

# Die strategische Bedeutung der Nahwärme zur Nutzung erneuerbarer Energien

von Michael Nast und Helmut Böhnisch

Dipl.-Phys. Michael Nast ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Thermodynamik, Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung, des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Stuttgart.

Dipl.-Ing. Helmut Böhnisch ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Stuttgart.

## Überblick

Nahwärmesysteme ermöglichen, fossile und biogene Brennstoffe einzusetzen und lassen sich an saisonale Wärmespeicher anschließen. Zum Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung ist Nahwärme nicht nur in Neubaugebieten notwendig sondern muß auch in den schon länger genutzten Gebäudebestand integriert werden.

Das Beispiel einer umfassend analysierten Landgemeinde zeigt, daß ein großer Teil des bestehenden Gebäudebestandes an Wärmenetze angeschlossen werden kann, selbst bei vorherrschender Bebauung mit Einfamilienhäusern und ländlichen Gebäudedichten. Die notwendigen Rahmenbedingungen für den Aufbau einer Nahwärmeversorgung werden erläutert.

District heating allows the utilization of biomass in low emission heating plants, the exploitation of solar energy and the seasonal storage of heat. If a sustainable energy supply systems is to be created, district heating must not only be the system of choice for new housing districts but must also be retrofitted in existing settlements.

The detailed analysis of a rural community shows that large segments of existing buildings can be connected to district heating systems even in regions with predominantly single dwellings and rural housing densities. The conditions necessary for establishing district heating systems are discussed.

## 1. Einleitung

Voraussetzung für eine umfassende Nutzung der wichtigsten Techniken zur CO<sub>2</sub>-Einsparung ist die Installation von Nahwärmenetzen. Hierdurch können viele kleine Heizanlagen durch eine große Heizzentrale ersetzt werden. Dies hat technische, ökonomische und ökologische Vorteile:

Bei Blockheizkraftwerken (BHKW) steigt die Stromkennziffer mit der Größe der Anlage. Bei größeren Biomasseheizwerken kommen effektivere Rauchgasreinigungen zum Einsatz, d. h. der Schadstoffausstoß nimmt ab.

Bei Solaranlagen können saisonale Wärmespeicher verwendet werden, da die Wärmeverluste von großen Speichern wegen des besseren Oberflächen/Volumen – Verhältnisses relativ klein sind.

In Dänemark wurden die Vorteile von Nah- und Fernwärme frühzeitig erkannt. In den letzten 20 Jahren wurden parallel zum zügigen Ausbau der Nah- und Fernwärmenetze zunehmend erneuerbare Energien genutzt. Dabei übernahm Dänemark die Führung beim Bau von Strohheizwerken und Biogasanlagen. Auch beim Einsatz der übrigen regenerativen Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung kann Dänemark als vorbildhaft gelten.

Auch in Deutschland kann der Ausbau von Nahwärmesystemen erheblich zu einer verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien beitragen. Für die Landgemeinde Wiernsheim wurde dies im Rahmen des Forschungsprogramms „Experimenteller Wohnungs- und Städtebau“ [1] detailliert untersucht.

## 2. Strukturdaten von Wiernsheim

Die [Tabelle](#) stellt die wichtigsten Strukturdaten der Gemeinde Wiernsheim denen des gesamten Bundeslandes Baden-Württemberg gegenüber. Die Gemeinde verfügt über verhältnismäßig viel Ackerland, jedoch über relativ wenig Waldfläche. Aufgrund einer Verdopplung der Bevölkerung während der letzten 30 Jahre ist die Bevölkerungsdichte für eine Landgemeinde sehr hoch. Sie liegt sogar über dem Bundesdurchschnitt. Dies hat negative Auswirkungen auf einen möglichen Einsatz von Biomasse zur Energiegewinnung für die Gemeinde.

## 3. Erneuerbare Energien in Wiernsheim

[Abbildung 1](#) veranschaulicht Potentiale der erneuerbaren Energien, die im Rahmen des Forschungsprojektes in Wiernsheim sehr detailliert ermittelt wurden. Die Firstausrichtung aller Gebäude wurde aus Luftbildaufnahmen abgelesen. Bei der Potentialermittlung für die Solarenergie wurden dann nur die Dachflächen berücksichtigt, welche um weniger als 60° von der Südrichtung abweichen. In die Potentialermittlung für Holz gehen die Produkte des Gemeindefeldes ein, wie Brennholz und billig verkauftes Industrieholz. Ebenfalls sind die Nebenprodukte des Wiernsheimer Sägewerkes, die heute zu sehr niedrigen Preisen als Hackschnitzel an die Spanplattenindustrie abgegeben werden, miteinbe-

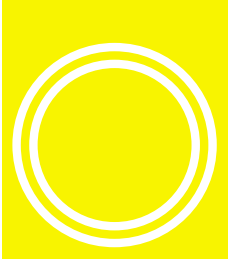


Tabelle: Strukturdaten der Gemeinde Wiernsheim im Vergleich mit Baden-Württemberg

	Wiernsheim	Baden-Württemberg
Einwohner	6.254	10,27 Mio
Bevölkerungsdichte	254 1/km <sup>2</sup>	287 1/km <sup>2</sup>
<b>Gemarkungsfläche, insgesamt</b>	2.462 ha (= 100 %)	3,57 Mio ha (= 100 %)
- Gebäude- und Freifläche <sup>1)</sup>	6,1 %	6,3 %
- Wald	25 %	36 %
- Landwirtschaft <sup>2)</sup>	46 %	41 %
- Ackerland	38 %	23 %

<sup>1)</sup> bebaute Flächen einschließlich Grundstück, ohne Straßen

<sup>2)</sup> landwirtschaftlich genutzte Fläche ohne langfristig ungenutztes Brachland

Abbildung 1: Potentiale erneuerbarer Energien in Wiernsheim. Die Säulen für Nahwärme, Photovoltaik und Brauchwasser stellen alternative Nutzungen der Solarenergie dar. Ähnliches gilt für Energiegetreide und Rapsöl.

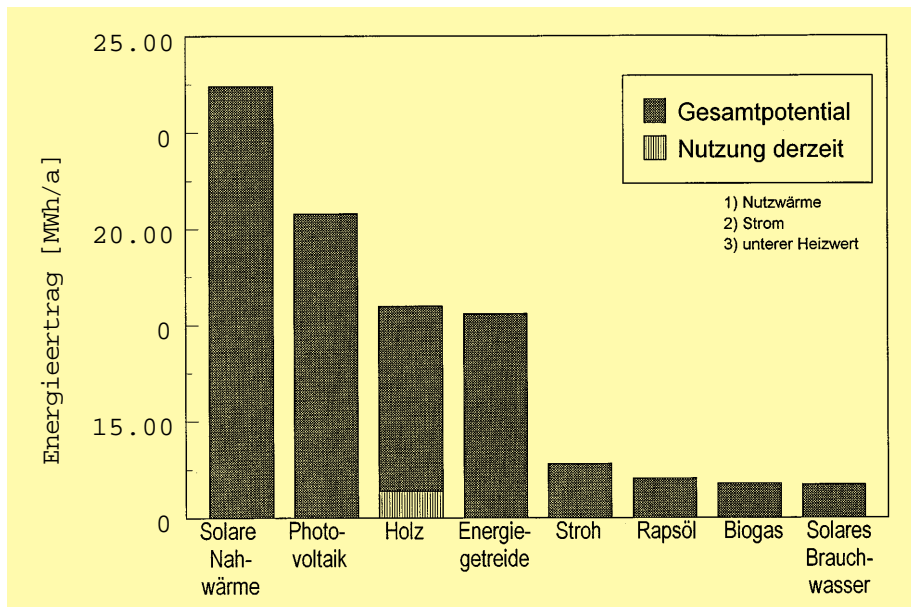
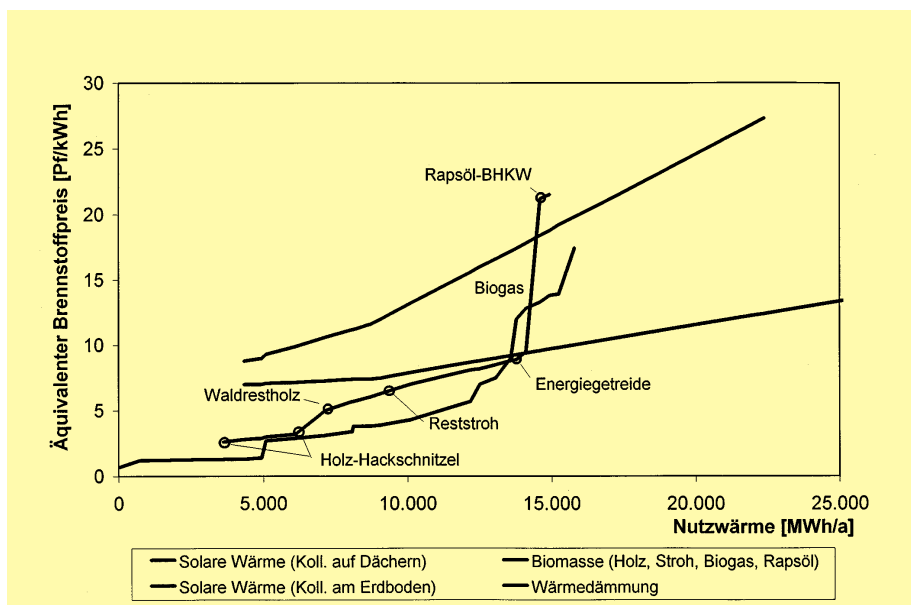


Abbildung 2: Kosten-Funktionen für Wärmedämmung, Biomasse und Kollektoren (4 % Realzins, Abschreibung über die Lebensdauer) in Wiernsheim

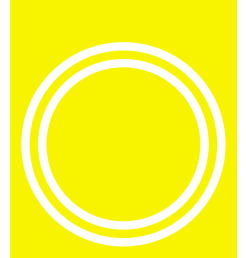


rechnet. Für Reststroh gibt es heute in Wiernsheim keinen Markt. Die anfallenden Stroh mengen werden nahezu vollständig in den Ställen für die Einstreu genutzt. Man kann aber davon ausgehen, daß bei entsprechender Nachfrage 20 % des heutigen Strohaufkommens für eine energetische Nutzung zur Verfügung stehen. Für die Ermittlung der potentiellen Biogasmenge wurden nur die Betriebe mit mehr als 50 Großvieheinheiten miteinbezogen. Bei der Berechnung der Erträge für Energiepflanzen ging man von einer Anbaufläche aus, die 20 % der heutigen Ackerbaufläche nicht überschreitet. Insgesamt können maximal 44.500 MWh an regenerativ erzeugter Wärme bereitgestellt werden, wenn die verfügbaren Dach- und Ackerflächen vollständig für Solar Kollektoren und Energiegetreide genutzt werden und weitgehend auf Photovoltaik und Rapsanbau verzichtet wird.

Der heutige Raum- und Wasserwärmebedarf Wiernsheims beträgt etwa 50.000 MWh/a. Auf den Einsatz fossiler Energien zur Wärmeerzeugung kann nur dann vollständig verzichtet werden, wenn zuvor die Wärmedämmung der Gebäude verbessert worden ist. Bis hin zu einer Reduktion von 30 % des Raumwärmebedarfs ist dies ohnehin die kostengünstigste Möglichkeit, fossile Brennstoffe einzusparen (Abbildung 2). Für die sinnvolle Nutzung fast aller ausgewiesenen Potentiale benötigt man ein Nahwärmenetz. Dies wird anhand der solaren Beheizung erläutert.

#### 4. Solare Beheizung

Das Interesse an teilsolarer Beheizung hat in den letzten Jahren zugenommen. Insbesondere in Österreich gibt es gelungene Beispielanlagen [2]. Abbildung 3 zeigt die spezifische Kollektorausbeute für ein Haus mit einem Jahreswärmebedarf von 17.200 kWh in Abhängigkeit von der Kollektorfeldgröße. Demnach ist eine vollständige individuelle solare Beheizung möglich, aber nicht sinnvoll. Erkennbar ist die Problematik der solaren Beheizung einzelner Häuser: Mit wachsenden Anforderungen an den solaren Deckungsanteil nimmt die spezifische Kollektorausbeute deutlich ab. Außerdem wächst der Platzbedarf für die



Kollektoren auf dem Dach und für den Speicher im Keller rasch über ein im Altbau akzeptables Maß an.

Bei solarer Beheizung ist es notwendig, Wärme aus den sonnenreichen Monaten bis hinein in die Heizzeit zu speichern. Die hierfür vergrößerten Speicher verursachen zusätzliche Kosten und Speicherverluste. Bei großen Solaranlagen, welche etwa 300 Häuser versorgen, ist dieses Problem weniger gravierend. Wegen des günstigeren Oberfläche/Volumen – Verhältnisses machen die Wärmeverluste des zentralen Speichers nur etwa ein Sechstel der von 300 Einzelspeichern aus; die Kosten für die Speicherung reduzieren sich sogar auf ein Zehntel [3]. Dies und die Kostenvorteile großflächiger Kollektorfelder [4] sind wirtschaftliche Vorteile der solaren Nahwärme gegenüber solaren Individualanlagen.

Langfristig werden diese Kostenvorteile eine wichtige Rolle bei der Optimierung eines zukünftigen klimaverträglichen Energieversorgungssystems spielen. Kurzfristig gesehen führen die Kosten und Nichtakzeptanz von Nahwärmenetzen in Deutschland zu keinem weiteren Ausbau solarer Nahwärmenetze, vor allem nicht in Altbaugebieten. Um solare Beheizung allgemein zu verbreiten, müssen noch weitere beispielhafte Neubaugebiete mit solaren Nahwärmenetzen errichtet werden und noch mehr engagierte Hausbesitzer Solarenergie zur Raumheizung in den Übergangszeiten einsetzen. Für den Preis eines Tiefgaragenplatzes von ca. 25.000 DM erzielen Individualanlagen mit teilsolarer Beheizung eine gegenüber typischen Brauchwasseranlagen verdoppelte Brennstoffeinsparung und einen solaren Deckungsanteil von 25 % [5]. Bei einem Nahwärmeanschluß müssen je Wohnungseinheit jedoch nur die Hälfte dieses Betrags investiert werden, um einen solaren Deckungsanteil von 50 % zu erreichen [6].

Bevor solare Nahwärme in Altbaugebieten Fuß fassen kann, müssen Nahwärmenetze in Deutschland erst einmal allgemein akzeptiert werden. In Wiernsheim wurde das Potential für Nahwärmesysteme ermittelt und Ansatzpunkte für die Umsetzung entsprechender Konzepte aufgezeigt.

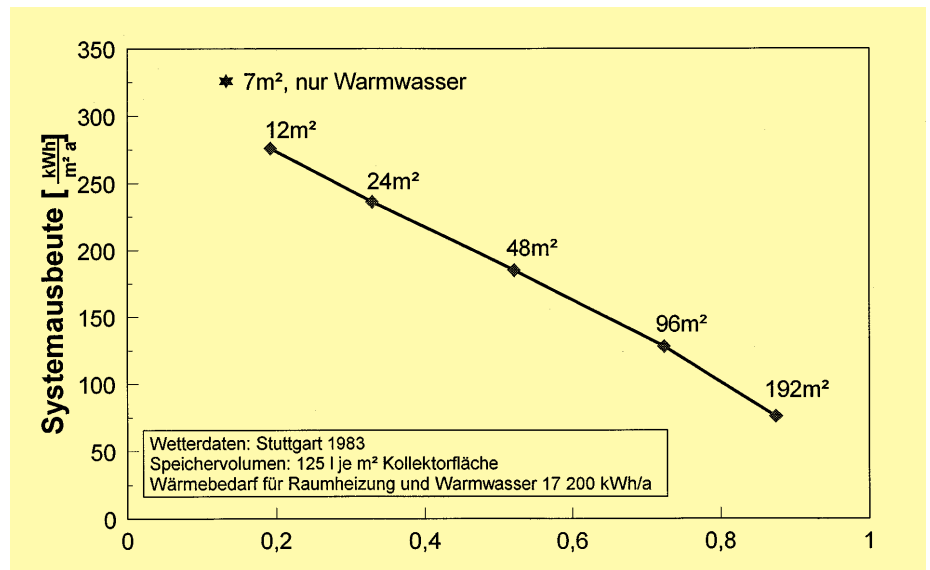


Abbildung 3: Abnahme der spezifischen Systemausbeute von Individualanlagen zur teilsolaren Beheizung mit zunehmendem solarem Deckungsanteil

### 5. Nahwärmepotential in Wiernsheim

Um die Wirtschaftlichkeit eventueller Nahwärmesysteme zu beurteilen, muß man den Wärmebedarf und den Abstand zwischen den Gebäuden kennen. Eine hohe Gebäudedichte und ein großer Wärmeverbrauch machen Nahwärme kostengünstig. Um das Nahwärmepotential zu ermitteln, wurde Wiernsheim in 31 weitgehend homogene Gebiete mit einheitlicher Bebauungsstruktur eingeteilt. Für 10 dieser Gebiete wurden auf Karten im Maßstab 1:500 Nahwärmenetze projektiert und deren Leitungslängen gemessen. Ein Vergleich mit ähnlichen Untersuchungen an anderen Orten zeigte, daß sich die Siedlungsstruktur im Laufe der letzten Jahre geändert hat. Die Gebäudedichten sind heute höher und die je ha Siedlungsfläche notwendigen Trassen für die Netze länger als zu Beginn der 80er Jahre.

Ein wichtiges Kriterium zur Ermittlung der Nahwärmehöflichkeit eines Gebietes ist das Verhältnis von eingespeister Wärmemenge zu den Verteilverlusten. Hierzu wurde der Wärmebedarf der einzelnen Gebiete mit Hilfe einer eigens für Wiernsheim entwickelten Gebäudetypologie ermittelt. Die zu den Leitungslängen proportionalen Wärmeverluste der Netze wurden anhand typischer Rohrkenwerte für Vor/Rücklauftemperaturen von 75/45 °C berechnet. **Abbildung 4** zeigt unter Vor-

gabe der maximalen Verteilverluste, inwieweit Nahwärmenetze zur Wärmeversorgung Wiernsheims beitragen können. Werden Gebiete mit Verteilverlusten von bis zu 20 % noch als nahwärmehöflich angesehen, dann können auch nach Durchführung zukünftiger Wärmedämmmaßnahmen noch 86 % des Gesamtwärmebedarfs Wiernsheims durch Nahwärme abgedeckt werden. Die über alle Gebiete gemittelten Verluste liegen dann bei 15 %. Dieser Betrag ist erwartungsgemäß höher als bei der bundesdeutschen Fernwärmeversorgung (10 %) aber noch deutlich geringer als der entsprechende Wert für Dänemark (über 20 %).

Das für Wiernsheim nachgewiesene hohe Potential von Nahwärme zeigt, daß der Spielraum für moderne, kostensparende Techniken zur CO<sub>2</sub>-Einsparung im ländlichen Raum weitaus größer ist als bisher häufig angenommen wurde.

### 6. Klimaschutzszenario für Wiernsheim

Bei der Entwicklung des Klimaschutzszenarios für Wiernsheim stand die Minimierung der Schadstoffemissionen und des Einsatzes fossiler Brennstoffe im Vordergrund. Das Szenario erstreckt sich bis zum Jahr 2020 und beinhaltet ein Modell für die zukünftige Energieversorgung Wiernsheims unter Berücksichtigung

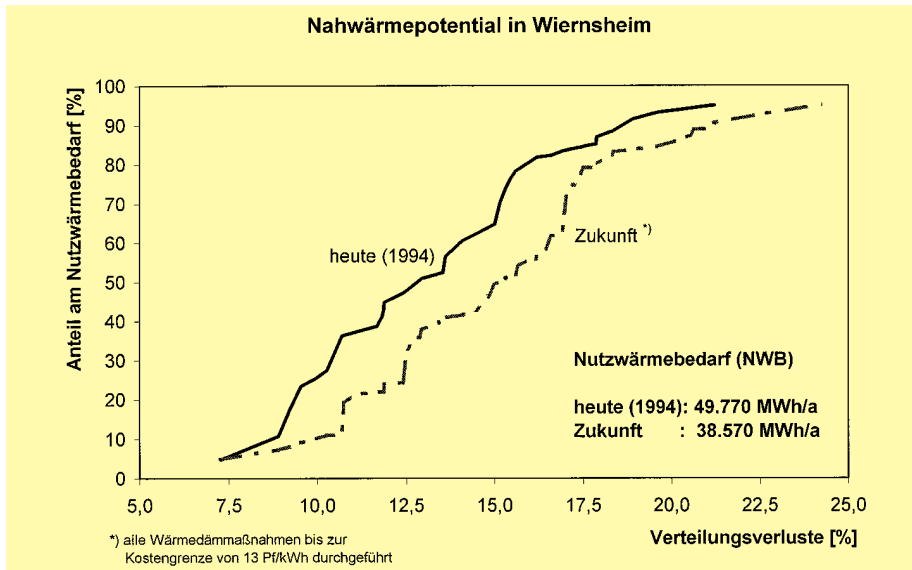
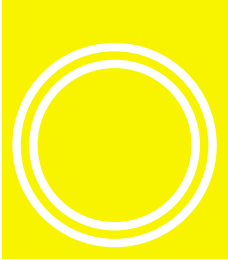


Abbildung 4: Das Nahwärmepotential Wiernsheims in Abhängigkeit von den akzeptierten Verteilverlusten

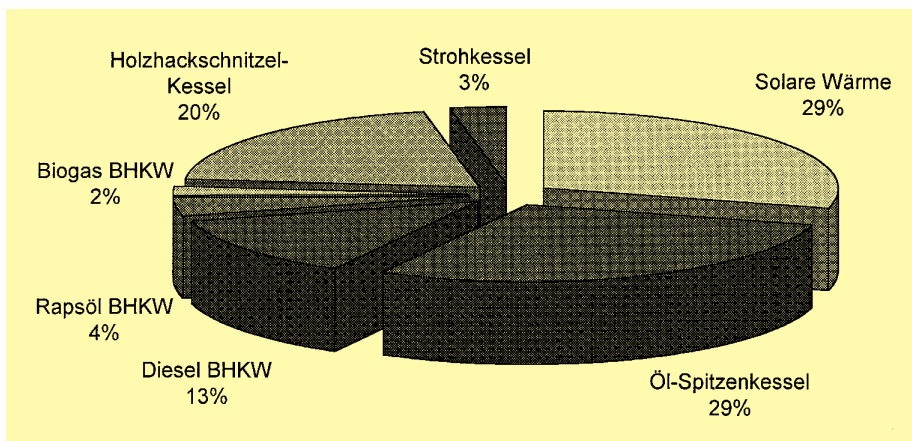
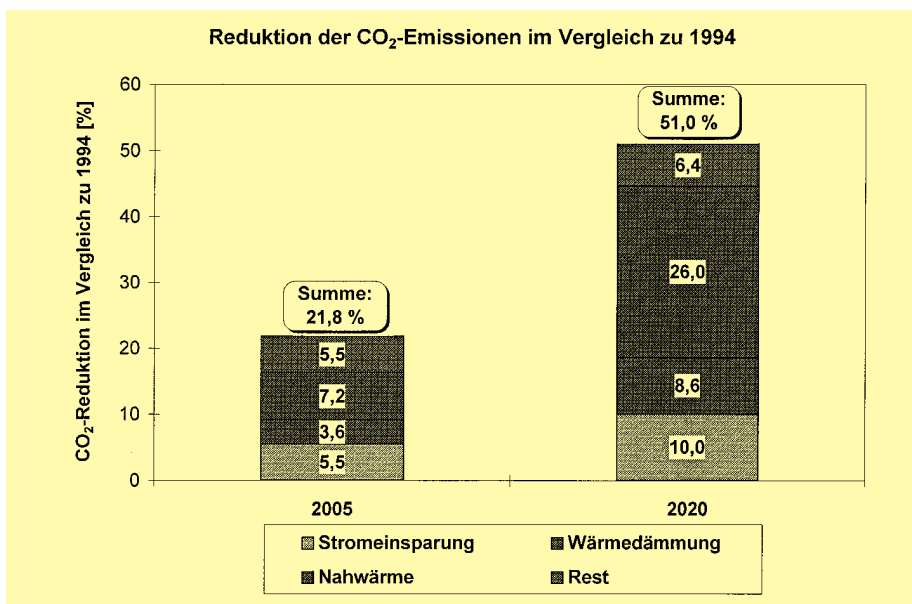


Abbildung 5: Anteile der verschiedenen Maßnahmen zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Wiernsheim

Abbildung 6: Technologiemix zur Erzeugung der Nahwärme im Jahre 2020



der nationalen und internationalen Rahmenbedingungen [1, 7].

Zunächst werden möglichst rasch die kostengünstigen Potentiale der Wärmedämmung im Altbaubestand ausgeschöpft. Hierdurch sinkt der Wärmebedarf der schon errichteten Gebäude um 19 % bis zum Jahre 2020. Aufgrund des erwarteten Wachstums der Gemeinde (Wohnflächenzunahme um 17 % bis 2020) liegt die Abnahme des Gesamtwärmebedarfs jedoch nur bei 12 %. Des Weiteren wird in den nächsten 8 Jahren die energetische Holznutzung verstärkt und die Kraft-Wärme-Kopplung mit Blockheizkraftwerken eingeführt. Solare Nahwärme ist erst für den Zeitraum nach 2005 vorgesehen. Wegen ihrer günstigen Umwelteigenschaften verdrängt sie jedoch gegen Ende des Untersuchungszeitraumes auch Anteile der Blockheizkraftwerke an der Wärmeengewinnung.

Abbildung 5 zeigt die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Bereits 2005 tragen Nahwärmesysteme ein Drittel zum ausgewiesenen Einsparpotential von 22 % bei. Bis zum Jahre 2020 erhöht sich ihr Anteil auf über die Hälfte. Abbildung 6 stellt die Anteile der einzelnen Energiequellen an der Erzeugung der Nahwärme dar. Biomasse, solare Wärme und das zur Bereitstellung der Spitzenlast weiterhin notwendige Mineralöl haben einen Anteil von jeweils knapp 30 %.

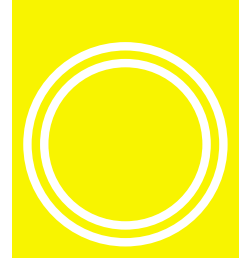
Ein Blick auf Dänemark zeigt, daß eine entsprechende politische Willensbildung dazu beiträgt, dieses Szenario in die Wirklichkeit umzusetzen.

## 7. Dänemark

Dänemark ist international führend sowohl bei der technologischen Entwicklung als auch bei der Erstellung von Strohheizwerken, Biogasgemeinschaftsanlagen und Windenergiekonvertern. Die weltweit größte thermische Solaranlage mit einer Kollektorfläche von 8.000 m<sup>2</sup> wurde im November letzten Jahres auf der süd-dänischen Insel Ærø in Betrieb genommen.

Der derzeitige Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergiebedarf liegt in Dänemark bei 7 % und in Deutschland, trotz seiner weitaus besseren





Möglichkeiten bei der Nutzung von Wasserkraft, bei nur 1,9 % [8]. Auch für die Zukunft ist in Dänemark mit weiteren konsequenten Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Ressourcenschonung zu rechnen. So wurde die Energiebesteuerung von Privathaushalten auch auf die Industrie ausgedehnt [9], um das angestrebte Ziel der 20 %-igen CO<sub>2</sub>-Reduktion bis zum Jahre 2005 nicht zu verfehlen. Nach dem 1996 von der dänischen Regierung beschlossenen Aktionsplan „Energy 21“ sollen im Jahre 2030 insgesamt 35 % des nationalen Energiebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt werden [10]. Der Aktionsplan soll auch dazu beitragen, den rasch anwachsenden Export von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien weiter zu fördern.

Die dänischen Erfolge bei der Nutzung erneuerbarer Energien wären ohne die bereits vorhandenen Nah- und Fernwärmenetze nicht möglich gewesen. Seit der ersten Ölkrise wurden sie konsequent ausgebaut und gleichzeitig der spezifische Raumwärmebedarf des Gebäudebestandes halbiert. Heute sind mehr als 50 % der Wohnungen an Wärmenetze angeschlossen (in Deutschland 6,4 %). Bereits 1993 hatten Biomasse- und Müllverbrennung jeweils einen Anteil von 10 % an der verteilten Wärme und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen einen von 60 %. Nur 16 % der Netzeinspeisung wurde in konventionellen Heizwerken erzeugt [11]. Pro Kopf der Bevölkerung übertrifft die dänische Wärmenetzlänge die deutsche um den Faktor 20. Dieser forcierte Ausbau der Verteilnetze rechnet sich auch wirtschaftlich, da die dänischen Baukosten für Fernwärmeleitungen im allgemeinen unter einem Drittel der deutschen liegen. Diese Kombination von günstigen Baukosten und hohen mit Abgaben belasteten Brennstoffpreisen führt dazu, daß auch in Altbaugebieten ein Anschluß an ein Nahwärmesystem schon im ersten Jahr für den Verbraucher eine Kostenersparnis mit sich bringt. Das für Deutschland typische Problem, daß sich nur ein Teil der möglichen Abnehmer an ein vorhandenes Wärmenetz anschließt, gibt es deshalb in Dänemark nicht.

## 8. Empfehlungen

In süddeutschen Landgemeinden wie Wiernsheim werden Nahwärmesysteme in Altbaugebieten weitgehend abgelehnt. Deshalb müssen zunächst Beispielanlagen errichtet werden, um deren Vorteile zu demonstrieren. In Wiernsheim bietet sich hierfür das im Flächennutzungsplan ausgewiesene Neubaugebiet „Kohlplatte“ an. Da darin über 25 Gebäude je Hektar vorgesehen sind, ist auch bei den in Deutschland üblichen Kostenansätzen ein Nahwärmesystem konkurrenzfähig gegenüber der bisher üblichen Versorgung mit Zentralheizungen [12]. Außerdem ermöglicht die räumliche Nachbarschaft zum Sägewerk eine kostengünstige Wärmeerzeugung aus Biomasse.

Um einen Anreiz zur Errichtung von Nahwärmenetzen zu bieten, empfehlen wir, die Ausweisung von Sanierungsgebieten – die bisher nur für Siedlungsflächen mit Gebäuden aus dem vorigen Jahrhundert üblich war – zusammen mit den zugehörigen finanziellen Vergünstigungen auch für Bebauungen nach 1945 zu ermöglichen.

Deutschland braucht verlässliche politische Vorgaben zum Klimaschutz, zur Nutzung erneuerbarer Energien und zum Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung. Derartige Festlegungen geben dem deutschen Nahwärmemarkt dringend benötigte Impulse. Des weiteren müssen die vielfältigen Erfahrungen des EU-Partners Dänemark beim Bau von Nahwärmesystemen genutzt werden. Hierzu haben Vorarbeiten bei der DLR und dem ZSW begonnen.

## 9. Dank

Unser besonderer Dank gilt den Herren A. Stuible und B. Eikmeier, welche in Anlehnung an ihre Diplomarbeiten unverzichtbare Zuarbeit leisteten. Die Arbeiten wurden vom Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (BMBau) und der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (BfLR) unterstützt.

## Literatur

- [1] H. Böhnisch, M. Nast  
„ExWoSt, Schadstoffminderung im Städtebau, Endbericht für die Gemeinde Wiernsheim“, BfLR-Schriftenreihe „Örtliche und regionale Energieversorgungskonzepte“ (in Vorbereitung)
- [2] M. Eder, C. Fink, W. Streicher, A. Theß, W. Weiß  
„Heizen mit der Sonne“, Arge Erneuerbare Energie GmbH, Gleisdorf (1997)
- [3] M. Nast, J. Nitsch  
„Solare Wärmeversorgung einschließlich Großwärmespeicher in Baden-Württemberg“, Arbeitsbericht Nr. 18 der Akademie für Technikfolgenabschätzung Baden-Württemberg, Stuttgart (1994)
- [4] M. Nast  
„Cost of Large Collector Fields“, Int. J. Solar Energy 18 (1997) 289
- [5] T. Pauschinger  
„Darf's ein bißchen mehr sein? – Solaranlagen zur kombinierten Brauchwasserwärmung und Raumheizung“, Tagungsband 7. Natl. Symp. Therm. Solarenergie (OTTI), Staffelstein (1997) 225
- [6] R. Kübler  
„Solarunterstützte Nahwärmeverorgung in Deutschland – eine Zwischenbilanz“, Tagungsband 7. Natl. Symp. Therm. Solarenergie (OTTI), Staffelstein (1997) 235
- [7] C. Schlenzig  
„MESAPIII: A Decision Support System for Energy and Environmental Planning“, Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart (1995)
- [8] „Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energiequellen“, Grünbuch der EU-Kommission für eine Gemeinschaftsstrategie, EU-Dokument KOM(96) 574 endg.
- [9] „Energy Tax on Industry in Denmark“, Danish Ministry of Finance, Kopenhagen (1995)
- [10] „Energy 21 - The Danish Government's Action Plan for Energy 1996“, Danish Ministry of Environment and Energy, Kopenhagen (1996)
- [11] „Fernwärme in Europa“, UNICHAL-Studienkomitee für Nomenklatur und Statistik, Zürich (1995)
- [12] M. Nast  
„Die Konkurrenzfähigkeit von Nahwärmesystemen in Neubaugebieten“, FWI 25 (1996) 425