

200-W-Radialgebläse wird mit einem Diffusor an den Kollektor angeflanscht. Als Wärmedämmung gegen den Untergrund im Kollektor werden 3 cm dicke Styroporplatten verwendet. Eine im Kollektor eingelegte und am Seitenteil und Mittelstück befestigte schwarze, 0,2 mm dicke PE-Folie dient als Absorber. Folienschürzen am Trocknerahmen dichten das System nach außen ab.

Das zu trocknende Produkt liegt auf einem engmaschigen Kunststoffnetz, welches das Abfließen überschüssiger Flüssigkeit aus dem Gut oder von der Gutvorbehandlung erlaubt. Das Endprodukt läßt sich nach der Trocknung mit Hilfe des Netzes zu leicht entfernbaren Haufen aufschütten. Trockner und Kollektor sind mit einer 3lagigen PE-Noppenfolie bespannt, die sich durch

ihre UV-Beständigkeit und durch eine hohe mechanische Festigkeit auszeichnet. Im Bereich niedriger Luftdurchsätze wirkt sich ihr guter Wärmedämmwert positiv auf die erzielbare Temperaturerhöhung im Kollektor aus.

Die Folien mit längs angeschweißten PE-Kedern sind in PVC-Profilen eingezogen, die auf dem Rahmen festgeschraubt sind. Auf der Trocknerseite ist das Profil nicht festgeschraubt, sondern wird, um ein einfaches Öffnen und Schließen des Trockners zum Befüllen, Entleeren und zur Kontrolle zu gewährleisten, an der Seitenwand mit der Folie heruntergespannt und mit Haken an Schrauben eingehängt.

Zahlreiche Meßergebnisse aus Feldversuchen an diesem Trockner, die mit Sultana-Trauben durchgeführt wurden,

haben gezeigt, daß es mit diesem System möglich ist

- die Trocknungszeit von Trauben und Rosinen gegenüber traditionellen Verfahren bis zu 60 Prozent zu kürzen,
- die Produktqualität hinsichtlich Farbe, Geschmack und Verunreinigung deutlich zu heben,
- das Wetterrisiko nahezu aufzuheben und
- die Massenverluste stark zu verringern.

Eine ökonomische Betrachtung des solaren Tunneltrockners mit integriertem Kollektor hat gezeigt, daß sich die Anlage schon nach der ersten oder zweiten Ernteperiode amortisiert haben kann.

Für Freibäder: Absorber oder Sonnenkollektor?

Ergebnisse einer vergleichenden Untersuchung im Rhein-Main-Gebiet

Im März dieses Jahres veranstaltete die Arbeitsgemeinschaft Solartechnik Bergstraße e.V. den 2. Hessischen Solaren Schwimmbadkongress. Geschäftsführer Helmut Meister wartete in seiner Begrüßungsrede mit einem interessanten Zahlenvergleich auf: Die rund 3000 Freischwimmbäder in der Bundesrepublik verbrauchen im Jahr etwa 250 000 t Rohöl. Diese hätten die Außenhandelsbilanz 1984 mit rund 160 Mill. DM belastet. Gemessen an den rund 50 000 Milliarden Außenhandelsüberschuß sei das zwar ein vergleichsweise geringer Betrag, aber, und dann dachte Meister an den Staat Madagaskar: Dessen gesamter Staatshaushalt belief sich im gleichen Zeitraum auf 240 Mill. DM. Von

dem, was wir für Schwimmbadheizung ausgeben, bestreitet dieser Staat also zwei Drittel seines Jahresetats.

Einer der Referenten des Kongresses war DGS-Mitglied Dr. Falk Auer. Er präsentierte die Ergebnisse einer vergleichenden Untersuchung von Sonnenkollektoren und Absorbern zur solaren Schwimmbaderwärmung. Als Beispiel für die Vergleichsuntersuchung diente ihm das Freibad der Stadt Langenselbold im östlichen Rhein-Main-Gebiet. Obwohl die Ergebnisse, wie er betonte, keine Rückschlüsse auf andere Standorte zuließen, geben wir seine Ausführung verkürzt wieder, denn Auers methodischer Ansatz ist standortunabhängig.

Anlaß zu der vorliegenden Untersuchung war eine Diskussion während des 1. Hessischen Schwimmbadkongresses, ob in unseren Breiten der Sonnenkollektor oder der Absorber die kostengünstigere Alternative zur Beheizung von Freischwimmbädern in den Sommermonaten ist. Der Kollektor mit einer transparenten Abdeckung nach unten verspricht höhere Nutztemperaturen; er kommt deshalb mit einer kleineren Fläche aus. Der Absorber dagegen ist mit seiner schwarzen Fläche direkt der Witterung ausgesetzt und daher in seiner Leistungsfähigkeit geringer; sein Preis beträgt aber auch nur etwa ein Drittel von dem eines Sonnenkollektors. Es erhebt sich die Frage, ob und unter welchen Bedingungen der Absorber trotz seiner geringeren Leistung mit dem Sonnenkollektor konkurrieren kann.

Die Antwort liefert ein Rechenprogramm, das die gesamten Energieflüsse bei einem Freischwimmbad in Abhängigkeit von der Witterung, der Leistungscharakteristik der Energie-

wandler und der Wärmeverluste des Beckens simuliert. Dabei sind zwei Philosophen zu beachten: Die einen verzichten bei der solaren Beckenerwärmung völlig auf eine konventionelle Nachheizung und legen die Kollektorfläche so aus, daß im Saisonmittel z.B. 23 °C erreicht werden. Zu Beginn und am Ende der Badesaison sowie während Schlechtwetterperioden muß der Nutzer dann allerdings Wassertemperaturen in Kauf nehmen, die beachtlich unter diesem Mittel liegen können. Deshalb fordern die anderen, es müssen immer die 23 °C gewährleistet sein, was eine konventionelle Nachheizung bedingt. Der Vergleich mit einer Öl- oder Gasbeheizung ist in diesem Fall realistisch. Die folgenden Simulationsrechnungen gehen von einer vorgegebenen konstanten Beckentemperatur aus.

Das Rechenprogramm FREIS 82

Für die Berechnung der Wärmeverluste des Beckens und der Kennlinien der solaren Energiewandler sind die Wetterelemente Globalstrahlung, Windge-

schwindigkeit, Umgebungstemperatur und relative Luftfeuchte notwendig. Sie liegen als stündliche Meßwerte vor. Mit Hilfe dieser Daten berechnet das Programm das stündliche Energieangebot des solar-thermischen Wandlers und addiert es zusammen mit dem Globalstrahlungsgewinn auf die Wasseroberfläche zu den Verlusten des Beckens, die ebenfalls stündlich bilanziert werden. Sie bestehen aus einer Wärmeabfuhr bedingt durch Verdunstung, Konvektion, Strahlung und Frischwasser.

Je nach Sonnenstrahlung ergibt sich bei dieser Energiebilanz eine Temperaturerhöhung oder -erniedrigung bezogen auf die vorgegebene Becken-Solltemperatur von z.B. 23 °C. Ein Temperaturdefizit wird als eine entsprechende Nachheizenergie ausgewiesen. Liegt die Beckentemperatur über der Solltemperatur, so ist keine Nacherwärmung erforderlich. Diese stündliche Bilanzierung wiederholt sich 124mal (Anzahl der Saisonstunden), wobei Tages-, Monats- und Saisonwerte des solaren Deckungsanteiles ausgedruckt werden. Die anschließende Wirtschaftlichkeitsanalyse gibt Auskunft über das kostengünstigste System.

Beispiel Langenselbold

Als Beispiel für den Vergleich von Sonnenkollektor und Absorber wurde das Freibad der Stadt Langenselbold (Main-Kinzig-Kreis) im östlichen Rhein-Main-Gebiet gewählt. Es sei an dieser Stelle aber schon erwähnt, daß die Ergebnisse keine Rückschlüsse auf andere Standorte zulassen; eine optimale Auswahl und Auslegung muß von Region zu Region neu ermittelt werden.

Eingabedaten

Standort: Langenselbold/Main-Kinzig-Kreis, 50° n. Br., 9° östl.L., 125 m über N.N.

Freibad: 1375 m² großes Becken für Nichtschwimmer, Schwimmer und Springer (L-förmig), mittlere Tiefe 2 m; keine Abdeckung.

Becken-Solltemperatur: 22, 24, 26 und 28 °C.

Frischwasser: 0 bis 6 %/Tag des Beckenvolumens, abhängig von Besucherzahl, Temperatur 14 °C.

Wetterdaten (Saisonmittel 1979): Globalstrahlung bei 38° Südneigung 4,5 kWh/m²/d

Windgeschwindigkeit 1,2 m/s

Umgebungstemperatur 17,1 °C

Relative Luftfeuchte 72 %

Saison: 15. 5. bis 15. 9. 1979, leicht unterdurchschnittliche Strahlungssaison

Sonnenkollektor:

Einscheiben-Abdeckung,

Konversionsfaktor $\eta_0 = 0,72$,

Wärmeverlustfaktor $k = 5 \text{ W/m}^2/\text{K}$;

Einschalt-Temperaturdifferenz 5 K

Massendurchfluß 60 kg/m²/h, externer Wärmetauscher

Absorber: Kennlinien als Funktion der Globalstrahlung, Windgeschwindigkeit, Umgebungs- und Himmelstemperatur; Einschalttemperaturdifferenz 2 K, Massendurchfluß 60 kg/m²/h, ohne externen Wärmetauscher.

Kollektor/Absorberfläche: 25, 50, 100 und 150 % der Beckenoberfläche ($\alpha = 0,25, 0,5, 1$ und $1,5$)

Wirtschaftlichkeit:

– Investition Kollektor 350 und 450 DM/m², Lebensdauer 20 Jahre

– Investition Absorber 100 und 150 DM/m², Lebensdauer 10 Jahre

– Betrachtungszeitraum gleich Lebensdauer (Restwert 0)

– Kapitalzins 8 % / a

– Inflation 4 % / a

– keine Energiepreissteigerung und Betriebskosten angenommen

– konventionelle Nachheizung (Öl/Gas) 6 Pf./kWh, bei einem Kesselwirkungsgrad von 75 % entsprechen dem 9 Pf./kWh Brennstoffkosten einschließlich Mehrwertsteuer (keine Berücksichtigung des Heizkessels, da nur Vergleich Kollektor/Absorber).

Ergebnisse

Mit den genannten Eingabedaten berechnet das Programm zunächst den solaren Deckungsanteil f , also den prozentualen Anteil am Bedarf, den die Sonne bei einer bestimmten Solltemperatur decken kann. Bild 1 zeigt den Solaranteil f als Funktion von α , dem Verhältnis von Kollektor-/Absorberfläche

zur Beckenoberfläche. Eine hundertprozentige Deckung des Bedarfs ist in dem interessierenden Solltemperaturbereich auch bei noch so großer solarer Empfangsfläche nicht möglich. Das liegt daran, daß das Becken nicht abgedeckt ist und keinen saisonalen Speicher darstellt. Beachtenswert ist aber der nur 6 Prozentpunkte geringere Solaranteil des Absorbers gegenüber dem Kollektor, wenn Empfangs- und Beckenfläche gleich groß sind ($\alpha = 1$). – In einem zweiten Schritt werden die Annuität und der Solarpreis berechnet. Der Solarpreis stellt das Verhältnis von Annuität und saisonal genutzter Energie dar, z.B. in Pf./kWh. Er ist im Bild 2 in Abhängigkeit von α und der Becken-Solltemperatur von 22 °C dargestellt.

Prinzipiell geht aus den graphischen Darstellungen (von denen hier nur zwei abgedruckt sind) hervor, daß sowohl der Kollektor als auch der Absorber unabhängig von der Beckentemperatur eine wirtschaftliche Lösung im Vergleich zum konventionellen Brennstoffpreis von 9 Pf./kWh (unter Berücksichtigung eines Kessels sogar noch mehr) darstellt, wenn die Empfangsfläche kleiner als die Beckenfläche ist. Der minimale Preis liegt bei 7 Pf./kWh. Eine Ausnahme bildet lediglich der Kollektor bei einer Beckentemperatur von 22 °C.

Bei Annahme geringer Investitionskosten für den Absorber stellt sich ab 24 °C ein Kostenminimum bei $\alpha = 0,75$ ein; bei höheren Temperaturen verschiebt es sich zu sehr hohen Absorberflächen. Hier überkompensiert die Energieeinsparung die Absorberkosten. Beim Kollektor ist das anders: wegen der hohen Investitionskosten und dem nur geringfügig höheren Solaranteil steigt der Solarpreis mit zunehmender Kollektorfläche an.

Empfehlungen

Die geeignete Auswahl und Auslegung hängt von der gewünschten Beckensolltemperatur ab. Für das Rhein-Main-Gebiet gilt:

Im Temperaturbereich zwischen 22 und 24 °C gibt es keinen deutlichen Vorteil für den Kollektor oder Absorber; der Solarpreis ist für den Kollektor bei $\alpha = 0,25$ etwa gleich mit dem beim Absorber bei $\alpha = 0,75$. Entscheidend für einen bestimmten Energiewandler könnte eventuell der vorhandene Platz sein.

Bei Temperaturen von 26 bis 28 °C hat der Kollektor bis etwa $\alpha = 0,6$ wirtschaftliche Vorteile, bei größerer Empfangsfläche der Absorber.

Eine Auslegung der Empfangsflächen bis zur Größe der Beckenoberfläche kann für das Rhein-Main-Gebiet nicht als ökonomisch sinnvoll betrachtet werden. Einer Untersuchung wert wären noch technische und ökonomische Details, wie optimaler Massendurchsatz, Einschalt-Temperaturdifferenz und unterschiedliche Lebensdauer der Energiewandler. Schließlich sollten auch noch Solarsysteme ohne Nachheizung sowie ohne und mit einer Beckenabdeckung auf ihre optimale Auslegung hin untersucht werden.

Nachrichten

Die japanische Firma Sanyo hat Muster von photovoltaisch betriebenen Fernsehgeräten nach China und in verschiedene ostasiatische Länder geliefert. Über ein Solarzellenpaneel von 120 x 80 cm wird eine Batterie bis 50 W aufgeladen. Bei 2000 Sonnenstunden jährlich könne man auf diese Weise täglich fünf Stunden fernsehen, heißt es in einem Bericht der Financial Times.

Rund 80 Mill. Dollar will die kalifornische Pacific Gas and Electric Company für ein photovoltaisches Kraftwerk ausgeben, um eine Gemeinde mit 10 000 Menschen ausreichend mit Strom zu versorgen. Beteiligt daran ist die große Ingenieurfirma Bechtel; eine Förderung durch die amerikanische Bundesregierung wird angestrebt.

In Deutschland sind derzeit mehr als 60 000 chemische Substanzen auf dem Markt. Das wurde auf dem 1. Deutschen Umwelttag in Würzburg bekanntgegeben. Die von ihnen ausgehenden Belastungen für Mensch und Umwelt seien häufig nur in Ansätzen erkennbar. Gefordert wird eine aktive gelenkte Chemiepolitik. Zur Gefahrenabwehr besonders schädlicher Chemikalien seien Verbote erforderlich. Die Produktion von Chlorkohlenwasserstoffen sei einzustellen. Das geforderte Regelwerk zur Steuerung der chemischen Produktion müsse neben dem Schutz der Umwelt und des Verbrauchers den „stofflichen Arbeitsschutz“ als dritte tragende Säule festschreiben.

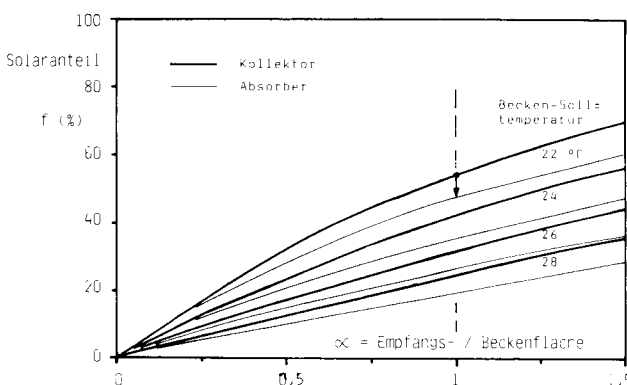


Bild 1. Der Solaranteil f als Funktion von α = Kollektor- oder Absorberfläche / Beckenoberfläche mit der Becken-Solltemperatur (hier 22 °C) als Parameter.

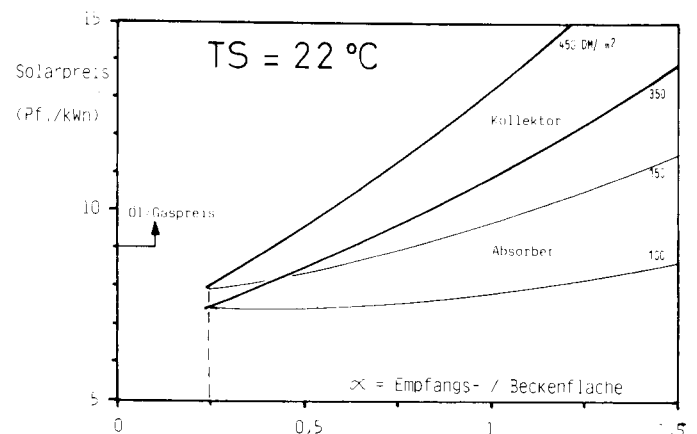


Bild 2. Der spezifische Solarpreis als Funktion von minimalen und maximalen Investitionskosten (Zahlen in DM/m²) beim Kollektor und Absorber; Becken-Solltemperatur TS = 22 °C