



Lasse Nielsen (Autor)

GuD-Druckluftspeicherkraftwerk mit Wärmespeicher



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6457>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Kurzfassung	III
Abstract	V
Symbolverzeichnis	XI
1. Einleitung	1
1.1. Hintergründe und Ziel der Arbeit	1
1.2. Entwicklung und Potential erneuerbarer Energien	1
1.3. Negative Auswirkungen eines hohen Anteils erneuerbarer Energi- en an der Stromerzeugung	2
1.4. Energiespeichersysteme	3
1.5. Speicherbedarf	5
2. Stand der Technik	7
2.1. Druckluftspeicherkraftwerke	7
2.1.1. Diabate Prozessführung	9
2.1.2. Adiabate Prozessführung	16
2.1.3. Speicherwirkungsgrad von CAES-Anlagen	19
2.2. Turbokompressoren, Gasturbinen und GuD-Anlagen	24
2.2.1. Turbokompressoren	24
2.2.2. Gasturbinen und GuD-Anlagen	26
2.2.3. ALSTOM-ET 11 NM-Luftspeicherturbine	29
2.3. Druckluftspeicherbehälter	30
2.3.1. Salzkavernen	30
2.3.2. Kavernen im Gestein, stillgelegte Bergwerke und Aquifere	42
2.3.3. Luftspeichersäcke	43
2.3.4. Stahlbehälter und Röhrenspeicher	43
2.4. Hochtemperaturwärmespeicher	44
2.4.1. AA-CAES-Wärmespeicher	44
2.4.2. Wärmespeichertypen in solarthermischen Kraftwerken . .	46



3. ISACOAST-CC-Konzept	47
3.1. Allgemeine Konzeptbeschreibung	47
3.1.1. Auslegung und Design	50
3.2. Kaverne und Solependelbecken	56
3.2.1. Anforderungen und Design	56
3.2.2. Solekonzentration	60
3.2.3. Löslichkeitsproblematik von Luft in Sole	60
3.2.4. Großlochbohrungen	63
3.3. Hochtemperaturwärmespeicher	64
3.3.1. Spiralförmiger Rippenrohr-Sandwärmespeicher	64
3.3.2. 2-Tank-Wärmespeicher	66
3.3.3. Thermocline-Wärmespeicher	68
3.4. Hochtemperaturrohrleitung	68
3.5. GuD-Anlage im ISACOAST-CC-Konzept	69
3.5.1. Notwendige Gasturbinenmodifikationen	70
3.5.2. Betriebsverhalten	70
3.6. Auslegungsvarianten	72
3.7. Zusammenfassung der Vorteile und kritischen Aspekte	74
4. Modellbildung	77
4.1. Kreislaufsimulationsprogramm ENBIPRO	77
4.2. Instationäre Modelle	78
4.2.1. Teilisobare Kaverne	78
4.2.2. Gleitdruckspeicherkaverne	90
4.2.3. 0-dimensionaler Wärmespeicher	96
4.2.4. 1-dimensionaler Wärmespeicher	99
4.2.5. Solependelbecken	107
4.3. Quasistationäre Modelle	110
4.3.1. Gasturbinenbrennkammer	110
4.3.2. Verdichter	114
4.3.3. Turbine	119
4.4. Weitere Komponenten	122
5. Analyse und Simulationsergebnisse	123
5.1. GuD-Anlage	123
5.1.1. Simulation des geregelten Anfahrvorgangs einer Gasturbine	123
5.1.2. Simulation des Abhitzedampferzeugers einer GuD-Anlage	131
5.2. Speicherkomponenten	144
5.2.1. Zeitlicher Verlauf des Temperaturprofils in der Kavernen-	
wand	144
5.2.2. Auswirkungen von ausfallendem NaCl auf das Kavernen-	
volumen	148



5.2.3.	Anfahrvorgang eines Verdichters im Druckluftspeicherbetrieb	151
5.3.	Druckluftspeicherbetrieb von ISACOAST-CC-Anlagen	154
5.3.1.	Variante A für 6 h Speicherbetrieb	154
5.3.2.	Variante A mit veränderter Verdichteranordnung	177
5.3.3.	Variante B für 24 h Speicherbetrieb	181
5.3.4.	Variante C mit Topping-Cycle	183
5.3.5.	Energetische und Exergetische Analyse	194
6.	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des ISACOAST-CC-Konzepts	199
6.1.	Allgemein	199
6.2.	Wirtschaftlichkeitsanalyse mittels MATLAB/Simulink	200
6.2.1.	Modellbeschreibung	201
6.2.2.	Kostenaufstellung	204
6.2.3.	Ergebnisse	207
7.	Zusammenfassung und Ausblick	213
A.	Anhang	217