

Inhaltsverzeichnis

1. Übersicht	1
2. Thermische Energiespeicher in Solarkraftwerken	4
2.1 Einführung	4
2.2 Ausführung und Klassifikation von thermischen Energiespeichern	5
2.3 Grundsätzliche energetische Betrachtung	9
2.3.1 Zusammenhang zwischen Speicherkapazität und Solarfeldgröße	9
2.3.2 Energieflußbild	12
2.4 Berechnung von thermischen Energiespeichern in Solarkraftwerken	13
3. Berechnung von Regeneratoren	17
3.1 Einführung	17
3.2 Regeneratoren für fühlbare Wärme	17
3.2.1 Differentialgleichungen des Regenerators	18
3.2.2 Lösung für das erste Aufheizen	26
3.2.3 Direkte Berechnung des Beharrungszustands	28
3.2.4 Nutzungsgrad, Ungleichförmigkeitsgrad, exergetischer Wirkungsgrad	33
3.3 Regeneratoren für fühlbare und latente Wärme	42
3.3.1 Berechnung von Erstarrungsvorgängen	42
3.3.2 Wärmeleitungsmodell mit Phasenwechsel und Berücksichtigung der Konvektion in der flüssigen Phase	45
3.4 Auslegung von Regeneratoren für ein Parabolrinnen-Solarkraftwerk	48
3.4.1 Beton-Regenerator	49
3.4.2 Phasenwechsel-Regenerator	55
3.4.3 Verbund-Regenerator	57
4. Berechnung des Solarkraftwerksprozesses	62
4.1 Einführung	62
4.2 Beschreibung der Modellbildung	62
4.3 Beschreibung der Lösungsmethode	65
4.3.1 Analyse der Problemdefinition	65
4.3.2 Notwendige Bedingungen für die Lösbarkeit des mathematischen Modells	68

4.4	Parabolrinnen-Solarkraftwerk SEGS VIII.....	72
4.4.1	Auslegung	73
4.4.2	Teillast	76
4.4.3	Solarer Betrieb der Anlage	79
4.4.4	Betrieb beim Entladen des Speichers.....	83
4.4.5	Betrieb beim Beladen des Speichers	85
5.	Bewertung des Speichers im Parabolrinnen-Solarkraftwerk SEGS VIII	87
5.1	Einführung.....	87
5.2	Bilanzierung der Energieflüsse.....	90
5.2.1	Teillastbetrieb, Anfahrvorgänge und Betriebsgrenzen.....	91
5.2.2	Leistungsflüsse.....	97
5.3	Variation der Solarfeldgröße und der Speicherkapazität	99
5.3.1	Einfluß auf die Betriebsdauer	99
5.3.2	Einfluß auf den Wirkungsgrad.....	101
5.4	Wirtschaftlichkeitsrechnung	102
5.4.1	Stromgestehungskosten.....	103
5.4.2	Erlöse	109
6.	Zusammenfassung	111
Anhang	113
A.	Methoden zur Berechnung eines stationären Betriebspunktes thermischer Prozesse.....	113
A.1	Sequentielle modulare Methode	113
A.2	Simultane modulare Methode	114
A.3	Gleichungsorientierte Methode.....	115
A.4	Vergleich der unterschiedlichen Methoden	117
B.	Simultane Lösungsmethoden eines nichtlinearen Gleichungssystems.....	118
B.1	Newton-Raphson-Methode - mehrdimensionale Nullstellensuche	119
B.2	Methode des steilsten Abstiegs - Minimierungsverfahren	120
B.3	Methode von Marquardt.....	121
C.	Implementation des Simulationsprogramms EASY.....	122
C.1	Merkmale des Simulationsprogramms	122
C.2	Eingabesprache	123
Literatur	128