

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>V</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>VI</b>
<b>Abkürzungs- und Symbolverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Hintergrund.....	1
1.2 Zielsetzung und Methodik.....	5
<b>2 Thema der Arbeit im Kontext der Technologieentwicklung .....</b>	<b>6</b>
2.1 Bedeutung solarthermischer Wärmeerzeugung .....	6
2.1.1 Historische Entwicklungen.....	6
2.1.2 Heutige Marktsituation solarer Prozesswärme.....	9
2.2 Entwicklungen im Bereich der solaren Prozesswärme .....	11
2.2.1 Branchenstudien.....	13
2.2.2 Ausgewählte Pilotanlagen.....	14
2.2.3 Allgemeine Integrationskonzepte .....	16
2.3 Etablierte Integrationskonzepte im Gebäudesektor.....	20
2.3.1 Solaranlagen zur reinen Trinkwassererwärmung .....	21
2.3.2 Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung und Raumheizung.....	22
2.3.3 Solare Nahwärmeanlagen .....	24
<b>3 Besonderheiten der Galvanikindustrie .....</b>	<b>27</b>
3.1 Überblick über die Galvano- und Oberflächentechnik.....	27
3.2 Analyse exemplarischer Galvanikunternehmen.....	30
3.2.1 Charakteristische Phasen einer Produktionswoche .....	32
3.2.2 Abstrahiertes Wärmelastprofil .....	35
3.2.3 Randbedingungen in der Galvanikindustrie für die solare Wärmebereitstellung .....	39
<b>4 Anlagenkonzepte für die Bereitstellung von solarer Prozesswärme ....</b>	<b>41</b>
4.1 Merkmale einer solaren Prozesswärmeanlage .....	41

4.1.1	Integrationsstelle im konventionellen Wärmeversorgungssystem .....	41
4.1.2	Hydraulische Einbindung von Speichern.....	48
4.2	Spezifisches Anlagenkonzept für die Galvanikindustrie.....	53
4.2.1	Wahl der Integrationsstelle.....	53
4.2.2	Speichereinbindung mit dynamischem Beladebereich .....	56
<b>5</b>	<b>Speicherkonzepte im Feldtest .....</b>	<b>59</b>
5.1	Vorstellung der Feldtestanlage.....	59
5.1.1	Verbrauchsstruktur der Wärmeabnehmer .....	60
5.1.2	Dimensionierung des Solarsystems .....	62
5.2	Betriebserfahrungen mit verschiedenen Speicherkonzepten.....	64
5.2.1	Speichereinbindung mit dynamischem Beladebereich im Vergleich zur herkömmlichen Speicherhydraulik.....	65
5.2.2	Speichereinbindung mit Speicherumgehung .....	78
5.3	Erkenntnisse aus dem Feldtest.....	81
5.3.1	Vergleich der Speicherhydraulik.....	81
5.3.2	Temperaturabsenkung im Grundlastmodus .....	83
<b>6</b>	<b>Simulation verschiedener Anlagentypen.....</b>	<b>84</b>
6.1	Analysierte Prozesswärmanlagen.....	84
6.1.1	Hydraulik der vier Anlagenkonzepte.....	85
6.1.2	Wärmelastprofile und Dimensionierung des Kollektorfeldes .....	88
6.1.3	Verwendeter Wetterdatensatz.....	90
6.2	Variationsgrenzen wichtiger Systemparameter .....	91
6.2.1	Temperaturniveau der Prozesswärmeversorgung.....	91
6.2.2	Verlustkoeffizient der Speicherwärmedämmung.....	91
6.2.3	Spezifisches Speichervolumen .....	93
6.3	Vorstellung der Simulationstechnik.....	93
6.3.1	Simulationsumgebung.....	93
6.3.2	Mathematisches Modell .....	94
6.3.3	Temperaturverläufe .....	97
6.3.4	Fazit zur Modellierung .....	100
6.3.5	Parametervariation nach DoE-Methodik .....	101
6.4	Solarerträge bei reiner Prozesswärmebereitstellung.....	105
6.4.1	Ertragsprognosen in den Variationsgrenzen.....	106
6.4.2	Einfluss der Strahlungsintensität.....	111

6.5	Solarerträge bei Prozess- und Raumwärmebereitstellung.....	113
6.5.1	Ertragsprognosen in den Variationsgrenzen.....	114
6.5.2	Einfluss der Strahlungsintensität und bediente Wärmeverbraucher.....	118
6.6	Wirtschaftlichkeit eines Speicher .....	121
6.7	Weitere Anwendungsfälle.....	126
6.8	Erkenntnisse aus den Simulationsergebnissen.....	128
<b>7</b>	<b>Diskussion und Ausblick.....</b>	<b>131</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>134</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>150</b>