

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Bildverzeichnis</b>	.....	X
<b>Tabellenverzeichnis</b>	.....	XII
<b>1. Einführung</b>	.....	1
<b>2. Der Speicher als Systemelement eines Solarkraftwerks</b>	.....	11
<b>2.1 Solare Einstrahlung und Speicherkapazität</b>	.....	11
<b>2.2 Das Solarvielfache</b>	.....	18
<b>2.3 Der Kapazitätsfaktor und der Deckungsfaktor</b>	.....	21
<b>3. Modell eines passiven Gesteinsspeichers</b>	.....	24
<b>3.1 Thermodynamische Beschreibung des Speichermoduls</b>	.....	28
<b>3.1.1 Differentialgleichungen des Wärmeaustauschs</b>	.....	33
<b>3.1.2 Numerische Lösung mittels Differenzenverfahren</b>	.....	37
<b>3.2 Technische Auslegung des Speichermoduls</b>	.....	39
<b>3.2.1 Geometrie des Speichermantels</b>	.....	40
<b>3.2.2 Geometrie der Besatzmatrix</b>	.....	44
<b>3.2.3 Materialwerte des Speicherbesatzes</b>	.....	58
<b>3.2.4 Speicherverluste und Wärmedämmung</b>	.....	61
<b>3.2.5 Definition des Referenzmoduls</b>	.....	75
<b>3.3 Dynamisches Verhalten des Referenzmoduls</b>	.....	75
<b>3.3.1 Einschwingen der Speicherprofile</b>	.....	76
<b>3.3.2 Einfluß der Beaufschlagungsfunktion</b>	.....	80
<b>3.3.3 Einfluß der Dauer des Ladezyklus</b>	.....	83
<b>3.3.4 Einfluß der Menge der zugeführten Beaufschlagung</b>	.....	85
<b>4. Das Solarturmkraftwerkmodell PROSES-PLANT</b>	.....	96
<b>4.1 Einstrahlungsmodul</b>	.....	97
<b>4.1.1 Astronomische Modellgleichungen</b>	.....	97
<b>4.1.2 Atmosphärische Trübung</b>	.....	98
<b>4.1.3 Eingabeparameter zum Einstrahlungsmodul</b>	.....	100
<b>4.2 Der Spiegelfeldmodul</b>	.....	102
<b>4.2.1 Cosinusverluste</b>	.....	102

4.2.2 Auffangverluste . . . . .	103
4.2.3 Atmosphärenverluste . . . . .	103
4.2.4 Blockierung . . . . .	103
4.2.5 Abschattung . . . . .	103
4.2.6 Eingabeparameter zum Spiegelfeldmodul . . . . .	104
4.3 Der Receivermodul . . . . .	105
4.3.1 Wärmeleitungsverluste des Receivers . . . . .	108
4.3.2 Konvektionsverluste des Receivers . . . . .	109
4.3.3 Rückstrahlungsverluste des Receivers . . . . .	110
4.3.4 Receiverwirkungsgrad von GAST 20 . . . . .	110
4.3.5 Eingabeparameter zum Receivermodul . . . . .	112
4.4 Der Gaskreislauf . . . . .	116
4.4.1 Thermodynamische Beschreibung . . . . .	116
4.4.2 Eingabeparameter zum Kreislaufmodul . . . . .	118
4.5 Der Speichermodul . . . . .	120
4.5.1 Regelung von Ladung und Entladung . . . . .	120
4.5.2 Eingabeparameter zum Speichermodul . . . . .	120
4.6 Der Steuermodul . . . . .	122
4.6.1 Die Systemsteuerung . . . . .	122
4.6.2 Die Eingabeparameter zum Steuermodul . . . . .	125
 5. PROSES-Rechnungen mit einem 20 MW <sub>el</sub> Referenzkraftwerk	127
5.1 Auslegung eines 20 MW <sub>el</sub> Referenzkraftwerkes . . . . .	127
5.1.1 Standort und Einstrahlung . . . . .	129
5.1.2 Heliostatenfeld . . . . .	129
5.1.3 Receiver . . . . .	131
5.1.4 Offener Gaskreislauf . . . . .	132
5.2 Ergebnisse der Jahressimulationen mit PROSES 20 . .	133
5.2.1 Mittlere Jahreswirkungsgrade . . . . .	133
5.2.1.1 Heliostatenfeldwirkungsgrad . . . . .	133
5.2.1.2 Receiverwirkungsgrad . . . . .	134
5.2.1.3 Kreislaufwirkungsgrad . . . . .	134
5.2.1.4 Systemwirkungsgrad . . . . .	135
5.2.2 Jährliche Energieausbeute . . . . .	138
 6. Wirtschaftlichkeit des modularen Speichersystems . .	143
6.1 Kostenanalyse von Solarturmkraftwerken . . . . .	143
6.2 Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung . . . . .	145

IX

<b>6.3 Das Kostenprogramm PROSES-COSTS . . . . .</b>	<b>152</b>
<b>6.3.1 Eingabeparameter von PROSES-COSTS . . . . .</b>	<b>153</b>
<b>6.3.1.1 Programmsteuerungsvariablen . . . . .</b>	<b>154</b>
<b>6.3.1.2 Relevante Zeitangaben für die Kostenrechnung . . . . .</b>	<b>155</b>
<b>6.3.1.3 Jahresarbeit . . . . .</b>	<b>155</b>
<b>6.3.1.4 Allgemeine Kostendaten . . . . .</b>	<b>155</b>
<b>6.3.1.5 Anlagenspezifische Kostendaten . . . . .</b>	<b>156</b>
<b>6.4 Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalyse . . . . .</b>	<b>159</b>
<b>7. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen . . . . .</b>	<b>168</b>
<b>Bedeutung der verwendeten Symbole . . . . .</b>	<b>174</b>
<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>180</b>