

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>VIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>XI</b>
<b>Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen</b>	<b>XIII</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	3
<b>2 Stand der Technik</b>	<b>4</b>
2.1 Nachhaltigkeitsorientierte Ansätze	4
2.1.1 Corporate Social Responsibility	5
2.1.2 Stoffstrommanagement	5
2.1.3 Energiemanagement im Unternehmen	7
2.1.4 Energiewertstrommethode	9
2.1.5 Ökonomische Zusammenhänge	10
2.2 Grundlagen der Zylinderkopfproduktion	11
2.2.1 Produktion als System	11
2.2.2 Aufbau und Herstellungsprozess eines Zylinderkopfes	12
2.2.3 Fertigungssysteme	16
2.2.4 Betriebszustände von Betriebsmitteln	28
2.3 Industrielle Kommunikationssysteme	31
2.3.1 Feldkommunikation mit Profibus	32
2.3.2 Datenkommunikation mit Profinet	33
2.3.3 Energiemanagement mit Profienergy	34
2.4 Methoden und Werkzeuge der Digitalen Fabrik	35
2.4.1 Anwendungsfelder der Digitalen Fabrik	35
2.4.2 Ablaufsimulation mit Plant Simulation	37
<b>3 Schlussfolgerungen aus dem Stand der Technik</b>	<b>40</b>
3.1 Übersicht aktueller Veröffentlichungen	40
3.1.1 Unternehmensebene	42
3.1.2 Fertigungslinienebene	43
3.1.3 Maschinenebene	44
3.1.4 Technologieebene	44
3.2 Darstellung des Forschungsbedarfs	46
<b>4 Eigener Ansatz</b>	<b>48</b>
4.1 Ableitung eigener Handlungsansätze	48

4.2	Anforderungen und Vorgehensweise	49
4.3	Darstellung der Energie- und Ressourcenströme	52
4.3.1	Darstellung des Produktionsprozesses	52
4.3.2	Identifikation der relevanten Energie- und Ressourcenströme	55
4.3.3	Messung der relevanten Energie- und Ressourcenströme	65
4.4	Simulation des Produktionsprozesses	67
4.4.1	Modellierung des Fertigungsflusses	68
4.4.2	Modellierung der Energieströme	75
4.4.3	Grenzen des Simulationsmodells	79
4.4.4	Simulation der Ausgangssituation	80
4.5	Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen	84
4.6	Verbesserung der Produktgestaltung	88
4.6.1	Energieorientierte Produktgestaltung	88
4.6.2	Reduzierung der Variantenzahl	89
4.7	Verbesserung der Produktionssteuerung	90
4.7.1	verbesserte Ofensteuerung	90
4.7.2	Schichtmodell ohne Wochenendabschaltung	91
4.7.3	Verbesserung der Losgrößenplanung	91
4.7.4	Entkopplung des Fertigungsflusses	92
4.7.5	Flussorientierte Energiesparsteuerung	93
4.8	Verbesserung des Produktionsprozesses	114
4.8.1	Anlieferung von Flüssigaluminium	114
4.8.2	Qualitätssicherung durch Computertomographie	117
4.8.3	Trockenbearbeitung mit flexiblen Bearbeitungszentren	118
4.9	Verbesserung des Wirkungsgrades	120
4.9.1	Rekuperativer Schmelzofen	120
4.9.2	Dezentrale Schmelzöfen	121
4.9.3	Reduzierung der Abwärmeverluste	122
4.9.4	Drehzahlregelung der Pumpen	123
4.9.5	Bearbeitungszeitverkürzung der Transferstraßen	124
4.9.6	Technische Energiesparsteuerung	125
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>127</b>
5.1	Kumuliertes jährliches Einsparpotenzial	127
5.2	Kombiniertes jährliches Einsparpotenzial	129
5.3	Verbesserter Energieverbrauch auf Maschinenebene	130
<b>6</b>	<b>Bewertung</b>	<b>133</b>
6.1	Ausgangssituation	133
6.2	Verbesserungsmaßnahmen	135

---

<b>7 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>140</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>XIV</b>
<b>Anhang A: Fortschrittsplan der spanenden Bearbeitung</b>	<b>XXVI</b>
<b>Anhang B: In- und Outputs der Prozesse Hannover</b>	<b>XXX</b>
<b>Anhang C: In- und Outputs der Prozesse Salzgitter</b>	<b>XXXIII</b>
<b>Anhang D: Messergebnisse Hannover</b>	<b>XLIV</b>
<b>Anhang E: Messergebnisse Salzgitter</b>	<b>XLV</b>
<b>Anhang F: Simulationsergebnisse Salzgitter</b>	<b>XLVI</b>
<b>Anhang G: Parameter der Energiesparstrategien</b>	<b>XLVII</b>
<b>Anhang H: Prozesskette Gießtechnische Fertigung Hannover</b>	<b>XLVIII</b>
<b>Anhang I: Prozesskette Spanende Fertigung Salzgitter</b>	<b>XLIX</b>
<b>Anhang J: Simulationsmodell Gießtechnische Fertigung Hannover</b>	<b>L</b>
<b>Anhang K: Simulationsmodell Spanende Fertigung Salzgitter</b>	<b>LI</b>
<b>Anhang L: Sankey Diagramm Hannover</b>	<b>LII</b>
<b>Anhang M: Sankey Diagramm Salzgitter</b>	<b>LIII</b>