

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation und Motivation der Arbeit	1
1.2 Ableitung der Forschungsfrage und Aufbau der Arbeit	5
2 Planung und Betrieb energieeffizienter	
Komponentenproduktionen	11
2.1 Grundlagen der automobilen Komponentenproduktion	11
2.2 Methoden und Werkzeuge für Planung und Betrieb der Komponentenproduktion	15
2.2.1 Planungsprozess in der Automobilproduktion	16
2.2.2 Einordnung vorhandener Softwaresysteme und erfasster Produktionsdaten im Betrieb der Produktion ...	24
2.3 Entwicklungen von Cyber-physicalen Systemen und Industrie 4.0	28
2.3.1 Grundlagen der Industrie 4.0 und Cyber-physicaler Produktionssysteme	29
2.3.2 Umsetzungskonzepte in der industriellen Praxis	33
2.4 Energieeffizienz in der Komponentenproduktion	37
2.4.1 Energie- und Medienbedarfe in der Komponentenproduktion	38
2.4.2 Messung des Energiebedarfs in der Produktion	43
2.4.3 Energiemanagementsysteme und Energiedatenerfassungssysteme	45
2.4.4 Methoden und Kennzahlen zur Bewertung der Energieeffizienz	48
2.4.5 Einfluss der Planung auf die Energieeffizienz	52

3 Bestehende Ansätze zur Nutzung cyber-physicaler Produktionssysteme zur Steigerung der Energieeffizienz	61
3.1 Definition von Bewertungskriterien für vorhandene Ansätze	61
3.2 Identifikation relevanter Forschungsansätze	66
3.3 Ansätze zur Planung energieeffizienter Fabriken	69
3.4 Ansätze zur Datendurchgängigkeit zwischen Betrieb und Planung	72
3.5 Ansätze zur Erfassung und Aufbereitung von Energiedaten	74
3.6 Ableitung des Handlungsbedarfs	76
4 Konzept zu cyber-physicalen Produktionssystemen für die energieeffiziente Komponentenproduktion	83
4.1 Anforderungen an die Konzeptentwicklung	83
4.1.1 Anforderungen in der Planung	84
4.1.2 Anforderungen zur Datenerfassung in der Fertigung und Bereitstellung für die Planung	86
4.1.3 Zusammenfassung der Anforderungen an cyber-physical Produktionssysteme für die energieeffiziente Komponentenproduktion	88
4.2 Bezugsrahmen für ein cyber-physicales Produktionssystem für die energieeffiziente Komponentenproduktion	90
4.3 Modul I: Datenmodellierung	93
4.3.1 Konzept zur durchgängigen Datenmodellierung	94
4.3.2 Auswahl der genutzten Standards zur Datenmodellierung	96
4.3.3 Nutzung von AutomationML im Rahmen der Fabrikplanung	102
4.3.4 Realisierung der Verwaltungsschale unter Nutzung von AutomationML und OPC UA	105
4.4 Modul II: Datenaufbereitung	108
4.4.1 Konzept zur Umsetzung der Datenaufbereitung	109
4.4.2 Korrelation Maschinen- und Energiedaten	117
4.4.3 Entwicklung einer Methode zur statistischen Energiedatenanalyse	123
4.4.4 Erweiterung und Validierung der statistischen Energiedatenanalyse	133
4.4.5 Erweiterungspotenziale der statistischen Energiedatenanalyse	140
4.5 Modul III: Technologieanalyse	142

4.5.1	Konzept zur Umsetzung der Technologieanalyse	142
4.5.2	Konzept zum Aufbau einer Energiedatenbank	144
4.5.3	Konzept zur Identifikation von Einsparpotenzialen	149
4.6	Modul IV: Einbindung von Energieeffizienz-Planungswerkzeugen	154
5	Prototypische Umsetzung und exemplarische Anwendung in der automobilen Komponentenproduktion	163
5.1	Beschreibung des Anwendungsfalls und der vorliegenden Datenbasis	164
5.2	Technische Umsetzung der Datenmodellierung	165
5.2.1	Modellierung des Produktionssystems in der Planung ...	165
5.2.2	Inbetriebnahme und automatisierte Parametrierung der Datenerfassungssysteme	171
5.2.3	Integration der Energiedaten in Planungsdatenmodelle	176
5.3	Technische Umsetzung der Datenaufbereitung	177
5.3.1	Technische Umsetzung der Korrelation von Maschinen- und Energiedaten	178
5.3.2	Technische Umsetzung der statistischen Energiedatenanalyse	179
5.4	Technische Umsetzung der Technologieanalyse	183
5.4.1	Technische Umsetzung der Energiedatenbank	184
5.4.2	Umsetzung der Analysefunktionen	186
5.5	Anwendung in der mechanischen Bearbeitung von Kurbelwellen	191
5.5.1	Einsatz in der Planung	192
5.5.2	Ermittlung von Einsparpotenzialen	196
6	Zusammenfassung, Konzeptbewertung und Ausblick	201
6.1	Zusammenfassung und Konzeptbewertung	201
6.2	Ausblick	205