

Liebe Leserin, lieber Leser, Sie werden sich fragen, inwieweit in der heutigen aufgeklärten Zeit der Bauwissenschaft eine solcherart banale Rubrik noch eine Berechtigung hat, überhaupt gedruckt zu werden. Da ich mich dies eben auch frage, bin ich weitgehend auf Ihre Hilfe angewiesen, und zwar derart, dass «der Bauratgeber» eine Existenzberechtigung in dieser Zeitschrift erhält.

«Der Bauratgeber» soll den Menschen Rat geben, die sich im heutigen Dschungel der sich anbietenden «Sanierer» und «Bau-Wundermänner» nicht zurechtfinden, handelt es sich nun um einen Altbau oder um einen Neubau.

Für viele wäre es auch aufschlussreich, im Zusammenhang mit der gegenwärtigen und zukünftigen Energiesituation objektive und neutrale Ratschläge zu erhalten.

Nun, wie stelle ich mir diesen Austausch von Wissen vor:

1. Sie richten Ihre Anfrage an die Redaktion. Sie beschreiben Ihr Bauproblem oder den bereits bestehenden Bau Schaden, allfällige Fotos erleichtern eine Beurteilung erheblich.
2. Mit Ihrem Einverständnis kommentieren wir Ihr Problem und die eventuelle Lösung aus baupraktischer Sicht in dieser Rubrik.

Da sich einige Leserinnen oder Leser fragen werden, wie Ratschlag und Wissen übertragen und vermittelt werden, mache ich den Anfang und stelle frei erfunden ein paar Fragen an den «Bauratgeber».

Lieber Bauratgeber, wir bewohnen ein Einfamilienhaus. Es wurde von unserem Grossvater im Jahr 1920 gebaut. Die Mauern sind ca. 40 cm stark. Es hat ein Satteldach mit Biberschwanz-Doppeldeckung,

der Hausgiebel ist gegen Südwesten ausgerichtet. Vor 6 Jahren haben wir das Mauerwerk streichen lassen. Gegenwärtig löst sich der Verputz stellenweise von der Fassade. Nachdem wir verschiedene Fachleute befragt haben, stellen wir fest, dass die Vorschläge einer Sanierung sehr widersprüchlich sind und wir nicht mehr wissen, was richtigerweise zu tun wäre. Darum die Frage: wie sollen wir unsere Fassade richtig sanieren. Besten Dank im Voraus für den Rat.

Mit freundlichen Grüssen
Anita und Rolf Eigenheimer

Meine Antwort als Bauratgeber an die Eigenheimers lautet nun wie folgt:

Zuallererst wäre es von Vorteil, sich zu überlegen, welchen Funktionen und Pflichten ein Fassadenverputz gerecht werden soll. Gleichzeitig wäre es von Interesse, die baugeschichtliche Vergangenheit von Fassadenverputzen aufzuzeigen. Die ersten römischen Bauten in unserer Gegend stammen aus der Zeit um Christi Geburt. Diese Bauten wurden innen und teilweise auch aussen mit Verputzen versehen. Die Zusammensetzung des Verputzes bestand aus dem Kalk-Bindemittel sowie Sand als Zuschlagsstoff. Unter Beigabe von Ziegelmehl oder vulkanischer Erde wurde ein hydraulisches Abbinden des Sumpfkalkes erreicht. Ein Kalkverputz hat die spezielle Eigenschaft, dass er im feuchten Zustand wasserdämmend ist. Die heutigen Verputzüberreste sind, wie an verschiedenen Orten zu beobachten ist, noch voll funktionsfähig.

Aufgrund dieser baupraktischen Überlieferungen lässt sich demnach der zwingende Schluss herleiten, dass auch in der Gegenwart ein konventioneller Kalkverputz noch eine vollumfängliche Daseinsberechtigung aufweist.

Für die heutige Baupraxis gelten nach wie vor die EMPA-Verputzrichtlinien.

Das Pflichtenheft für einen Aussenverputz ist darin wie folgt hergeleitet:

EMPA-Richtlinien für die Herstellung von Verputzen

Der überwiegende Teil aller gemauerten Hochbauten wird in unserem Land sowohl innen wie aussen verputzt. Der Aussenverputz hat verschiedene Aufgaben zu erfüllen:

Wie ein Regenmantel hat er dem vom Winde an die Fassade geworfenen Regenwasser das Eindringen in das Mauerwerk zu erschweren oder sogar zu verwehren, ohne jedoch das von innen nach aussen diffundierende oder kapillar bewegte Wasser am Verdunsten in die Aussenluft zu hindern. Diese Funktion erfüllt der sogenannte Zementanwurf, eine 3 bis 5 mm starke Schicht aus sehr fettem, breiig angemachtem Mörtel. Diese Dichtungsschicht muss aber vor übermässigem Austrocknen geschützt werden. Diese Aufgabe hat die nicht unter 15 mm starke Grundputzschicht zu übernehmen. Da der fette Mörtel der Zementanwurfsschicht beim Austrocknen erheblich schwindet und rissig wird und dieser reichlich Zeit braucht, um wieder zu verquellen, darf der Grundputz das Regenwasser nur in vermindertem Masse und verzögert an die Zementanwurfsschicht heranzuführen. Es ist nicht vermeidbar, dass nach längerer Trockenperiode anfänglich durch die Schwindrisse geringe Feuchtigkeitsmengen in das Mauerwerk gelangen, die aber von einem hochporösen, feuchtigkeitsbeständigen Baustoff, wie zum Beispiel dem Backstein, ohne jede Beeinträchtigung der bautechnischen Eigenschaften aufgenommen werden können. Bei kürzer Regendauer speichert der Grundputz das Regenwasser auf, um es nachher wieder an die Aussenluft abzugeben. Die Grundputzschicht hat auch

die unvermeidlichen Unebenheiten der Mauerwerksoberfläche auszugleichen. Das Spiel von Licht und Schatten der auf die mannigfaltigste Art aufgetragenen Deckputzschicht belebt die Verputzflächen. Diese Schicht hat nicht nur ästhetischen Forderungen zu genügen, sondern auch den Wirkungen der Atmosphärien und Aerosolen zu widerstehen, sie darf keine sichtbaren Schwindrisse aufweisen und muss sich über ein möglichst gleichmässiges Gefüge ausweisen, da Strukturunterschiede sich als unschöne Flecken abzeichnen würden.

Beim aufmerksamen Studieren der obenstehenden Grundlagen wird dem Leser sofort auffallen, dass an einer Fassade nur ein qualifizierter Facharbeiter etwas zu suchen hat. Unter Facharbeiter verstehe ich eine Person, die das Maurerhandwerk bestens beherrscht. Gipser, Maler und Schirmflicker haben da nichts zu suchen.

Der Sanierungs-Ratschlag an die Familie Eigenheimer lautet demnach: Den bestehenden Deckputz entfernen oder Abfräsen (Bauer Fassadenfräse). Wo Grundputz ersetzt werden soll, nur mit hydraulischem Kalk und Sand ausbessern. Neuer Deckverputz aus eingefärbtem Quarzsand mit Weisskalk. (Erhältlich bei Zimmerli AG und Bernasconi AG).

Dies wäre nun alles heute, wobei ich hoffe, dass Sie, liebe Leserinnen und Leser, diesen Bauratgeber rege benutzen werden.

Herzlich
Ihr
Paul Bossert

Leser, die von unserem «Bauratgeber» Gebrauch machen möchten, richten Ihre Anfrage bitte an den Etzel-Verlag AG, «Bauratgeber», Weinbergstr. 5a, 6301 Zug.

Der Bauratgeber

Wärmedämmung – wann, wie und wo?

Liebe Leserin, lieber Leser,
Wenn Sie weiterhin soviel Energie wie möglich für die Raumheizung verbrauchen wollen, so fragen Sie einen Energiespezialisten. Der wird Ihnen dann anhand von Unterlagen haargenau ausrechnen, wieviel Geld Sie zum Fenster hinauswerfen müssen, damit Sie hinterher mehr Heizenergie benötigen oder zumindest nichts eingespart haben.

- Die Unterlagen heissen
- SIA-Empfehlung 180/1 und 3
 - Sanierungshandbuch des Bundes 1980
 - ELEMENT 1980 Wärmedämmung

Wenn Sie jedoch Heizenergie einsparen wollen, so fragen Sie eine Hausfrau, die Nachbarin oder irgend jemand, der von Energie keine Ahnung hat. Diese ahnungslose Person wird nämlich zuerst einmal hingehen und fragen, welche Häuser wenig Heizenergie benötigen und wird zu dem Resultat kommen, dass

1. ältere Gebäude bis Jahrgang 1925/30 heutzutage zwischen 3 und 5 Liter Heizöl pro m³ beheiztem Gebäudevolumen im Jahr benötigen.
2. Gebäude bis zu den Jahren 1965/70 jedoch schon 6 bis 10 Liter Heizöl pro m³ beheiztem Gebäudevolumen im Jahr benötigen.
3. superwärmegeämmte Gebäude aus den Jahren 1975 bis 1980 jedoch 10 bis 15 Liter Heizöl pro m³ beheiztem Gebäudevolumen im Jahr verbrauchen.

Anmerkung:

Die schweizerische Aktion für Gemeinssinn SAGES untersuchte die Energieverbrauchszahlen von Gebäuden. Man stellte fest, dass der Energieverbrauch der Gebäude aus den fünfziger bis sechziger Jahren etwa doppelt so gross ist als bei Gebäuden, die in den zwanziger Jahren gebaut wurden. Neue, super-wärmegeämmte Wohnbauten sind

bis dato noch nicht offiziell auf ihren effektiven Energieverbrauch untersucht worden.

Für vorgenannte Hausfrau ist nun der Fall klar: es stimmt etwas nicht!

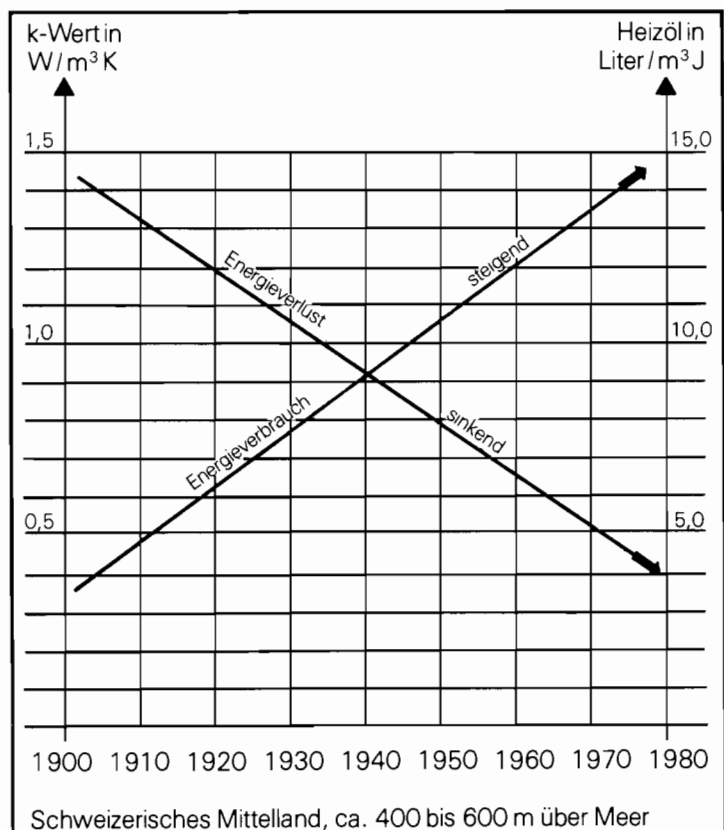
Sie überprüft nochmals ihre Beobachtungen und stellt fest, dass alle drei Arten von Gebäuden mittlerweile die gleichen Fensterkonstruktionen aufweisen, durch die gleich falsch betriebenen Heizungsanlagen erwärmt werden und die Benutzerstrukturen bezüglich Alter und Vernunft überall etwa gleich sind. Die Luftwechselzahl bei älteren Gebäuden dürfte allerdings eher höher sein als bei neuen, supergedichteten. Sie stellt auch fest, dass alte Gebäude dicke, schwere Wände und praktisch keine zusätzlichen Wärmedämmungen aufweisen, neue Gebäude jedoch mit leichteren Wänden und mit superisolierenden Wärmedämmschichten ausgestattet sind. Was also ohne weiteres jeder normalbegabte Mensch feststellen kann, ist bis anhin den Mitgliedern der Schweizerischen Gesamt-Energie-Konzeption (GEK) den Mitgliedern der Wärmeschutzkommission des Schweizerischen

Ingenieur- und Architekten Vereins (SIA), den Mitarbeitern der Eidgenössischen Material-Prüfungs-Anstalt (EMPA), dem schweizerischen Amt für Energiewirtschaft, den im Auftrag des EVED arbeitenden Verfassern des Energie-Sanierungs-Handbuches (Ing.-Büro Basler + Hoffmann) und der gesamten Gruppe der Baumaterialproduzenten überhaupt noch nicht aufgefallen.

Wie kommt das?

Irgendwelche «Fachleute» haben vor langer Zeit eine Wärmeverlusttheorie aufgestellt. Da billige Energie im Überfluss vorhanden war, wurde diese Theorie jedoch weder überprüft noch wurde ihre Richtigkeit nachgewiesen. Basis dieser Theorie bildet der k-Wert.

Vergleicht man nun die eingangs erwähnten Gebäudegruppen untereinander hinsichtlich des k-Wertes und des Energieverbrauchs, so stellt man fest, dass die alten Gebäude zwar schlechtere k-Werte aufweisen, jedoch weniger Heizöl pro m³ beheizter Wohnfläche verbrauchen. Es besteht somit keine Korrelation zwischen k-Wert und Energieverbrauch eines Ge-



bäudes (siehe Diagramm). Wissenschaft, Forschung und Baumaterialproduzenten wollen nicht wahrhaben, dass sie gegenwärtig mit verbundenen Augen auf dem falschen Dampfer fahren.

Anmerkung:

Die vorgenannten Gremien, inklusive diverse Bundes- und Nationalräte, werden seit einigen Jahren durch den Verfasser dieses Berichtes laufend über diese offensichtlichen Tatsachen orientiert. Fazit: Ein eidgenössisches Energie-Mustergesetz sowie diverse kantonale Energiesparvorschriften (Kt. Zürich, Kt. Basel-Land), worin die Wärmedämmkonzeptionen alleiniglich auf k-Wert-Vorschriften beruhen, der, wie gesagt, über den Energieverbrauch nichts aussagt. Kommentar: Totaler Energie-Planungsgesetz-Leerlauf, der schlussendlich das Ziel verfolgt, in Zukunft mehr Energie zu verbrauchen. Seit 1973 (1. Energiekrise) passiert dies laufend.

Ein paar «Fachleute» aus diesen Gremien benötigen gegenwärtig einige Erfolgsergebnisse. Was tun sie? Sie gehen hin und versehen ältere Gebäude, die absolut niedrigste Energieverbrauchszahlen von 3 bis 5 Liter Heizöl pro m³ beheiztem Gebäudevolumen und Jahr aufweisen, mit Wärmedämmungen, um hinterher als Heizenergieeinspargötter dazustehen. (Beispiel: Überbauung Limmatstrasse, Stadt Zürich). Mit Handstand und Halsverrenken wird dann jeweils hinterher eine Energieeinsparung von einem halben Liter Heizöl/m³ Jahr durch gegenseitiges Schulterklopfen herausgewurstelt, wobei es den Beteiligten natürlich «schnorzegal» ist, was die ganze Übung gekostet hat. Wehe dem, der klipp und klar sagen würde, man hätte mit falschen Konstruktionen in den letzten 30 Jahren einen energieverschleudernden «Baumist» kreiert. Er würde gesteinigt. Folgerung: Wir haben ein Bauproblem und kein Energieproblem. Wer würde es schon heute wagen, ein 3- bis 5-jähriges superwärmegedämmtes Gebäude zu sa-

nieren, weil es 10 bis 15 Liter Heizöl pro m³ Gebäude und Jahr benötigt?

Die Beantwortung der Frage, wann wärmedämmen, lautet: dann, wenn je nach Situation über 6 bis 7 Liter Heizöl pro m³ Jahr verbraucht werden, sicherlich sollte nichts unternommen werden, wenn weniger als 5 Liter Heizöl pro m³ und Jahr benötigt werden.

Wärmedämmung wo und wie?

Antwort auf diese Frage geben Ihnen die nachfolgenden Bau(ern)-Regeln.

Zuallererst da, wo es wenig kostet, nämlich beim Dach und der Kellerdecke.

Vorsicht mit allzu guter Luftabdichtung bei Fenstern und Türen, da der Mensch bekanntlich auf den Sauerstoff der Frischluft angewiesen ist. Bevor eine Wärmedämmung der Fassade in Angriff genommen wird, ist unbedingt das Heizsystem auf den neuesten Stand der Technik zu bringen. Dann einen Winter warten und Heizenergieeinsparung nachweisen lassen. Wer dann hinterher für teures Geld die Fassade richtig wärmedämmen will, kann es unbesorgt nach den Bau(ern)-Regeln ausführen lassen. Von diesem Grundsatz sind natürlich Fassadenkonstruktionen ausgenommen, die bauphysikalisch so total falsch sind, da Fassadenrisse, Regendurchfeuchtung und Pilzbefall eine grosse Beeinträchtigung für den Bewohner bilden.

Bau(ern)-Regeln zur Verminderung des Heizenergieverbrauchs

1 Dächer

1.1 Steildach

1.1.1 Wetterschicht

Die Wetterschicht soll aus stark saugendem Material bestehen (Tonziegel). Am besten eignet sich die Biberschwanz-Doppeldeckung. Für diese ist auch kein Unterdach erforderlich. Unterdächer verschlechtern im Prinzip die Funktionsweise herkömmlicher Eindeckungen.

1.1.2 Belüftung

Je nach Steilheit des Daches beträgt der Luftraum zwischen Wärmedämmung und Wetterschicht 15 bis 30 cm.

1.1.3 Konstruktion

Die Holzkonstruktion soll sich entweder innerhalb oder ausserhalb der Wärmedämmung befinden.

1.1.4 Wärmedämmung

Das Raumgewicht und die Wärmespeicherkapazität der Wärmedämmplatten soll so hoch wie möglich sein. Es eignen sich am besten Stein- bzw. Glaswolleplatten sowie Kork.

Mindeststärke $d = 8$ cm

1.1.5 Winddichtung

Die ganze Wärmedämmschicht muss lückenlos mit einer Winddichtung aus Kraftpapier oder Dachpappe versehen werden. Sämtliche Fugen und Überlappungen sind abzukleben.

1.1.6 Dampfsperre

In der Praxis ist es schwierig, Dampfsperren anzubringen, ohne dass Dampfbrücken entstehen.

Dampfsperren sind somit nur in Ausnahmefällen anzuordnen. Als Dampfsperre eignen sich nur kaschierte Metallfolien.

1.2. Flachdach

1.2.1 Wetterschicht

Sämtliche Feuchtigkeitssperren (Bitumen, Kunststoff) müssen gegen Sonnenstrahlung geschützt werden. Solche Abdeckschichten bestehen aus Kies, Holz, Metall, Beton.

1.2.2 Entwässerungsschicht

Die Entwässerungsschicht besteht aus bituminös verschweisster Dachpappe oder aus verschweissten Kunststoffdichtungsbahnen. Das Gefälle beträgt je nach Situation 2 bis 4%. Nulldächer funktionieren nicht. Bei weniger als 2% Gefälle muss auch die Feuchtigkeitssperre dampfdicht sein. (Kunststoff-Folien sind nicht dampfdicht)

Zwischen Wärmedämmung und Feuchtigkeitssperre befindet sich eine Gleitschicht.

1.2.3 Wärmedämmung

Das Raumgewicht und die Wärmespeicherkapazität der Wärmedämmplatte soll so hoch wie möglich sein. Stein- bzw. Glaswolle, Kork, Mindeststärke 8 cm. Zwischen Wärmedämmung und Dampfsperre befindet sich eine Gleitschicht.

1.2.4 Dampfsperre

Dampfsperre auf Gleitschicht und Zementüberzug, bestehend aus bituminierter Metallfolie, die heiss verschweisst wird.

1.2.5 Anschlüsse

Merke: Klebungen sind keine Dichtungen. Klebungen von Dichtungsbahnen an metallische Anschlüsse sind im Entwässerungsbereich zu vermeiden. Generell sollen Dichtungsanschlüsse immer aus dem Entwässerungsbereich hochgeführt und mittels Klemmverbindung auf der Rohbauebene befestigt werden.

1.2.6 Entwässerung

Entwässerungseinläufe sind mit Vorteil im Bereich der grössten Deckendurchbiegung anzuordnen. Die Ablaufleitungen sollen immer im Bereich geheizter Räume sein.

2 Aussenwände

2.1 Massivwand

2.1.1 Wetterschicht

Als Wetterschicht sollen nur stark saugende Verputze verwendet werden, die andererseits die Feuchtigkeit auch so schnell wie möglich ans Aussenklima abgeben. Als Feuchtigkeitsschutz dient der gequollene Zementanwurf (dichten mit

Der Bauratgeber

Wasser). Der Grundputz dient als Feuchtigkeitspuffer. Der Deckputz hat rein ästhetische Funktion (neben der Begünstigung der auftretenden Feuchtewechsel). Der Verputzaufbau hat gemäss den EMPA-Verputzrichtlinien zu erfolgen. Kunststoffverputze und Farbanstriche mit Kunststoffbindemitteln sind nicht wetterbeständig und behindern den Feuchtigkeitsaustausch.

2.12 Wandkonstruktion
Massivwände sollen die niedrige Wärmedämmfähigkeit mit grosser Masse ausgleichen. Niedrigste Energieverbrauchsdaten wurden bei folgenden Konstruktionen beobachtet:
Bruchsteinmauerwerk d min. 60 cm
Backsteinmauerwerk d min. 38 cm
Das Gewicht der Wand soll min. 800 kg/m² betragen.

2.2. Zweischalenwand / Vorhangfassade

2.21 Wetterschicht
Bei Zweischalen-Wänden ist die Wetterschicht immer zu hinterlüften. Die Luftschicht beträgt im Minimum 5 cm. Folgende Konstruktionen sind zu empfehlen:

- 15 cm Backstein mit EMPA-Verputz
- Sichtmauerwerk (Backstein/ Kalksandstein) nur bei ausreichendem Vordach.
- 8 cm Sichtbeton
- 8 mm Pelichrom (Eternit)
- 19 mm Holz, vertikal
- 22 mm Isolier-Verglasung (Thrombe-Wand)

2.22 Wärmedämmung
Als Wärmedämmung sollen nur schwergewichtige Wärmedämmstoffe (min. 200 kg/m³) verwendet werden. Das sind Stein- bzw. Glaswolle sowie Kork. Die Wärmedämmplatten sind mittels Zementkleber auf die innere Tragschicht aufzuziehen. Mindeststärke der Wärmedämmung = 8 cm

2.23 Tragkonstruktion / Wärmespeicher

Um Tragfähigkeit und optimale Behaglichkeit der Innenräume sicherzustellen, soll das Gewicht der Innenwand min. 400 kg/m² be-

tragen. Folgende Konstruktionen werden diesen Anforderungen gerecht:
- 20 cm Backstein «Calmo»
- 25 cm Backstein (Verband- oder Einsteinauerwerk)
Mit Vorteil ist auch innen ein konventioneller EMPA-Verputz anzubringen.
Anmerkung:
Metallfassaden sind zu vermeiden, da sie im Infrarotbereich zu viel Wärme abstrahlen.

2.3. Wand mit Aussen-Wärmedämmung

2.31 Wetterschicht
Für die Wetterschicht gelten die gleichen Voraussetzungen wie in 2.11 beschrieben.

Kunststoffverputze und Farbanstriche sind im baupraktischen Sinne keine Wetterschichten.

2.32 Wärmedämmung
Konventionelle Verputze übertragen auf den Untergrund grosse Mengen an eingestrahelter Wärmeenergie. Diese Wärmeenergie soll auch über die Wärmedämmung, auf die nun folgende Innenwandkonstruktion übertragen werden, so dass über den ganzen Tag, in der Aussenwandkonstruktion, das Temperaturniveau so hoch wie möglich angehoben wird. Um dies zu gewährleisten, muss die Wärmedämmung ein hohes Eigengewicht wie auch eine hohe Wärmespeicherkapazität aufweisen. Somit eignen sich folgende Wärmedämmstoffe für Aussenwärmedämmungen unter dem Gesichtspunkt von niedriger Wärmeleitfähigkeit, hohem Raumgewicht und hoher Wärmespeicherkapazität, wobei die anfallenden Schubkräfte der Wetterschicht (infolge Temperaturdifferenzen) aufzunehmen sind.

- Kork, Verputz mit konventioneller Rabetzeinlage, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass ein Vordach die anfallende Regenbelastung soweit wie möglich eliminiert.
- Hartschaum-Leichtbeton direkt verputzt

Die Wärmedämmschicht

soll im Minimum 8 cm betragen.

2.33 Tragkonstruktion / Wärmespeicher

Es gelten die gleichen Bestimmungen und Voraussetzungen wie in 2.23 beschrieben.

3 Fenster/ Abschlüsse

3.1 Holzfenster

3.11 Wetterschicht

Ölfarbe, 2 x plus Grundierung
Nur helle Farben verwenden (weiss)

3.12 Konstruktion
Holzstärke min. 55 mm, keine horizontalen Leimfugen. Wetterschenkel in Holz bzw. in Metall, jedoch nur, wenn bewegungsfrei befestigt.

3.13 Windrichtung
Elastomer-Lippendichtungen umlaufend, in Nut, als Staudruckdichtung beim inneren (raumseitigen) Falz.

3.14 Innenanstrich
Dampfbremsender Innenanstrich, 2 x Kunstharz plus Voranstrich (Acrylharz, DD-Lack) Farbe beliebig.

3.14 Verglasung
Doppelverglasung gewährt guten Energieschutz, Isolierverglasungen sind weniger wirksam. Dreifachverglasungen sind nur auf Nord-, Nord-Ost und Nord-West-Seiten empfehlenswert.

3.15 Fensterläden
Rolläden und Lamellenstoren sind in erster Linie Sonnenschutzeinrichtungen und weisen praktisch keine Wärmedämmwirkung auf. Wirksame Nachtenergieeinsparungen können durch Schiebe- oder Klappläden aus erzielt werden. Holz-Mindeststärke d = 4 cm.

3.2 Metall- und Kunststoff-Fenster

3.21 Wetterschicht
Metall und Kunststoff strahlen im Infrarotbereich zu viel Wärme ab. Dies führt zu unerwünschten Kondensationserscheinungen.

3.22 Wärmedämmung
Bei Kompaktfenstern sind die vorhandenen Wärmebrücken nicht zu verantworten, daher nur mit Wärmedämmungen getrennte Profile verwenden (teuer).

3.23 Konstruktion
Metall und Kunststoff sind Materialien, die infolge Temperaturunterschiede grosse Längenänderungen aufweisen. Daher sind Stablängen von über 2 m Länge zu vermeiden, da sie auf der Rohbauebene nicht mehr gedichtet werden können. Dichtungen siehe Holzfenster.

Anmerkung:

Äussere Dichtungen der Anschlussfugen mit Fugenkitt schaden jeglicher Fensterkonstruktion, zudem sind sie nach 3 bis 5 Jahren unbrauchbar.

Herzlich
Ihr
Paul Bossert

Leser, die von unserem «Bauratgeber» Gebrauch machen möchten, richten ihre Anfrage bitte an den Etzel-Verlag AG, «Bauratgeber», Weinbergstrasse 5a, 6301 Zug.

Die wichtigsten Ursachen für übermässigen Energieverbrauch

80 Jahre «falsch» heizen

- Überdimensionierte Heizkessel
- Schlechte Wärmedämmung der Rohre
- Falsche Wärmeübertragung (mit Luft statt durch Direktstrahlung)
- Falsche Platzierung der Wärmequelle. Die Heizquelle gehört nicht unter das Fenster

40 Jahre «falsch» bauen

- Wandkonstruktionen weisen zu geringe Masse (Gewicht) und Speichervermögen auf
- Balkone und Dachränder sind als Kühlrippen ausgebildet
- Zu viele Wärme- bzw. Kältebrücken
- Fehlen von Windstau- und Windableitungseinrichtungen
- Ungenügende Tiefe der Fensternischen (Windstaulaster)
- Falscher Aussenverputz
- Zu grosse Fensterflächen

10 Jahre «falsch» isoliert

- Verwendung von leichtgewichtigen Wärmedämmstoffen
- Wärmedämmung am falschen Ort, d.h. raumseitig oder in der Tragkonstruktion ohne Hinterbelüftung
- Zu geringe Baukonstruktions-Dimensionen in Kombination mit ungeeigneten Wetterschichten

...«Es lässt sich mühelos ableiten, dass wir in Wirklichkeit ein Bauproblem und nicht ein Energieproblem haben». (P. Bossert)

Leser, die von unserem «Bauratgeber» Gebrauch machen möchten, richten Ihre Anfrage bitte an den Etzel-Verlag AG, «Bauratgeber», Weinbergstr. 5a, 6301 Zug.

k-Wert unter Beschuss

In der Ausgabe DAS EINFAMILIENHAUS 3/80 erschien in dieser Rubrik eine Abhandlung über das Thema «Wärmedämmung – wann, wie, wo?» Dieser Beitrag fand bei der Leserschaft einerseits sehr viel Zustimmung; andererseits traten aber auch viele Leser mit Fragen an uns heran, die darauf schliessen lassen, dass das Problem der Wärmedämmung mit all seinen Aspekten trotz grosser Aktualität für viele Laien eine schwerverdauliche Kost geblieben ist. Wir haben deshalb unseren Mitarbeiter Thomas Pirano gebeten, zusammen mit dem Verfasser jenes Artikels, Herrn Paul Bossert in Dietikon, etwas Licht ins Dunkel der Bauphysik zu bringen.

Herr Bossert, Sie haben in Ihrem letzten Artikel (erschieden im EINFAMILIENHAUS 3/80) «Wärmedämmung – wann, wie wo?» Behörden und Fachleute, die für das eidgenössische Energiemustergesetz und verschiedene kantonale Energiesparvorschriften verantwortlich zeichnen, scharf angegriffen. Nach Ihrer Ansicht sind die herausgegebenen Richtlinien und Vorschriften zur Wärmedämmung von Gebäuden – und damit zur Energieeinsparung – völlig wertlos und zudem noch falsch. Falsch deshalb, weil diese Empfehlungen und Erlasse auf dem k-Wert basieren. Herr Bossert, was bedeutet denn dieser k-Wert, was sagt er aus?

Der k-Wert ist in der Wärmelehre eine genau umschriebene Grösse und gibt an, wieviel Wärme, in kcal ausgedrückt, durch eine Fläche von 1 m² bei einer Temperaturdifferenz von 1 °C in einer Stunde wandert. Mit anderen Worten: der k-Wert stellt nichts anderes dar, als ein Mass für den Wärmefluss. Demzufolge bedeutet ein niedriger k-Wert, z.B. 0,2, einen geringen Wärmefluss, und entsprechend ein hoher k-Wert, z.B. 1,0, einen grossen Wärmedurchgang.

Das ist verständlich und erklärt auch, warum der Kaffee in einer Porzellankanne wesentlich schneller abkühlt als z.B. in einem Thermoskrug. Porzellan weist einen höheren Wärmedurchfluss auf, als dies beim Isolierkrug der Fall ist.

Ganz richtig! Porzellan hat einen höheren k-Wert als das Material und die Konstruktion der Thermoskanne aufweisen, das heisst, die Wärmedämmung als solche ist beim Material Porzellan schlechter.

Dann besteht also doch eine Beziehung zwischen Wärmedämmung und k-Wert?

Ja!

Herr Bossert, bedeutet das nicht einen Widerspruch? Einerseits bestätigen Sie den Zusammenhang zwischen Wärmedämmung und k-Wert, andererseits stellen Sie klipp und klar fest, dass keine Beziehung zwischen k-Wert und Energieverbrauch eines Gebäudes existiert. Es ist mir absolut schleierhaft, warum ein optimal wärmegeprägtes Gebäude, also niedriger k-Wert und demgemäss kleiner Energieverlust, nicht automatisch einen geringen Energieverbrauch aufweist.

Zur Erklärung dieses Phänomens darf ich nochmals kurz auf den k-Wert zu sprechen kommen. Der k-Wert ist im Grunde nur auf stationäre Zustände anwendbar. Stationär, das bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Wärmefluss nur in einer Richtung erfolgt. Genau das ist der Fall in dem von Ihnen angeführten Beispiel mit der Kaffeekanne. Wärmeenergie wird durch das Porzellan nach aussen abgegeben. Bei Gebäudekonstruktionen liegen die Verhältnisse aber wesentlich komplizierter. Hier haben wir nicht nur einen Wärmedurchgang von innen nach aussen, sondern auch in umgekehrter Richtung. Es liegt also kein stationärer, sondern, wie es in der Fachsprache bezeichnet wird, ein instationärer Zustand vor.

Dann würde das heissen, dass der k-Wert allein nicht in der Lage ist, diesen komplizierten Ablauf wiederzugeben. So gesehen ist er als Kennzahl für die Charakterisierung der Güte eines Mauerwerkes oder einer Wandkonstruktion nicht brauchbar. Muss man vielleicht noch weitere Grössen berücksichtigen, damit man über den Energieverbrauch einer Gebäudekonstruktion eine Aussage machen kann?

Es ist schon so, dass der k-Wert nicht die Gütezahl für eine Gebäudekonstruktion schlechthin darstellt. Vielmehr müssen zur Beurteilung der wärmetechnischen Qualität eines Baues auch die Wärmespeicherkapazität und die Phasenverschiebung mit berücksichtigt werden.

Können Sie diese beiden Begriffe näher erklären?

Gern! Wärmespeicherkapazität ist ein Begriff für diejenige Wärmemenge, in kcal ausgedrückt, die 1 kg eines Materials aufzunehmen vermag. Diese Speicherkapazität hängt von der Art des Materials und seinem spezifischen Gewicht ab. Sie ist bei leichtgewichtigen Stoffen geringer als bei schweren. Daraus ergibt sich, dass eine schwere Wandkonstruktion ein grösseres Speichervermögen besitzt als eine leichtere. Dadurch, dass bei den unterschiedlich schweren Wandkonstruktionen auch ein unterschiedlich grosser Speicher mit Wärmeenergie aufgeladen wird, ergibt sich je nach Gewicht und Material eine mehr oder weniger lange zeitliche Verzögerung vom Eintritt der Wärme in die Wand bis zu ihrem Austritt. Diese Verzögerung wird als Phasenverschiebung bezeichnet. Je nach Speicherkapazität geht mit der Phasenverschiebung eine mehr oder weniger markante, sogenannte Amplitudendämpfung einher. Sie gibt Aufschluss über das Verhältnis von eingetretener zu ausgetretener Wärmemenge und kann also über den «Wärmetransportverlust» etwas aussagen.

Wenn ich Ihnen bis jetzt richtig gefolgt bin, so ist die bisherige Praxis zur Darstellung und Berechnung des Energiedurchgangs durch Wandkonstruktionen aufgrund der alleinigen Verwendung des k-Wertes in der Realität deshalb ungenau, weil die Voraussetzung – stationärer Wärmedurchgang – nicht, wie im Labor, wo solche Messungen unter konstanten Bedingungen durchgeführt werden, gegeben ist. Wärmespeicherkapazität und Phasenverschiebung müssen als weitere veränderliche Grössen miteinbezogen werden.

So ist es! Es konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass eine grosse Diskrepanz zwischen dem tatsächlichen und dem aufgrund von k-Werten errechneten, also einem theoretischen Energieverbrauch besteht.

Heisst das, dass zum Beispiel ein Haus mit Wänden, die einen hohen k-Wert, also einen schlechten Wert aufweisen, unter Umständen einen niedrigeren spezifischen Energieverbrauch haben kann als zum Beispiel ein Haus mit einem günstigeren (= niedrigeren) k-Wert?

Genau!

Woran liegt das?

Der Grund dafür liegt nach meiner Meinung ausschliesslich bei den instationären Vorgängen in einer Wandkonstruktion, die ja bis heute überhaupt noch nicht eingehend genug untersucht worden sind. Man hält zwar die Auswirkungen dieser Vorgänge in Form von Werten, Zahlen und Daten fest, aber was in einer Wand genau passiert, die zum Beispiel durch Sonneneinstrahlung an ihrer Aussenoberfläche auf 50°C erwärmt wird, darüber weiss man zu wenig.

Nun zu den praktischen Konsequenzen. Jeder zukünftige Bauherr ist brennend daran interessiert zu wissen, welches Mauerwerk zur bestmöglichen Energieeinsparung führt. Existieren darüber Richtlinien?

Prinzipiell ist vom Standpunkt der Wärmespeicherkapazität ein hohes Wandgewicht und zur Verbesserung der Phasenverschiebung eine Wärmedämmschicht mit hohem spezifischem Gewicht erwünscht.

Können Sie etwas konkreter werden?

Ein Mauerwerk, bestehend aus (von aussen nach innen) 2 cm Putz (ohne Kunststoffbeimischungen) 15 cm Backstein, 5 cm Luftschicht, 8 cm Steinwolle ($\gamma = 200 \text{ kg/m}^3$) und 20 cm Calmo Backstein, das ist ein Stein der ein hohes spezifisches Gewicht aufweist und innerhalb des Wandaufbaus den Speicher bildet, erfüllt nach meiner Ansicht die Forderung nach geringem Energieverbrauch, das heisst kg Öl pro Jahr und m^3 Raum, am besten. Eine Alternative wäre ein gleichstarkes, reines Backsteinmauerwerk, das praktisch den gleichen Wirkungsgrad aufweist, aber preisgünstiger ist.

Wenn ich das einmal zusammenrechne, dann ergibt das eine Wandstärke von insgesamt 50 cm!

So ist es. Solche Wände hat man bis etwa 1920 allgemein gebaut, und wenn Sie hingehen, und fragen den Hausbesitzer, wieviel Öl pro Jahr er verbraucht, dann werden Sie nach Umrechnung auf 1 m^3 Raum einen Wert finden, der etwa bei 3 bis 4 l pro Jahr und m^3 Raum liegt. So etwas finden sie bei heutigen Mauerwerken nicht mehr.

Nach Ihren Darlegungen können leichte, wenn auch superwärmegedämmte Konstruktionen, also Konstruktionen mit einem niedrigen Wandgewicht pro m^2 niemals befriedigen?

Ganz richtig.

Wie ist es denn zu diesem Trend, ich meine dieser Substitution des althergebrachten Mauerwerks durch leichtere, dünnere Wandkonstruktionen gekommen?

Für diese Entwicklung ist die Tatsache verantwortlich, dass bei uns die Ausnützungsziffer anhand der Brutto- anstatt der Nettogeschossfläche ermittelt wird. Das führt zwangsläufig dazu, das man den Wandanteil möglichst klein halten möchte. Würde man morgen dazu übergehen, die Nettogeschossfläche zur Berechnung der Ausnützungsziffer heranzuziehen, dann wäre dieses leidige Problem auf einen Schlag gelöst.

Wie sehen Sie die Situation bei Altliegenschaften, die ja grösstenteils noch 50 cm dicke Mauern aufweisen, mit den k-Werten aber eher auf der schlechteren Seite liegen?

Solange diese Altbauten um die 5 l Heizöl pro m^3 und Jahr verbrauchen, ist das Anbringen einer zusätzlichen Wärmedämmung sinnlos. Es existiert ein Beispiel (sicher ist es nicht das einzige) wo «Fachleute» bei einer älteren Überbauung (Limmatstrasse, Zürich), bei der man einen Energieverbrauch von ca. 5 l Heizöl pro m^3 und Jahr fand, also einen ausserordentlich niedrigen Verbrauch, dass man da tatsächlich daranging, eine zusätzliche Wärmedämmung anzubringen, und erst noch innen, was völlig verkehrt ist, und nun stellt man fest, dass nach den Wärmedämmungsmassnahmen mehr Energie benötigt wird. Ein Unsinn, wenn man bedenkt, dass 3 bis 5 Jahre alte, superwärmegedämmte Häuser aufgrund ihrer leichten Bauweise einen Energieverbrauch von 10 bis 15 l Heizöl pro m^3 und Jahr aufweisen. Meiner Ansicht nach müsste zuallererst da einmal der Hebel angesetzt werden.

Herr Bossert, noch eine letzte Frage. Wie verhalten sich denn die zuständigen Behörden und Fachgremien zu Ihren Aussagen?

Herr Direktor Kiener vom Eidgenössischen Amt für Energiewirtschaft sowie die verantwortlichen Departementsvorsteher Herr

Schlumpf und Herr Ritschard spielen «toter Mann». Auf eine Stellungnahme hat man bis heute verzichtet. Es erfüllt mich dagegen mit Genugtuung, dass meine Ansichten von anerkannten Baufachleuten und Thermodynamikern voll geteilt werden.

Ich danke Ihnen für dies, ich hoffe auch für unsere Leser, aufklärende Gespräch und wünsche Ihnen für die Durchsetzung Ihrer Ansichten viel Erfolg.

Was Experten dazu meinen

Prof. Dr. Ing. Fr. Haferland stellt in einem Schreiben vom 15.6.1980 fest, «... dass die alleinige Verwendung des k-Wertes von Bauteilen oder Gebäude-Umhüllungskonstruktionen als einzelner oder gemittelter Wert der in diesem Zusammenhang beabsichtigten Energieeinsparung durch besseren Wärmeschutz von Gebäuden nicht voll gerecht wird. Die k-Wert-Berechnung geht der Einfachheit halber von stationären Wärmeleitvorgängen aus, während in Wirklichkeit fortlaufend instationäre Wärmeleitvorgänge stattfinden. Damit entfällt sowohl der *nur unter instationären Verhältnissen* wirksam werdende Einfluss der Wärmespeicherfähigkeit von Baukonstruktionen als auch der Einfluss aus der tagszeitlich unterschiedlichen Nutzung von Gebäuden, was sicher zu verzerrten Ergebnissen zwischen dem auf stationärer Basis errechneten Wärmeverlust und dem wirklichen Energieverbrauch bei der Gebäudeheizung oder -klimatisierung führen muss.»

E. Rothenbach schreibt 1968 (!) im Schweizer Maschinenmarkt, Nr. 11 «... Bei neuerzeitlichen Baukonstruktionen sagt die Kenngrösse k nicht mehr genügend aus. Sie gewährleistet nicht mehr, wie bei alten Baukonstruktionen, ein behagliches Raumklima».

Dachkonstruktion kritisch beleuchtet

Liebe Leserinnen und Leser Nun wäre es an der Zeit, nach dreimaligem Erscheinen des Bauratgebers, Bilanz zu ziehen und auf die diversen Fallbeispiele einzugehen die mir aus Ihrem Kreise zugesandt wurden. Viele Zuschriften erreichten mich, wobei es fast unmöglich ist, auf alle Spezialfälle einzugehen. Ich will nun die gestellten Fragen, damit möglichst viele Leser davon profitieren können, durch Geschichten beantworten, denn Geschichten eignen sich zur Verbesserung der Urteilsfähigkeit sehr gut, da sie das Denken anregen. Also lesen sie die Vorgeschichte zum ersten Märchen:

Vor langer Zeit, bevor die «mediterrane Wohnkiste» unsere Gegenden heimsuchte, die mit Betongewalt auf unser Gehirn drückt, gab es bei uns noch den Beruf des denkenden Zimmermannes. Es waren Berufsleute die von Hamburg als Wandergesellen kamen oder ortsansässige «Superprofis». Kein Architekt oder Ingenieur hätte es gewagt eine Aussage oder eine Anweisung eines solchen Könners in Frage zu stellen, denn diese Handwerker konnten auf eine Jahrhunderte alte Tradition und Erfahrung zurückblicken. Ja, man fragte diese Fachmänner sogar noch vor der Planung und Projektierung, und suchte ihren geschätzten Rat. Im Zuge der Abwertung des Bauhandwerkers, wurde auch der Zimmermann nicht verschont, da Bauplaner ja offensichtlich nur noch Pläne fabrizierten, die auch von Hilfarbeitern gelesen werden konnten, gab es für Fachleute nichts mehr zu tun, als in andere Berufe abzuwandern. Es gibt jedoch noch vereinzelte Exemplare dieser Zimmermänner, und wenn man sie fragt, ob ein Holzbalken feucht werden darf, so sieht man ein Grinsen auf

dem Gesicht und die Handbewegung des Zeigefingers an der rechten Schläfe. In der Folge recherchierte ich das baugeschichtliche Gedankengut und beobachtete, was in der Vergangenheit wie gebaut wurde. So entstand die erste Geschichte:

Das Märchen vom warmfeuchten Holz

Es war einmal ein Zimmermann, der legte die Balken der obersten Geschossdecke auf die Aussenmauern, legte den Blindboden zwischen die Balken, schütete Schlacke als Schall- und Wärmedämmung zwischen die Balken und deckte die Sache mit einem Riemenboden zu. Darüber kam ein Dachstuhl mit Sparren. Der Zimmermann verlangte vom Dachdecker eine absolut regendichte Haut, die dieser mit dem Biberschwanz-Doppeldach garantieren konnte. Der Zimmermann wusste, dass der Dachstuhl und alles darin enthaltene Holz im Winter immer von kalter Luft «umspült» werden muss, und dass im Sommer ja kein Wasser zu dem Dachholz gelangen darf. Die Holzfeinde, Holzschwamm, Holzbock, Holzwurm usw., kannte jedermann. Solange das Holz belüftet, trocken und kalt ist, haben diese Holzfeinde keine Chance, ihr Unwesen zu treiben. Nun erscheint der erste Architekt auf dem Plan, der als erster dieses Wissen ignoriert, und sich aus wirtschaftlichen Gründen einen «Gegenvorschlag» ausgedacht hatte, der dem unseligen Motto folgte «billig ist teurer als richtig». Dieser unglückliche Mann glaubte, dass er, wenn er auf eine Biberschwanz-Doppeldeckung verzichte und stattdessen nur einfach decke, billiger bauen könne. Da war die erste Entscheidung am Anfang einer weitläufigen Fehlerkette die sich bis zum heutigen Tag fortsetzt. Die Einfachdeckung, so stellte sich nach kurzer Zeit heraus war

nicht dicht. Also schindelte man zwischen den Ziegeln. Weil Schindeln aber nach kurzer Zeit verfaulten, erfand man den Pfannenziegel, der besser zu sein schien. Zwischenhinein erfanden ein paar «Spezialisten» noch die Aluminium-Schindeln, die aber korrodierten. Über die Verwendung von Betonziegeln möchte ich mich nicht näher äussern. Das ganze wurde inszeniert, um ein paar Kubikdezimeter Sparrenholz einzusparen, wobei keiner realisierte, dass genau das Gegenteil von dem erreicht wurde, was man ursprünglich anvisierte. Nachdem die Fachwelt sich davon überzeugte, dass die Pfannenziegeldächer undicht waren, erfand man das Unterdach. Dass ein Biberschwanz-Doppeldach kein Unterdach benötigt, hatte man mittlerweile restlos vergessen. Das Unterdach hat ja nur die Aufgabe an Stelle des Oberdaches dicht zu sein. Sozusagen ein Schutz für den Schutz usw. Keiner bemerkte jedoch, dass das Unterdach weniger Feuchte durchliess, Feuchtigkeit schlecht absorbierte, eingestrahlte Sonnenenergie abblockte, und dass es unnötigerweise Geld kostete. Heute gehört das Unterdach zum guten Ton eines jeden Architekten und er wüsste nicht mehr, wie er dieses vermaledeite Dach wieder loswürde. Dann kamen die Isolierer. Ja lieber Leser sie verstehen richtig, die «Abschliesser» kamen, nicht die Wärmedämmer, sondern die Unterbinder, die Abdecker, im sprichwörtlichen Sinne: die Abdecker des Bauwesens. Wenn je etwas zerstört wird, geschieht es immer durch Leute, die vor der Sache in aller Unschuld keine Ahnung haben, und die frischgemut drauflos pfuschen.

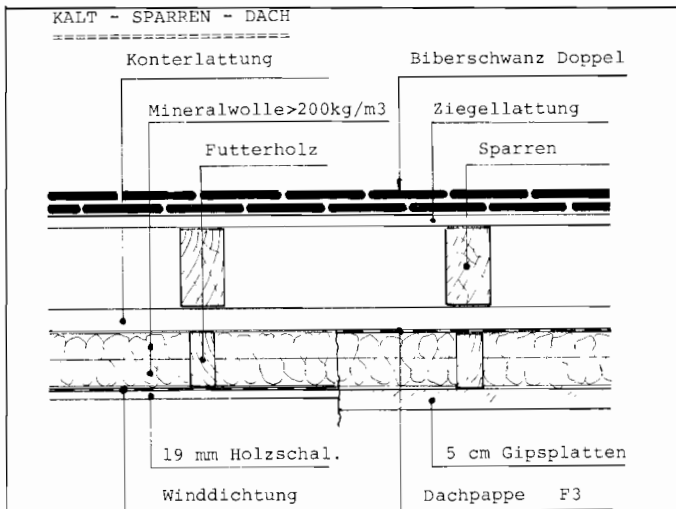
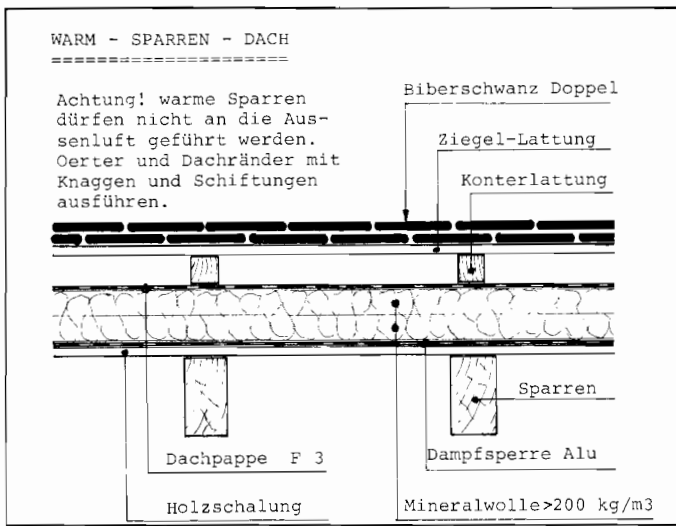
Ungeachtet der Tatsache, dass Bauholz frische Luft braucht, wird hier dampfgesperrt, gedichtet und gedämmt. Man kann ja immer sagen, dass das nach dem

seinerzeitigen Stand der Technik üblich war und man ja nur gemacht hat, was Architekten (und neuerdings auch Bauphysiker) empfohlen haben. Da wird geglaubt, dass man dampfsperrende Wärmedämmschichten an Holz winddicht anschliessen könne. Dabei werden «Wunder-Klebe-Bänder» auf Papiere und Hölzer geklebt, in der Annahme, dass ein Klebestreifen nach ein paar Jahren Sommerhitze und Winterkälte in einem Dachstuhl noch klebe!

Da es nun einigen Planern und Zimmermännern doch nicht mehr wohl war, und das Altbewusstsein «feuchte» Gedanken durchliess, die womöglich Schäden in Aussicht stellten, hielt man Rat und am Schluss der Fehlerkette flehte man die allmächtige Chemie an, um etwelchen Holzfeinden den Garaus zu machen. Uneingedenk der Tatsache, dass des Rätsels Lösung frische Luft sei, wurde nun «zimmermänniglich» das Holz zu Tode imprägniert.

Diese Imprägnierungsmittel werden mit Tetrachlorphenol oder mit Pentachlorphenol in verschiedenen Varianten hergestellt. Natürlich ist es nur eine Frage der Zeit, bis diese hochgiftigen Chemikalien in unserer Nahrungskette auftauchen. Selbstverständlich führt auch der Direktkontakt zu einer gesundheitlichen Gefährdung.

Alle diese Fehlkonstruktionen der ganzen Fehlerkette sind in der «Fibel zur Musterverordnung für kantonale Wärmedämmvorschriften» zur Weiterverwendung abgebildet, wobei es sehr bedenklich ist, dass das Bundesamt für Energiewirtschaft noch das Patronat für diesen Unsinn übernommen hat. Nun, Bautechnik ist allmächtig und je höher die Institution, durch die etwas abgesegnet wird, desto richtiger ist es, auch wenn es absolut falsch ist und als Folge davon in ein paar Jahren Millionenschä-



den auftreten. Die Verantwortlichen sind dann entweder nicht mehr im Amt, oder sie werden sich unter Berufung auf den damaligen Stand der Technik ein Alibi verschaffen.

Nun, da ja alle Märchen mehr oder weniger gut ausgehen müssen, ist es sehr schwierig, hier ein angemessen glückliches Ende zu erfinden. Andererseits setzt sich die Erkenntnis durch, dass es doch wohl keine Märchen gibt. Sei es so oder so, die Geschichte geht gut aus, denn der schweizerische Bau- und Holzarbeiterverband hat diese Geschichte gelesen. Er bildete eine Fachkommission, die kurz vor dem Jahr 2000 einen Bericht vorlegte, der die in diesem Märchen kommentierten Beobachtungen als weitgehend richtig erkannte. Da noch Restbestände der Schweizer Bevölkerung vorhanden waren, war es möglich aus dem Pazificgebiet ein paar Inselaner einzufliegen, die dann unter der Anleitung von zwei überalterten Zimmermännern und aufgrund von

Konstruktionsplänen aus dem Jahr 1902, das Handwerksgut für das dritte Jahrtausend nach Christus sicherstellen konnten. Und wenn sie nicht gestorben sind . . . Aufmerksame Leserinnen und Leser haben mit Erstaunen das vorliegende Märchen gelesen und vielleicht festgestellt, dass sie nun eben auf einen oder sogar zwei der vorgenannten Fehler, durch irgend einen Dilettanten fabriziert, hereingefallen sind und erst noch teures Geld dafür ausgegeben haben. Nun, es wird auch hier manches nicht so heiss gegessen wie es gefuscht wurde und so kann ich sie als Bauratgeber dahingehend beruhigen, dass sehr viele Fehler zusammen kommen müssen, um bei den oben beschriebenen falschen Konstruktionen einen Schaden zu verursachen. In der Regel sind mindestens 3 Konstruktionsfehler für einen Bauschaden erforderlich. Energieschäden wird es allerdings viele geben, weil für Wärmedämmungen im Dachbereich, wenn

schon, unbedingt schwergewichtige Wärmedämmstoffe zu verwenden sind, wie z.B. Kork mindestens 200 kg / m³ oder Stein- bzw. Glaswolle mit ebenfalls über 200 kg / m³ Raumgewicht. Die einschlägigen Stellen der Baumaterialbranche haben diesen Geschäftszweig immer noch nicht erkannt und verkaufen nach wie vor die leichtere Ware um im Geschäft mit dem chemischen Wärmedämm-Unsinn gleichziehen zu können. Dabei ist die Wärmespeicherfähigkeit eines Wärmedämmstoffes wesentlich wichtiger als seine Wärmeleitzahl. Solange die Baustoffhersteller jedoch nur dem unseligen k-Wert huldigen, ist auf diesem Sektor noch keine Änderung in Sicht. Allerdings haben diese Leute aus geschäftlichen Gründen recht, denn die k-Wert-Hysterie wird ja von Bundesbehördlicher Seite wie auch vom SIA vorgeschrieben und inszeniert. Hingegen könnte ich mir ganz gut vorstellen, dass ein paar beherzte Zimmermänner einmal etwas handfest bei diesen Stellen versprechen würden, denn schlussendlich werden ja diese Unternehmer für das, was die Theoretiker vorschreiben verantwortlich gemacht. Generell ist festzustellen: Dachstühle sollten nicht ausgebaut werden, da es praktisch unmöglich ist, alle die anfallenden bauphysikalischen Aspekte zu berücksichtigen wie Statik, Festigkeit inkl. Deformationen, Schwindverformungsverhalten von Holz längs und quer zur Faser, Feuchtigkeitssperren, Dampfsperren, Dampfbrücken, Wärmedämmung, Wärmebrücken, instationäres thermisches Verhalten der Eindekung bezüglich Phasenverschiebung und Amplitudendämpfung, die zur Vermeidung des Barackenklimas beitragen und schlussendlich die Wetterschicht, die wirklich funktioniert. Die nachfolgende Detailkonstruktion soll einen

Hinweis geben, nach welchen Prinzipien ein Dach konstruiert werden muss, wenn ein Dachausbau nicht zu vermeiden ist. Ich höre jetzt schon förmlich das Wehklagen über zu hohe Preise usw., wobei es hier und an dieser Stelle unmöglich ist, sämtliche Varianten und Ausschlussdetails darzustellen. Merke: Holz darf nie warm und feucht werden, sonst geht es kaputt. Dies bestätigt ihnen jeder Zimmermann. Im nächsten Bauratgeber erzähle ich ihnen das Märchen von der Heizung, von ihrer Cheminée-Tochter und dem Warmluft-Geist-Konvektor. Alles frei erfunden.

Herzliche Grüsse
Ihr Bauratgeber
Paul Bossert

Leser, die von unserem «Bauratgeber» Gebrauch machen möchten, richten ihre Anfrage bitte an den Etzel-Verlag AG, «Bauratgeber», Weinbergstrasse 5a, 6301 Zug.

Heizen wir richtig?

EFH 2/1981

Liebe Leserinnen und Leser,

Wie im letzten Bauratgeber angekündigt, möchte ich Ihnen diesmal das Märchen von der Heizung, von ihrer Cheminée-Tochter und dem Warmluft-Geist-Konvektor erzählen. Mir ist aufgefallen, dass je länger je mehr Energie, und somit auch Heizenergie, verbraucht wird. Kurzum, ich kann das ewige Lied vom Energiesparen einfach nicht mehr hören, zumal jeder Prospekt sich unter dem Deckmantel von optimaler und genialer Energieverminderung anpreist und doch jeder hingeht und das Gegenteil macht. Deshalb bin ich auf eine Minderheit von Konsumenten gestossen, die noch nicht wissen, wie man mit Heizungen usw. richtig und viel Energie verschleudern kann. Da ich nun mit diesen Zeilen die gut eidgenössische Ausgewogenheit richtigstelle, indem ich Minderheiten über normalen und gesteigerten Energieverbrauch bzw. Energieverschleudering informiere, kann es sein, dass für viele Leser dieses Märchen nicht mehr so lustig ist. Also folgt . . .

Das Märchen von der Heizung, Anno 1981

Vor vielen, vielen Jahren gab es weit weg von der Erde eine Sonne, die ihre Strahlen auf unseren Planeten sandte, um alles, was darauf war, zu erwärmen. Diese Sonne beschien auch grosse und kleine Steine, die mehr oder weniger hohl waren. Die Menschen auf dieser Erde nannten diese Hohlsteine, in denen sie wohnten, seit sie die Hypothenken für die natürlichen Höhlen nicht mehr bezahlen konnten, Häuser. Ihre Vorfahren, die Höhlenbewohner, erhielten seinerzeit vom Wettergott, der ein Freund der Sonne war, auf indirektem Weg das Feuer geschenkt. Dieses Feuer brachten sie in ihre Höhlen und plazierten es nahe dem Eingang, sodass der Rauch

nach aussen entweichen und die Strahlung des Feuers die Höhlenwände derart erwärmen konnte, dass man sich in dieser derart beheizten Höhle einigermaßen wohlfühlen konnte.

Zuerst das Gehirn einschalten!

Doch zurück zu den Menschen, die die hohlen Steine bewohnen. Früher war es üblich, dass der Mensch, wenn immer er etwas in Richtung Verbesserung seiner Höhle tat, zuerst sein Gehirn einschaltete. Daher wussten diese Menschen auch, dass man mit Wärmestrahlen oder mit Verbrennungshitze einen massigen, schwergewichtigen Gegenstand erwärmen kann, um hinterher über längere Zeit von der nun folgenden Energieabgabe zu profitieren; denn was der Sonne möglich war im Zusammenhang mit der sich drehenden Erde, sollte doch auch dem Menschen mit entsprechenden Technologien und hierfür geeigneten Materialien möglich sein. Die einen gingen daran und brachten mitten im Haus einen Kachelofen an, der vom Zentrum her die Innenseite der Aussenwände derart bestrahlte, dass bei dem sich im Hause aufhaltenden Menschen der eigene Körperwärmeverlust durch diese Gegenstrahlung kompensiert werden konnte. In anderen Gegenden hatte man offensichtlich nicht soviel Geld und konnte sich daher nur eine offene Feuerstelle leisten. Das Geld muss seinerzeit so knapp gewesen sein, dass man auch nur mit ganz kleinem Feuer heizte, das jedoch ständig unterhalten wurde. Bei näherer Untersuchung dieser heute noch vorhandenen, offenen Feuerstellen, die die Menschen heute Cheminée nennen, fällt auf, dass man früher sehr viel Steine und Baumaterial verbrauchte, um die die Feuerstelle umge-

benden Flächen zu bauen. Glaubte man später zunächst, diese Flächen seien so stark dimensioniert worden, um die Tragfähigkeit der Konstruktion sicherzustellen, so haben Computernachrechnungen bis auf die dreissigste Stelle nach dem Komma ergeben, dass dies nicht der Grund sein kann. Nach und nach hat sich die Vermutung eingeschlichen, dass man seinerzeit wahrscheinlich etwas getan hat, was heutzutage natürlich schon längst überholt ist. Damals hatten die Menschen, in ihrer Unaufgeklärtheit offenbar die unverständliche Idee, die Wärmespeicherfähigkeit von natürlichen Baustoffen auszunutzen! Wie früher die Höhlenbewohner, so bestrahlte man mit stetigem kleinem Feuer einen massigen, wärmespeichernden Gegenstand, an dem man sich dann hinterher über längere Zeit erwärmen konnte. Als letzter Vertreter der überholten und nach heutiger Auffassung total falschen Wärmeübertragungsbauteile gilt der alte Guss-Radiator, der um die Jahrhundertwende als quasi Kachelofenersatz vor den Innenwänden aufgestellt wurde.

In der Folge forschte man unerbittlich nach einem besseren Wärmeübertragungsmedium, das besser ist als Strahlung. Heizungsingenieure und Heizungsbauer fanden dann nach jahrzehntelangen Versuchen heraus, dass man die Raumwärme am besten mittels warmer Luft auf den Menschen übertragen kann. Luft ist nämlich sehr billig und noch nicht besteuert. Eingedenk der Tatsache, dass Luft praktisch noch der beste Wärmedämmstoff der Welt ist, fühlte sich jeder Wärmefachmann glücklich, nun endlich ein Wärmeübertragungsmedium gefunden zu haben, das er berechnen konnte. Denn mit der Strah-

lung ging das ja nicht so gut und so einfach wie mit der Luft, denn Strahlungsrechnungen sind schwierig und nur durch qualifizierte Fachleute überblickbar. Obwohl man genau wusste, dass, wenn ein Super-Wärmedämmstoff wie Luft aufgeheizt wird, sehr viel Energie benötigt wird, entschied man sich, diesem neuen «Warmluft-System», nur weil es berechenbar war, den Vorzug zu geben. Der weitere Vorteil dieser Art von Wärmeübertragung lag in der Tatsache, dass man mit diesem System weit mehr Energie benötigte, als auf die frühere, veraltete Weise. In einem Anfall von nicht zu überbietender Genialität ging nun noch jemand hin und setzte die Heizquelle, die hauptsächlich die Luft erwärmte, vor das Fenster. Man merkte dann bald, dass das Radiatorlein vor dem Fenster zu wenig erwärmte Luft produzierte und erfand den noch genialeren Lamellenkonvektor. Dieser arbeitet praktisch nach dem Kältekurzschlussprinzip und verbraucht natürlich, was eben von Vorteil ist, noch mehr Energie. Durch diesen Umstand musste die gesamte Heizleistung eines Hauses vergrössert werden, was wiederum den Einsatz von grösseren Heizbrennern und Heizkesseln erforderte. Da Heizkessel bis heute auch nicht nach dem Pufferprinzip konzipiert werden, stellen sie in der Stunde 10 mal an, was wiederum einen erhöhten Energieverbrauch bedingt.

Weitere gute Ratschläge zur Steigerung des Energieverbrauches

Man hänge vor den Heizkonvektor einen schweren, wärmedämmenden Vorhang, um den Kältekurzschluss zu verbessern, wobei man gleichzeitig die Fensterläden öffnet bzw. die Rolläden hochziehe, um

mit der Nachtluft die Fensterscheiben noch etwas besser zu unterkühlen. Wenn man das Fenster in kalten Winternächten durchgehend um einen Spalt von 10 bis 20 cm offen lässt, werden die oben beschriebenen Massnahmen zur Energieverbrauchserhöhung wesentlich verbessert. Als weitere Massnahme drängt sich die Nachtabstimmung auf, um zusätzliche Energie zu verbrauchen. Früher heizte man irrtümlicherweise am Abend ein, legte am Morgen noch etwas Heizmaterial zu und hielt mit der nun eintreffenden Sonnenstrahlung das Gebäude auf Temperatur, wobei sich am Abend das gleiche wie am Vortag wiederholte. Man betrieb also fälschlicherweise so etwas wie Tagabsenkung. Es war also nicht wichtig, wann man heizte, sondern wann man warm haben wollte. Heutzutage scheint dies nicht mehr so wichtig, es zählt nur der Weg, der einen möglichst hohen Energieverbrauch garantiert. Das erreicht man am besten so: Wenn ich mein Haus über Nacht um 4 bis 5 Grad Kelvin auskühlen lasse, fängt am Morgen die Heizung wie irrsinnig an zu «bullern». So gegen Mittag, wenn alle schon halb erfroren sind, haben sich die Wände auf der Innenseite endlich erwärmt. Etwa um die Mittagszeit hat natürlich auch die Sonne die Aussenwände meines Gebäudes aufgewärmt, wobei sich die Wärmeströme dann etwa in der Mitter der Aussenwand begegnen. Mittlerweile hat die Sonne über die Fenster die Raumluft derart erwärmt, dass man über geöffnete Fenster einen grossen Teil der Wärme wieder an die Aussenwelt abgegeben hat. Unterdessen meldet der Aussentemperaturfühler auf der Nordseite des Hauses immer noch «eiskalt» und die Heizung bullert ruhig vor sich hin.

Wenn am Abend dann alles schön warm ist, wird wieder ausgekühlt und am anderen Tag geht der ganze Energieverbrauchs-Prozess wieder von Neuem los, um die Energievorräte dieser Welt so schnell wie möglich loszuwerden. Die hirnvorbrennte Idee einer strahlungsabhängigen Heizungssteuerung dürfte vermutlich erst im Jahre 3000 realisierbar sein. Nicht zu vergessen, bei dieser ganzen Art mit Warmluft und Konvektion zu heizen, ist der medizinische Aspekt. Denn durch diese Konvektion wird eine permanente Feinstaub-Lawine im Innern eines Gebäudes bewegt, die sich mit wohltuender Gemächlichkeit auf unsern Lungenbläschen niederlegt.

Nicht direkt im Zusammenhang mit der Erhöhung des Energieverbrauchs, wohl aber mit Erhöhung von negativer Intelligenz, ist die zunehmende Anwendung von Heizkostenabrechnungen auf der Basis der Heizkostenverteiler zu beobachten. Ein Heizkostenverteiler ist ein Ding, das die Heizung nicht verteilt, dem Lieferanten jedoch Gewinn ohne Kosten bringt. Diese Leute glauben wirklich daran, dass sie in der Lage wären, den Energieverbrauch einer Wohnung in einem komplexen System, wie es ein Haus darstellt, zu bestimmen. Gesucht sei der Mann, der, ohne zu zaubern, den Energieverbrauch einer Nord-Ost-Wohnung mit Flachdach in Relation setzt zu der Zwischengeschoss-Süd-West-Wohnung desselben Gebäudes. Metaphysik ist, gelinde gesagt, im Vergleich mit Heizkostenverteilern, eine gesicherte Wissenschaft. Die geeigneten Leserinnen und Leser haben nun schon recht viele Anregungen erhalten, wie man im normalen Umgang mit Heizungen ihren Energieverbrauch erhöhen kann. Am Rande ist noch zu erwähnen, dass eine zwei- bis vierfach

überdimensionierte Heizungsanlage ebenfalls eine Steigerung des Energieverbrauchs bewirken kann, wobei natürlich schlechte Wartung der Heizungsanlage den Verbrauch ebenfalls verbessert. Auch sei erwähnt, dass die Düsenstellung immer so gross wie möglich sein soll, damit soviel wie möglich Energie unverbrannt durch den Kamin entweichen kann.

Die Genialität neuer Erfindungen

Viele der angehenden Energieverschleuderer werden nun bemerken, dass ihnen mit den heute modernen Fussbodenheizungen die Möglichkeit weitgehend genommen wird, um gezielt Energie zu verpuffen. Nun, entsprechende Fachleute wissen auch da einen Ausweg insofern, als sie die Kapazität der umgebenden Gebäudehülle so schlecht dimensionieren, dass die Leistung der Bodenheizung weitgehend unwirksam und uneffektiv wird. Prinzipiell strahlt der Boden gegen die Decke und allenfalls noch gegen die Fusssohlen. Von räumlicher Wärmestrahlung ist nicht viel zu bemerken. Die Genialität von solch neuen Erfindungen ist jeweils aus den Prospekten und Konstruktionszeichnungen der verschiedenen Hersteller ersichtlich. Zuerst werden auf einem thermoplastischen Wunderschaum (Polystyrol) raffinierte Befestigungen für Schläuche angebracht, es sei denn, diese Befestigungen sind als Aussparung schon im Wunderschaum eingelassen. Dann werden die billigsten Schläuche (z.B. handgeschmiedetes Polyäthyl) zu den teuersten Preisen verlegt. Um billigen bzw. künstlich verteuerten Schlauch zu sparen, wird kostbares Aluminium als sogenannte Wärmeverteil lamelle aufgebracht. Diese wird mit dünnen Polyäthylfolien abgedeckt und mit

Leser, die Fragen an unseren Bauratgeber stellen möchten, können sich direkt an den

Etzel-Verlag AG
«Bauratgeber»
Weinbergstrasse 5a
6301 Zug
wenden.

einem bindemittelabgemagerten Sandgemisch namens Unterlagsboden überdeckt. Der gewiegte Konstrukteur stellt sofort fest: Wunderschäume schwinden in Anwesenheit von permanenter Bodentemperatur keinesfalls ab und somit entstehen auch keine unebenen Bodenflächen mit Rissen. Aluminium und andere Wärmeverteilungslamellen sind durch dünnste Kunststoff-Folien genügend geschützt, sodass kein elektrolytischer Zerfall zwischen Zement und Metall eintritt. Zudem ist die Wärmeleitung eines porösen Unterlagsbodens wesentlich grösser als beispielsweise eines qualitativ hochwertigen Fliessbetons, denn diesen würde man armieren, während dies bei einem üblichen Unterlags-Heizboden, infolge seiner grossen Festigkeit, absolut unnötig ist. Zuguterletzt kann man die Wirksamkeit energietechnisch noch verbessern, wenn man solche Heizflächen mit möglichst dicken, textilen Bodenbelägen bedeckt.

Ist nun ein Wohnraum trotz der vorbeschriebenen Massnahmen ungeschickterweise dennoch warm geworden, so folgt nun eine weitere Anweisung, wie man mit einem Cheminée den Energieverbrauch eines Gebäudes wiederum etwas erhöhen kann. Feuer braucht bekanntlich Luft, um zu brennen. Am besten eignet sich die schon aufgewärmte Raumluft für die Verbrennung. Dadurch wird frische, kalte Aussenluft nachgesogen, die wiederum aufgewärmt zur Verbrennungsluft umfunktionierte wird. Mittlerweile erfand man die separate Luftzufuhr, die, microcomputer-gesteuert, je nach Feuerintensität und dem dadurch bedingten Sauerstoffverbrauch, durch Hochleistungsventilatoren dem Feuer zugeführt wird. Ähnliche Ventilatoren treiben Luftsäulen durch genial

angelegte Rohre, Leitungen und Schächte, die in keinem modernen Cheminée fehlen dürfen und übertragen somit wiederum mit dem besten Wärmedämmstoff die Wärme auf den Menschen. Das Cheminée wird schlussendlich noch mit feuerfesten Gläsern eingepackt, wobei niemand bemerkt, dass man nun quasi vor einem durchsichtigen Holzofen sitzt. Mit amtlichen Prüfzeugnissen werden Wirkungsgrad-Unterlagen einer solchen Cheminée-Feuerung herungereicht, ohne darauf hinzuweisen, dass es sich hier nicht um den gebäudebezogenen Nutzwärme-Wirkungsgrad handelt, sondern nur um den feuerungstechnischen Wirkungsgrad. Staubprobleme und Auskühlungsprobleme sind natürlich nach wie vor vorhanden, wobei sofort jedermann klar wird, dass wir durch diese Massnahmen den Energieverbrauch wiederum etwas anheben konnten.

Restlos falsch wäre es natürlich aus der Sicht der nicht zu verantwortenden Energieeinsparung, wenn man Cheminéés mit wärmespeichernder Masse ausführen würde, so wie es am Anfang dieses Artikels beschrieben wurde. In Anbetracht dieser, nunmehr falschen, Tatsache geht natürlich jeder Cheminéebauer daran und bringt einen Hauch von 3 bis 5 cm dicken Chamotte-Platten in seiner Energieverschleiss-Höhle unter, um den Anschein zu erwecken, dass hier noch Strahlungswärme gespeichert würde. Man rechne einmal aus, wie wenig ein Cheminée kosten würde aus 25 cm dicken, massiven Chamotte-Wänden, vom Maurer mit Hafnermörtel gemauert, ohne jeden Schnick-Schnack von Guss- und Stahleinlagen und hyperparabolisch atmungsaktiven Wärmetauschern, die laut Prospekt ganze Wohnungsüberbau-

ungen heizen. So ein Cheminée wäre zu billig, würde die Strahlungswärme optimal ausnützen und dadurch die Wohnung nicht entsprechend auskühlen lassen, und wäre somit hinsichtlich des geringen Energieverbrauchs einfach nicht zu verantworten. Ausserdem ist es unschicklich, Architekten und Handwerker darauf hinzuweisen, dass sie Cheminéés wie die alten Römer bauen sollten. Eben diese Römer waren so verbohrt, dass sie ihre Häuser mit Niederdruck-Sattdampf mittels Diffusion über Hypocausten und tubulierte Wände erwärmten. Diese armen Römer mussten sich hier auf der Alpennordseite etwas einfallen lassen, denn sonst wären die wärmegewohnten Damen aus Rom ihren sieggewohnten Feldherren nicht in das unterjochte Entwicklungsland Helvetien gefolgt. Wenn wir schon nicht fähig sind, die Baukunst der Römer für uns zu nutzen, wäre es ja direkt witzlos, noch entsprechend wirksame Cheminéeanlagen dieser wirklichen Profis nachzubauen.

Die beste Energieverschleuderung erzielt man jedoch, wenn man elektrische Energie zur Raumwärmung benutzt. Schon von der Energiebereitstellung her ist diese Angelegenheit äusserst interessant, denn für die Herstellung der Anlage (Kernkraftwerk) müssen pro kW-Leistung Fr. 3000.– hingebältert werden. (Vergleichsweise bezahlte man bei einer Ölheizung nur Fr. 400.– pro kW.) Volkswirtschaftlich ist das durchaus positiv zu bewerten, denn ein Volk hätte kaum eine bessere Möglichkeit, eleganter zu verarmen. Um diese Art der Energieverschwendung etwas zu beschleunigen, erfand man das Energie-Recycling. Die Abwärme des Kernkraftwerkes wird im ganzen Land mittels Elektro-Wärmepumpen zurückgewon-

nen. Der Vorteil dieser Anlagen liegt hauptsächlich darin, dass sie bei Temperaturen unter 5 Grad Celsius, mit einem Wirkungsgrad von 1 (eins) arbeiten und man eigentlich den Strom geradesogut mit einem normalen Widerstandsdraht in Wärme umsetzen könnte. Besonders schlecht bezüglich Energieverschleiss wäre es natürlich, wenn man hingehen und den Strom für den Wärmepumpenantrieb mittels eigener Notstromaggregate herstellen würde. Ungeschickterweise wäre dann noch die Motorabwärme für Heizzwecke nutzbar. Auch könnte mit der mechanischen Leistung direkt anfallende Niedertemperatur der Sonnenstrahlung genutzt werden. Solcherart absolut nicht konforme Total-Energie-Anlagen könnten normale Energieverschleuderer in arge Bedrängnis bringen, da sie echt Energie einsparen. Der Verfasser dieser Zeilen hofft nun, dass alle, die bisher noch nicht wussten, wie man auf effiziente Art und Weise Energie verschleudern kann, nun in der Lage sind, dies in Zukunft zu bewerkstelligen. In der nächsten Ausgabe erzähle ich Ihnen die übrigen Märchen, die im Bauwesen noch verbleiben, um den Energieverbrauch zu erhöhen. Dazu erfahren Sie noch, wie die Menschheit in Zukunft aussehen kann oder muss, damit sie mit weniger Energie auskommt. Ich hoffe, dass sie an den vorliegenden, frei erfundenen Tatsachen ihre Freude hatten.

Herzliche Grüsse
Ihr Bauratgeber
Paul Bossert

Verschiedene Informationen und Hinweise dieses Artikels sind dem Buch «Falsch geheizt ist halb gestorben» von Alfred Eisenschink entnommen (Technischer Verlag Resch KG, D-8032 Gräfeltingen).

Liebe Leserinnen und Leser,

Nach dem Dach- und Heizmärchen erfolgt nun wie versprochen der folgerichtige Nachtrag der restlichen Märchen über Fenster und Lüftung, die Aussenwand und die Berechnungsgrundlagen. Es sei hier erwähnt, dass eine unbeschreibliche Nachfrage vorhanden ist über die erforderlichen Massnahmen, die im Bausektor bewirken, dass wirklich mehr Energie verbraucht werden kann. Deshalb möchte ich das Wissen über gezielte Energieverschleuderung weiterverbreiten.

Im letzten Heft habe ich erwähnt, dass ich konkrete Angaben machen werde, wie die Menschheit in unseren Breitengraden in Zukunft aussehen kann oder muss, damit sie mit weniger Energie auskommt. Denken Sie doch bitte einmal nach, liebe Leserinnen und Leser: an und für sich ist es doch ein totaler Unfug, jährlich Milliarden von Franken für beheizbare Wohnbauten auszugeben, vor allem, weil man einsehen muss, dass wir mittlerweile unfähig geworden sind, richtig zu bauen, richtig zu heizen usw. Kein Mensch ist bis jetzt darauf gekommen, dass es vermutlich einfacher und billiger wäre, die Menschheit so zu verändern, dass die jeweils erforderliche Raumwärme-Energie überhaupt nicht mehr aufgebracht werden müsste, dass richtiges Bauen überhaupt kein Diskussionsgrund sein müsste; dass jedermann beim Bauen pfuschen könnte und es keine Rolle mehr spielte, ob ein Gebäude im Winter kalt und im Sommer heiss, ob es im Sommer trocken und im Winter feucht wäre. Sie werden staunen, liebe Leserinnen und Leser, ich denke dabei an den Homo skelettiensis, den skelettartigen Menschen, der mit der heutigen Gen-Technik ohne weiteres innerhalb der nächsten 20 Jahre gezüchtet werden könnte.

Dass diese menschliche Veränderung eine Überlebensnotwendigkeit bedeutet, wurde kürzlich durch wissenschaftliche Untersuchungen erhärtet, wobei mit aller Klarheit folgendes festgestellt wurde: Zunehmender Energieverbrauch fördert den Wohlstand. Wohlstand senkt die Geburtenzahl. Durch Senkung der Geburtenrate schwindet das Welternährungsproblem. Sinken somit Nahrungsmengen und Bevölkerungszahl, wird weniger Energie benötigt und verbraucht. Wenn die Menschheit ausgestorben ist, ist somit der Null-Energieverbrauch erreicht. Darum stellt sich die berechnete Frage, ob es nicht jetzt schon angezeigt wäre, eine neue Art der Menschheit zu züchten, wobei als Zuchtziel der Nullenergie-Verbrauch im Vordergrund stehen müsste. Dadurch wäre es nicht erforderlich zu warten, bis diese Menschheit an einem Energie-Infarkt zugrunde gegangen ist. Wie Sie bemerken, führen beide Lösungen schlussendlich zum gleichen Ziel. Nachfolgend nun einige Möglichkeiten, durch die sich weitere Erhöhungen des Energieverbrauchs erreichen lassen.

Das Fenster und die Lüftung

Davon ausgehend, dass skelettartige Menschen keinen Sauerstoff benötigen, und daher mehr Sauerstoff für die Verbrennung von Primärenergien zur Verfügung stehen würde, ist es sehr bedauerlich, dass man in der Bundesrepublik Deutschland erst neun Lüftungstote zu verzeichnen hat, gottlob versucht der Staat dort alles, seine Bürger dazu zu bewegen, die Wohnhäuser noch besser abzudichten. War es früher so, dass die Luft ausserhalb der Wohnung besser war als innen und man darum bemüht war, durch Lüften bessere Luft in die Räume zu bringen, so ist es heute umge-

kehrt, insofern als man die saubere Luft der Wohnungen mit Ventilatoren an die Umwelt abgibt, damit der benzinfressende Verkehr nicht zum Erliegen kommt. Durch diesen Unterdruck in den Häusern werden von aussen die Stickoxyde sowie Kohlenmonoxyd angesaugt, die den Pflanzen im Haus als Nahrungsquelle dienen. Dem zukünftigen Menschen können sie infolge seines skelettartigen Aussehens jedoch nichts mehr anhaben.

Seit man davon abgekommen ist, die Lüftung eines Hauses über die Fenster zu bewerkstelligen, ist es auch wirtschaftlicher geworden, die Wärmeableitung über die Fenster zu erhöhen. Hatte man früher noch das wärmedämmende Super-Doppelfenster, (Einfachverglasung mit Vorfenster), das auch klimatische Regulierung zulies, so wurde mit der Erfindung des doppelverglasten Fensters der damals erforderliche Energieverbrauch schon leicht erhöht. Nach der Erfindung der Isolierverglasung, die nachgewiesenermassen mehr Energie benötigt als ihre Vorläufer, blieb, um den Energieverbrauch zu erhöhen, nur noch die Alternative, die Fensterrahmen aus Kunststoff oder Metall zu fertigen. Wer trotz bestdurchdachter Energieverschwendung bei Fenster und Lüftung immer noch meint, zu wenig Öl zu verpuffen, kann ja zusätzlich noch befeuchtete Warmluft-Lüftungen einbauen oder sogar noch eine Klimaanlage. Solche Anlagen haben doppelten Nutzwert, denn infolge mangelnder Wärmedämmfähigkeit von superwärmedämmten Kunststoffen entstehen in den Fensterleibungen sogenannte Gammel-Pilze, die grau-schwarz aussehen. Mit einer guten, energieintensiven Warmluftheizung sind diese Pilze leicht zu vernichten.

Die Aussenwand

Jede Hausfrau weiss, dass

man beim Spülen von Windeln unter kaltem, fliessendem Wasser nicht nur rote, sondern eiskalte Hände bekommt. Dieser Effekt des Energieentzugs durch abfliessendes Regenwasser wird im Bausektor schon lange zur Erhöhung des Energiekonsums praktiziert. Je glatter die Aussen-schicht eines Gebäudes ist, desto mehr Energie kann durch abfliessendes Wasser verschleudert werden. Am besten sind Metallfas-saden, die natürlich auch noch durch ihre Abstrahlungsunterkühlung eine zusätzliche Erhöhung des Energieverbrauchs sicherstellen. Man weiss ja, dass das Autodach nach kalten Nächten immer mit Frost und Eis bedeckt ist und merke sich: Blechtempel benötigen vorzugsweise sehr viel Energie. Um diesen Bauten nicht nach-zustehen, versucht man, auch andere Konstruktionen dem Verbrauchsvorbild anzugleichen. Das versuchte man zunächst mit Sichtbeton. Dieser wird durch fliessendes Wasser dermassen unterkühlt, so dass er sich durch seine Risseigenschaften selbst zerstören kann. Wenn man ihn lasiert, anstreicht, imprägniert oder hydrophobiert, lässt sich dieser Zerstörungsprozess wesentlich verkürzen, denn diese Anstriche haben nämlich die Eigenschaft zu reißen, so dass über die entstandenen Risse Regenwasser in tiefere Schichten vordringen kann. Hinzu kommt, dass diese Dispersions- und Acrylanstriche bei Anwesenheit von Wasser auflaufen und dadurch eine Fassadenwand derart abschliessen, dass sie unter der Bezeichnung super-atmungsaktiv in den Prospekten angepriesen werden kann. Als «Fassadenabschliesser» eignen sich am besten Kunststoffputze. Früher gab es ein bautechnisches Axiom, das hiess: «Organische Bindemittel sind nicht wetterbeständig.» Oft gibt es noch

Fassaden, hauptsächlich bei Altbauten, die zu Tode saniert werden sollten, die sich jedoch wehren gegen diese Produkte und im Laufe von 8 bis 12 Jahren diese Schmierereien wieder abstossen. Ohne Chance sind jedoch neugeplante Häuser, die nicht auf eine Basis von althergebrachter Konstruktion zurückgreifen können, und daher nur noch in der Lage sind, ihre Lebensfähigkeit mit soviel wie möglich Energieverbrauch zu bestreiten. Und dies entspricht ja dem Bedürfnis des Normalkonsumenten. Im Gegensatz zu kunststoffhaltigen Verputzen wird bei den althergebrachten Verputzen das Regenwasser aufgenommen, sodass es im Normalfall nicht zum Abfliessen kommt, und hinterher verdunstet das Wasser oberhalb der Kühlgrenze durch die einstrahlende Sonnenenergie (sie beträgt auch auf der Nordseite eines Gebäudes an einem grauen Wintertag noch 50 Watt). Was für die alten Römer bis an den Limes hinauf tausend Jahre Gültigkeit hatte, das haben wir innert 40 Jahren überholt – meinen wir. Um noch weniger Sonneneinstrahlung auf eine Fassade einwirken zu lassen, müssen wir unter dem Kunststoffputz eine leichtgewichtige Wärmedämmung anbringen, die keinen anderen Vorteil hat, als den, dass Luft mit viel Arbeitslohn auf eine dünne Aussenwand geklebt wird. Sanktioniert wird diese Tätigkeit hier in der Schweiz durch das Bundesamt für Energiewirtschaft, das die «Musterverordnung für kantonale Wärmedämmvorschriften» herausgibt, die jetzt schon durch den Gesetzgeber in verschiedenen Kantonen als sakrosant gilt. Die soeben veröffentlichten Prüfzeugnisse der EMPA über Wandkonstruktionen erweitern diese Fehlerkette logisch. Somit werden nun überall sogenannte Polystyrolgesetze

gutgeheissen und verabschiedet. Böse Zungen behaupten, dass die entsprechenden Firmen und Ämter genau wissen, dass bei einem Wärmedämmstoff die Kapazität viel wichtiger ist als die Wärmeleitfähigkeit, und dass darum diese Gesetze und Vorschriften nur angewendet werden, um den Energieverbrauch zu erhöhen. Es ist kaum anzunehmen, dass diese Leute so unintelligent sind, das nicht zu wissen, denn die auf diesen physikalischen Gesetzmässigkeiten beruhenden Unterlagen sind ja schon lange normales Wissen jedes Thermodynamikers und zwar schon über 100 Jahre lang. Ich meine, so dumm, dass die es nicht wissen, können sie gar nicht sein. Zu diesem Kapitel gehört auch die Behaglichkeit, bei der es gilt, durch zweckmässig falsch angeordnete Wand- und Wärmedämmkonstruktionen das skelettartige Aussehen des Bürgers auch auf medizinischem Wege zu erreichen, indem durch mangelnde Einstrahlung und mangelnde Kapazität der inneren Wandschichten der menschliche Körper praktisch pausenlos seine Wärmeabstrahlung an seine umgebende Flächen verliert. Dies ist somit ein lobenswerter Beitrag des Staates, wenn er mit seiner Wärmeschutzverordnung erreicht, dass die Rheumakranken nicht wie bisher eine kleine Minderheit bilden, sondern dass ihre numerische Menge pausenlos durch unterkühlte Wohnbauten ansteigen darf. Die früher verwendeten 40 bis 60 cm dicken Backsteinwände mit konventionellem Kalkverputz sind restlos aus der Mode gekommen, da ja nachweisbar der Energieverbrauch dieser Häuser derart tief ist, dass die vorgegebenen Ziele zur Erhöhung des Energieverbrauchs mit diesen Konstruktionen nie und nimmer erreicht wer-

den können. Beispielsweise kann man aus der Literatur entnehmen, wie solche masselosen Häuser propagiert werden: Da wird zuerst aufgrund zauberischer Rechnungstricks behauptet, dass ein Normalhaus pro m^3 und Jahr 18 Liter Heizöl benötige. Dann vollwärmeschützt man das Haus und verbessert es noch weiter zu einem Experimentierhaus, sodass es noch 4 Liter Öläquivalent pro m^3 und Jahr braucht und alle finden das irre toll. Ginge man aber hin und würde in einer normalen Schweizer Stadt in den seit 60 bis 70 Jahren bestehenden Einfamilienhausquartieren die Energieverbrauchszahlen ermitteln (siehe SAGES), so würde man eben ohne den ganzen Schnickschnack auf gleiche Energieverbrauchszahlen von 3 bis 4 Liter Öl pro m^3 und Jahr kommen. Wenn soviel Heizenergie verbraucht würde, namentlich bei alten, massigen, nicht wärmegeämmten Häusern, wie die Spezialisten und Bauphysiker laufend ausrechnen, so müsste man heute in der Schweiz etwa dreimal mehr Energie in Wohnbauten verbrauchen als es tatsächlich der Fall ist. Es scheint, dass man wenigstens bei Wohnbauten bestrebt ist, dieses Ziel vom 3fach erhöhten Energieverbrauch so schnell wie möglich zu erreichen. Davon zeugen auch die sehr intensiven Bemühungen, alte Häuser so schnell wie möglich abzubrechen, um zu verhindern, dass Leute merken könnten, dass man ja hier sehr energiesparende Häuser kaputt macht, um andererseits energiefressende Leicht- und Krankbauten hinzustellen. Schlussendlich müssen ja auch Architekten, Ingenieure und Bauunternehmer dafür sorgen, dass sie in Zukunft noch etwas zu tun haben. Ist es nicht so, dass man zweckmässiges, geschicktes Renovieren vermeidet, um dem Men-

schen klar zu machen, dass bis zum Jahre 1945 nach Christus sämtliche Bauleute Volltrottel waren und somit alle baugeschichtlichen Überlieferungen nichts wert sind. Die absolute Bau-Glückseligkeit ist heute nur noch mit Polystyrol, Fugenkitt, Polyurethan, Kunststoffputz, Dispersionsanstrich, Chemikaliengiften, Zement, Beton und Blech zu erreichen.

Die Berechnungsgrundlagen

Um längerfristig die Erhöhung des Energieverbrauchs zu gewährleisten, bedarf es gezielter, wissenschaftlich-technischer Untersuchungen, die von jedermann sofort als gut und energieverbrauchssteigernd akzeptiert werden können. Die bis jetzt beste Methode beruht auf der Verwendung des k-Wertes. Diese Zahl gibt an, wieviel Energie durch ein Bauteil abfließt, wenn es auf der hinteren Seite des Mondes stünde und nie von der Sonne beschienen würde. SIA-Normenausschüsse, EMPA, Bundesamt für Energiewirtschaft und die zugehörigen Energie-Geistes-Wissenschaftler haben offensichtlich immer noch nicht bemerkt, dass die Schweiz nicht hinter dem Mond zu Hause ist. Es scheint immer noch nicht bekannt zu sein, dass die Erde von der Sonne und nicht vom Heizungstechniker erwärmt wird. Im Durchschnitt tut die Sonne dies im Winter jeden Tag um 278 Grad Celsius oder Kelvin. Damit die Sonne die Erde nicht verbrennen kann, erfand die Erde die Möglichkeit des Rotierens. Während am Tag bei uns Strahlung und somit Wärme herrscht, kühlt die Erde in der Nacht wieder etwas aus. Wenn ich also wärmespeichernde Häuser baue, kann ich die eingestrahlte Wärme etwas länger in die Nacht hereinziehen oder zumindest die Temperatur in der Aussenwand etwas anheben. Knalle ich aber

eine KÜhlschrank-Isolation, nämlich Polystyrol, als Wärmedämmung auf eine Fassade, so kann ich nur noch die Heizungsfirma bestellen, die mir mit mehr Energieverbrauch diesen Fehler wieder ausbügelt. Offensichtlich sind diejenigen, die diese Theorie vertreten, ausserstande zu begreifen, dass im Winter ausserhalb des Hauses noch «Wetter abgehalten» wird.

Ebenso glauben diese Leute, dass eine Korrelation zwischen dem Oberflächen/Volumen-Verhältnis A/V und dem Energieverbrauch eines Gebäudes bestünde. Dass dem nicht so ist, belegt die SAGES-Energieverbrauchsanalyse, die letztes Jahr hier in der Schweiz publiziert wurde. Zudem wurde vom Verfasser dieser Zeilen und indirekt durch die SAGES-Untersuchung nachgewiesen, dass auch keine Korrelation zwischen k-Wert und Energieverbrauch besteht. Ist es doch so, dass alte Bauten mit Jahrgang 1900 bis 1930 heute, im nichtwärmedämmten Zustand, zwei- bis dreimal weniger Energie benötigen als mit Wunderschäumen superisolierte Wohnungen, wie sie heutzutage in allen Prospekten angepriesen werden. Trotz dieser Tatsache fanden es die GEK sowie die jetzige Energiekommission immer noch nicht erforderlich, entsprechende Energieverbrauchs-Analysen durchzuführen. Niemand sollte aber meinen, die entsprechenden Wissenschaftler und Ämter in der Schweiz und in Deutschland seien nicht im Besitze der oben erwähnten Unterlagen und Energieverbrauchs-Analysen. Wer Lust hat, kaufe sich das Heft «Bauphysik» von Februar 1981, und darin wird er erkennen, wie sich diese Leute zu wehren wissen. Vermutlich wäre es wohl richtiger, sofort alle energiesparsamen, alten Gebäude anzuberechnen, damit die Beweise fehlen, und so mit falschen k-Wert-

Berechnungen die Welt und die DIN- oder SIA-Norm wieder ins rechte Licht zu mogeln.

Zur Sachlage

So zwischenhinein folgen ungewohnt einmal ein paar weniger polemische Argumente: Ist es heute möglich, die von aussen auf ein Gebäude eintreffende Energiemenge zu definieren und zu messen? Antwort: Nein. Denn es besteht auf dem ganzen Markt und bei keiner Hochschule oder einem anderen wissenschaftlichen Institut ein Gerät, das den gesamten Strahlungsbereich erfasst und hochrechnen kann. Folglich ist die Bestimmung des Energie-Inputs, der auf ein Gebäude trifft, gegenwärtig nicht möglich. Hausintern abgegebene Wärmemengen aus Heizung, Kochenergie, Lichtenergie und Abwärme der Menschen, kann man mit genügender Genauigkeit bestimmen. Hier sei erwähnt, dass es möglich wäre, die Entwärmung eines Gebäudes durch Wind und Regen zu bestimmen, jedoch wurde dies bis jetzt noch nicht durchgeführt. Die Energiebilanz einer Aussenwand infolge Temperaturdifferenzen von Innen- und Aussenluft, unter Einbezug der Strahlung, liesse sich nur mit Kapazitätsmessern bestimmen. Kapazitäten misst man indem man die Wärme wiegt und nicht einfach mit einem Wärmeflussmesser oder einem Thermometer misst. Dass dem so ist, beweist einem jeder Thermo-Physiker. Allerdings gibt es nur etwa zehn Personen auf dieser Welt, die das können, und um die zu fragen muss man sehr viel Mut aufbringen, denn man muss damit rechnen, dass einem die eigene Beschreibung der Welt zusammenstürzen kann.

Aufgrund dieser oben erwähnten Parameter ist ersichtlich, dass man heute

immer noch nicht weiss, *wo und wann wieviel* Energie für was verloren geht. Die Nachweise für Energieverluste mit der k-Wert-Theorie zu erbringen, ist bei vergleichenden Berechnungen für Alt- und Neubauten zum Scheitern verurteilt und eine wissenschaftliche Utopie.

Sofern die notwendigen Einsichten bei Wissenschaftlern und Politikern vorhanden wären, würde man die Angelegenheit kurz durchbesprechen, der Normenkommission zwei Monate Einhalt gebieten, innert einem halben Jahr wirklichkeitsnahe Energieverbrauchs-Analysen erstellen und hinterher die gesamten Wärmedämmvorschriften in eine Energieverbrauchsvorschrift abändern, die auf zwei A4-Seiten Platz hätte.

Was müsste denn auf diesen zwei Seiten angegeben sein:

1. Der Titel
2. Dass Neubauten und Umbauten (Renovationen) in Zukunft nur noch einen spezifischen Energieverbrauch von $0,3 \text{ Watt/ m}^3$ Kelvin oder noch weniger als Nutzenergieverbrauch aufweisen dürfen. (Soviel Wärmeenergie verlieren alte Gebäude, ohne Wärmedämmungen, aber mit dicken Aussenwänden aus Backstein von über 40 cm Dicke.)
3. Zuschläge: Meereshöhenzuschlag, Windgeschwindigkeitszuschlag, Regenmengenzuschlag, Beschattungszuschlag, Topografiezuschlag, Situationszuschlag usw.
4. Abzüge: Strahlungsabzüge infolge ausreichender Sonnenbestrahlung, evtl. andere usw.

Diese Zuschläge und Abzüge sind durch die heute vorliegenden meteorologischen Basiswerte ohne weiteres fixierbar. Und dann wäre eben noch etwas sehr Schlimmes möglich, nämlich dass man einen Verantwortlichen hätte, das wäre entweder der planende Architekt oder

der Heizungsbauer. Es ist doch jedem Hauseigentümer total egal, was für einen Energiebedarf oder Energieverlust sein Haus hat, vielmehr interessiert ihn der Verbrauch. Beim Auto weiss schliesslich jeder Kindergartenschüler, wieviel Energie (Benzin) ein Auto auf 100 km braucht, nur bei unseren Gebäuden wissen wir es nicht. Und nun sind wir wieder beim Ausgangspunkt dieses Artikels, der darauf hinweisen soll, dass der ganze Energiesparrummel und die k-Wert-Gläubigkeit eine konzertierte Aktion ist, um mehr Energie zu verbrauchen. Anders kann der Verfasser dieser Zeilen seine Beobachtungen nicht deuten, denn sonst würden sich eben die anderen auch anders verhalten und der Wahrheit, insofern sie existiert, im Energiebereich auf den Grund und an die Wurzel der Fehlerquelle gehen.

Im «Einfamilienhaus» Heft 3/80 wurden vom Bauratgeber die Bau(ern)-Regeln zur Verminderung des Heizenergieverbrauchs publiziert. Baufachleute, Konsumenten und Aussenseiter mögen vorerst diese Regeln befolgen bis gesicherte, wissenschaftliche Unterlagen vorliegen.

Herzliche Grüsse
Ihr Bauratgeber
Paul Bossert

Leser, die Fragen an unseren Bauratgeber stellen möchten, können sich direkt an den Etzel-Verlag AG «Bauratgeber» Weinbergstrasse 5a 6301 Zug wenden.

EFH 2/1982

Vermutlich hat man das Haus mit Fenstern nur erfunden, um das kurz zuvor entdeckte Feuer nicht ausgehen zu lassen, und irgendwann kam vermutlich jemand auf den Gedanken, ein Loch in das Dach zu machen, damit der Rauch abziehen konnte. Dies war ein grosses Geheimnis dieses Erfinders und da er nicht wollte, dass man dies entdeckte und eventuell nachahmte, entschloss er sich, das Zugangsloch zu seinem Haus zu verschliessen. Der Mensch, der diesen Abschluss erfand, hiess Heinrich Türe. Später wurde dieser Abschluss nach ihm benannt. Nun ergab sich aber, dass das Feuer infolge mangelnder Sauerstoffzufuhr erstickte. Flugs ging er hin und schlug ein Loch in die Wand und der Fehler war behoben.

Nun gab es aber immer Neugierige, die sich durch die Löcher Einblick in die Privatsphäre des Nachbarn erlaubten. Also entschloss man sich, die Löcher wieder zu schliessen. Ein Herr Glas aus Ägypten erfand dann das später nach ihm benannte Material, mit dem man ein Loch verschliessen kann, durch das man von innen hinaussehen kann, aber durch das man von aussen infolge Gegenspiegelung schlecht hereinsieht. Gleichzeitig bildete dieses Material einen Wärmeschutz für den mittlerweile sehr kälteempfindlich gewordenen Menschen. Da der Lochverschluss aus Glas beweglich angebracht wurde, war es möglich, die Sauerstoffzufuhr des Feuers zu regeln. Bei starkem Wind wurde der durch den Herrn Fenster erfundene Abschluss einfach geschlossen. Das Material Glas war jedoch auch gut gegen stürmisch auftreffendes Regenwasser, den sogenannten Schlagregen. Das von den Herren Glas und Fenster erfundene Ding war somit ein äusserst brauchbares Mittel gegen Wind, Regen und Wärmeverlust und wurde durch Erfahrung und Beobachtung im Laufe der Jahrhunderte so perfektioniert, dass man etwa seit der Jahrhundert-

wende das Loch in der Hauswand – sprich Fenster – bautechnisch im Griff hatte. Sogar gegen übermässige Sonneneinstrahlung wurde eine entsprechende Vorrichtung erfunden.

Es sollte noch besser werden

Und dann kam der Schirmflicker-Knick. Das war die Zeit, in der sich Personen – anstatt ihren natürlichen Neigungen und Talenten nachzugehen – entschlossen, das Bauplanungshandwerk zu erlernen. Diese Superklugen gingen an die Arbeit und entwickelten, bar jeden logischen Denkens, das grösste Ding, das es je gab auf dieser Welt. Sie erfanden den Super-Lochverschluss.

Die Eigenschaften dieser super-multivalenten Lochfüllungen lassen sich etwa wie folgt umschreiben: Es windet und regnet nicht herein. Die Wärme geht nicht hinaus. Der Mensch kann hinaus und nur herein wenn der, der drinnen ist, es will. Man sieht hinaus aber nicht hinein. Die Luft kann hinaus und herein. Die Sonne kommt herein aber nicht mehr hinaus. Ein Dieb kann nur herein, wenn er das Ganze zerstört. Wichtigstes Merkmal: die Grösse dieser Lochfüllungen ist anscheinend unbegrenzt und sie bestehen aus Glas.

Ein paar glasklare Tips

Mit Vorteil verwendet man zwei Gläser, da die dazwischenliegende Luftschicht eine gute Wärmedämmung bildet. Luft ist ja bekanntlich der beste und billigste Wärmedämmstoff auf dieser Welt. Beste Resultate hinsichtlich Wärmedämmung erzielt man durch Anbringen eines zweiten Fensters; entweder durch ein innenliegendes oder durch ein aussenliegendes Vor-Fenster. Um aber den Energieverbrauch etwas zu steigern, erfand man die Doppelverglasung. Die darin vorhandene, wärmedämmende Luftschicht wurde zunächst auf ca. 30 mm reduziert. Um den Energieverbrauch aber noch etwas zu erhöhen, rückte

man die Scheiben gar auf 12 mm zusammen, verschweisste sie mit zwischenliegenden Metallstegen und nannte das Ganze, weil es weniger isolierte als eine Doppelverglasung, logischerweise Isolierverglasung. Neuerdings werden die Metallstege auch mit kaugummiartigen Klebstoffen mit den Scheibengläsern verbunden. Über kurz oder lang wird dieser Zwischenraum zwangsläufig belüftet durch den Umstand, dass die äussere, der Witterung stärker ausgesetzte Scheibe infolge extremeren Temperaturveränderungen etwas mehr «arbeitet» als die innere. Dadurch entstehen Bruchstellen im Metallsteg, durch die ein Luftaustausch bestens gewährleistet ist. Der Wärmeverbrauch lässt sich nun nur noch durch eine zusätzliche dritte Scheibe steigern, die bewirkt, dass die Sonneneinstrahlung noch mehr reduziert wird. Neuerdings sind sogar schon Vierfach-Verglasungen auf dem Markt erhältlich. Fälschlicherweise wurden früher die Fensterscheiben so klein wie möglich gemacht, um die durch die Temperaturdifferenzen bedingten Längenänderungen so gering wie möglich zu halten. Seit dem das Wasser aber bergauf fliesst, passt man auch die vorbeschriebenen Erkenntnisse dem neuen Trend an, indem man die Glasfüllungen so gross wie möglich und auf alle Fälle ja nicht unter einem Seitenverhältnis von 2:1 dimensioniert. Da Glas einen verhältnismässig geringen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, verwendete man früher für die Umrahmung ein sich ähnlich verhaltendes Material, nämlich Holz, das längs zur Faser verarbeitet wurde. Es stellte sich aber heraus, dass das falsch war. Heute weiss man eben, dass Baustoffe mit geringer Ausdehnung am besten mit Baustoffen grosser Ausdehnung verarbeitet werden. Die daraus entstehenden Spannungen werden psychisch bestens bewältigt. Die vierfach verwendeten Rahmenseitenlängen von über drei

Meter Länge können nur noch durch Kunststoffprofile gleichen Querschnitts überboten werden. Da Kunststoff generell wetterbeständiger ist als Metall (Aluminium oder einbrennlackiertes Stahlblech), ist diesem Baustoff eine glorreiche Erfolgsquote gesichert.

Falsch war auch, dass man früher ein Fenster von innen auf ein Mauerwerk anschluss, da man unsinnigerweise befürchtete, dass Holz durch Regen feucht werden und Schaden erleiden könnte. Durch die Verwendung der oben beschriebenen, modernen Fensterrahmen ist natürlich das Problem behoben. Holzfenster, die innen angeschlagen sind, weisen dummerweise auch eine viel zu gute Wärmedämmung auf. Wenn sie zudem innen mit dichten Kunstharzlacken und aussen mit einem zweifachen Leinölanstrich versehen sind, halten sie auch viel zu lang.

Und noch etwas: Fenster, die fälschlicherweise in einer tiefen Nische liegen, können kaum durch einen Regenguss erreicht und abgekühlt werden. Auch hier hat man durch möglichst nischenlose Fenster bestens Abhilfe geschaffen, denn nun endlich hat man erreicht, dass die Fensterscheibe, bar jeglichen Schutzes, dem kühlenden Regen und Wind ausgesetzt ist, so dass der Wärmefluss vom Hausinnern nach aussen perfekt funktioniert, vor allem im kalten Winter.

Nebenbei bemerkt: Aus diesem Grund wurde auch der die Fassaden-Beregung verhindernde Dachvorsprung abgeschafft. Steht man heute vor einer Jugendstil-Fassade, wird einem die Naivität der seinerzeitigen Konstrukteure bewusst. Allerdings muss man bedenken und es diesen angeblichen Architekten und Pseudo-Baumeistern zu Gute halten, dass sie mit ihren Kenntnissen das Beste wollten. Sie waren ja noch nicht im Besitze unserer heutigen bauphysikalisch abgesicherten Erkenntnisse. Glaubte man doch noch früher mit Fassadengestaltung auf Wandoberflächen

die Entwärmung durch Wind beeinflussen zu können. Ebenso muss man die kläglichen Versuche belächeln, wie man mittels Einsatz von Gesimsen, Lisenen, Gewänden, Speiern usw. meinte, eine Fassade entwässern zu können, um Erosion und Entwärmung so gering wie möglich zu halten.

Schutzbedürftige Fenster?

Das sinnloseste, was es auf diesen Fassaden je gab, war der Fensterladen. Noch nie hat es auf der Welt ein nutzloseres Ding als den Fensterladen gegeben. Erstens verhindert er, dass die Wärme aus dem Haus gut entweichen kann, wenn man ihn in der Nacht schliesst; zweitens ist er ein guter Wind- und Regenschutz und kann einem Sturm bestens standhalten. Zusätzlich wird auch der Schallschutz geringer, je massiver er konstruiert wird. Ausserdem ist er, obwohl nichts wert, die teuerste Massnahme, um fadenscheinigste Architektur auf einer Fassade zu betreiben. Auch als Einbruchs-Sicherung ist er unbrauchbar, da er mittels eines Streichholzes innert Kürze in Asche verwandelt werden kann. Ebenso ist er für den sommerlichen Wärmeschutz restlos ungeeignet, weil die Sonne das Holz nicht durchdringen kann, um das Manko der winterlichen Auskühlung auszugleichen. Untersuchungen haben gezeigt, dass man mit modernen Konstruktionen wie Lamellenstoren und Metallrolläden wesentlich mehr Energie an die Umwelt abgeben kann als mit konventionellen Holzfensterläden. Der Wärmedämmungsgrad in geschlossenem Zustand beträgt bei modernen Systemen immerhin 5%, wobei er bei Jalousieläden nur auf ca. 25% kommt. Dies ist bei dem heutigen Energieüberfluss einfach nicht mehr zu verantworten. Streifen wir doch kurz die Entstehungsgeschichte moderner Abschlüsse. Nachdem erkannt wurde, dass konventionelle Fensterläden unbrauchbar sind, erfand man den ausstellbaren Holzrolladen. Nachteil: er

hält zu lang und die Sonneneinstrahlung lässt sich gut regeln. Vorteil: es geht ein wenig mehr Energie verloren. Darauf folgten die Lamellenstoren. Vorteil: wesentlich bessere Erwärmung des Hauses, Diebe werden weniger behindert, teurer, hält weniger lang. Da alle übrigen Funktionen (Wind- und Wetterschutz) durch das unmittelbar dahinterliegende Fenster übernommen werden, beschränkt sich die Bedeutung der Lamellenstoren auf Sicht- und Sonnenschutz. Ein aussergewöhnlicher Vorteil besteht darin, dass schon bei leichtem Wind melodische Geräusche entstehen, die dem Hausbewohner einen innigen Bezug zur Aussenwelt, auch während der Nachtzeit, vermitteln. Gleichzeitig entstanden wesentlich bessere Ausführungen von Rolläden aus den Materialien Metall (vornehmlich Aluminium) und Kunststoff. Der Vorteil des Metallrolladens, nämlich grosse Energieabstrahlung, wird beim Kunststoffrolladen durch äusserst kurze Lebensdauer wettgemacht. Holzrolläden halten viel zu lang, meist über 30 Jahre, während Kunststoff, weil eben wetterbeständig, erst nach 10 Jahren brüchig wird. Das Schrägstellen von Rolläden verhinderte seinerzeit übermässige Sonneneinstrahlung durch das Fenster, ohne dass die Räume allzusehr verdunkelt wurden. Heute ist das glücklicherweise nicht mehr erforderlich, denn bei geschlossenen Rolläden schaltet man einfach die Beleuchtung ein. Elektrische Energie ist ja reichlich vorhanden.

Vordächer hatten nebst dem Fassadenschutz auch noch die Eigenschaft, in gewissem Bereich die sommerliche Hitze abzuhalten. Die hinterhältigen Behauptungen, dass man früher vor einem Fassaden-Loch keinen beweglichen Sonnenschutz gebraucht habe, weil man so bauen konnte, dass gar keiner erforderlich war, sind reine Lügengebilde. Wer konnte denn schon vor 80 Jahren einen Sonnenwinkel bestimmen!

Nun werden die geeigneten Leser mittlerweile festgestellt haben, dass diese Zeilen in Wirklichkeit spassig gemeint sind oder bestenfalls als nicht gelungener, übler Scherz zu betrachten sind. Recht haben Sie, lieber Leser und liebe Leserin. In Ihren Werbeprospekten steht nämlich alles richtig drin. ■

*Herzliche Grüsse
Ihr Bauratgeber
Paul Bossert*

Leser, die Fragen an unseren Bauratgeber stellen möchten, können sich direkt an den Etzel-Verlag AG «Bauratgeber» Weinbergstrasse 5a 6301 Zug wenden.

EFH 4/1982

1984

Leser, die Fragen an unseren Bauratgeber stellen möchten, können sich direkt an den
ETZEL-VERLAG AG
«Bauratgeber»
Weinbergstrasse 5a
6301 Zug
wenden.

Auszüge eines Referates vom 7. Mai 1982 und 27. Mai 1983, 11. Mai 1984

an der Eidgen. Techn. Hochschule (ETHZ)
bei Hr. Prof. Jaray, Abt. für Architektur

DAS
EINFAMILIEN - HAUS
Heft Juli / August
Nr. 4, 1982

Gegenwärtig wollen viele Fragesteller vom Bauratgeber wissen, welches die beste Fassadenkonstruktion sei, welches Material richtig und welches falsch sei usw. Generell sei bemerkt, dass man mit jedem Material auf dieser Welt eine Fassade konstruieren kann, wenn man materialgerecht konstruiert. So kann man ohne weiteres Lehmwände bauen, vorausgesetzt, man baut eingeschossig mit grossem Vordach, so dass kein Regenwasser an die Fassade herankommt. Es ist generell nicht so wichtig, woraus ein Material besteht, sondern vielmehr wie es sich gegenüber der Witterung verhält. Unter Witterung verstehen wir hier in unserer geographischen Lage beispielsweise Sonnenstrahlen die eine Aussenwand aufheizen, Regen, der gegen Fassaden klatscht, Frost, der bestimmte Materialstrukturen aufbricht, Wind, der Mauern abkühlt und dergleichen mehr. Somit kommt der Qualität einer Wetterschicht eine grosse Bedeutung zu, vor allen Dingen in unsern Breitengraden wo die Temperaturwechsel extrem gross sind. Es ist relativ einfach in südlichen, feuchten Gegenden oder nördlichen, trockenen Gefilden, Bauten zu konstruieren, im Gegensatz zu den Bedingungen auf der Alpen-nordseite, wo es im Sommer trocken oder feucht und heiss, aber auch kühl, und im Winter trocken und feucht und auch sehr kalt sein kann. Entsprechend diesen extremen Voraussetzungen müssen Wetterschichten bei uns bis zu 100° Temperaturdifferenz aushalten können!

Nun bieten Fabrikationsunternehmen und Handel eine Unzahl verschiedener Materialien und Möglichkeiten an, wobei jeder in Prospekten und Tabellen verspricht seine Lösung sei die einzig wahre. Gehen wir doch einmal daran die bauphysikalischen Eigenschaften von Wetterschichten zu untersuchen und zu erläutern. Ebenso soll die Tauglichkeit dieser Wetterschichten im Zusammenhang mit

der darunter folgenden Fassadenkonstruktion betrachtet werden.

Verputze

Der Kunststoffverputz

Kunststoffverputze werden als Wetterschichten seit ca. 15 bis 20 Jahren eingesetzt. Der Marktanteil beträgt heute ca. 95%. Sie erreichten diesen Siegeszug, weil sie problemlos zu verarbeiten sind und daher auch von Hilfskräften apliziert werden können. Kunststoffverputze besitzen als Bindemittel mehrheitlich dispergierte Kunstharze. Kunstharze gelten in der chemischen Fachsprache als organische Substanzen, man spricht daher von organischen Bindemitteln. Organische Bindemittel weisen den Nachteil auf, dass sie durch Sonne und Regen mittelfristig Schaden nehmen. Nach 10 bis 15 Jahren werden die meisten dieser Verputze unansehnlich und lösen sich an wetterexponierten Stellen ab. Normalerweise ist ein Kunststoffverputz in den ersten 3 bis 5 Jahren ein guter «Regenschutz», danach bilden sich jedoch kleine Haarrisse, (diese können je nach Bindemittelgehalt auch schon nach 14 Tagen eintreten) durch die Regenwasser eindringen kann. Bei andauernder Nässe quellen diese Risse und «verschliessen» quasi die Fassade, sodass die Atmungsfähigkeit der Wandkonstruktion weitgehend unterbunden wird. Das eingedrungene Wasser sammelt sich und kann schlecht an die Aussenluft abdampfen. Durch eingedrungenes Wasser aber, das innert einer nützlichen Zeit nicht abdampfen kann, entstehen oft Frostschäden im darunterliegenden Grundputz.

Hinzu kommt, dass ein Kunststoffverputz in gequollenem Zustand kein Regenwasser binden kann, sodass dieses ungehindert an der Fassade herunterfliesst mit dem Effekt, dass der Fassadenkonstruktion ungeheure Mengen an Wärme entzogen werden.

Auch hinsichtlich der Aufnahme von Strahlungswärme der Sonne ist diese Wetterschicht eher ungünstig, denn sie weist einen relativ hohen Reflexionsgrad auf, so dass ein grosser Teil der einstrahlten Sonnenenergie ungenutzt bleibt. Aus diesen Gründen, insbesondere aber wegen ihrer Eigenschaften gegenüber Witterungseinflüssen gelten Kunststoffverputze im baupraktischen Sinne als *nicht wetterbeständig*. Für Kunststoffverputze bestehen keine SIA-Normen.

Der Kalkverputz

Kalkverputze lassen sich geschichtlich bis 6000 Jahre zurückverfolgen. Dem Kalkstein wird beim Brennen das Karbonat «ausgetrieben». Danach wird er «gelöscht» und «ingesumpft». In diesen Kalkbrei werden nun Zuschlagstoffe gegeben und schon ist der Kalkverputz fertig, der je nach Bedarf mit entsprechenden Pigmenten eingefärbt werden kann. Auf der Fassade nimmt die Verputzschicht aus der Luft die Kohlensäure auf wobei sich daraus wiederum die Verbindung Calcium-Karbonat bildet. Dieser Verputz weist nun im Gegensatz zum Kunststoffverputz ein anorganisches Bindemittel auf, das wesentlich wetterbeständiger ist. Allerdings geriet dieser Verputz aus der Mode, weil er nur von qualifizierten Fachleuten aufgebracht werden kann. Bei einer richtigen Verarbeitung ist es nämlich sehr wichtig, dass die Feuchtigkeit des Untergrundes optimal gehalten wird, das richtig nachgefeuchtet wird oder dass die Wetterbedingungen während der Arbeit laufend zu beobachten sind und eventuell sogar unter luftdurchlässigen Wetterschutzeinrichtungen gearbeitet werden muss. Darüberhinaus ist handwerkliche Geschicklichkeit notwendig damit die Verputzstrukturen gleichmässig verlaufen und keine Verarbeitungsfehler wie Gerüstläufe usw. entstehen. Kalkverputze sind dampfdurchlässig und sollen wassersaugend sein. Es sei hier extra

erwähnt, dass wasserabweisende Mittel sich eher ungünstig auf diese Art Verputz auswirken. Es ist eine spezifische Eigenschaft dieses Verputzes, dass er nach Schlagregen grosse Feuchtigkeitsflächen aufweist, die jedoch nach 24 Stunden verschwunden sind. Anstriche mit Farbe oder sonstigen Wundermitteln sind bei einem Kalkverputz eine Todsünde! Aufgrund seiner Zusammensetzung ist ein Kalkverputz in der Lage grosse Wassermengen zu speichern, das heisst konkret, dass nur in seltenen Fällen bei nachhaltig langer Beregnung ein fließen von Meteorwasser auf der verputzten Oberfläche beobachtet werden kann. Die Strahlungsabweisung von Kalkverputz ist gering, sodass sich eine gute Wärmeaufnahme-fähigkeit ergibt. Der Kalkverputz besitzt eine grosse Porosität die ihm eine gute Frostsicherheit bescheinigt. Im baupraktischen Sinne gilt demnach ein Kalkverputz als wetterbeständig, denn seine Dauerhaftigkeit übersteigt in der Regel 30 Jahre. Für Kalkverputze gelten nach wie vor die EMPA-Verputzrichtlinien sowie die SIA-Norm 242.

Unverputzte Fassaden

Sichtbeton

Sichtbeton hat als Wetterschicht grundsätzlich versagt. Die in den Sichtbeton hineininterpretierten Wünsche haben sich nicht bewahrt. Wohl gibt es verschiedene Objekte wo der Sichtbeton auch noch nach Jahren einigermaßen passabel aussieht, doch wird hiermit nur die Ausnahme der Regel bestätigt. Zu unterscheiden gibt es drei Arten von Sichtbetonkonstruktionen:

1. *Massivbau*, 2. *Sandwichbau*, 3. *Vorhangfassade*.

Sichtbeton als Wetterschicht eignet sich höchstens nur bei der Vorhangfassade, die frei vor einem Objekt «hängt». Selbstverständlich ist sie «anorganisch», wobei sich die dampfbremsende Wirkung nur für die Fälle 1 und 2 negativ auswirkt und

für Fall 3 keine Rolle spielt. In allen Fällen fließt Wasser auf der Oberfläche was einen entsprechenden Energieverlust bewirkt. Die Strahlungsnutzung ist gewährleistet jedoch nicht optimal. Infolge zu hoher Festigkeit entstehen grosse Spannungen in Abhängigkeit der vorhandenen Temperaturwechsel von Sommer zu Winter. Eingelagertes Wasser hat dann die Tendenz Frostschäden zu erzeugen. Dennoch kann der Werkstoff Sichtbeton als in Ausnahmefällen qualifizierte Wetterschicht zur Anwendung gelangen, insbesondere dann, wenn Sichtbeton nicht als Warm-Kalt-Trennung beim Fassadenbau verwendet wird.

Der Sichtbackstein

Hier ist vom landeseigenen Backstein ein Unterschied vorhanden im Vergleich zu dem in nördlichen Gefilden Deutschlands verwendeten Verblendziegel. Diese Verblendziegel waren früher auch bei uns hier in der Schweiz erhältlich. Viele Fassaden dieser Konstruktionsart bestehen heute noch, sind gut erhalten und können in unseren Städten vielfach gesehen werden. Auch Sichtbacksteinfassaden aus Vollstein funktionieren. Der weiche poröse Vollstein eignet sich sehr gut für Wetterschichten. Er wird allerdings für diesen Verwendungszweck heutzutage nicht mehr angeboten und fabriziert. Der in den letzten Normalbackstein hingegen eignet sich schlecht für die Verwendung als Wetterschicht, da er eine zu hohe Festigkeit aufweist und demzufolge die Riss- und Frostanfälligkeit sehr gross ist. Auch wurde beobachtet, dass sich die Löcher mit Wasser füllen und Absprengungen durch Frosteinfluss entstanden. Wohl ist Sichtbackstein anorganisch und in einem unbedeutenden Sinne auch dampfbremsend, was durch die hohe Wassersättigung erreicht wird, die wiederum ein abfließen von Regenwasser ermöglicht (=Energieverlust). Die

Strahlungsaufnahmefähigkeit ist günstig und die Dauerhaftigkeit einer Backsteinfassade liegt bei mehr als 25 Jahren.

Der Kalksandstein

Der Kalksandstein wird als Sicht-Kalksandsteinmauerwerk im Bereich der Schweiz eher selten eingesetzt und ist meistens nur bei Industrie- und Fabrikbauten zu sehen. Er weist etwa die gleichen bauphysikalischen Vor- und Nachteile auf, wie der Sichtbackstein ausser dem Tatbestand, dass er weniger frostempfindlich ist.

Holz

Holz als Wetterschicht bewährt sich vor allen Dingen in Höhenlagen von über 1000 Meter über Meer sehr gut, sei es als Strickwand (Blockwand) oder als Verschalung. Obwohl organisch, ist Holz doch wetterfest allerdings mit dem Nachteil, dass die Sonne das Holz «verbrennt». Dieser ästhetische «Nachteil» ist bei einem Walliserhaus sogar erwünscht. Auch das «Chalet» im Berner Oberländer-Stil, das in ähnlicher Ausführung im Jura und der Westschweiz zu sehen ist, verträgt die Witterung sehr gut. Im baupraktischen Sinne ist demnach Holz als wetterbeständige Fassadenschicht akzeptiert. Holz ist dampfdurchlässig und je nach Art auch dampfbremsend, was sich jedoch nicht nachteilig auswirkt, wenn Holz *nicht* angestrichen oder sonstwie behandelt wird. Die Wasseraufnahmefähigkeit spielt hier eine untergeordnete Rolle, da Holzhäuser und Holzfassaden in der Regel mit grossen, weit überstehenden Dächern als Schutz gegen zu grossen Schlagregen abgedeckt werden. Holzhäuser mit entsprechenden Holzfassaden sind auch selten höher als zwei bis drei Geschosse, sodass auch aus dieser Sicht in bezug auf Regenwasser auf der Fassade nur geringe Beanspruchungen auftreten. Holz ist frostsicher und gilt, wenn richtig konstruiert und verbaut, als dauerhaft für über 25 Jahre.

Asbestzement

Diese Wetterschicht eignet sich nur als Verschalung für hinterlüftete Wandsysteme, sei es als Kleinverschindelung oder in der Anwendung mit Grosstafeln. Nebst der Fragwürdigkeit von Asbest als Zuschlagstoff ist auch die Vorhangfassade generell als System in Frage zu stellen, da die eingestrahelte Sonnenenergie und die dadurch entstehende Thermik im Belüftungshohlraum die dahinterliegende Wandkonstruktion massiv entwärmt. Das Material ist anorganisch. Für den vorgeschriebenen Verwendungszweck ist die Dampfdurchlässigkeit unerheblich.

Dasselbe gilt für das abfließende Regenwasser auf der Oberfläche. Da die Strahlung der eingestrahelten Sonnenenergie nicht weitergeleitet wird sind Strahlungsaufnahme und Strahlungsabweisung nicht von Bedeutung. Bei längerer Einwirkung von Feuchtigkeit vor allen Dingen wenn Wasser auf Asbestzementplatten liegen bleibt, ist dieses Material frostempfindlich. Eine Dauerhaftigkeit von 25 Jahren ist jedoch gewährleistet.

Metall

Architekten von Rang und Namen und was sich dazu zählt bauen heute mit Vorliebe Wetterschichten aus Metall. Sei es aus Aluminium oder aus einbrennlackiertem Stahlblech. Die Wunschträume aus angeblich nichtrostendem Corten-Blech sind verfliegen und die daraus resultierenden Bauschäden nicht reparierbar. Metall eignet sich gut als Wetterschicht in dem Sinne, dass es das Wetter, wenn man nur Regen darunter versteht, sehr gut abhält. Metall ist anorganisch wobei die dampfsperrende Wirkung bei den hinterlüfteten Fassadensystemen unbedeutend ist. Natürlich gilt hier bezüglich Fragwürdigkeit der Hinterlüftung das gleiche wie bei der vorgeschriebenen Konstruktion aus Asbestzement. Hier tritt nun ein zusätzlicher Nachteil auf, nämlich der, dass infolge des abfließen-

den Regenwassers auf der Fassadenoberfläche Unterkühlungen auftreten können, die zu Vereisungen führen, je nach Temperatur. Hinzu kommt, dass Metall einen hohen Reflexionsgrad aufweist, der im Winter die Sonneneinstrahlungsgewinne praktisch verunmöglicht. Vor allen Dingen neigen diese Wetterschichten zu Korrosionsschäden insbesondere dann, wenn sie nicht einwandfrei durchgeplant und sauber konstruiert sind. Dieser Modetrend wird sicherlich 25 Jahre halten aber hoffentlich nicht anhalten.

Glas

Glas wäre nun gerade dieser Baustoff, der im Zusammenhang mit der auf uns zukommenden Energiekrise bedeutendes leisten könnte. Glas als Vorhangfassade liesse die Sonnenstrahlung durch aber nicht mehr hinaus. Als anorganischer Baustoff mit der geringsten Ausdehnungszahl entstehen auch geringe Anschlussprobleme mit andern Baumaterialien wie beispielsweise Holz. Aus dieser Sicht betrachtet sind somit die Eigenschaften dampfsperrend und wasserabfließend nicht nachteilig, da sie durch die enorme Strahlungsdurchlässigkeit mehr als wettgemacht werden. Die konventionellen Glas-Fassadenkonstruktionen bewähren sich sehr gut. Die Dauerhaftigkeit liegt weit über 25 Jahre.

Kunststoff

Kunststoffelemente, seien sie aus Glasfaser-Verstärktem-Kunststoff (GFK) oder aus thermoplastischen Elementen oder Tafeln, haben sich bis jetzt baupraktisch noch nicht bewährt. Aufgrund der schon beim Kunststoffverputz erwähnten «Axiome» ist es auch hier äusserst unwahrscheinlich, dass es über kurz oder lang möglich ist, aus Kunststoffen taugliche Wetterschichten herzustellen. Vermutlich wird es auch hier auf den Einsatz für hinterlüftete Fassadensysteme beschränkt bleiben, die jedoch hinsichtlich ihres thermischen Verhaltens wie

erwähnt eher fragwürdig sind. Es gilt auch hier: organische Bindemittel sind nicht wetterbeständig. Die dampfsperrenden und wasserabfließenden Eigenschaften sind für den vorgesehenen Einsatz nicht von Bedeutung und auch die etwas grössere Reflexionsfähigkeit ist für den Verwendungszweck nur von geringem Nachteil. Die Frostempfindlichkeit ist vor allem beim GFK gross. Die allgemeine Kälteempfindlichkeit des Materials, das sich vor allem durch ein kritisches Sprödbruchverhalten manifestiert, stellt die Tauglichkeit für einen Zeitraum von 25 Jahren in Frage.

Der Farbanstrich

Ein Farbanstrich ist keine Wetterschicht. Ein Maler hat an einer Fassade nichts zu suchen. An einer Fassade arbeitet nur *ein* Fachmann und das ist der qualifizierte *Verputzmaurer*. Wahrscheinlich weil dem so ist, wobei sämtliche Einschränkungen zu dieser Aussage überflüssig und erst noch unzulässig sind, werden praktisch sämtliche Häuser die nicht aus Blech sind mit Farbe angestrichen. Offensichtlich ist es Planern und Handwerkern ein Anliegen möglichst vielen Bau- und Energieschäden Vorschub zu leisten. Farbe besitzt organische Bindemittel die nicht wetterbeständig sind. Auch die vielgepriesene Mineralfarbe weist immerhin noch einen Kunstharz-Bindemittelgehalt von über 50% auf. Farben und ihre erforderlichen Voranstriche verkleben eine Wetterschicht. Sie sind also nur beschränkt dampfdurchlässig, und das auch nur weil es eine Tatsache ist, dass man im Labor die besten Diffusionszahlen erreichen kann, die mit der Wirklichkeit allerdings wenig gemeinsames haben. Wird ein solcher Anstrich nach ein paar Jahren überstrichen so entsteht eine Dampfsperre, hauptsächlich im gequollenen feuchten Zustand. Auch entstehen in diesen Farbschichten kleine Schwundrisse, durch die das Regenwasser eindringen und hinterher sehr schlecht

abdampfen bzw. verdunsten kann. Natürlich fliesst das Wasser in Strömen die Fassade hinunter und entzieht der darunterliegenden Wandkonstruktion die Wärme in «rauen» Mengen. Je nach Qualität reflektieren diese Anstriche auch das Sonnenlicht, sodass auch sehr wenig Strahlung aufgenommen wird. Glücklicherweise wehrt sich normalerweise ein Verputzuntergrund recht gut gegen solche Schmierereien wobei nach ein paar Jahren der Farbanstrich auf natürliche Art «abgestossen» wird. Dennoch beobachtet man genug Verputzschäden, wo nach zwei- bis dreimaligem Anlauf der Anstrich siegt und der Verputz daran glauben muss.

Farbanstriche sind frostempfindlich und bewirken, dass auch der darunterliegende Verputz Frostschäden erleiden kann. Farbanstriche halten keine 25 Jahre. Alte Mineral-Farbanstriche, die im Markt nicht mehr erhältlich sind, halten ohne weiteres 50 Jahre und mehr. Der aufmerksame Leser wird nun konstatieren, dass der Farbanstrich auf der Tabelle nicht aufgeführt ist. Der einzige Schluss der heisst: *Farbanstriche sind keine Wetterschichten*.

Zusammenfassung

Stellt man nun sämtliche Eigenschaften der verschiedenen Wetterschichten zusammen, so dringt die Erkenntnis durch, dass unsere Vorfahren gar nicht so dumm waren und traditionsgemäss seit Jahrhunderten immer das Richtige gebaut haben. Üblicherweise war dies eine gemauerte Aussenwand, die konventionell verputzt wurde. In der heutigen Zeit wäre dies ein Backsteinmauerwerk von 39 oder 50 cm Stärke das mit einem EMPA-Verputz versehen ist. Ganzheitlich betrachtet ist diese Wandkonstruktion auch die günstigste welche auch am wenigsten Zusatzenergie benötigt, da sie mit ihrer Masse und Wärmespeicherfähigkeit am meisten Umweltenergie und Strahlungsenergie aufnehmen kann. Wie schon mehrfach in dieser Zeitschrift erwähnt benötigen Häuser, die solcherart konstruiert sind, am wenigsten Raumwärmeenergie. Aus verständlichen Gründen sind jedoch heutzutage hierzulande diese Konstruktionen gesetzlich verboten, weil sie den geforderten k-Wert nicht erreichen.

Paul Bossert

W E T T E R S C H I C H T E N bauphysikalische Eigenschaften

| | organisch | anorganisch | dampfdurchlässig | dampfbremsend | dampfsperrend | wassersaugend | wasserabfließend | strahlungsdurchlässig | strahlungsaufnehmend | strahlungsabweisend | korrosiv | frostlicher | frostempfindlich | dauerhaft, 25 Jahre |
|-------------------|-----------|-------------|------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------|-------------|------------------|---------------------|
| Kunststoffverputz | • | | | • | | | • | | • | | | | • | |
| Kalkverputz | | • | • | | | • | | | • | | | • | | • |
| Sichtbeton | | • | • | | | • | | | • | | | | • | • |
| Sichtbackstein | | • | • | | | • | | | • | | | | • | • |
| Kalksandstein | | • | • | | | • | | | • | | | | • | • |
| Naturstein | | • | • | | | • | | | • | | | | • | • |
| Holz | • | | • | • | | • | • | | • | | | | • | • |
| Asbestzement | | • | | • | | • | | | • | | | | • | • |
| Metall | | • | | | | • | • | | | • | • | | | • |
| Glas | | • | | | | • | • | • | | | | | | • |
| Kunststoff | • | | | | | • | • | | • | • | | | | • |

Neues über Feuchte und Wärme im Fassadenmauerwerk

EFH 5/1982

Im Zeichen der internationalen Energiebesorgnis der letzten 10 Jahre wurden vom Verfasser folgende Beobachtungen gemacht:

Unter vergleichbaren Bedingungen benötigen gegenwärtig ältere Bauten, die um die Jahrhundertwende erstellt wurden, 2 bis 3 mal weniger Raumwärmeenergie als solche, die in den letzten 5–10 Jahren nach k-Wert mässigen Gesichtspunkten erstellt wurden.

Obwohl hinsichtlich Baukonstruktion diverse Unterschiede bestehen, (Wärmebrücken, Kühlrippen usw.) lassen sich die erhöhten Energieverbrauchswerte mit herkömmlichen Berechnungen nicht erklären. Sowohl die k-Wert-Theorie, als auch die Theorien über instationäres Wärmeverhalten von Gebäuden sind nicht in der Lage, die bis zu 300%igen Energieverbrauchserhöhungen nur annähernd zu rechtfertigen (1).

Mittels Energie-Verbrauchs-Analysen (EVA) lässt sich heute nur nachweisen, dass keine Korrelation zwischen der Summe von k-Werten eines Gebäudes und seinem Energieverbrauch besteht (2).

Die in diesem Zusammenhang oft ins Feld geführten Lüftungsverluste mit Luftwechselzahlen von 1,0 bis 3,0-fach/h, die solche Energie-Verbrauchszahlen rechtfertigen würden, wurden nicht bestätigt. In Tat und Wahrheit bewegen sich die Luftwechsel zwischen 0,15 bis 0,35-fach/h. Folglich sollte ein Gebäude mit Luftwechselzahlen über 0,5-fach/h dringend saniert werden. (4)

Ebenso lässt sich nachweisen, dass alle übrigen mathematischen Energie-Berechnungsverfahren nicht wissenschaftlich überprüft und experimentell nachgewiesen wurden (3).

Auch sind die Hypothesen über die räumliche Phasenverschiebung mit einer beobachtbaren möglichen Korrelation hinsichtlich des

Energieverbrauchs nur Ansätze für kommende wissenschaftliche Grundlagenforschung (5).

Die den deutschen DIN-Normen zugrundeliegende Luftwechselzahl von 0,8-fach/h ist demzufolge weit übersetzt.

Motiviert durch die vorliegenden Faktoren, die durch die herrschende Lehre der «Bauphysik» nicht erklärbar sind, stellt der Verfasser nun weitere beweisbare Beobachtungen vor, die als Impulse für längst fällige Grundlagenforschungen dienen sollen.

Im Jahre 1953 wurden von schweizerischen Baumaterialproduzenten neun Versuchshäuschen mit verschiedenen Wandkonstruktionen erstellt und von der Eidgenössischen-Material-Prüfungs-Anstalt (EMPA) während 5 Jahren durchgemessen. (siehe Abb.3)

Bei diesen Versuchen wurden quasi «instationäre k-Werte» ermittelt (6).

Bemerkenswert war jedoch eine Erkenntnis, die heute, nach immerhin 25 Jahren, immer noch keinen Eingang in die Lehrmeinung gefunden hat.

Neben äusserst korrekten Temperatur- und Energiemessungen inkl. Wetterstation, usw., wurde auch die Feuchtigkeitsveränderung der verschiedenen Wandkonstruktionen beobachtet.

Diese Feuchtigkeitsveränderung wurde mittels elektrischer Widerstandsmessung aufgezeigt und durch folgende relative Widerstandsänderung kurvenmässig dargestellt (Abb.1).

Bei diesen Kurven fällt auf, dass in den Wintermonaten bei allen Wandkonstruktionen der Widerstand ansteigt und somit eine Austrocknung anzeigt. Hingegen fällt jeweils im darauffolgenden Sommer der elektrische Widerstand, was zwangsweise auf Durchfeuchtung hinweist. Wörtlich wird im EMPA-Bericht festgehalten: «Das gravierendste dieser

Messreihe ist die Tatsache, dass während der Wintermonate infolge des Dampfdruckgefälles alle Mauern austrocknen, trotz des literweisen Wasserverdampfens im Rauminnern.»

Es wurde somit vor 25 Jahren wissenschaftlich experimentell nachgewiesen, dass Aussenwandkonstruktionen konventioneller Bauart im Winter trocken und im Sommer feucht sind.

Demgegenüber besteht immer noch die Lehrmeinung, die in sämtlichen Lehrbüchern zu finden ist, dass die Diffusionsfeuchte in Wandkonstruktionen im Winter nur teilweise an die Aussenluft abgegeben wird und demnach die Restfeuchte im darauffolgenden Sommer austrocknet.

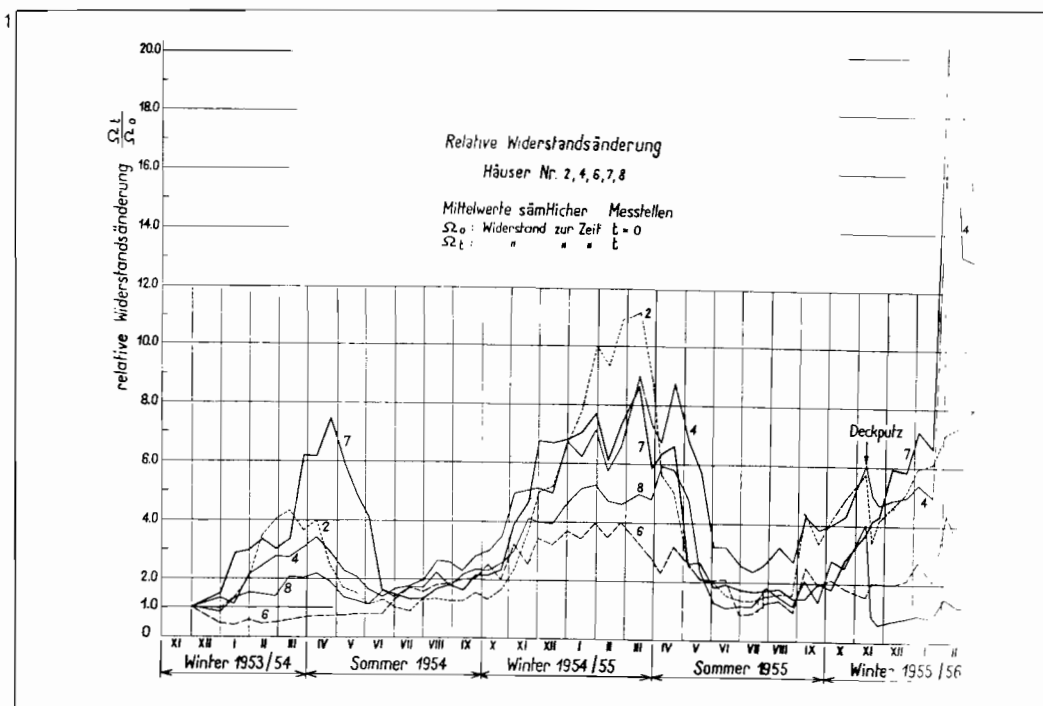
Diese Messreihe zeigt jedoch schlüssig auf, dass die üblichen Diffusionsberechnungen mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmen.

Es sollte von den Wissenschaftlern eine praxisorientierte Diffusions-Berechnungs-Theorie ausgearbeitet werden, denn rechnerisch korrekte Diffusionsberechnungen sind wertlos, wenn sie mit den naturwissenschaftlichen Gegebenheiten nicht übereinstimmen.

Fragliche k-Wert-Theorie

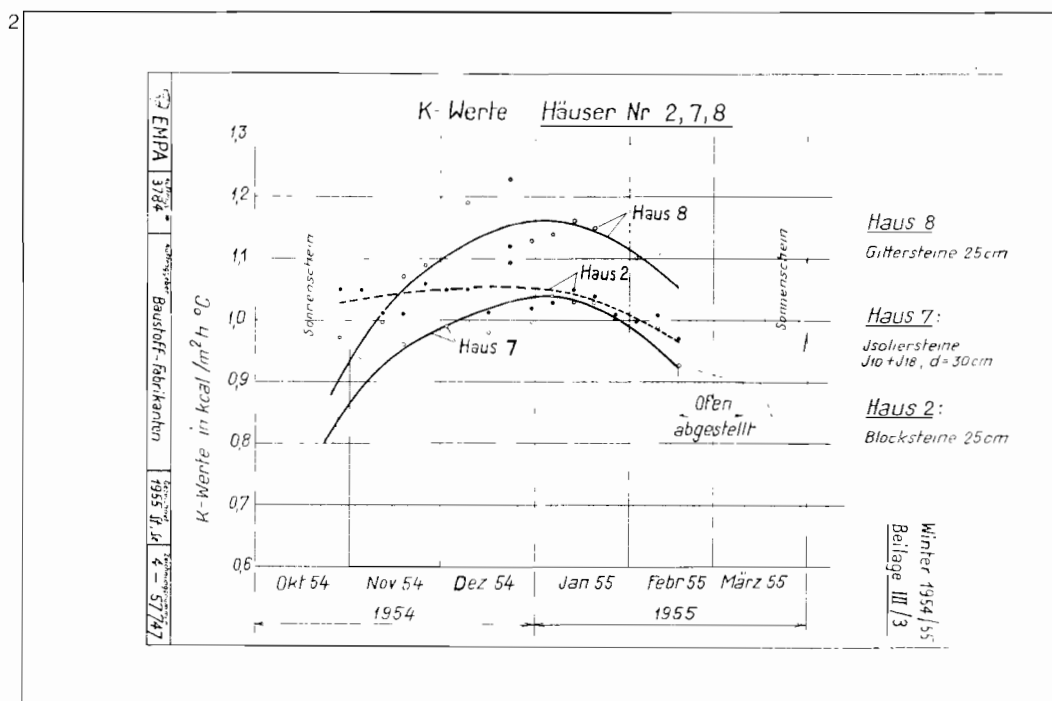
Aus dem gleichen EMPA-Bericht lassen sich noch zwei weitere Erkenntnisse ableiten, die mit den Theorien der gegenwärtigen Bauphysik nicht übereinstimmen: Auf der Abb.2 erkennt man, dass sich k-Werte nicht proportional verhalten. Diese Erkenntnisse wurden letztes Jahr durch die bauphysikalische Abteilung des Fraunhofer-Instituts in Holzkirchen (BRD) im Prinzip bestätigt. (Publikationen hierzu sind jedoch noch nicht erhältlich).

Bei besagter Kurve fällt auf, dass sich ein k-Wert mit Wert im Oktober von 0,8 kcal/m²hK bis in den Winter auf einen Wert von 1,04 kcal/m²hK verschlechtert (Haus 7).



Feuchtigkeit in einer Aussenwand unterstützt das Wärmespeichervermögen derart, dass ein passiver Wärmegewinn von 30% entstehen kann.

- Ziegelmauerwerk kann beispielsweise eine Wassermenge bis zu 40 Vol. % aufnehmen.
- Bedenkt man, welche Kapazitätserhöhungen nur 10 Volumenprozent einbringen, so ist dies als Zusatz bei einer instationären Berechnung im Tagesgang erheblich.
- Aus der «k-Wert-Kurve», sowie aus der «relativen Widerstandsänderungskurve» lässt sich wissenschaftlich korrekt nachweisen, dass die Feuchtigkeit



Literaturverzeichnis

- 1 Energieverbrauchsanalysen von Hochbauten (Bossert/Nagel Januar 1980)
- 2 Energieverbrauchsanalyse (2) «db» Deutsche Bauzeitung, Heft 11, 1981
- 3 Einfluss der Wärmespeicherefähigkeit auf den Energieverbrauch ganzer Gebäude Weinspach/Gonnemann/Steff, UNI Dortmund 1981
- 4 Luftwechsellmessungen in nichtklimatisierten Gebäuden, Eidgenössische-Material-Prüfungs-Anstalt (EMPA) – Bericht Nr. 34 020, 1977 Nr. 36 630, 1980
- 5 Instationärer Wärmedurchgang durch Baumaterialien Nagel/Bossert, Januar 1980
- 6 Wärmetechnische Untersuchungen an Versuchshäuschen mit verschiedenen Wandkonstruktionen EMPA-Bericht Nr. 3784, 1953–1958

Unter Einbezug der vorgängigen Erkenntnisse der Austrocknung verschlechtert sich ein Wärmedämmwert um 30%.

Andererseits ist ersichtlich, dass der k-Wert im noch feuchten Zustand anfangs Oktober am geringsten ist.

Dies ist offensichtlich ein eminenter Widerspruch zur herrschenden Lehrmeinung.

Berücksichtigt man zusätzlich die Tatsache, dass Feuchtigkeitserhöhungen in Mauerwerkskonstruktionen die Wärmeleitfähigkeit höchstens um 5 bis 6% verschlechtern können (max. 10%), so ist die aufgezeigte Abweichung mit den gegenwärtigen konventionellen Berech-

nungsmethoden der Bauphysik nicht erklärbar.

Da es sich hier bei diesen Messungen um «instationäre» Messergebnisse handelt, ist es daher wichtig zu wissen, dass die in (Abb 3) beschriebene Literaturrecherche global zum Schluss kommt, dass bis heute instationäre Berechnungen nicht experimentell überprüft wurden.

Auch die heutzutage gesetzlich vorgeschriebene k-Wert-Theorie ist nachgewiesenermassen nicht überprüft und somit fraglich.

Auffallend ist, dass bei keiner dieser «Berechnungsmethoden» die Wärmespeicherefähigkeit und die Speicherfä-

higkeit der Feuchte in die Berechnungen einbezogen wurden.

Bei instationären Berechnungen fallen diese Werte bei der ganzjährigen Betrachtungsweise angeblich heraus, und bei der k-Wert-Methode wird der «Kapazitätsbegriff» dem Interessenten gar nicht erst zugemutet. Was die Feuchte hinsichtlich der Wärmetheorie leisten könnte ist gänzlich unbekannt.

Folgerungen

Unter den vorherbeschriebenen Erkenntnissen lässt die k-Wert-Verschlechterung nur folgenden Schluss zu:

- Eine entsprechende

in einem Fassadenmauerwerk eine positive Wärmewirksamkeit aufweist.

Es ist zu bedauern, dass seinerzeit keine Versuchshäuschen mit Mauerwerkskonstruktionen von 38, 45 und 50 cm aus Ziegelsteinen durchgemessen und geprüft wurden.

Dessen ungeachtet ist folgender Vorgang vorstellbar:

Ein Ziegelmauerwerk von 45 bis 50 cm Stärke ist in der inneren Zone «trocken» und «warm», in der Aussenzone eher «feucht» und «kalt». «Feuchtes und kaltes» Ziegelmauerwerk nimmt auf tiefem Temperaturniveau schon geringe Energiemengen auf. Bei winterlicher

Direktstrahlung wird ebenfalls auf «niedrigerem» Niveau Wärmeenergie absorbiert, so dass die Abstrahlungsverluste, sowie die Konvektionsverluste infolge der geringen Temperaturerhöhung der Wandkonstruktion minimal sind. Gleichwohl wird die Temperatur etwas angeho-

ben, sodass raumseitig weniger zugeheizt werden muss. Feuchte- und Wärmespeicherfähigkeit solcher massiven Aussenwände sind zudem in der Lage, diese «Energiegewinne» soweit wie möglich in die folgende Nacht zu verschieben.

Derartige Versuche und Nachweise gehören zur Grundlagenforschung, die bis heute und jetzt noch nicht durchgeführt wurde. Es ist dringend erforderlich, dies sofort nachzuholen. ■

Paul Bossert
8953 Dietikon

Leser, die Fragen an unseren Bauratgeber stellen möchten, können sich direkt an den Etzel-Verlag AG «Bauratgeber» Weinbergstrasse 5a 6301 Zug wenden.

3

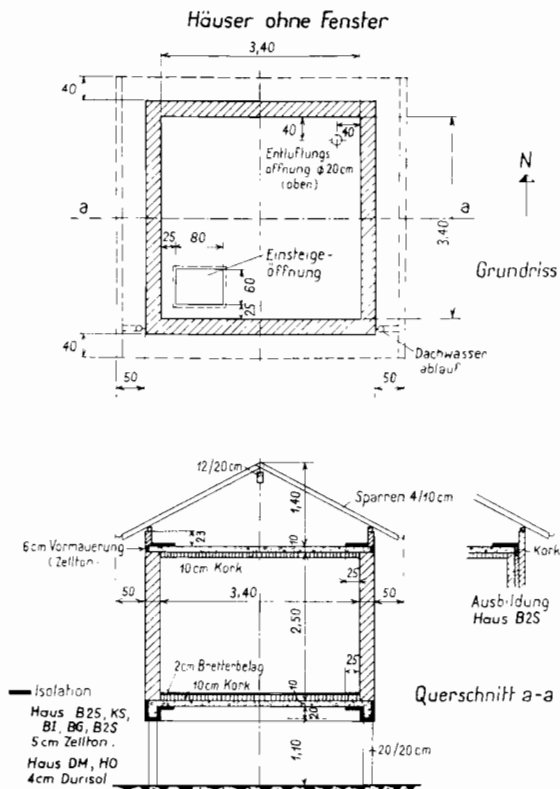


Bild 2 Vertikal- und Horizontalschnitte der Versuchshäuschen

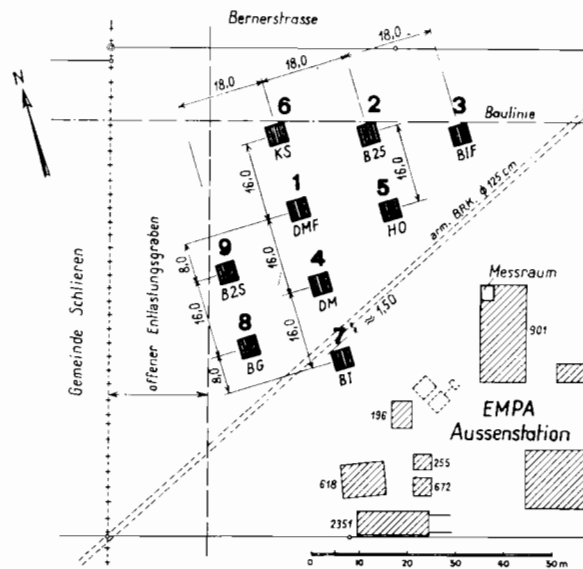


Bild 3. Situation der Versuchshäuschen auf dem EMPA-Areal in Schlieren bei Zürich. DMF Durisol mit Fenster, B25 Backstein-Grossformat, BIF Backstein-Isoliersteine mit Fenster, DM Durisol, HO Holz mit Glasfaserdämmung, KS Kalksandstein mit Sillisolierschicht, BI Backstein-Isoliersteine, BG Backstein-Gittergrossformat, B2S Backstein-Zweischalen mit Sillisolierschicht

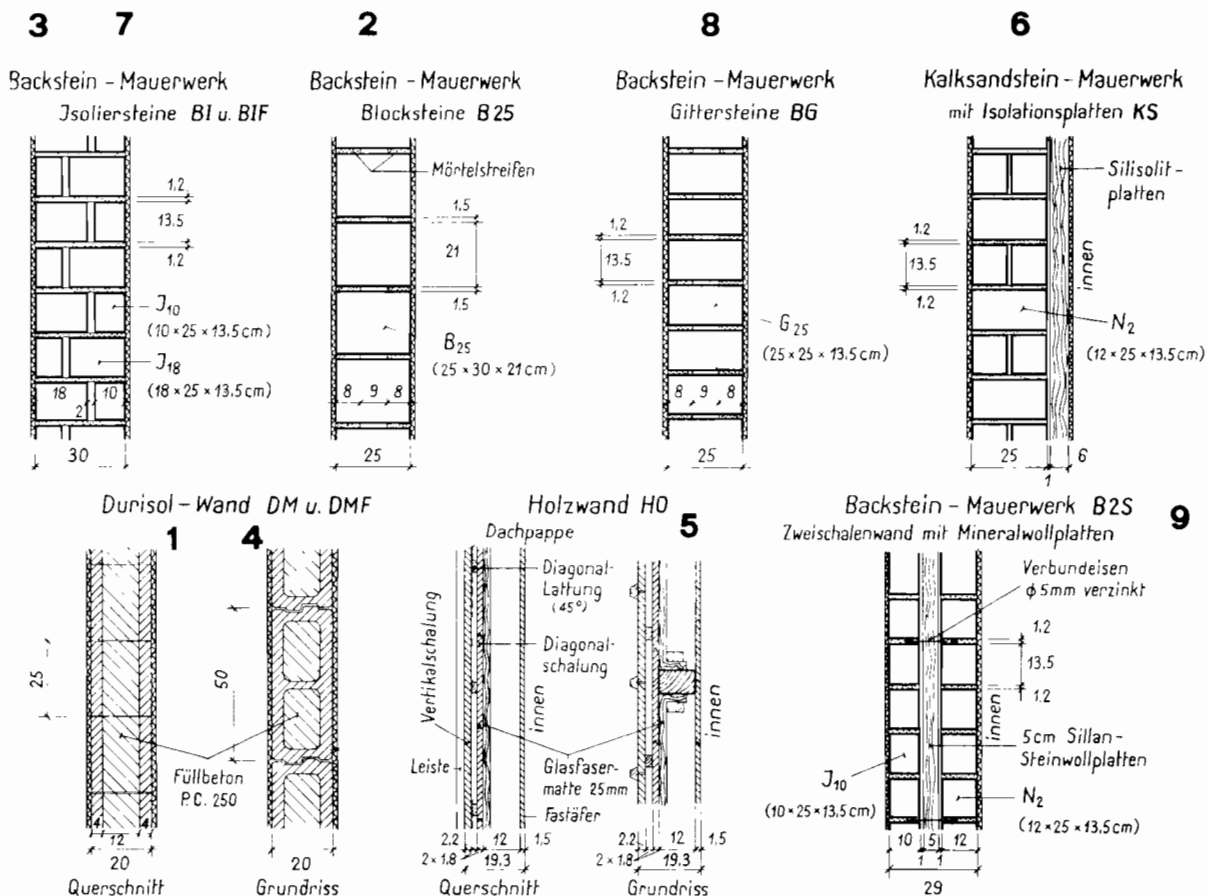


Bild 4. Wandschnitte der neuen Versuchshäuschen

Erfahrungen mit Total-Energie-Anlagen

Unter der Leitung und planerischen Mitwirkung des Verfassers wurden im Verlaufe der letzten 4 Jahre bei drei Objekten TEA (Total-Energie-Anlagen) projektiert und hergestellt.

Die TEA bestehen insbesondere aus:

- Sonnenenergie-Nutzung mit entsprechenden Niedertemperatur-Wärmespeichern
- Energieerzeugungs-Anlage bestehend aus Dieselmotor, Elektro-Generator, Wärmepumpe, sowie Mittel- und Hochtemperatur-Wärmespeicher
- Bodenheizung im Konstruktions-Beton integriert
- Warm-Wasserbereitung mit Solar- und Abwärmenutzung, sowie zusätzlichem Elektroinsatz

Alle Anlagen sind mit Analog- bzw. Microprozessor-Steuerungen versehen.

Die Häuser sind alle optimal wärmegeklämt und weisen einen mittleren spezifischen Energie-Verlust von $0,40 \text{ W} / \text{m}^3\text{K}$ auf.

Ziel war, durch den Einsatz moderner Energienutzungs-Technik und unter Nutzung von Umweltwärme den noch erforderlichen Energiebedarf um das 3fache zu senken.

Nach dem heutigen Stand des Wissens und der Technik weist eine TEA bei einer Verdampfungstemperatur von $+10^\circ\text{C}$ folgende charakteristische Wärmebilanz auf.

Der Brennstoffwärmeinsatz wird wie folgt umgesetzt:

| | |
|--|-------------|
| Die Rauchgas-Abwärme beträgt | 23% |
| Die thermische Motor-Abwärme beträgt | 39% |
| Die mechanische Motor-Nutzleistung beträgt | 38% |
| <i>Total</i> | <u>100%</u> |

| | |
|---|---------------|
| Diese Energieleistung wird wie folgt aufgeteilt: Von der mechanischen Leistung (38%) werden 13% für einen elektrischen Generator verwendet, dessen Stromproduktion beträgt | 10,5% |
| Die restliche mech. Nutzleistung von 25% wird vom Kältekompressor aufgenommen, dessen thermische Leistung beträgt nun | 21,0% |
| Dann kann ein Teil der Generator- und Kompressor-Verlustleistungen über den Verdampfer nutzbar gemacht werden | 5,5% |
| Die Abstrahlungswärme des Motors wird auch über den Verdampfer genutzt | 10,5% |
| Von der Umwelt zugeführte Wärme wird über den Verdampfer geführt | 68,0% |
| Hinzu kommt die Wärme des Kühlwassers | 28,5% |
| Ebenso die nutzbare Abwärme aus den Abgasen | 13,0% |
| <i>Total</i> | <u>157,0%</u> |

Demzufolge beträgt die Leistungsziffer 1,57

Ohne Umweltwärme weist diese Anlage einen Nutzungsgrad auf von 89,0%

Dies scheint doch recht gut zu sein.

Sinkt nun jedoch die Verdampfungstemperatur auf -5°C ab, z.B. infolge ungenügender Menge oder auf niederem Temperaturniveau sich befindliche Umweltwärme, so sinkt der Wirkungsgrad der Heiz- und Stromleistung sofort auf 120,0%

Somit heisst neu die Leistungsziffer nun 1,20

In Wirklichkeit sieht die Energiebilanz jedoch folgendermassen aus:

| | |
|---|-------------|
| Von der theoretischen mechanischen Nutzleistung (38%) entfallen 3% für Verluste der Energieübertragung. Von den restlichen 35% entfallen 13% für den elektrischen Generator, dessen Übertragungsverluste 3% betragen. Somit entfällt für die Stromproduktion noch | 10,0% |
| Die restliche mech. Nutzleistung von 22% wird vom Kältekompressor aufgenommen und bei 5% Verlust in folgende thermische Leistung transformiert | 17,0% |
| Nun können Teile der Generator- und Kompressor-Verlustleistungen über den Verdampfer genutzt werden. Jedoch nicht wie angenommen zu 85%, sondern infolge Energieübertragungsverluste höchstens zu ca. 25%, somit | 3% |
| Ebenso können infolge zusätzlicher Energie-Übertragungsverluste von der Motor-Abstrahlungswärme nur genutzt werden | 9% |
| Infolge niedrigem Kompressorwirkungsgrad und mehrheitlich ungenügend vorhandener Umweltenergie beträgt die zugeführte und nutzbare Umweltwärme noch | 38% |
| Aus der Abwärme des Kühlwassers sind infolge Übertragungsverluste nutzbar | 23% |
| Ebenso aus den Abgasen nur | 10% |
| <i>Total</i> | <u>110%</u> |
| <i>Somit ergibt sich ohne Strom eine Heizleistungsziffer von</i> | <u>1,0</u> |
| <i>Werden die anfallenden Stillstands- und Anfahrverluste von ca. 5% in Abzug gebracht, sinkt die Heizleistung auf</i> | <u>95%</u> |

Als erstes erscheint die Rauchgaswärmenutzung zu gering, da vom möglichen Anteil von 23% nur 10% nutzbar sind. In Tat und Wahrheit sind diese 10% noch zuviel, da eine entsprechend wirksame und taugliche Rauchgaswärmetauschung auf dem Markt noch gar nicht erhältlich ist. Die Erfahrung zeigt, dass handelsübliche Rauchgas-Wärmetauscher nach kurzer Zeit versotten und ausgebaut werden müssen.

Den Glauben an Taupunktunterschreitungen in Rauchgaswärmetauschern kann man vorerst aufgeben.

Wenn man sie jedoch auf höhere Abgastemperaturen dimensioniert, verrussen sie, wobei die Wärmetauscher 14täglich oder monatlich zu reinigen sind. Diese Unterhaltsarbeiten können Bauherrschaften nicht zugemutet werden. Die Kosten sind nicht zu erfassen. Um die Versottung einigermaßen in den Griff zu bekommen, müssen die Abgase zwischen Motor und Rauchgas-Tauscher «gereinigt» werden. Nun sind die auf dem Markt erhältlichen katalytischen Rauchgasreiniger oder entsprechende Rauchgaswäscher jedoch untauglich und nicht brauchbar.

Ausserdem bewirkt die fehlende und nicht funktionierende Rauchgas-Reinigung, bzw. Waschung, dass die vorhandenen austretenden Abgase über alle Massen stinken und die Luft penetrant verpesten. Höhere Abgas-, bzw. Auspuffleitungen lösen das Problem nicht, sondern verlagern es nur um wenige Meter Abstand vom Verursachungsort.

Zuguterletzt sollen noch die Vibrations- und Schallimmissio-

nen erwähnt werden, die entstehen, wenn TEA in Wohngebäuden eingebaut werden. Vor allem sind die Tiefton-Frequenzen nicht in den Griff zu bekommen. Ebenso wirken die direkten Körper- und Luftschallübertragungen sehr störend.

Etwas zu den Steuerungen

Vorausgesetzt wir glauben, dass die hydraulischen Systeme erfassbar seien, so können wir annehmen, dass die nun verwendeten Steuerungseinheiten für die Energieerzeugungsanlage der TEA alleine in der Praxis recht gut funktionieren. Hingegen funktioniert die elektronische Steuerung über die ganze Einheit mangelhaft. Meistens wird zur falschen Zeit Wärme produziert.

Hochwertige Umweltwärme wird nicht oder zu wenig genutzt oder wird an den falschen Ort geleitet. Die passive Sonnenstrahlungs-Energie wird nicht erfasst und somit zuviel Wärme auf Vorrat produziert, welche vom Speicher dann nutzlos abgegeben wird.

Nun drängt sich der Einwand auf, dass auf die Stromproduktionen verzichtet werden soll, um die Kompressor- und damit die Heizleistung zu erhöhen.

Dies ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn genügend Umweltwärme vorhanden ist.

Im Falle vom Umwelt-Wärme-Medium Luft ist der Fall klar, dass bei solchen Leistungseinheiten die entsprechenden Luft-Wasser-Wärmetauscher noch nicht auf dem Markt sind. Ausser es handelt sich um dubiose Angebote, die laufend vereisen und demzufolge entsprechende Energiemengen für den Abtauvorgang aufwenden müssen.

Ist ein Fluss oder See vorhanden, sieht es schon besser aus, doch dürften die hohen Wasserdurchflussgeschwindigkeiten Probleme bieten. Erfahrungen mit Leistungsziffern von über 1,2 sind noch keine vorhanden und technisch sauber überprüft.

Bezieht man die Umweltwärme über Sonnenkollektoren und Speichersysteme, so bestehen folgende Probleme:

Eine eventuelle Hoch-, Mittel- und Niedertemperaturnutzung bei Sonnenkollektoren ist gegenwärtig noch nicht möglich, da die entsprechende Strahlungserfassung mit Steuereinheiten noch nicht entwickelt ist.

Demzufolge entstehen laufend unnötige Übertragungsverluste bei den Speichern, sowie k-Wert-Verluste beim Kollektor. Hinzu kommt, dass der Nutzungsgrad von Sonnenkollektoren nicht überprüfbar ist, da richtig funktionierende Strahlungsmessgeräte zu ungenau und erst noch viel zu teuer sind.

Das in der SMA verwendete Strahlungsmessgerät wurde speziell für die Meteorologen hergestellt und ist für den Normalverbraucher unerschwinglich.

Will es der Zufall, dass nun noch etwas Strahlungswärme in den verschiedenen Speichern vorhanden ist, so entstehen weitere Probleme der Wärmeschichtung. Je nach dem sind bei entsprechenden Grenzschichttemperaturen Wärmeübergänge erst bei einer Temperaturdifferenz ab 10 Kelvin möglich. Dies basiert auf der Tatsache, dass die Thermoeffusion in Flüssigspeichern noch nicht wissenschaftlich erforscht ist.

Die vorbeschriebenen Mängel schaukeln sich potenzierend auf, sodass von der eingestrahlten Wärme beim Kollektor nur noch 30 bis 50% in der Wärmepumpe nutzbar gemacht werden können.

Falls man je soweit kommen würde, die vorher beschriebenen Mängel zu beheben, so drängt sich die Frage nach der erforderlichen Heizleistung auf.

Vorerst sind die spezifischen Energieverluste eines Gebäudes nicht bestimmbar, da gegenwärtig noch keine brauchbare und überprüfbare Berechnungsmethode vorliegt.

Dieser Mangel wird dadurch verursacht, dass noch keine Strahlungs-Energie-Messgeräte vorhanden sind, die in Abhängigkeit der Sonnenstrahlung den Energie-Input eines Gebäudes messen.

Sowohl die unmittelbare Leistung, wie auch die eingestrahlte

Summe können mit heute marktüblichen Geräten nicht erfasst werden. Selbstverständlich wäre die Aussentemperatur nur als Parameter zur Einstrahlung zu verstehen. Im weiteren wären noch die Einflüsse von Wind und Regen zu berücksichtigen. Doch dies sind ferne Wunschträume. Gesetzt der Fall, die vorbeschriebenen Messgeräte wären vorhanden, so kommt als weitere Schwierigkeit, dass wir infolge des Energie-Inputs die instationäre Wirksamkeit dieser Energien nicht berücksichtigen können, weil eben wiederum diese mathematischen Berechnungsmodelle noch nicht vorhanden sind.

Kurz: die Grundlagen für instationäre passive Solar-Energie-Nutzung sind noch nicht vorhanden.

Wäre nun diese Grundlagenforschung erfolgt, so würden nun erneut Schwierigkeiten auftreten.

Dabei hätte man nämlich bemerkt, wie schon lange vermutet, dass k-Wert-Theorien, Aussentemperatur-Steuerungen, Nachtabsenkungen und individuelle Energie-Verbrauchs-Abrechnungen den wirklichen Verhältnissen nicht gerecht werden, und die Konsequenzen daraus gezogen.

Aber die wirkliche Schwierigkeit entsteht erst dann, wenn TEA und Gebäude integriert elektronisch gesteuert werden soll.

Diese komplizierten Microprozessor-Steuerprogramme dürften erst in den 90er Jahren erhältlich sein.

Zusammenfassung

Bei TEA sind folgende Teile maschinentechnisch nicht gelöst:

- Rauchgas-Wärmetauschung
- Rauchgas-Reinigung
- Vibrations- und Schallemissionen
- zu grosse Umwandlungs- und Wirkungsgradverluste
- zu hohe Kosten (keine Fließbandfertigung)
- bei Sonnenkollektoranlagen fehlen genaue Strahlungsmessgeräte und Steuerungseinheiten
- für flüssige Wärmespeichersysteme fehlen Grundlagenforschungen hinsichtlich Thermoeffusion (dissipative Strukturen) und entsprechende Werte für Wärmeübertragung
- für Gebäude fehlen Grundlagenforschungen hinsichtlich instationärer Temperaturvorgänge in Abhängigkeit der Wärme- und Feuchte-Speicherfähigkeit, sowie der passiven Solar-Energie-Nutzung.
- Ebenfalls fehlen die Grundlagen über Feuchtigkeitsdiffusion*

Als Folge der vorerwähnten Grundlagenforschungen wären die Daten über den Wärmeleitungs-Bedarf von Gebäuden zu überarbeiten, damit präzise Heizleistungen berechnet werden können.

Unabhängig davon, ob ein Gebäude mittels TEA oder konventionell beheizt wird, sind strahlungsabhängige Heizungsregelungen zu entwickeln.

TEA mit Diesel- und Otto-Motoren weisen gegenwärtig unlösbare Mängel auf.

Mit TEA beheizte Gebäude erzielen praktisch keine Energieeinsparungen im Vergleich zu mit konventionellen Ölheizungsanlagen beheizte. TEA sind gegenwärtig für normal Sterbliche unerschwinglich.

Der Verfasser dieser Zeilen zählt sich jedoch zu den Optimisten. Da der Energiesektor sich etwas beruhigt hat, hat man nun genug Zeit, die oben dargestellten Mängel zu beheben, sodass in ein paar Jahren der Energieverbrauch mittels TEA wirkungsvoll gesenkt werden kann.

*Paul Bossert
8953 Dietikon*

Leser, die Fragen an unseren Bauratgeber stellen möchten, können sich direkt an den Etzel-Verlag AG «Bauratgeber», Weinbergstrasse 5a, 6301 Zug wenden.



Auch Krähen brauchen Energie

Jede Krähe braucht zum Leben und Überleben Energie, das heisst Nahrung für den innerkörperlichen Antrieb und Umweltwärme (Sonnenenergie), damit sie nicht erfriert. Fehlen Nahrung und Umweltwärme auch nur teilweise, so fällt die Krähe kraftlos vom Himmel und verendet.

Bezogen auf unsere Wirtschaftssituation gelten ähnliche Gesetzmässigkeiten. Die Wirtschaft, vergleichbar dem innerkörperlichen Antrieb eines Lebewesens, braucht Energie, um nicht, um dem Beispiel mit der Krähe zu folgen, kraftlos zu verenden.

Dieser Energiebedarf wird heute hauptsächlich über Wärmekraftmaschinen und Elektrizität gedeckt. Diese Antriebsmaschinen und die Verfügbarkeit von Energie haben uns den sichtbaren wirtschaftlichen Wohlstand ermöglicht.

Nun hat man jedoch nicht beachtet, dass die in ihrer Wirksamkeit längst veralteten Maschinen wie: Dieselmotor – elektrischer Strom, Ottomotor – Automobil – Dampfturbine – Kernkraft – elektrischer Strom usw. im Verhältnis zur Bevölkerungsmenge viel zu viel Energie verbrauchen. Die Wirkungsgrade dieser Maschinen sind sehr schlecht.

Anstatt sich etwas Neues und Besseres einfallen zu lassen, will und wird man nun den Kraft-Energie-Bedarf mit den mehr als hundertjährigen, veralteten Maschinen-Prinzipien, die kaum verbessert wurden, weiterhin sicherstellen.

Parallel zu dieser Entwicklung lässt sich auch eine negative «Evolution» bei unseren Behausungen, der sogenannten «dritten Haut» feststellen. Der Witterungs- und Raumwärmeschutz verschlechterte sich in den letzten 50 Jahren zusehends. Neuerdings wird diese Entwicklung landesweit durch unsinnige k-Wert-Vorschriften, die ausschliesslich nur einen Aspekt eines Gebäudes in den Vordergrund stellen, voran getrieben. Leider werden entspre-

chende Beweise für die Untauglichkeit solcher Massnahmen auch auf Bundesebene negiert und das, weil in unserer Kontrollhierarchie Anweisungen nur von oben nach unten laufen, Rückantworten von unten nach oben jedoch überhaupt nicht mehr durchkommen.

Es ist ja auch wesentlich einfacher, über eine k-Wert-Zahl zu debattieren, als sich endlich einmal mit ganzheitlichen Überlegungen auseinanderzusetzen. Daher wurde und wird das Raumwärmeproblem nun auch mit Kraft-Energie (elektr. Strom) gelöst, das heisst, es werden landesweit auf Energie-Gesetz-Ebene Äpfel mit Birnen verglichen.

Tatsächlich besteht in der Schweiz ein Raumwärmeproblem, ein Kraftenergie-Problem hingegen nicht! Kraft-Energie besitzen wir für die nächsten 50 Jahre in ausreichender Menge; und das Raumwärmeproblem wäre mit richtigem Bauen weitgehend lösbar.

Im Moment versucht man allerdings noch Lösungsmöglichkeiten, mit solchen Mitteln, mit denen man sich in die gegenwärtige Situation überhaupt hineinmanövriert hat. Der Unsinn solchen Vorgehens dürfte jedem ohne viel Überlegen zu müssen, klar werden. Mir scheint, dass die meisten verantwortlichen Regierungsstellen der Schweiz eine konzertierte Aktion der Energieverbrauchssteigerung unter dem Deckmantel von angeblichen Energie-Einsparungsabsichten anstreben. Sollte sich hier keine Wende abzeichnen, so wird sich auch in der Schweiz der Energie-Infarkt mit Sicherheit einstellen.

Paul Bossert

EFH 6/1983

Bericht über eine Studientagung

Unter der straffen Führung von Tagungsleiter Architekt H.R. Preisig, wurde am 20. und 21. September die EMPA/SIA Studientagung *DÄCHER* wiederholt. Die Tagung war wohlorganisiert und fand an der Universität Zürich-Irchel statt. Wie die erste Tagung vom März dieses Jahres, war auch die Wiederholung sehr gut besucht. Rund 330 Fachleute aus der ganzen Schweiz fanden es offenbar notwendig, sich über Dächer weiterbilden zu lassen. Die Anwesenden repräsentierten alle Schichten, die in irgendeiner Weise etwas mit Bauen zu tun haben: Forscher, Wissenschaftler, Handwerker, Architekten, Ingenieure, Juristen, Behörden, Versicherungen und dergleichen mehr.

U. Meier (EMPA Dübendorf) fand sinnig-ironische Worte als Einleitung zur Tagung. Er wünschte sich, dass die Tagung einen derartigen Eindruck hinterlasse, das die Bauschadenabteilung der EMPA in Zukunft arbeitslos würde. Wie sich im nachfolgenden zeigen wird, wird leider das Gegenteil der Fall sein, nach dem Motto: Richtig wär's umgekehrt wie präsentiert.

Grundlagen

R. Sagelsdorff (EMPA Dübendorf), wies auf die zunehmende Bedeutung der Bauphysik hin und vertrat die Meinung, dass das Ausbildungsziel der verschiedenen Lehrgänge neu überdacht werden muss. Er berichtete, dass in der DDR ein Vielfaches an physikalischer Ausbildung in den Fachbereichen Architektur und Bauingenieurwesen vermittelt würde, als es hierzulande, insbesondere an der ETH der Fall wäre. Nach meiner Auffassung hätte er ohne weiteres sagen können, dass, überspitzt formuliert,

keiner der Absolventen die ETH in den letzten 50 Jahren mit dem notwendigen Bauwissen verlassen hat. (Formal-architektonisch ist dagegen diese Schule ausgezeichnet!).

Sagelsdorff ordnete die Begriffe Wärme, Feuchte, Luft, Akustik, Brand und Tageslicht dem Oberbegriff der Bauphysik zu, wobei er offensichtlich die Begriffe Baustatik und Festigkeit aus Pietätsgründen wegliess. Ausserdem vertrat er die richtige Meinung, dass Architekten und Bauingenieure als zusammenarbeitendes Team die noch offenen Fragen der Bauphysik, der Wärmedämm- und Energietechnik usw. gemeinsam lösen, und hochspezialisierte Bau- und andere Physiker nur für wirkliche Spezialfragen zugezogen werden sollten. Er betonte, dass bei der Gebäudehülle eine gute Wärmedämmung und im Gebäude ein hohes Wärmespeichervermögen vorhanden sein soll. Es ist zu hoffen, dass sich in nächster Zeit auch bei der EMPA die Erkenntnis durchsetzt, dass die Wärmespeicherfähigkeit der Gebäudehülle ebenfalls massgebend ist für den Energieverbrauch. Darauf angesprochen, ob k-Wert-Berechnungen Architekten nicht überfordern würden, meinte Sagelsdorff mit Recht, dass einem Architekten der Berufstitel «Architekt» abzuspochen sei, wenn er nicht instande wäre, derartige Berechnungen auszuführen. Nachdrücklich wies er darauf hin, dass k-Werte und k-Wert-Berechnungen nur ein kleiner Teil der zu beachtenden Elemente seien, die Energie, Behaglichkeit, Wohnhygiene usw. sicherstellen würden. Möglichkeiten zur Überprüfung von k-Werten mit k-Wert-Messgeräten, die gegenwärtig auf dem Markt angepriesen werden, betrachtete Sagelsdorff mit Skepsis. Die Hin-

weise zur Zusammenarbeit auf planerischer Seite stellten brauchbare Organigramme hinsichtlich Verantwortung und Honorierung der beteiligten Dienstleistungsanbieter dar.

M. Hajek (EMPA Dübendorf), referierte über die Flachdach-Dichtungsmaterialien, die aus Bitumen, Polymerbitumen und Kunststoff bestehen. Die Information über Chemie und Fabrikation der angebotenen Flachdachdichtungs-Bahnen waren sehr informativ und neutral gehalten.

Dr. K. Keppeler (Bundesamt für Energiewirtschaft, BEW, Bern), schloss sich in gut eidgenössischer Art seinen Vorrednern an und unterstrich den gewaltigen Nutzen von Wärmedämmvorschriften, die nach Ausgestaltung der SIA 180/I 1980, und der Musterverordnung des EVED vom Mai 1980 die nun kommenden kantonalen Energiegesetze befruchten sollen. Er informierte über eine Studie der Universität Genf, die gezeigt hat, dass der grösste Teil der nach dem Impulsprogramm (Waldemar Jucker/Konrad Basler) durchgeführten Energie (sprich k-Wert-) Berechnungen falsch waren, und dass wiederum erhebliche Fehler bei den Kontrolleuren dieser «Energieberechnungen» festgestellt wurden. Herr Keppeler hat leider noch nicht zur Kenntnis genommen, dass zwischen k-Werten eines Gebäudes, bzw. Berechnung derselben, und dem Energieverbrauch desselben Gebäudes keine Korrelation besteht.

H. Bangerter (Ingenieurbüro Weder + Bangerter AG, Zürich) informierte über spezielle Flachdach-Konstruktionen, sowie über den Stand der SIA-Empfehlung E 271, die irgendwann einmal Norm werden soll. Erfreulich war es zu hören, dass sich das Normengremium dazu durchgerungen hat, ein

Gefälle auf dem Flachdach von 2 bis 5% vorzusehen. Mich bewegt dabei vor allen Dingen die Tatsache, dass 2% baupraktisch kaum machbar sind und 5% sicherlich zuviel sind. Warum nicht im Minimum 3% Gefälle vorschreiben?

Bangerter stellte die wettermässigen Anforderungen an ein Flachdach ins rechte Licht, wobei er vielleicht die Problematik und Kompliziertheit des Flachdaches etwas überbetonte.

Die Überbewertung der bauphysikalischen Feuchtigkeitselemente wurden zum fast unlösbaren Problem gemacht, das offensichtlich nur mit Hilfe des kürzlich von ihm erschienenen Buches zu lösen ist. Bangerter selbst wusste nicht, dass seine Berechnungen nur auf rein theoretischen Annahmen basieren, die in der Wissenschaft noch nie experimentell überprüft wurden. Ob sich Wasserdampf-Diffusionen so abspielen wie sie dargestellt wurden, ist unbewiesen, somit sind diese Berechnungen mit grosser Vorsicht zu geniessen. Der Leser muss wissen, dass die bis heute geltenden Diffusionsberechnungen aufgrund wissenschaftlicher Analogien und logischer Betrachtungen eindeutig falsch sind. Behörden, die k-Wert und Dampfdiffusionsberechnungen als Bestandteile von Baubewilligungen verlangen, befinden sich deshalb nach wie vor «auf dem falschen Dampfer».

Die wirklichen Probleme nicht angesprochen

R. Brändle, (Asphalt-Emulsion AG Dietikon), pries vor allen Dingen die Vorteile bituminöser Flachdachbeläge und bituminöser Anschlüsse. Erwähnenswert ist, dass der Referent, wenn auch ver-schlüsselt, in seinem Vortrag darauf hinwies, dass bei

einem Materialwechsel zwischen Anschlussblech und Dichtungsbahn Schäden infolge fehlender Haftung entstehen können. Auch verwies er auf die WISDA-Dokumentation, die für Fr. 42.– bestellt werden könne, worin sämtliche Bedachungs- und Abdichtungssysteme beschrieben sind. Leider lässt die fachliche Qualität dieser Dokumentation, vor allem was die bauphysikalische Seite betrifft, sehr zu wünschen übrig. Für den Fachmann ist sie nahezu wertlos.

Die Ausführungen über PVC-Folien im Flachdachbau von H.R. Unold (Sarna Kunststoff AG, Sarnen), waren leider insofern unvollständig, da weder ihre Wetterbeständigkeit noch ihre Resistenz gegenüber verschiedenen Pflanzenwurzeln ausdiskutiert wurde.

J. Tenucci (Verbia AG, Olten) erwähnte vor allem die vielen Vorzüge des plastifizierten Genial-Universableches. Auch hier wurden die möglichen Korrosionsprobleme sorgsam ausgeklammert. Auf Schwierigkeiten, wie sie beim Zusammenkleben von Dachfolien und Bitumenbahnen auftreten können, wurde leider nicht eingegangen.

L. Jochmann (Dow Chemical, Horgen) überraschte mit einem neuen Umkehrdachprinzip, dem «Duo-Dach». Nicht, dass das alte Prinzip etwa falsch wäre. Das neue ist nur besser, oder? Die Behauptung des Referenten, dass bei Wärmedämmplatten aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS-Schaum) in Ausnahmefällen eine Wasseraufnahme von max. 2 Volumen-Prozent vorkommen könne, kann ich leider nicht bestätigen, denn ich habe kürzlich im EPS-Hartschaum eines Flachdaches mit Null-Gefälle einen Wassergehalt von 30 Gewichtsprozent, bzw. über 20 Volumenprozent mit meiner Analysenwaage festgestellt!

Als unrealistisch betrachte ich daher die Aussagen des Referenten, dass dieser Baustoff sogar für Flachdächer mit Null-Gefälle geeignet ist.

B. Trächsel (Spenglermeisterverband Zürich) lieferte den letzten Beweis dafür, dass das Tagungsthema «Dächer», insbesondere das «Flachdach» in diesem Gremium nicht ausgeschöpft wurde. Er hat leider nicht eingesehen, dass die Art von Spenglerarbeit, wie sie heutzutage vom Spenglermeisterverband vorgeschrieben wird, als Abschluss auf einem Flachdach nichts zu suchen hat. In Wirklichkeit bewirken die im SIA Band 60, «Dächer», dargestellten Details potentielle Bauschäden aufgrund essentieller Fehler. Der Referent wurde auf diese Mängel angesprochen, nahm dazu jedoch keine klare Stellung ein.

Dr. Ing. K.W. Liersch (Eternit AG, Berlin) informierte über Strömungsuntersuchungen beim belüfteten Flachdach und Steildach.

Er erwähnte, dass im Winter die Raumabwärme, die durch die Wärmedämmungen des Daches dringt, als «Motor» für den Belüftungsstrom funktioniere. Eine kurze Nachrechnung zeigte aber, dass unter den Rahmenbedingungen, die aufgezeigt wurden, seine Aussage unmöglich stimmen konnte. Ganz einfach liess sich berechnen, dass 6 bis 10 Wattstunden (Wh) nie dazu ausreichen, um einen Belüftungswärmestrom bzw. Auftrieb zu erzeugen, der einen stündlichen Luftstrom von 20 m³ ergibt. Als der Referent meine Erfahrung bestätigte, dass bei gut wärmedämmten Eternit-Dächern Kondensationschäden entstehen können, wurde ich den Verdacht nicht los, dass hier möglicherweise unter dem Deckmantel der Wissenschaft ein Produkt verkauft werden sollte. Die

Frage aus dem Publikum, wo denn bei Walm- und Satteldächern die Lüftungsöffnungen anzubringen seien bewirkte, dass es mir wie Schuppen von den Augen fiel. Hier die Erklärung: Kürzlich untersuchte ich ein 70jähriges Ziegeldach. Sparren, darauf Dachlatten in enger Teilung, dann ein doppelter, sehr dichter Holzschindel-Unterzug, darauf wieder Dachlattung und zuoberst eine Biberschwanz-Doppeldeckung. First- und Gratziegel sind aufgemörtelt. Die Beobachtung bei einer Aussenluftgeschwindigkeit von 3 bis 5 m/s ergab, dass es im Dachraum praktisch windstill war und auch zwischen Ziegel und Schindelunterzug keine Luftbewegung stattfand. Zudem war keine einzige Holzschindel angefault, obwohl der grösste Teil der feucht-warmen Raumluft der darunterliegenden 3 beheizten Geschosse infolge Undichtheiten durch die vorhin beschriebene Dachkonstruktion ins Freie gelangt. Das geschieht auf die Weise, dass die Feuchtigkeit zuerst von den Schindeln aufgenommen wird. Zwischen den Schindeln und den Dachziegeln besteht ein quasi ruhendes Luftpolster, das entweder durch die warme Innenluft von innen oder durch die Sonnenstrahlung von aussen aufgewärmt wird. Dieses aufgewärmte Luftpolster nimmt nun die Feuchte aus den Schindeln auf, und weil die Feuchtigkeit im Winter dahin will, wo es trockener ist, und dies ist die Aussenluft, überträgt sich die Innenfeuchte auf den Biberschwanzziegel. Mittels optimaler Sorptionseigenschaften wird dann die Feuchte durch die Dachziegel hindurch an die Aussenluft transportiert und das auch noch, wenn es regnet.

Die Frage an die Wissenschaft lautet nun: Braucht es bei einer sorptionsfähigen Dachkonstruktion Hinter- oder Belüftungen? Da Eternit diese Eigenschaften nicht, oder in nicht genügendem Masse aufweist, ist es wohl natürlich und richtig, dass belüftet werden muss. Wir müssen uns jedoch fragen, ob wir das übliche, doppelt oder einfach belüftete Unterdach wirklich brauchen oder nicht. So betrachtet war der Beitrag von Herrn Dr. Liersch ganz nützlich.

Dr. J. Ganz, Denkmalpfleger des Kantons Thurgau, behandelte in seinem brillanten Vortrag vor allem kultur- und sprachgeschichtliche Aspekte. Warum, so fragte er, wurde an dieser Tagung so wenig vom Dachvorsprung gesprochen? Diese Frage steht nach wie vor im Raum und ich meine, diesem Thema sollte mit vermehrter Aufmerksamkeit begegnet werden. Seiner Meinung nach wäre es sinnvoller, richtig zu bauen, das heisst Dach und Architektur als eine wichtige, harmonisierende Einheit zu betrachten, anstatt Probleme herumzuschieben und zu verschieben.

Wenn nur 1% der Anwesenden seine Ausführungen über die Einheit von Dach und Architektur eines Hauses verstanden haben, so darf die Tagung als voller Erfolg gewertet werden.

Mein persönlicher Eindruck von dieser Tagung: Sicher ist es sinnvoll, solche Tagungen durchzuführen um objektive Informationen denen zu bieten, die sie suchen und brauchen.

Hier hatte ich jedoch ein wenig das Gefühl, dass es sich im grossen und ganzen um eine Werbeveranstaltung handelte für die man schliesslich auch noch bezahlen musste. Schade!

Paul Bossert, 8953 Dietikon

Isolitis, ein gesamtwirtschaftlicher Flop?

Mit der Investition in Energie-Sanierungs-Massnahmen glaubt man wertvermehrende und energiesparende Effekte zu erzielen. Leider sieht es in Tat und Wahrheit etwas anders aus. Die Bauherren meinen immer noch, dass die werterhaltende Substanz von Hochbauten, genauso wie früher, durch niedere Löhne und teure Materialien sichergestellt wird. Dies trifft heute jedoch nicht mehr zu, weil mindere Materialien durch hohe Löhne «veredelt» werden. Dass dadurch Bausubstanz «kurzlebiger» wird, dürfte klar sein. Das Missverhältnis zwischen Material und Arbeit zeigt sich vor allem bei Gebäudesanierungen.

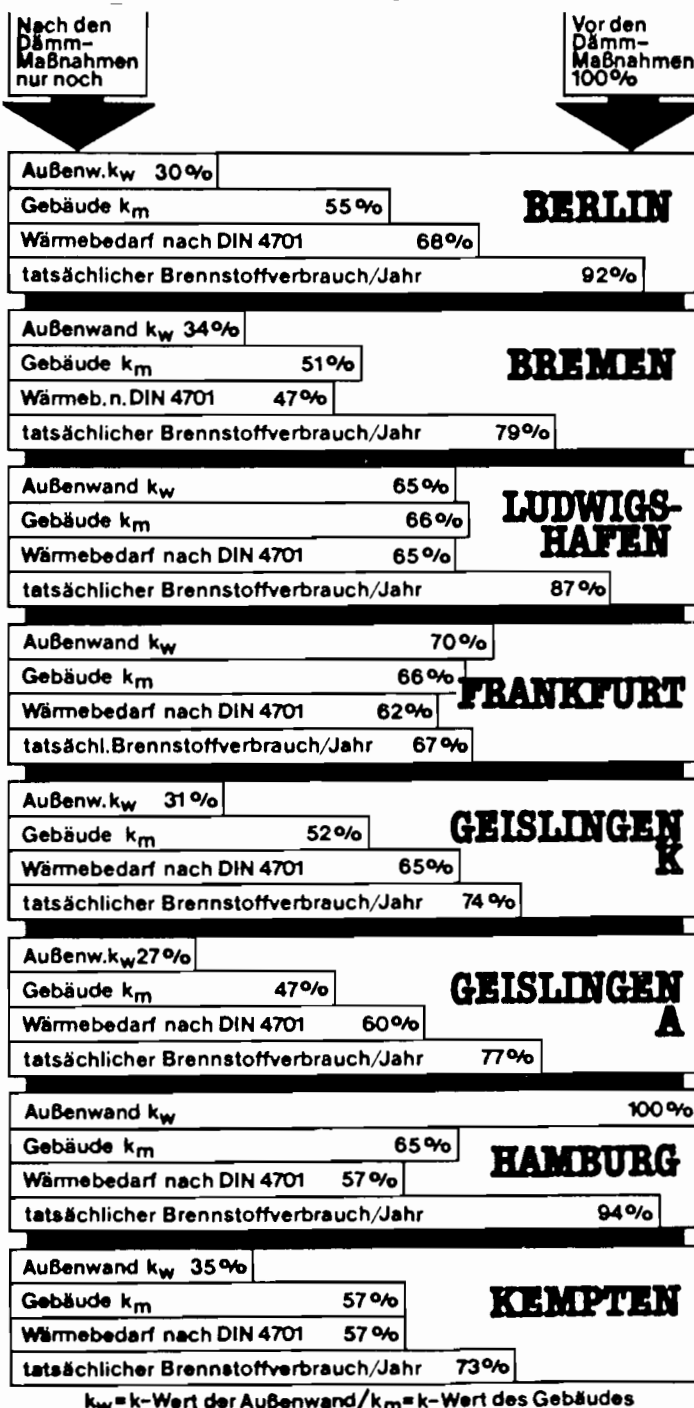
Die meisten der angebotenen Sanierungsmassnahmen halten nur 5 bis 15 Jahre. Der Bauherr aber nimmt an, dass diese Massnahme 50 Jahre hält und 50% der Energie einspart. Die Waschmittelwerbung okkupierte den Bausektor schon vor Jahrzehnten. Baufachleute stellen heute illusionslos fest, dass die wirklichen Ursachen der beobachtbaren Bauschadenmisere und des dauernd zunehmenden Raumwärmeverbrauches auf Konstruktionsfehler zurückzuführen sind.

Fehlinvestition Kunststoff

Organische Bindemittel und Substanzen sind nicht strahlungs- und wetterbeständig. Dessen ungeachtet werden heute Häuser mit kunststoffbindemittel-haltigen Farben «angekleistert». Der Wert von 500 g Farbe pro m^2 beträgt rund 50 Rappen. Der Arbeitsaufwand für Entfernen der alten Farbe, Spachteln, Abdecken und Abkleben sowie Gerüsten liegt etwa bei Fr. 20.-/ m^2 . Mitzurechnen wäre aber noch, dass diese Massnahme alle 10 bis 15 Jahre wiederholt werden muss. Das Wasser fliesst auf dem mit Farbe versehenen Verputz besser ab. Damit entsteht eine grössere Auskühlung der Fassade, weshalb sich der Energieverbrauch oft steigert. Die selben und ähnliche Gesetzmässigkeiten gelten auch für Kunststoff-Verputze, welche mit einem Anteil von 95% marktbeherrschend geworden sind. Die Beständigkeit dieses Materials gegen Sonnenstrahlung ist besser als bei den Anstrichen, doch dauert sie ebenfalls nicht «ewig». Seriöse Kunststoff-Verputz-Produzenten geben die Wettertauglichkeit ihrer Materialien mit 15 Jahren an. Mit Recht kann man sich daher fragen, ob sich Aussenwärmedämmungen unter Verwendung von Kunststoffverputz auf Polystyrol, Glas- oder Steinwolle, in Anbetracht von Investitionskosten von über Fr. 100.-/ m^2 , überhaupt je lohnen werden?

Nach den Dämm-Massnahmen nur noch

Vor den Dämm-Massnahmen 100%



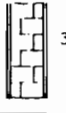

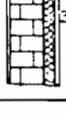



gegen Sonnenstrahlung ist besser als bei den Anstrichen, doch dauert sie ebenfalls nicht «ewig». Seriöse Kunststoff-Verputz-Produzenten geben die Wettertauglichkeit ihrer Materialien mit 15 Jahren an. Mit Recht kann man sich daher fragen, ob sich Aussenwärmedämmungen unter Verwendung von Kunststoffverputz auf Polystyrol, Glas- oder Steinwolle, in Anbetracht von Investitionskosten von über Fr. 100.-/ m^2 , überhaupt je lohnen werden?

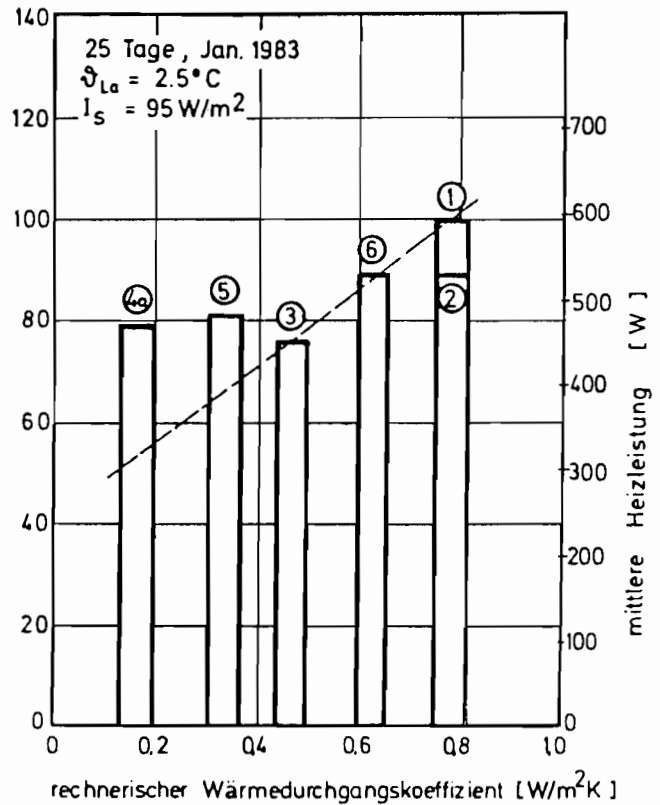
Ergebnisse des Thermo-Wettbewerbes

Lassen sich derartige Anwendungen wenigstens mit Energieeinsparungen rechtfertigen? Leider nein. Die nebenstehende Tabelle zeigt die Resultate des Thermo-Wettbewerbes, der im Auftrag des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau in Bonn schon im Jahr 1974 begonnen wurde. Die Objekte wurden 1976 saniert und 5 Jahre danach analysiert. Obwohl keine korrekte Energie-Verbrauchs-Analyse durchgeführt wurde, sind die Resultate (vgl. Tabelle 1) niederschmetternd.

■ In Berlin wurde die Objekt-Wärmedämmung eines Gebäudes um 45% verbessert. Der Heizenergieverbrauch verminderte sich von 12,8 auf 11,8 l Heizöl pro beheizten Gebäudekubikmeter. Die Sanierung kostete Fr. 55.-/ m^3 und amortisiert sich am Sankt-Nimmerleins-Tag.

■ Ähnliches beim Objekt «Bremen». Dort wurde die Wärmedämmung um 49% verbessert, der Energieverbrauch aber lediglich um 21%, wobei die Ursache

| Raum Nr. | Kurz-bez | Aufbau | λ (W/mK) | g (kg/m ³) | k (W/m ² K) |
|----------|---------------|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① und ② | M 36 M36oF |  2 cm Außenputz 36,5 cm LZ-Mauermörtel (Baustellenmörtel) 1,5 cm Innenputz | 0,87 0,34 0,70 | 800 | 0,78 |
| ③ | M 49 |  2 cm Außenputz 49 cm LZ-Mauerwerk (Leichtmörtel) 1,5 cm Innenputz | 0,87 0,25 0,70 | 700 | 0,46 |
| ④ | ID |  2 cm Außenputz 36,5 cm LZ-Mauerwerk (Leichtmörtel) 6 cm Dämmschicht 1,25 cm Gipskartonplatte | 0,87 0,28 0,04 0,18 | 800 | 0,33 |
| ④a | AD 23 |  23 cm Dämmschicht 24 cm HLZ-Mauerwerk (Normalmörtel) 1,5 cm Innenputz | 0,04 0,60 0,70 | 1400 | 0,16 |
| ⑤ | AD 10 |  10 cm Dämmschicht 24 cm HLZ-Mauerwerk (Normalmörtel) 1,5 cm Innenputz | 0,04 0,60 0,70 | 1400 | 0,32 |
| ⑥ | Z |  11,5 cm Vormauerschale 6 cm Luftschicht 24 cm LZ-Mauerwerk (Leichtmörtel) 1,5 cm Innenputz | 0,70 0,17 0,22 0,70 | 1600 700 | 0,62 |



hauptsächlich durch die Verbesserung der Heizungsanlage erzielt wurde. Der Energieverbrauch verringerte sich von 21 auf 16,6 l Heizöl/m³/Jahr. Kosten: Fr. 124.-/m³.

■ Den eklatantesten Misserfolg brachte das Objekt «Hamburg». Man sanierte ohne Aussenwandeingriff auf 35% herunter, um nur 6% Energie einzusparen, bei Kosten von Fr. 78.-/m³. Der Energieverbrauch reduzierte sich von 24 auf 22 l/m³/Jahr. Insider der Energie-Szene wissen, dass Gebäude der Jahrgänge 1880 bis 1920, mit Zentralheizung und Doppel-Verglasungs-Fenstern 3 bis 5 l Heizöl pro m³ und Jahr benötigen. Die Jahrgänge bis 1950 benötigen 6 bis 9 l/m³/Jahr und, die neuesten «superisolierten» Gebäude kommen selten unter 8 l/m³/Jahr, wobei die obere Grenze bei 15 l/m³/Jahr liegt.

Haut oder Vorhang?

Erstaufliegend an der «Therma-Untersuchung» jedoch ist, dass nur drei Objekte mit der eingangs erwähnten Kunststoffverputz-Aussenwärmeeisolation, die ändern fünf

Wettbewerbshäuser aber mit hinterlüfteten Vorhangfassaden aus Metall oder Asbestzement-Platten versehen wurden. Vorhang-Fassaden kosten das Zwei- bis Dreifache der «Thermo-Häute» aus Kunststoffverputz mit Polystyrol oder Mineralfasern und sind deshalb noch fragwürdiger. Vermutlich wird die eingestrahelte Sonnenenergie zu wenig genutzt, weil sie als Warmluft in der Belüftungsschicht konvektiv entweicht. Bei der «Thermohaut» könnte es sein, dass die passiv eingestrahelte Sonnenenergie infolge des «Thermos-Flaschen-Effektes» zu wenig genutzt wird. Dies sind Hypothesen, denn die entsprechenden wissenschaftlich-experimentellen Untersuchungen fehlen. Einige Erkenntnisse sind dem Forschungsbericht des Fraunhofer Institut für Bauphysik, vom 5. Juli 1983, zu entnehmen. Der Wärmeschutz von verschiedenen Ziegelaussenwandkonstruktionen wurde dabei untersucht. Fazit: «nicht isolierte» Ziegelwand (Nr. 3) von 49 cm Stärke zuzüglich Verputz und k-Wert von 0,46 W/m²K braucht weniger Energie als «supergedämmte» Ziegelwand mit 23 cm

Polystyrol-Aussendämmung und k-Wert von 0,16 W/m²K (vgl. Tab. 2 und 3).

Wo steckt der Wurm?

In Deutschland wie auch in der Schweiz wird von gewissen Personen, Institutionen und Parteien eine k-Wert-Energie-Doktrin zelebriert, welche keine wissenschaftlich fundierte Grundlage aufweist! Dies soll natürlich keineswegs heissen, dass besagter k-Wert als bauphysikalische Grösse belanglos sei, sondern nur, dass ihm nicht die Bedeutung zukommt, wie es die schweizerischen Energiegesetze und das deutsche Energie-Einsparungsgesetz festschreiben. Man könnte sich die nicht-transparenten Teile der Gebäudehülle als Synthese von hoher sorptionsfähiger Masse und gutem k-Wert vorstellen. Doch diese Hypothesen werden erst Anerkennung finden, wenn die Wissenschaft bereit ist, die längst fälligen Energie-Verbrauchs-Analysen durchzuführen, damit man endlich weiss: wie und warum wieviel Energie wo verloren geht. Vorerst sind nur über Fenster praxisnahe Energie-Verlust-

werte erhältlich, der Rest ist wissenschaftliches Niemandsland.

Da keinerlei Grundlagen und überprüfbare Experimentalergebnisse der nichttransparenten Gebäudehülle vorhanden sind, beherrschen die Patentrezepte das Feld. Bürgerliche und grüne Politiker ziehen dabei am selben Strick. Offensichtlich ist es der «Isolierlobby» gelungen, die Politik derart zu manipulieren, dass aufgrund von fragwürdigen, angeblich wissenschaftlichen Erkenntnissen in der Schweiz und Deutschland Gesetze geschaffen wurden. Ob sich die gegenwärtigen «Energiesparmassnahmen» zum gesamtwirtschaftlichen Flop entwickeln, wird leider wie immer erst hinterher erkennbar sein. Auf alle Fälle wird die Rechnung für die gegenwärtig herrschende Isolitis vom Anleger, Bauherrn und Konsumenten bezahlt werden müssen. □

Paul Bossert
8953 Dietikon

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

AUSSENSTELLE HOLZKIRCHEN

Amtlich anerkannte Prüfstelle für die Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile und Bauarten

Institutsleitung: Prof. Dr. F. P. Mechel

Untersuchungen über den effektiven Wärmeschutz verschiedener Ziegelaußenwandkonstruktionen

Bericht über den 1. und 2. Untersuchungsabschnitt

B Ho 8/83-II

durchgeführt in der
Außenstelle Holzkirchen des
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik

Leiter der Außenstelle : Dr.-Ing. H. Künzel
Projektleiter und Verfasser: Dr.-Ing. H. Werner
Versuchsdurchführung : Dipl.-Math (FH) R. Marquardt
Dipl.-Ing. H. Schaube
Auftraggeber : Ziegelforum e.V.

Holzkirchen, den 5. Juli 1983

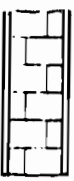

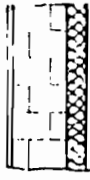
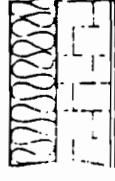

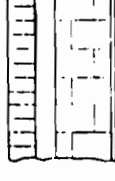
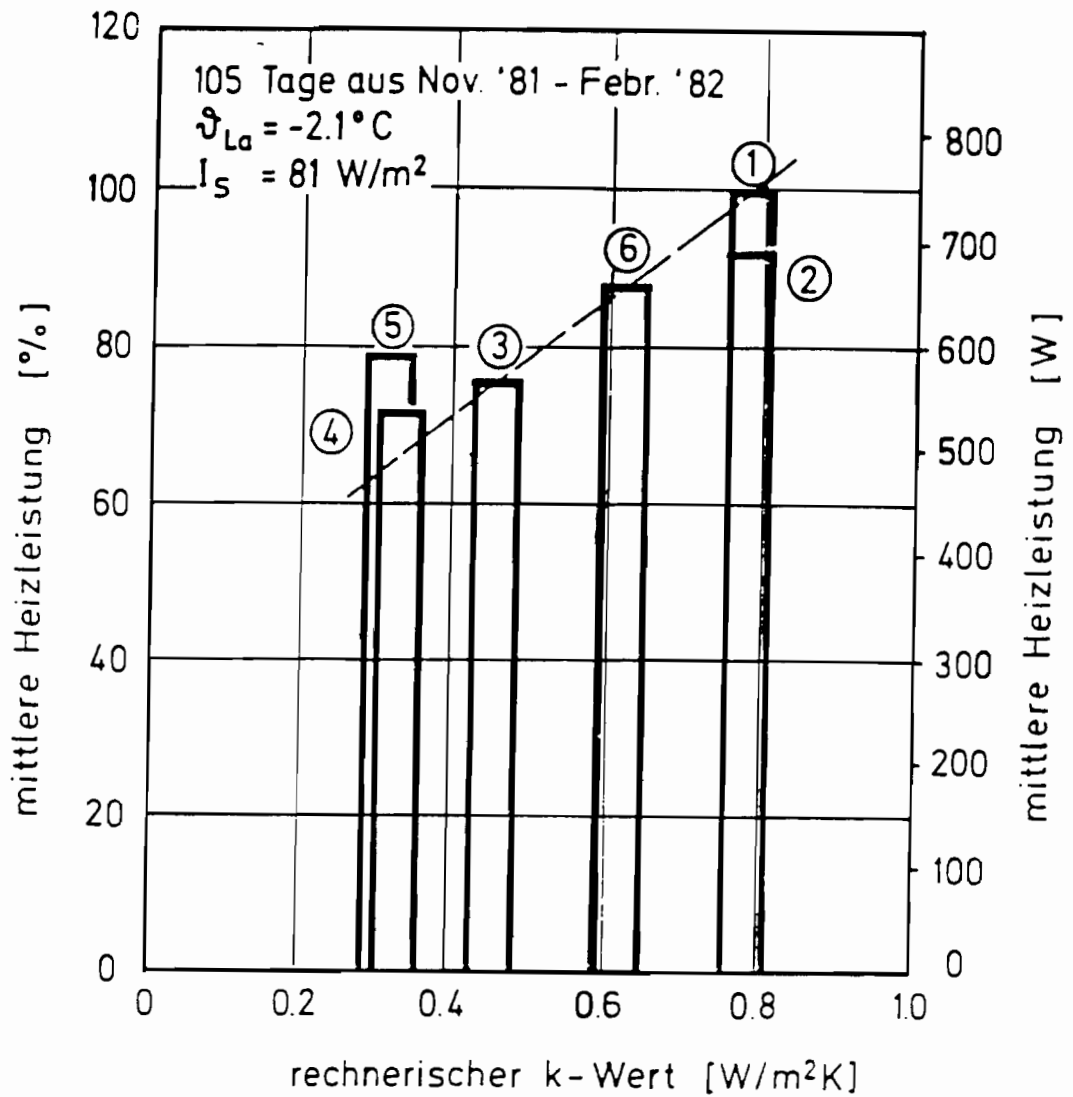
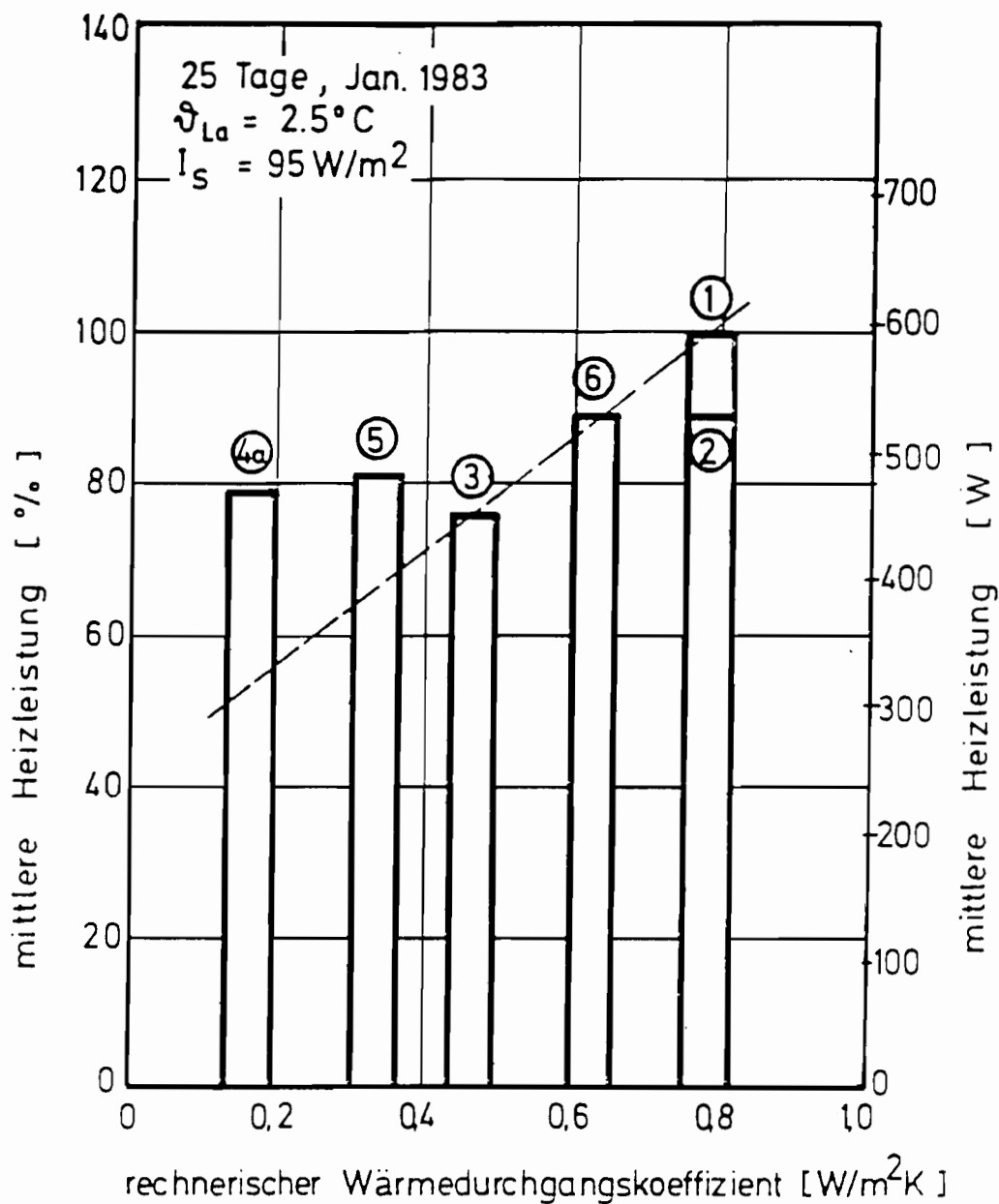
| Raum Nr. | Kurz-bez. | Aufbau | λ [W/mK] | ρ [kg/m ³] | k [W/m ² K] |
|---------------|---------------|---|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| ① und ② | M 36 M36oF |  2 cm Außenputz 36,5 cm LZ-Mauermörtel (Baustellenmörtel) 1,5 cm Innenputz | 0,87 0,34 0,70 | 800 | 0,78 |
| ③ | M 49 |  2 cm Außenputz 49 cm LZ-Mauerwerk (Leichtmörtel) 1,5 cm Innenputz | 0,87 0,25 0,70 | 700 | 0,46 |
| ④ | ID |  2 cm Außenputz 36,5 cm LZ-Mauerwerk (Leichtmörtel) 6 cm Dämmschicht 1,25 cm Gipskartonplatte | 0,87 0,28 0,04 0,18 | 800 | 0,33 |
| ④a | AD23 |  23 cm Dämmschicht 24 cm HLZ-Mauerwerk (Normalmörtel) 1,5 cm Innenputz | 0,04 0,60 0,70 | 1400 | 0,16 |
| ⑤ | AD10 |  10 cm Dämmschicht 24 cm HLZ-Mauerwerk (Normalmörtel) 1,5 cm Innenputz | 0,04 0,60 0,70 | 1400 | 0,32 |
| ⑥ | Z |  11,5 cm Vormauerschale 6 cm Luftschicht 24 cm LZ Mauerwerk (Leichtmörtel) 1,5 cm Innenputz | 0,70 0,17 0,22 0,70 | 1600 700 | 0,62 |

Bild 3: Aufbau und bauphysikalische Daten der in den Räumen 1 bis 6 eingesetzten Außenwände.



| Raum Nr. | Wandkonstruktion | Kurzbezeichnung |
|----------|-----------------------------------|-----------------|
| 1 | monolithisch 36,5 cm mit Fenster | (M 36) |
| 2 | monolithisch 36,5 cm ohne Fenster | (M 36 oF) |
| 3 | monolithisch 49 cm mit Fenster | (M 49) |
| 4 | Innendämmung | (ID) |
| 5 | Außendämmung | (AD 10) |
| 6 | zweischalig | (Z) |

Bild 8: Gemessene mittlere Heizleistung der Testräume in einem längerfristigen Zeitraum (105 Tage: November '81 bis Februar '82). Die mittlere Außenlufttemperatur betrug $-2,1^{\circ}\text{C}$, die mittlere Strahlungsintensität 81 W/m^2 .



| Raum Nr. | Wandkonstruktion | Kurzbezeichnung |
|----------|-----------------------------------|-----------------|
| 1 | monolithisch 36,5 cm mit Fenster | M 36 |
| 2 | monolithisch 36,5 cm ohne Fenster | M 36 oF |
| 3 | monolithisch 49 cm mit Fenster | M 49 |
| 4 a | Außendämmung (23 cm) mit Fenster | AD 23 |
| 5 | Außendämmung (10 cm) mit Fenster | AD 10 |
| 6 | zweischalig mit Fenster | Z |

Bild 9: Gemessene mittlere Heizleistung in der Meßperiode Januar 1983, in der eine extrem gedämmte Wand (Raum 4a) in den Vergleich aufgenommen wurde.