

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungen	IV
Symbole	XI
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Ausgangssituation und Problemstellung	2
1.3 Zielsetzung	4
1.4 Aufbau der Arbeit	5
2 Grundlagen	6
2.1 Produktionssystemplanung	6
2.1.1 Einordnung der Produktionssystemplanung in den Planungsprozess .	6
2.1.2 Aufgaben der Produktionssystemplanung	10
2.1.3 Optimierung von Produktionssystemen	12
2.2 Modellierung	19
2.2.1 Das PPR-Modell	19
2.2.2 Model-Based Systems Engineering (MBSE)	22
2.2.3 Datengetriebene Modellierung	24
2.2.4 Modellierung und Simulation	26
2.3 Zwischenfazit und Darlegung des Forschungsgegenstands	28
3 Stand der Forschung	29
3.1 Kriterien zur Bewertung des Stands der Forschung	29
3.2 Vorstellung ausgewählter Ansätze aus der Literatur	35
3.2.1 Ansätze zur assistierten Produktionssystemplanung	35
3.2.2 Ansätze zur Ähnlichkeitsanalyse von Produkten	40
3.2.3 Ansätze zur modellbasierten Verknüpfung von Produkt und Produktion	42
3.2.4 Ansätze zur Optimierung von Produktionssystemen	45
3.2.5 Ansätze zur modularen Visualisierung und Simulation von Produktions- systemen	48
3.3 Forschungsdefizit und Forschungsfragen	50
4 Eigener Ansatz	56
4.1 Produktanalyse zur Prozessplanung	58

4.1.1	Vorgehen zur Ähnlichkeitsanalyse von Produkten	59
4.1.2	Auswahl geeigneter Ansätze zur Ähnlichkeitsanalyse	62
4.1.3	Erzeugung synthetischer Trainingsdaten	68
4.2	Systemmodellierung zur Ableitung des Prozessvorranggraphen	70
4.2.1	Ontologie für PPR-Systeme	71
4.2.2	Modellierung von PPR-Systemen	74
4.2.3	Datengetriebene Modellierung zur Reduktion des manuellen Aufwands	84
4.3	Optimierung des Produktionssystems	88
4.3.1	Charakterisierung des Assembly Line Balancing Problems	89
4.3.2	Mathematische Formulierung des Assembly Line Balancing Modells	91
4.3.3	Erklärung des entwickelten Assembly Line Balancing Modells	93
4.4	Visualisierung und Simulation des Produktionssystems	103
5	Anwendung und Ergebnisse	109
5.1	Produktanalyse zur Prozessplanung	109
5.1.1	Manuelle Analyse	111
5.1.2	Analyse geometriebeschreibender Merkmale	111
5.1.3	Autoencoder zur Analyse von Punktwolken	112
5.1.4	Analyse lokaler Deskriptoren	114
5.2	Systemmodellierung zur Ableitung des Prozessvorranggraphen	115
5.2.1	Modellierung des PPR-Systems	116
5.2.2	Modellierung der Wechselwirkungen und Ableitung des Prozessvorranggraphen	117
5.2.3	Datengetriebene Modellierung der Wechselwirkungen	120
5.3	Optimierung des Produktionssystems	123
5.3.1	Initialisierung des Assembly Line Balancing Modells	123
5.3.2	Implementierung des Assembly Line Balancing Modells	124
5.3.3	Evaluation und Interpretation der Ergebnisse	127
5.4	Visualisierung und Simulation des Produktionssystems	136
5.4.1	Modulare 3D-Simulation zur Layoutplanung	136
5.4.2	Modular skalierbare Ablaufsimulation zur Hochlaufplanung	139
5.5	Validierung	140
6	Diskussion und Ausblick	143
6.1	Diskussion	143
6.2	Ausblick	148
7	Zusammenfassung	151

Liste eigener Publikationen	153
Literaturverzeichnis	156
Abbildungsverzeichnis	181
Tabellenverzeichnis	187
Anhang	XVII
A1 Anhang zu Kapitel 3 – Stand der Forschung	XVIII
A2 Anhang zu Kapitel 4.2 – Systemmodellierung	XX
A3 Anhang zu Kapitel 4.3 – Optimierung	XXII
A4 Anhang zu Kapitel 4.4 – Simulation	XXXVI
A5 Anhang zu Kapitel 5 – Anwendungsfall	XXXVII
A6 Anhang zu Kapitel 5.1 – Produktanalyse	XXXIX
A7 Anhang zu Kapitel 5.2 – Systemmodellierung	XLVIII
A8 Anhang zu Kapitel 5.3 – Optimierung	LVI
A9 Anhang zu Kapitel 5.4 – Simulation	LXXV
A10 Anhang zu Kapitel 5.5 – Validierung	LXXXV
A11 Anhang zu Kapitel 6.1 – Diskussion	LXXXVI