

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| Vorwort | IX |
| 1 Einführung | 1 |
| 1.1 Das Konzept des Buches | 3 |
| 1.2 Die Form des Buches | 4 |
| 2 Eigenschaften des Wasserstoffs | 6 |
| 2.1 Thermodynamische Zustandsberechnung | 7 |
| 2.1.1 Wasserstoff als ideales Gas | 8 |
| 2.1.2 Wasserstoff als reales Gas | 10 |
| 2.1.3 Wasserstoff und die Wärmekapazität | 12 |
| 2.1.4 Dissipation und Effizienz | 14 |
| 2.1.5 Viskosität und Wärmeleitfähigkeit | 17 |
| 2.1.6 Anteile und Konzentrationen in Mischungen | 19 |
| 2.1.7 Anwendung von Mischungsregeln | 23 |
| 2.2 Permeationsverhalten von Wasserstoff | 26 |
| 2.2.1 Permeation durch Metalle | 27 |
| 2.2.2 Permeation durch Kunststoffe | 29 |
| 2.3 Metallversprödung unter Wasserstoffeinfluss | 30 |
| 2.3.1 Versprödung bei quasistationärem Betriebszustand | 31 |
| 2.3.1.1 Spannungsberechnung an einer Rissspitze ... | 31 |
| 2.3.1.2 Anwendung des Leck-vor-Bruch-Kriteriums ... | 32 |
| 2.3.2 Risswachstum unter zyklischer Beanspruchung | 37 |
| 2.4 Sicherheit von Gemischen mit Wasserstoff | 41 |
| 2.5 Thermodynamik der Wasserelektrolyse | 44 |
| 2.6 Verbrennung mit Wasserstoff | 47 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3 | Wirtschaftlichkeit von Wasserstoffprojekten | 50 |
| 4 | Aufgaben und Potenziale des Wasserstoffs | 53 |
| | 4.1 Wasserstoff in der Sektorenkopplung | 53 |
| | 4.2 Wasserstoff als Zusatz in Gasnetzen | 56 |
| 5 | Wasserstofferzeugung | 57 |
| | 5.1 Wasserstoff aus fossilen Quellen | 58 |
| | 5.1.1 Dampfreformierung | 58 |
| | 5.1.2 Thermische Pyrolyse | 62 |
| | 5.2 Wasserstoff aus regenerativen Quellen | 63 |
| | 5.2.1 Elektrolytische Wasserstoffproduktion | 63 |
| | 5.2.2 Biologische Wasserstoffproduktion | 69 |
| 6 | Wasserstofftransport durch Leitungen | 72 |
| | 6.1 Druckverlust in Rohrleitungen | 73 |
| | 6.2 Einspeisung in nachgeschaltete Systeme | 76 |
| 7 | Fluidenergiemaschinen für Wasserstoff | 79 |
| | 7.1 Kolbenverdichter | 79 |
| | 7.2 Gasturbine | 80 |
| | 7.3 Expansionsanlage | 82 |
| 8 | Verflüssigter Wasserstoff | 85 |
| 9 | Wasserstoffspeicher | 87 |
| | 9.1 Wasserstoff in Fahrzeug-Tankbehältern | 87 |
| | 9.2 Wasserstoff in Salzkavernen | 89 |
| | 9.3 Wasserstoff in Metallhydriden | 94 |
| 10 | Wasserstoffanwendungen | 95 |
| | 10.1 Wasserstoff und die Ammoniaksynthese | 95 |
| | 10.2 Wasserstoff und synthetisches Methan | 96 |
| | 10.3 Wasserstoff in lokalen Verteilnetzen | 101 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 11 | Lösungen zu allen Aufgabenstellungen | 105 |
| 11.1 | Die Eigenschaften des Wasserstoffs | 105 |
| 11.2 | Wirtschaftlichkeit von Wasserstoffprojekten | 143 |
| 11.3 | Aufgaben und Potenziale des Wasserstoffs | 147 |
| 11.4 | Wasserstofferzeugung | 149 |
| 11.5 | Wasserstofftransport durch Leitungen | 161 |
| 11.6 | Fluidenergiemaschinen für Wasserstoff | 165 |
| 11.7 | Verflüssigter Wasserstoff | 168 |
| 11.8 | Wasserstoffspeicher | 169 |
| 11.9 | Wasserstoffanwendungen | 175 |
| | Anhang A: Einheiten und deren Umrechnungen | 189 |
| | Anhang B: Formelzeichen und Einheiten | 191 |
| | Anhang C: Abkürzungen und Eigennamen | 198 |
| | Anhang D: Verwendete Naturkonstanten und Bezugsgrößen | 200 |
| | Literaturverzeichnis | 201 |
| | Index | 203 |