

Untersuchung einer solargestützten Wärmepumpenheizung im Hochgebirge

Die DGS-Sektion München/Oberbayern konnte am 29. 7. 1987 Herrn Wolfgang Schöllkopf für einen Vortragsabend gewinnen. Er referierte über die solargestützte Wärmepumpenheizungsanlage auf der Zugspitze. Er ist maßgeblich an der Meßwerterfassung und der Konzeption von Simulationsrechnungen dieser Anlage beteiligt. Im Folgenden werden die wichtigsten Punkte wiedergegeben.

Datenerfassung

Der Ende 1985 aufgetretene Defekt an der Meßerfassung der Wärmepumpenanlage auf der Zugspitze war von so grundlegender Natur, daß ein neuer leistungsfähiger Meßrechner installiert wurde. Er sollte einmal die Funktionen des alten Erfassungssystems (Erfassung der Meßdaten, Datenfernübertragung) erfüllen und darüber hinaus geeignet sein, die Steuerung und Regelung der solargestützten Wärmepumpenanlage zu übernehmen. Das Meßdatenerfassungskonzept einerseits über Prozeßrechner und andererseits über die Zählertafel blieb dabei unverändert. Ein wesentlicher Vorteil des neuen Prozeßrechners ist seine Kompatibilität mit den institutsinternen Rechnern, die zum Datenempfang und zur Datenauswertung eingesetzt werden. Notwendigerweise mußte für diese neue Meßdatenerfassung auch ein neues Meßprogramm geschrieben werden. Mit einem Hauptmodul wird die Zeitverwaltung des Programms erledigt, mit vier Prozeß-Modulen (MESS-, WATCHDOG-, REGEL-, SAVE-Prozeß) werden die eigentlichen Programmfunktionen vollzogen.

Mit diesem Programm läßt sich ein Meßtakt von 30 Sekunden für insgesamt 95 Meßkanäle realisieren. Die Dauer eines Meßzyklus beträgt dabei 8,1 s. Die Daten werden vom MESS-Prozeß auf 10-Minutenmittelwerte reduziert und auf einer RAM-Disc abgelegt. Der SAVE-Prozeß ist für die Datenfernübertragung (alle 24 Stunden) nach München zuständig. Diese Datenübertragung erfolgt um 2.00 Uhr über Telefonleitung und dauert ca. 30 Minuten, da sie nur in Meßpausen läuft. In umgekehrter Richtung können auch von München zur Zugspitze mit dieser Hardware Informationen gesendet werden. Der SAVE-Prozeß sichert anschließend die Daten auf Diskette. Der WATCHDOG-Prozeß kontrolliert alle 30 s die einwandfreie Funktion des Programms und veranlaßt bei Fehlermeldung einen Programmneustart. Der REGEL-Prozeß ist vorbereitet, jedoch noch nicht im einzelnen definiert. Er soll Informationen aus der Meßwerterfassung zur Regelung der Anlage benutzen.

Auswertung der Meßdaten

Für die Kontrolle der von der Zugspitze gesendeten Daten wurde ein Programm entwickelt, das Standardplots, Tagesbilanzen und den Tagesverlauf

von bestimmten Variablen darstellen kann. Am Bildschirm wird die jeweilige Funktion über ein Menu ausgewählt, dargestellt und gegebenenfalls eine Hardcopy erstellt. Mit ihm wird täglich anhand der gesendeten Meßdaten das fehlerfreie Funktionieren von Anlage und Meßdatenerfassung geprüft.

Für einen Einstieg in die Simulation der Anlage bzw. des Gebäudes werden zunächst die Kenngrößen der Anlagenkomponenten benötigt. Mit Daten aus den Jahren 1984 und 1985 stand uns eine ausreichende Datenbasis zur Verfügung. Mit Meßdatensätzen ausgewählter Tage wurden über multilineare Regression die Parameter der Speicher und der Rohrleitungen bestimmt. Zusätzlich zu den experimentellen Werten wurden dieselben Parameter aus Materialdaten unter Zuhilfenahme von Literaturwerten berechnet.

	berechnete	experimentelle Werte
Speicher:		
Wärmeverlustkoeffizient	20,9+/-2,2 W/K	23,9+/-1,3 W/K
Wärmekapazität	15,4 MJ/K	14,9+/-0,9 MJ/K
Rohre: Wärmeverlust pro Meter		
Durchmesser 39 mm	0,13 W/K	
Durchmesser 50 mm	0,15 W/K	0,12-0,18 W/K
Durchmesser 65 mm	0,17 W/K	
Kollektoren:		
optische Konversionsgrad $\alpha \tau$	0,82	Hersteller-
Wärmeverlustkoeffizient U_L	6,0 W/m ² K	angaben
Kollektorwirkungsgradfaktor F'	0,95	
Parameter der Anlagenkomponenten Solaranlage Zugspitze		

Technische Daten der Solaranlage Zugspitze

Betriebsgebäude:		
Nutzfläche		300 m ²
beheiztes Volumen		950 m ³
K-Wert konstanter Verlust		
Gebäude-Bodenplatte		1,36 kW
Gebäude-Fels (Seite)		0,9 kW
variabler Wärmeverlust		
Gebäude-Schutzhülle		360 W/K
Kollektoren:		
Fläche		50 m ²
(48 Module BBC Flachkollektoren)		6 W/m ² K
k-Wert		0,82
optischer Wirkungsgrad		100 l/m ² h
Nenndurchsatz		
Speicher:		
Volumen 2 Speicher mit je		2,27 m ³
Speicherkapazität C		15 MJ/K (4,2 kWh/K)
k-Wert der Speicher		22 W/K
Wärmepumpe:		
elektrische Sole-Sole WP		
Nennleistung		10 kW (thermisch)
Jahresarbeitszahl (gemittelt 84/85)		3,22
bei Berücksichtigung der Pumpenergie		2,96
Heizmedium:		
BBC-Solarquid		
(70 Vol% Glykol, 30 Vol% Wasser)		
Frostgrenze -40 °C		
Rohrsystem:		
Solarkreis		152 m
k-Wert (50 mm Durchmesser)		21 W/K
Heizkreis		40 m
k-Wert (65 mm Durchmesser)		6 W/K

Neben diesen Parametern muß für Simulationen die Bestrahlungsstärke auf die Kollektoren bekannt sein. Im Fall dieses Kollektorfelds ist dies nicht trivial, da die Kollektormodule unterschiedlich ausgerichtet und wegen der Montage unter der Wetterhülle abhängig von Tages- und Jahreszeit unterschiedlich verschattet sind. Die 48 Module (Fläche 1,14 m²) sind in drei Feldern angeordnet, die sich der hyperbolischen Hüllengestalt anschmiegen. Ihr Anstellwinkel variiert von 62–74 Grad, die Ausrichtung von –19 bis –64 Grad Azimutwinkel. Damit ergibt sich eine effektiv wirksame Kollektorfläche von ca. 50,2 m². Um eine repräsentative Strahlung meßtechnisch zu erfassen, sind innerhalb der Hülle drei Pyranometer in unterschiedlichen Positionen angeordnet. Es war also ein Verfahren zu finden, wie aus diesen Meßwerten eine mittlere, relevante Einstrahlung auf die Kollektoren zu ermitteln ist. Dabei mußten sowohl tages- wie jahreszeitliche Einflüsse wie

- Abschattungen durch das Rohrstabgeflecht der Hülle
- Einengungen des Öffnungswinkels durch die Aluminiumhülle, Eis und Schnee
- Abschattung durch vorgebaute Antennen
- Reflexionsverluste an den Acrylglas-scheiben der Hülle

abschätzt werden. Ein weiteres Ziel war nun, aus den Meßdaten den Heizbedarf des Gebäudes zu bestimmen. Mit einer Modellierung des Gebäudes untersuchten wir den Heizbedarf in dem Zeitraum Nov. 84 bis Okt. 85. Unser Modell teilt den

Hülleninnenraum in drei Klimazonen ein (1 = Betriebsgebäude, 2 = Zwischenraum Betriebsgebäude/Felswand), 3 = Bereich zwischen Betriebsgebäude/Hülle). Zusätzlich wurden die Transmissionswärmeverluste durch die Bodenplatte zum Fels und die internen Wärmeerzeuger (Richtfunkanlage und Ventilatoren) berücksichtigt. Die Wärmeverluste des Betriebsgebäudes zum Fels und zum Hülleninnenraum wurden aus Meßdaten über eine Ausgleichsrechnung aus Tagesdaten bestimmt. Es zeigte sich, daß die Heizleistung linear von der Temperaturdifferenz (Monatsmittelwerte) zwischen Hülleninnenraum und Betriebsgebäude abhängt.

Interne Wärmequellen:	
Richtfunkanlage	2,4 kW
Ventilatoren	0,79 kW Winter 0,90 kW Sommer

Wärmeverluste:	
durch die Bodenplatte	1,36 kW
Betriebsgebäude/Felswand	0,9 kW
k-Wert Betriebsgebäude	103 W/K

Wärmeverluste und Wärmequellen des Betriebsgebäudes	
---	--

Für die Auslegungstemperatur von –24 °C ergibt sich daraus eine maximale Last von 18,1 kW. Die Bilanz aus 12 Monaten (11/84 bis 10/85) ergab einen Heizenergieverbrauch von 117 GJ, der Heizbedarf liegt bei 219 GJ. Davon werden ca. 48 Prozent durch interne Wärmequellen gedeckt.

Ausblick

Da nun die Parameter der Solaranlage und die des Heizungssystems bekannt sind, sollen mit einem angepaßten Simulationsprogramm Verbesserungsmaßnahmen quantitativ untersucht werden. Zunächst sind dabei nur Regelungsverbesserungen ins Auge gefaßt. Diese Regelung wird auf die volle Information aus der Meßdatenerfassung zurückgreifen können.

Umbaumaßnahmen an der Anlage selbst sollen in Simulationsläufen quantitativ untersucht werden. Läßt sich die Wirtschaftlichkeit einer bestimmten Maßnahme nachweisen, ist zu hoffen, daß die Bundespost bereit ist, neue Investitionen zur Verbesserung des Heizungssystems vorzunehmen.

Im Rahmen der Bau Tec 1987 in Berlin wird der Landesverband Berlin der DGS am 15. Oktober 1987 eine Informationsveranstaltung abhalten. Die vom Senator für Wirtschaft und Arbeit geförderte Veranstaltung hat das Thema: Rationelle Energieverwendung und Solarenergienutzung – Entwicklungstendenzen.

Nähere Informationen können ab Anfang September bei der Geschäftsstelle des LV Berlin angefordert werden.

Einladung

DGS-Sektion Rheinhessen-Pfalz
veranstaltet

Wochenendtagung

eine
in

Lambrecht/Pfalz

Termin: 21. / 22. November 1987
 Ort: Heimvolkshochschule Lambrecht / Pfalz
 Kosten: DM 130,- incl. Übernachtung, Verpflegung, Weinprobe
 Themen: – Thermische Solarkollektoren
 – Photovoltaik
 – Verbraucherberatung
 – Kommunale Anwendung regenerativer Energien

Kontaktadresse: Ing. J. Schuth · Max-Planck-Straße 45 · 6500 Mainz