
Autorin:

Institut:
Mobile Brenngaserzeugungssysteme mit Mitteldestillaten für Hochtemperatur-PEFC

Christiane Wiethege
# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Zielsetzung  
   1

2 Grundlagen und Stand der Technik  
   2.1 Brennstoffzellen und ihre Anwendung  
      2.1.1 Anwendung zur Bordstromversorgung  
      2.1.2 Wahl des Brennstoffzellentyps  
   2.2 Brenngaserzeugung aus Mitteldestillaten  
      2.2.1 Reaktionen  
      2.2.2 Wärme- und Wasserbilanz  
      2.2.3 Verwendete Kraftstoffe  
      2.2.4 Wirkungsgrade  
   2.3 Stand der Technik  
      2.3.1 Bordstromversorgung mit Mitteldestillaten und HT-PEFC  
      2.3.2 Anfahrstrategien  
      2.3.3 Packaging  
   2.4 ...  

3 Entwicklung des Gesamtsystems  
   3.1 Aufbau des integrierten Systems  
   3.2 Druckverluste  
   3.3 Stationäre Simulation  
      3.3.1 Basismodell  
      3.3.2 Fallstudie und Varianten  
   3.4 Packaging  
      3.4.1 Analyse der bestehenden Packages  
      3.4.2 Verbesserungspotential  
      3.4.3 Neues Package-Design  
   3.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen  

4 Methodik der dynamischen Modellierung  
   4.1 Brennstoffzellen-Stack  
      4.1.1 Aufbau des Stacks  
      4.1.2 Stack-Modell  
   4.2 Modellanpassung an experimentelle Ergebnisse  
   4.3 Zusammenfassung  

5 Dynamische Modellierung / Startbrennerentwicklung  
   5.1 Anfahrvorrichtung  
   5.2 Experimentelle Ergebnisse  


<table>
<thead>
<tr>
<th>Chapter</th>
<th>Section</th>
<th>Page</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>5.3</td>
<td>Betriebsstrategie</td>
<td>76</td>
</tr>
<tr>
<td>5.4</td>
<td>Schlussfolgerungen</td>
<td>87</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>Experimente</td>
<td>89</td>
</tr>
<tr>
<td>6.1</td>
<td>Teststände</td>
<td>89</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2</td>
<td>Reformierer und Wasserstoff-Shift</td>
<td>90</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2.1</td>
<td>Beschreibung des Teststands</td>
<td>90</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2.2</td>
<td>Beschreibung der Versuchspläne</td>
<td>93</td>
</tr>
<tr>
<td>6.2.3</td>
<td>Versuchsergebnisse</td>
<td>95</td>
</tr>
<tr>
<td>6.3</td>
<td>Brenngaserzeugungssystem</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>6.3.1</td>
<td>Beschreibung des Teststands</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>6.3.2</td>
<td>Ergebnisse</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>6.4</td>
<td>Brennstoffzellsystem</td>
<td>104</td>
</tr>
<tr>
<td>6.4.1</td>
<td>Stacks der Firma Sartorius</td>
<td>104</td>
</tr>
<tr>
<td>6.4.2</td>
<td>Jülich Stack III</td>
<td>107</td>
</tr>
<tr>
<td>6.5</td>
<td>Fehleranalyse</td>
<td>114</td>
</tr>
<tr>
<td>6.6</td>
<td>Schlussfolgerungen</td>
<td>116</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>Gesamtsystembetrachtung</td>
<td>119</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>Zusammenfassung</td>
<td>125</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>Ausblick</td>
<td>129</td>
</tr>
</tbody>
</table>
A Anhang zu Kapitel 2 131
   A.1 Reformentwicklung am IEK-3 ........................................ 131

B Anhang zu Kapitel 3 133
   B.1 Fließbilder zu den Druckverlustversuchen .......................... 133
   B.2 Ergebnisse der Druckverlustversuche ................................ 135
   B.3 Wandstärkenberechnung nach AD 2000 ................................. 138

C Anhang zu Kapitel 4 139
   C.1 Vereinfachung Brennstoffzellen-Modell .............................. 139
   C.2 MATLAB-Simulink-Verschaltung für ATR-Wärmetauscher .............. 140
   C.3 Zusammensetzung der Luft für die Simulation ........................ 140

D Anhang zu Kapitel 5 141
   D.1 Kennlinie Verdichter .................................................... 141
   D.2 Stoffdaten ................................................................. 142
   D.3 Berechnung der Filmtemperatur ...................................... 143
   D.4 Startbrenner-Teststand ............................................... 145
   D.5 Parameter für das MATLAB-Simulink-Modell ......................... 147

E Anhang zu Kapitel 6 151
   E.1 Analysegeräte ............................................................. 151
   E.2 Versuchspläne für ATR 8V2 ............................................. 152
   E.3 Versuchsplan zur Charakterisierung des Reformers ATR AH1 ........ 153
   E.4 Daten zu den Stacks der Firma Sartorius ............................ 153

Nomenklatur 155

Abbildungsverzeichnis 159

Tabellenverzeichnis 163

Literaturverzeichnis 165