

# Das Lean Six Sigma Toolkit

**Mehr als 100 Werkzeuge zur Verbesserung der  
Prozessgeschwindigkeit und -qualität**

von

**Michael L. George**

**David Rowlands**

**Mark Price**

**John Maxey**

Aus dem Amerikanischen übersetzt von

**Dirk Dose, Marcel Kastner, Thomas Paulat, Maria Proske,  
Thiago Silva Pereira, Quyen Vo, Michael Wiemker  
(PPI AG Informationstechnologie)**

**Verlag Franz Vahlen München**

<b>1. DMAIC als Methode zur Verbesserung von Geschwindigkeit, Qualität und Kosten</b>	<b>1</b>
1.1 Define	4
1.2 Measure	8
1.3 Analyze	11
1.4 Improve	14
1.5 Control	17
1.6 Kaizen DMAIC	20
1.7 Projektauswahl	25
<b>2. Mit Ideen arbeiten</b>	<b>27</b>
2.1 Brainstorming	27
2.2 Affinitätsdiagramme	29
2.3 Multivoting	31
<b>3. Wertstromanalyse und Prozessflussdiagramme</b>	<b>33</b>
3.1 Prozessaufnahme	34
3.2 Prozessbeobachtung	36
3.3 SIPOC	37
3.4 Schritte einer Prozessdarstellung	39
3.5 Arbeitsablaufdiagramm (Spaghettidiagramm)	41
3.6 Flussdiagramm (Swimlane-Diagramm)	42
3.7 Grundlagen der Wertstromanalyse (Value Stream Map)	44
3.8 Symbole der Wertstromanalyse	48
3.9 Wertanalyse	48
3.10 Zeitanalyse	51
3.11 Taktzeitdiagramm (Value-add Chart)	52
<b>4. Voice of the Customer (VOC) – Stimme des Kunden</b>	<b>55</b>
4.1 Kundensegmentierung	56
4.2 VOC-Erhebung: Interview	59
4.3 VOC-Erhebung: Vor-Ort-Beobachtung	60
4.4 VOC-Erhebung: Fokusgruppen	61
4.5 VOC-Erhebung: Umfragen	62
4.6 Kano-Analyse	63
4.7 Entwicklung von kritischen Qualitätsmerkmalen	67

<b>Datenerhebung</b>	69
5.1 Datenarten	69
5.2 Input- vs. Output-Daten	70
5.3 Datensammelpfan	72
5.4 Messgrößenauswahlmatrix	74
5.5 Schichtungsfaktoren	75
5.6 Operationale Definition	76
5.7 Einschränkungen bei der Verwendung bereits vorhandener Daten	77
5.8 Erstellung eines Kontrollblattes	78
5.9 Einfaches Kontrollblatt	79
5.10 Häufigkeitsdiagramm-Kontrollblatt	79
5.11 Laufzettel	80
5.12 Positions-Kontrollblatt	80
5.13 Grundlagen der Stichprobenentnahme	81
5.14 Einflussgrößen bei der Auswahl der Stichprobe	82
5.15 Datensammlung für stabile Zeitreihen und Grundgesamtheiten	84
5.16 Formeln zur Bestimmung der minimalen Stichprobengröße (Grundgesamtheit oder stabiler Prozess)	85
5.17 Messsystem-Analyse und Gage R&R-Einleitung	86
5.18 Gage R&R: Datensammlung	88
5.19 Interpretation der Gage R&R-Ergebnisse	89
5.20 MSA: Bewertung der Messabweichung	95
5.21 MSA: Bewertung der Stabilität	97
5.22 MSA: Unterscheidungsauswertung	98
5.23 MSA für attributive/diskrete Daten	99
<b>Deskriptive Statistik und grafische Darstellung</b>	103
6.1 Statistische Grundregeln	104
6.2 Lageparameter (Mittelwert, Median, Modus]	105
6.3 Streuungsparameter (Spannweite, Varianz, Standard- abweichung)	106
6.4 Boxplots	109
6.5 Häufigkeitsdiagramm (Histogramm)	110
6.6 Normalverteilung	113
6.7 Nicht-Normalverteilungen und Zentraler Grenzwertsatz . . . .	113
<b>Abweichungsanalysen (Varianz)</b>	117
7.1 Überprüfung von Abweichungskonzepten	118
7.2 Zeitreihendiagramme	119
7.3 Grundlagen von Regelkarten	122

7.4	Auswahl einer Regelkarte	123
7.5	Regelkarten für stetige Daten	123
7.6	Bildung von Untergruppen für stetige Daten	125
7.7	Eingriffsgrenzen für stetige Daten	126
7.8	Faktoren für Regelkartenformeln	127
7.9	Erstellen einer ImR-Regelkarte	128
7.10	Erstellen von X, R- oder X, S- Regelkarten	129
7.11	Regelkarten für diskrete Daten	129
7.12	Erstellen von p-, np-, und u-Regelkarten	131
7.13	Formeln für Eingriffsgrenzen bei diskreten Daten	132
7.14	Annahmen für die Interpretation von Regelkarten	132
7.15	Interpretation von Regelkarten (Tests für Abweichungen mit speziellen Ursachen)	133
7.16	Hintergrund der Prozessfähigkeitsberechnung	134
7.17	Verwechslung der kurzfristigen und der langfristigen Prozessfähigkeitsberechnung	136
7.18	Prozessfähigkeitsberechnung	137

## **8. Ursachen identifizieren und verifizieren** **141**

### **Teil A: Identifizierung möglicher Ursachen** **141**

8.1	Pareto-Diagramm	142
8.2	Die 5 Warum	145
8.3	Ursache-Wirkungs-Diagramm (Fischgräten- oder Ishikawa-Diagramm)	146
8.4	C&E-Matrix (Ursachen-und Wirkungs-Matrix}	148

### **Teil B: Verifizierung der Kernursachen und ihren Auswirkungen ...** **149**

8.5	Datengruppierung	150
8.6	Tests von Quick Wins oder offensichtlichen Lösungen	152
8.7	Streudiagramm	154
8.8	Hypothesentests: Überblick	156
8.9	Konfidenzintervalle	157
8.10	Typ I- und Typ II-Fehler, Konfidenz, Stärke und p-Werte . . . .	158
8.11	Konfidenzintervalle und Stichprobengröße	159
8.12	t-test: Überblick	160
8.13	t-Test: Ein-Stichprobentest	161
8.14	t-Test: Zwei-Stichprobentest	163
8.15	Korrelationsanalyse: Übersicht	164
8.16	Korrelationskoeffizient	165
8.17	Regression: Übersicht	166
8.18	Einfache lineare Regression	167
8.19	Multiple Regression	169

8.20	ANOVA (Varianzanalyse)	172
8.21	One-way ANOVA	173
8.22	Freiheitsgrade	176
8.23	ANOVA-Annahmen	177
8.24	Two-way ANOVA	178
8.25	Chi-Quadrat Test	180
8.26	Design of Experiments (DOE): Notation und Bedingungen der Statistischen Versuchsplanung	182
8.27	Vorbereitung eines Versuchsplans	183
8.28	DOE: Volfaktoriell vs. teilfaktoriell (und Notationen)	186
8.29	Interpretation der DOE-Ergebnisse	188
8.30	Residuenanalyse in Hypothesentests	192
<b>9.</b>	<b>Minderung der Durchlaufzeiten und der nicht-wertschöpfenden Kosten</b>	<b>195</b>
9.1	Grundkonzepte für „Lean“	197
9.2	Zeit-Effizienz-Metriken	198
9.3	Zeitfallen vs. Kapazitätsengpässe	199
9.4	Identifikation von Zeitfallen und Kapazitätsengpässen	200
9.5	Übersicht der 5S	202
9.6	Implementierung des 5S	203
9.7	Generisches „Pull-System“	209
9.8	Wiederbeschaffungsorientierte Pull-Systeme	212
9.9	Nachschubsystem mit zwei Behältern	215
9.10	Berechnung der kleinsten sicheren Losgröße	218
9.11	4-Stufen-Modell zur Rüstzeitreduktion (Four Step Rapid Setup)	218
9.12	Anpassung des 4-Stufen-Modells zur Rüstzeitreduktion von Dienstleistungsprozessen	223
9.13	Total Productive Maintenance (TPM)	224
9.14	Fehleraufdeckung und Fehlervermeidung (Poka-yoke)	228
9.15	Gestaltungsgrundsätze zur Ausbalancierung der Arbeitsverteilung	229
9.16	Optimierung von Arbeitsplätzen	230
9.17	Visuelle Prozesskontrollen	232
<b>10.</b>	<b>Komplexität, Wertstromanalyse und Komplexitätsanalyse</b>	<b>237</b>
10.1	Produkt-/Serviceklassengitter	238
10.2	Komplexes Wertstromdiagramm (Complexity Value Stream Map, CVSM)	239
10.3	Prozesszykluseffizienz	241
10.4	Die Komplexitätsgleichung	241

10.5	Komplexitätsmatrix	242
10.6	Berechnungen der PCE-Destruktion (für eine Komplexitätsmatrix)	244
10.7	Einzelteilanalyse	245
10.8	„Was wäre wenn“-Analyse mit Daten aus der Komplexitätsmatrix	246

<b>11.</b>	<b>Auswahl und Pilotierung von Lösungen</b>	249
11.1	Quellen von Lösungsideen	250
11.2	Benchmarking	250
11.3	Die Auswahl der besten Lösung	251
11.4	Entwicklung und Verwendung von Bewertungskriterien	252
11.5	Auswahlmatrix	253
11.6	Paarvergleich	256
11.7	Kostenbewertung	258
11.8	Einfluss-/Auswirkungs-Matrix	259
11.9	Pugh-Matrix	260
11.10	Weitere Bewertungsverfahren	263
11.11	Maßnahmen-Beurteilungsmatrix	264
11.12	Fehlermöglichkeits-und-einflussanalyse (FMEA)	264
11.13	Pilotierung	268
	Stichwortverzeichnis	271