

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Welche Inhalte vermittelt dieses Buch?</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Herausforderungen im Qualitätsmanagement</b> .....	<b>13</b>
2.1	Was bedeutet Qualität? .....	13
2.2	Was ist Qualitätsmanagement? .....	15
2.3	Effektivität und Effizienz von Prozessen .....	15
2.4	Aktuelle Herausforderungen im QM .....	17
2.5	Der digitale Wandel als Chance im QM .....	19
2.6	Entwicklungsstufen im Qualitätsmanagement .....	21
2.7	Ziele im Qualitätsmanagement .....	23
	2.7.1 Produktqualität und Kundenzufriedenheit verbessern .....	24
	2.7.2 Prozessqualität verbessern .....	26
2.8	Digitale Use Cases .....	27
2.9	Die neun Handlungsfelder im digitalen Qualitätsmanagement .....	30
	2.9.1 Das St. Galler Digital-Maturity-Modell .....	31
	2.9.2 Neun Handlungsfelder im digitalen Qualitätsmanagement .....	32
<b>3</b>	<b>Digitale QM-Systeme</b> .....	<b>35</b>
3.1	Die Kunst, ausgewogene QM-Systeme zu gestalten .....	36
3.2	Moderne QM-Systeme sind prozessorientiert .....	38
	3.2.1 Das Gestaltungsprinzip vom Groben ins Detail .....	41
	3.2.2 Die Prozesslandkarte als Basis .....	43
	3.2.3 Die Strategieranbindung sicherstellen .....	44
	3.2.4 Eine gelebte Prozessinhaberschaft als Schlüssel zum Erfolg .....	45

3.3	Moderne QM-Systeme sind digital .....	45
3.3.1	Interaktiver digitaler Aufbau des Prozessmanagementsystems ..	46
3.3.2	QMS-Softwarelösungen .....	49
3.4	BPMN 2.0 als Basis für Automatisierung .....	52
3.5	Digitale QM-Systeme ermöglichen „Augmented Workers“ .....	58
3.5.1	Warum gerade jetzt? .....	59
3.5.2	Warum ist Augmentation sinnvoll? .....	59
3.5.3	Technologien der Augmentation .....	60
3.5.4	Gelebte Praxis: Der Augmented Worker in der Getriebemontage	64
3.6	Digitale QM-Systeme nutzen Process Mining .....	67
3.7	Digitale QM-Systeme nutzen mobile Kollaborationsplattformen .....	69
3.8	Moderne QM-Systeme integrieren Datenqualität .....	73
<b>4</b>	<b>Qualitätsgesicherte Innovation .....</b>	<b>79</b>
4.1	Kundenorientierung als Basis erfolgreicher Innovation .....	81
4.2	User Experience- und Design-Thinking-Ansätze .....	87
4.3	Innovative Geschäftsmodelle entwickeln .....	92
4.4	Design for Six Sigma .....	98
4.5	Agile Methoden in der Entwicklung .....	100
4.5.1	Das agile Manifest .....	101
4.5.2	Methoden der Softwareentwicklung .....	103
4.6	Qualität in softwareintensiven Systemen .....	111
4.6.1	Alterung von Software .....	113
4.6.2	Qualitätsmodelle .....	116
4.7	Systematische Entwicklung von Industrie-4.0-Lösungen .....	120
4.7.1	Hierarchieebenen .....	121
4.7.2	Interoperabilitätsschichten .....	122
4.7.3	Lebenszyklus und Wertschöpfungskette .....	123
4.8	Case Study: E-Bikes .....	124
4.8.1	Business Layer .....	124
4.8.2	Function Layer .....	129
4.8.3	Information Layer .....	130
4.8.4	Communication Layer .....	131
4.8.5	Integration Layer .....	132

4.8.6	Asset Layer	133
4.8.7	Zusammenfassung	134
<b>5</b>	<b>Die Kunst, die richtigen Daten zu verwenden</b>	<b>135</b>
5.1	Rolle der Statistik im digitalen QM	136
5.2	Statistische Grundlagen: Merkmalstypen	138
5.3	Die richtigen Daten erheben	140
5.3.1	Konfirmatorische und explorative Datenanalyse	140
5.3.2	Grundgesamtheit und Stichprobe	141
5.4	Daten verstehen	142
5.4.1	Grafische Beschreibung eindimensionaler Datensätze	143
5.4.2	Absolute und relative Häufigkeit diskreter Merkmale	143
5.4.3	Beschreibung stetiger Merkmale	145
5.4.4	Beschreibung qualitativer Merkmale	146
5.4.5	Kennwerte von quantitativen Merkmalen	147
5.4.6	Boxplot	149
5.4.7	Grafische Beschreibung mehrdimensionaler Datensätze mit qualitativen Merkmalen	150
5.4.8	Grafische Darstellung mehrdimensionaler Datensätze mit quantitativen Merkmalen	153
5.4.9	Korrelation eines zweidimensionalen Datensatzes	154
5.4.10	Korrelation mehrdimensionaler Datensätze	156
5.5	Daten bereinigen („data cleaning“)	157
5.5.1	Konsistenz der Einträge	157
5.5.2	Fehlende Einträge	158
5.6	Kodierung von Merkmalen	159
5.6.1	Kodierung quantitativer Merkmale	159
5.6.2	Kodierung qualitativer Merkmale	162
5.7	Daten konstruieren (Feature Engineering)	164
5.7.1	Entfernen irrelevanter Merkmale	165
5.7.2	Zusätzliche Features generieren	166
5.7.3	Zusammenführen von spärlich besetzten Daten	168
5.8	Dimensionsreduktion	169
5.8.1	Hauptkomponentenanalyse	169

<b>6</b>	<b>Mit Daten risikobasierte Entscheidungen treffen</b>	<b>173</b>
6.1	Einführendes Beispiel und theoretische Grundlagen	174
6.2	Durchführung von Hypothesentests	178
6.3	Sicherheit und Risiko bei Hypothesentests	180
6.3.1	Fehler erster und zweiter Art	180
6.3.2	Gütefunktion und notwendiger Stichprobenumfang	182
6.4	Varianzanalyse	184
6.5	Case Study: Homogenitätsprüfung eines Luftflusses	186
<b>7</b>	<b>Die Kunst, aus Daten zu lernen</b>	<b>191</b>
7.1	Regressionsverfahren im Qualitätsmanagement	196
7.1.1	Konstruktion einer Regressionsfunktion	197
7.1.2	Bewertung von Regressionsmodellen	201
7.1.3	Regularisierung	203
7.1.4	Beispiel: Einsatz von Machine-Learning-Algorithmen zur Prozessregelung	205
7.2	Klassifikationsverfahren	214
7.2.1	K-Nearest-Neighbors-Klassifikation	216
7.2.2	Bewertung von Klassifikationsmodellen	218
7.2.3	Beispiel: Klassifikationsverfahren zur Prognose einer Ausbeute	221
7.3	Cluster-Verfahren	226
7.3.1	DBSCAN-Algorithmus	227
7.3.2	Optimierung (Tuning) der Hyperparameter	229
7.3.3	Bewertung von Cluster-Ergebnissen	232
7.3.4	Ausreißerererkennung mit dem DBSCAN-Algorithmus	234
7.4	Automatische Sichtprüfung über Faltungsnetzwerke	238
7.4.1	Grundlagen Neuroner Netze	239
7.4.2	Automatische Sichtprüfung - Datenvorbereitung	242
7.4.3	Automatische Sichtprüfung - Convolutional Neural Networks	246
7.5	Zeitreihenanalyse	252
7.5.1	Grafische Darstellung und mathematische Beschreibung	252
7.5.2	Elementare Operationen mit Zeitreihen	254
7.5.3	Imputing-Verfahren zur Rekonstruktion fehlender Stichprobenwerte	257

7.5.4	Resampling: Down- und Upsampling .....	258
7.5.5	Filterung von Zeitreihen .....	260
7.5.6	Zerlegung der Zeitreihe in Trend, periodische Anteile und Residuen .....	262
7.5.7	Optimierung der Werkzeugnutzung durch Zeitreihenanalysen ..	265
7.6	Reinforcement Learning .....	267
7.6.1	Grundidee des Reinforcement Learning .....	268
7.6.2	Markov-Entscheidungsprozess .....	270
7.6.3	Q-Learning als einfaches Beispiel für einen RL-Algorithmus ....	272
7.6.4	Fallbeispiel Reinforcement Learning .....	274
<b>8</b>	<b>Prozessverbesserung durch Digitalisierung .....</b>	<b>277</b>
8.1	Arten von digitalen Use Cases .....	277
8.2	Erfolgsversprechende Use Cases für ML und Automatisierung finden ..	279
8.2.1	Identifikation und Abgrenzung des Prozesses .....	279
8.2.2	Stakeholder-Analyse – Sammeln und Strukturieren von Anforderungen .....	281
8.2.3	Vertiefende Prozessanalysen .....	282
8.2.4	Finden von Use Cases – kreative Phase .....	284
8.2.5	Beschreibung der Use Cases – Question Zero .....	284
8.2.6	Vorauswahl von Ideen .....	286
8.2.7	Beschreibung und Berechnung des Business Case .....	286
8.2.8	Use Cases bewerten und auswählen .....	287
8.3	KI und Machine Learning Use Cases systematisch umsetzen .....	288
	<i>Unter Mithilfe von Michael Eder</i>	
8.3.1	Business Understanding .....	290
8.3.2	Datenverständnis und Datenpräparation .....	294
8.3.3	Modelltraining .....	296
8.3.4	Modelleinführung (Deployment) .....	305
8.3.5	Maintenance/Governance .....	307
8.4	Automatisierung von Prozessen .....	312
8.4.1	Arten von Robotic Process Automation .....	313
8.4.2	Vorgehensmodell zur Umsetzung von Automatisierungslösungen .....	316

8.5	Systematische Prozessverbesserung durch Six Sigma <sup>+</sup> . . . . .	319
8.5.1	Kurzeinführung in Six Sigma . . . . .	319
8.5.2	Das Vorgehensmodell in Six Sigma – der DMAIC-Zyklus . . . . .	320
8.5.3	Six Sigma <sup>+</sup> : Integration von Machine-Learning-Methoden in den DMAIC-Zyklus . . . . .	324
8.5.4	Fallbeispiel Six Sigma <sup>+</sup> . . . . .	325
8.6	Neue Möglichkeiten der Fehlerbehandlung durch Digitalisierung . . . . .	329
<b>9</b>	<b>Systematische Architekturentwicklung und IT-Infrastruktur . .</b>	<b>333</b>
9.1	Cloud Computing . . . . .	334
9.1.1	Servicemodelle . . . . .	337
9.1.2	Verteilungsmodelle und die „Private Cloud“ . . . . .	339
9.2	Methodische Architekturentwicklung . . . . .	340
9.2.1	Architekturtreiber . . . . .	344
9.2.2	Erste Datenanalysen mit Project Jupyter . . . . .	345
9.2.3	Back-of-the-Envelope-Berechnung . . . . .	348
9.2.4	Systemdesign . . . . .	351
9.3	Industrialisierung der Lösung . . . . .	357
9.3.1	Machine-Learning-Bibliotheken . . . . .	357
9.3.2	No-Code Tools für Machine Learning . . . . .	359
9.3.3	Technische Umsetzung von Schnittstellen . . . . .	362
9.3.4	Big Data und NoSQL . . . . .	370
9.3.5	Weitere Aspekte der Skalierung . . . . .	375
9.4	Iterative Weiterentwicklung und Betrieb . . . . .	378
<b>10</b>	<b>Digitale Kompetenzen erlernen . . . . .</b>	<b>381</b>
10.1	Die Relevanz des Kompetenzaufbaus . . . . .	382
10.2	Trainingsplanung und Evaluierung . . . . .	384
10.2.1	Die Planung von Trainings . . . . .	385
10.2.2	Die Trainingsevaluierung . . . . .	386
10.3	Der Prozessinhaber im digitalen Zeitalter . . . . .	387
10.4	Führungskräfte zu digitalen Botschaftern ausbilden . . . . .	390
	<i>Unter Mithilfe von Johannes Eichler</i>	

10.5	Nachhaltiges Lernen in Organisationen .....	392
	<i>Unter Mithilfe von Friederike König</i>	
10.5.1	Psychologische Sicherheit .....	393
10.5.2	Lernende Führungskräfte .....	394
10.5.3	Individuelles Lernen und Lernen in Gruppen .....	394
10.5.4	Digitale Technologien nutzen .....	395
10.6	Working Out Loud .....	397
	<i>Unter Mithilfe von Friederike König</i>	
10.7	Reverse Coaching .....	399
	<i>Unter Mithilfe von Friederike König</i>	
<b>11</b>	<b>Den digitalen Wandel meistern .....</b>	<b>401</b>
11.1	Den DigiScan nutzen .....	402
11.2	Ansatzpunkte im digitalen Qualitätsmanagement .....	407
11.3	Führen in unsicheren Zeiten – der Führungskompass .....	412
	<i>Unter Mithilfe von Björn Ludwig</i>	
11.4	Unterstützendes Change-Management mit dem Pipeline-Modell .....	416
11.5	Einführungsroadmap für den digitalen Wandel .....	420
	<b>Glossar .....</b>	<b>425</b>
12.1	Die Sprache des Qualitätsmanagers .....	426
12.2	Die Sprache des Data Analyst (Data Scientist) .....	427
12.3	Die Sprache des Data Engineers .....	430
	<b>Literatur .....</b>	<b>437</b>
	<b>Index .....</b>	<b>443</b>
	<b>Die Autoren .....</b>	<b>449</b>