

SOLAR UNTERSTÜTZTE NAHWÄRMESIEDLUNGEN

GESPEICHERTE SONNENENERGIE

Von Dirk Mangold



Montage von 535 m² Flachkollektorfläche mit integrierten Dachfenstern in Friedrichshafen im Juli 2004. Foto: ITW, Uni Stuttgart

Die Entwicklung solar unterstützter Nahwärmesiedlungen in Deutschland begann 1992 mit dem Bau des solar unterstützten Nahwärmesystems in Ravensburg zur solarthermischen Trinkwassererwärmung für 23 Reihenhäuser. Seit damals werden neue Projekte vorwiegend, aber nicht ausschließlich, mit staatlicher Förderung gebaut. Durch das Forschungsprogramm Solarthermie-2000 wurde 1993 eine langfristige Basis geschaffen, um durch die wissenschaftliche Begleitung realisierter Pilotanlagen eine schrittweise Entwicklung zuverlässiger, effizienter und möglichst wirtschaftlicher solarthermischer Großanlagen und somit auch solar unterstützter Nahwärmesysteme zu ermöglichen.

Seit März 2004 wird die Forschung und Entwicklung durch das Forschungskonzept Solarthermie2000plus des Bundesministeriums

für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) erweitert: Zukünftig werden solarthermische Großanlagen für Wohn-, Büro- und Industriebauten mit solaren Deckungsanteilen am Gesamtwärmebedarf von 10 bis über 60 % ebenso gefördert wie Anlagen zur solaren Kühlung oder auch zur solaren Prozesswärmeunterstützung.

BISHER ERREICHTES

Die im Förderprogramm Solarthermie-2000 formulierten technischen und wirtschaftlichen Ziele wurden weitgehend erreicht:

- Durch Langzeituntersuchungen an einer repräsentativen Anzahl von Solaranlagen, die zwischen 1979 und 1982 im Rahmen des damaligen Zukunftsinvestitionsprogramms errichtet wurden, konnte

eine mittlere Lebensdauer der solarthermischen Systeme von über 20 Jahren nachgewiesen werden. Diese gegenüber früheren Annahmen erhöhte Lebenserwartung verbessert die Wirtschaftlichkeit der Solartechnik. /1/

- Mit der wissenschaftlich begleiteten Planung, Errichtung und Evaluierung von über 60 großen Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung in unterschiedlichen Anwendungsbereichen konnte die Funktionssicherheit und die hohe Leistungsfähigkeit von knapp dimensionierten Anlagen nachgewiesen werden. Die Ergebnisse flossen in die neue VDI-Richtlinie 6002 (Blatt 1, Entwurf Juni 2003) „Solare Trinkwassererwärmung - Allgemeine Grundlagen zur Planung, Systemtechnik und Anwendung im Wohnungsbau“ ein.
- In den bisher acht errichteten Pilot- und Demonstrationsanlagen zur solar unterstützten Nahwärmeversorgung von Neubausiedlungen mit saisonalen Wärmespeichern und hohen solaren Deckungsanteilen von 30-50 % des Gesamtwärmebedarfs (Trinkwassererwärmung und Raumheizung) wurden unterschiedliche Techniken der saisonalen Wärmespeicherung erprobt und die prinzipielle Funktionstüchtigkeit derartiger Konzepte nachgewiesen. /2/3/
- Durch begleitende wissenschaftliche Messprogramme konnten Systemmängel erkannt und Möglichkeiten zur technischen und wirtschaftlichen Optimierung aufgezeigt werden. Die Bau- und Betriebserfahrungen werden von Komponenten- und Systemherstellern, Anlagenplanern, Installationsfirmen und Betreibern genutzt, um die Solartechnik und deren Einbindung in die konventionelle Heizungstechnik weiter zu verbessern.

SOLAR UNTERSTÜTZTE NAHWÄRMESIEDLUNGEN

Solar unterstützte Nahwärmesysteme mit Kurzzeit-Wärmespeicher werden auf 7-15 % solaren Deckungsanteil am Gesamtwärmebedarf für Raumheizung und Trinkwassererwärmung ausgelegt. Die Einbindung solarthermischer Wärme in ein Nahwärmesystem ermöglicht den Bau großer, zusammenhängender Kollektorflächen, die im Vergleich zu Kleinanlagen wesentlich kostengünstiger sind. Der solare Deckungsanteil gibt den Prozentsatz der durch Solarenergie ersetzten und damit eingesparten fossilen Endenergiemenge an. Ziel einer solar unterstützten Nahwärmeversorgung mit saisonalem Wärmespeicher ist ein solarer Deckungsanteil über 35 - 60 % am

Gesamtwärmebedarf einer größeren Wohnsiedlung (mehr als 100 Wohnungen). Die zeitliche Verschiebung zwischen hohem Solarstrahlungsangebot im Sommer und maximalem Wärmebedarf im Winter wird über die saisonale Wärmespeicherung ausgeglichen.

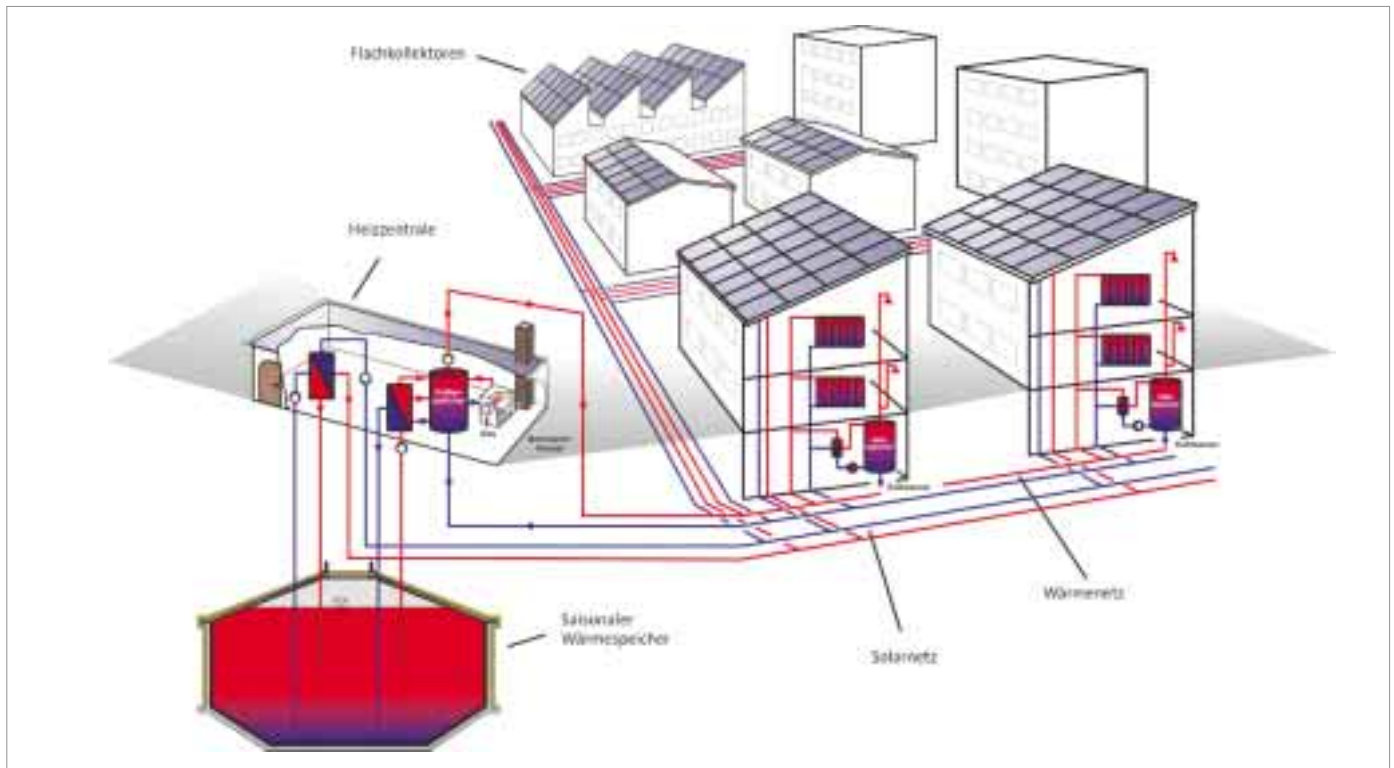
ERSTELLUNG EINES ENERGIEKONZEPTE

Vor der Verwirklichung einer solarthermischen Großanlage sollte ein Energiekonzept erstellt werden, das die mit der Solaranlage erzielbare Energieeinsparung sowie die hierfür notwendigen Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten in Relation setzt zu weiteren möglichen Energieeinsparmaßnahmen. Durch die Betrachtung der Notwendigkeit und Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Energieeinsparmaßnahmen kann ein Maßnahmenpaket erstellt werden, das bei minimierten Kosten ggf. eine Solaranlage beinhaltet.

Vor dem Planungsbeginn eines saisonalen Wärmespeichers muss untersucht werden, ob die angestrebte Minderung der CO₂-Emissionen von z. B. 50 % mit alternativen Techniken wie Kraft-Wärme-Kopplung, dem Einsatz von Biomasse oder Ähnlichem bei besserer Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage erreicht werden kann. Nur wenn mit dem Einsatz eines saisonalen Wärmespeichers das angestrebte Umweltschutzziel in Abhängigkeit der örtlichen Randbedingungen mit den geringsten Mehrkosten erreicht werden kann, ist der Bau des Speichers zu empfehlen.

FRÜHZEITIGE PROJEKTENTWICKLUNG

Die Verwirklichung einer solar unterstützten Nahwärmesiedlung mit saisonalem Wärmespeicher stellt an die Projektbeteiligten in der Regel Anforderungen, die oft neu und ungewohnt sind. Aus diesem Grund ist eine frühzeitig beginnende Projektentwicklung, die im Neubau noch vor der Verabschiedung eines Bebauungsplanes und im Bestand noch vor dem Beginn der Planung möglicher Sanierungsmaßnahmen einsetzt, unbedingt notwendig für den Projekterfolg. Dieser kann durch einen integralen Planungsablauf, der von stadtplanerischen Festlegungen bis zur Wohnungsheizung und Trinkwassererwärmung alle Systeme und Randbedingungen umfasst, die ein solar unterstütztes Nahwärmesystem mit saisonalem Wärmespeicher beeinflussen, sichergestellt werden.



Die von den Sonnenkollektoren gewonnene Wärme wird über das Solarnetz zur Heizzentrale transportiert und bei Bedarf direkt an die Gebäude verteilt. Eine zusätzliche Zwischenspeicherung der Solarwärme im Gebäude selbst ist zwar energetisch besser, aber unwirtschaftlicher. Die Kollektoren sind auf ausgewählten Dächern der Wohngebäude installiert, die möglichst in der Nähe der Heizzentrale liegen. Der saisonale Wärmespeicher ist in den Untergrund eingebaut. Das über das Wärmenetz gelieferte Heizwasser versorgt die Heizung und Trinkwassererwärmung der Gebäude. Die Wärmeerzeugung in der Heizzentrale verwendet die im saisonalen Wärmespeicher gespeicherte Solarwärme und heizt bei Bedarf konventionell nach. Die Auslegung und Planung solar unterstützter Nahwärmanlagen ist detailliert in /4/ beschrieben. Anlagenschema: Forschungsinstitut SWT-Stuttgart

ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND SYSTEMAUSWAHL

Von der ZFS - Rationelle Energietechnik GmbH wurden Auslegungskennwerte entwickelt, die für Großanlagen zur Trinkwassererwärmung zu einem solaren Zapf-Deckungsanteil von 30% führen. Dieses Konzept, die Solaranlagen relativ knapp zu dimensionieren, hat sich bewährt. Hierdurch werden unwirtschaftliche und eventuell die Lebensdauer der Kollektorkreisbauteile negativ beeinflussende Stillstandszeiten des Kollektorfeldes vermieden. Pro ca. 65-70 l täglichem Warmwasserverbrauch soll höchstens 1 m² Flachkollektorfläche (FK) installiert werden. Für das Pufferspeichervolumen werden ca. 50 l je m² FK empfohlen.

Höhere Energieeinsparungen als mit Solaranlagen zur reinen Trinkwassererwärmung können erreicht werden, wenn auch die Heizung solar unterstützt wird. Bei Kleinanlagen werden solche Kombisysteme seit einigen Jahren zunehmend installiert. Für Großanlagen ist die Systemgestaltung, -auslegung und -anbindung wesentlich komplexer. Um eine ähnliche Entwicklung wie bei Kleinanlagen auch für Großanlagen anzustoßen, werden zurzeit durch ein Verbundforschungsvorhaben auch für diesen Bereich Planungsgrundlagen auf Basis von Analysen an Forschungs- und Demonstrationsanlagen erarbeitet. Solar unterstützte Nahwärmesysteme mit Kurzzeit-Wärmespeicher werden mit einer Flachkollektorfläche von 0,8-1,2 m² pro zu versorgender Person und einem Pufferspeichervolumen von 50-100 l/m² FK dimensioniert, um einen solaren Deckungsanteil von 7-15% des Gesamtwärmebedarfs zu erreichen.

Zur saisonalen Wärmespeicherung wurden vier Konzepte entwickelt: Heißwasser-, Kies/Wasser-, Erdsonden- und Aquifer-Wärmespeicher. Seit Beginn des Jahres 2000 ist jeder Speichertyp in mindestens einer Pilotanlage gebaut und in Betrieb. Bei der Erweiterung des

Erdsonden-Wärmespeichers in Neckarsulm konnte gezeigt werden, dass saisonale Wärmespeicherung in großem Maßstab in der Praxis anwendbar ist - und funktioniert.

In den realisierten Pilotanlagen mit saisonalem Wärmespeicher wurden, je nach Anlagengröße, 1,4-2,4 m² Flachkollektorfläche je MWh jährlichem Wärmebedarf installiert. Das Speichervolumen beträgt 1,4-2,1 m³ Wasseräquivalent je m² FK. Für die Planung eines saisonalen Wärmespeichers sind detaillierte Simulationsrechnungen unerlässlich, die das thermische Verhalten der Energieerzeuger, der Wärmespeicher, ggf. des Nahwärmenetzes und der Wärmeverbraucher dynamisch berechnen. Mit diesen Simulationsrechnungen sollte zusätzlich die Funktion des geplanten Systems überprüft und bei Bedarf auf eine möglichst hohe Energieeinsparung bzw. niedrige Wärmekosten optimiert werden.

Zur Erzielung eines möglichst hohen Solarertrages müssen die Kollektorflächen nach Süden ± 20° orientiert, und - je nach der Art des Gesamtsystems - ca. 35-45° gegen die Horizontale geneigt sein. Bei der praktischen Umsetzung der Pilotanlagen hat sich gezeigt, dass vor allem im Geschosswohnungsbau eine bauliche Integration solcher stark geneigter Kollektorflächen schwierig ist. Aus diesem Grund weisen etliche installierte Kollektorflächen nur 15-25° Neigung gegen die Horizontale auf. Der Minderertrag im Vergleich zu steiler geneigten Kollektorflächen muss mit einer Vergrößerung der Kollektorfläche ausgeglichen werden. In Nahwärmenetzen bestimmt die Netzzücklauftemperatur die Rücklauftemperatur zu den Kollektorfeldern. Aus diesem Grund werden in neueren solar unterstützten Nahwärmanlagen (Steinfurt-Borghorst, Rostock, München) Niedertemperatur-Raumheizsysteme eingesetzt. Die Trinkwassererwärmung erfolgt wenn möglich im Durchflussprinzip und ohne Zirkulationsleitung.

PERSPEKTIVEN

Die Bundesregierung hat mit der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie vom April 2002 konkrete Ziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, in der Verbesserung der Energie- und Ressourcenproduktivität und beim Ausbau der erneuerbaren Energien beschlossen. Der Anteil erneuerbarer Energien soll bis 2010 gegenüber 1990 verdoppelt werden und dann 12,5 % am Stromverbrauch und 4,2 % am gesamten Primärenergieverbrauch betragen.

Um den Beitrag solarthermischer Großanlagen zur Einsparung fossiler Brennstoffe deutlich zu erhöhen, wird durch Solarthermie2000plus neben grundlegenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auch der Bau und die Vermessung von Demonstrationsanlagen gefördert. Mögliche förderfähige Anlagen weisen neben einem mit anderen Energieeinsparmaßnahmen abgestimmten Energiekonzept hohe Emissionseinsparungen sowie insbesondere eine gute Anlagenwirtschaftlichkeit auf.

Die wissenschaftliche Begleitung von Solarthermie2000plus wird von einem bundesweiten Netzwerk von Hochschulinstituten und Unternehmen durchgeführt. Die Leitung des Netzwerkes teilen sich die ZFS - Rationelle Energietechnik GmbH in Hilden und das Forschungsinstitut der Steinbeis-Stiftung SWT-Stuttgart. Einzelheiten zum Forschungskonzept sind unter www.solarthermie2000plus.de zu finden. Die Forschungsergebnisse der letzten Jahre sind u. a. in der aufgeführten Literatur veröffentlicht.

Literatur

- /1/ F. A. Peuser, K.-H. Remmers, M. Schnauss: Langzeiterfahrung Solarthermie, Wegweiser für das erfolgreiche Planen und Bauen von Solaranlagen, Solarpraxis AG, Berlin, 2001, ISBN 3-934595-07-3
- /2/ J. Berner: Sommersonne für den Winter - Langzeit-Wärmespeicher haben ihre Tauglichkeit bewiesen, Sonnenenergie 11/01, S. 16-19
- /3/ M. Benner et al.: Solar unterstützte Nahwärmeversorgung mit und ohne Langzeit-Wärmespeicher, Forschungsbericht zum BMWi-Vorhaben 0329606S, ITW, Universität Stuttgart, 2004, ISBN 3-9805274-2-5
- /4/ E. Hahne et al.: Solare Nahwärme - Ein Leitfaden für die Praxis, BINE-Informationspaket, TÜV-Verlag, Köln, 1998, ISBN 3-8249-0470-5
- /5/ Thomas Delzer et al.: Tragkonstruktionen für Solaranlagen - Planungshandbuch zur Aufständigung von Solarkollektoren, Solarpraxis AG, Berlin, ISBN 3-934595-11-1

Danksagung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) unter dem Förderkennzeichen 0329607 F gefördert. Der Autor dankt für die Unterstützung. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Über den Autor

Dipl.-Ing. Dirk Mangold leitet das Forschungsinstitut SWT-Stuttgart der Steinbeis-Stiftung und die wissenschaftlich-technische Programmbegleitung für Solaranlagen mit großen Wärmespeichern im Förderkonzept Solarthermie2000plus. mangold@swt-stuttgart.de
