

Inhalt

0	Datenbasiertes Qualitätsmanagement	XIII
0.1	Einleitung	XIII
0.2	Digitalisierung und Industrie 4.0	XIV
0.3	Daten als Treiber von Optimierung und Innovationen	XV
0.4	Datenanalyse und Einsatz von KI-Methoden im QM	XVI
0.5	Handlungsfelder und Entwicklungspfade für das Qualitätsmanagement von morgen	XVI
0.6	Anforderungen an Personal und Qualifikation	XXII
0.7	Struktur dieses Buchs	XXIII
Teil A – Grundlagen für die Erzeugung von Qualitätswissen		1
1	Mathematische und statistische Grundlagen	3
1.1	Mathematische Grundlagen	4
1.1.1	Lineare Gleichungen	4
1.1.2	Vektoroperationen	9
1.1.3	Matrizen und lineare Transformation	14
1.1.4	Wahrscheinlichkeit	17
1.2	Statistische Grundlagen	19
1.2.1	Daten und Stichproben	21
1.2.1.1	Grundgesamtheit und Stichprobe	21
1.2.1.2	Merkmalstypen und Skalen	22

1.2.2	Maßzahlen	25
1.2.2.1	Lagemaße	25
1.2.2.2	Streuungsmaß	27
1.2.3	Grafische Darstellung von Daten	28
1.2.3.1	Häufigkeitsverteilungen	29
1.2.3.2	Diagrammtypen	29
1.2.4	Wahrscheinlichkeit und Zufallsvariablen	32
1.2.4.1	Wahrscheinlichkeitstheorie	32
1.2.4.2	Kombinatorik	33
1.2.4.3	Zufallsgrößen und Zufallsvariablen	33
1.2.4.4	Erwartungswert und Varianz	35
1.2.5	Wahrscheinlichkeitsverteilungen	36
1.2.5.1	Diskrete Verteilungen	37
1.2.5.2	Stetige Verteilungen	38
2	Data Analytics	43
2.1	Datenanalyseprozess	45
2.1.1	Datenimport	46
2.1.2	Datenbereinigung	47
2.1.3	Datenverständnis	47
2.1.4	Kommunikation	48
2.2	Methoden der Data Analytics	49
2.2.1	Descriptive Analytics	50
2.2.2	Diagnostic Analytics	51
2.2.3	Predictive Analytics	51
2.2.4	Prescriptive Analytics	51
2.3	Data-Mining	52
2.3.1	Data-Mining-Prozess	52
2.3.2	Data-Mining-Techniken	53
2.3.3	Data-Mining-Spezialisierungen	54
2.3.3.1	Text-Mining	54
2.3.3.2	Web-Mining	55
2.3.3.3	Process-/Task-Mining	56
2.3.3.4	Zeitreihenanalyse	56

2.4	Statistische Verfahren	57
2.4.1	Deskriptive Analyse	57
2.4.1.1	Korrelationsanalyse	58
2.4.2	Explorative Analyse	60
2.4.3	Inferenzielle Analyse	61
2.4.3.1	Schätzverfahren	62
2.4.3.2	Hypothesentest	65
2.4.3.3	Regressionsanalyse	73
2.4.3.4	Kausalanalyse	78
2.4.4	Multivariate Analyse	78
3	KI und Maschinelles Lernen	81
3.1	Einführung von KI	84
3.2	Maschinelles Lernen	86
3.2.1	Überwachtes Lernen	87
3.2.2	Unüberwachtes Lernen	89
3.2.3	Semi-überwachtes Lernen	90
3.2.4	Bestärkendes Lernen	91
3.3	Aufgaben des Maschinellen Lernens	92
3.3.1	Regressionsaufgabe	93
3.3.2	Klassifikationsaufgabe	94
3.3.3	Clusteraufgabe	95
3.3.4	Hybridaufgaben	96
3.3.5	KI-Agententraining	96
3.4	Maschinelle Lernalgorithmen	97
3.4.1	Regressionsmethoden	97
3.4.1.1	Lineare und polynomiale Regression	97
3.4.1.2	Logistische Regression	102
3.4.2	Entscheidungsbaum-basierte Methoden	103
3.4.3	Clustering-Methoden	105
3.4.4	Bayesianische Methode	107
3.4.5	Deep Learning	110
3.5	KI und qualitätswissenschaftliche Methodik	113
3.6	Neue Chancen der Praxisintegration	115

4	Datenräume – Basis der digitalisierten Qualitätsarbeit im Wertschöpfungsprozess	121
4.1	Datenraum Industrie 4.0: Grundlage für die Qualitätsabsicherung in der multilateralen Zusammenarbeit von Wertschöpfungspartnern	121
4.2	Gaia-X	126
4.3	Catena-X Automotive Network	126
4.4	Manufacturing-X: Eine Zukunftsinitiative für die Industrie	127
Teil B – Intelligente Methoden und Lösungen für das digitale Qualitätsmanagement		131
5	Kausale KI: Neue Paradigmen in der Qualitätswissenschaft	133
5.1	Einleitung	133
5.2	Grundlagen der Kausalität	134
5.2.1	Statistische Kausalität	135
5.2.2	Kausale KI-Methoden	139
5.3	Anwendung von Kausalen KI-Methoden in den Qualitätswissenschaften	141
5.4	3D-Druck als konkretes Beispiel aus der Praxis	143
5.5	Herausforderungen, Ausblick und Zusammenfassung	147
6	Einbindung von Data Analytics in den Produktentstehungsprozess (PEP)	151
6.1	Produktentstehungsprozess	152
6.1.1	Produktplanung	154
6.1.2	Produktentwicklung	154
6.1.3	Realisierung	155
6.2	Data Analytics	155
6.2.1	Klassifikation	157
6.2.2	Clusteranalyse	157
6.2.3	Regression	158
6.2.4	Assoziation	158
6.2.5	Anomalieerkennung	159
6.3	Data Analytics in der Produktentstehung	159
6.3.1	Entwicklung	160
6.3.2	Marketing, Produktmanagement und Vertrieb	161
6.3.3	Produktion und Qualitätsmanagement	161

6.3.4	Logistik	162
6.3.5	Projektmanagement	162
6.3.6	Controlling	163
6.3.7	Spezifische Anwendungspotenziale im Kontext der Herausforderung der Erfüllung von Kundenanforderungen	163
7	Felddatenanalyse	173
7.1	Bedeutung der Felddatenanalyse	174
7.2	Beschreibung von Feldproblemen mit Daten	175
7.3	Datenverarbeitung und -eigenschaften von Felddaten	178
7.4	Weibullanalyse mit Felddaten	181
7.5	Felddatenanalyse mit Fehlerfingerprints	188
7.5.1	Datenimport- und aufbereitung	189
7.5.2	Analyse der Fehlercharakteristik	190
7.5.3	Bestimmung der Belastbarkeits- und Belastungsmerkmale	192
7.5.4	Reporting anhand Fehlerfingerprints	195
7.5.5	Klassifizierung neuer Felddaten durch Fehlerfingerprints	195
7.6	Zukünftige Herausforderungen in der Felddatenanalyse	196
8	Intelligente Algorithmen zur prädiktiven Prozessfähigkeits- messung	201
8.1	Prädiktive statt deskriptiver Kontrolle	201
8.2	SPK-Erweiterung zur prädiktiven Prozesskontrolle	203
8.2.1	Bisherige Anwendungsgebiete	206
8.2.2	Auswirkungen der prädiktiven Prozesskontrolle auf implizites Prozesswissen	207
8.3	Anforderungen an die Prädiktive Prozesskontrolle	208
8.3.1	User Stories und Anwendungsziele	208
8.3.2	Visuelle Erweiterungen	210
8.4	Prädiktive Prozesskontrolle in der Anwendung	212
8.4.1	Verarbeitungsprozess von Qualitätsdaten	213
8.4.2	Durchführung und Modelltraining	214
8.5	Fazit	217

9	Smartes Fehlermanagementsystem in KMU	221
9.1	Einleitung	221
9.2	Anforderungen aus Sicht der KMU	223
9.3	Systematische Entwicklung des smarten Assistenzsystems	226
9.3.1	Aufbau der E-Learning-Plattform	227
9.3.2	Aufbau des systematischen Problemlösungsprozesses	228
9.3.3	Aufbau des smarten Fehlermanagementsystems	230
9.4	Umsetzung des Fehlermanagementsystems	231
9.4.1	Problemlösungstool für bekannte Probleme	233
9.4.2	Problemlösungstools für unbekannte Probleme	234
9.5	Fazit	235
10	Fingerprints of Quality	239
10.1	Zielsetzung	239
10.2	Stand der Forschung und Entwicklung	240
10.3	Konzeptansatz	244
10.4	Vorgehensweise	247
10.5	Entwicklung eines Assistenzsystems für Fingerprints of Quality	253
10.5.1	Funktion Anomaliedetektion	253
10.5.2	Funktion Kausale Inferenz	255
10.6	Zusammenfassung	255
11	Hohe Qualität trotz hoher Komplexität	263
11.1	Vergleich von Qualität und Komplexität	263
11.1.1	Begriffsdefinition	263
11.1.2	Das optimale Qualitäts- und Komplexitätslevel	265
11.1.3	Wechselwirkung zwischen Qualität und Komplexität	267
11.1.4	Zusammenspiel von Qualität und Komplexität im Unternehmenskontext	268
11.2	Vorgehensmodell für ein qualitätsorientiertes Komplexitätsmanagement	270
11.2.1	Aktuelle Ansätze des Komplexitäts- und Qualitätsmanagements	270
11.2.2	Das neue Vorgehensmodell für ein qualitätsorientiertes Komplexitätsmanagement	272
11.3	Anwendung und Evaluierung in der Praxis	274
11.3.1	Define-Phase	274
11.3.2	Measure-Phase	275

11.3.3	Analyze-Phase	277
11.3.4	Improve-Phase	279
11.3.5	Control-Phase	282
11.4	Schlussfolgerungen für Qualität und Komplexität	282
12	Kundenspezifische Dienstleistungen im Blick	287
12.1	Herausforderungen in der Welt der Dienstleistungen	287
12.2	Qualitätsmerkmale von Dienstleistungen managen	289
12.2.1	Abschnitte einer Dienstleistung festlegen	289
12.2.2	Qualitätsmerkmale für Teilleistungen identifizieren	290
12.2.3	Qualitätsmerkmale operationalisieren	292
12.2.4	Navigieren durch den Qualitätsmanagementprozess	293
12.3	Schlussfolgerungen zum Verfahren	298
13	Kognitives Assistenzsystem für Erfahrungswissen im Qualitätsmanagement	301
13.1	Erfolgsfaktor Erfahrungswissen	301
13.2	Erfahrungswissen im Qualitätsmanagement	305
13.3	Kontextbezogene Nutzung von Erfahrungswissen	307
13.4	Kognitive Assistenzsysteme	309
	Teil C – Zukünftige Entwicklung des Qualitätsmanagements	317
14	Datenbasierte Planung der Qualitätsorganisation	319
14.1	Herausforderungen bei der Planung der Qualitätsorganisation	319
14.2	Methode zur datengetriebenen Planung der Qualitätsorganisation	321
14.3	Daten als Eingangsgröße der Planung	324
15	Synergien im Produktentstehungsprozess	331
15.1	Die Notwendigkeit zu mehr Zusammenarbeit im Produktentstehungs- prozess	332
15.1.1	Potenziale in einer gemeinsamen Zusammenarbeit im PEP	332
15.1.2	Untrennbar: Innovations- und Qualitätsfunktion im Produkt- entstehungsprozess	332
15.1.3	Unternehmen im Spannungsfeld	334
15.2	Wesentliche Erkenntnisse und Ergebnisse für die Unternehmenspraxis ..	336
15.2.1	Gewinnbringende Zusammenarbeit zwischen Innovations- und der Qualitätsfunktion	336

15.2.2	Keine Überschätzung agiler Managementmethoden	337
15.2.3	Wirksames Qualitätsverständnis	339
15.2.4	Gründe für mangelnde Zusammenarbeit	340
15.2.5	Wunsch nach mehr Kooperation	342
15.2.6	Neuprodukte entsprechend der Qualitätsanforderungen	343
15.3	Synergien systematisch erkennen und ausbauen	343
15.3.1	Ansatzpunkte zum Ausbau der Synergien	343
15.3.2	Handlungsempfehlungen für die Unternehmenspraxis	346
15.3.3	Schlussfolgerungen der IQS-Studie	348
16	Die Qualität von Morgen – oder gegen den Verlust an sozialer Vielfalt	353
16.1	Qualität – was ist Qualität?	354
16.2	Organisation als rekursive Form	357
16.3	Qualität als Norm	359
16.4	Qualität 4.0 – die Suche nach Eindeutigkeit	361
16.5	Qualitäten – ein humanistisches Projekt	363
16.6	Qualität braucht Leadership	366
16.7	Warum Hidden Champions besser sind	368
16.8	Qualität und ihre Transzendenz	371
16.9	Qualität – digital und intelligent?	374
16.10	Ausblick	376
	Der Herausgeber	381
	Die Autorinnen und Autoren	383
	Index	389