

Inhalt

Vorwort.....	V
1 Einleitung.....	1
1.1 Verbesserungsprojekte zur Prozessoptimierung.....	1
1.2 Erfolgsfaktoren für Six Sigma	4
2 Management von Six Sigma-Projekten	13
2.1 Auswahl der richtigen Projekte.....	13
2.2 Projektabwicklung.....	15
2.2.1 Projektstrukturplan für Verbesserungsprojekte.....	15
2.2.2 Projektauftrag.....	16
2.2.3 Planung der Projekt-Ecktermine und Aufgaben.....	19
2.2.4 Kostenplanung und -verfolgung.....	21
2.2.5 Projektcontrolling	21
2.2.6 Projektkommunikation.....	22
2.2.7 Projektdokumentation.....	23
2.2.8 Projektabschluss	23
3 Grundlagen der Statistik.....	27
3.1 Allgemeine Grundlagen	27
3.1.1 Häufigkeiten und Wahrscheinlichkeiten.....	29
3.1.2 Merkmalsarten	29
3.1.3 Aufgaben der analytischen Statistik.....	30
3.2 Verteilungsformen.....	32
3.2.1 Hypergeometrische Verteilungen.....	33
3.2.2 Binomialverteilung.....	33
3.2.3 Poisson-Verteilung	36
3.2.4 Normalverteilung	38
3.2.4.1 Standardisierte Normalverteilung.....	40
3.2.4.2 Wahrscheinlichkeitsnetz (Probability Plot)	45
3.2.5 Logarithmische Normalverteilung.....	47
3.2.6 Weibull-Verteilung	47
3.2.7 Exponentialverteilung	47
3.2.8 Weitere Verteilungen	47

3.3	Kennwerte von Stichproben.....	47
3.3.1	Kennwerte der Lage	48
3.3.1.1	Arithmetischer Mittelwert (x -quer, \bar{x})	49
3.3.1.2	Zentralwert / Median (x -Schlange).....	49
3.3.1.3	Häufigster Wert / Modalwert	49
3.3.1.4	Geometrisches Mittel.....	49
3.3.2	Kennwerte der Streuung.....	49
3.3.2.1	Varianz.....	49
3.3.2.2	Standardabweichung	50
3.3.2.3	Spannweite (Range)	50
3.3.3	Kennwerte der Verteilungsform	50
3.3.3.1	Schiefe, Asymmetrie	50
3.3.3.2	Excess / Wölbung (Kurtosis).....	51
3.4	Parametrische Verteilungen	52
3.4.1	t-Verteilung	53
3.4.2	χ^2 -Verteilung.....	53
3.4.3	F-Verteilung	54
3.5	Spezielle Grundlagen der Statistik	55
3.5.1	Zentraler Grenzwertsatz.....	55
3.5.2	Addition von Verteilungsfunktionen	56
3.5.3	Prüfung auf Verteilungsform	57
3.5.4	Anpassung der Verteilungsform.....	60
3.5.5	Transformation von Messwerten	61
3.5.5.1	Lineare Transformation.....	61
3.5.5.2	Nichtlineare Transformation.....	61
3.6	Zufallsstrebereich (ZB).....	63
3.6.1	Zufallsstrebereich für diskrete Merkmale	64
3.6.2	Zufallsstrebereich für kontinuierliche Merkmale.....	65
3.6.2.1	Zufallsstrebereich für den arithmetischen Mittelwert	65
3.6.2.2	Zufallsstrebereich für den Median	66
3.7	Vertrauensbereich (VB).....	68
3.7.1	Vertrauensbereich für den Mittelwert, falls σ bekannt ist	69
3.7.2	Vertrauensbereich für den Mittelwert, falls σ nicht bekannt ist	72
3.7.3	Vertrauensbereich für Streuungen.....	74
4	Phase Define	75
4.1	Ausgangssituation beschreiben	75
4.2	Prozessüberblick schaffen	76
4.3	Kunden und deren Forderungen ermitteln	79
4.4	Projekt definieren.....	81

5	Phase Measure	83
5.1	Prozess detaillieren	84
5.1.1	Detaillierte Darstellung des Prozesses.....	84
5.1.2	Mögliche Ursachen darstellen.....	87
5.2	Vorhandene Daten interpretieren	89
5.2.1	Grafische Darstellung von Daten	90
5.2.1.1	Verlauf der Einzelwerte (Time Series Plot).....	90
5.2.1.2	Einzelwertkarte (Individual Chart)	91
5.2.1.3	Medianzyklen-Diagramm (Run Chart).....	92
5.2.1.4	Häufigkeitsdiagramme	93
5.2.1.5	Streudiagramme / Korrelationsdiagramme.....	95
5.2.1.6	Box Plots.....	96
5.2.1.7	Pareto-Analyse.....	97
5.2.1.8	Multi-Vari-Charts	98
5.2.1.9	Paarweiser Vergleich	102
5.2.1.10	Gemeinsame Interpretation mehrerer Grafiken	103
5.2.1.11	Erstellung von grafischen Darstellungen mit JMP und Minitab	105
5.2.2	Zufällige oder signifikante Unterschiede.....	106
5.3	Daten erfassen und auswerten.....	108
5.3.1	Datenschichtung.....	110
5.3.2	Datenerlegung	111
5.4	Eignung des Prüfsystems sicherstellen.....	112
5.4.1	Grundlagen und Begriffe.....	115
5.4.1.1	Einflüsse auf Prüfprozesse.....	115
5.4.1.2	Auflösung.....	115
5.4.1.3	Systematische Messabweichung (Bias).....	116
5.4.1.4	Wiederholpräzision (Repeatability).....	116
5.4.1.5	Vergleichspräzision (Reproducibility).....	117
5.4.1.6	Linearität (Linearity)	118
5.4.1.7	Stabilität (Stability).....	118
5.4.2	Eignungsnachweis von Messprozessen	119
5.4.2.1	Unsicherheit des Normals	120
5.4.2.2	Einfluss der Auflösung	121
5.4.2.3	Systematische Messabweichung.....	121
5.4.2.4	Verfahren 1	123
5.4.2.5	Linearität	127
5.4.2.6	Verfahren 2: GR&R-Study	129
5.4.2.7	Verfahren 3: GR&R-Study ohne Bedienerinfluss	138
5.4.2.8	Messbeständigkeit, Stabilität.....	138
5.4.2.9	Ergänzungen zum Eignungsnachweis von Messprozessen .	139
5.4.3	Eignungsnachweis für Messprozesse nach VDA 5	139

5.4.4	Eignungsnachweis von attributiven Prüfprozessen.....	140
5.4.4.1	Verfahren nach VDA 5.....	142
5.4.4.2	Methode der Signalerkennung.....	143
5.4.4.3	Testen von Hypothesen mit Kreuztabellen.....	144
5.4.4.4	Bestimmung der fälschlichen Annahme / Rückweisung	145
5.5	Prozessleistung ermitteln	147
5.5.1	Bewertung von kontinuierlichen Merkmalen.....	147
5.5.1.1	Fähigkeitsindizes für normalverteilte Messwertreihen	149
5.5.1.2	Vorgehen zur Ermittlung der Prozessfähigkeit.....	153
5.5.1.3	Vertrauensbereich für die Fähigkeitskenngrößen	153
5.5.1.4	Phasen der Prozessqualifikation	154
5.5.1.5	Prozessfähigkeitskennwerte nach SPC-Referenzhandbuch	155
5.5.1.6	Prozessleistungs- und Prozessfähigkeitsindizes nach DIN ISO 22514-2	156
5.5.1.7	Zeitabhängige Verteilungsmodelle nach DIN ISO 22514-2..	157
5.5.1.8	Methoden zur Schätzung von Lage und Streuung nach DIN ISO 22514-2	163
5.5.1.9	Weitere Verfahren.....	164
5.5.1.10	Beispiele zur Berechnung der Prozessfähigkeit.....	165
5.5.2	Bewertung von diskreten Merkmalen – Process Sigma	174
5.5.3	Ermittlung der Gesamtanlageneffizienz	177
6	Phase Analyze.....	181
6.1	Mögliche Haupteinflussgrößen identifizieren.....	182
6.1.1	Ausgangsbasis Kundenforderungen	182
6.1.2	Prozesse analysieren	183
6.1.2.1	Analyse der Prozessdaten	183
6.1.2.2	Wertschöpfungsanalyse.....	184
6.1.2.3	Informationsflussanalyse	185
6.1.2.4	Leistungsanalyse.....	185
6.1.3	Mögliche Einflussgrößen in Prozessschritten identifizieren	186
6.2	Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge ermitteln und darstellen	188
6.2.1	Beurteilung mittels Kennwerten aus dem laufenden Prozess	189
6.2.1.1	Vergleich eines Mittelwertes mit einem Vorgabewert (u-Test).....	189
6.2.1.2	Vergleich eines Mittelwertes mit einem Vorgabewert (t-Test)	195
6.2.1.3	Vergleich von zwei Mittelwerten (t-Test).....	195
6.2.1.4	Varianzanalyse (ANOVA, Analysis of Variance).....	204
6.2.1.5	Häufig verwendete Testverfahren.....	210
6.2.1.6	Regressionsanalyse.....	211
6.2.2	Versuchsplanung mit „einfachen Methoden“	220
6.2.2.1	Komponententausch	220

6.2.2.2	Variablenvergleich	223
6.2.3	Versuchsplanung mit Statistischen Versuchsplänen	225
6.2.3.1	Begriffe und allgemeine Grundlagen	226
6.2.3.2	Arten von Versuchen	229
6.2.3.3	Planung und Durchführung von Versuchen	230
6.2.3.4	Vollständige faktorielle Versuchspläne.....	233
6.2.3.5	Unvollständige faktorielle Versuchspläne	249
6.2.3.6	Plackett-Burman-Versuchspläne.....	254
6.2.3.7	Versuchspläne für nichtlineare Zusammenhänge	254
6.2.3.8	Versuchspläne zur Untersuchung der Streuung	257
6.2.4	Zusammenfassung der Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge	260
7	Phase Improve	261
7.1	Lösungsvarianten entwickeln.....	262
7.1.1	Lösungen lassen sich direkt aus Phase Analyze ableiten	262
7.1.2	Lösungsfindung mittels Kreativitätstechnik	262
7.1.2.1	Klassisches Brainstorming.....	262
7.1.2.2	Kartenabfrage.....	263
7.1.2.3	Brainstorming mittels Ishikawa-Diagramm / Mindmapping	264
7.1.2.4	Methode 635.....	264
7.1.3	Lösungsfindung mittels Statistischer Versuchsmethodik	265
7.1.4	Spezielle Werkzeuge zur Lösungsfindung.....	266
7.1.4.1	Schnelles Rüsten / SMED	266
7.1.4.2	Prozessoptimierung mit Systemen vorbestimmter Zeiten ...	268
7.1.4.3	Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz (5S)	269
7.1.4.4	Fehlhandlungsvermeidung (Poka Yoke)	269
7.2	Lösungen bewerten und Lösung auswählen	272
7.2.1	Bewertung mittels Nutzwertanalyse	272
7.2.2	Fehler-Möglichkeits- und Einfluss-Analyse (FMEA)	273
7.2.3	Fehlerbaumanalyse (Fault Tree Analysis)	279
7.3	Ausgewählte Lösung erproben und Wirksamkeit nachweisen	280
7.3.1.1	Hypothesentests.....	281
7.3.1.2	Prozessfähigkeitsuntersuchungen	281
7.3.1.3	Prozesssimulationen.....	281
7.3.2	Produkt- und Prozessfreigabe durchführen.....	283
7.4	Implementierung planen	284
8	Phase Control	287
8.1	Lösung organisatorisch verankern	288
8.2	Verbesserung nachhaltig absichern	289
8.2.1	Laufende Qualifikation der Mitarbeiter sicherstellen.....	289
8.2.2	Laufende Qualifikation der Prozesse sicherstellen	289

8.2.2.1	Wartung und Instandhaltung.....	290
8.2.2.2	Das Grundprinzip der Statistischen Prozessregelung.....	290
8.2.2.3	Auswahl der Merkmale für die Statistische Prozessregelung.....	293
8.2.2.4	Vorgehen zur Statistischen Prozessregelung	293
8.2.2.5	Regelung nach Lage und Streuung.....	295
8.2.2.6	Berechnung der Eingriffsgrenzen	297
8.2.2.7	Führen von Regelkarten.....	300
8.2.2.8	Indikatoren für das Vorhandensein besonderer Ursachen... 301	
8.2.2.9	Weitere Regelkarten für kontinuierliche Merkmale	302
8.2.2.10	Regelkarten für diskrete Merkmalswerte	305
8.2.3	Verbesserten Prozess an Eigner übergeben	309
8.3	Projekt abschließen	310
8.3.1	Lessons Learned.....	310
8.3.1.1	Erfahrungen für bestehende Produkte bzw. Prozesse nutzen	310
8.3.1.2	Erfahrungen für zukünftige Produkte bzw. Prozesse nutzen	311
8.3.1.3	Erfahrungen für Six Sigma-Projektarbeit nutzen	312
8.3.2	Projektabschlussbericht erstellen	312
9	Verankerung von Six Sigma in der Unternehmensorganisation	313
9.1	Einordnung von Six Sigma in die Formen der Verbesserungsarbeit.....	314
9.1.1	PDCA-Zyklus - Grundlage aller Formen der Verbesserungsarbeit....	314
9.1.2	Verbesserungsmanagement im Überblick.....	315
9.1.3	Zusammenspiel zwischen Lean Management und Six Sigma	317
9.2	Einbindung von Six Sigma in die Aufbauorganisation	321
9.2.1	Six Sigma-Champions	322
9.2.2	Six Sigma-Manager	324
9.2.3	Six Sigma-Black Belts	326
9.2.4	Six Sigma-Green Belts	328
9.2.5	Six Sigma-Yellow Belts.....	328
9.2.6	Six Sigma-Master Black Belts	328
9.2.7	Unternehmensleitung.....	329
9.3	Einbindung von Six Sigma in die Ablauforganisation	329
9.3.1	Prozess „Projekt beauftragen“	331
9.3.2	Prozess „Projekt starten“.....	337
9.3.3	Prozess „Projektcontrolling durchführen“.....	339
9.3.4	Prozess „Multiprojektcontrolling durchführen“.....	340
9.3.5	Prozess „Projekt abschließen“	342
9.3.6	Prozess Projekt abnehmen und evaluieren	344
9.4	Beurteilung des Reifegrades des Unternehmens bezüglich Six Sigma	345

9.5	Einführung von Six Sigma	346
9.5.1	Modell zur Verankerung von Six Sigma in der Organisation	347
9.5.1.1	Strategie / Strategy	348
9.5.1.2	Struktur / Structure	349
9.5.1.3	Systeme / Systems	350
9.5.1.4	Stil / Style	352
9.5.1.5	Stammpersonal / Staff	352
9.5.1.6	Spezialfähigkeiten / Skills	354
9.5.1.7	Selbstverständnis / Shared values	354
9.5.2	Vorgehensplan zur Einführung von Six Sigma	355
9.5.2.1	Phase Unfreeze	356
9.5.2.2	Phasen Move und Refreeze	360
9.6	Problemlösungsprozess nach 8D	366
10	Design for Six Sigma	377
10.1	Six Sigma in der Entwicklung	377
10.2	Abwicklung von PIDOV-Projekten	380
10.2.1	Phase Plan	380
10.2.1.1	Ausgangssituation beschreiben	381
10.2.1.2	Innovationsziel festlegen	381
10.2.1.3	Projekt definieren	381
10.2.2	Phase Identify	381
10.2.2.1	Anforderungen der Kunden ermitteln und analysieren	382
10.2.3	Phase Design	385
10.2.3.1	Recherchen für Lösungsmöglichkeiten durchführen	386
10.2.3.2	Varianten für Produkt / Prozess entwerfen	386
10.2.3.3	Varianten für Produkt / Prozess bewerten und Lösungskonzept auswählen	391
10.2.4	Phase Optimize	391
10.2.4.1	Lösungskonzept für Produkt / Prozess detaillieren	391
10.2.4.2	Lösung für Produkt / Prozess optimieren	392
10.2.5	Phase Validate	398
10.2.5.1	Produkte / Prozesse erproben	398
10.2.5.2	Lösungen und Erkenntnisse aufbereiten und verfügbar machen	400
10.2.5.3	Projekt abschließen	400
10.3	Organisatorische Verankerung von DFSS	401
10.3.1	Einbindung von DFSS in den Entwicklungsprozess	401
10.3.2	Verankerung von DFSS im Unternehmen	403

11 Anhang	405
11.1 Wichtige verwendete Abkürzungen	405
11.2 Korrekturfaktoren a_n , c_n und d_n	407
11.3 Standardisierte Normalverteilung	408
11.4 t-Verteilung	410
11.5 χ^2 -Verteilung	412
11.6 F-Verteilung	414
Stichwortverzeichnis	417