

# SOLARE NAHWÄRME

# FRIEDRICHSHAFEN (Deutschland)

Neben der solaren Warmwasserbereitung initiieren immer mehr Kommunen Projekte, in denen die Sonneenergie auch zu Heiz- (oder Kühl)zwecken genutzt wird. Diese Anlagen benötigen einen gemeinsamen Speicher, der über längere Zeit hinweg Warmwasser zur Einspeisung in ein lokales Wärmenetz liefern kann. Solche Anlagen liefern, je nach ihrer Dimensionierung, einen Beitrag von 40% bis zu 70% zum jährlichen Gesamtwärmebedarf einer Siedlung. Zusätzlich bieten innovative Techniken der Vernetzung oder der Einspeisung in das lokale Netz enorme Energiesparpotentiale gegenüber Einzelanlagen. In Friedrichshafen wird eine Wohnsiedlung mit fast 600 Wohneinheiten seit 1996 mit solarer Nahwärme versorgt.

## ALLGEMEINE ASPEKTE

Friedrichshafen liegt am Ufer des Bodensees, im Südosten Deutschlands. Mit seinen 53.000 Einwohnern ist es sowohl als touristisches aber auch als Stadt in der der Zeppelin gebaut und getestet wurde bekannt.

Heute befinden sich in Friedrichshafen Unternehmen der Luftfahrt- und Raumfahrt sowie der Autoindustrie und der Hochtechnologie.

### Klimadaten :

Heizgradtage (Basis 17 °C): 3.726  
Jahresdurchschnittstemperatur : 9,7 °C



## KONTEXT

In der Messe- und Zeppelinstadt Friedrichshafen rücken Klimaschutz und Energieeinsparung zunehmend mehr im Vordergrund der Energiepolitik. Gemeinsam mit den Bürgerinnen und Bürgern der Stadt werden Konzepte für die Umsetzung der Lokalen Agenda 21 erarbeitet und aufgestellt. Im Amt für Umwelt- und Naturschutz der Stadt Friedrichshafen, in der Energieberatung der Technischen Werke Friedrichshafen GmbH und durch viele andere in die „Aktion Klimaschutz durch Energiesparen im Bodenseekreis“ integrierten Partner, erhalten alle Interessenten wichtige Hinweise und Impulse für den optimalen Energieeinsatz ihres häuslichen oder auch gewerblich/wirtschaftlichen Bereiches.

Unter den regenerativen Energien wird die thermische Solarenergienutzung in Friedrichshafen ganz groß geschrieben. Die von den Technischen Werken gebauten und betriebenen Anlagen Wiggenhausen-Süd (4.300 m<sup>2</sup> im Endausbau), Markdorf-Lichtenberg (230 m<sup>2</sup>) und Friedrichstraße (70 m<sup>2</sup>) haben wichtige Erkenntnisse zum Aufbau weiterer solargestützter Nahwärmeversorgungen in Deutschland geliefert. Mehrjährige praktische Betriebserfahrungen zeigen Grenzen und Perspektiven dieser Technologie auf.

# ERFAHRUNGEN IN FRIEDRICHSHAFEN

## Das städtebauliche Konzept

In einer Grundsatzentscheidung des Gemeinderates im August 1994 wurde festgelegt, eine solarunterstützte Nahwärmeversorgung mit Langzeitspeicher als wesentlichen Bestandteil in die städtebauliche Gesamtkonzeption des Baugebietes Friedrichshafen „Wiggenhausen-Süd“ zu integrieren und den Bauträgern einen ökologisch orientierten Leitfaden für die Planungsgestaltung der einzelnen Quartiere an die Hand zu geben. Zu dem Zeitpunkt glaubte man, den mittelfristigen Bedarf im Wohnungsbau am ehesten mit dem Ansatz des Geschoßwohnungsbaus in der Form städtischer geschlossener bis halboffener Blockrand-



strukturen erreichen zu können. Das Gesamtprojekt Wiggenhausen-Süd gliedert sich in drei Bauabschnitte (BA). Die ersten beiden Bauabschnitte sind Bestandteil des Solarprojektes, während der 3. Bauabschnitt zwar an die Wärmeversorgung angeschlossen wird, aber keine Solarkollektoren erhält. Das Projekt wird städteplanerisch vom Stadtplanungsamt Friedrichshafen betreut. Für die vier Quartiere des ersten Bauabschnitts wurden 250

Wohneinheiten geplant. Nach Fertigstellung des ersten Bauabschnitts 1996 wurden jedoch insgesamt 280 Wohneinheiten an die Bauträger übergeben. Nachträglich wurde ein Kindergarten im Wohngebiet fertiggestellt und ebenfalls an die Wärmeversorgung angeschlossen. Der Wärmedämmstandard der errichteten Gebäude geht weit über die Anforderungen der Wärmeschutzverordnung (WschVO 95) hinaus, so daß die Grenzwerte um ca. 20% unterschritten werden.

| 1. Bauabschnitt          | Gebäude 1<br>StWB    | Gebäude 2<br>LEG     | Gebäude 3<br>KBG     | Gebäude 4<br>SW      | Gebäude 5<br>KiGa    | Summe der<br>Gebäude 1-<br>4 |
|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|
| Anzahl der Wohneinheiten | 72                   | 63                   | 83                   | 62                   | -                    | 280                          |
| Wohnfläche               | 5.372 m <sup>2</sup> | 4.761 m <sup>2</sup> | 5.600 m <sup>2</sup> | 5.652 m <sup>2</sup> | 1.552 m <sup>2</sup> | 21.385 m <sup>2</sup>        |
| Heizungsbedarf           | 193 kW               | 200 kW               | 239 kW               | 290 kW               | 50 kW                | 922 kW                       |
| Warmwasseraufbereitung   | 110 kW               | 135 kW               | 157 kW               | 115 kW               | 20 kW                | 517 kW                       |
| Wärmeverbrauch 1997      | 532 MWh              | 518 MWh              | 650 MWh              | 423 MWh              | 0 MWh                | 2.123 MWh                    |
| Wärmeverbrauch 1998      | 499 MWh              | 471 MWh              | 590 MWh              | 501 MWh              | 70 MWh               | 2.061 MWh                    |

Tabelle 1: Wiggenhausen-Süd, Bauangaben des 1. Bauabschnittes

## Das Finanzierungskonzept

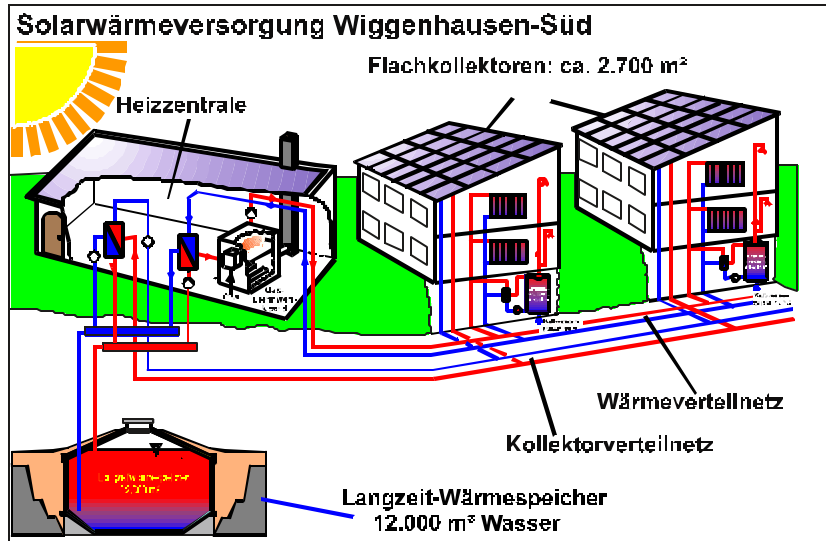
Der Bund (Forschungsprogramm „Solarthermie 2000“) förderte den Bau des Langzeitspeichers und der Wärmeversorgung mit insgesamt 53 % der Gesamtkosten. Weitere wichtige Förderer sind die Bauträger mit privatwirtschaftlichen Baukostenzuschüssen in Höhe von 24 % der Gesamtkosten für den Anschluß an die Wärmeversorgung und an die Solaranlage. Die Solarkollektoren des ersten Bauabschnittes wurden durch das Bundesland Baden-Württemberg mit 9 % der Gesamtkosten gefördert. Die Technischen Werke Friedrichshafen GmbH sind Eigentümer und Betreiber der gesamten

solaren Nahwärmeversorgung mit Langzeitspeicher und übernehmen gleichzeitig das Bau- und Betriebsrisiko mit der Ausgleichsübernahme bei Kostenüberschreitungen.

**Das Wärmeversorgungskonzept der Solarstadt Wiggerhausen-Süd**

Auf den Dächern der Mehrgeschoßgebäude des ersten und zweiten Bauabschnittes werden ca. 4.300 m<sup>2</sup> Solarkollektoren installiert. Die im Sommer erzeugte Solarwärme wird über ein separates Solarwärmeverteilnetz (Solarnetz) und einen Wärmetauscher in den Speicherladekreis des Langzeitwärmespeichers in der Heizzentrale eingekoppelt.

Der Langzeitwärmespeicher wird bei Sonneneinstrahlung vom Solarnetz auf Temperaturen zwischen 40°C und 90°C erwärmt. Die Entladung in das Nahwärmeverteilnetz (Wärmenetz) erfolgt über einen weiteren Wärmetauscher. Die Auskopplung der erforderlichen Wärme für die Heizung und Warmwasseraufbereitung der einzelnen Quartiere erfolgt in Wärmeübergabestationen



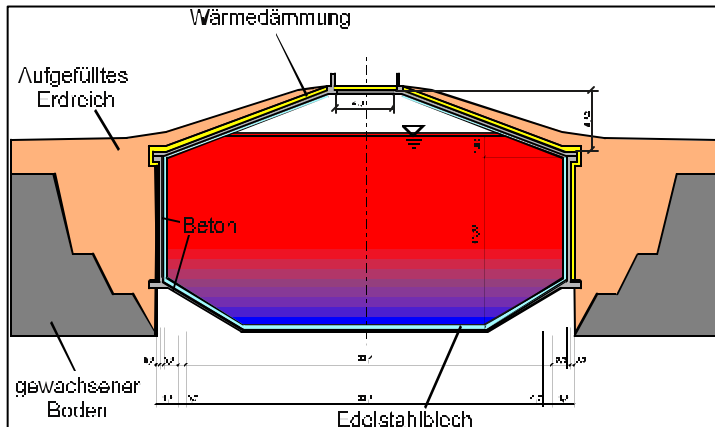
wiederum über einen Wärmetauscher. Ziel des Pilotprojektes Wiggerhausen-Süd ist es, knapp die Hälfte des Gesamtwärmebedarfes der 570 Wohnungen für die Raumheizung und Warmwasserversorgung mit Solarenergie abzudecken. Die andere Hälfte wird über Gas-Brennwertkessel abgedeckt.

**Die Solarkollektoren**

Hauptbestandteil sind die Solar-Flachkollektoren mit einer Fläche von 2.700 m<sup>2</sup>. Die Aperturfläche der einzelnen Module liegt je nach Hersteller zwischen 7,5 m<sup>2</sup> und 12,5 m<sup>2</sup>. Die Montage der Kollektoren erfolgte teils auf dem Dach aufgeständert, teilweise wurden die Kollektoren auch in das Dach integriert. Die Kosten inklusive Fertigmontage der Kollektorfelder belaufen sich je nach Kollektortyp auf ca. 350 DM/m<sup>2</sup> bis zu 460 DM/m<sup>2</sup>.

**Der Langzeitwärmespeicher**

Der Langzeitwärmespeicher wurde als zylindrischer Stahlbetonbehälter mit einem kegelstumpfförmigen Boden und Deckel ausgeführt. Durch diese Form mit einem optimalen Volumen/Oberflächenverhältnis konnten die Baukosten des Langzeitwärmespeichers erheblich gesenkt werden. Der Deckel und die Seitenwand des zylindrischen Behälters wurden mit einer 30 cm bzw. 20cm starken Wärmedämmung aus Mineralwolle versehen. Zum Schutz gegen Wasserdampfdiffusion

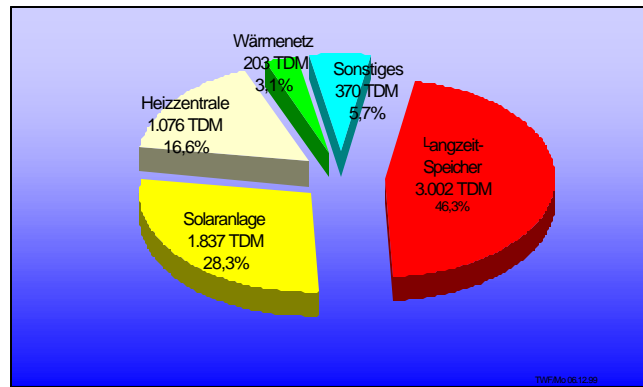


zum Schutz gegen Wasserdampfdiffusion

wurde der Behälter innen mit einem Edelstahlblech (1,25 mm) ausgekleidet. Der Langzeitwärmespeicher ist vollständig mit Erdreich überdeckt.

### Investitionskosten / Wirtschaftlichkeit

Für den ersten Bauabschnitt der solaren Nahwärmeversorgung entstanden Investitionskosten in Höhe von ca. 3.317.000 €. Bei 280 fertiggestellten Wohnungen ergibt sich ein Aufwand von 8.600 € pro Wohnung. Bei Jahresgesamtkosten von 90.000 €/a und einer erzeugten Wärmemenge von 1.980 MWh/a ergibt sich ein Wärmepreis von etwa 45 €/MWh.



## EVALUATION UND PERSPECTIVEN

Die „Solarstadt Wiggenshausen-Süd“ ist weit über die Landesgrenzen hinaus als größte Solaranlage Deutschlands bekannt geworden. Die Realisierung des ersten Bauabschnittes erfolgte im geplanten Umfang und dokumentiert, daß das Konzept prinzipiell funktioniert. Die prognostizierten solaren Wärmemengen und deren Speichermöglichkeiten wurden allerdings nicht immer in vollem Umfang erreicht. Ebenso wurden geplanten die Rücklauftemperaturen des Wärmenetzes von 25°C bis 30 °C nicht erreicht. Hohe Rücklauftemperaturen sind gleichzusetzen mit höheren Speicherverluste und die Reduzierung des Speichervermögens des Langzeitspeichers und des Solarertrages. Die Energiebilanz der ersten zwei Betriebsjahre zeigt, daß insbesondere in den Sommer- und frühen Herbstmonaten nicht die erwarteten 100 % Deckung der Wärmelieferung durch die Solaranlage erreicht wird. Die gesammelten Erfahrungen fließen bereits in den Bau des 2. Bauabschnittes ein, der auch städteplanerisch neu gestaltet wurde. Die Wohndichte des 1. Bauabschnittes wird nun durch das Pendant einer aufgelockerten Bauweise in Form von Einfamilienhausstrukturen, Geschoßwohnbau mit reduzierter Anzahl der Stockwerke und Stadthäustypen ergänzt. Die Erschließung des Geländes für den 2. Bauabschnitt beginnt im Frühjahr 2000.

## WEITERGEHENDE INFORMATIONEN

Dipl.-Ing.(FH) L. Morgenbrodt  
 Technische Werke Friedrichshafen GmbH  
 Kornblumenstraße 7/1  
 D - 88046 FRIEDRICHSHAFEN  
 Tel: +49 7541 505-298  
 Tel: +49 171 142 04 28  
 Fax: 49 7541 505198  
 E-mail: ludwig.morgenbrodt@twf-fn.de

Die vorliegende Fallstudie wurde von Energie-Cités in Zusammenarbeit mit den Technischen Werken Friedrichshafen, dem Steinbeis Transferzentrum in Stuttgart und dank finanzieller Unterstützung durch Europäische Kommission DG XVII im Rahmen des Förderprogrammes ALTENER ausgearbeitet. Eine 10 seitige Langfassung (deutsch) der Projektbeschreibung kann sowohl bei Herrn Morgenroth als auch bei Energie-Cités abgefragt werden.

