

## 6. Zusammenfassung

Im Rahmen der Arbeit wurden unterschiedliche Aspekte der umweltgerechten Energieversorgung von Gebäuden untersucht. Ein besonderer Schwerpunkt war der Einsatz der Solarenergie für Warmwasserbereitung, Klimatisierung und Heizung mit saisonaler Speicherung. Weiterhin wurde die Verringerung des Wärmebedarfs durch bauliche Maßnahmen und der Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung betrachtet.

Zunächst wurden Grundlagen hinsichtlich der meteorologischen Bedingungen, der Verbrauchsdaten, der Wärmeverteilung und der Computersimulation ermittelt bzw. zusammengefaßt. In diesem Zusammenhang entstand ein Verfahren für die Rückrechnung von Strahlungsdaten und ein angepaßter Berechnungsalgorithmus für Diffusstrahlung unter den meteorologischen Bedingungen Deutschlands.

Weiterhin wurde, ausgehend von Meßwerten, Klarheit in die für die Auslegung von Solaranlagen besonders wichtigen Annahmen zum Warmwasserbedarf gebracht und die Berechnung des Wärmebedarfs mit dem Simulationsprogramm TRNSYS validiert.

Kapitel 3 beinhaltet die Untersuchung mehrerer Versorgungsvarianten, beginnend mit exergieeffizienten Erzeugern in Form von Blockheizkraftwerken und Wärmepumpen. Es wurde nachgewiesen, daß die exakte Berechnung von KWK-Anlagen nur mit dem Tagesganglinienverfahren möglich ist. Ein geeignetes Unterprogramm für die Ermittlung dieser Tagesganglinien wurde erstellt und erprobt.

Weiterhin wurden solare Heizung mit saisonaler Speicherung und solare Klimatisierung grundsätzlich dargestellt und entsprechende Beispielanlagen mit der Computersimulation untersucht und optimiert. Die solare Heizung erwies sich bis zu einer Deckungsrate von 70 % und die Klimatisierung bis zu 100 % als möglich. Beide Varianten sind unter deutschen Bedingungen weit von der Wirtschaftlichkeit entfernt. Die solare Klimatisierung erreicht in Südeuropa bei Anlagen ab etwa 350 kW die Wirtschaftlichkeitsgrenze. Unter Berücksichtigung externer Kosten sind dort auch kleinere Anlagen wirtschaftlich.

In Kapitel 4 wurde die solare Warmwasserbereitung behandelt. Schwerpunkt waren neben Untersuchungen zur Auslegung, Ausrichtung und Regelung, Meßergebnisse an großen Solaranlagen in Oederan. Es zeigte sich dort, daß die Anlagen ordnungsgemäß funktionieren, aber für den vorliegenden Bedarf wesentlich überdimensioniert sind. Es wurden Verbesserungsvorschläge für Betrieb und Aufbau der vorliegenden und für neue Anlagen erarbeitet.

In Kapitel 5 wurden alle behandelten energetischen Maßnahmen gegenübergestellt. Stets stellt sich der bauliche Wärmeschutz wesentlich preisgünstiger als der Einsatz der Solarenergie dar, jedoch nur mit einem begrenzten Einsparpotential. Soweit einsetzbar, bietet die Kraft-Wärme-Kopplung ein großes und ab etwa 500 kW Wärmeleistung auch wirtschaftliches Potential der Energieeinsparung. Die Kraft-Wärme-Kopplung bleibt selbst bis zur vollständigen Abdeckung des Wärmebedarfs ökonomisch wesentlich günstiger als die Solarenergie oder ein Ausbau des Wärmeschutzes bis zum Niveau des Niedrigenergiehauses.

So lange jede beliebige Strommenge vom Netz aufgenommen werden kann, führen, soweit die KWK-Anlage eine bestimmte Mindest-Stromkennzahl aufweist, Maßnahmen des baulichen Wärmeschutzes zu einer Vergrößerung des Primärenergiebedarfs. Der Einsatz der Solarenergie führt im Zusammenhang mit KWK-Anlagen stets zu einer Vergrößerung des Primärenergiebedarfs.

Bei weiterem Ausbau der KWK kann die in den Wintermonaten erzeugte Elektroenergie nicht mehr verbraucht werden. Ab diesem Punkt ist es wieder sinnvoll, den Wärmebedarf durch bauliche Maßnahmen zu senken. Ebenso sinnvoll ist es dann, den Strombedarf im Winter durch den Einsatz von Wärmepumpen zu erhöhen.

Wenn ein Gebäude klimatisiert werden muß, sollte die Kraft-Wärme-Kopplung zur Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung ausgebaut werden, indem eine Sorptionskältemaschine installiert wird. Sie erhöht den Wärmebedarf im Sommer und trägt zu einer besseren Auslastung der KWK-Anlage und einer Erhöhung der Stromerzeugung bei. Bei vollständiger Klimatisierung eines wärmetechnisch guten Gebäudes wird die Wärmeleistung der KWK-Anlage nicht für die Beheizung der Sorptionskältemaschine ausreichen. Dies ist eine Möglichkeit, um auch bei größeren Bauobjekten Solarenergie sinnvoll einzusetzen.

Schlußfolgerung des Vergleichs der Energieerzeuger muß es sein, die Energiepolitik stärker auf den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung als auf baulichen Wärmeschutz und regenerative Energieträger auszurichten. Es ist nicht verständlich, daß große KWK-Anlagen, die ein hohes Einsparpotential besitzen, nicht gebaut werden, wenn an der Wirtschaftlichkeit 5 DM/MWh fehlen, während Solaranlagen wesentlich weniger Primärenergie sparen und den spezifischen Preis konventioneller Energie um das Zwei- bis Fünffache übertreffen!

So sollte in der für die Ablösung der Wärmeschutzverordnung vorgesehenen Energiesparverordnung 2000 von der bisherigen einseitigen Ausrichtung auf den baulichen Wärmeschutz abgerückt und eine die Primärenergiebilanz berücksichtigende Differenzierung der Quelle thermischer Energie getroffen werden.

Die Untersuchungen beschränkten sich auf die Primärenergiebilanz - die Ergebnisse der Emissionsbilanz werden jedoch noch stärker für die Kraft-Wärme-Kopplung sprechen, da in der KWK-Anlage Erdgas oder Heizöl und im Vergleichsobjekt Kondensationskraftwerk Kohle als Brennstoff dient.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß der weitere Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung durch die gewachsenen Strukturen der Energiewirtschaft, zum Beispiel durch die Überkapazitäten der Kondensationskraftwerke, durch das Energiewirtschaftsgesetz und durch das Verhalten großer Energieversorgungsunternehmen stark behindert wird. Hinzu kommt, daß vor allem in den alten Bundesländern die Fernwärme nur einen sehr geringen Marktanteil hat. Dort wurden auch in Stadtbereichen, die aufgrund eines hohen flächenspezifischen Wärmebedarfs für die KWK-versorgte Fernwärmebeheizung prädestiniert sind, große Investitionen in Gasnetze sowie in Gas- und Ölheizungen getätigt, womit die Versorgungsstruktur für viele Jahre festgeschrieben ist.