

# Inhaltsverzeichnis

## Content

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>XI</b>
<b>Symbolverzeichnis .....</b>	<b>XV</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung .....	1
1.2 Zielsetzung .....	4
1.3 Forschungsansatz .....	5
1.4 Aufbau der Arbeit .....	6
<b>2 Herausforderungen aus der Praxis .....</b>	<b>9</b>
2.1 Produktion von PEM-Brennstoffzellensystemen.....	9
2.1.1 Bestandteile eines PEM-Brennstoffzellensystems.....	9
2.1.2 Herstellung von PEM-Brennstoffzellensystemen.....	14
2.1.3 Zwischenfazit .....	25
2.2 Wirtschaftliche Aspekte von PEM-Brennstoffzellensystemen.....	27
2.2.1 Begriffsbestimmungen und Kostenstrukturdefinition.....	27
2.2.2 Kosten von PEM-Brennstoffzellensystemen.....	29
2.2.3 Zwischenfazit .....	33
2.3 Kostensenkung von Brennstoffzellensystemen .....	35
2.3.1 Handlungsfelder zur Kostensenkung von PEM-Brennstoffzellensystemen.....	35
2.3.2 Begriffsdefinition Skaleneffekte.....	37
2.3.3 Quantifizierung von Skaleneffekten .....	38
2.3.4 Herstellkostensenkung durch Skaleneffekte.....	41
2.3.5 Zwischenfazit .....	48
2.4 Handlungsbedarf aus der Praxis.....	49
<b>3 Grundlagen des Gestaltungsbereiches .....</b>	<b>51</b>
3.1 Anforderungen an die Methodik.....	51
3.1.1 Inhaltliche Anforderungen .....	51
3.1.2 Formale Anforderungen .....	53
3.2 Techniken zur Produktionskostenschätzung.....	54

3.2.1	Activity-Based Costing (ABC).....	56
3.2.2	Feature-Based Costing (FBC) .....	57
3.2.3	Process Based Cost Modeling (PBCM) .....	58
3.2.4	Design for Manufacturing and Assembly (DFMA).....	60
3.2.5	Zwischenfazit .....	61
3.3	Ansätze zur Kostendegression in Produktionssystemen durch Skaleneffekte.....	61
3.3.1	Schätzung der Produktionskosten von PEM-BZ-Systemen nach JAMES ET AL. ....	61
3.3.2	Erfahrungskurvenentwicklung nach WEI ET AL. ....	62
3.3.3	Techno-Ökonomie eines Hochdurchsatzverfahrens nach TOUPIN ET AL.....	62
3.3.4	Technisch-ökonomische Kostenmodellierung nach TALEB ET AL. ....	63
3.3.5	Ansatz zum dynamischen PBCM nach NADEAU ET AL.....	64
3.3.6	Technische Kostenanalyse für PEM-Brennstoffzellen nach BAR-ON ET AL. ....	64
3.4	Methoden zur Ableitung innovativer Prozesstechnologien .....	65
3.4.1	Technologieveränderungen durch Innovationen .....	65
3.4.2	Methodik zur Analyse von Fertigungsprozessen nach SZCZEPANIAK ET AL. ....	67
3.4.3	Konzept zur Lösung technischer Qualitätsprobleme in der Produktion nach JENKE...	68
3.4.4	Entwicklung von hybriden Fertigungstechnologien nach KLOCKE ET AL. ....	68
3.4.5	Verfahren zur Umgestaltung von Produktionssystemen nach KONDOH ET AL.....	69
3.4.6	Prozessinnovationen in Unternehmen und Fertigung nach PAPINNIEMI.....	69
3.5	Handlungsbedarf aus der Theorie .....	70
3.6	Detaillierung der Forschungsfrage.....	72
<b>4</b>	<b>Konzeption der Methodik .....</b>	<b>73</b>
4.1	Grundlagen zur Konzeption einer Methodik .....	73
4.1.1	Grundlagen der Modelltheorie.....	73
4.1.2	Grundlagen der Systemtechnik.....	74
4.2	Grobkonzept der Methodik.....	75
4.2.1	Definition der Aufbaustruktur .....	75
4.2.2	Definition der Ablaufstruktur.....	77
4.2.3	Auswahl einer Modellierungssprache.....	79
4.3	Zusammenfassung der Konzeption der Methodik .....	80
<b>5</b>	<b>Detaillierung der Methodik.....</b>	<b>83</b>
5.1	Detaillierung des Initiierungsmoduls .....	84

---

5.1.1	Notationen im Rahmen der techno-ökonomischen Modellierung .....	86
5.1.2	Phase 1: Prozessmodell .....	86
5.1.3	Phase 1: Betriebsmodell .....	98
5.1.4	Phase 1: Kostenmodell .....	100
5.1.5	Zusammenfassung des Initiierungsmoduls .....	105
5.2	Detaillierung des Analysemoduls .....	106
5.2.1	Phase 2: Hauptkostenbestandteilanalyse .....	106
5.2.2	Phase 3: Lernkurvenanalyse .....	109
5.2.3	Phase 4: Sensitivitätsanalyse .....	112
5.2.4	Zusammenfassung des Analysemoduls .....	115
5.3	Detaillierung des Gestaltungsmoduls .....	115
5.3.1	Phase 5: Technologieoptimierung .....	118
5.3.2	Phase 6: Technologieadaptation .....	124
5.3.3	Phase 7: Technologieengestaltung .....	129
5.3.4	Zusammenfassung des Gestaltungsmoduls .....	134
5.4	Detaillierung des Bewertungsmoduls .....	134
5.4.1	Phase 8: Maßnahmenbewertung und -priorisierung .....	135
5.4.2	Phase 9: Strategieentwicklung .....	145
5.4.3	Zusammenfassung des Bewertungsmoduls .....	146
5.5	Zusammenfassung der Methodik .....	146
<b>6</b>	<b>Validierung und kritische Reflexion der Methodik .....</b>	<b>149</b>
6.1	Anwendung der Methodik .....	149
6.1.1	Anwendung des Initiierungsmoduls .....	149
6.1.2	Anwendung des Analysemoduls .....	151
6.1.3	Anwendung des Gestaltungsmoduls .....	154
6.1.4	Anwendung des Bewertungsmoduls .....	160
6.2	Kritische Reflexion .....	166
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>169</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>173</b>
<b>A</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>195</b>