
Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Zeichen	XIII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Ausgangssituation und Problemstellung	2
1.3 Zielsetzung	3
1.4 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	4
2 Grundlagen und Rahmenbedingungen für energieintegrierte Simulationsstudien	7
2.1 Produktionslogistik	8
2.1.1 Einordnung der Produktionslogistik	8
2.1.2 Kennzahlen der Produktionslogistik	11
2.1.3 Schlussfolgerungen für diese Arbeit	15
2.2 Energetische Grundlagen	15
2.2.1 Energie und Leistung	16
2.2.2 Energieeinsatz in der Industrie	17
2.2.3 Energieeffizienz	18
2.2.4 El. Strom	19
2.2.5 Druckluft	24
2.2.6 Gas	27
2.2.7 Ausgewählte Arten der Nutzenergie	29
2.2.8 Kennzahlen der Energietechnik	31
2.3 Produktionsplanung und -steuerung	32
2.3.1 Energie im Kontext der Produktionsplanung und -steuerung	35
2.3.2 Schlussfolgerungen für diese Arbeit	36
2.4 Besondere Rahmenbedingungen bei Aluminiumfelgengießereien in Deutschland	37
2.4.1 Energieeinsparmöglichkeiten	37
2.4.2 Energiekostenanteil	38
2.4.3 Energieintensive Betriebe	38
2.4.4 Energieeinkaufsbedingungen	39
2.4.5 Treibhausgasemissionshandel	39
2.4.6 Energieeinkauf	39

2.4.7	Teilnahme am Regelenergiemarkt mit Demand-Side-Management	40
2.4.8	Schlussfolgerungen für diese Arbeit	41
2.5	Vorgehensweise bei energieintegrierten Simulationsstudien	41
2.6	Erweiterung der Simulationssoftware für energieorientierte Simulationsstudien	44
3	Forschungsstand zu energieintegrierten Simulationsstudien mit Materialflusssimulatoren	47
3.1	Simulationsstudien und Modellierungsansätze anderer Autoren	47
3.2	Möglichkeiten der Implementierung energieintegrierter Modelle in Materialflusssimulatoren	49
3.3	Schlussfolgerung: Spezifikation des Forschungsbedarfs	50
4	Vorgehen zur Modellierung und Implementierung von Energie in der Materialflusssimulation	53
4.1	Wahl des Modellierungsansatzes	53
4.2	Vorgehensweise zur Erstellung ereignisdiskreter Energiemodelle	56
4.3	Vorgehensweise zur Erstellung zeitlich diskreter Energiemodelle	59
5	Modellierung und Implementierung von Gießereianlagen	63
5.1	Energie-Modul zur ereignisdiskreten Modellierung mit logischen Funktionen am Anwendungsbeispiel GIMA	63
5.1.1	Zielsetzung und Ausgangssituation	63
5.1.2	Definition des benötigten Funktionsumfangs	64
5.1.3	Konzeption des Energie-Moduls mit Anwendungsbeispiel	65
5.1.4	Bewertung des entwickelten Energie-Moduls	71
5.2	Zeitdiskrete Modellierung mit Differenzgleichungen und Parameterschätzung für WHO	71
5.2.1	Zielstellung und Ausgangssituation	71
5.2.2	Prozessmodellierung	72
5.2.3	Implementierung in Plant Simulation	89
5.3	Zeitdiskrete Modellierung mittels Differenzgleichungen und theoretischer Parameterbestimmung für TT	91
5.3.1	Zielstellung und Ausgangssituation	91
5.3.2	Prozessmodellierung	92
5.3.3	Implementierung in Plant Simulation	104
6	Energieintegrierte Simulationsstudien von PPS-Alternativen für eine Aluminiumfelgengießerei	107
6.1	Zielsetzung	107

6.2 Untersuchungsraum	109
6.3 Untersuchungsfelder und Gestaltungsalternativen	110
6.4 Modellspezifikation	113
6.5 Integriertes Gießereimodell in Tecnomatix Plant Simulation	114
6.6 Simulationsläufe und Ergebnis	116
6.6.1 TT-Befülltemperatur	117
6.6.2 Produktionszeiten der Gießerei	118
6.6.3 GIMA-Belegung	120
6.6.4 GIMA-Befüllstrategie	121
6.6.5 Optimierung der WHO-Regeltemperatur in Stillstandszeiten, z. B. am Wochenende	125
6.6.6 Einführung eines Spitzenlastmanagementsystems der WHO	126
6.6.7 Zusammenfassung zu den Simulationsstudien	130
7 Zusammenfassung und Ausblick	133
7.1 Zusammenfassung	133
7.2 Ausblick	133
Abbildungen	XVII
Tabellen	XXI
Literatur	XXIII
Anhang	XXXI