

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b> .....	1
Roman Dumitrescu, Jürgen Gausemeier, Peter Iwanek, Christopher Lüke und Ansgar Trächtler	
1.1 it's OWL – Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe .....	2
1.2 Cluster-Querschnittsprojekt Selbstoptimierung .....	9
Literatur .....	16
<b>2 Paradigma der Selbstoptimierung</b> .....	19
Jürgen Gausemeier, Peter Iwanek, Ansgar Trächtler, Christopher Lüke, Julia Timmermann und Roman Dumitrescu	
2.1 Einführung Selbstoptimierung .....	20
2.1.1 Mechatronische Systeme .....	20
2.1.2 Selbstoptimierende Systeme .....	22
2.2 Architektur selbstoptimierender Systeme .....	25
2.2.1 Struktur von selbstoptimierenden Systemen .....	25
2.2.2 Operator Controller Modul (OCM) .....	26
2.3 Strategische Planung und Entwicklung von selbstoptimierenden Produkten und Produktionssystemen .....	29
2.3.1 Der Produktentstehungsprozess .....	29
2.3.2 Behandlung der Selbstoptimierung in der Strategischen Planung und integrativen Entwicklung .....	33
2.4 Selbstoptimierung in der Anwendung .....	35
Literatur .....	36
<b>3 Potenzialanalyse zur Steigerung der Intelligenz mechatronischer Systeme</b> .....	39
Peter Iwanek, Jürgen Gausemeier und Roman Dumitrescu	
3.1 Grundlagen der Potenzialanalyse .....	40
3.1.1 Herausforderungen bei der Potenzialanalyse .....	40
3.1.2 Stufenmodell zur Steigerung der Intelligenz mechatronischer Systeme .....	43

3.2	Methodik der Potenzialanalyse .....	47
3.2.1	Disziplinübergreifende Systemspezifikation .....	48
3.2.2	Identifikation von Potenzialen .....	53
3.2.3	Spezifikation von Lösungsideen .....	57
3.2.4	Bewertung und Auswahl von Lösungsideen .....	59
3.3	Einsatz der Potenzialanalyse im Bereich der Lackiertechnik .....	62
3.3.1	Disziplinübergreifende Systemspezifikation .....	63
3.3.2	Identifikation von Potenzialen .....	63
3.3.3	Spezifikation von Lösungsideen .....	67
3.3.4	Bewertung und Auswahl von Lösungsideen .....	67
	Literatur. ....	70
<b>4</b>	<b>Maschinelles Lernen in technischen Systemen.</b> .....	<b>73</b>
	Felix Reinhart, Klaus Neumann, Witali Aswolinskiy, Jochen Steil und Barbara Hammer	
4.1	Grundlagen des maschinellen Lernens .....	74
4.1.1	Paradigmen des Maschinellen Lernens .....	75
4.1.2	Überwachtes Lernen mit Neuronalen Netzwerken .....	76
4.1.3	Extreme Learning Machine (ELM) .....	77
4.1.4	Generalisierungsfähigkeit .....	79
4.2	Integration von Vorwissen in den Lernprozess .....	82
4.2.1	Integration von diskreten Nebenbedingungen .....	83
4.2.2	Generalisierung der diskreten Nebenbedingungen .....	84
4.2.3	Verifikation der kontinuierlichen Nebenbedingungen .....	85
4.3	Modellierung parametrisierter Prozesse .....	86
4.3.1	Regression im Modellraum .....	86
4.3.2	Vorgehen zur Regression im Modellraum .....	88
4.3.3	Verbesserte Generalisierung bei wenigen Daten .....	89
4.4	Relevance Learning .....	90
4.5	Leitfaden für den Einsatz maschineller Lernverfahren .....	94
4.5.1	Vorgehensmodelle .....	94
4.5.2	Anwendungsindikatoren für maschinelle Lernverfahren. ....	97
4.5.3	Domänenwissen nutzen .....	99
4.5.4	Auswahl von Lernverfahren. ....	99
4.6	Maschinelles Lernen in der Praxis. ....	101
4.6.1	Maschinelles Lernen für einen intelligenten Teigknetter .....	101
4.6.2	Modellierung des Ultraschall-Erweichungseffekts .....	110
4.7	Zusammenfassung .....	115
	Literatur. ....	116

<b>5</b>	<b>Mathematische Optimierung</b> . . . . .	119
	Adrian Ziessler, Sebastian Peitz, Sina Ober-Blöbaum und Michael Dellnitz	
5.1	Grundlagen und Methoden mathematischer Optimierung . . . . .	120
5.1.1	Mehrzieloptimierung . . . . .	120
5.1.2	Mehrzieloptimalsteuerung . . . . .	126
5.2	Leitfaden zum Einsatz mathematischer Optimierungsverfahren . . . . .	128
5.2.1	Vorgehensmodell . . . . .	128
5.2.2	Katalog von Anwendungshemmnissen . . . . .	132
5.3	Einsatz mathematischer Optimierungsverfahren in der Praxis . . . . .	133
5.3.1	Optimale Auslegung eines Hybridspeichers in einem Inselnetz . . .	133
5.3.2	Optimalsteuerung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen . . . .	138
5.3.3	Optimierung von Aufträgen in einer Wäscherei . . . . .	142
	Literatur. . . . .	150
<b>6</b>	<b>Intelligente Steuerungen und Regelungen</b> . . . . .	153
	Christopher Lüke, Julia Timmermann, Jan Henning KEBler und Ansgar Trächtler	
6.1	Grundlagen und Methoden zu intelligenten Steuerungen und Regelungen . . . . .	154
6.1.1	Grundlagen der Regelungstechnik . . . . .	154
6.1.2	Optimale und adaptive Regelungen . . . . .	158
6.1.3	Selbstoptimierende Regelungen . . . . .	161
6.2	Methodische Unterstützung beim Entwurf intelligenter Steuerungen und Regelungen . . . . .	168
6.2.1	Leitfaden für den Entwurf von intelligenten Regelungen . . . . .	168
6.2.2	Erstellen von Prozessmodellen . . . . .	175
6.3	Einsatz intelligenter Steuerungen und Regelungen . . . . .	178
6.3.1	Architektur der Informationsverarbeitung einer intelligenten Großwäscherei . . . . .	179
6.3.2	Intelligente Regelungen im Bereich des Walzprofilierens . . . . .	181
6.3.3	Prädiktive Steuerung von Teigknetprozessen . . . . .	183
6.3.4	Modellprädiktive Regelung der Klimatisierung elektrisch angetriebener Fahrzeuge . . . . .	187
6.3.5	Paretooptimale Regelung des Feder-Neige-Moduls eines schienengebundenen Fahrzeugs . . . . .	189
	Literatur. . . . .	191
<b>7</b>	<b>Steigerung der Verlässlichkeit technischer Systeme</b> . . . . .	193
	Tobias Meyer, Thorben Kaul, James Kuria Kimotho und Walter Sextro	
7.1	Grundlagen der Verlässlichkeit . . . . .	194
7.2	Vorgehen zur Steigerung der Verlässlichkeit . . . . .	196

7.2.1	Leitfaden zur Auswahl von Condition-Monitoring-Verfahren . . . . .	197
7.2.2	Methode zum Aufstellen verlässlichkeitsrelevanter Zielfunktionen . . . . .	203
7.2.3	Verknüpfung des Systemverhaltens mit verlässlichkeitsrelevanten Zielfunktionen . . . . .	206
7.3	Anwendung von Ansätzen zur Steigerung der Verlässlichkeit technischer Systeme. . . . .	208
7.3.1	Steigerung der Verlässlichkeit einer Reibkupplung . . . . .	208
7.3.2	Steigerung der Verlässlichkeit des Kupferdrahtbondens . . . . .	210
	Literatur. . . . .	212
<b>8</b>	<b>Verbesserung von Produktionssystemen. . . . .</b>	<b>215</b>
	Daniel Köchling, Jürgen Gausemeier und Robert Joppen	
8.1	Identifikation bedarfsgerechter Verbesserungsmethoden. . . . .	216
8.1.1	Vorgehen zur Auswahl bedarfsgerechter Verbesserungsmethoden. . . . .	217
8.1.2	Definition des Soll-Zustands . . . . .	218
8.1.3	Analyse des Ist-Zustands . . . . .	219
8.1.4	Zustandsabgleich . . . . .	220
8.1.5	Definition zu verbessernder Produktionskennzahlen. . . . .	220
8.1.6	Auswahl bedarfsgerechter Verbesserungsmethoden . . . . .	223
8.2	Einsatz der Selbstoptimierung im Bereich der Fertigungssteuerung. . . . .	226
8.2.1	Ablauf der selbstoptimierenden Fertigungssteuerung (SOFS) . . . . .	227
8.2.2	Analyse der Ist-Situation . . . . .	228
8.2.3	Bestimmung der Systemziele. . . . .	230
8.2.4	Anpassung des Systemverhaltens . . . . .	235
	Literatur. . . . .	235
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung. . . . .</b>	<b>237</b>
	Ansgar Trächtler, Jürgen Gausemeier und Christopher Lüke	
	<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>241</b>