

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	4
Vorwort .....	8
<b>SixSigma .....</b>	<b>9</b>
Die SixSigma Zyklen .....	9
Ausbildungsstufen von SixSigma .....	10
Methodenübersicht für den DMAIC-Zyklus .....	11
Statistische Betrachtung von SixSigma .....	12
<b>Systemanalyse und Verfahren zur Parameterauswahl .....</b>	<b>13</b>
Einführung.....	13
Ursachen-Wirkungsdiagramm nach Ishikawa .....	13
Problemorientierte Darstellung.....	15
Intensitäts-Beziehungsmatrix .....	17
Matrixdiagramm - Beispiel Methodenauswahl.....	22
Priorisierungs-Bewertung.....	22
Quality Function Deployment QFD .....	23
<b>Weitere Systemanalysen.....</b>	<b>25</b>
FMEA .....	25
Produkt-FMEA.....	25
Prozess-FMEA .....	25
Beispiel für eine FMEA .....	28
Fehlerbaumanalyse FTA.....	29
Übersicht über die wichtigsten Tools der Systemanalyse .....	32
<b>Shainin-Methoden .....</b>	<b>33</b>
Komponententausch .....	33
Paarweiser Vergleich .....	34
Vergleich Neu gegen Alt .....	35
Multi-Variations-Karte .....	37
Korrelationsdiagramm .....	38
Messmittelprüfung nach Shainin – Isoplot® .....	39
<b>Varianzanalyse (ANOVA) .....</b>	<b>40</b>
<b>Versuchspläne (Design of Experiment – DoE).....</b>	<b>41</b>
Einführung.....	41
Vollfaktorieller Versuchsplan .....	42
Teilfaktorielle Versuchspläne .....	42
Plackett-Burman-Versuchspläne .....	44
Taguchi Versuchspläne .....	44
D-Optimale Versuchspläne .....	47
Mischungspläne .....	48
Kategoriale Faktoren.....	50
Notwendige Versuchswiederholungen - Stichprobenumfang .....	51
Vergleich der Versuchspläne bezüglich ihres Umfangs .....	52
und Auswahlkriterien.....	53
<b>Taguchi-Methoden.....</b>	<b>54</b>
Strategie von Taguchi .....	54
<b>Korrelation .....</b>	<b>55</b>
Korrelationskoeffizient nach Bravais - Pearson .....	55
Rangkorrelation nach Spearman .....	55
<b>Regressionsverfahren.....</b>	<b>56</b>
Einfache Regression .....	56
Lineare Regression .....	56
Multiple Regression .....	57
Grafische Darstellung des Modells im Kurvendiagramm .....	58

Grafische Darstellung der Wechselwirkung .....	59
Residuen .....	59
Bestimmtheitsmaß.....	61
Modellschwäche Lack of Fit .....	61
Streuungszerlegung gesamthaft.....	62
Wiederholbarkeit .....	62
Test der Regressionskoeffizienten, der $p_{value}$ .....	63
Standardabweichung für das Gesamtmodell RMS .....	63
Standardisieren .....	64
Bestimmung von Ausreißern .....	64
Optimierung .....	64
Nicht quantitative Zielgrößen.....	66
Probleme mit zu stark korrelierenden Daten (historische Daten) .....	66
Diskrete Regressionsanalyse .....	68
<b>Multivariate Datenauswertung.....</b>	<b>74</b>
Hauptkomponentenanalyse .....	74
Partial Least Square (PLS) .....	75
Score Plot .....	77
Korrelations-Ladungen (Correlation Loading Plot) .....	77
Schätzung der Streuung .....	78
Variablenelektion mit VIP .....	78
Clusteranalyse .....	79
<b>Fähigkeitskennzahlen .....</b>	<b>83</b>
Normalverteilung .....	83
Lognormalverteilung .....	84
Betragsverteilung 1. Art .....	84
Betragsverteilung 2. Art (Rayleigh-Verteilung) .....	85
Verteilungsfreie Percentil-Methode .....	85
Verteilungsformen verschiedener Konstruktionsmerkmale .....	85
Maschinenfähigkeitsuntersuchung (MFU) .....	86
Prozessfähigkeitsuntersuchung (PFU) .....	86
Messmittelfähigkeit & Messsystemanalyse MSA .....	87
Verfahren 1 .....	87
Verfahren 2 .....	87
Verfahren 3 .....	88
Messsystemanalyse mit ANOVA .....	89
Messsystemanalyse analog VDA 5 bzw. ISO 22514-7 .....	90
Verringerung der Messunsicherheit durch Wiederholungen .....	91
Messmittelfähigkeit für diskrete Merkmale .....	91
Auswahlübersicht Messmittelprüfungen .....	92
<b>Toleranzberechnung .....</b>	<b>93</b>
Das Gaußsche Fehlerfortpflanzungsgesetz .....	93
Abschätzung der Einzelstreuungen aus den Toleranzen .....	94
Prozessdaten Toleranzsimulation .....	94
Beispiel Fahrzeughinterachse .....	95
<b>Qualitätsregelkarte für ein Merkmal .....</b>	<b>96</b>
x - Qualitätsregelkarte .....	96
x/s- Qualitätsregelkarte .....	97
Qualitätsregelkarten für qualitative Merkmale .....	97
<b>Statistische Hypothesentests .....</b>	<b>99</b>
Einführung .....	99
Bestimmung des $\alpha$ -Fehlers am Beispiel Mittelwertvergleich .....	100
Bestimmung des $\beta$ -Fehlers am Beispiel Mittelwertvergleich .....	101

Zusammenfassung zu Fehler 1. und 2. Art .....	102
Teststärke Power .....	102
Ermittlung der Stichprobengröße mit Hilfe der Power-Funktion .....	103
Verteilungstests .....	105
Kolmogorov-Smirnov Anpassungstest .....	105
Shapiro-Wilk Test .....	105
Anderson-Darling Test auf Normalverteilung .....	106
Anderson-Darling Test auf Weibull-Verteilung .....	106
Binomial-Test .....	108
Weitere Standard-Tests .....	108
t-Test für zwei Stichproben .....	108
t-test für Vergleich einer Stichprobe mit einem Vorgabewert .....	109
Mood's Median Test .....	109
U-Test für zwei Stichproben .....	110
Vorzeichentest für eine Stichprobe .....	111
Vorzeichenrangtest nach Wilcoxon für eine Stichprobe .....	111
F-Test .....	111
Levene's Test .....	111
Bartlett-Test .....	112
Balancierte einfache Varianzanalyse .....	113
Linearitätstest .....	114
Steigungstest einer Regression .....	114
Ausreißertests .....	115
Test auf einen Ausreißer nach Grubbs .....	115
Test auf einen oder mehrere Ausreißer (Wölbungstest) .....	115
Ausreißertest nach David-Hartley-Pearson .....	115
Tests für Tabellen .....	115
$\chi^2$ -Homogenitätstest .....	115
$\chi^2$ -Mehrfeldtest .....	116
Exakter Test nach Fisher .....	117
Übersicht über die Test-Statistiken .....	119
Die wichtigsten stetigen Verteilungen .....	120
Normalverteilung .....	120
Boxplot .....	122
Abweichungen von der Normalverteilung .....	123
Betragssnormalverteilung .....	124
Mehrparametrische Normalverteilung .....	124
5-parametrische Normalverteilung .....	125
Zensorisierte Normalverteilung .....	126
Lognormalverteilung .....	127
Weibull - Verteilung .....	129
Bestimmung der Weibull-Parameter .....	132
Vertrauensbereich der Weibull-Verteilung und -Parameter .....	133
Die 3-parametrische Weibull-Verteilung .....	134
4- und 5-parametrische Weibull-Verteilung .....	135
Weitere Ansätze für nicht lineare Verläufe im Weibull-Netz .....	137
Berücksichtigung noch nicht eingetretener Ausfälle Sudden Death .....	139
Auswertung von Daten schadhafter und nicht schadhafter Teile .....	141
Zensorisierte Weibull-Verteilung .....	142
Intervall- und linkzensierte Daten .....	142
Felddatenauswertung – Anwärterprognose .....	144
Weitere wichtige Kenngrößen für Weibull & Zuverlässigkeit .....	146
Übersicht der möglichen Fälle .....	146

Typische Weibull-Verläufe und mögliche Ursachen .....	148
Weitere Zuverlässigkeitsmethoden und Lebensdauer.....	149
Vergleich von 2 Verteilungen .....	149
Systemzuverlässigkeit bei mehreren Komponenten .....	150
WeiBayes - Ansatz.....	151
Zuverlässigkeit aus dem Binomialansatz .....	152
Success Run - Stichprobenumfang .....	153
Berücksichtigung von Vorkenntnissen.....	154
Berücksichtigung einer ausfallfreien Zeit $t_0$ .....	155
Bei einer ausfallfreie Zeit verschiebt sich jeweils das Verhältnis zwischen geprüfter $t_{pr}$ und geforderter Zeit $t_{gef}$ um $t_0$ .....	155
Berücksichtigung eines Raffungsfaktors.....	155
Berücksichtigung von Ausfällen.....	156
Zusammenfassung für Tests ohne Ausfälle .....	156
Lebensdauerhochrechnung aus Verschleißgrad.....	157
Lebensdauer im Wöhlerdiagramm .....	159
Wöhlerdiagramm aus Weibullauswertung ableiten.....	160
Wöhler - Perlschnurverfahren.....	162
Bestimmung des Raffungsfaktors.....	163
Temperatureinfluss auf Lebensdauer .....	164
Das Arrhenius-Modell .....	164
Coffin-Manson-Modell .....	165
Zuverlässigkeitss-Indikatoren .....	166
Schichtlinien.....	168
Schichtlinien auf Basis des Produktionsdatums .....	168
Schichtlinien auf Basis der Betriebszeit.....	169
Weitere statistische Verteilungen .....	172
Diskrete Verteilungen.....	172
Binomial.....	172
Poisson.....	173
Geometrisch .....	174
Hypergeometrisch .....	174
Stetige Verteilungen.....	174
Beta .....	174
Cauchy .....	174
$\chi^2$ (Chi <sup>2</sup> ) .....	175
Exponential.....	175
Extrem .....	175
Fisher .....	175
Gamma.....	176
Laplace .....	176
Logistik .....	176
Pareto .....	177
Rayleigh .....	177
Student- oder t-Verteilung .....	177
Anlage.....	178
Leitfaden zum Erstellung von Tabellen .....	178
Verwendete Formelzeichen .....	179
Inhaltsverzeichnis .....	180