

Inhalt

1	Automatisierung 4.0 – Anforderungen und Perspektiven	13
1.1	Wahrnehmung von Industrie 4.0	13
1.2	Trends und Anforderungen im Maschinen- und Anlagenbau	18
1.2.1	Endprodukte bestimmen die Richtung	18
1.2.2	Der Engineering-Prozess verändert sich	19
1.2.3	Effizienz entscheidet über Erfolg	21
1.2.4	Service schafft Vertrauen	26
1.2.5	Qualität ist bedingungslos	27
1.2.6	Wandelbarkeit macht fit für die Zukunft	29
1.2.7	Sicherheit muss sein	30
1.2.8	Neue Technologien in Erfolge umsetzen	36
1.2.9	Digitale Produktion	39
1.3	Schlussfolgerungen	41
1.4	Literatur	42
2	Entwurf modularer Maschinen und Anlagen	45
2.1	Definition und Eigenschaften von Modulen	46
2.1.1	Modularität	46
2.1.2	Funktionalität	49
2.1.3	Zustand und Zustandsänderungen	50
2.1.4	Kompatibilität	53
2.2	Modularität im Kontext zu Industrie 4.0	55
2.2.1	Objekte und Entitäten	56
2.2.2	Methoden und Funktionen	59
2.2.3	Botschaften und Dienste	60
2.2.4	Die I4.0-Komponente	62
2.2.4.1	Das Referenz-Architektur-Modell Industrie 4.0 (RAMI 4.0)	63
2.2.4.2	Technische Assets	64
2.2.4.3	Assets in der Informationswelt	67
2.2.4.4	Die Verwaltungsschale	69
2.2.4.5	Interaktion von I4.0-Komponenten	73

2.3	Methoden der Modularisierung	76
2.3.1	Etablierte Entwurfsmethoden	77
2.3.2	Zielanalyse der Anforderungen	78
2.3.2.1	Produktsicht	80
2.3.2.2	Investitionssicht	83
2.3.2.3	Standortsicht	86
2.3.2.4	Herstellersicht	89
2.3.3	Konstruktive Detailanalyse	91
2.4	Modellierung	97
2.4.1	Entwurf einer funktionalen Struktur	97
2.4.1.1	Das Funktions- und Klassendiagramm	97
2.4.1.2	Das Zustandsdiagramm	101
2.4.1.3	Das Interaktionsdiagramm	104
2.4.2	Entwurf einer modularen Konstruktion	107
2.4.2.1	Das Moduldiagramm	107
2.4.2.2	Qualitatives Modulschema	114
2.4.3	Entwurf des Automatisierungssystems	117
2.4.3.1	Hardwarekonzept	117
2.4.3.2	Softwarekonzept	120
2.5	Zusammenführung und Fazit	123
2.6	Literatur	128

3 Digitale Projektierung von Maschinen 131

3.1	Spezifikation als Ausgangspunkt einer Projektierung	131
3.2	Projektierung nach dem V-Modell	132
3.3	V-Modell in der Anwendung	137
3.4	Übertragbarkeit des interdisziplinären Mechatronikansatzes	147
3.5	Literatur	150

4 Modulare Automatisierung in der Praxis 151

4.1	Sukzessive Modularisierung	151
4.1.1	Szenarien einer sukzessiven Modularisierung	153
4.1.2	Dezentralisierte Hardware ist möglich	154
4.1.3	Dezentralisierte Hardware ist eingeschränkt möglich	157
4.1.4	Dezentralisierte Hardware ist nicht möglich	158
4.1.5	Heterogene Automatisierungstechnik	162
4.1.6	Zusammenfassung	163
4.2	Echtzeitfähigkeit dezentraler Systeme	163
4.2.1	Reaktionszeit - Definition und Anforderungen	164
4.2.2	Jitter - die große Unbekannte	172
4.2.3	Kurze Reaktionszeiten in dezentralen Strukturen	176
4.2.3.1	Erhöhung der Systemleistung	178
4.2.3.2	Interrupt basierte Systeme	180
4.2.3.3	Intelligente Feldgeräte	182
4.2.3.4	Spezialentwicklungen	184
4.2.3.5	Intelligente I/O-Module	185

4.2.4	Zusammenfassung und Lösungsbeispiele	189
4.2.4.1	Dickenmessung sammelgehefteter Broschüren	189
4.2.4.2	Fehlbogenkontrolle	193
4.3	Maschinensicherheit	194
4.3.1	Anwendung der Maschinenrichtlinie in modularen Systemen ..	194
4.3.2	Sicherheitstechnik im Überblick	197
4.3.3	Sichere Steuerungstechnik	202
4.3.4	Sicherheitstechnik ergänzen oder integrieren?	207
4.3.5	Zusammenfassung	211
4.4	Kommunikation ist (fast) alles	212
4.4.1	Industrielle Kommunikation im Überblick	212
4.4.2	Ethernet-basierte Feldbusse – Eigenschaften und Arbeitsweise ..	217
4.4.3	OPC UA im Industrial Ethernet	222
4.4.4	Sichere Kommunikation – Safety	227
4.4.5	Sichere Kommunikation bis in die Cloud – Security	230
4.4.6	Zusammenfassung	234
4.5	Literatur	234

5 Automatisierung 4.0 im Überblick 237

Index 241