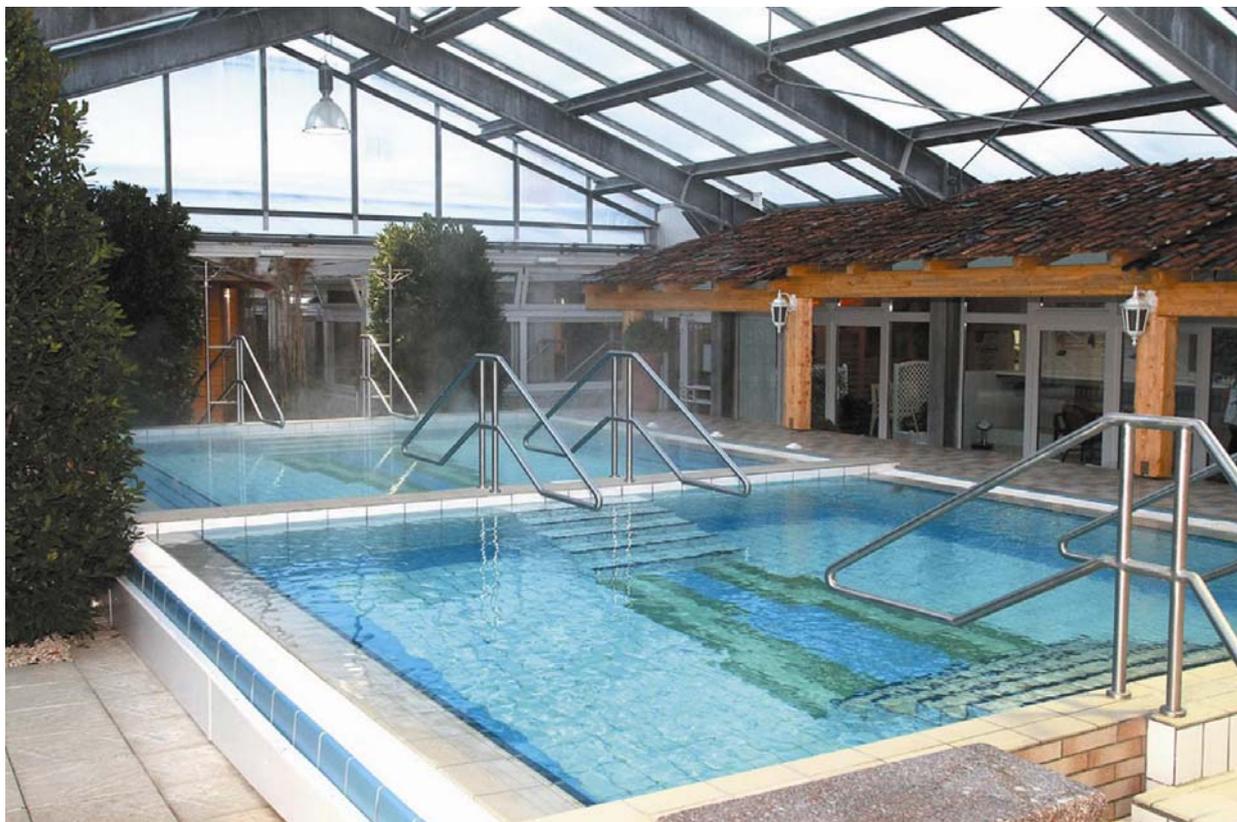


Energetisch spektakulär: Panorama-Sauna Holzweiler

KfW fördert Schwimmbäder als „Prozesswärme“



ROLF MEIßNER*

Die Panorama Sauna in Grafschaft erfreut sich dank ihrer Größe und idyllischen Lage im ländlichen Holzweiler eines großen Anhängerkreises aus dem Großraum Köln / Koblenz. Der Charme dieses wegweisenden Solarprojektes besteht in dessen Minimalismus. Konventionelle solarthermische Anlagen stehen manchmal im Ruf, kompliziert und störanfällig zu sein.

Bei der Panorama Sauna wurde konsequent ein System angewandt, das es gestattet, auf so ziemlich alles zu verzichten, was bisher zu einer Solaranlage dazugehörte und Kosten oder Probleme bereiten könnte: Frostschutzmittel, Befüllstation, Solarstation, Wärmetauscher, Tichelmann-Verrohrung, Kollektorfeld-Entlüfter und -Drosselventile, Sekundärpumpe, Solarspeicher, Schichtleiteinrichtung, Umlenkventil sowie Dämmstoffmatten und Kupfer in den Kollektoren. Dies ist nicht etwa Ausdruck besonderer Einfalt oder Vergesslichkeit der Erbauer, sondern das Ergebnis jahrelanger Forschung und Entwicklung weit abseits der ausgetretenen Pfade. Indem die Anlage von Anfang an alle Erwartungen erfüllt, erbringt sie den Beweis der Überlegenheit dieses Konzeptes und der nahezu universellen Anwendbarkeit auf bereits existierende oder neu zu errichtende Wärmenetze.

Bild 1 • Die Panorama Sauna in Grafschaft erfreut sich dank ihrer Größe und idyllischen Lage im ländlichen Holzweiler eines großen Anhängerkreises aus dem Großraum Köln/Koblenz.

Kosten und Rentabilität

Obwohl mit dem Marktanreizprogramm (MAP) versucht wird, den Systemnachteil und die geringere Leistung von konventionellen Flachkollektoren und Glykolanlagen durch die Förderung des Mehrbedarfs an Kollektorfläche und Speicher auszugleichen, sind minimalistische Hochleistungsanlagen wie die Panorama Sauna wegen des ständigen solaren Mehrertrages, des geringeren Strombedarfs, des wesentlich geringeren Wartungs- und Ersatzteilbedarfs und des Fehlens des sonst aller drei Jahre zu

wechselnden Frostschutzmittels derzeit unschlagbar rentabel (Tabelle 1).

Gemäß einer T*SOL-Simulation und anhand der seit Februar 2008 gewonnenen Erfahrungen wird die Panorama Sauna etwa 630 Kilowattstunden pro Quadratmeter Bruttokollektorfläche und Jahr, also mehr als 60 MWh Solarenergie sammeln. Davon werden weit über 55 MWh pro Jahr, also mindestens 550 kWh/m² dem System zugute kommen. Die Gesamtkosten der Solaranlage betragen ca. 51.000 €. Unter diesen Bedingungen und weiteren Annahmen hat sich diese Investition voraussichtlich nach 4,8 Jahren amortisiert. Über eine Betriebszeit von 20 Jahren wird sie weit über eine Gigawattstunde an Gas bzw. fast 500.000 Euro sparen und die Bildung von über 300 Tonnen CO₂ vermeiden. Die Anlage wird in 20 Jahren die Investitionskosten ca. 15-mal einbringen, was einer Effektivverzinsung der Investition von ca. 15 % entspricht. Hierbei wurde u. a. ein jährlicher Kapitalzins von 4 %, eine jährliche Inflation von 3 %, eine jährliche Energiepreissteigerung von 12 % (seit 2003 beträgt sie etwa 19 %!), eine Förderung von 24 % und eine steuerliche Abschreibung der Investition von 35 %, verteilt über die ersten 10 Jahre, angenommen. Der aktuelle Energiepreis beträgt 9,2 Eurocent pro Kilowattstunde. Tatsächlich sind die Verhältnisse komplizierter, was hier nicht im Detail erläutert werden soll: Erstens werden die Solaranlage und ihr Ertrag geleast und zweitens wird dem Betreiber beim Energiepreis ein variabler Großabnehmerrabatt eingeräumt. Der Jahresnutzungsgrad der Gasbrennwertkessel, das ist der jahresdurchschnittliche Anlagenwirkungsgrad über alle Betriebszyklen, wird optimistisch auf 85 % geschätzt. Damit werden alle Betriebsverluste erfasst. Die Investitionskostenentwicklung (rote Linie in Bild 4) ergibt sich nach Abzug der Förderung. Die Entwicklung der „gesparten Energiekosten“ (schwarze Linie) zeigt, dass es mit der Investition bereits 5 vor 12 war und es schwer fällt, hier wirklich noch vom „Sparen“ zu sprechen (Tabelle 2).

Anlagenbeschreibung

Vorher wurde die Panorama Sauna mit zwei Gasbrennwertkesseln mit je 460 Kilowatt beheizt. Aus einer früheren Modernisierung besitzt die Anlage ein Mini-BHKW mit ca. 40 kW (thermisch), das in den Kesselrücklauf eingebunden ist (3 in Bild 5), was die Kessel auf Temperatur hält. Dieses BHKW stünde mit

einer konventionellen Flachkollektoranlage in unversöhnlicher Konkurrenz, weil diese auch nur in den Kesselrücklauf zur Vorwärmung eingebunden werden könnte. Weil das BHKW jedoch ständig wertvollen Strom erzeugen soll (ca. 138.000 kWh pro Jahr), bekommt es vom Betreiber den Vorrang eingeräumt, was den Flachkollektorwirkungsgrad dramatisch verschlechtern würde. Die CPC-Vakuumröhrenkollektoranlage kümmert sich dagegen aufgrund ihres

hohen, wenig temperaturabhängigen Wirkungsgrades um die Rücklaufemperaturen überhaupt nicht. Die Einbindung parallel zu den Kesseln kommt übrigens auch dem Wirkungsgrad der Gaskessel zugute.

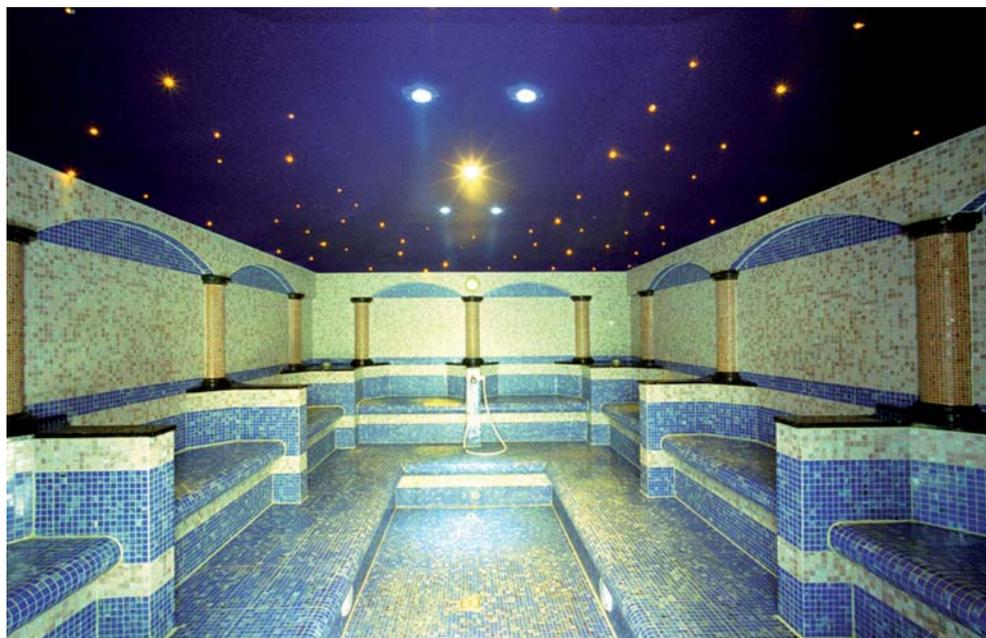
Bei diesem Prinzip (Bild 5) wird die Solaranlage (1) wie ein gewöhnlicher Heizkessel direkt an den Wärmeverteiler (7) angeschlossen wie auch die konventionelle Warmwasserbereitungsanlage (4), die Heizkreise (6) oder aber auch ein eventueller Prozesswärmekreis und die Kessel (5). Das ist ohne zusätzlichen Solarspeicher möglich, wenn der Solarwärmeanteil relativ klein ist, z. B. bis 20 %, und wenn die meiste Wärme während der Sonnenscheinstunden und täglich benötigt wird. Die Ausdehnung des Wassers im Solarkreis erfolgt in ein separates

Tabelle 1 • Angenommene Parameter zur Wirtschaftlichkeitsabschätzung (Quelle: Paradigma)

Annahmeparameter	
Bruttokollektorfläche	98 m ²
solarer Jahresgewinn	550 kWh/m ² a
Investitionskosten (ohne Steuern)	520 €/m ²
Energiepreis heute	9,2 Cent/kWh
eff. Jahresnutzungsgrad ohne Solaranlage	85 %
Betriebszeit	20 Jahre
Direktförderung	0 €/m ²
prozentuale Förderung	24 %
steuerlicher Abschreibungssatz	35 %
verteilt auf die Zeit von	10 Jahren
Mehrwertsteuer	19 %
jährliche Alterung der Kollektoren	0,2 %
jährliche Betriebskosten	2 %
Großwartung nach der Zeit von	15 Jahren
für anteilige Investitionskosten von	6 %
jährlicher Kapitalzins	4 %
jährliche Inflation	3 %
jährliche Energiepreissteigerung	12 %

Tabelle 2 • Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsabschätzung (Quelle: Paradigma)

Betriebsergebnisse	pro m ²	gesamt	
Die Solaranlage spart über die Betriebszeit im ersten Jahr gesparte Energiekosten	10793	1057762	kWh
abzüglich Betriebskosten	59,53	5834	€
insgesamt gesparte Energiekosten	1,19	117	€
vermiedener CO ₂ - Ausstoß (0,3 kg/kWh))	4235	415020	€
reale Investitionskosten	3,2	317	Tonnen
Amortisationszeit	257	25174	€
Gewinn nach Ablauf der Amortisationszeit	4,8		Jahre
Effektive Verzinsung des Gewinns	3904	382601	€
Effektive Verzinsung der Investition	14,6		%
Das entspräche einem Energiepreis ab heute von	15,0		%
return on investment (ROI)	2,4		Cent/kWh
	15,2		



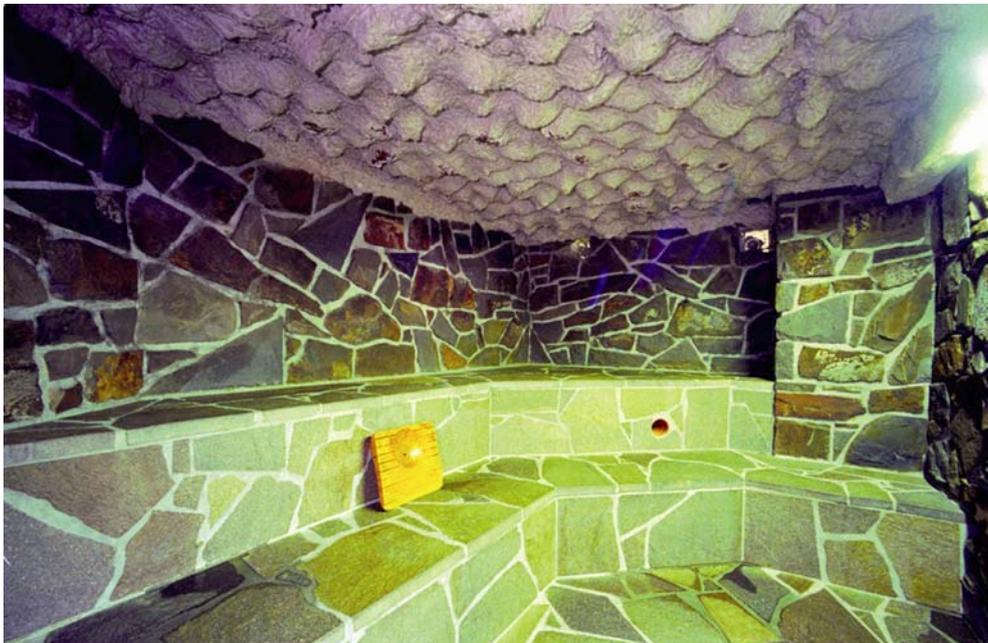


Bild 4 • Zeitliche Entwicklung der Energiekosten, des Investitionswertes und des Gewinns (Quelle: Paradigma)

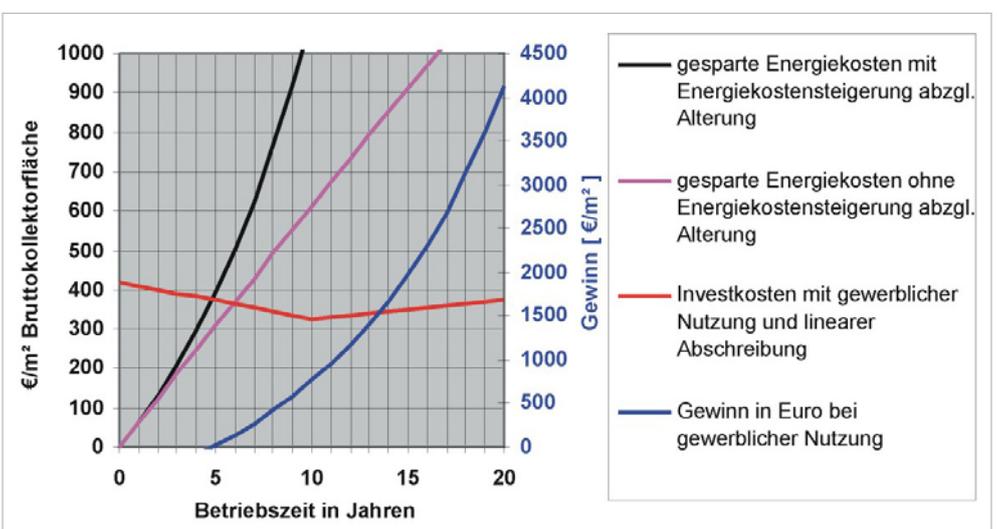
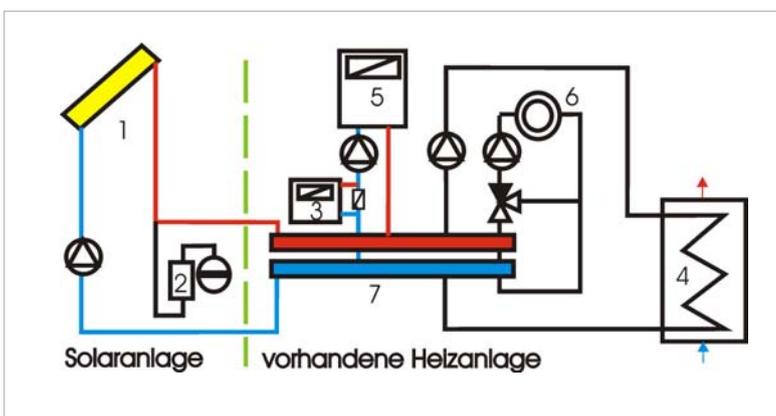


Bild 5 • Prinzipskizze zum hydraulischen Aufbau der Panorama Sauna (Quelle: Paradigma)



Ausdehnungsgefäß. Wenn die Solaranlage einmal siedet, findet die Dampfkonensation in einem dem Ausdehnungsgefäß vorgeschalteten Vorgefäß (2) statt. Dieser Anlagentyp ist energetisch hoch-effizient, fast universell einsetzbar und hat die denkbar kürzeste Amortisationszeit. Es wird bereits viel konventionelle Energie gespart, wenn die Solaranlage zur Deckung der Bereitschaftsverluste der

Heizungsanlage beiträgt bzw. möglichst viele Kesselstarts im Standby-Betrieb verhindert. Diese Synergie kann den Solarertrag nochmals maximal um den reziproken Kesselnutzungsgrad aufwerten – ein Vorteil, den übrigens nur „Sollwertkollektoren“ ausspielen können, während er „Vorwärmkollektoren“ nie zuteil wird. Dies alles ist nur möglich unter zwei Bedingungen:

1. Die Solaranlage muss mit demselben Wasser arbeiten wie die Kessel oder das Wärmenetz.

2. Die Solaranlage muss jederzeit bereit sein, höhere Temperaturen zu liefern als der aktuell höchste Sollwert des Wärmeverteilers verlangt.

Zur Erfüllung beider Bedingungen ist derzeit die Anwendung von CPC-Hochleistungs-Vakuumröhrenkollektortechnik notwendig. Sie ist aber allein noch nicht hinreichend. Weitere Neuerungen mussten gefunden werden wie intelligente Frostschutzstrategien, automatische Funktionskontrolle, Ertragsüberwachung und Störungserkennung, um nur einige zu nennen. Um das Kollektorfeld radikal zu vereinfachen sowie selbstbefüllend, selbstentlüftend und dampftauglich optimieren zu können, bedarf es umfassender mathematischer Netzwerkmodelle, die universell und individuell zugleich auf jede Anlage anzuwenden sind. Selbstverständlich müssen insbe-



*Rolf Meißner ist Experimentalphysiker und seit 1990 u. a. Produktmanager und Entwickler von Solar-komponenten wie Regelungen und Speicher. Gegen Ende 2006 gründete er den Bereich „Solarthermische Großanlagen und Prozesswärme“.

sondere die Kollektoren von besonders hoher Güte und Beständigkeit sein. Um Ressourcen zu schonen, wurde der Werkstoff Kupfer verbannt und durch Edelstahl ersetzt. Dieser Schritt wurde 2005 beim Gründungsworkshop der ESTTP (European Solar Thermal Technology Platform) für die ganze Kollektorbranche diskutiert und bis 2030 avisiert.

Die Systemvorteile von Wasser-Solaranlagen

Seit 2003 gibt es CPC-Vakuumröhren-Solaranlagen, bei denen als Wärmeträger konsequent nur noch Wasser eingesetzt wird. Vor Frost werden diese Anlagen mit Niedertemperaturwärme aus dem Speicher oder aus dem Netz geschützt. Aufgrund der geringen Wärmeverluste des Kollektorsystems ist hierfür in Deutschland nur ein kleiner Energiebetrag von 2 bis 4 % des solaren Jahresenergieertrages notwendig, der durch die Vorteile des Wassers und permanent hohe Arbeitstemperaturen mehrfach kompensiert wird. Der Betrieb mit Wasser

- ermöglicht die einfache, direkte Anbindung an das hauseigene Wärmenetz,
- spart teure Aggregate wie Wärmetauscher, Entlüfter, Ventile, Pumpen sowie Misch- und Regeltechnik,
- ist die Voraussetzung für den Einsatz eines ertragsoptimierten und dadurch kleinen Speichers,
- erspart die hohen einmaligen und laufenden Kosten, die mit jedem Frostschutzmittel verbunden wären,
- senkt extrem Kosten und Dauer von Inbetriebnahme und Reparaturarbeiten,
- sichert eine lange Lebensdauer bei nahezu gleichbleibender Leistung,
- beseitigt alle Risiken, die mit der thermischen Stagnation verbunden sind und
- minimiert die laufenden Wartungs- und Verbrauchskosten.

CPC-Vakuumröhrenkollektortechnik mit Wasser als Wärmeträger garantiert heute das Ertragsmaximum an gewinnbarer Solarenergie, hat die längste Be-



triebszeiterwartung und arbeitet so gut wie wartungsfrei.

Förderung

Die Hausbank der Panorama Sauna versäumte es leider, den Förderantrag rechtzeitig weiterzuleiten. Gemäß dem Marktanzreizprogramm (MAP) hätte das Projekt aber auch nur ein Minimum erwarten können. Weil es sich nebenbei auch um eine Heizungsanbindung handelt, hätten "per Fördergesetz" mindestens 10 m³ Speicher dazugehört, um einen „Innovationsbonus“ zu bekommen. Ganz abgesehen davon, dass der Speicher nirgendwo hätte untergebracht werden können, hätte er einen Großteil der Förderung wieder vernichtet und mindestens 25 % der jetzigen Solarerträge in Verluste umgewandelt – darin hätte die „Innovation“ bestanden. Der Fördermittelgeber des BMU (BAFA) erkennt auch nicht an, dass die solare Beheizung eines ganzjährig kommerziell genutzten Ba-

des mit Wellnessbereich, Sauna usw., bei dem etwa 60 % der Betriebskosten für Energie aufzubringen sind, eine Prozesswärmeanwendung ist, sondern wertet Schwimmbäder als Trinkwarmwasserbereitung. Ob das Konzept vom BMU als innovativ genug anerkannt worden wäre, um im Rahmen des Programms „Solarthermie 2000 Plus“ gefördert zu werden, ist sehr fraglich. Momentan werden sog. „Innovationsboni“ nur für besonders große Speicher vergeben, was konzeptionell dem Gegenteil entspräche. Kann man also Förderung bei modernen Schwimmbad-Solaranlagen vergessen? Natürlich nicht! Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) behandelt sie seit Juli 2008 immerhin zu mindestens 80 % wie Prozesswärmeanlagen und erteilt keine Vorschriften für den Speicher. Damit können insgesamt 24 % der Investitionskosten in Form von Tilgungserlass zurückerstattet werden. Da bei dem hier geschilderten Solaranlagentyp die



Solarwärme universell genutzt wird, also z. B. auch ganzjährig für die Heizung und Klimatisierung, ist über den Abschlag von 20 % gegenüber anderen Prozesswärmeanwendungen vielleicht auch noch nicht das letzte Wort gesprochen. Die Förderung im KfW-Programm „Erneuerbare Energien“ besteht aus zinsgünstigen langfristigen Darlehen (bis zu 20 Jahre) mit festem Zinssatz (über 10

Jahre) für bis zu 100 % der förderfähigen Investitionskosten und einem Tilgungszuschuss aus Bundesmitteln. Für die Förderung im Rahmen des KfW-Programms „Erneuerbare Energien“ gilt: Mit dem Vorhaben darf vor Antragstellung nicht begonnen werden. Vorhabensbeginn ist Abschluss eines der Ausführung zuzurechnenden Lieferungs- oder Leistungsvertrages. Planungsleistungen

dürfen vor Antragstellung erbracht werden, notwendige Reservierungen von Geräten, Investitionsgütern oder Dienstleistungen sind erlaubt. Interessant sind auch Förderprogramme der Länder, besonders progres (www.progres.nrw.de) in NRW.

Fazit

Mit der Panorama Sauna gelang ein Pionierprojekt, das einen Meilenstein in der Solarthermie setzt. Es beweist, das Solar-konzept mit Wasser als Wärmeträger, welches für Kleinstanlagen seit 2003 bereits weit über 30.000 mal erfolgreich angewandt wurde, lässt sich in seiner radikal elementarsten Form problemlos auch in großen Heizungsanlagen einsetzen. Damit ist der Weg frei für beliebige Wärmenetzanbindungen in großen Heizungsanlagen, Industriebetrieben mit Prozesswärmebedarf bis ca. 120 °C sowie für Nah- und Fernwärme. Jetzt ist die Zeit reif für ein Solarwärme-Einspeisegesetz nach dem Vorbild des Stromeinspeisegesetzes.

www.paradigma.de