

Inhaltsverzeichnis

1	Industrie und Gesellschaft im digitalen Wandel	1
1.1	Digitale Transformation	1
1.2	Mythen & Fakten	3
1.3	Technologische Veränderungen	6
1.4	Technologiebruch und Disruption	7
1.5	Innovative Grundstrategien	11
1.5.1	Innovationsgrad	12
1.5.2	Innovation und das Verhältnis von Technik & Markt	13
1.5.3	Handlungsoptionen im innovativen Umfeld	14
1.6	Gesellschaftlicher Wandel durch technische Innovationen	16
1.7	Wandel durch die Digitale Transformation	18
1.8	Auswirkungen auf die Arbeitswelt (Arbeit 4.0)	19
1.9	Personalmanagement im Wandel (HR 4.0)	27
1.10	Evolutionäre & disruptive Transformation	29
1.11	Fragen zum Kapitel	30
	Literatur	32
2	Grundlagen der Digitalisierung und Industrie 4.0	35
2.1	Was ist neu?	35
2.2	Definitionen Automatisierung, Digitalisierung & Industrie 4.0	38
2.3	Abgrenzung: Automatisierung, Digitalisierung, Industrie 4.0, Künstliche Intelligenz	40
2.4	Geschichte der Digitalisierung & Industrie 4.0	44
2.4.1	Geschichte der Digitalisierung	44
2.4.2	Die Industriellen Revolutionen 1.0 bis 4.0 sowie Industrie x.0	45
2.5	Technologiebasis für Digitalisierung und Industrie 4.0	48
2.6	Agilität, Komplexität	48
2.7	Fragen zum Kapitel	50
	Literatur	50

3	Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI)	53
3.1	Intelligenz	53
3.2	Definitionen und Aufbau einer KI	57
3.3	Starke & schwache KI	60
3.4	Artificial General Intelligence (AGI)	61
3.5	Hybride KI	64
3.6	Symbolische und subsymbolische KI	65
3.7	Autonomiestufen	66
3.8	Geschichte der KI	70
3.9	Interaktion von Menschen & KI	75
3.10	Bots	77
3.11	Turing-Test & Botometer	78
3.12	Anforderungen an eine KI	80
3.12.1	Vertrauenswürdige KI (Trusted AI)	80
3.12.2	Black-Box-Problematik & Black-Box-Test	84
3.12.3	Transparente KI	86
3.12.4	Erklärbare KI (Explainable AI – XAI)	87
3.12.5	Zielgerichtete KI	89
3.12.6	Diskriminierungsfreiheit, Verzerrungseffekte (Bias)	89
3.13	Patentsituation	92
3.14	Künstliche Kreativität	96
3.15	Fragen zum Kapitel	99
	Literatur	100
4	Ethische Aspekte	105
4.1	Grundbegriffe der Ethik	105
4.2	Moralisches Dilemma	108
4.3	Haftung bei KI	111
4.4	Prinzip der Doppelwirkung (PDW)	113
4.5	Doppelverwendung (Dual Use)	114
4.6	Technologiefolgenabschätzung (TA)	115
4.7	Maschinenethik, Maschinenmoral & Roboterethik	116
4.8	Ethische Leitplanken bei Digitalisierung & KI	117
4.9	Gesamtbewertung und Messung einer KI-Ethik	120
4.10	Bewertung der Chancen und Risiken	121
4.11	Fragen zum Kapitel	123
	Literatur	124
5	Daten der Digitalisierung und der KI	127
5.1	Daten & Co	127
5.1.1	Daten – Informationen – Wissen	127

5.1.2	Datenerhebung, Datenerfassung & chaotische Datensammlung	130
5.1.3	Metadaten & Datenmerkmale	131
5.1.4	Datenziele, Datenintegrität, Datenqualität & Interoperabilität	132
5.1.5	Datenschutz	134
5.2	Big Data (Massendaten)	136
5.2.1	Datensammlung bei Big Data	138
5.2.2	Kausalitäten vs. Korrelation bei Big Data	139
5.2.3	Smart Data	140
5.3	Prozessmodelle	142
5.3.1	Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)	143
5.3.2	CRISP-ML(Q) Cross Industry Standard Process model for the development of Machine Learning applications with Quality assurance methodology	148
5.3.3	Paise (Process Model for AI Systems Engineering)	154
5.3.4	ML4P (Machine Learning for Production)	160
5.3.5	Zusammenfassung	164
5.4	Fragen zum Kapitel	166
	Literatur	167
6	Maschinelles Lernen	169
6.1	Maschinelles Lernen (Machine Learning – ML)	169
6.1.1	Sieben Startschritte des Maschinellen Lernens mittels Trainingsdaten	172
6.1.2	Initialdaten (synthetische Daten, Trainings-, Test- und Validierungsdaten)	173
6.2	Drei Methoden des Maschinellen Lernens	174
6.2.1	Überwachtes Lernen (Supervised Learning)	175
6.2.2	Unüberwachtes Lernen (Unsupervised Learning)	177
6.2.3	Bestärkendes Lernen (Reinforced Learning)	177
6.2.4	Weitere Lernmethoden (Lazy Learning, Eager Learning, Continuous Learning)	178
6.3	Mustererkennung	178
6.4	ML-Algorithmen (Übersicht)	180
6.5	Inferenz	186
6.6	Stabilitäts-Plastizitäts-Dilemma & Drift (Concept/Model Drift)	186
6.7	Metalernen (Meta-Learning)	188
6.8	Automatisiertes Maschinelles Lernen (AutoML)	189
6.9	Tiefgehendes Lernen (Deep Learning – DL)	191

6.10	Künstliche Neuronale Netze – KNN (Artificial Neuronal Network – ANN)	192
6.11	Anwendungsbeispiel bei 3M	196
6.12	Herausforderungen bei der Implementierung von Maschinellern Lernen in der Produktion	198
6.12.1	Kosten-Nutzen-Abschätzung	198
6.12.2	Eignung von Maschinellern Lernen	200
6.12.3	Datenschutz & Ethik	202
6.12.4	Know-how	203
6.12.5	Kontinuierliches Lernen	204
6.12.6	Daten und Dateneffizienz	205
6.13	Fragen zum Kapitel	210
	Literatur	210
7	Maschinelle Entscheidungen	213
7.1	Menschliche Entscheidung	213
7.2	Herausforderungen bei der „faktenorientierten Entscheidung“	217
7.3	Kontingenz (Selektion bei mehreren Alternativen)	221
7.4	Unsicherheit: Informationsmangel, -verfügbarkeit & -asymmetrie	222
7.5	Empathie, Intuition, Irrationalität, Emotionalität bei Entscheidungen	224
7.6	Exkurs: Spieltheorie (Game Theorie)	226
7.7	Entscheidungsheuristiken	228
7.8	Selbstorganisation & Chaostheorie bei KI	228
7.9	Situationsbezogene flexible Auslegung von Regeln in chaotischen Systemen	232
7.10	Autonomie & Kontrolle bei KI-Entscheidungen	234
7.11	KI-Entscheidung bei Unsicherheit	237
7.12	ADM-Systeme (algorithmische Entscheidungsfindung – Algorithm Decision Making)	241
7.13	Fragen zum Kapitel	244
	Literatur	244
8	Weitere Werkzeuge der Künstlichen Intelligenz	247
8.1	Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (<i>Machine-to-Machine</i> – <i>M2M</i>)	247
8.2	Mensch-Maschine-Interface (MMI), Human Machine Interface (HMI)	248
8.2.1	Haptisches Feedback	249
8.2.2	Gedankensteuerung	251
8.3	Natural Language Processing (NLP)	253
8.4	Text Mining	254

8.5	Bild- & Objekterkennung (Image Recognition)	255
8.6	Intelligente, autonome Agenten	259
8.7	Robotic Process Automation (RPA)	261
8.8	Fragen zum Kapitel	261
	Literatur	262
9	Angriffssicherheit und Manipulationssicherheit bei KI-Systemen	265
9.1	Angriffe auf industrielle IT-Systeme	265
9.2	Cyberresilienz	268
9.3	Evasion, Bypassing (Ausweichen, Umgehen)	269
9.4	Poisoning Attacks (Vergiftungsattacken)	269
9.5	Adversarial Attacks (feindliche Angriffe)	270
9.6	Backdoor Attacks – Backdooring (Angriff durch die Hintertür)	271
9.7	KI-basierte Intrusion-Detection- und Intrusion-Prevention-Systeme (IDS, IPS)	271
9.8	Fragen zum Kapitel	272
	Literatur	272
10	Digitalisierung und KI in der Produktion	275
10.1	Chancen der Digitalisierung und KI in der Produktion	275
10.2	Anforderungen an ein KI-System im Produktionsumfeld	284
	10.2.1 Skalierbarkeit	284
	10.2.2 Resilienz bei autonomen Systemen	284
	10.2.3 Robustheit (Robustness)	287
	10.2.4 Plausibilität	289
10.3	Smart Factory, Smart Manufacturing & Production Level 4	290
10.4	Autonome Produktion	294
10.5	Internet der Dinge – (Industrial) Internet of Things (IoT & IIoT)	296
10.6	Maschine als Service – Machine as a Service (MaaS)	299
10.7	Fertigungsmanagementsysteme (Manufacturing Execution Systems – MES)	300
10.8	Eingebettete Systeme (Embedded Systems)	302
10.9	Cyberphysische Systeme (CPS und CPPS)	304
10.10	System der Systeme – System of Systems (SoS)	305
10.11	Ubiquitous Computing	306
10.12	Digitaler Zwilling (Digital Twin)	308
10.13	Digital Thread	310

10.14	Virtual, Augmented & Mixed Reality Systems (VR, AR, MR) in der Produktion	311
10.15	Anwendung in der Entwicklung (Generative Design)	312
10.16	Connected Shopfloor	314
10.17	Fragen zum Kapitel	315
	Literatur	316
11	Datengetriebene Prozessanalyse	321
11.1	Arten der Datenanalyse	321
11.2	Process Analytics, Data Mining & Process Mining	323
11.3	Predictive Maintenance & Predictive Machines (PdM)	327
11.4	Collaborative Technologies (CM, CCM, SCC)	331
11.5	Fragen zum Kapitel	333
	Literatur	333
12	Qualitätsmanagement 4.0	335
12.1	Qualität 4.0 & Smart Quality	335
12.2	Qualitätssicherung & KI	337
12.3	Qualitätsmanagement & KI (DIN EN ISO 9000 f.)	339
12.4	KI-Normung & Konformitätsbewertung	340
12.5	KI-Zertifizierung	340
12.6	Umsetzung bei Qualität 4.0	342
12.7	Exkurs: Lernen durch Fehler	344
12.8	In-the-Loop-Simulationen	345
12.9	Fragen zum Kapitel	346
	Literatur	346
13	Robotik	349
13.1	Robotik und KI	349
13.2	Historie und aktuelle Situation der Robotik	351
13.3	Moravec-Paradox & „Griff in die Kiste“ („bin picking“)	354
13.4	Soft Robotics	357
13.5	Wahrnehmung bei Robotern & autonomen Systemen	359
13.6	Simultane Lokalisierung und Kartenerstellung (SLAM)	360
13.7	Kollaborative Robotik (Cobots)	361
13.8	Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) & Human Robot Interaction (HRI)	363
13.9	Serviceroboter & Cobots	365
13.10	Schwarmrobotik (Swarm Robots)	368
13.11	Myrobotics & Exoskelette	370
13.12	Medizintechnik	371
13.13	Fragen zum Kapitel	374
	Literatur	374

14 Erfolgsfaktoren	377
14.1 Gestaltungsfelder	377
14.2 Wie kann man mit Digitalisierung & KI Geld verdienen?	379
Literatur	383
15 Nachwort	385
Literatur	388
A. Anhang	389
Literatur	391
Stichwortverzeichnis	393