

## Energieoptimiertes Bauen Bürogebäude mit Zukunft

1995 schuf die Bundesregierung im Rahmen des „3. Programms Energieforschung und Energietechnologien“ das auf zehn Jahre angelegte Förderkonzept „Energieoptimiertes Bauen“ mit den Teilkonzepten „Passive Solarsysteme“, „Solarunterstützte Heizungs- und Lüftungssysteme“ und „Energieoptimierte Gebäude mit minimalem Energiebedarf“. Für das letztgenannte Teilkonzept wurde jetzt Bilanz gezogen.

Zur Inbetriebnahme des neuen Umweltbundesamts (UBA), das selbst ein Projekt des 10-jährigen Förderprogramms „Energieoptimiertes Bauen“ ist, wurden Mitte Mai in Dessau die Programm-ergebnisse mit rund 200 Fachleuten aus Planung, Bau und Betrieb diskutiert. Gesprochen wurde über Erfahrungen aus 22 Projekten, darunter so bekannte Gebäude wie der Neubau der KfW-Bank in Frankfurt, das Produktionsgebäude der Fa. Solvis in Braunschweig oder das Passivhaus Energon in Ulm.

Begonnen hatte alles 1995. Mit der Einführung der Wärmeschutzverordnung (WSVO) fragten sich Politik und Fachwelt, wie weitere Energieeinsparpotenziale erschlossen werden können, ohne den bis dahin eingeschlagenen Weg einer immer umfangreicheren Wärmedämmung fortzuführen, der technisch und wirtschaftlich an Grenzen stieß. Ein Lösungsansatz bestand – ganz im Sinne einer breit angelegten Politik zur Verwendung erneuerbarer Energien – darin, verstärkt Sonnenenergie als Wärmequelle in Kombination mit baulichem Wärmeschutz und angepassten Heizungs- und Lüftungssystemen zu nutzen.

### Nullenergie-Nichtwohngebäude können ausgeführt werden, ...

Als Vorbilder für das Förderprogramm galten prominente Versuchsbauten, z.B.



Neubau des Umweltbundesamts in Dessau. Kulisse und zugleich Projekt des Förderprogramms „Energieoptimierte Gebäude mit minimalem Energiebedarf“

das Philips-Testhaus (1974) oder das Projekt Solarhäuser Landstuhl (1982/86). Mit dem energieautarken Solarhaus (1993) wurde der Nachweis erbracht, dass nicht nur Autarkie im Heizwärmebereich in Mitteleuropa technisch realisierbar ist, sondern eine völlige Unabhängigkeit von externer Energiezuführung durch weitgehende Energiesparmaßnahmen und durch die Nutzung der auf die Gebäudehüllfläche fallenden Solarenergie möglich ist.

Diese Erfolge sollten auf den Nichtwohnungsbau übertragen werden. In Anlehnung an die damals gerade neu eingeführte WSVO definierte das Förderprogramm einen maximal zulässigen Jahresbedarf an fossilen Brennstoffen für den Gebäudebetrieb von  $70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$  Endenergie. Dazu zählen Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, Klimatisierung, Beleuchtung und andere haustechnische Anlagen. Der Heizwärmebedarf wurde unabhängig vom A/V-Verhältnis auf  $40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$  und der Primärenergiebedarf auf höchstens  $100 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$  begrenzt. Weitere Anforderungen waren der Verzicht auf mechanische Kälte zur Gebäudekühlung und die Baukosten sollten sich im vergleichbaren Rahmen konventioneller Gebäude bewegen. Die Projektförderung umfasste maximal fünf Jahre in zwei Projektphasen: Planung, Optimierung und Bau sowie eine anschließende Evaluierung.

### ... wenn zu Projektbeginn ein Planungsteam gebildet wird, ...

Um die anspruchsvollen Planungsziele zu erreichen, ist ein interdisziplinäres Planungsteam aus den Bereichen Architektur, Bauphysik, Gebäudetechnik, Gebäudesimulation und Messtechnik zu bilden, das insbesondere die Ergebnisse dynamischer Gebäudesimulationen in die Planung aufnimmt. Diese Simulationen geben neben der Optimierung des Energieverbrauchs auch Antworten auf Behaglichkeitsfragen, wie sommerlichen Wärmeschutz oder Tageslicht-/Beleuchtungssituationen von Arbeitsplätzen in Büros und Produktion und sind in allen Projekten zum unverzichtbaren Hilfsmittel geworden.

Die begleitende Forschung der zweiten Projektphase, bestehend aus je einem Mess- team für die konkrete Gebäudeanalyse und übergeordneten Forschungsgruppen für Querschnittsanalysen, untersuchte zunächst, ob die Anforderungen des Förderprogramms realisierbar waren und verglich die Planungsprognosen mit der Realität. In einem weiteren Themenschwerpunkt der Begleitforschung war zu klären, ob die Gebäude den Produktions- und Nutzungsanforderungen gerecht werden.

Das in die Arbeitsschwerpunkte „Heizen und Lüften im Winter“, „Kühlen und Lüften im Sommer“, „Licht und Beleuchtung“

„zukunftsfähige Energieversorgung“ und „Nutzerverhalten und Zufriedenheit“ aufgeteilte Symposium verdeutlichte sowohl an konkret vorgestellten Einzelprojekten als auch in den Querschnittsbetrachtungen, dass das Förderprogramm erfolgreich verlaufen ist.

**... das Hochbau, Anlagentechnik und Solarenergie verzahnt – ...**

Bürogebäude, die eine hohe Arbeitsplatzqualität bieten und gleichzeitig wenig Energie verbrauchen sollen, setzen eine intensive Beschäftigung mit den raumklimatischen Bedingungen voraus. Unter Berücksichtigung des Mikroklimas und der Komfortanforderungen ergeben sich Lösungen, bei denen Entwurfs- und baukonstruktive Maßnahmen bereits maßgeblich das Raumklima und die Beleuchtungsverhältnisse prägen. Das Ergebnis garantiert im Zusammenwirken mit einer an das Entwurfskonzept angepassten Gebäudetechnik einen niedrigen Energiebedarf. Damit wird das in einem frühen Planungsstadium entwickelte Energiekonzept zu einem bestimmenden Faktor für die Architektur und entscheidet durch eine schlanke Anlagentechnik auch über geringe Investitionen und Betriebskosten.

Wie erfolgreich dieser Planungsansatz ist, zeigen die für die Mehrzahl der Gebäude festgestellten Heizwärmeverbräuche von nur 40 kWh/(m<sup>2</sup>a) (Bild 1) bei Heizlasten von durchschnittlich 50 W/m<sup>2</sup>. Da der Lüftungswärmebedarf im Winter den Heizwärmeverbrauch dominiert, sind mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnungsgraden von mindestens 75% unverzichtbar. Die Leistungsaufnahme der Ventilatoren ist dabei auf 0,4 W/(m<sup>3</sup>/h) zu begrenzen.

Zeitgemäßen Wärmeschutz und eine adäquate Lüftungstechnik vorausgesetzt, wird das thermische Verhalten in Energie sparenden Bürogebäuden vornehmlich durch die sommerlichen Witterungsbedingungen und die gewählte Strategie der passiven Kühlung bestimmt. Dabei ergibt sich die jeweilige Raumtemperatur aus den internen und externen Lasten sowie den Möglichkeiten der Wärmespeicherung und Wärmeabfuhr. Zunächst bietet sich die direkte Wärmeabfuhr durch freie Lüftung an, unterstützt von einer vorübergehenden Speicherung in Bauteilen. Die Wärmeabfuhr erfolgt anschließend während der kühleren Nacht mittels freier oder mechanischer Lüftung. Alternativ kann auch eine Bauteiltemperierung für die Wärmeabfuhr sorgen. Beide Kühlverfahren wurden in den Projekten realisiert, wobei die Bauteiltemperierung in den meisten Fällen auf Erdsonden, Erdpfähle etc. zurückgreift.

Für diese Art der Gebäudekühlung existieren noch keine normativen Randbedingungen, so dass die Wirksamkeit der Nachtkühlung und Betonkernaktivierung hilfsweise mit den Kriterien der DIN 4108-2 überprüft wurde. Diese lässt Raumtemperaturüberschreitungen über 25°C während maximal 10% der Arbeitszeit zu. Dieses Kriterium wurde in den untersuchten Gebäuden ohne mechanische Kühlung erreicht. Nachtkühlung und Betonkernaktivierung können aber keine exakt vorgegebenen Grenzwerte oder Raumtemperaturen garantieren. Sie sind damit weniger eine Frage der Wirtschaftlichkeit, sondern eine komplexe Systementscheidung für oder gegen aktive Kühlung. Dabei verschieben sich Investitionen der Gebäudetechnik in verbesserte Baukonstruktionen.

**... und das zu vergleichbaren Kosten konventioneller Gebäude.**

Neben diesen gebäudetechnischen Anforderungen wurde die Frage einer zukunftsfähigen Energieversorgung von den Symposiumsteilnehmern diskutiert. Konventionelle Gebäude sind bisher durch die fossile Wärme- und Stromabnahme reine Energiesenken. Im Förderprogramm gibt es aber mehrere Gebäude, die ihren Energiebedarf weitestgehend durch erneuerbare Energieträger wie Sonnenenergie, Erdwärme oder Biomasse decken und teilweise soviel Energie erzeugen, dass sie in der Jahresbetrachtung zum Energieerzeuger werden. Folgerichtig sind mehrere Projekte auch als Nullenergie- oder Nullemissionsgebäude definiert.

Der gegenüber konventionellen Gebäuden drastisch reduzierte Primärenergiebedarf und der Übergang von der reinen Energiesenke zur Energiequelle zeigen den besonderen Erfolg des Forschungsprogramms auf. Dass dieses Ziel bei entsprechender planerischer Sorgfalt möglich ist, belegen die ausgeführten Beispiele. Auch die weit verbreitete Vermutung, dass Energie sparende Gebäude immer teurer sind als konventionelle, kann durch den Vergleich der Baukosten der realisierten Gebäude mit Vergleichswerten des Baukostenindex widerlegt werden. Die Mehrzahl der Gebäude weist Kosten zwischen 250 und 400 Euro/m<sup>3</sup> auf (Bild 2).

Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss von der Bergischen Universität Wuppertal forderte daher in seinem Referat, den Nullenergieverbrauch als planerisches Ziel für zukünftige Funktionsgebäude zu etablieren und formuliert dieses Ziel für ein nachfolgendes Forschungsvorhaben. Der Primärenergiebedarf sollte dabei 70 kWh/(m<sup>2</sup>a) nicht übersteigen und durch umweltfreundlich erzeugte Energie neutralisiert werden. **MV** ←

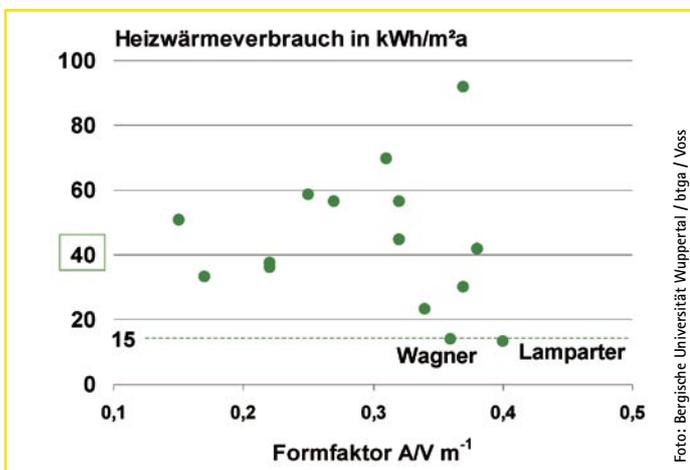


Bild 1 Neun von 15 Gebäuden erreichen einen Heizwärmeverbrauch von 40 kWh/(m<sup>2</sup>a) oder weniger, sechs davon haben eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

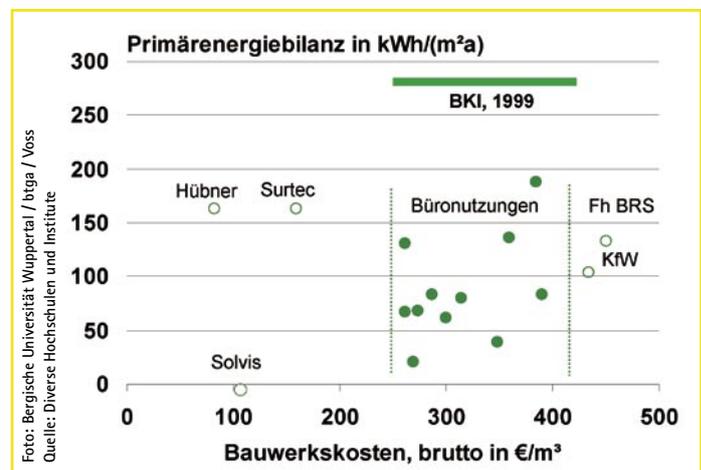


Bild 2 Früh und eindeutig definierte energetische Ziele sind nach den Projektergebnissen auch bei ambitionierten Vorgaben im üblichen Kostenrahmen umsetzbar