-Experten ausgebildet und systematisch mit der Durchführung von Verbesserungsprojekten betraut. Je nach Intensität und Anspruch der Ausbildung und der Rolle in der Organisation zum Beispiel als Green Belts, Black Belts oder Master Black Belts.

Dadurch bleibt das enorme Prozesswissen, welches durch die Anwendung von Six Sigma aufgebaut wird, im Unternehmen erhalten und es wird vertieft. Zudem werden durch das bewusste Messen und Beobachten von Prozessen alle Teile eines Unternehmens dazu angeregt, sich kontinuierlich mit der eigenen Leistung auseinanderzusetzen und diese bei Bedarf schon zu verbessern, bevor ein Kunde sich beschwert.

Zahlreiche Unternehmen berichten von einem regelrechten Kulturwandel, da auch außerhalb der durchgeführten Six-Sigma-Projekte ein sachlicherer Umgang mit Fehlern und Verbesserungen Einzug hält: Anstatt rasch auf der Grundlage von Bauchgefühl und Erfahrungswissen Lösungen zu implementieren, wird vor Entscheidungen nach Daten gefragt und erst auf Basis von Messungen und Fakten geurteilt. Vielleicht ist gerade das der wichtigste Grund für den überragenden Erfolg der Methode:



**HINWEIS:** Es werden nicht nur einzelne Prozesse isoliert verbessert, sondern der Umgang einer ganzen Organisation mit ihren Abläufen, Ergebnissen und Kunden.

Während und nach der Ausbildung werden Green und Black Belts in der Anwendung der Methodik durch Master Black Belts oder besonders geeignete Black Belts weiterentwickelt und unterstützt. Damit ist eine gleichbleibend hohe Qualität der Projekte und die Einhaltung der Six-Sigma-Standards gewährleistet.

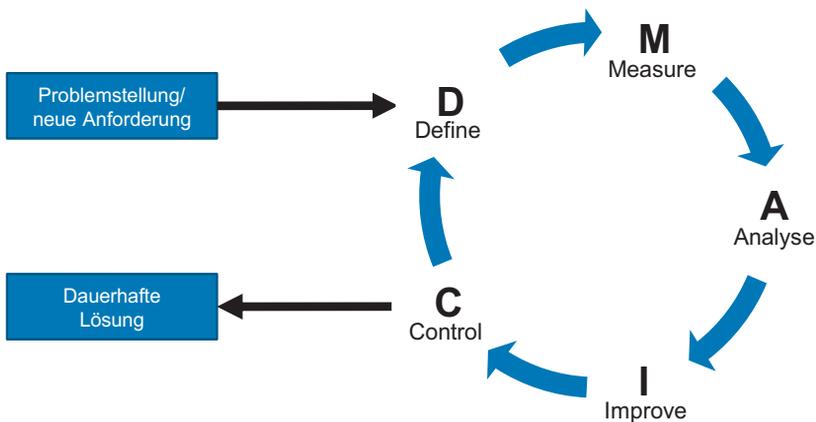
## 1.1 Klassisches Six Sigma nach DMAIC

Das klassische Six Sigma wurde ab Ende der 1980er-Jahre von Ingenieuren bei Motorola entwickelt. Diese fassten ihre Standards bei der Problemlösung und Prozessverbesserung zu einer universellen Vorgehensweise zusammen. Sie kann im Prinzip überall dort angewendet werden, wo ein Prozess, ein Produkt oder eine Dienstleistung nicht das gewünschte Ergebnis erreicht. Das klassische Six Sigma dient dazu, Fehler und Fehlleistungen an bestehenden Prozessen oder Produkten zu reduzieren, indem es die Wirkkette der Fehlerentstehung analysiert und dann die Fehlerursache beseitigt.

Jedes Six-Sigma-Projekt wird in einer festen Struktur mit fünf Projektphasen abgearbeitet. Diese fünf Phasen, nach deren Anfangsbuchstaben die Methode bisweilen auch als „DMAIC“ bezeichnet wird, sind (Bild 1.4):

- **D – Define:**  
Die Problemstellung oder die neue Anforderung an ein Produkt und der zugehörige Prozess sowie die Ziele werden aus Sicht des Kunden beschrieben.
- **M – Measure:**  
Daten zum Problem und zu den in Frage kommenden Einflussgrößen werden erhoben und die Verlässlichkeit der Daten wird sichergestellt.
- **A – Analyse:**  
Die Wirkkette zwischen Problem und Ursachen beziehungsweise Einflussgrößen wird anhand der erhobenen Daten zweifelsfrei nachgewiesen.
- **I – Improve:**  
Eine Problemlösung wird gefunden und implementiert, die Prozessverbesserung wird anhand von Daten belegt.
- **C – Control:**  
Die dauerhafte Wirksamkeit der Lösung wird durch Standardisierung und Prozessüberwachung sichergestellt und nachgewiesen.

Die Vorgehensweise der Problemlösung bei Six Sigma ist keine grundsätzlich neue Methode und gleicht in vielem dem klassischen kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP, Bild 1.4). Viele der verwendeten Analysetechniken wie beispielsweise die Pareto-Analyse oder die diversen statistischen Methoden sind bekannte und bewährte Verfahren. Die große Weiterentwicklung und damit der Unterschied zum KVP bestehen im strukturierten und systematischen Einsatz dieser Werkzeuge. Zudem existiert durch die Projektstruktur ein roter Faden, der die Verwendung der Methoden verbindet und damit einem Problem im Prozess auf die Spur kommt und es dauerhaft löst. Zusammen mit der unterstützenden Organisation ergibt sich die Stärke dieser Methodik.



**Bild 1.4** DMAIC-Zyklus als Ausdruck einer kontinuierlichen Verbesserung

## ■ 1.2 Design for Six Sigma (DFSS)

Das klassische Six Sigma nach der DMAIC-Vorgehensweise (Bild 1.4) hat zum Ziel, Fehler und Fehlleistungen in bestehenden Produkten und Prozessen durch dauerhafte Lösungen drastisch zu reduzieren.

Hingegen ist ein Produktentstehungsprozess (PEP, auch: product generation process, PGP) kein kreisförmiger, sondern ein gerichteter Vorgang, der mit der Freigabe eines Entwicklungsergebnisses endet (Bild 1.5). Der Zweck von Design for Six Sigma (DFSS) besteht in diesem Zusammenhang darin, den Entwicklungsprozess so zu unterstützen, dass aus der geordneten Aufnahme der Kundenanforderungen praktisch fehlerfreie Entwicklungsergebnisse entstehen. Tabelle 1.1 hebt den Unterschied zwischen DMAIC und DFSS hervor.

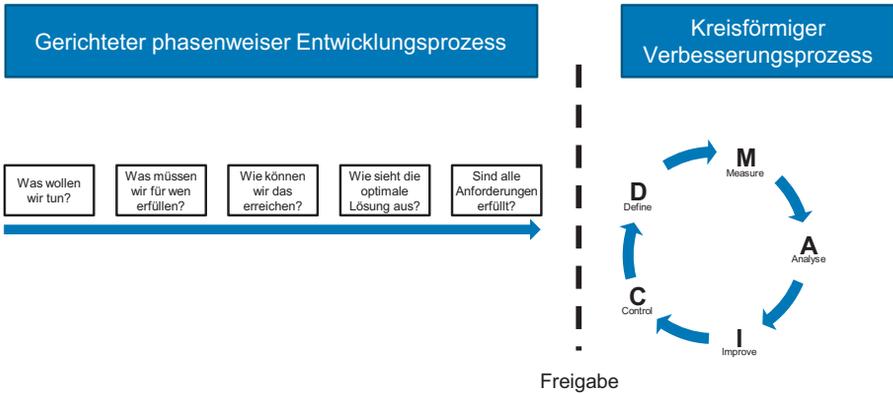
**Tabelle 1.1** Unterschiedliche Zielrichtung des klassischen Six Sigma nach DMAIC und des Ansatzes nach Design for Six Sigma (DFSS)

	Design for Six Sigma (DFSS)	Klassisches Six Sigma nach DMAIC
Ziel	Fehler und Fehlleistungen von vornherein vermeiden	Fehler und Fehlleistungen abstellen
Ansatz	Neue Prozesse und Produkte	Bestehende Prozesse und Produkte
Vorgehensweise	Sicheres Einstellen der Wirkkette, damit kein Fehler entsteht	Analyse der Wirkkette, die zu dem Fehler führt und Beseitigen der Fehlerursache

Dabei können zahlreiche Methoden aus dem klassischen DMAIC-Zyklus auch bei der Entwicklung neuer Produkte und Prozesse eingesetzt werden, denn datenbasierte Entscheidungen werden auch hier getroffen.

In Bild 1.5 erkennen Sie die zeitliche Abfolge von gerichtetem Entwicklungsprozess für Neuprodukte und der Vorgehensweise nach DMAIC für die Weiterentwicklung eines bestehenden Prozesses oder Produkts aufgrund einer Notwendigkeit, wie zum Beispiel einer neuen Kundenanforderung, oder aufgrund einer bestehenden Fehlleistung.

Im Gegensatz zur klassischen Six-Sigma-Vorgehensweise nach DMAIC (Bild 1.4) sind die Phasen und Vorgehensweisen innerhalb von Design for Six Sigma (DFSS) weit weniger standardisiert. Während Ursachensuche und Einführung von Gegenmaßnahmen branchenübergreifend vergleichbar sind, bestehen zwischen unterschiedlichen Branchen deutlich unterschiedliche Vorgehensweisen in der Produktentwicklung.



**Bild 1.5** Aufeinanderfolge von DFSS für fehlerfreie Produkte und klassischem Six Sigma nach DMAIC, zur Beseitigung von Fehlern oder Weiterentwicklung von Produkten und Prozessen

Auch erfordert die Komplexität moderner, nach Meilensteinen gegliederter Entwicklungsprozesse eine höhere Flexibilität einer methodischen Vorgehensweise. Dies führt zu einer reichhaltigen Auswahl unterschiedlicher Phasenmodelle, von denen einige in Bild 1.6 dargestellt sind.

DMADV	DMADOV	DICOV	IDOV	DCCDI	DMEDI
Define	Define	Define	Identify	Define	Define
Measure	Measure	Identify	Design	Customer	Measure
Analyse	Analyse	Characterize	Optimize	Concept	Explore
Design	Design	Optimize	Validate	Design	Develop
Validate	Optimize	Validate		Implement	Implement
	Validate				

**Bild 1.6** Einige DFSS-Phasenmodelle (Aufzählung nicht vollständig)

Die Aufgabe des geschulten Anwenders besteht dann darin, innerhalb des Entwicklungsprozesses aus den zur Auswahl stehenden Methoden für die spezielle Fragestellung die nützliche und zielführende Anwendung auszusuchen und korrekt anzuwenden.

Die Modelle sollen im Folgenden kurz beschrieben werden.

## **DMADV und DMADOV**

Die Vorgehensweise nach DMAD(O)V wird vor allem bei der Weiterentwicklung von Produkten und Prozessen genannt. Dabei werden zunächst (Define) die Projektziele und Wünsche interner und externer Kunden festgehalten, dann (Measure) werden die Kundenbedürfnisse ermittelt und Spezifikationen des Endprodukts ermittelt. Danach (Analyse) werden die Möglichkeiten von Prozessen und Konzepten analysiert, wie die Kundenbedürfnisse und Spezifikationen erreicht werden können, und es werden (Design) Produkt und Prozess so ausgearbeitet, dass die Kundenbedürfnisse tatsächlich erreicht werden können. Zum Schluss (Validate) wird die Leistungsfähigkeit des neuen Produkts dauerhaft nachgewiesen. In der Variante nach DMADOV wird vor dem dauerhaften Nachweis noch ein Optimierungszyklus eingeschoben.

## **DICOV**

Die Vorgehensweise nach DICOV wird hauptsächlich bei der Neugestaltung von Produkten und Prozessen genannt. In der Phase „Define“ wird der Projektauftrag mit Zielen und Zuständigkeiten festgelegt, in der Phase „Identify“ werden die Kundenanforderungen analysiert sowie die kritischen Eigenschaften des Endprodukts oder Prozesses spezifiziert. In der Phase „Characterize“ werden Designkonzepte aus Kundenanforderungen abgeleitet, bewertet und dann ausgewählt. In der Phase „Optimize“ werden dann der Prozess oder das Design zum Leben erweckt und gegebenenfalls die Fähigkeit von Prototypen bewertet und in der Phase „Validate“ wird schließlich die dauerhafte Prozess- oder Produktfähigkeit bestätigt und überwacht.

## **IDOV**

Bei der Vorgehensweise nach IDOV werden in der Phase „Identify“ die Kundenwünsche und Spezifikationen ermittelt. Die Phase „Design“ übersetzt die kritischen Kundenanforderungen in funktionelle Bedürfnisse, aus denen alternative Lösungen abgeleitet werden und die beste Lösung ausgewählt wird. In der Phase „Optimize“ werden unterschiedliche Werkzeuge und Modelle genutzt, um die voraussichtliche Leistung zu berechnen und Produktdesign oder Herstellprozess zu optimieren. Die Phase „Validate“ dient dafür sicherzustellen, dass das endgültige Design die Kundenanforderungen dauerhaft erfüllt.

## **DCCDI**

In der Variante DCCDI wird in der Phase „Define“ das Projektziel festgelegt. Danach werden in der Phase „Customer“ Kundengruppen und Kundenbedürfnisse ermittelt und strukturiert. In der Phase „Concept“ werden Konzeptvorschläge entwickelt, bewertet und ausgewählt. Das beste Konzept wird dann in der Phase „Design“ so ausgearbeitet, dass Kundenbedürfnisse und Prozesserfordernisse erfüllt werden. In der Phase „Implement“ erfolgt schließlich die Einführung des Produkts.

## DMEDI

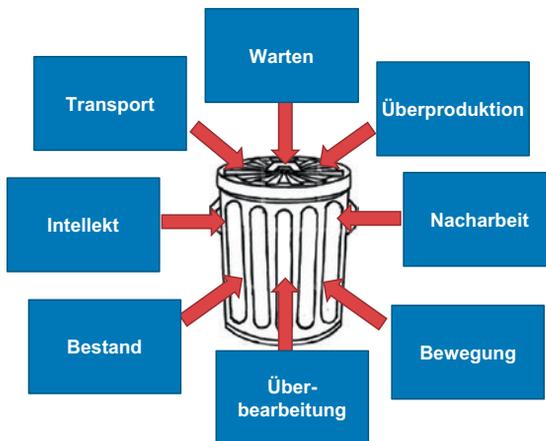
Die Vorgehensweise nach DMEDI ist eine weitere DFSS-Vorgehensweise, wenn es noch keine bestehende Prozessdefinition, keine Ergebnisgrößen oder Kundenanforderungen gibt. In der Phase „Define“ werden Auftrag und Projektziel definiert und Ressourcen und Hindernisse klar benannt. Die Aufgabe der Phase „Measure“ besteht in der Ermittlung der Kunden und ihrer erfolgskritischen Bedürfnisse. Die Phase „Explore“ dient dazu, Designkonzepte für den neuen Prozess oder Service vorzulegen und eventuell bereits ein grobes Design zu erstellen. Wie in den anderen DFSS-Varianten besteht die Aufgabe der Phase „Develop“ darin, das beste Designkonzept auszuarbeiten und eventuell bereits zu optimieren. In der abschließenden Phase „Implement“ wird die dauerhafte Leistungsfähigkeit des ausgearbeiteten Konzepts bestätigt.

Aus diesem Grund haben wir in diesem Buch bewusst auf die Verwendung eines bestimmten Phasenmodells verzichtet. Stattdessen soll die für die Aufgabenstellung bestimmende Leitfrage das Motiv für die Auswahl bestimmter Methoden oder Werkzeuge sein.

## ■ 1.3 Das Zusammenspiel von Six Sigma und Lean – Lean Six Sigma (LSS)

Lean Six Sigma vereint die beiden sehr erfolgreichen Prozessverbesserungsansätze Lean und Six Sigma. Unter Lean versteht man hierbei eine Methodenlandschaft, die dem Ziel dient, alle Arten von Verschwendung in Prozessen zu reduzieren.

Unter Verschwendung versteht man alle Handlungen und Materialflüsse, die dem Produkt keinen Wert hinzufügen oder sogar Wert vernichten. Dazu gehören die in Bild 1.7 gezeigten Oberbegriffe.



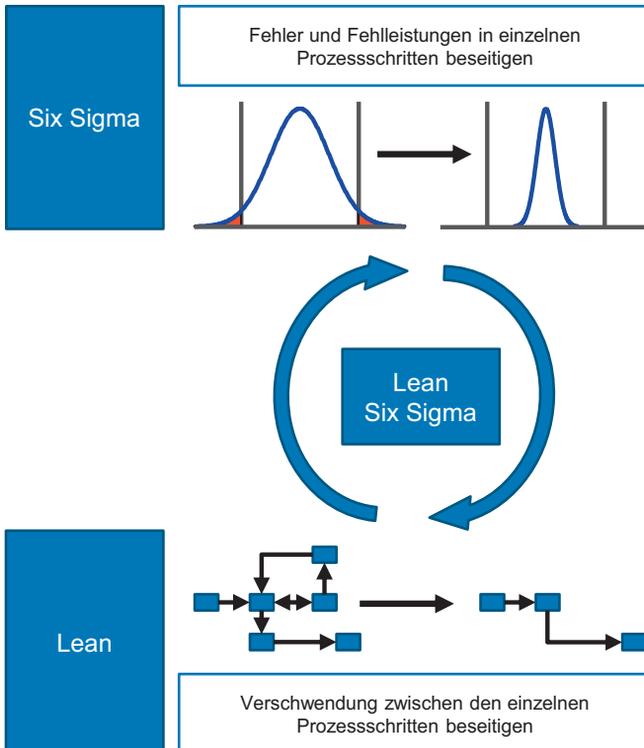
**Bild 1.7** Die acht Arten der Verschwendung

Lean konzentriert sich dabei vor allem darauf, die Abläufe zwischen einzelnen Wertschöpfungsschritten möglichst „glatt“ und widerstandsfrei zu gestalten, damit ein sogenannter Fluss zustande kommt. Die Methoden dazu sind in der einschlägigen Literatur hinreichend beschrieben.

Six Sigma hingegen konzentriert sich auf die fehlerfreie Bearbeitung oder Messung innerhalb eines Wertschöpfungsschritts. Häufig sind solche Fehler innerhalb eines Bearbeitungsschritts die Ursache für Bestände und Wartezeiten, da sich zum Beispiel nachfolgende Prozessschritte einen Arbeitsvorrat anlegen.

Durch diese Art der Bevorratung wird aber der Prozessfehler sozusagen „unsichtbar“. Erst wenn Bestände gesenkt und Wartezeiten verkürzt werden, können auch die zugrunde liegenden Unzulänglichkeiten von Herstellprozessen oder Produktdesign erkannt und konsequent verbessert werden.

Insofern bedingen sich Lean und Six Sigma gegenseitig, wie in Bild 1.8 gezeigt ist. Sie sind eigentlich nicht voneinander zu trennen und verfolgen mit ihren unterschiedlichen Ansätzen dasselbe Ziel – fehlerfreie Produkte zum richtigen Zeitpunkt zu liefern.



**Bild 1.8** Lean und Six Sigma – Lean Six Sigma



### Das Wichtigste in Kürze

Maximale Kundenzufriedenheit kann nur durch absolut fehlerfreie Produkte oder Dienstleistungen erreicht werden. Daher empfiehlt es sich, eine Null-Fehler-Strategie zu implementieren. Six Sigma, Design for Six Sigma und Lean sind drei Methoden mit dem gleichen Ziel, und zwar fehlerfreie Produkte zum richtigen Zeitpunkt zu liefern:

- Six Sigma konzentriert sich in erster Linie auf die fehlerfreie Bearbeitung oder Messung innerhalb eines Wertschöpfungsschritts.
- Design for Six Sigma bezieht sich auf den Produktentstehungsprozess. Fehler und Fehlleistungen sollen von vornherein vermieden werden.
- Lean konzentriert sich vor allem darauf, dass die Abläufe zwischen den einzelnen Wertschöpfungsschritten optimal fließen, also möglichst „glatt“ und widerstandsfrei sind.
- Lean Six Sigma kombiniert Lean und Six Sigma mit dem Ziel, Fehler innerhalb und zwischen den Wertschöpfungsschritten möglichst auf Null zu reduzieren.

Six Sigma vereint mehrere Grundprinzipien:

- die strukturierte und standardisierte Vorgehensweise,
- die Prozessorientierung,
- der ganzheitliche Blick auf die Bedürfnisse von Kunden (Leistungsempfängern),
- der Nachweis der Wirkkette,
- die Integration in die Arbeitsaufgabe und die Unterstützung bei der Anwendung.

In einem klassischen Six-Sigma-Projekt durchläuft jedes Projekt fünf Phasen, und zwar Define (Beschreibung der Anforderung aus Sicht des Kunden), Measure (Erhebung der Daten), Analyse (Nachweis der Wirkkette), Improve (Ermittlung und Implementierung der Problemlösung) sowie Control (Sicherstellung der dauerhaften Wirksamkeit).

### Weiterführende Literatur

George, M. L.: Lean Six Sigma, McGraw Hill, 2002.

Pyzdek, T.: The Six Sigma Handbook, McGraw Hill, 2009.

Harry, M., Schroeder, R.: Six Sigma: Prozesse optimieren, Null-Fehler-Qualität schaffen, Rendite radikal steigern, Campus Verlag, 2000.

Magnusson, K.: Six Sigma umsetzen: Die neue Qualitätsstrategie für Unternehmen, Carl Hanser Verlag, 2001.

Friberg, N., Kowansky, E.: How NOT To Implement Six Sigma: A manager's guide to ensuring the failure of the world's greatest Quality Improvement and Waste Reducing Machine, Xlibris, 2006.

- Ginn, D./Varner, E.: The Design for Six Sigma Memory Jogger, Goal/Qpc, 2004.
- Gamweger, J./Jöbstl, O./Strohrmann, M./Suchowerskyj, W.: Design for Six Sigma, Carl Hanser Verlag, München, 2009.
- Breyfogle, F. W.: Implementing Six Sigma, John Wiley & Sons, 2. Auflage 2003.
- Wappis, J./Jung, B.: Taschenbuch Null-Fehler-Management, Umsetzung von Six Sigma, Carl Hanser Verlag, München, 2013.
- Lunau, S./Roenpage, O./Staudter, C./Meran, R./John, A./Beernaert, C.: Six Sigma + Lean Toolset, Springer Verlag, Berlin, 2007.
- Kaufmann, U.: Praxisbuch Lean Six Sigma, Carl Hanser Verlag, München, 2012.



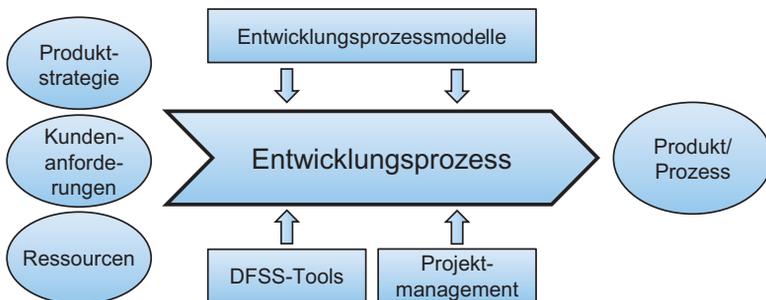
# 2

## Design for Six Sigma – praktische Vorgehensweise

### ■ 2.1 Methodengestützte Entwicklung mit Design for Six Sigma (DFSS)

Aus den 1950er- und 1960er-Jahren datieren die ersten ernst zu nehmenden Ansätze, Entwicklungsprozesse zu systematisieren. Dies geschah hauptsächlich in dem zu dieser Zeit wichtigsten Entwicklungssegment, der mechanischen Konstruktion. In den 1970er- und 1980er-Jahren entstanden neue Anforderungen durch den Siegeszug der Elektronik und Mikroelektronik und dann, ab den 1990er-Jahren, zunehmend auch die Integration von Software bis zu der heutzutage weit verbreiteten Integration von Mechanik, Elektronik und Software in modernen mechatronischen Systemen.

Bild 2.1 zeigt die wesentlichen Elemente in einem Entwicklungsprozess. Die meisten Unternehmen besitzen eine mehr oder weniger detailliert ausgearbeitete Strategie, mit welchen Produkten sie in welchen Märkten erfolgreich sein wollen. Von großer Bedeutung ist auch die Ermittlung der (tatsächlichen) Kundenanforderungen und Kundenwünsche, die einen ganz wesentlichen Input für den durchzuführenden Entwicklungsprozess liefern. Schließlich müssen auch entsprechende personelle und finanzielle Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.



**Bild 2.1** Wesentliche Elemente im Entwicklungsprozess