

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Kurzfassung | iii |
| Abstract | v |
| Formelzeichen | ix |
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 SOFC-Brennstoffzelle und -Brennstoffzellensysteme | 7 |
| 2.1 Funktion und Aufbau einer SOFC-Brennstoffzelle | 10 |
| 2.2 Materialien der SOFC | 13 |
| 2.3 Thermodynamik der Brennstoffzelle | 13 |
| 2.3.1 Die Zellspannung im Ruhezustand | 17 |
| 2.3.2 Die Zellspannung unter Last | 20 |
| 2.4 Synthesegaserzeugung | 26 |
| 2.5 SOFC-Systeme / Stand der Technik | 30 |
| 2.6 Systementwurf | 32 |
| 3 Exergieströme im Brennstoffzellensystem | 35 |
| 3.1 Exergiebilanzen zur Bewertung thermodynamischer Prozesse | 37 |
| 3.2 Implementierung im Systemmodell | 38 |
| 3.3 Referenzumgebung | 39 |
| 4 Modelle der Systemkomponenten | 41 |
| 4.1 Einordnung des Modells / Literaturübersicht | 41 |
| 4.2 Modellgrundlagen | 45 |
| 4.2.1 Stoffmodelle | 46 |
| 4.2.2 Wärmeverluste | 47 |
| 4.3 Dieselkraftstoff | 47 |
| 4.4 Adiabater Dampfreformer | 49 |
| 4.4.1 Eingangsbetrachtungen | 49 |

| | | |
|-----------------------------|--|------------|
| 4.4.2 | Reformermodell | 52 |
| 4.4.3 | Validierung | 55 |
| 4.4.4 | Simulationsergebnisse des Reformermodells | 57 |
| 4.5 | Brennstoffzellenmodul | 63 |
| 4.5.1 | Eingangsbetrachtungen | 63 |
| 4.5.2 | Stackmodell | 65 |
| 4.5.3 | Validierung | 69 |
| 4.5.4 | Simulationsergebnisse | 73 |
| 4.6 | Peripheriekomponenten | 77 |
| 4.6.1 | Wärmeübertrager | 77 |
| 4.6.2 | Oxidationseinheit | 80 |
| 4.6.3 | Gebläse | 80 |
| 4.7 | Druckverluste | 81 |
| 4.7.1 | Druckverlust im Reformer | 82 |
| 4.7.2 | Druckverluste in der SOFC | 82 |
| 4.7.3 | Druckverluste in den Peripheriekomponenten | 84 |
| 5 | Ergebnisse der Systemsimulation | 85 |
| 5.1 | Variation der Rezirkulationsrate | 85 |
| 5.2 | Exergetische Verlustidentifikation | 90 |
| 5.3 | Operative Systemgrenzen | 94 |
| 5.4 | Parameterstudie | 96 |
| 5.5 | Vertrauensbereich | 100 |
| 5.6 | Simulation alternativer Brennstoffe | 102 |
| 6 | Zusammenfassung und Ausblick | 105 |
| A | Anhang | 109 |
| A.1 | Simulationsparameter Brennstoffzellenmodul | 109 |
| A.2 | Wärme- und Druckverlustparameter | 110 |
| A.3 | Verwendete Stoffwerte | 110 |
| A.4 | Exergieverluste und exergetische Wirkungsgrade | 112 |
| Literaturverzeichnis | | 124 |
| Lebenslauf | | 137 |