

Inhaltsverzeichnis

1 Die Maschine an meiner Seite	1
Oliver Bendel	
1.1 Einleitung	1
1.2 Grundlagen der Mensch-Roboter-Kollaboration	2
1.3 Dimensionen der Beschreibung	3
1.3.1 Nähe	3
1.3.2 Körper	4
1.3.3 Interaktion und Kommunikation	5
1.3.4 Raum	6
1.3.5 Ressourcen	6
1.3.6 System	7
1.3.7 Das gemeinsame Objekt	8
1.3.8 Arbeit	8
1.4 Ethische Fragen	9
1.4.1 Verantwortung und Haftung	9
1.4.2 Verlust und Veränderung der Arbeit	10
1.4.3 Überwachung und Privatsphäre	11
1.4.4 Kampf um Raum und Ressourcen	11
1.4.5 Maschinelle Moral	12
1.5 Zusammenfassung und Ausblick	13
Literatur	13
2 Evolution oder Revolution? Die Mensch-Roboter-Kollaboration	15
Hans-Jürgen Buxbaum und Markus Kleutges	
2.1 Einleitung	16
2.2 Entwicklung der Robotik	16
2.3 MRK	20
2.4 Argumente für bzw. gegen MRK	22
2.5 Nutzendimensionen der MRK	23
2.5.1 Flächennutzung	23
2.5.2 Ergonomie	23

2.5.3	Flexibilität	24
2.5.4	Intuitivität	26
2.5.5	Peripherie	26
2.6	Sicherheit in der MRK	27
2.7	Schadensbegrenzung	28
2.8	Betriebsarten	29
	Literatur	30
3	Arbeitswissenschaftliche Aspekte der Mensch-Roboter-Kollaboration	35
	Ruth Häusler und Oliver Sträter	
3.1	Einleitung	35
3.2	Verbessern technische Hilfsmittel die Sicherheit? Erfahrungen aus der Aviatik	37
3.3	Menschen im Einsatz – „Mind the Gap!“	39
3.3.1	Vereinfachte Informationsverarbeitung durch Schemata	40
3.3.2	Automatisierung der Handlungsausführung	41
3.3.3	Effizienz und Fehleranfälligkeit als Kehrseiten der Medaille	43
3.4	Auswirkungen der Technikgestaltung auf den Menschen	45
3.4.1	Mentale Nebeneffekte technischer Hilfsmittel	45
3.4.2	Motivationale Nebeneffekte technischer Hilfsmittel	46
3.5	Technik- und Systemgestaltung: MTO oder TOM – eine Frage der Priorität	47
3.6	Fazit	52
	Literatur	54
4	Ethische Perspektiven der Mensch-Roboter-Kollaboration	55
	Peter Remmers	
4.1	Einleitung	56
4.2	Welche Rolle spielen ethische Überlegungen in der Technikentwicklung?	57
4.3	MRK in der Arbeitswelt: Von Ersetzungsszenarien zur MRK	58
4.3.1	Funktionale Sicherheit und eigenverantwortliches Handeln	60
4.3.2	Wer tut was? Selbstbestimmung vs. technische Fremdbestimmung	61
4.3.3	Die Zergliederung von Aufgaben in der MRK: Was bleibt für den Menschen übrig?	62
4.3.4	Maschinelle Tätigkeiten und menschliche Fähigkeiten	63
4.3.5	Flexible Allokation als Lösung?	64
4.4	Vermenschlichung in der Mensch-Roboter-Kollaboration	65
	Literatur	67
5	Wo kann Teamwork mit Mensch und Roboter funktionieren?	69
	Bernd Kuhlenkötter und Alfred Hypki	
5.1	Mensch-Roboter-Kollaboration in der Montage	70

5.2	Ermittlung von MRK-Potentialen von Arbeitsplätzen mittels Quick-Check	71
5.3	Simulationsgestützte Planung von MRK-Arbeitsplätzen mittels ema Work Designer	74
5.4	Manuelle Montageszenarien beim Anwender Karl Dungs GmbH & Co. KG	77
5.5	Die Realisierungen	78
5.5.1	Boll Automation GmbH und Karl Dungs GmbH & Co. KG	78
5.5.2	Leopold Kostal GmbH & Co. KG	83
5.5.3	Albrecht Jung GmbH & Co. KG	84
5.6	Akzeptanzförderung durch Beteiligung von Beschäftigten und Betriebsrat am Einführungsprozess	85
5.7	Zusammenfassung	86
5.8	Förderhinweis	87
	Anhang	87
	Literatur	89
6	Kooperation und Kollaboration mit Schwerlastrobotern – Sicherheit, Perspektive und Anwendungen	91
	Dragoljub Surdilovic, Arturo Bastidas-Cruz, Kevin Haninger und Philipp Heyne	
6.1	Kollaborative Schwerlastroboter	92
6.2	Kooperation vs. Kollaboration	94
6.2.1	Mensch-Roboter Kooperation	95
6.2.2	Mensch-Roboter Kollaboration	99
6.2.3	Mensch-Roboter-Kooperation/-Kollaboration	102
6.3	Zeit-Raum-Mensch-Roboter-Modelle	103
	Literatur	106
7	Mensch-Roboter-Kollaboration – Wichtiges Zukunftsthema oder nur ein Hype?	109
	Konrad Wöllhaf	
7.1	Faszination Roboter	109
7.2	Fähigkeiten von Robotern	110
7.3	Die These	111
7.3.1	Roboter sollen stark und schnell sein und eine große Reichweite besitzen	111
7.3.2	Keine Schutzzäune	111
7.3.3	Einfache Programmierung	113
7.3.4	Intelligente Roboter	113
7.4	Resümee	114
	Literatur	115

8	Neural-gesteuerte Robotik für Assistenz und Rehabilitation im Alltag	117
	Surjo R. Soekadar und Marius Nann	
8.1	Gehirn-Computer-Schnittstellen zur aktiven Kontrolle robotischer Systeme bei Lähmungen	118
8.2	Rehabilitative Aspekte neural-gesteuerter Robotik	120
8.3	Tragbare und kabellose Sensoren und Biosignal-Verstärker	122
8.4	Echtzeit-Signalverarbeitung und Interpretation	124
8.5	Spezielle Anforderungen an die Aktorik/Biomechanik im Kontext der Mobilisierung gelähmter Gliedmaßen	124
8.6	Kontextsensitivität als Voraussetzung für die Integration in den Alltag	126
8.7	Rechtlich-regulatorische Herausforderungen	127
8.8	Ausblick in die Zukunft: Neural-gesteuerte Exoskelette in der medizinischen Versorgung 2030	128
	Literatur	129
9	Mensch-Roboter-Kollaboration in der Medizin	133
	Andreas Keibel	
9.1	Motivation	133
9.2	Roboter in der Therapie	134
9.3	Beispiele für Medizinprodukte mit Robotern	136
9.4	Zusammenfassung	142
	Literatur	142
10	Mensch-Roboter-Kollaboration – Anforderungen an eine humane Arbeitsgestaltung	145
	Detlef Gerst	
10.1	Einleitung	146
10.2	Große Hoffnungen, viele Fragen, wenige Antworten	146
10.3	Kriterien einer Folgenabschätzung	148
	10.3.1 Akzeptanz	150
	10.3.2 Gelingende Interaktion von Mensch und Roboter als Team	151
	10.3.3 Ergonomische Gestaltung	152
	10.3.4 Psychische Arbeitssystemgestaltung	154
10.4	Verantwortliche Gestaltung von MRK-Systemen	156
	10.4.1 Relationale Gestaltung von MRK-Systemen	158
	10.4.2 Reflexive Gestaltung von MRK-Systemen	159
	10.4.3 Prozedurale Gestaltung von MRK-Systemen	159
10.5	Zusammenfassung und Ausblick	160
	Literatur	161
11	Teammitglied oder Werkzeug – Der Einfluss anthropomorpher Gestaltung in der Mensch-Roboter-Interaktion	163
	Eileen Roesler und Linda Onnasch	
11.1	Wie verändern Roboter unsere Arbeits- und Lebenswelt?	164
11.2	Was zeichnet die Zusammenarbeit von Menschen und Robotern aus?	164

11.3	Wie gelingt eine optimale Zusammenarbeit?	167
11.4	Wie erreicht man eine symbiotische Robotergestaltung zwischen Teammitglied und Werkzeug?	171
	Literatur.	173
12	Erwartungskonformität von Roboterbewegungen und Situationsbewusstsein in der Mensch-Roboter-Kollaboration	177
	Sumona Sen	
12.1	Einleitung	177
12.2	Ergonomie	179
12.3	Bahnplanung	180
12.4	Wahrnehmung	182
	12.4.1 Bewegungswahrnehmung	182
	12.4.2 Visuelle Aufmerksamkeit.	182
12.5	Situationsbewusstsein	183
12.6	Psychophysikalische Methoden zur Erfassung kognitiver Prozesse	184
	12.6.1 Elektroenzephalogramm (EEG).	184
	12.6.2 Elektrokardiogramm (EKG) HRV	185
	12.6.3 Blutdruck	185
	12.6.4 Hautleitfähigkeit	186
	12.6.5 Eyetracking	186
12.7	Full-Scope-Simulation in der MRK.	187
12.8	Experimentaldesign	188
	Literatur.	191
13	Antizipierende interaktiv lernende autonome Agenten.	193
	Nele Rußwinkel	
13.1	Einleitung.	194
13.2	Vision eines natürlichen Zusammenwirkens von Mensch und Roboter	195
	13.2.1 Was macht eine gute Mensch-Roboter-Kollaboration aus?	196
	13.2.2 Was macht eine gute Mensch-Roboter-Interaktion der Zukunft aus?	197
	13.2.3 Beispiel einer antizipierenden Mensch-Roboter-Kollaboration	199
13.3	Kognitive Mechanismen zur Antizipation Anderer	200
	13.3.1 Mentale Modelle	200
	13.3.2 Person Model Theory.	201
13.4	Kognitiver Modellierungsansatz von Situationsmodell, Personenmodell und Selfmodell	202
	13.4.1 Voraussetzungen der Modellierungsmethode	202
	13.4.2 Beispiele für antizipierende Assistenzsysteme	203
13.5	Flexible Task Allocation	203
13.6	Interactive Task Learning.	204
13.7	Diskussion	205
	Literatur.	206

14 Echtzeit-IoT im 5G-Umfeld	209
Cecil Bruce-Boye, Dieter Lechler und Mareike Redder	
14.1 Einleitung	210
14.2 Problemstellung	211
14.3 Middleware	212
14.4 Software-Entwicklungsprozess für echtzeitfähiges IoT an den Beispielen verteilter Systeme für Automotive und MRK	215
14.5 Zusammenfassung und Ausblick	218
Literatur	219
15 Pflegeroboter und Medizinische Informationssysteme – Digitalisierungsansätze des Gesundheitswesens	223
Lisanne Kremer	
15.1 Digitalisierung im Gesundheitswesen	223
15.2 Medizinische Informationssysteme	226
15.2.1 Krankenhausinformationssysteme	227
15.2.2 Betrachtung von Human Factors im Zusammenhang mit Medizinischen Informationssystemen (Fokus: KIS)	229
15.3 Medizinische Informationssysteme, Medizintechnik und Pflegeroboter	231
15.3.1 Anwendung von Standards (Schnittstellen und Datenstrukturen)	232
15.3.2 Integration von Medizintechnik (Medizingeräten) und Medizinischen Informationssystemen	234
15.3.3 Der Pflegeroboter – ein weiteres Medizingerät?	235
Literatur	237
16 Ein soziotechnisches Systemmodell der Servicerobotik im Pflegekontext	241
Alina Tausch, Britta Marleen Kirchhoff und Lars Adolph	
16.1 Einleitung	242
16.2 Eine soziotechnische Sichtweise auf den Einsatz von Servicerobotik in der Pflege	243
16.3 ARA-Sys: Ein soziotechnisches Modell des Arbeitssystems	244
16.3.1 Technisches Element – Der Serviceroboter	245
16.3.2 Patientinnen und Patienten	247
16.3.3 Geschultes Bedienpersonal	247
16.3.4 Wartungs- und Instandhaltungspersonal	248
16.3.5 Passantinnen und Passanten	249
16.4 Ein Beispielmodell – Einsatz fahrerloser Transportsysteme im Krankenhaus	250
16.5 Schlüsse aus dem Modell	252
Literatur	254

17	Erfahrungen aus dem Einsatz von Assistenzrobotern für Menschen im Alter	257
	Lukas Wirth, Joel Siebenmann und Alina Gasser	
17.1	F&P Robotics	258
17.2	Assistenzroboter Lio	258
17.2.1	Use Cases in laufenden Projekten	260
17.2.2	Nutzen	261
17.2.3	Ethischer Aspekt	261
17.3	Erfahrungen aus beobachteten Interaktionen	262
17.3.1	Einleitung	262
17.3.2	Methode	264
17.3.3	Ergebnisse und Diskussion	266
17.3.4	Limitationen und zukünftige Forschungsfragen	271
17.3.5	Fazit	272
17.4	Sicherheit und Normen bei Assistenzrobotern	273
17.4.1	Normen und Richtlinien	273
17.4.2	Datenschutz	274
17.5	Schlusswort	277
	Literatur	277
18	Mensch-Maschine-Zusammenarbeit am Beispiel Kaltwalzer	281
	Lutz Philips	
18.1	Aufgabenkomplexität nimmt zu	281
18.2	Effizienzsteigerung durch Spezialisierung	283
18.3	Lokale Lösungen, auf Spezialisierung optimiert	284
18.4	Anbieten spezialisierter Berufe erfordert spezialisierte Mitarbeiter	284
18.5	Die Vernetzung der Systeme lässt spezialisierte Silos zusammenrücken	285
18.6	Der direkte Hebel persönlicher Handlungen auf das Gesamtsystem wird nicht komplett wahrgenommen	286
18.7	Die Beachtung der Kausalitätsketten ist wichtig für das erwartungskonforme Systemverhalten	286
18.8	Transparenz über die komplexen Ketten führt zu bedarfsgerechten Assistenzsystemen, um Vertrauen in Technik zu unterstützen	287
18.9	Adaption auf MRK-Lösungen	289
18.9.1	Mögliche Anwendungsgebiete von MRK-Lösungen bei BILSTEIN	289
18.9.2	Übertragbare Erkenntnisse für MRK-Einführungen bei BILSTEIN	290
	Literatur	290

19	Ladenburger Thesen zur zukünftigen Gestaltung der Mensch-Roboter-Kollaboration.	293
	Hans-Jürgen Buxbaum und Ruth Häusler	
19.1	Einleitung.	294
19.2	Ergonomische Perspektive.	295
19.3	Technisch-wirtschaftliche Perspektive.	296
19.4	Psychologische Perspektive	297
19.5	Arbeitswissenschaftliche Perspektive	299
19.6	Ethische Perspektive	305
19.7	Ladenburger Thesen zur MRK.	308
19.7.1	These 1: Sicherheitsanforderungen anwendungsgerecht festlegen.	309
19.7.2	These 2: Sicherheitstechnik flexibilisieren.	309
19.7.3	These 3: Grenzen baulicher Gestaltung hinterfragen.	310
19.7.4	These 4: Konfiguration und Programmierung vereinfachen	310
19.7.5	These 5: Wirtschaftlichkeitsberechnung anpassen.	311
19.7.6	These 6: MRK als soziotechnisches System begreifen	311
19.7.7	These 7: Ethische Fragen beantworten	312
19.7.8	These 8: Aufgabenverteilung flexibilisieren.	312
19.7.9	These 9: Deskillung entgegenwirken	313
19.7.10	These 10: Erwartungskonformität sicherstellen.	314
19.7.11	These 11: Höhere Funktionalität über KI realisieren.	314
19.7.12	These 12: Antizipation der Automatisierungstechnik erhöhen.	314
19.7.13	These 13: MRK als Schlüsseltechnologie begreifen	315
19.8	Fazit	316
	Literatur.	316