

Optimierung und Weiterentwicklung eines Lehrsystems zur solaren Meerwasserentsalzung

Diplomarbeit
Im Studiengang Umwelttechnik/Regenerative Energien

an der
Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

vorgelegt von

Anne Meister
Mat.-Nr.: 0511438

Berlin, 5.7.09 A. Meister

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	3
1.1 WELTWASSERPROBLEMATIK AM BEISPIEL DES JEMEN.....	3
1.2 BILDUNGSARBEIT ZUR FÖRDERUNG VON NACHHALTIGKEITSBEWUSSTSEIN....	6
1.3 AUFGABENSTELLUNG	8
1.4 ZIELSTELLUNG.....	9
2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN	11
2.1 FORMEN DER WÄRMEÜBERTRAGUNG	11
2.1.1 Wärmestrahlung.....	11
2.1.1.1 Lang- und kurzwellige Strahlung.....	11
2.1.1.2 Selektive Beschichtung	14
2.1.2 Wärmeleitung.....	14
2.1.3 Konvektion.....	15
2.1.4 Wärmedurchgang.....	16
2.2 WÄRMEBILANZ.....	18
2.2.1 Bestimmung der Nutzleistung	19
2.2.1.1 Ermittlung der zugeführten Solarstrahlung	19
2.2.1.2 Berechnung des Wirkungsgrades	20
2.2.2 Enthalpie und Kondensatproduktion	21
2.2.3 Kühlleistung.....	22
3 OPTIMIERUNG DURCH VARIANTENFINDUNG	25
3.1 AUSGANGSBEDINGUNGEN	25
3.1.1 Parabolspiegel.....	26
3.1.2 IST-Zustand des Versuches	27
3.2 BEWERTUNGSKRITERIEN	28
3.3 BESCHREIBUNG DER VARIANTEN 1 - 4.....	29
3.3.1 Vakuumröhrenkollektor-Variante (V1).....	29
3.3.2 Labordestillations-Variante V2.....	31
3.3.3 Kompakte Variante V3	33
3.3.4 Optimierte IST-Variante V4	35
3.4 GEGENÜBERSTELLUNG DER VARIANTEN	36
3.4.1 Kriterium 1: Technische Kennwerte.....	37
3.4.2 Kriterium 2: Nachvollziehbarkeit des Experiments.....	37
3.4.3 Kriterium 3-5	38
3.4.4 Bewertung der Varianten	39
3.5 AUSWAHL DER VARIANTE	39
4 LABORAUFBAU UND VERWENDETE MESSTECHNIK	41
4.1 KONZIPIERUNG DER LABORVERSUCHE	41
4.1.1 Anpassung der Teilversuche.....	42
4.1.2 Variation des Aufbaus der Teilversuche.....	42
4.1.3 Probleme bei der Dimensionierung eines Sonnensimulators	43
4.1.4 Unterteilung des Laborablaufs	45
4.2 VERSUCHSAUFBAU DER THERMISCHEN VERSUCHE.....	46

4.2.1 Dimensionierung der verwendeten Komponenten	46
4.2.2 Realisation der Teilversuche im Laboraufbau	49
4.3 AUFBAU DER OPTISCHEN VERSUCHE	50
4.3.1 Messung des Brennpunktes	51
4.3.2 Versuchsablauf.....	52
4.4 VERWENDETE MESSTECHNIK	52
4.4.1 Temperaturmessung.....	53
4.4.2 Solarstrahlungsmessung.....	54
5 MESSDURCHFÜHRUNG UND AUSWERTUNG	55
5.1 DURCHFÜHRUNG DER VERSUCHE 1-3	55
5.1.1 Teilversuch 1 (TV1).....	56
5.1.2 Teilversuch 2 (TV2).....	57
5.1.3 Teilversuch 3 (TV3).....	58
5.2 PROBLEME BEI DER VERSUCHSDURCHFÜHRUNG.....	58
5.3 AUSWERTUNG DER MESSDATEN	60
5.3.1 Thermische Versuche	60
5.3.1.1 Berechnung der Nutzleistung	60
5.3.1.2 Berechnung der verdampften Menge	61
5.3.1.3 Berechnung und Messung des Kolbenmassenstrom	62
5.3.1.4 Berechnung der Kühlleistung.....	64
5.3.1.5 Einfluss des Kühlmassenstroms	66
5.3.1.6 Einfluss des Salzgehaltes	68
5.3.2 Optische Versuche	69
5.3.2.1 Berechnung der Nutzleistung	69
5.3.2.2 Berechnung des Wirkungsgrads.....	70
5.3.2.3 Vergleich der Anlaufzeit t	71
6 AUSBLICK	72
6.1 ZUSAMMENFASSUNG DER WEITERENTWICKLUNG	72
6.1.1 Integration neuer Lerninhalte.....	73
6.1.2 Robustheit und Flexibilität der Apparatur	73
6.1.3 Umsetzung von Bildungsarbeit.....	74
6.2 BEDEUTUNG DES EXPERIMENTEINSATZES	75
ANHANG	77
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	77
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	78
QUELLENVERZEICHNIS	79
NOMENKLATUR.....	81
SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	84
MESSDATEN.....	85
TABELLEN.....	93