

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <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>5. Datenerhebung</b>                                                                            | 69  |
| 5.1 Datenarten                                                                                     | 69  |
| 5.2 Input- vs. Output-Daten                                                                        | 70  |
| 5.3 Datensammelpplan                                                                               | 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>6. Deskriptive Statistik und grafische Darstellung</b>                                          | 103 |
| 6.1 Statistische Grundregeln                                                                       | 104 |
| 6.2 Lageparameter (Mittelwert, Median, Modus)                                                      | 105 |
| 6.3 Streuungsparameter (Spannweite, Varianz, Standardabweichung)                                   | 106 |
| 6.4 Boxplots                                                                                       | 109 |
| 6.5 Häufigkeitsdiagramm (Histogramm)                                                               | 110 |
| 6.6 Normalverteilung                                                                               | 113 |
| 6.7 Nicht-Normalverteilungen und Zentraler Grenzwertsatz                                           | 113 |
| <b>7. 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 $\bar{X}$ , R- oder $\bar{X}$ , 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        |
| <b>8.</b> | <b>Ursachen identifizieren und verifizieren</b>                                  | <b>141</b> |
|           | <b>Teil A: Identifizierung möglicher Ursachen</b>                                | <b>141</b> |
| 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        |
|           | <b>Teil B: Verifizierung der Kernursachen und ihren Auswirkungen</b>             | <b>149</b> |
| 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<br>der Statistischen Versuchsplanung | 182        |
| 8.27       | Vorbereitung eines Versuchsplans                                                           | 183        |
| 8.28       | DOE: Vollfaktoriell 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<br/>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<br>(Four Step Rapid Setup)                           | 218        |
| 9.12       | Anpassung des 4-Stufen-Modells zur Rüstzeitreduktion von<br>Dienstleistungsprozessen       | 223        |
| 9.13       | Total Productive Maintenance (TPM)                                                         | 224        |
| 9.14       | Fehleraufdeckung und Fehlervermeidung (Poka-yoke)                                          | 228        |
| 9.15       | Gestaltungsgrundsätze zur Ausbalancierung der<br>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<br>Map, CVSM)                         | 239        |
| 10.3       | Prozesszykluseffizienz                                                                     | 241        |
| 10.4       | Die Komplexitätsgleichung                                                                  | 241        |

|            |                                                                         |            |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.5       | Komplexitätsmatrix .....                                                | 242        |
| 10.6       | Berechnungen der PCE-Destruktion (für eine<br>Komplexitätsmatrix) ..... | 244        |
| 10.7       | Einzelteilanalyse .....                                                 | 245        |
| 10.8       | „Was wäre wenn“-Analyse mit Daten aus der<br>Komplexitätsmatrix .....   | 246        |
| <b>11.</b> | <b>Auswahl und Pilotierung von Lösungen .....</b>                       | <b>249</b> |
| 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        |
|            | <b>Stichwortverzeichnis .....</b>                                       | <b>271</b> |