

1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.1.1 Automobilproduktion am Fließband	1
1.1.2 Entwicklung der Automobilproduktion	3
1.1.3 Neue Herausforderungen und neue Möglichkeiten	4
1.1.4 Bedeutung der Automobilbranche und Automobilproduktion	5
1.2 Problemstellung	7
1.2.1 Fließbandfertigung als Organisationsform	7
1.2.2 Entwicklung zur Variantenfließfertigung	8
1.2.3 Grundproblem der Variantenfließfertigung	10
1.3 Zielsetzung und Forschungsfrage	12
1.3.1 Problemverständnis und Zielsetzung der Arbeit	12
1.3.2 Forschungsfrage und Teilaspekte zur Zielerreichung	14
1.3.3 Abgrenzung des Betrachtungsgegenstands	14
1.4 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	17
1.4.1 Wissenschaftstheoretische Einordnung	17
1.4.2 Vorgehensweise im Forschungsprojekt	20
1.4.3 Aufbau der Arbeit	20
2 Organisation, Planung und Steuerung der Montage im Automobilbau	23
2.1 Automobilproduktion	23
2.1.1 Automobilindustrie als Branche	23
2.1.2 Rolle der Produktion im Unternehmen	25
2.1.3 Automobilmontage	28

2.2	Fließbandfertigung	30
2.2.1	Organisationsform der Fließbandfertigung	30
2.2.2	Planung und Aufbau einer Fließbandmontage	33
2.2.3	Steuerung und Ablauf einer Fließbandmontage	37
2.3	Variantenfließfertigung	38
2.3.1	Entwicklung zur Ausprägung der Variantenfließfertigung	38
2.3.2	Planung und Aufbau einer Variantenfließmontage	40
2.3.3	Steuerung und Ablauf einer Variantenfließmontage	44
2.4	Situation der Variantenfließfertigung in der Automobilmontage	46
2.4.1	Derzeitige Problemstellung in der Automobilmontage	46
2.4.2	Umgang mit Komplexität in der Variantenfließmontage	51
2.4.3	Ineffizienz und Ineffektivität der Variantenfließmontage	57
2.5	Anforderungen an die Montage im Automobilbau	63
2.5.1	Herausforderungen in der Automobilmontage	63
2.5.2	Anforderungen an ein Montagesystem im Automobilbau	68
2.5.3	Zwischenfazit zur Montage im Automobilbau	79
3	Grundlagen zur Gestaltung von Produktionssystemen	83
3.1	Methodische Grundlagen zur Beschreibung von Systemen	83
3.1.1	Systemtheorie und ganzheitliches Denken	83
3.1.2	Struktur von Systemen	85
3.1.3	Verhalten von Systemen	89
3.2	Grundlagen zur Organisation einer Produktion	94
3.2.1	Produktstruktur, Prozessplan und Produktionssystem	94
3.2.2	Organisationsformen der Produktion	96
3.2.3	Ansätze und Konzepte ohne Band und Takt	101
3.2.4	Bewertung von Produktionssystemen	112
3.3	Planung und Struktur von Produktionssystemen	115
3.3.1	Art und Aufgabe der Planung von Produktionssystemen	115
3.3.2	Phasen der Planung von Produktionssystemen	117
3.3.3	Neue Ansätze bei der Planung von Montagesystemen	118

3.4	Steuerung und Betrieb eines Produktionssystems	122
3.4.1	Steuerungsaufgabe und Datengrundlage	122
3.4.2	Programmplanung und -steuerung, Produktionssteuerung	123
3.4.3	Neue Ansätze bei der Steuerung von Montagesystemen	126
3.5	Fazit zur Gestaltung von Montagesystemen im Automobilbau	127
3.5.1	Anforderungen an eine Gestaltungsmethodik	127
3.5.2	Einordnung der bestehenden Ansätze und Konzepte	129
3.5.3	Fazit zur Gestaltung einer Automobilmontage	131
4	Konzept eines modularen Produktionssystems	133
4.1	Die „Modulare Produktion“ als neue Organisationsform	133
4.2	Lösungsansatz der Modularen Produktion	135
4.2.1	Entkoppelte Stationen	135
4.2.2	Selbstorganisiertes Produktionssystem	138
4.2.3	Integriertes Gesamtsystem	140
4.3	Planung und Steuerung einer modularen Produktion	145
5	Methodik zur Gestaltung eines modularen Montagesystems	149
5.1	Modellierung eines modularen Produktionssystems	149
5.1.1	Modulares Produktionssystem	151
5.1.2	Subsystem „Prozess“ (Wertschöpfungssystem)	155
5.1.3	Subsystem „Ressourcen“ (Arbeitssystem)	159
5.1.4	Subsystem „Produktionslogistik“ (Logistiksystem)	161
5.1.5	Subsystem „Transport“ (Transportsystem)	164
5.2	Planungssystematik eines modularen Montagesystems	166
5.2.1	Datenbasis für die Planung eines Montagesystems	166
5.2.2	Struktur- und Kapazitätsplanung (Konzeptplanung)	168
5.2.3	Zuordnung der Arbeitsinhalte zu Stationen (Stationsbildung)	170
5.2.4	Anordnung der Stationen im Layout (Layoutplanung)	175
5.2.5	Detailplanung eines modularen Montagesystems	179
5.3	Steuerungslogik eines modularen Montagesystems	182
5.3.1	Datenbasis für die Steuerung eines Montagesystems	182

5.3.2	Steuerungssystem einer modularen Montage	183
5.3.3	Auftragssteuerung in einem modularen Montagesystem	186
5.3.4	Ressourcensteuerung in einem modularen Montagesystem	195
5.3.5	Logistiksteuerung in einem modularen Montagesystem	201
5.3.6	Transportsteuerung in einem modularen Montagesystem	206
5.4	Charakterisierung und qualitative Bewertung	210
5.4.1	Organisationsform „Modulare Produktion“	211
5.4.2	Qualitative Bewertung eines modularen Produktionssystems	215
5.4.3	Paradigmenwechsel gegenüber einer Variantenfließfertigung	219
6	Validierung und Evaluation anhand eines Anwendungsbeispiels	223
6.1	Eignungskriterien und Auswahl von Anwendungsbeispielen	223
6.1.1	Eignungskriterien eines modularen Produktionssystems	223
6.1.2	Auswahl der Vormontage Hinterachse zur Validierung	226
6.1.3	Auswahl der Vormontage Türverkleidung zur Umsetzung	227
6.2	Anwendung der Planungssystematik	229
6.2.1	Daten für die Planung der modularen Hinterachsvormontage	229
6.2.2	Konzeptplanung der modularen Vormontage Hinterachse	234
6.2.3	Stationsbildung in der modularen Vormontage Hinterachse	238
6.2.4	Anordnung der Stationen in der vorhandenen Fläche	243
6.2.5	Detailplanung der modularen Vormontage Hinterachse	248
6.3	Implementierung der Steuerungslogik in einer Simulation	253
6.3.1	Auswahl einer geeigneten Simulationssoftware	253
6.3.2	Datenbasis für das Simulationsmodell	254

Inhaltsverzeichnis	XVII
6.3.3 Implementierung des Simulationsmodells	256
6.3.4 Anwendung des Simulationsmodells	263
6.4 Ergebnisse und Bewertung des Anwendungsbeispiels	267
6.4.1 Ausplanung als modulare Vormontage Hinterachse ML 3	267
6.4.2 Simulation der modularen Vormontage Hinterachse ML 3	274
6.4.3 Einordnung und Übertragbarkeit des Anwendungsbeispiels	278
7 Zusammenfassung und Ausblick	285
7.1 Zusammenfassung der Arbeit	285
7.2 Kritische Würdigung und Grenzen der Arbeit	288
7.3 Implikationen für die Wissenschaft und für die Industrie	294
7.4 Ausblick zur Montage im Automobilbau	297
Anhang	299
Literaturverzeichnis	349