

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0 – Szenarien aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten .....</b>	1
Steffen Wischmann und Ernst Andreas Hartmann	
1.1 Gestaltungskonzepte für die Zukunft der Arbeit gespiegelt in Forschungs- und Entwicklungsprojekten. ....	1
1.2 Szenarien aus der Praxis .....	3
1.3 Aspekte und Perspektiven zukünftiger Arbeitssystemgestaltung .....	6
<b>2 Prognostizierte Veränderungen der gestaltbaren Arbeitssystemdimensionen .....</b>	9
Steffen Wischmann und Ernst Andreas Hartmann	
2.1 Einleitung. ....	9
2.2 Gestaltungsdimensionen ....	11
2.2.1 Bedarf. ....	11
2.2.2 Hierarchische Vollständigkeit ....	11
2.2.3 Sequentielle Vollständigkeit von Tätigkeiten. ....	20
2.2.4 Kontrolle und Autonomie. ....	22
2.2.5 Querschnittliche und gegenstandsspezifische Aspekte: Interdisziplinarität und IT-Kenntnisse ....	26
2.3 Gesamtbetrachtung der folgenden Anwendungsbeispiele .....	26
Literatur. ....	29
<b>3 Systeme zur Assistenz und Effizienzsteigerung in manuellen Produktionsprozessen der Industrie auf Basis von Projektion und Tiefendatenerkennung .....</b>	33
Andreas Bächler, Liane Bächler, Sven Autenrieth, Hauke Behrendt, Markus Funk, Georg Krüll, Thomas Hörz, Thomas Heidenreich, Catrin Misselhorn und Albrecht Schmidt	
3.1 Motivation .....	33
3.2 Forschungsprojekt motionEAP .....	35
3.2.1 Ziele und Herausforderungen .....	36

3.2.2	Technische Umsetzung .....	37
3.2.3	Pädagogisch-Psychologische Aspekte für die Nutzung von Assistenzsystemen. ....	39
3.2.4	Ethische Implikationen von Assistenzsystemen am Arbeitsplatz .....	40
3.3	Auswirkungen von Assistenzsystemen für manuelle Montagetätigkeiten auf betriebliche Funktionen .....	42
3.3.1	Betroffene Tätigkeiten .....	42
3.3.2	Bewertungskriterien .....	44
3.3.3	Auswirkungen auf betriebliche Funktionen. ....	44
3.3.4	Zusammenfassende Betrachtung der Auswirkungen.....	45
3.4	Danksagung .....	47
	Literatur. ....	47
<b>4</b>	<b>Betriebliche Auswirkungen industrieller Servicerobotik am Beispiel der Kleinteilemontage .....</b>	<b>51</b>
	André Hengstebeck, Kirsten Weisner, Jochen Deuse, Jürgen Rossmann und Bernd Kuhlenkötter	
4.1	Einleitung.....	51
4.2	Industrielle Servicerobotik in der Kleinteilemontage .....	52
4.3	Entwicklung eines hybriden Gestaltungskonzepts.....	54
4.4	Mögliche Auswirkungen des hybriden Systems auf betriebliche Rollen am Beispiel der Kleinteilemontage .....	56
4.5	Fazit .....	58
4.6	Danksagung .....	59
	Literatur. ....	60
<b>5</b>	<b>Erweiterte Horizonte – Ein technischer Blick in die Zukunft der Arbeit .....</b>	<b>63</b>
	Benedikt Mättig, Jana Jost und Thomas Kirks	
5.1	Projektbeschreibung.....	63
5.2	Anwendungsfall .....	64
5.3	Betroffene Tätigkeiten .....	66
5.4	Auswirkungen auf die betrieblichen Funktionen. ....	69
5.5	Zusammenfassende Betrachtung der Auswirkungen.....	71
<b>6</b>	<b>Soziotechnische Assistenzsysteme für die Produktionsarbeit in der Textilbranche .....</b>	<b>73</b>
	Mario Löhrer, Jacqueline Lemm, Daniel Kerpen, Marco Saggiomo und Yves-Simon Gloy	
6.1	Einleitung.....	73
6.2	Demografischer Wandel in der deutschen Textilindustrie .....	74

6.3	Herausforderungen aus dem demografischen Wandel . . . . .	75
6.4	Methodisches Vorgehen der Untersuchung . . . . .	76
6.5	Anwendungsfall Weberei für technische Textilien . . . . .	77
6.6	Arbeitsunterstützung durch Assistenzsysteme in der Weberei . . . . .	78
6.7	Auswirkungen auf die betrieblichen Funktionen . . . . .	81
6.8	Zusammenfassende Betrachtung . . . . .	82
6.9	Danksagung . . . . .	84
	Literatur . . . . .	84
<b>7</b>	<b>Lernförderliche Arbeitssysteme für die Arbeitswelt von morgen . . . . .</b>	<b>87</b>
	Roman Senderek	
7.1	Wandel der Arbeitswelt . . . . .	87
7.2	ELIAS in der Praxis: Kurzvorstellung der Unternehmen . . . . .	90
7.3	Vorstellung der betrieblichen Teilprojekte . . . . .	91
7.3.1	HELLA KGaA Hueck & Co.: Qualifizierungskonzept für technologiebezogene Kompetenzen . . . . .	91
7.3.2	FEV GmbH: Modellbasierte Applikation von Steuergeräten . . . . .	94
7.4	Zu erwartende Auswirkungen der erarbeiteten bzw. durchgeführten Maßnahmen . . . . .	96
7.4.1	Betroffene Tätigkeiten und Auswirkungen auf die betrieblichen Funktionen bei der HELL A KGaA Hueck & Co. . . . .	96
7.4.2	Betroffene Tätigkeiten und Auswirkungen auf die betrieblichen Funktionen bei der FEV GmbH . . . . .	98
7.5	Zusammenfassende Betrachtung der Auswirkungen . . . . .	99
7.5.1	Auswirkungen bei der HELL A KGaA Hueck & Co. . . . .	100
7.5.2	Auswirkungen bei der FEV GmbH . . . . .	102
7.6	Fazit . . . . .	102
	Literatur . . . . .	104
<b>8</b>	<b>Assistenz und Wissensvermittlung am Beispiel von Montage- und Instandhaltungstätigkeiten . . . . .</b>	<b>107</b>
	Carsten Ullrich, Axel Hauser-Ditz, Niklas Kreggenfeld, Christopher Prinz und Christoph Igel	
8.1	Einleitung . . . . .	107
8.2	Zielsetzung und technische Lösung . . . . .	108
8.3	Betriebliche Anwendungsfälle . . . . .	111
8.3.1	Hintergrund/Motivation . . . . .	111
8.3.2	Beschreibung der assistierten Prozesse und der Unterstützung . . . . .	112
8.3.3	Veränderungen im Arbeitsprozess durch die Einführung des Assistenzsystems . . . . .	114

8.4	Projektansatz: Beteiligungsorientierte Entwicklung und Implementierung von Assistenzlösungen .....	117
8.4.1	Beteiligung der Benutzer an der Systemgestaltung .....	118
8.4.2	Absicherung des betrieblichen Rahmens durch Einbindung der Arbeitnehmervertretung .....	119
8.4.3	Betrieblicher Regulierungsbedarf im Rahmen der Systemimplementierung .....	120
8.5	Zusammenfassung .....	121
8.6	Förderkennzeichnung .....	122
	Literatur .....	122
<b>9</b>	<b>Der Mensch in Interaktion mit autonomen Planungs- und Steuerungssystemen für Cyber-Physische Produktionssysteme .....</b>	<b>123</b>
	Susanne Wolf, Christiane Dollinger, Andreas Hees und Gunther Reinhart	
9.1	Analyse der Umgebung für autonome Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme am Beispiel des Forschungsprojekts InnoCyFer .....	125
9.1.1	Auswirkungen des Einsatzes autonomer PPS-Systeme auf die Arbeit von Produktionsmitarbeitern .....	125
9.1.2	Handlungsempfehlungen für den Einsatz autonomer PPS-Systeme .....	128
9.2	Lösungsansätze für eine erfolgreiche Interaktion des Menschen mit autonomen Systemen .....	129
9.3	Zusammenfassung und Fazit .....	131
	Literatur .....	132
<b>10</b>	<b>ReApp – Wiederverwendbare Roboterapplikationen für flexible Roboteranlagen .....</b>	<b>133</b>
	Ulrich Reiser, Uwe Müller, Mike Ludwig, Mathias Lüdtke und Yingbing Hue	
10.1	ReApp in a Nutshell .....	133
10.1.1	Das ReApp-Projektkonsortium .....	135
10.1.2	Der ReApp-Lösungsansatz .....	135
10.1.3	Auswirkungen auf betriebliche Funktionen .....	136
10.2	Anwendungsfall: Bestücken in der Elektroindustrie – „Automatisches Verlöten von LED-Stripes“ .....	138
10.2.1	Unternehmen .....	138
10.2.2	Beschreibung des Anwendungsfalls .....	138
10.2.3	ReApp-Lösungsansatz: mobile, roboterbasierte Lötstation .....	139
10.3	Auswirkungen auf die betrieblichen Abläufe und die Personalstruktur .....	141
10.3.1	Auswirkungen für den Endanwender .....	141
10.3.2	Auswirkungen für den Systemintegrator .....	144

10.4 Zusammenfassung und Fazit . . . . .	145
10.5 Danksagung . . . . .	145
Literatur. . . . .	146
<b>11 Modellierungsansatz für ein arbeitsplatznahes Beschreibungsmodell der „Arbeitswelt Industrie 4.0“ . . . . .</b>	<b>147</b>
Wilhelm Bauer, Sebastian Schlund und Tobias Strölin	
11.1 Ausgangssituation . . . . .	147
11.2 Notwendigkeit für ein arbeitsplatznahes Beschreibungsmodell der „Arbeitswelt Industrie 4.0“ . . . . .	149
11.3 Modellansatz . . . . .	151
11.4 Weiterentwicklung und Ausblick. . . . .	155
11.5 Danksagung . . . . .	156
Literatur. . . . .	157
<b>12 Die Zukunft der Arbeit im demografischen Wandel . . . . .</b>	<b>159</b>
Wenke Apt und Marc Bovenschulte	
12.1 Einleitung . . . . .	159
12.2 Alterung und Schrumpfung der Erwerbsbevölkerung . . . . .	160
12.3 Kognitive Leistungsfähigkeit im Alter. . . . .	162
12.4 Technische Assistenzsysteme für ältere Belegschaften . . . . .	164
12.5 Beispiele für Assistenz- und Tutorensysteme in der Arbeitswelt. . . . .	166
12.6 Inklusion von Menschen mit Behinderungen . . . . .	168
12.7 Inklusion von Menschen mit Migrationshintergrund. . . . .	169
12.8 Ausblick: Der Wettlauf zwischen demografischem und digitalem Wandel . . . . .	171
Literatur. . . . .	171
<b>13 „Social Manufacturing and Logistics“ – Arbeit in der digitalisierten Produktion . . . . .</b>	<b>175</b>
Hartmut Hirsch-Kreinsen, Michael ten Hompel, Peter Ittermann, Johannes Dregger, Jonathan Niehaus, Thomas Kirks und Benedikt Mättig	
13.1 Einleitung . . . . .	175
13.2 Stand der Forschung: Entwicklungstrends und Widersprüche . . . . .	176
13.3 Konzeptionelle Perspektive: Industrie 4.0 als sozio-technisches System . . . . .	180
13.4 Schnittstellen zwischen Technologie, Mensch und Organisation in Industrie 4.0 . . . . .	183
13.4.1 Schnittstelle zwischen Technologie und Mensch. . . . .	183
13.4.2 Schnittstelle zwischen Technologie und Organisation. . . . .	185
13.4.3 Schnittstelle zwischen Mensch und Organisation . . . . .	187
13.5 Ausblick: Leitbild der digitalisierten Arbeit in der Industrie 4.0. . . . .	188
Literatur. . . . .	190

<b>14 Lernförderliche Arbeitsorganisation in der Industrie 4.0 . . . . .</b>	<b>195</b>
T. Mühlbradt, P. Kuhlang und T. Finsterbusch	
14.1 Herausforderung „Lernen“ in der Industrie 4.0 . . . . .	195
14.2 Lernförderlichkeit . . . . .	196
14.3 Arbeitsorganisation . . . . .	197
14.4 Potenziale der Arbeitsorganisation in Bezug auf Lernförderlichkeit. . . . .	198
14.5 Gestaltungsansätze lernförderlicher Arbeitsorganisation für Industrie 4.0 . .	199
14.6 Lernförderlichkeit als Strategie . . . . .	201
Literatur. . . . .	203
<b>15 Decision Support Pipelines – Durchgängige Datenverarbeitungsinfrastrukturen für die Entscheidungen von morgen . . . . .</b>	<b>207</b>
Anne Meyer, Stefan Zander, Rico Knapper und Thomas Setzer	
15.1 Einleitung. . . . .	207
15.2 Durchgängige Datenverarbeitungskette. . . . .	209
15.2.1 Eigenschaften und Anforderungen. . . . .	209
15.2.2 Decision Support Pipeline – Manifestation einer durchgängigen Datenverarbeitungskette . . . . .	211
15.3 Anwendungsszenarien . . . . .	216
15.3.1 Supergrid Logistics . . . . .	216
15.3.2 Entscheidungsunterstützung bei der Produktionsplanung . . . . .	217
15.3.3 Predictive Maintenance . . . . .	218
15.4 Zusammenfassung . . . . .	218
Literatur. . . . .	219
<b>16 Gerechtigkeit in flexiblen Arbeits- und Managementprozessen . . . . .</b>	<b>221</b>
Gregor Engels, Günter W. Maier, Sonja K. Ötting, Eckhard Steffen und Alexander Teetz	
16.1 Einleitung. . . . .	221
16.2 Gerechtigkeitsaspekte in Entscheidungsprozessen von automatisierten Produktionsabläufen. . . . .	223
16.3 Prozessunterstützung . . . . .	225
16.4 Szenario: Mensch-Roboter-Team . . . . .	226
16.5 Zusammenfassung und Ausblick . . . . .	229
Literatur. . . . .	230
<b>17 Technologie, Organisation, Qualifikation . . . . .</b>	<b>233</b>
Ernst Hartmann und Steffen Wischmann	
17.1 Einleitung. . . . .	233
17.2 Was können wir über zukünftige Technologie, Organisation und Qualifikationen wissen? . . . . .	234
17.2.1 Überblick – ein methodischer Vorschlag . . . . .	234

17.2.2 Technologie-Roadmaps identifizieren und nutzen . . . . .	235
17.2.3 Generische Anforderungen an Qualifikationen . . . . .	238
17.2.4 Qualitative Qualifikationsbedarfe: Erste Hypothesen . . . . .	240
17.2.5 Organisationsszenarien . . . . .	240
17.2.6 Technologie/Branchen-Matrizen . . . . .	242
17.3 Fazit . . . . .	243
Literatur . . . . .	245