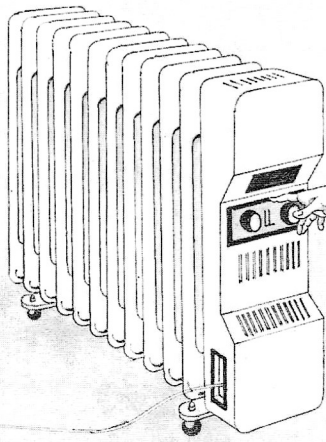


DIE ENERGIE SPARER



FOLGE 9: EIN KACHELOFEN ERSETZT DIE ZENTRALHEIZUNG

Jahrhunderte hindurch war der Kachelofen in den Wohnungen der Wärmespender höchster Qualität. Vor allem in den Bauernhäusern wurde er als zentrale Heizung benutzt. Durch eine geschickte Anordnung der Räume um und über dem Kachelofen sorgte er für eine ausreichende Beheizung des gesamten Wohnbereiches. Dieses Prinzip wird wegen der Verteuerung der fossilen Brennstoffe wieder interessant und neuerdings auch vom Finanzminister gefördert: Der Einbau eines Kachelofens kann von der Steuer abgesetzt werden.

Kachelöfen haben bislang in der Heiztechnik – und auch bei der Debatte um Energiesparmaßnahmen – eine relativ geringfügige Rolle gespielt. Zu Unrecht, meint Dipl.-Ing. Helmut Bartussek von der Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft in Irdning: Richtig eingesetzt – wie es in seinem eigenen Haus geschah –, kann ein Kachelofen durchaus eine echte Alternative zur Ölheizung darstellen.

Der steirische Forscher, dessen Energiesparideen schon im letzten Heft behan-

delt wurden (WOHNBAU 6/80, „Wärme und Luft kommt durch Wand und Decke“), experimentierte auch mit einer klassisch ländlichen Heizungsart, eben dem Holzkachelofen. „Die Notwendigkeit“, meint er, „von fossilen Brennstoffen – vor allem Heizöl – wegzukommen, braucht man ja heute nicht weiter zu begründen. Als Ersatz bietet sich im ländlichen Raum natürlich in erster Linie Holz an: Einerseits wächst es an Ort und Stelle laufend nach, andererseits sind auf dem Land die dafür

nötigen, großen Lagerräume leicht zu beschaffen.“

Holz hat – wie Dr. Bartussek einschränkt – natürlich auch seine Nachteile. Es gibt sehr rasch Energie ab, so daß kein anhaltendes Glutbett erzielt werden kann. Die Abgabe der Energie muß also möglichst verlangsamt werden – und hier bietet sich der Kachelofen als ideale Lösung an. „Ideal“ freilich nur unter gewissen Grundbedingungen. Damit das Heizsystem optimal funktionieren kann, müssen berücksichtigt werden:

► Die Grundrißlösung des Hauses und damit die Wohnansprüche und das Wohnverhalten der gesamten Familie,

► die bautechnische Ausführung des Hauses,

► die Abstimmung der Heizleistung auf den wirklichen Energiebedarf des Hauses.

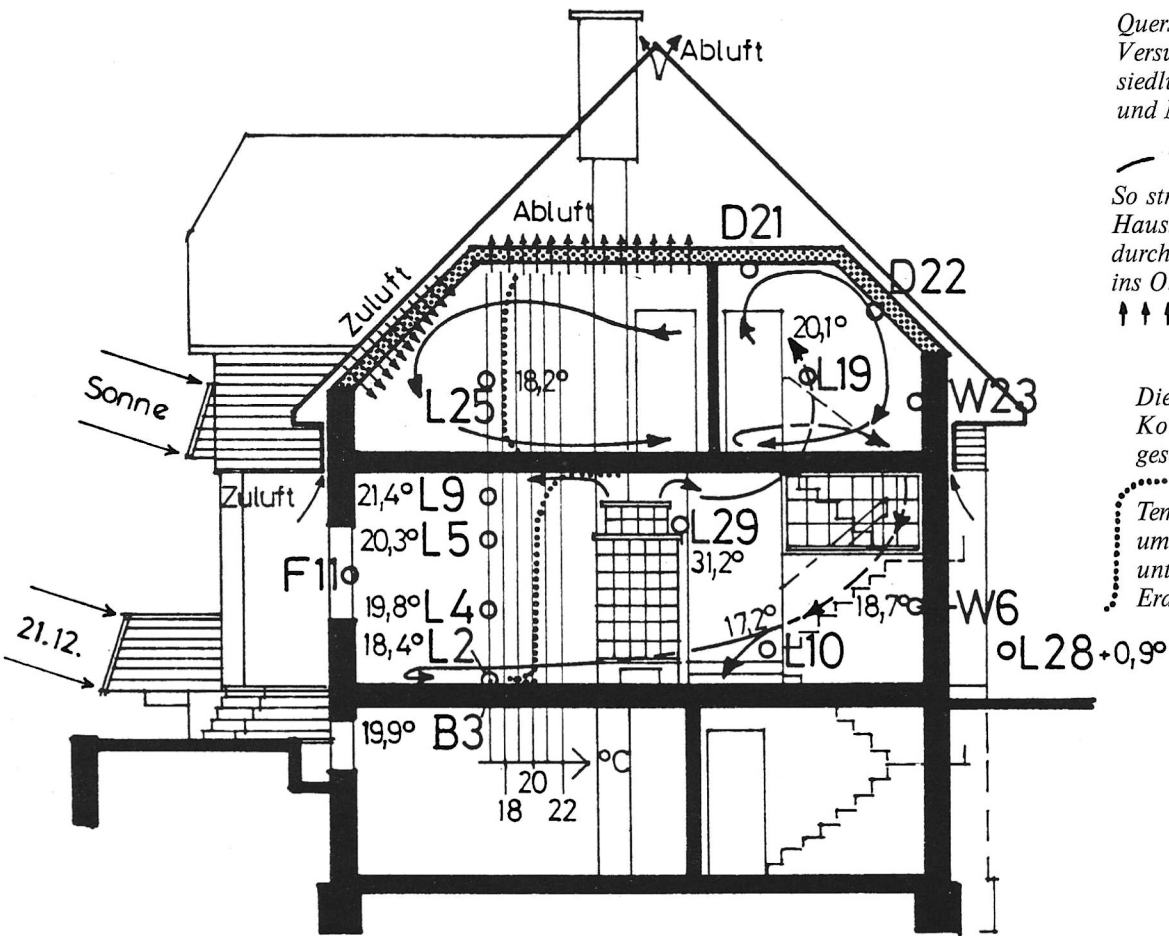
„Die zweite und dritte Bedingung“, bedauert Dr. Bartussek, „sind bei unserem Versuchshaus nicht vollständig eingehalten worden. Bei der

Planung im Jahre 1975 war nicht vorgesehen, ausschließlich mit dem Kachelofen zu heizen, die Dimensionierung – der Ofen ist laut Auskunft des Hafners auf eine Leistung von etwa 7.600 W ausgelegt – war nur für die Übergangszeit vorgesehen worden.“

Ob die erste Bedingung erfüllt werden kann, hängt nicht zuletzt von der Einstellung der Benutzer ab. Damit das Heizsystem funktionieren kann, muß der Ofen – wie im traditionellen bäuerlichen Haushalt üblich – Mittelpunkt des Hauses und damit auch des Familienlebens sein. Die Beheizung durch einen zentralen Kachelofen verlangt einen möglichst offenen Wohnbereich, um eine ungehinderte Verbreitung der Wärme zu gewährleisten. „Das Heizkonzept“, so Dr. Bartussek, „setzt demnach ein Familienleben voraus, das dem Miteinander im offenen Wohnbereich große Bedeutung beimißt. Natürlich ist es jederzeit möglich, sich in einen Individualbereich zurückzuziehen. Generell verlangt aber das Konzept vom einzelnen ein entsprechendes Maß an Rücksichtnahme auf die anderen.“

Grundsätze für die Planung des Hauses

Im Versuchshaus – dem Einfamilienhaus der Familie Bartussek in der Klostersiedlung bei Irdning – befindet sich der Kachelofen im Zentrum des Wohnbereiches des zweigeschossigen Hauses (Erdgeschoß und ausgebautes



Querschnitt durch das Versuchshaus in der Klostersiedlung mit Meßpunkten und Meßergebnissen.

So strömt die Luft durch das Haus. Die warme Luft steigt durch das offene Stiegenhaus ins Obergeschoß.

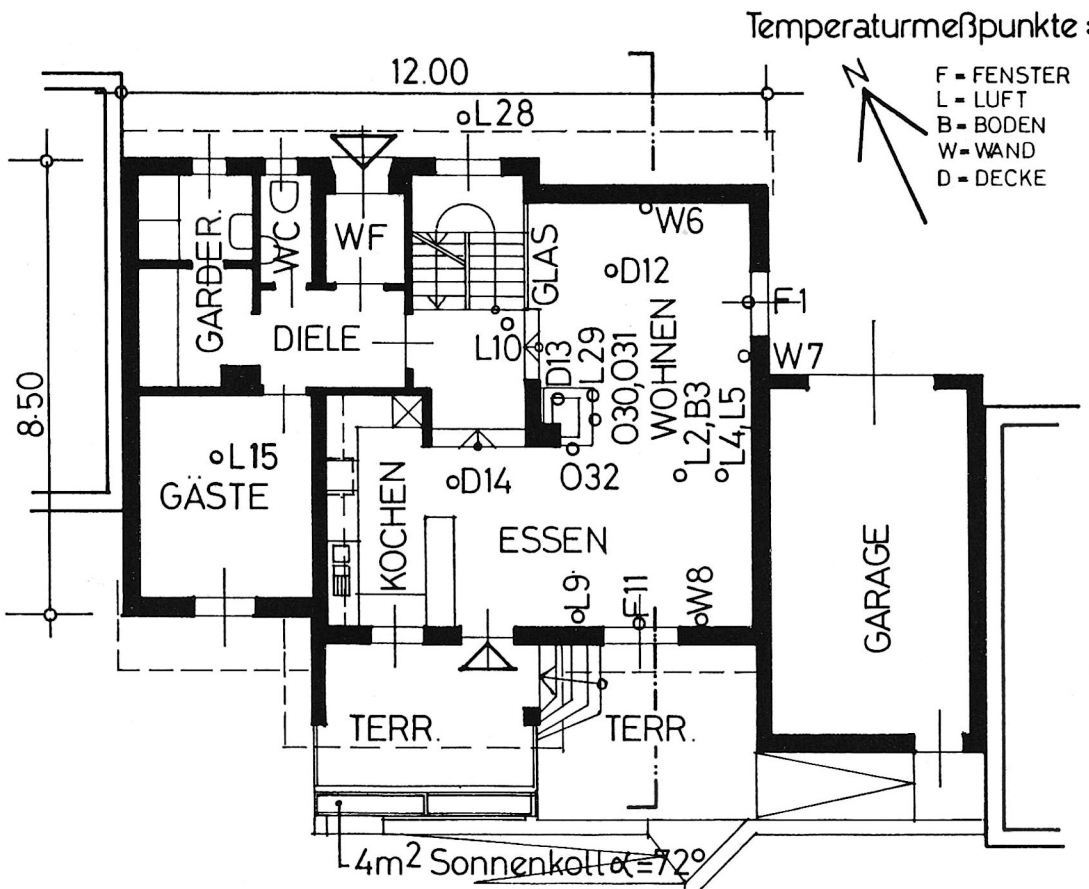


Die Porenlüftung durch die Konstruktion des Dachgeschosses.

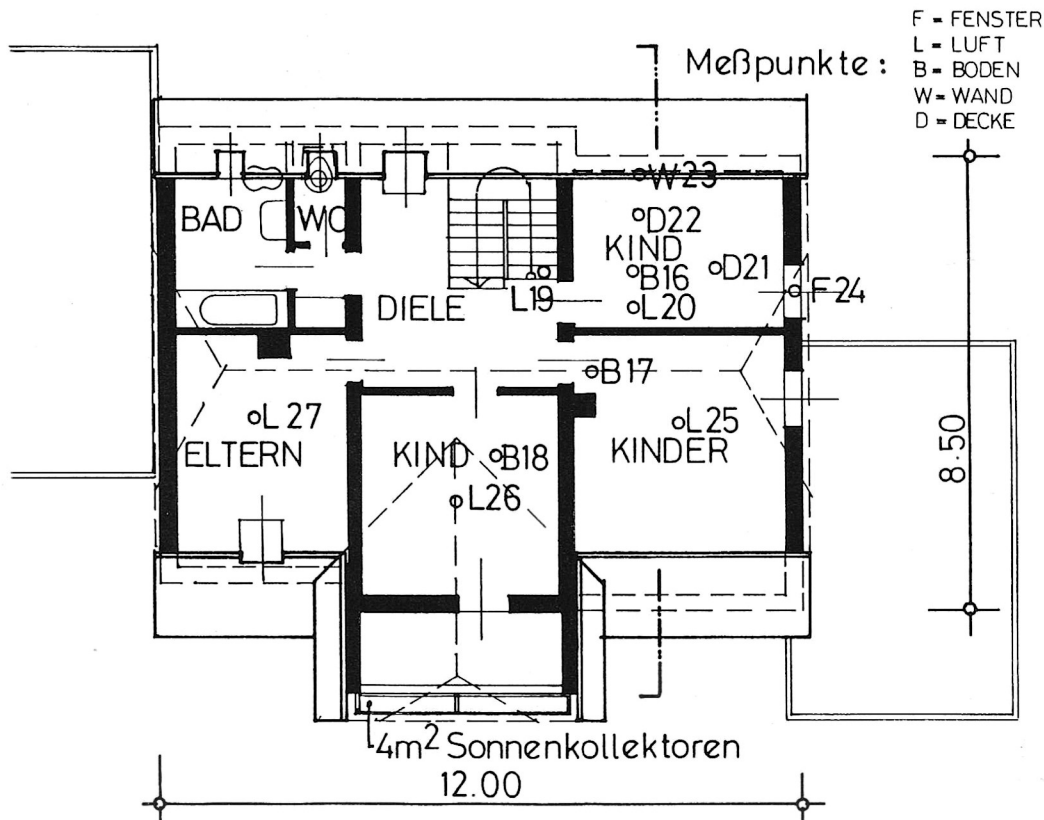
Temperaturen am Meßtag um 17 Uhr, gemessen in unterschiedlicher Höhe in Erd- und Dachgeschoß.

Der Kachelofen ist im Haus zentral angeordnet. Das Erdgeschoß hat einen offenen Grundriß mit Wohnbereich, Eßplatz und Küche. Über ein offenes Stiegenhaus und die Zwischendecke heizt der Kachelofen auch das Obergeschoß.





Das Erdgeschoß des Versuchshauses mit Temperaturmeßpunkten. Außerhalb der vom Kachelofen beheizten Zone liegen Windfang, Diele, WC, Garderobe und Gästezimmer. An der Terrassenbrüstung sind Sonnenkollektoren angebracht, die zur Warmwasserbereitung dienen.



Ins Dachgeschoß gelangt man über ein offenes Stiegenhaus. Von einer Spieldiele sind das Elternschlafzimmer sowie drei Zimmer für die vier Kinder erreichbar, weiters WC und Bad. Nur das Bad wird im Winter zusätzlich beheizt.

Dachgeschoß). Der Wohnbereich umfaßt Wohnteil, Eßplatz, Küche und Stiegenaufgang. Dieser Stiegenaufgang führt im Obergeschoß in eine Spieldiele, von der vier Zimmer, WC und Bad erreicht werden können. WC, Garderobe, Hauseingang und ein Arbeitszimmer liegen außerhalb der beheizten Zone.

Die Wärmeverteilung erfolgt auf drei Arten: Ein beträchtlicher Teil wird in Form von Strahlung an Wände und Decken abgegeben. Dadurch wird auch bei sonst relativ niedrigen Lufttemperaturen ein angenehmes Strahlungsklima aufgebaut.

Ein weiterer Teil der Heizwärme wird in Form von Konvektion durch das offene Stiegenhaus ins Obergeschoß transportiert. Der Temperaturunterschied zwischen den auf- und absteigenden Luftströmen beträgt etwa zwei bis drei Grad. Die warme Luft streicht durch die obere Hälfte der Türöffnungen in die Räume, während die kühlere Luft in Bodennähe zurückfließt. Am unteren Ende des Stiegenaufganges können daher beachtliche Luftgeschwindigkeiten entstehen, die bei der Planung besonders beachtet werden müssen; so können zum Beispiel an der „Mündung“ des kalten Luftstromes keine Sitzplätze angeordnet werden.

Unter der Decke des Wohnbereiches sammelt sich die Wärme zu einem „Polster“, der die Decke beträchtlich erwärmt. Ein Teil dieser Wärme wird gegen den Boden zurückgestrahlt, ein weiterer Teil wird jedoch durch Wärmeleitung nach oben transportiert und erwärmt die Fußböden der oberhalb liegenden Räume. Diese werden also doppelt erwärmt: einerseits von der durch die Decke nach oben geleitete Wärme, andererseits durch den im Stiegenhaus fließenden Warmluftstrom.

Dieser Effekt wurde bei der Planung des Versuchshauses zu wenig beachtet. Die in den Böden verlegte Trittschall-

dämmung ist gleichzeitig eine gute Wärmedämmung, so daß der Wärmefluß Decke-Fußboden weitgehend unterbrochen wird. Bei weiteren geplanten Versuchshäusern soll daher eine zwar trittschalldämmende, aber möglichst nicht wärmedämmende Zwischenschicht eingebracht werden. Vorgesehen ist die Verwendung einer mit feinem Kies beschütteten, dünnen Kokosfasermatte anstatt der handelsüblichen Trittschalldämmplatten.

Meßergebnisse über die Wärme im Haus

Die Temperaturverteilung im Haus wurde an zwei Tagen im Februar 1980, bei Schönwetter und einer Außentemperatur zwischen minus 7,4 Grad und 5,6 Grad Celsius, an insgesamt 33 Meßpunkten mit einem elektrischen Thermometer gemessen (Luft- und Oberflächentemperaturen). Die Heizzeiten – zwischen Holzeinlegen und Absperrern des Ofens – waren während der Meßperiode am ersten Tag 19 bis 20 Uhr, am zweiten Tag 9 bis 10 Uhr, wobei täglich morgens und abends eine Brennstoffmenge von 12 bis 14 kg Hartholz verheizt wurde.

Die Messungen brachten folgende Ergebnisse:

Die Lufttemperatur in 1 m Höhe über dem Boden des Wohnraumes beträgt in einem Abstand von 4 m vom Ofen durchschnittlich 18,5 Grad Celsius, die Temperatur in den Kinderzimmern im Obergeschoß tagsüber etwa 17,5, nachts etwa 15,5 Grad Celsius.

Über 24 Stunden treten nur verhältnismäßig geringe Temperaturschwankungen auf. Sie betragen – trotz intensiver Sonneneinstrahlung um die Mittagszeit – nur etwa drei Grad Celsius. Diese geringen Schwankungen sind auf die hohe Speicherkapazität der außengedämmten Ziegelwände sowie der Massivdecke zurückzuführen.

Die Temperaturen in den offengehaltenen Räumen im

Obergeschoß – ebenfalls in 1 m Höhe über dem Boden gemessen – liegen tagsüber um nur einen Grad niedriger als im Erdgeschoß.

Obwohl die Türen der im Obergeschoß befindlichen Kinderzimmer nachts, während einer Zeit von durchschnittlich elf Stunden, geschlossen blieben, betrug die um sieben Uhr früh gemessene Temperatur nur zwei Grad weniger als im Erdgeschoß. Nach Öffnen der Türen am Morgen erwärmen sich die Räume rasch wieder auf die Durchschnittswerte.

Die Temperaturen im unbeheizten Teil des Erdgeschosses liegen ziemlich konstant zwischen 11 und 13 Grad Celsius.

Das nur nachts benützte Elternschlafzimmer wurde ständig geschlossen gehalten. Es liegt über dem nichtbeheizten Gästezimmer im Erdgeschoß. Die Lufttemperatur schwankt zwischen 13 und 14 Grad.

Die Oberflächentemperaturen der raumumschließenden Bauteile im Wohnbereich und in den Obergeschoßräumen sind etwa gleich hoch oder höher als die Lufttemperatur. (Die Glasflächen der Fenster während einer Zeit ohne Sonnenbestrahlung ausgenommen.) „Diese hohe Oberflächentemperatur ist der Grund, warum die relativ niedrigen Lufttemperaturen als angenehm empfunden werden“, meint Dipl.-Ing. Bartussek, wobei er freilich bereitwillig zugibt, daß „sicherlich auch die Einstellung, die Bekleidungsgehnheiten, die Gewöhnung an die niedrige Temperatur eine große Rolle spielen – und nicht zuletzt die Möglichkeit, sich zum Ofen zu flüchten, wenn es nötig sein sollte.“

Die durchschnittlichen Oberflächentemperaturen des Kachelofens schwanken zwischen 40 und 80 Grad Celsius, während die Temperatur der am Ofen aufsteigenden Warmluft zwischen etwa 24 und 40 Grad pendelt. Die

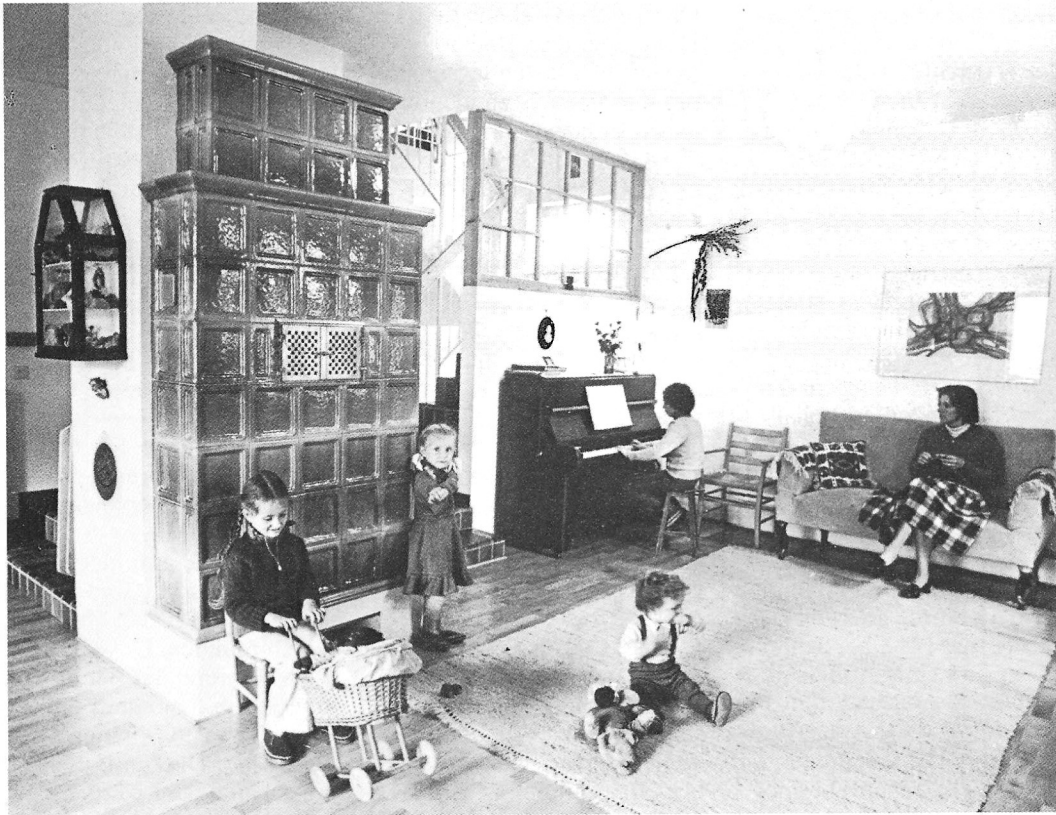
beträchtliche Energieabgabe des Ofens in Form von Strahlung bedingt – gemeinsam mit den geringen Wärmedurchgangszahlen der Außenbauteile – die hohe Oberflächentemperatur der Wände, Böden und Decken im Erdgeschoß.

Die Temperaturen im Badezimmer sind zwar – durch das ständige Offenhalten der Türen – nur geringfügig niedriger als im Wohnbereich, reichen jedoch für die Benützung im unbedeckten Zustand nicht aus. Die Oberflächentemperaturen der hinterlüfteten Holzschalung liegen zwar gleich hoch wie die Lufttemperatur, doch werden 16 bis 18 Grad beim Duschen und Baden als zu kalt empfunden. Es wurde daher während der Benützungszeiten – morgens und abends zirka 30 Minuten – ein elektrischer Deckenstrahler zugeschaltet. Der jährliche Stromverbrauch wird auf 150 bis 250 kW/h geschätzt.

Wärmebedarfsrechnung laut Norm ist nicht realistisch

Die Energiebilanz für die Meßperiode vermittelt interessante Aufschlüsse. Bartussek berechnete die Energiezufuhr mit täglich 85.000 Wh. Sie ergibt sich aus 63.700 Wh durch die Verbrennung von 26 kg Holz, 16.200 Wh passive Energiegewinne durch Sonneneinstrahlung und 4.800 Wh Wärmeerzeugung durch die sieben Hausbewohner. Die tägliche Energieabfuhr wird mit 16.000 Wh an Lüftungswärmeverlusten und mit 69.000 Wh an Transmissionswärmeverlusten angegeben.

Der Transmissionswärmeverlust aus der Energiebilanz beträgt nur 71 Prozent des bei der Planung errechneten Wertes. Dr. Bartussek: „Da zu viele Unwägbarkeiten in diesen Rechenvorgängen liegen – tatsächlicher Heizwert des Holzes, tatsächlicher Wirkungsgrad des Kachelofens, tatsächliche Lüftungswärmeverluste usw. –, können



Wohnbereich der Familie Bartussek im Erdgeschoß des Hauses in der Klostersiedlung. Eine energiesparende Beheizung mit dem zentralen Kachelofen erfordert neben planerischen und konstruktiven Voraussetzungen auch ein entsprechendes Wohnverhalten der Familienmitglieder.

die Ursachen für diese Diskrepanz nicht angegeben werden. Sicherlich spielt auch eine Rolle, daß für den gesamten Dachgeschoßausbau infolge der doppelten Hinterlüftung die wirksamen Temperaturdifferenzen geringer sind als angenommen.“

Aus der Berechnung im Zuge der Planung folgt ein durchschnittlicher k-Wert aller raumumschließenden Bauteile von $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Unter Berücksichtigung des aus der Energiebilanz abgeleiteten Transmissionswärmeverlustes ergibt sich ein effektiver durchschnittlicher k-Wert von $0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$. Von diesem Wert ausgehend und unter Berücksichtigung der geringen Temperaturen in der unbeheizten Zone, errechnet sich für 20 Grad Celsius Lufttemperatur in den Wohnräumen ein maximaler stündlicher Transmissionswärmeverlust des Hauses bei minus 18 Grad Celsius Außentemperatur von rund 6.400 W. Bei gleichen Luftraten wie in der vorhergehenden Bilanzrechnung müssen zu diesem Wert noch rund 1.500 W

Lüftungswärmeverluste hinzugezählt werden, womit der maximale Gesamtwärmeverlust 7.900 W beträgt. Das entspricht weitgehend der Nennheizleistung des Kachelofens (7.600 W).

Im Zuge der Hausplanung wurde ursprünglich – allerdings unter Annahme von etwa 25 Prozent schlechteren k-Werten als angeführt – gemäß Önorm M 7500 ein maximaler Wärmebedarf von 15.500 W ermittelt. Demnach war der Kachelofen mit etwa der halben Nennheizleistung nur für die Übergangszeiten und im Winter als Zusatz- oder Notheizung vorgesehen.

Für das hier beschriebene Heizsystem – bei dem rund 25 Prozent der Wohnfläche kühler gehalten wird – liefert daher die normgemäße Wärmebedarfsrechnung durch verschiedene Sicherheitszuschläge und unrealistische Temperaturannahmen Werte, die praktisch hundert Prozent über der Wirklichkeit liegen. Auch bei Berücksichtigung der nachträglich besser ausgeführten Wärmedämmung

beträgt die Überdimensionierung immer noch 60 Prozent.

Besondere Berücksichtigung verdient bei der Beheizung mit Kachelofen die Lüftung. Da der Kachelofen während des Abbrandes große Mengen Luft ansaugt, muß für eine zugluftfreie Luftversorgung des Wohnraumes gesorgt werden.

Das Haus Dr. Bartuskes wurde zu diesem Zweck nach dem von ihm selbst entwickelten System „Porenlüftung“ (siehe WOHNBAU 6/80) gestaltet, wobei die raumumschließenden Oberflächen des ausgebauten Dachraumes luftdurchlässig ausgebildet wurden.

Insgesamt – so Dr. Bartussek – „stellt dieses Heizsystem ein äußerst günstiges, ausgereiftes und zukunftsträchtiges System dar“. Allerdings ein System, das sich nur in einem bestimmten Rahmen von Möglichkeiten verwirklichen läßt. Für eine einwandfreie Funktion sind bestimmte Voraussetzungen zu beachten:

- ▶ Zweigeschossige Anordnung der Wohnräume mit offenem Stiegenhaus.

- ▶ Offener Grundriß im Erdgeschoß.
- ▶ Entsprechendes Wohnverhalten der Familienmitglieder.
- ▶ Beherrschung des kühlen Abluftstromes durch entsprechende Anordnung der Wohnfunktionen außerhalb des Zugbereiches.
- ▶ Realistische Wärmebedarfsrechnung und entsprechende Dimensionierung des Ofens.
- ▶ Optimale Dämmung der Außenbauteile und Kellerdecken an den jeweils kalten Seiten der Konstruktion. Der Wärmespeichereffekt der Baumassen muß erhalten bleiben; hohe innere Oberflächentemperaturen sind nötig.
- ▶ Möglichst keine oder geringe Wärmedämmung der Geschoßdecke zwischen den Wohngeschossen. Möglichst keine oder geringe Wärmedämmung der Trennwände. Schallschutz ist jedoch zu beachten.
- ▶ Ausreichende Lüftung – möglichst jedoch nicht unkontrolliert durch Fenster- und Türfugen, sondern durch zugluftverhindernde windstaudruckunabhängige Systeme.