

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Unsere Motivation zu diesem Buch	1
1.1.1	Montage im Takt – eine Anerkennung!	2
1.1.2	Praxis und Wissenschaft – die Zielgruppen	4
1.1.3	Fragen, die uns im Buch leiten	6
1.2	Globale Trends stellen Montagen vor neue Herausforderungen	7
1.2.1	Steigende Kundenindividualisierung und -zentrierung	7
1.2.2	Absicherung globaler Risiken	10
1.2.3	Disruptive Innovationen – Technologiediversifizierung	11
1.2.4	Ein Fazit für Montagen	12
1.3	Treiber der variablen Taktung bei Fendt	13
1.3.1	Landwirtschaft und der Markt für Agrartechnik	13
1.3.2	Die Besonderheiten des Landtechnikmarktes Traktoren als Treiber des variablen Taktes	14
1.3.3	AGCO und die Traktormarke Fendt – Pioniere für den variablen Takt	15
1.4	Mixed-Model Assembly Design – Beherrschung von Varianz in Montagen	18
1.4.1	Art und Aufbau des Buches	22
1.4.2	Aufbau der Kapitel	22
	Literatur	24
2	Grundlagen Takt und Fluss – Ableitungen aus der Praxis	27
2.1	Nutzen einer getakteten Montage im kontinuierlichen Fluss	27
2.1.1	Kontinuierlich fließende Prozesse bringen Probleme ans Licht	29
2.1.2	Überproduktion – und damit Verschwendung vermeiden	30
2.1.3	Perfektion anstreben	31
2.1.4	Banddruck	32
2.1.5	Fazit – Montagen im kontinuierlichen Fluss	33

XI

2.2	Strukturformen der Montage	33
2.3	Strukturformen einer Montagelinie	36
2.3.1	Das Werkerdreieck	38
2.3.2	Springer, Teamleiter, Hancho	39
2.4	Varianten und Produkte – eine eigene Klassifizierung für die Praxis mit variabler Taktung	40
2.4.1	Abgrenzung von Produkt, Modell, Auftrag und Ausstattung	43
2.4.2	Lokale und Globale Varianz	44
2.4.3	Möglichkeiten im Umgang mit Varianz	45
2.5	Typen der Modell-Mix-Montage	46
2.6	Abtaktung – die WATT-Methode	48
2.6.1	Eingangsgrößen	49
2.6.2	Arbeitsschritte /Arbeitsvorgänge	50
2.6.3	Vorgangszeiten und Leistungsgrad	50
2.6.4	Vorranggraph	51
2.6.5	Ziele einer Abtaktung	53
2.6.6	Wissenschaftliche Ansätze zur Abtaktung – SALBP und GALBP	53
2.6.7	Abtaktung in der unternehmerischen Praxis	53
2.6.8	Ablauf der WATT-Methode	54
2.6.9	Begrenzung der Übertaktung	56
2.6.10	Offene und geschlossene Stationsgrenzen	57
2.6.11	Lokale und globale Taktzeitspreizung – wichtige Kennzahlen der Abtaktung	58
2.7	Standardarbeit und Standardarbeitsblätter	61
2.8	Auslastungsverluste	62
2.8.1	Taktverluste	63
2.8.2	Modell-Mix-Verluste	64
2.9	Ein Zwischenfazit zur Prävention von Auslastungsverlusten im Mixed-Model Assembly Design	67
	Literatur	72
3	Heijunka – schnell wie eine Schildkröte	75
3.1	Historische Entwicklung aus dem Toyota-Produktionssystem	75
3.1.1	Ohne Notwendigkeit keine Verbesserung	79
3.1.2	Die drei M – Muda, Muri, Mura	80
3.2	Heijunka	83
3.2.1	Nutzen einer nivellierten Produktion	84
3.2.2	Heijunka im Sinne des TPS	86
3.2.3	Heijunka durch Reihenfolgeplanung – der klassische Ansatz	88

3.2.4	Heijunka mit dem VarioTakt – Nivellierung trotz Build-to-Order	90
3.2.5	Ein Praxisbeispiel – zwei Linien, zwei Konzepte	94
3.3	Losproduktion oder Heijunka oder doch Build-to-Order	96
	Literatur	98
4	Der variable Takt	101
4.1	Die Notwendigkeit variabler Montage	102
4.1.1	Die Notwendigkeit variabler Montage am Beispiel der Traktorenmontage Fendt	103
4.2	Lösungsalternativen mit fixen Takt	106
4.3	Abgrenzung zu variablen Auflageintervallen (variable rate launching)	109
4.3.1	Entstehung der Bezeichnung „VarioTakt“	110
4.4	Der variable Takt	111
4.4.1	Funktionsweise des variablen Taktes	111
4.4.2	Balance bei variabler Taktung	115
4.4.3	Festlegung der variablen Taktzeit	116
4.4.4	Virtuelle Stationslängen – Auswirkungen auf die Länge der Stationen und der gesamten Montagelinie	117
4.4.5	Einteilung des Produktportfolios in Taktzeitgruppen	120
4.5	Vorteile des variablen Taktes	122
4.5.1	Steigerung Produktivität	123
4.5.2	Keine Reihenfolgerestriktionen – 100 % Kundensequenz	124
4.5.3	Reduzierung Umtaktungen – stabile Produktivität	125
4.5.4	Reduzierung Umtaktungen – konstanter Output an Arbeitslast und Umsatz	126
4.5.5	Gleichmäßige Belastung der Werker – Minimierung Springereinsatz – Steigerung Qualität	129
4.5.6	Nutzung Werkerdreieck – Lean Management	130
4.5.7	Reduzierung Investitionen – Verlängerung des Bandes, ohne das Band zu verlängern	130
4.5.8	Reduzierung Investitionen – horizontale Teilung des Bandes, ohne das Band zu teilen	131
4.5.9	Früher Test von Prototypen und Vorserien, gezielte Anlaufkurven	132
4.5.10	Einzel-Umtaktung in der Modell-Mix-Linie	133
4.6	Technologien zum kontinuierlichen Fließbetrieb für variable Taktung	133
4.6.1	Plattenband – eine alternative Umsetzung variabler Taktung ohne Abstandsanpassung	136
4.7	Verkettung von Montageabschnitten	137

4.8	Erfahrungen bei der Einführung des variablen Taktes	139
4.9	Warum dominiert der fixe Takt? – Beobachtungen und Hypothesen	142
	Literatur.	144
5	Taktzeitgruppen im variablen Takt	147
5.1	Erste Ansätze – Visualisierung von Taktzeitgruppen	147
5.2	Qualitative Bildung von Taktzeitgruppen durch Orientierung an Produktgruppen	150
5.3	Variable Taktzeitgruppen durch Belastungsgleichgewicht	154
5.3.1	Das Belastungsgleichgewicht	155
5.3.2	Nutzung variabler Taktung mit Belastungsgleichgewicht – ein Modell	158
5.3.3	Der Variable-Taktzeitgruppen-Algorithmus (VTGA)	160
5.3.4	Anwendung des VTGA an einem Fallbeispiel	162
5.3.5	Grenzen und Fazit der Methode	163
5.3.6	Fazit VTGA	164
5.4	VTGTP – Variabler-Taktzeitgruppen-Transformationsprozess	164
5.5	Case Study – Canyon Bicycles	166
5.5.1	Canyon Bicycles GmbH	166
5.5.2	Einteilung des Produktionsprogrammes in Taktzeitgruppen mittels VTGTP	168
5.5.3	Potentiale Effizienzsteigerung bei Umstellung auf variable Taktung	172
5.5.4	Gestaltung der Montagelinie – Abstände und Liniengeschwindigkeit	174
5.5.5	Fazit und weitere Schritte zur Umsetzung der variablen Taktung bei Canyon Bicycles	175
	Literatur.	176
6	Design-for-Takt und die ideale Fließmontage	177
6.1	Design-for-Assembly	177
6.2	Variantenmanagement	179
6.3	Design-for-Takt	179
6.3.1	Ziele des Design-for-Takt	182
6.3.2	Grenzen des Design-for-Takt	183
6.3.3	Prinzipien des Design-for-Takt	184
6.3.3.1	Gezielte Flexibilisierung von Vorrangbeziehungen	184
6.3.3.2	Umgang mit Varianz, additive und alternative Varianten	186
6.3.3.3	Kleine Zeitbausteine anstreben, große Zeitbausteine entzerren	189

6.3.3.4	Die ideale Fließmontage – gleichmäßige Verteilung der Arbeitslast entlang der Kubatur der Montageobjekte.	193
6.3.3.5	Zusammenfassung Prinzipien Design-for-Takt.	198
	Literatur.	199
7	Beherrschung von Varianz in Montagen – das Fendt-Montagesystem und die Matrix-Montage	201
7.1	Fendt-Montagesystem – eine Kombination der Elemente des AD for MMA.	202
7.1.1	Fließmontage im VarioTakt	203
7.1.2	Vormontagen	203
7.1.3	Sondermonteure	204
7.1.4	Matrixelemente	205
7.1.5	Globale und lokale Varianz mit Elementen des AD for MMA beherrschen.	206
7.1.6	Auswirkungen des VarioTakt im Fendt-Montagesystem	207
7.1.7	Fazit Fendt-Montagesystem	209
7.2	Matrix-Montage – oder: Vom Lösen der Geisel Taktzeit.	210
7.2.1	Die Zeit ist reif – Befähiger der Matrix-Montage	210
7.2.2	Ziele einer Matrix-Montage	212
7.2.3	Charakteristika einer Matrix-Montage.	213
7.2.4	Und wer ist der Sieger – eine Montagelinie im VarioTakt oder die Matrix-Montage?	216
7.2.4.1	Flexibilität	216
7.2.4.2	Investitionen	219
7.2.4.3	Operative Kosten	220
7.2.4.4	Komplexität und Steuerbarkeit	222
7.2.4.5	Fähigkeit zur kontinuierlichen Verbesserung	223
7.2.5	Ausblick Matrix-Montage	224
	Literatur.	224
8	Erweiterte Konzepte im Automobilbau zur Beherrschung von Varianz in Montagen	227
8.1	Die modulare Montage von Audi.	227
8.1.1	Ziele und Herausforderungen der modularen Montage bei Audi.	228
8.1.2	Neun Prinzipien des modularen Montagekonzeptes im Vergleich zum VarioTakt.	229
8.1.3	Fazit – Modulare Montage.	232
8.2	Hybride Montagestrukturen von BMW.	233
8.2.1	Ziele und Funktionsweise der hybriden Montage bei BMW.	234

8.2.2	Kernelemente und Grundprinzipien der hybriden Montage	236
8.2.3	Die Kombination des VarioTaktes mit hybrider Montage.	237
8.2.3.1	Flexibilität	238
8.2.3.2	Investitionen	239
8.2.3.3	Operative Kosten	240
8.2.3.4	Komplexität und Steuerbarkeit	241
8.2.3.5	Fähigkeit zur kontinuierlichen Verbesserung	241
8.2.4	Fazit und Ausblick hybride Montage	241
8.3	Taktmodul-Montage von Porsche für die Taycan-Produktion	242
8.3.1	Die Funktionsweise der Taktmodul-Montage	243
8.3.2	Reduktion Taktverluste	245
8.3.3	Reduktion Model-Mix-Verluste	246
8.3.4	Taktmodul-Montage in Kombination mit variabler Taktung	246
8.4	ARC-Montage von Honda	247
8.4.1	Bewertung der ARC-Montage	248
8.4.2	ARC-Montage in Kombination mit variabler Taktung	249
8.5	Belastungsorientierte Reihenfolgeplanung (Mixed-Model-Sequencing) in der Daimler Factory 56	250
8.6	Automatisiertes Abtacken und Reihenfolgeplanung mit variabler Taktung und dem VarioTakt – ein Experiment.	251
8.6.1	Rahmenbedingungen in der automatisierten Abtaktung	253
8.6.2	Haupt- und Nebenbedingungen der Simulation.	254
8.6.3	Ergebnisse	256
8.6.4	Variable Taktung in der belastungsorientierten Reihenfolgeplanung	261
	Literatur.	263
9	Zusammenfassung und Ausblick	265
9.1	Variabler Takt ist einfach, erfolgreich und notwendig.	265
9.2	Mixed-Model Assembly Design	267
9.3	Feedback aus Wirtschaft und Wissenschaft	268
9.4	Erweiterung des Toyota-Produktionssystems um variable Taktung	269

9.5	Legen Sie los!	271
9.6	Der variable Takt im Zeitalter von Digitalisierung und Elektrifizierung von Fahrzeugen.	272
9.7	Ein Ausblick – Wohin geht die Reise für Montagen?	274
	Literatur.	275