

Inhaltsverzeichnis

1.	Übersicht über die Automobilfertigung.....	1
1.1.	Die Automobilfertigung in Zahlen.....	1
1.1.1.	Übersicht nach Ländern und Regionen.....	1
1.1.2.	Übersicht nach Automobilherstellern.....	3
1.1.3.	Die Automobilindustrie in Deutschland	4
1.2.	Trends und Herausforderungen.....	5
1.2.1.	Globalisierung und ihre Antithesen	6
1.2.2.	Neue Marktteilnehmer	7
1.2.3.	Industrie 4.0	8
1.2.4.	Das Internet der Dinge.....	9
1.2.5.	Dekarbonisierung.....	11
1.2.6.	Big Data und Machine-Learning	12
1.3.	Fertigungstechnologien.....	14
1.3.1.	Presswerk.....	15
1.3.2.	CFK-Teilefertigung	19
1.3.3.	Karosserierohrbau	19
1.3.4.	Lackiererei.....	23
1.3.5.	Teilefertigung	25
1.3.6.	Motormontage.....	26
1.3.7.	Batteriemontage.....	28
1.3.8.	Fahrzeugendmontage	30
1.3.9.	Bandnahe Logistik	32
1.3.10.	Zertifizierung und Auslieferung	35
1.4.	Die Automobilfertigung als komplexes System.....	36
1.5.	Das soziale Umfeld der Fertigung.....	38
1.5.1.	Fahrzeugendmontage bei Volvo in Uddevalla.....	38
1.5.2.	Fahrzeugendmontage bei Volkswagen H54	39
1.5.3.	Das Toyota Produktionssystem	40
1.6.	Abgrenzung zu anderen Industrien	42
1.7.	Literaturverzeichnis.....	45
2.	Modellierung von Fertigungsprozessen	51
2.1.	Grundlagen zur Modellbildung.....	51
2.2.	Modellstruktur in Produktionssystemen.....	52
2.3.	Material, Teile und Produktionsaufträge.....	53
2.3.1.	Fertigungsaufträge	53
2.3.2.	Materialstämme	59
2.3.3.	Kategorisierung von Fertigungsaufträgen.....	61
2.3.4.	Das Teilemodell.....	63
2.4.	Ressourcen in der Fertigung.....	64
2.4.1.	Der Ressourcenplan	65

2.4.2.	Objektorientierte Struktur des Ressourcenplans	67
2.4.3.	Modellierung des Teileflusses	69
2.4.4.	Erstellung und Pflege des Ressourcenplans	72
2.4.5.	Standardisierung des Ressourcenplans	74
2.5.	Produktionsschritte und Meldepunkte	75
2.5.1.	Produktionsschritte	75
2.5.2.	Meldepunkte	76
2.6.	Der Prozessplan	76
2.6.1.	Arbeitsgänge	78
2.6.2.	Arbeitsschritte	79
2.6.3.	Variable Prozessdaten (VPD)	80
2.6.4.	Das Fehlermodell	82
2.7.	Logistikaufträge	84
2.7.1.	Kommissionieraufträge	84
2.7.2.	Transportaufträge	86
2.7.3.	Aggregationsaufträge	87
2.8.	Wartungsaufträge	87
2.9.	Weitere Modelle	88
2.9.1.	Das Benutzermodell	88
2.9.2.	Der Schichtkalender	89
2.9.3.	Modelle für die Maschinendatenerfassung	90
2.10.	Literaturverzeichnis	91
3.	Planung	93
3.1.	Prozess- und Produktplanung	93
3.1.1.	Ablauf eines Fahrzeugprojekts	93
3.1.2.	Qualitätsmanagement nach IATF 16949	94
3.1.3.	Abtaktung	97
3.1.4.	Die digitale Fabrik	100
3.2.	Produktionsplanung	101
3.2.1.	Bedarfsrechnung	102
3.2.2.	Vorlaufterminierung	105
3.2.3.	Maschinenbelegungsplanung	109
3.2.4.	Stücklistenauflösung	116
3.2.5.	Sequenzierung von Fertigungslinien	119
3.2.6.	Einsatzsteuerung	125
3.3.	Literaturverzeichnis	128
4.	Produktion	129
4.1.	Werkerführung	129
4.1.1.	Elektronischer Bauschein	129
4.1.2.	Pick by Light an der Linie	132
4.1.3.	Werkerführung mittels Datenbrillen	133
4.1.4.	Anzeige von Arbeitsanweisungen	134
4.1.5.	Anzeige des Arbeitsaufwands	135

4.1.6.	Anzeige des Arbeitsfortschritts.....	135
4.2.	Prozessabsicherung	135
4.2.1.	Klassifikation von Fehlern.....	136
4.2.2.	Der Umgang mit Fehlern	138
4.2.3.	Die Fehlerkultur im Unternehmen	141
4.2.4.	Beispiele zur Prozessabsicherung	142
4.3.	Elektronische Qualitätsprozesse (eQP)	142
4.3.1.	Allgemeine Prüfungen	142
4.3.2.	Prüfungen nach dem Vier-Augen Prinzip.....	144
4.3.3.	Teileverbauprüfung (TVP)	145
4.3.4.	Fehlteile erfassung	151
4.3.5.	Falschverbau	152
4.3.6.	Bauzustandsdokumentation (BZD).....	153
4.3.7.	Prozessdatenerfassung (PDE)	156
4.3.8.	Variable Prozessdaten (VPD)	156
4.3.9.	Freie Problemeinträge.....	158
4.3.10.	Grafische Fehlererfassung	159
4.3.11.	Lackfehlererfassung	160
4.3.12.	Inline Nacharbeit	162
4.3.13.	Sonderprozesse	163
4.4.	Versorgung automatischer Fertigungseinrichtungen.....	164
4.4.1.	EC-Schrauber.....	165
4.4.2.	Schweißanlagen	177
4.4.3.	Klebeanlagen	183
4.4.4.	Kennzeichnung und Beschriftung.....	185
4.4.5.	Befüllanlagen.....	189
4.4.6.	Prüfstände	191
4.4.7.	Elektroniktest.....	194
4.4.8.	Verwaltung von Anlagenparametern	197
4.4.9.	Anlagendatenaustausch (ADA)	198
4.5.	Hilfsprozesse	199
4.5.1.	Identifikation von Objekten	199
4.5.2.	Transponderverwaltung	208
4.5.3.	Verfolgung von Teilen und Objekten	211
4.5.4.	Ansteuerung der Fördertechnik	220
4.5.5.	Ansteuerung von Karossenlagern	224
4.5.6.	Energieoptimierung	224
4.5.7.	Auftragssteuerung.....	226
4.6.	Literaturverzeichnis.....	234
5.	Logistik	237
5.1.	Lagerhaltung	237
5.1.1.	Elementares Lagerhaltungsmodell.....	237
5.1.2.	Bestellpolitik.....	239
5.1.3.	Meldepunkte und Zählpunkte	239

- 5.1.4. Bestandsführung an der Linie 241
- 5.2. Kanban 244
 - 5.2.1. Die Auslegung von Kanban-Regelkreisen 246
 - 5.2.2. Kanbans 247
 - 5.2.3. Vereinfachung durch Kanban 247
- 5.3. Kommissionierung 248
 - 5.3.1. Varianten der Kommissionierung 250
 - 5.3.2. Kommissionierstrategien 250
 - 5.3.3. Zonensteuerung..... 256
 - 5.3.4. Wiederholung bei fehlendem Material 257
 - 5.3.5. Integration von Vormontagetätigkeiten 258
 - 5.3.6. Umpacken von Kommissionierungsumfängen..... 258
 - 5.3.7. Auswahl eines Kommissionierauftrags..... 258
 - 5.3.8. Werkerführung bei der Kommissionierung 259
 - 5.3.9. Elektronische Ladeliste..... 265
 - 5.3.10. Kommissionierung mit Ware zur Person 267
- 5.4. Transporte 268
 - 5.4.1. JIS-Versorgung in der Halle 269
 - 5.4.2. Steuerung von Routenzügen 274
 - 5.4.3. Long-Distance JIS 284
 - 5.4.4. Umlagerungen..... 288
- 5.5. Sonderprozesse..... 290
 - 5.5.1. Individualverbau 290
 - 5.5.2. Schnelle Nachlieferung von Fehlteilen 292
 - 5.5.3. Inventur..... 292
 - 5.5.4. Sperren für Material..... 293
- 5.6. Literaturverzeichnis..... 294
- 6. Prozesse nach Band-ab..... 297**
 - 6.1. Nacharbeit 297
 - 6.1.1. Band-ab-Prozess 299
 - 6.1.2. Dynamische Checklisten..... 300
 - 6.1.3. Routing von Fahrzeugen in der Nacharbeit 301
 - 6.1.4. Steuerung der Nacharbeit..... 302
 - 6.1.5. Durchführen der Nacharbeit 303
 - 6.1.6. Best Practice in der Nacharbeit..... 305
 - 6.1.7. Anlagen in der Nacharbeit 305
 - 6.2. Hofverwaltung 305
 - 6.2.1. Stellplatzverwaltung 306
 - 6.2.2. Werkerführung für den Hoffahrer..... 306
 - 6.2.3. Brain-Funktionalität..... 308
 - 6.3. Qualitätssicherung..... 309
 - 6.3.1. Verursacherrückmeldung..... 309
 - 6.3.2. Prüfungen nach Band-ab..... 310
 - 6.3.3. Durchführung von Audits 311

6.3.4.	Straßenfahrten.....	311
6.3.5.	Fehlerabstellprozesse	312
6.3.6.	Ad-hoc-Auswertungen.....	313
6.3.7.	Zertifizierung.....	314
6.4.	Auslieferung.....	314
6.4.1.	Transportverpackung	314
6.4.2.	Übergabe an den Spediteur.....	315
6.4.3.	Verladung	315
6.4.4.	Auslieferung von Fahrzeugen im Kundenzentrum	317
6.5.	Weitergabe der Verbaudokumentation.....	317
6.5.1.	Data Warehouse.....	318
6.5.2.	Vertriebssystem	318
6.5.3.	Langzeit-Archivierung.....	318
7.	Instandhaltung	319
7.1.	Reaktive Instandhaltung.....	319
7.1.1.	Alarmierung.....	319
7.1.2.	Anlagendokumentation.....	326
7.1.3.	Werkerführung für Instandhaltungsmaßnahmen	328
7.1.4.	Notfahrweisen.....	328
7.2.	Vorbeugende Instandhaltung.....	330
7.2.1.	Verteilung der Ausfallswahrscheinlichkeit.....	330
7.2.2.	Zustandsüberwachung	331
7.2.3.	Versteckte Redundanzen.....	332
7.2.4.	Kalibrierung von Mess- und Prüfmitteln	333
7.2.5.	Wartung von Schweißzangen	334
7.2.6.	Wartung umlaufender Betriebsmittel.....	335
7.2.7.	Wartungstrigger	336
7.2.8.	TPM.....	337
7.2.9.	Wartungsmanagementsysteme.....	338
7.3.	Verwaltung von Werkzeugen und Betriebsmitteln	339
7.3.1.	Werkzeugverwaltung in der mechanischen Fertigung.....	340
7.3.2.	Werkzeugverwaltung im Presswerk	341
7.4.	Literaturverzeichnis.....	342
8.	Überwachung von Fertigungseinrichtungen	343
8.1.	Statusmeldungen	343
8.1.1.	Statusinformation.....	344
8.1.2.	Summenwerte	345
8.1.3.	Teileinformationen	345
8.1.4.	Fehler und Betriebsmeldungen	345
8.2.	Anlagenvisualisierung.....	346
8.2.1.	Konfiguration der Visualisierung	347
8.2.2.	Beispiele für die Anlagenvisualisierung	347
8.2.3.	Fabrizanzeigen (Andon Boards).....	350

8.2.4.	Beschallungsanlage.....	352
8.2.5.	Produktionsleittechnik-Client	352
8.2.6.	Leuchten	353
8.2.7.	Anschlagtafeln	353
8.2.8.	Intranet.....	355
8.2.9.	Publikationen	355
8.3.	Anlagenkennzahlen	355
8.3.1.	Gängige Anlagenkennzahlen	356
8.3.2.	Der Einsatz von Anlagenkennzahlen	362
8.3.3.	Managementregelkreise	363
8.4.	OEE (Overall Equipment Efficiency)	368
8.4.1.	Berechnung der OEE im Produktionsleitsystem.....	371
8.5.	Kennzahlen für manuelle Arbeitsgänge	374
8.5.1.	Manuelle Arbeitsplätze mit individueller Taktung	375
8.5.2.	Manuelle Arbeitsplätze in einer Verkettung	375
8.6.	Kennzahlen für Linien und Gewerke	376
8.6.1.	Technische Verfügbarkeit.....	377
8.6.2.	Gesamtverfügbarkeit.....	378
8.7.	Berichtswesen	378
8.7.1.	Arten von Berichten.....	379
8.7.2.	Zugriff auf Berichte	380
8.8.	Literaturverzeichnis.....	381
9.	Systemtechnische Aspekte.....	383
9.1.	Systemaufbau von Produktionsleitsystemen	383
9.1.1.	Das Ebenenmodell des Unternehmens.....	383
9.1.2.	Systemaufbau der Produktionsleittechnik.....	385
9.1.3.	Produktionsleittechnik Server.....	393
9.1.4.	Produktionsleittechnik-Client	413
9.2.	Industrielle Kommunikation	416
9.2.1.	OPC-UA	418
9.2.2.	Der Shop-Floor Service Bus	420
9.2.3.	Feldbusse und Produktionsleitsysteme	425
9.2.4.	EPCIS	426
9.3.	Berichtswesen	429
9.3.1.	Berichte in der Produktionsleittechnik.....	429
9.3.2.	Berichtsserver	429
9.4.	Aktuelle Trends und Technologien	430
9.4.1.	Infrastructure as Code (IaC)	431
9.4.2.	Die Blockchain	433
9.4.3.	Big Data	438
9.4.4.	Maschinelles Lernen	440
9.5.	Systemeinführung und Weiterentwicklung	447
9.5.1.	Systemeinführung	448
9.5.2.	Kontinuierliche Weiterentwicklung im Betrieb.....	454

9.6. Literaturverzeichnis..... 458