Energieeinsparungen in Gebäuden - Bedeutung und Möglichkeiten

Autor(en): **Zimmermann, Markus**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **99 (1981)**

Heft 36

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74543

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Energietechnische Aspekte von Gebäudehülle und Wärmeerzeugung

Eine der vielen Rahmenveranstaltungen an der Swissbau 81 befasste sich mit «Aktuellen energietechnischen Aspekten von Gebäudehülle und Wärmeerzeugung». Die Aktualität des Themas, im Titel der Tagung besonders hervorgehoben, hat aber für den Bauherrn, den Architekten und den Haustechniker nichts von seiner Bedeutung eingebüsst, obschon die einen immer wieder erklären, ihnen sei das modische Gerede vom Energiesparen am Bau schon längst überdrüssig. Ja man vermisst eigentlich nur noch das Argument, alles sei ohnehin von den Massenmedien aufgebläht und - selbstverständlich - unsachlich und verzerrt wiedergegeben worden. «Kunst am Bau» ist da offensichtlich ein beliebteres, weil unverfängliches Thema. Der informierte Hausbenützer, der in seiner Wohnung oder am Arbeitsplatz seine Beobachtungen anstellt, wird allerdings oft den Eindruck nicht los, es werde weiterhin drauflos gebaut und saniert, wie man es vor vielen, vielen Jahren eben gelernt hat. Da verhallen denn auch die Stimmen der ohnehin wenigen Rufer in der (Bau)Wüste, die bereits in den fünfziger Jahren ein energiebewusstes Bauen praktiziert und postuliert haben. Die folgenden drei Aufsätze drucken wir mit freundlicher Genehmigung der Sarna Kunststoff AG ab.

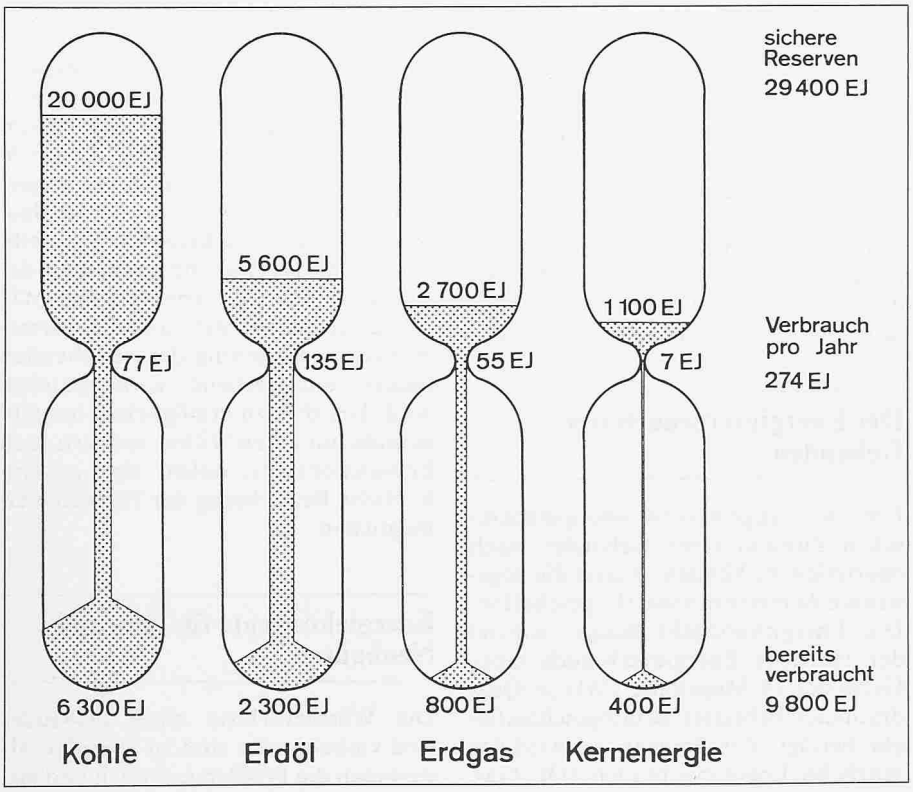
Energieeinsparungen in Gebäuden - Bedeutung und Möglichkeiten

Von Markus Zimmermann, Dübendorf

Die Energieversorgung der Schweiz

Energie steht uns in einer Vielzahl von Erscheinungsformen zur Verfügung. Trotzdem stellt sie - mit *Ausnahme der Erdwärme und der Kernenergie* - nichts anderes als *Sonnenenergie* dar, die zum grossen Teil während Jahrmillionen in Pflanzen und Mikroorganismen gespeichert wurde. Heute aber ist unsere Zivilisation daran, diese Reserven in wenigen Jahrhunderten weitgehend abzubauen.

Bild 1. Reserven und Verbrauch der nichterneuerbaren Energieträger (weltweit, Stand 1979)



Zwar können die gesicherten Reserven den heutigen Energiebedarf für weitere 100 Jahre decken, das bequeme Erdöl wird jedoch schon lange vorher versiegen und die Gewinnung der Energieträger wird immer aufwendiger werden (Bild 1). Die Reichweite der Reserven wird aber weitgehend bestimmt durch die Zunahme des Weltenergieverbrauches. Bei einer Zuwachsrate von jährlich 4% reichen die Reserven bereits nicht mehr hundert Jahre sondern nur noch knappe 40 Jahre. Selbst wenn wir unseren Energiebedarf konstant halten können, so bleibt doch der grosse *Nachholbedarf der Entwicklungsländer* bestehen.

Um kommenden Schwierigkeiten nicht voll ausgeliefert zu sein, gilt es, den Energiebedarf auf ein *Minimum zu reduzieren* und soweit als möglich durch *erneuerbare Energien* zu decken. Die Verknappung der Energiereserven und die immer schwierigere Energiegewinnung werden sich bestimmt auch in Zukunft, wie wir das während den 70er Jahren erlebt haben, auf die Preise der Brennstoffe auswirken. Eine solche Teuerung beeinflusst nicht nur unsere *Wirtschaftslage* sondern auch unsere *Handelsbilanz*, dies nicht zuletzt, weil gerade die Schweiz in besonderem Masse auf Energieimporte angewiesen ist. Unsere Energieversorgung war 1979 zu über 80% vom Ausland abhängig und ist auch entsprechend krisenanfällig (Bild 2). Energieträger wie *Wasserkraft, Biomasse* und *Sonnenwärme* sind dagegen Energien, die im eigenen Land anfallen und deshalb durch wirtschaftliche und versorgungstechnische Probleme nur am Rande berührt werden. Die Wasserkraft leistet mit 16% bereits einen wesentlichen Beitrag zur Energieversorgung. Das nutzbare Potential der erneuerbaren Energieträger hängt stark mit dem Energiepreisniveau und der technischen Entwicklung zusammen. Umweltorganisationen schätzen, dass bis zum Jahr 2000 etwa 40% des schweizerischen Bedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt werden könnte. Um dieses Ziel zu erreichen, sollten jedoch nicht nur finanzielle, sondern auch volkswirtschaftliche Interessen im Vordergrund stehen.

Nicht unwichtig ist in diesem Zusammenhang die *direkte, passive Sonnenenergienutzung* durch transparente Bau-

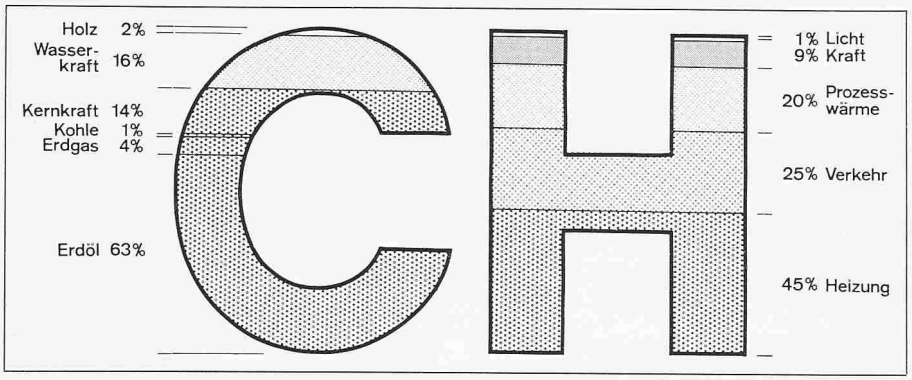


Bild 2. Energieträger und ihre Verwendung. Schweiz 1979

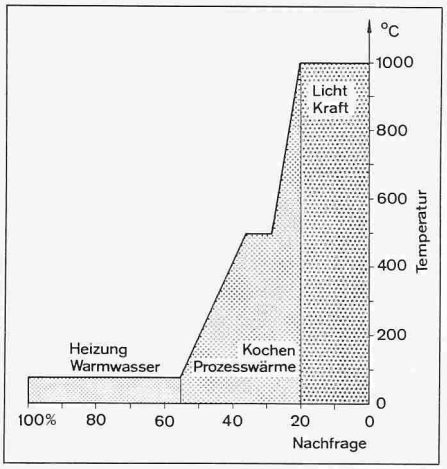


Bild 3. Wertigkeit der Energienachfrage in der Schweiz

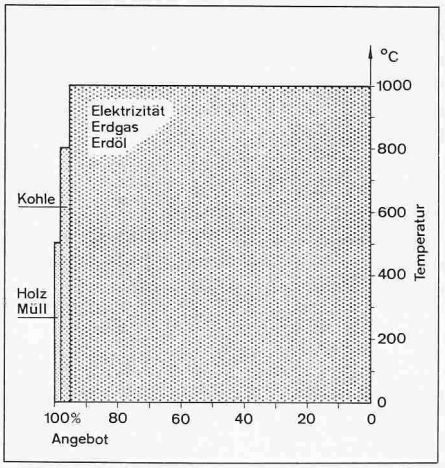


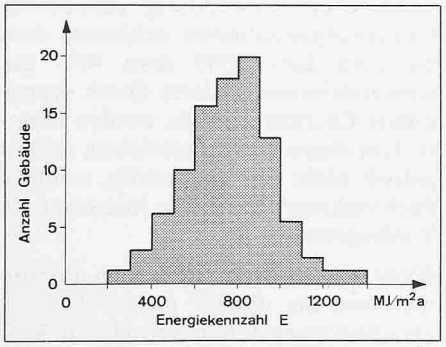
Bild 4. Wertigkeit des Energieangebotes in der Schweiz

teile, die bei richtiger Handhabung wesentlich zur Raumheizung beitragen kann. Diese Gewinne erscheinen jedoch in keiner Verbrauchsstatistik.

Die Bedeutung dieses Beitrages muss im Zusammenhang mit der schweizerischen Nutzenergienachfrage gesehen werden (Bild 2). Rund 45% unseres Energiebedarfs werden nämlich für die Raumheizung verwendet. Der Verkehr benötigt – obwohl er das ganze Jahr Energie verbraucht – nur etwa die Hälfte des Heizenergiebedarfes. Einsparungen auf dem Gebiet der Raumheizung haben schon deshalb besonderes Gewicht.

Problematisch ist aber auch die Diskrepanz zwischen der Energienachfrage an Nutzenergie (Wärme, Kraft, Licht) und des Energieverbrauchs an Endenergie (Öl, Gas, Elektrizität usw.). Ein Grossteil der Energie brauchen wir in Form von *niederwertiger Wärme* zwischen 50° und 80 °C. Nur für Licht und Kraft benötigen wir hochwertige Energien, mit denen 1000 und mehr Grad Celsius erzeugt werden können (Bild 3). Die Verbrauchsstruktur sieht jedoch ganz anders aus. Wir verwenden fast ausschliesslich hochwertige Energieträger um Temperaturen, die nur ein paar Grad wärmer als die Umgebungstemperaturen sind, zu erzeugen (Bild 4). Hier liegen noch grosse Möglichkeiten für die Nutzung von Sonnenenergie, aber auch von Abwärme, z. B. aus Industrieprozessen oder aus warmer Abluft. Voraussetzung dazu ist jedoch das haushälterische Umgehen mit der Wärme, das heisst, eine *optimale thermische Isolation der Gebäude und Installationen.*

Bild 5. Energiekennzahlen für Heizung und Warmwasser nach Baujahr



Der Energieverbrauch von Gebäuden

Um den allgemeinen energietechnischen Zustand eines Gebäudes rasch beurteilen zu können, wurde die sogenannte *Energiekennzahl* (E) geschaffen. Die Energiekennzahl besagt, wieviel der jährliche Energieverbrauch eines Gebäudes in Megajoule (MJ) je Quadratmeter beheizter Bruttogeschossfläche beträgt. Zur Berechnung wird der jährliche Energieverbrauch (Öl, Gas, Elektrizität usw.) eines Gebäudes in die Energieeinheit Megajoule umgerechnet und durch die damit beheizte Fläche dividiert. Um die statistische Auswertung der Zahl zu verbessern, kann die Energiekennzahl auf einen durchschnittlichen Winter und eine durchschnittliche Lage im Mittelland normiert werden. In der Schweiz hat sich vor allem die Schweizerische Aktion Gemeinsinn für Energiesparen (Sages) bemüht, zusammen mit den Hausbesitzern ein umfangreiches Zahlenmaterial zu ermitteln. In der Zwischenzeit liegen Energiekennzahl-Statistiken von Einfamilienhäusern, Mehrfamilienhäusern und Schulen vor. Die Analyse von 180 Mehrfamilienhäusern hat z. B. ergeben, dass bei einer Streuung von ca. 200 bis 1400 MJ/m²a das Gros der Gebäude eine Energiekennzahl von etwa 800–900 MJ/m²a aufweisen (Bild 5). Der Vergleich eines Gebäudes mit dieser Statistik ermöglicht es, das wärmetechnische Sanierungspotential zu beurteilen und den Rahmen für weitere Untersuchungen abzustecken. Falls mehrere Gebäude untersucht werden, können innerhalb dieser Gruppe auch Prioritäten für Investitionen und den zeitlichen Ablauf der Sanierung gesetzt werden. Es ist klar, dass wie bei den Baukosten je Kubikmeter, nur Gebäude mit ähnlicher Nutzung und ähnlichen Heizsystemen verglichen werden können. Die Sages ist deshalb bestrebt, ihr Zahlenmaterial ständig zu ergänzen und der Entwicklung anzupassen.

Nebst der *Häufigkeitsverteilung* kann auch die *Beziehung zwischen der Energiekennzahl und dem Gebäudevolumen oder dem Gebäudealter* (Bilder 6 und 7) dargestellt werden. Dabei fällt auf, dass die Gebäudegrösse – ausgenommen bei kleinsten Gebäuden – keinen wesentlichen Einfluss auf den spezifischen Energieverbrauch hat. Auf der anderen Seite ist der *schlechte Einfluss der Hochkonjunktur* um 1970 auf den Energieverbrauch und damit auch auf die Bauqualität deutlich erkennbar. Es bleibt zu hoffen, dass zukünftige Bauten das anzustrebende Ziel von 400–600 MJ/m²a erreichen werden, und die wärmetechnische Sanierung der bestehenden Bauten entsprechend vorangetrieben wird. Um dies zu ermöglichen braucht es nicht nur guten Willen, sondern auch Energiekonzepte, welche eine gesamtheitliche Betrachtung der Probleme ermöglichen.

Energiekonzepte für Alt- und Neubauten

Die Wärmeverluste eines Gebäudes sind vielseitig. Sie sind zu *komplex,* als dass man die Probleme einfach und ele-

gant lösen könnte. Es müssen differenzierte Konzepte erarbeitet werden, die sowohl den energietechnischen, bauphysikalischen und wirtschaftlichen Aspekten, wie auch der Lebensqualität im weitesten Sinne Rechnung tragen. Durch Wärmeschutzmassnahmen, durch eine Verbesserung der Wärmeerzeugung und durch betriebliche Massnahmen soll sowohl eine Einsparung am Primärenergieverbrauch und an den Betriebskosten, aber auch eine Komfortverbesserung und eine erhöhte Versorgungssicherheit erreicht werden. Dieses Ziel bedingt nicht nur die Beratung durch einen erfahrenen Fachmann, sondern auch die besonders sorgfältige Ausführung der Arbeiten. Eine mangelhafte Ausführung wärmetechnischer Massnahmen führt nicht einfach zu Schönheitsfehlern, sondern zu teilweisen oder ganzen Misserfolgen. In diesem Sinne sind Do-it-yourself-Massnahmen durch die Bewohner, selbst wenn sie gut gemeint sind, nicht unproblematisch, bauphysikalisch und ausführungstechnisch jedoch eher risikoreich.

Natürlich müssen auch die Grenzen von Energiekonzepten erkannt werden. Der Bauherr ist eingeschränkt durch *Baugesetze* und *Bauordnungen*. Diese weisen zwar einen gewissen Ermessensspielraum für Ausnahmen auf und ermöglichen so eine relativ freizügige Bewilligungspraxis. Feuer- und gesundheitspolizeiliche Vorschriften sind dagegen strikte einzuhalten. Die Anforderungen der *Denkmalpflege* sind ebenfalls zu berücksichtigen. Wo keine Bestimmungen der Denkmalpflege vorliegen, liegt der Entscheid über die Ästhetik einer Sanierungsmassnahme allein beim Bauherrn oder bei dem ihn beratenden Architekten. Ob eine erhaltenswerte Fassade von aussen her isoliert und damit auch verändert wird, liegt nicht immer im Entscheidungsbereich des Architekten. Immerhin könnte er dem Bauherrn in solchen Fällen davon abraten und eine andere Energiesparmassnahme vorschlagen.

Natürlich ist auch der Baufachmann in der Wahl der Lösungen eingeschränkt. Gut isolierte Gebäude bedingen, da bauphysikalische Probleme verschärft auftreten, eine besonders *sorgfältige Auswahl der konstruktiven Details*. Ungeeignete Massnahmen, falsche Materialwahl und mangelhafte Verarbeitung haben gerade nach wärmetechnischen Sanierungen häufig zu Bauschäden im Bereich der Aussenwand geführt. Nicht selten waren aber versteckte Mängel, die sich vor der Sanierung nicht auswirkten oder falsches Benützerverhalten die eigentlichen Verursacher.

Der Energieverbrauch wird, vor allem bei gut isolierten Gebäuden, durch die *Benützer* wesentlich beeinflusst. Falsche Bedienung, falsches Einstellen von Regelvorrichtungen, unzweckmässige Inneneinrichtung und mangelhafter Unterhalt können erwartete Energieeinsparungen schmälern. Ebenso muss eine Komforterhöhung häufig durch einen erhöhten Energieverbrauch kompensiert werden. Deshalb wird an schlecht gebauten oder installationsmässig einfachen Häusern durch wärmetechnische Massnahmen häufig keine wesentliche Einsparung erzielt, sondern vor allem der Wohnkomfort erhöht.

Alle diese Gesichtspunkte gilt es zu berücksichtigen und gegeneinander abzuwägen. *Neubauten sollte ein Energiekonzept, Gebäudesanierungen ein energietechnisches Sanierungskonzept zugrundegelegt werden.* Das Konzept kann durch den projektierenden Architekten oder aber durch einen auf Energiefragen spezialisierten Baufachmann, einem sogenannten *Energieberater* erstellt werden. Bedingung ist kompetentes Wissen und Erfahrung sowohl auf dem Gebiet der Baukonstruktion wie auch der Haustechnik.

Das Erarbeiten eines energietechnischen Sanierungskonzeptes ist eine zusätzliche Vorabklärung des Projektierenden, die normalerweise vom Bauherrn separat nach SIA Tarif B vergütet wird. Erfahrungsgemäss sollte der dafür notwendige Aufwand nicht grösser sein als die erwartete Energieeinsparung für ein bis anderthalb Jahre. Die *Vorabklärungen* werden normalerweise in *drei Schritten* durchgeführt (Bild 8):

- In der *Grobanalyse* wird mit Hilfe der Energiekennzahl der energietechnische Zustand des Gebäudes allgemein beurteilt. Das Ziel ist es, mit wenig Aufwand die Sanierungsmöglichkeiten und das weitere Vorgehen zu überblicken und allfällige Sofortmassnahmen oder Verbesserungen an der Verbrauchserfassung einleiten zu können.
- In der *Feinanalyse* wird der bauliche und haustechnische Zustand des Gebäudes detailliert untersucht. Eine Energiebilanz soll Auskunft geben, wo, wann und wie die zugeführte Energie verbraucht wird. Die Energiebilanz dient als Grundlage für die Massnahmenplanung.
- Die *Massnahmenplanung* umfasst die Untersuchung der möglichen Einzelmassnahmen und die Bildung geeigneter Massnahmenpakete. Das daraus folgende Sanierungskonzept ist die Voraussetzung für eine zielgerichtete Sanierung.

Nebst einer Vielzahl von Publikationen stehen dem Planer als Hilfsmittel für die Erarbeitung von Energiekonzepten

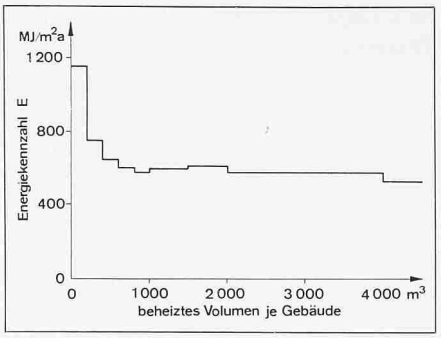


Bild 6. Energiekennzahlen für Heizung und Warmwasser im Verhältnis zum Gebäudevolumen

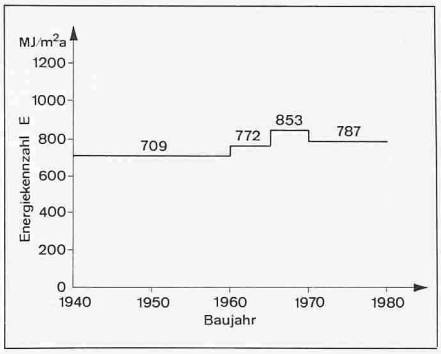


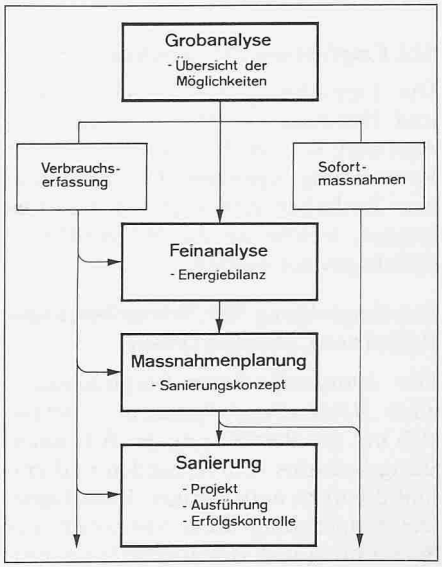
Bild 7. Energiekennzahlen für Heizung und Warmwasser von 180 Mehrfamilienhäusern

auch verschiedene, zum Teil neu überarbeitete Empfehlungen des SIA zur Verfügung. Die folgende Übersicht enthält die in diesem Zusammenhang wichtigen SIA-Empfehlungen mit kurzer Inhaltsangabe:

SIA Empfehlung 180: Wärmeschutz im Hochbau (1970)

Diese Empfehlung gibt einen Überblick über die für die Bemessung von Konstruktionen und Heizungsanlagen wesentlichen klimatologischen Daten sowie über die im Hinblick auf den Wärmeschutz zu berücksichtigenden Faktoren.

Bild 8. Vorgehen bei wärmetechnischen Sanierungen



SIA Empfehlung 180/1: Winterlicher Wärmeschutz im Hochbau (1980)

Die Empfehlung vermittelt eine Methode, die durch Begrenzung des mittleren zulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten(k_{zul}) der Gebäudehülle den Verbrauch an Heizenergie bechränken soll. Gegenüber der Ausgabe 1977 wird einerseits durch die Reduktion des Koeffizienten C_0 von 1,1 W/m²K auf 0,75 W/m²K eine erhöhte Anforderung an die Wärmedämmung gestellt. Anderseits wird durch einen Besonnungskoeffizienten die durch Fenster einfallende Sonnenenergie – und damit die passive Sonnenenergienutzung – berücksichtigt.

SIA Empfehlung 180/3: Jährlicher Wärmeverbrauch in Bauten (1980)

Die Empfehlung bezweckt, den mittleren Jahreswärmeverbrauch für Transmissions- und Lüftungswärmeverluste wie auch für das Warmwasser einfach und rasch zu ermitteln. Die Methode ist in erster Linie für Wohnbauten anwendbar und dürfte in Zukunft noch weiter entwickelt werden.

SIA Empfehlung 183/2: Verwendung brennbarer Baustoffe in Gebäuden

Es handelt sich dabei um einen Nachtrag zur SIA-Empfehlung 183 «Baulicher Brandschutz – Allgemeine Grundsätze.» Er enthält im wesentlichen die Richtlinien der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen über die Verwendung brennbarer Baustoffe, insbesondere auch Wärmedämmstoffe in Gebäuden.

SIA Empfehlung 381/1: Baustoff-Kennwerte (1980)

Die Empfehlung enthält eine umfassende Zusammenstellung der für bauphysikalische Berechnungen benötigten Baustoff-Kennwerte und ergänzt bzw. ersetzt die Tabellen der Empfehlung 1980/1 und 380.

SIA Empfehlung 271: Flachdächer

Die Empfehlung enthält Grundsätze und Hinweise für Projektierung und Ausführung von Flachdächern unter Verwendung fugenloser Dichtungsbahnen. Enthalten sind auch die Anforderungen, welche an die Wärmedämmschicht gestellt werden.

SIA Empfehlung 380: Wärmeleistungs-Bedarf von Gebäuden (1980)

Der Hauptteil dieser Empfehlung – auch *Heizlastregeln* genannt – befasst sich mit der Berechnung des Wärmeleistungsbedarfes von Gebäuden und enthält die dazu notwendigen Unterlagen. Die Empfehlung dient vor allem zur Berechnung von Heizungsanlagen projektierter Gebäude. Gegenüber der Ausgabe 1975 enthält die neue Auflage eine Ergänzung mit zusätzlichen Angaben und Hilfsmittel für eine realistischere Bemessung. Diese Ergänzung kann beim SIA kostenlos bezogen werden.

Informations- und Weiterbildungsmöglichkeiten

Nebst den Empfehlungen und Arbeitsunterlagen der Verbände gibt es in der Schweiz verschiedene Informations- und Weiterbildungsmöglichkeiten für die an Energiefragen interessierten Fachleute, aber auch für Laien. 1980 wurden mit massgeblicher Beteiligung des Bundes drei grössere Projekte gestartet:

Informationsstelle Infosolar

Die Informationsstelle Infosolar an der *HTL Brugg-Windisch* möchte den Bedürfnissen der Öffentlichkeit nach konkreter Information im Bereich «Neue Energien und Energiesparen» entgegenkommen. Grundsätzlich kann sich jedermann an die Infosolar wenden. Die Beratungs- und Dokumentationstätigkeit umfasst auf dem Gebiet «Neue Energien» die Bereiche:

- Sonnenkollektoren,
- Solararchitektur,
- Solarzellen,
- Wärmepumpen,
- Biogaserzeugung,
- Windenergie.

Da die Verwendung neuer Energienutzungstechniken auch entsprechende *Energiesparmassnahmen* erfordert, umfasst die Tätigkeit auch die Bereiche:

- Raumkonzepte und Isolationsmassnahmen an Gebäuden,
- Wärmerückgewinnung,
- Benutzerverhalten.

Die Dienstleistungen der Infosolar umfassen kostenlose Auskünfte und Beratungen für nicht projekt- oder produktebezogene Probleme. Ebenfalls kostenlos ist die Einsichtnahme in die Prospektsammlung, die Bibliothek und die Kursunterlagen der Infosolar. Die Unterlagen selber werden zum Gestehungspreis abgegeben. Projektbezogene Beratungen müssen bezahlt werden.

Informationsdienst Energiesparen CH

Um vor allem den *Mietern* und *Hauseigentümern* eine direkte Beratung und Anleitung zum Energiesparen zu ermöglichen, baut das Bundesamt für Energiewirtschaft den «Informationsdienst Energiesparen CH (IES)» auf. Eine Zentrale stellt die vorhandenen Grundlagen im Bereich Energiesparen zusammen und bereitet diese auf für die praktische Anwendung.

Den auf Gemeindeebene organisierten lokalen Informationsdiensten stellt die *Zentrale Merkblätter, Mustersammlungen* und *Bezugsquellennachweise* für die direkte Beratung der Hauseigentümer und Mieter zur Verfügung. Die Beratung selbst wird durch Fachleute des Hochbauamtes oder durch ausgewählte, lokale Fachleute durchgeführt. Die Kosten werden weitgehend durch die Gemeinden getragen. Umfangreichere Beratungen durch unabhängige Fachleute werden zu niedrigen Honoraransätzen vermittelt.

Impulsprogramm für bauliches Energiesparen

Vor allem an *Bau- und Haustechnikfachleute* richtet sich das Impulsprogramm des *Bundesamtes für Konjunkturfragen* mit den «Weiterbildungskursen für die wärmetechnische Gebäudesanierung» und den *«Vergleichsprüfungen wärmetechnischer Produkte»*. Mit den Vergleichsprüfungen wird versucht, durch eine Gegenüberstellung von vergleichbaren Prüfungsergebnissen die Markttransparenz über wärmetechnische Produkte zu verbessern. Die Prüfungen werden unter der Leitung der *Eidgenössischen Materialprüfungs- und Versuchsanstalt* (EMPA) durchgeführt. Gegen Bezahlung von 20% der Prüfkosten können sich die schweizerischen Hersteller und Importeure von *wärmetechnischen Produkten* an diesem Programm beteiligen. Die restlichen 80% werden durch den Bund finanziert.

Parallel zu den Vergleichsprüfungen werden ebenfalls im Rahmen des Impulsprogrammes die *«Weiterbildungskurse für die wärmetechnische Gebäudesanierung»* durchgeführt. Man ist sich bewusst, dass die Gebäudesanierung in der Zukunft für die Baubranche an Bedeutung gewinnen wird. Der Bund rechnet bis zum Jahr 2000 mit Investitionen in der Grössenordnung von 10 Milliarden Franken. Daneben will der Bund nicht energiesparende Massnahmen subventionieren, obwohl diese zu einem grossen Teil bereits wirtschaftlich sind. Man möchte vielmehr die *Ausbildung der Fachleute verbessern* damit die Investitionen optimal eingesetzt werden und dadurch der volkswirtschaftliche Nutzen am grössten ist.

Inzwischen sind die jeweils dreitägigen Weiterbildungskurse, die in enger Zusammenarbeit mit den Verbänden und Organisationen der Baubranche durchgeführt werden, in vollem Gange. Bis Ende 1982 werden in der ganzen Schweiz etwa 200 Kurse für jeweils 25–30 Teilnehmer durchgeführt. Dass die-

se Kurse einem Bedürfnis entsprechen, zeigen die vielen Interessenten, die auf spätere Kurse verwiesen werden müssen.

Das Kursprogramm umfasst *vier verschiedene Kurstypen:*

Kurstyp *«Planung und Projektierung»* für den planenden Architekten, Bauingenieur, Bauphysiker und Haustechnikfachmann.
Kurstyp *«Ausführung des Baukörpers»* sowie
Kurstyp *«Ausführung der Haustechnik»* für Konstrukteure, Bauleiter und Unternehmer.
Kurstyp *«Betrieb und Unterhalt»* für Betriebspersonal und Hauswarte komplexer Gebäude.

Daneben werden noch verschiedene *Spezialkurse*, so z. B. Kurse für Behörden und Berufsschullehrer durchgeführt.

Einen Schwerpunkt des Ausbildungsprogrammes bilden die Kurse für «Planung und Projektierung». Anhand einer Fallstudie wird das Vorgehen bei der wärmetechnischen Sanierung bis hin zum Erstellen eines Sanierungskonzeptes mit all den dafür notwendigen Berechnungsgrundlagen behandelt. Einen weitern Schwerpunkt bilden die Kurse für die «Ausführung des Baukörpers» bzw. der «Haustechnik». Beide Kurstypen behandeln anhand von umfangreichen Kursunterlagen und einer Sammlung von Konstruktions- und Anschauungsmodellen die ausführungstechnischen Aspekte der wärmetechnischen Sanierung.

Die bisher durchgeführten Kurse fanden ein äusserst positives Echo. Langfristig gesehen werden die Kurse sicher wirksam mithelfen, zukünftige Energieprobleme unseres Landes zu bewältigen.

Adresse des Verfassers: *M. Zimmermann*, dipl. Arch. ETH, Eidg. Materialprüfungs- und Vesuchsanstalt (EMPA), Überlandstr. 129, 8600 Dübendorf.

Auswirkungen der heutigen Energiesituation für die Baukonstruktion

Von Karl Menti, Luzern

Wärmeschutz bisher und heute

Wärmeschutz bisher

Über Jahrhunderte wurden die Aussenbauteile und insbesondere die Aussenwände vorwiegend als *praktisch homogene Konstruktionen* ausgebildet. Sie wurden aus den traditionellen Baustoffen *Naturstein, Backstein* und *Holz* erstellt und hatten zugleich die Funktion als *Tragelement und Witterungsschutz* zu übernehmen.

Die Entwicklung *neuer Baustoffe* und neuer *Bausysteme* in der Nachkriegszeit führte zu dünneren und leichteren Aussenbauteilen. Dabei entstanden auch die *mehrschichtigen Systeme,* bei denen die verschiedenen Funktionen, Tragen, Wärmedämmen, Schützen, auf die einzelnen Schichten aufgeteilt wurden. Verschiedene, damals unerklärliche *Schadenauftritte* führten dazu, dass die Vorgänge der *Wärmeleitung* und *Wasserdampfdiffusion* näher untersucht wurden. Im Jahre 1970 lag die SIA-Empfehlung «Wärmeschutz im Hochbau» vor mit dem Zweck:

- Erzielung eines für den Menschen zuträglichen Raumklimas.
- Vermeidung von Bauschäden, vor allem verursacht durch Kondenswasserbildung.
- Wirtschaftliche Anlage- und Betriebskosten.

Dies kann als *Mindestwärmeschutz* bezeichnet werden. Aus dieser Entwicklung resultieren die bekannten, verschiedenen Standardkonstruktionen mit k-Werten von etwa 0,9 bis 1,3 W/m²K. Diese Konstruktionen konnten die an sie gestellten Forderungen bezüglich dem Wärmeschutz oft nicht oder nur knapp erfüllen.

Wärmeschutz heute

Unter dem Einfluss der Energiekrise Mitte der siebziger Jahre wurden Anstrengungen für eine verbesserte Wärmedämmung bei Bauten unternommen. 1977 erschien die SIA-Empfehlung 180/1 «Winterlicher Wärmeschutz im Hochbau» mit dem Zweck, durch bauliche Massnahmen Heizenergie-Einsparungen zu erzielen. Nachdem bereits 1976 in der SIA-Empfehlung 271 «Flachdächer» zulässige Höchstwerte für Wärmedurchgangszahlen k formuliert wurden, wird in der Empfehlung 180/1 für alle massgebenden Bauteile eine maximal zulässige Wärmedurchgangszahl k gefordert. Als wesentliche Neuerung ist der Nachweis über die Einhaltung des sogenannten *zulässigen, mittleren k-Wertes* (k_{zul}) der Gebäudehülle erforderlich. Dabei ist auch die Gebäudeform, die Höhenlage und die Raumlufttemperatur zu berücksichtigen.

Die Entwicklung der Energiesituation, das Umdenken in Sachen Umweltbelastung und die Erfahrungen aus der Praxis haben 1980 in der Überarbeitung von SIA 180/1 zu einer Verschärfung der Anforderungen geführt. Um die nun wesentlich verbesserten k-Werte zu erreichen, sind bei Konstruktionen von Aussenbauteilen generell die Stärken der Wärmedämmschichten auf etwa 8 bis 10 cm zu erhöhen.

Aber nicht nur die Idealquerschnitte der Gebäudehülle müssen dem verbesserten Wärmeschutz gerecht werden, sondern bereits die *Situierung* und *Projektierung* sowie die *Konstruktions- und Materialwahl.*

Behaglichkeit

Als sehr positive Auswirkung des verbesserten Wärmeschutzes ist die damit zugleich erzielte Verbesserung der Behaglichkeit zu erwähnen. Bauten mit Konstruktionen, die nur dem Mindestwärmeschutz genügen, weisen oft eine unbehagliche, zu niedrige innere Oberflächentemperatur auf. Neben anderem ist zur Behaglichkeit erforderlich, dass die Temperaturdifferenz (ΔT) zwischen Raumluft (t_i) und raumseitigen Oberflächen (t_{oi}) im Winter 2–3 K nicht überschreiten soll.

Beispiele aus Bild 1
Aussenlufttemperatur − 15° C
Raumlufttemperatur + 20° C

Beispiel 1
Aussenwand bisher k = 1,0 W/m²K
Wärmedämmschicht t_{oi} = + 15,7° C
3 cm
ΔT = 4,3K
unbehaglich

Beispiel 2
Aussenwand heute k = 0,4 W/m²K
Wärmedämmschicht t_{oi} = + 18,2° C
8 cm
ΔT = 1,8K
behaglich