

# Wieviel Energie braucht ein Haus?: Widersprüche zwischen Theorie und Wirklichkeit

Autor(en): **Füeg, Franz / Haller, Fritz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **94 (1976)**

Heft 34

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73152>

## **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.

Bauernhaus, das er sich auf der Trüen hatte erbauen lassen, und das am 8. November 1933 niedergebrannt ist. Seinem Sohn und Nachfolger Dr. med. Sebastian Honnerlag-Schiess liess er 1695 als Hochzeitsgeschenk ein Haus an der Halden bauen. In diesem Haus erblickten sowohl der oben genannte Vater unseres jungen Bauherrn Bartholome Honnerlag als auch dieser selbst das Licht der Welt. Bauernhaus auf der Trüen, «Bürgerhaus» an der Halden und herrschaftlicher Palast beim Dorfplatz oder in der Nideren zeugen für den wirtschaftlichen und sozialen Aufstieg einer eingewanderten Familie, eines Aufstiegs, der sozusagen Hand in Hand mit demjenigen der Zellweger verlief.

Im Sonnenhof beim Dorfplatz widmete sich der angesehene Arzt Bartholome mit Geschick und Hingabe der Betreuung von Geisteskranken. Entspannung von dieser schwierigen Tätigkeit mochten dann die gesellschaftlichen Anlässe bringen, die im Festsaal des Mansardgeschosses stattfanden. Hier stand eine *Hausorgel*, auf der die Arztfrau geladene Gäste zu frohen Liedern begleitete. Darüber schrieb der aus Zürich zu Gast weilende Arzt *Johann Caspar Hirzel* in einem Brief vom 30. Juni 1766 an seine Frau nach Hause: «Eine so schöne Orgel habe ich noch nie in einem Privathaus gesehen, die Meubles und die artige Aufführung der Frauenzimmer entsprachen dieser Pracht.» Über den beiden Haustüren der Hinterfront hatte der Bauherr die Schlusssteine mit dem maskenhaften Kopf einer Frau und eines Mannes, die sich gegenseitig die Zunge herausstrecken, schmücken lassen. Vielleicht ein grotesker, in Stein gehauener Scherz, der beim Betreten dieses Hauses, in dem Wohl und Wehe von Menschen so nahe

beieinander wohnten, erheitern sollte. Abwegig ist eher die auch herumgebotene Version von zwei sich beschimpfenden Hausnachbarn. Neben seiner Berufstätigkeit als Arzt machte sich Bartholome Honnerlag auch um die Politik von Gemeinde und Land verdient und wurde zuletzt mit dem zweithöchsten Landesamt, demjenigen eines Statthalters betraut.

Auch des Landesstatthalters Honnerlag Sohn, *Hans Conrad Honnerlag-Tobler*, ergriff nach dem Beispiel des Vaters den Ärzteberuf, verlegte aber seine Praxis nach *St. Gallen* und verkaufte das väterliche Haus 1838 an den damaligen Landesstatthalter und nachmaligen Landammann Dr. med. *Jacob Zellweger-Hünerwadel* (1805–1873). Als Hans Conrad Honnerlag ein Jahr darauf verschied, war mit ihm in der fünften Generation der letzte männliche Spross des Honnerlaggeschlechts von Trogen erloschen. Vom Landammann *Jacob Zellweger-Hünerwadel* kam der Sonnenhof an dessen jüngsten Sohn und Arzt *Hans Zellweger-Krüsi* (1853–1908), der darin eine *Kinderkuranstalt* leitete. Seine Erben verkauften 1921 das bisherige Arztthaus an *Conrad Bruderer-Bruchon*. Von diesem erwarb es 1949 *Werner Ruckstuhl-Stricker*, der darin eine Bäckerei und Konditorei einrichtete. Seit 1965 führt sein Sohn *Werner Ruckstuhl-Bösch* das blühende Geschäft. Ihm kommt das Verdienst zu, den Sonnenhof unter Mitwirkung der Eidgenössischen Kommission für Denkmalpflege, in seiner ursprünglichen äusseren Schönheit wieder erstanden lassen zu haben.

E. St.

Adressen der Verfasser: *H. U. Hohl*, dipl. Arch. ETH/SIA, Oberdorfstr. 53b, 9100 Herisau; *Dr. E. Steinmann*, Befang, 9043 Trogen

## Wieviel Energie braucht ein Haus?

### Widersprüche zwischen Theorie und Wirklichkeit

Von **Franz Füeg** und **Fritz Haller**

DK 69.024.3

Mit der Erhöhung der Ölpreise ist eine heftige Diskussion um die Wärmeisolation der Hochbauten ausgelöst worden, werden doch 40 bis 50 Prozent der in der Schweiz verbrauchten Energie für das Raumklima der Häuser benötigt. Vorgeschlagen wird, die *Wärmedämmung zu verbessern* und die *Raumtemperaturen zu senken*. Glashäuser und Klimaanlagen werden zu Energiefressern erklärt. Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Baukonstruktion und Energiebedarf für das Raumklima zeigen oft nicht nur die ungenügende Isolierung der Fassadenmauern gegen den Wärmeverlust, sondern auch hohe Energieverluste, besonders verursacht durch Fenster und Glashäuser, die unverantwortliche, wenn nicht gar «verbrecherische Lösungen» darstellen. Aus diesem Grund schlägt *Paul Haller* in seinem Aufsatz «Bautechnische Fragen zur Energieersparnis» (Schweiz. Bauzeitung, H. 44, 1975, S. 702-706) unter anderem vor, die Fensterflächen nicht grösser als 30 Prozent der Fassadenfläche auszuführen.

Wer aber Erfahrung im Betrieb von Häusern hat, deren Glasflächen wesentlich grösser sind, weiss, wie wenig die Resultate von Paul Haller und anderer mit der Wirklichkeit übereinstimmen; und vielmehr wissen sie, dass bei grösseren Glasflächen der Energiebedarf bei gleicher Behaglichkeit sehr oft nicht höher, sondern eher niedriger ist.

Diese Erkenntnis steht im Gegensatz zur verbreiteten Auffassung, nach der Glashäuser energiewirtschaftlich schlecht sind. Aufgrund von jahrelangen Beobachtungen, kürzlich durchgeführten Erhebungen über den gesamten Energieverbrauch und weitergeführten Überlegungen kommen wir aber *nicht nur zu anderen Resultaten, sondern auch zu*

*anderen Problemstellungen* als jene, die bis heute für die Ermittlung des Wärmehaushalts von Häusern üblich waren.

Paul Haller geht davon aus, dass «im schweizerischen Mittelland [...] während der Wintermonate November bis Februar nicht mit einer wesentlichen Wärmeeinstrahlung [...] zu rechnen» sei, «weshalb während dieser Zeit der Wärmeverlust durch die Fenster voll in Rechnung zu stellen ist». Benützer von Glashäusern mit 90 und mehr Prozent Fensterfläche wissen aus ihrer täglichen Erfahrung, wie wenig diese Feststellung stimmt, weil sie nämlich bei Minustemperaturen selbst bei leichter Bewölkung ihre Heizung stark drosseln und bei Sonnenschein oft ganz abstellen müssen.

Bei Paul Haller fällt die massive Polemik, mit der er die Veröffentlichung seiner Forschungsergebnisse einleitet, gegen jene Bauweisen auf, die aufgrund seiner Resultate schlecht sind: «Wenn heute [...] Energie gespart werden soll, so verlieren die Glaspaläste ihre Daseinsberechtigung. Sie müssen entweder nachträglich zusätzlich isoliert oder aber unter Denkmalschutz gestellt werden [...]» Forschungsergebnisse sollten für sich sprechen; eine begleitende Polemik macht sie nicht besser. Die Bemerkung Hallers zeigt, dass das «Glashaus» emotional zum «Glaspalast» aufgeladen wird, was die sachliche Auseinandersetzung beeinträchtigt.

### Fragwürdigkeit von Laboruntersuchungen

Untersuchungen wie jene Paul Hallers wurden unter laborähnlichen Bedingungen durchgeführt. Er machte die Versuche mit kleinen Häuschen mit 3,4×3,4 m innerer Grundfläche, teils ohne Fenster, teils mit Fenstern auf der West-, Süd- und Ostseite. Laborversuche setzen in der Regel

voraus, dass eine bestimmte Problemstellung aus praktischen Gründen vereinfacht werden muss, dass also verschiedene Aspekte der Problemstellung ausgeblendet werden. Wir sind der Auffassung, es lasse sich ein Problem von der Komplexität wie das vorliegende, das neben bauphysikalischen, physiologischen, psychologischen und ökonomischen Gesichtspunkten auch Aspekte der Baukonzeption umfasst, im Labor nie mit der notwendigen Schlüssigkeit nachahmen. Der sicherste und auf die Dauer weitaus billigste Weg, um zu schlüssigen Resultaten zu kommen, sind gebaute und genutzte Häuser.

### Erhebungen an Wohnhäusern

Wir haben den Energieaufwand mehrerer freistehender Ein- und Zweifamilienhäuser für die Heizperiode 1973/74 ermittelt. Der Heizölbedarf und Stromverbrauch für Heizung, Warmwasser, Licht und Kraft wurde aufgrund der Rechnungen für den Energiebezug festgestellt. Der heizbare Rauminhalt wurde anhand der Baupläne berechnet. Auf Zwei- und vorwiegend Einfamilienhäuser beschränken wir uns, weil sie sich in der Nutzungsart untereinander im allgemeinen weniger unterscheiden als die meisten anderen Bauobjekte. Die Häuser sind zufällig ausgewählt und liegen in ähnlichen Klimazonen. Die folgenden Gebäudetypen wurden unterschieden:

1. 1½- und vorwiegend zweigeschossige Gebäude mit Backsteinaußenwänden, mit rund 20 Prozent Glasanteil und mit Warmwasserzentralheizung, in den zwanziger Jahren gebaut.
2. Gebäude wie unter 1, aber zwischen 1950 und 1970 gebaut.
3. Ein zweigeschossiges Haus mit rund 40 Prozent Fensteranteil und mit Luftheizung, 1958 gebaut.
4. Zwei- und vorwiegend eingeschossige Gebäude, die zwischen 1950 und 1970 erstellt wurden, mit vollverglaster Fassade und mit Luftheizung (vgl. Tabelle 1, Bild 1 und 2)

Die Vergleichswerte zeigen den bekannten Unterschied zwischen den Altbauten der zwanziger Jahre und den Neubauten. Die schlecht isolierten Altbauten sind ursprünglich mit Zimmeröfen für Holz- und Brikettfeuerung und erst später mit Zentralheizungen versehen worden. Bei den Nachkriegsbauten lassen sich keine Unterschiede feststellen, die jene von Bauphysikern errechneten Verbrauchsdifferenzen zwischen gemauerten und Glas-Häusern weder in der Tendenz und schon gar nicht in der Grössenordnung von 40–100% bestätigen. Dies ist um so erstaunlicher, weil die Glashäuser auch auf der Nordseite zum Teil nur Glas als Fassadenmaterial und, weil sie meist einstöckig sind, in der Regel grössere Abkühlungsflächen aufweisen.

Tabelle 1.

	Heizart	Fensteranteil (% der Fassade)	m <sup>3</sup> heizbares Luftvolumen	Heizöl- verbrauch (l)	Heizbares Luftvolumen (l/m <sup>3</sup> )	Strom- verbrauch (kW)	Öl- Äquivalent (l)	Heizbares Luftvolumen (l/m <sup>3</sup> ) Totaler Energie- verbrauch
1.1	O. F. Solothurn	△	270	3700 <sup>1</sup>	13,7	8600	1100	17,8
1.2	W. A. Solothurn	▲	< 20	470	5700	12,1	—	—
1.3	W. A. Langendorf	▲	< 20	640	8200	12,8	—	—
1.4	F. H. Solothurn	▲	< 20	520	7000	13,2	—	—
2.1	H. L. Solothurn	■	22	250	3700	12,7	—	—
2.2	R. S. Münsingen	■	< 20	350	3500	10,0	2400	10,8
2.3	A. B. Münsingen	■	< 20	370	4500	11,8	3800	13,4
2.4	H. J. Konolfingen	□	< 20	380	3500	9,2	12000	12,9 <sup>2</sup>
2.5	K. S. Münsingen	■	< 20	400	3800	9,5	3900	10,6
2.6	R. M. Kyburg	■	< 20	520	4500	8,7	3800	9,5
2.7	H. S. Münsingen	■	< 20	570	4500	7,9	3000	8,5
2.8	P. H. Münsingen	■	< 20	620	6000	9,7	3000	10,2
2.9	H. P. Münsingen	■	20	900	10000	11,1	9700	12,4 <sup>3</sup>
3.1	M. S. Biel	□	42	570	5000	8,9	6800	10,2
4.1	S. P. Hessigkofen	○	90	320	3100	9,7	4200	11,2
4.2	A. B. Gösgen	⊙	90	570	5500	9,7	—	—
4.3	F. F. Mörigen	⊙	90	650	6000	9,2	8000	10,7 <sup>4</sup>
4.4	P. S. Münsingen	⊙	90	680	7500	11,0	—	—
4.5	F. P. Lostorf	⊙	90	1220	9400	7,7	16000	9,2

△ Luftheizung, ursprünglich Zimmerofenheizung

▲ Warmwasserheizung, ursprünglich Zimmerofenheizung

■ Warmwasserheizung

□ Luftheizung

○ Luftheizung

⊙ Luftheizung mit Kühlung

<sup>1</sup> Äquivalent von 5450 m<sup>3</sup> Erdgas

<sup>2</sup> Sauna

<sup>3</sup> Hallenbad

<sup>4</sup> ungeheiztes Schwimmbad

Die in der Tabelle 1 aufgeführten Glashäuser 3.1–4.5 sind mit Luftheizungen, sogenannten Winterluftkonditionierungsanlagen ausgerüstet, mit den Komponenten Heizung, Lüftung, Schmutzfilterung, Befeuchtung und Steuerung des Frischluftanteils. Mit der Ausnahme von 4.1 werden die Häuser künstlich gekühlt. Das wesentliche Problem tritt bei den Glashäusern nicht im Winter, sondern im Sommer auf. In dem Glashaus ohne künstliche Kühlung sind Flügel zur Querlüftung eingebaut; die Luftheizanlage dient zur Luftumwälzung, und, über eine Uhr geschaltet, führt diese Anlage im Sommer automatisch kühle Nachtluft ins Haus. Wegen der Möglichkeit, die Häuser kontinuierlich lüften zu können, ist der Anteil der zu öffnenden Fensterflügel und damit der Wärmeverlust durch die Fälze der Flügelrahmenfläche relativ klein. Die undurchsichtigen Fassadenteile und Dächer haben eine relativ hohe Wärmedurchgangszahl von  $k$  0,4–0,6. Der physiologisch schlechte Effekt der niedrigen Oberflächentemperatur der Gläser wird ausgeglichen, indem die ganzen Flächen mit Warmluft bestrichen werden (Warmluftvorhang). Die Effekte der geringen Amplitudendämpfung und der kürzeren Phasenverschiebung wird durch das Luftheizsystem ausgeglichen.



## Woher kommen die Differenzen?

Für die *Unterschiede* zwischen den Rechnungen von Bauphysikern und der Wirklichkeit dürfte es mehrere Gründe geben. Der eine kann im *Heizungssystem* liegen. Alle Glashäuser verfügen über eine Luftheizung ohne Grundlastheizung; dieses System führt zeitweise eingestrahelte Wärme in die der Sonne abgewendeten Räume. Der andere kann dem gewählten *Heiz- und Lüftungsregelsystem* zugeschrieben werden. Der wichtigste Grund für das Auseinanderklaffen von Forschungsergebnissen und Wirklichkeit kann in der noch ungenügenden Kenntnis über die *Wärmegewinnung durch Einstrahlung*, insbesondere auch über den Wärmegewinn aus der Energie des Tageslichts an sonnenlosen Tagen, liegen.

Ein anderes Problem liegt im verschieden grossen Ölverbrauch im Verhältnis zum heizbaren Luftvolumen. Mit unterschiedlichen Heizgewohnheiten und Wärmedämmungen allein ist dieser Unterschied nicht zu begründen. Gemauerte Häuser haben die Tendenz zu einem prozentual höheren Ölverbrauch für kleinere heizbare Volumina. Wahrscheinlich wirkt sich hier der prozentual höhere Fassadenanteil aus. Wir vermuten aber auch, dass die Anlage des Gebäudes einen erheblichen Einfluss auf das Raumklima und somit auf den Energieaufwand haben kann; dass dabei die Bauphysik *allein* keine endgültigen Antworten geben kann, liegt auf der Hand. Dazu fehlen zulängliche Erhebungen. Der Vergleich mit Einfamilienhäusern zeigt aber – was bei Schul-, Verwaltungs- und Industriebauten ebenfalls zu beobachten ist –, dass die Daten der Labor- und laborähnlichen Forschung mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmen. Sicher ist, Glashäuser sind in bestimmten Zusammenhängen der Bauanlage und der technischen Installationen mindestens so energiefreundlich wie «optimal isolierte Häuser».

Der Labor- und laborähnlichen Forschung machen wir vor allem den Vorwurf, dass sie *forschungsmethodisch unzulänglich* ist, sofern das *systemtheoretische Axiom* stimmt, wonach «eine Systemerscheinung nicht in einem gerade in Betracht gezogenen Einzelglied verwirklicht ist». Allein mit Wärmedurchgangszahlen von Glas- und gemauerten Fassaden lässt sich jedenfalls der Energieaufwand für das künstliche Raumklima in Häusern und dessen Wirtschaftlichkeit nicht ermitteln. Dafür sind die Zusammenhänge von Haus, Räumteilen, Bauteilen und deren gegenseitiger Zuordnung, der technischen Anlagen, Nutzungsweisen, Standorte usw. zu komplex. Sie lassen sich auch nicht annähernd simulieren; die *Labors* können hier *nur die bewohnten Häuser* sein. Aber auch sie sind nur dann die geeigneten Labors, wenn die Forschung bereit ist, die Probleme in *allen* Zusammenhängen zu sehen und nichts künstlich abzublenden, was zur komplexen Natur gehört.

## Gesamtenergiebilanz

Die Energiemenge für das künstliche Raumklima bildet nur einen Teil des Gesamtaufwandes an Energie, den ein Haus verursacht. Erheblich Energie benötigen die Produktion von Baustoffen und Bauelementen, ihr Transport und die Erstellung des Hauses. Zudem wird potentielle Energie durch den Abbau von natürlichen Baustoffen der Energiegewinnung entzogen. Die Erstellung der technischen Einrichtungen und der Bauanlagen für die Herstellung von Baugütern erfordert ihrerseits Energien, ebenso der Bau und der Unterhalt der Transportwege.

Jedes Haus kann in der Regel nur «genutzt» werden, wenn es einer Infrastruktur angeschlossen ist, deren Erstellung ebenfalls Energien beansprucht. Der Unterhalt der Häuser und ihrer Infrastruktur, wie die Erneuerung, die Umbauten, Reparaturen und die Reinigung, kann ohne die Verwendung von Energie nicht vorgenommen werden. Die Betriebsenergie für Licht und Kraft, für die Wasseraufberei-

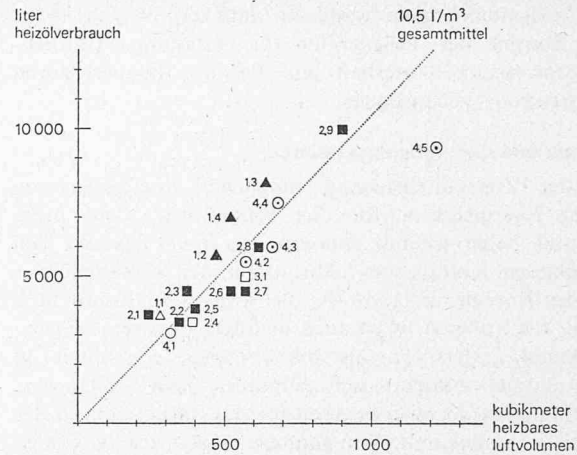


Bild 1. Verhältnis von heizbarem Luftvolumen zu Heizölverbrauch

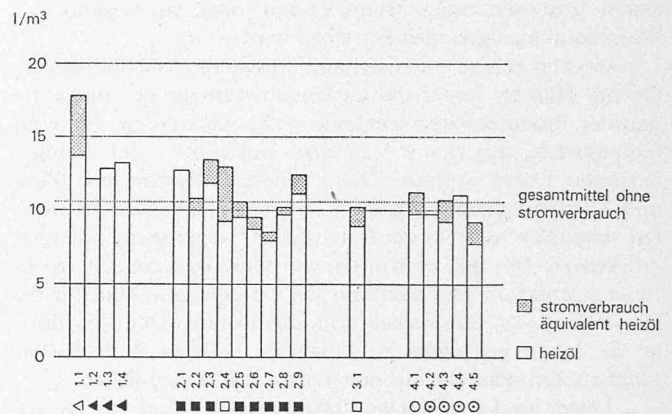


Bild 2. Heizölverbrauch je Kubikmeter heizbares Luftvolumen

tung und die Ver- und Entsorgung sowohl der Häuser als auch deren Infrastruktur kommt zu jener für das Raumklima hinzu.

Beinahe jedes Haus und jede Infrastruktur sind einmal zum Abbruch verdammt, der wiederum Energien benötigt. Der gesamte Energieaufwand für ein Gebäude setzt sich demnach wie folgt zusammen:

Tabelle 2.

Gesamtenergieaufwand	für das Gebäude	für die direkte Erschliessung und den dem Gebäude zugehörigen Anteil der Infrastruktur
Erstellungsenergie	Energiepotential der natürlichen Baustoffe Herstellung der Baustoffe, Halbzeuge und Bauteile Transporte Herstellung	Energiepotential der natürlichen Baustoffe Herstellung der Baustoffe, Halbzeuge und Bauteile Transporte Herstellung
Unterhaltsenergie	Erneuerung, Umbauten, Reparaturen, Reinigung	Erneuerung, Umbauten, Reparaturen, Reinigung
Betriebsenergie	Raumklima Licht und Kraft Wasseraufbereitung	Licht und Kraft Wasser Ver- und Entsorgung
Abbruch- und Regenerierungsenergie	Abbruch Energiepotential der Abbruchteile	Abbruch Energiepotential der Abbruchteile

Der Gesamtenergieaufwand im Jahr ergibt sich somit aus der Summe der Teilenergien für Erstellung, Abbruch- und Regenerierung, Unterhalt und Betrieb, dividiert durch die mutmassliche Lebensdauer.

### Raumklima und Gesamtenergiebilanz

In der Zusammenstellung möglicher Energiefaktoren steht der Energiefaktor für das Raumklima nicht mehr isoliert und beherrschend, sondern nur noch als ein Teil eines grösseren Komplexes. Selbst unter der Annahme, der Faktor des Energieaufwands für das künstliche Raumklima dominiere die anderen, wird doch deutlich, dass sein prozentualer Anteil anders ist, als die eingangs erwähnten 50 Prozent; damit verändert sich zumindest sein Stellenwert. Aber vorläufig ist der Energieanteil für das Raumklima in der Gesamtbilanz unbekannt. Wir glauben jedoch, die Beschäftigung mit dem Problem der Wärmedämmung von Häusern in dem dargestellten grösseren Zusammenhang werde zu einem präziösen Spiel, wenn es nur oder vorwiegend mit Wärmedurchgangszahlen betrieben wird.

In einer ersten Untersuchung müsste die Erstellungenergie der Häuser, ferner die Gewinnungsenergie der Baustoffe und der bezugsbereiten Gebäude gemessen werden. Sie wird umfangreich sein, kann sich aber auf mehr oder weniger bekannte Daten stützen. Dann müssten verschiedene Bau- und Konstruktionskonzepte mit den entsprechenden Baustoffen verglichen werden, um festzustellen, wie gross die Energiedifferenzen für die verschiedenen Bauweisen und Baukonzepte ausmachen. Die Kenntnis des Energieaufwandes für die Herstellung von Bauwerken und aller Nebenwirkungen dürfte die heute gepflegten Auseinandersetzungen in ein neues Licht rücken oder gar aus den Traktanden fallen lassen.

Leider sind erst wenige Daten bekannt, und die statistischen Zahlen lassen keine zuverlässige Hypothese zu über Zusammenhänge, die wahrscheinlich wesentlich anders aussehen als jene, die man heute annimmt.

In der Schweiz kennen wir nur die Arbeit von *Fritz Fischer* («Gedanken über die Zukunft von Wald und Holz», Schweiz. Zeitschrift für das Forstwesen, März-Heft 1973). Dort sind zwei Rechnungen des Energiebedarfs für den Bau eines Einfamilienhauses von rund 1000 m<sup>3</sup> umbauten Raumes vorgelegt. Die erste Rechnung ergibt für die Ausführung in Stahlbeton und Backstein einen Gesamtenergieverbrauch von 0,3 bis 0,4 × 10<sup>12</sup> cal, was einem Erdölquantum von 30 bis 40 Tonnen entspricht. Die zweite Rechnung, für das gleiche Haus in Holz, ergibt ein Äquivalent von 15–25 Tonnen oder eine Einsparung von mindestens 15 Tonnen bzw. 40–50%! Auch wenn eingewendet wird, Holz stehe nur sehr beschränkt zur Verfügung und lasse sich aus verschiedenen Gründen nur beschränkt anwenden, so deuten diese Zahlen zumindest die Brisanz der Fragestellung an, die hier angeschnitten ist.

Nach *A.B. Makhijani* und *A.J. Lichtenberg* («Energy and Well-Being», Environment 14, 1972, zitiert nach F. Fischer, Schweiz. Zeitschrift für das Forstwesen, 5, 1974) betrug 1968 der Energieaufwand für die Herstellung nur von Baustoffen für alle Bauten in den USA 5800 kW pro Kopf der Bevölkerung. Umgerechnet auf die schweizerische Bevölkerung von 1970 (6,27 Mio Einwohner) ergäbe dies für die Herstellung von Baustoffen eine Energiemenge, die 3 Millionen Tonnen Erdöl entspricht. Das heisst, für alle Produktionsvorgänge im Hochbau und dessen Infrastruktur, für Unterhalt, Betrieb und Regenerierung ist die Energiemenge wesentlich höher als jene für die Raumheizung, die 1972 dem Äquivalent um 8 Mio Tonnen Erdöl entsprach.

Im Jahre 1971 sind für rund 1,9 Mia Franken Kohle und Erdöl eingeführt worden; davon ist die Hälfte für das Raumklima in Hochbauten verwendet worden. Für 12,2 Mia

wurden Rohstoffe und Halbzeuge eingeführt (Quelle: Statistisches Jahrbuch der Schweiz, 1974), die zu einem grossen Teil in Hochbauten und ihrer Infrastruktur verwendet wurden. Die für die Gewinnung und Verarbeitung dieser Güter aufgewendete Energie wurde also ebenfalls eingeführt; ihre Menge ist in keiner Statistik enthalten.

So wenig wir im Augenblick über die Gesamtbilanz eines Hauses wissen, so deutlich zeigen die Zahlen, dass die Heizenergie nicht als isoliertes Problem behandelt werden darf, wenn es darum geht, Zutreffendes über den Energiehaushalt von Hochbauten auszusagen.

Was von der Gesamtenergiebilanz gesagt ist, gilt selbstverständlich auch für die *Gesamtkostenbilanz* eines Bauwerks. Der Kosten- und Energieaufwand für verschiedene Baustoffe, Konstruktionsarten und Bauweisen ist unterschiedlich. Kenntnisse über die Unterschiede fehlen.

### Bauanlage und Energiebilanz

Die Energiebilanz dürfte aber nicht allein von den verwendeten Baustoffen, Konstruktions- und Nutzungsarten abhängig sein, sondern ebenso von der gesamten Bauanlage. Unter Bauanlage oder «Baukonzept» verstehen wir die räumliche Zuordnung von Bauteilen und Gebäudeteilen zueinander sowie die gesamten Zusammenhänge zwischen der Baukonstruktion, den technischen Anlagen und der Regelanlage. Je nach Anlage können Wirkungen verschieden oder gleiche Wirkungen zu anderen Zeiten auftreten. Ein Vordach auf der Südfassade zum Beispiel, das über die Mittagszeit im Sommer keine, im Winter aber alle Sonne in ein Zimmer einfallen lässt, bewirkt im Sommer eine geringere Aufheizung, während im Winter das Vordach in diesem Zusammenhang keine Wirkung hat.

Wir sind überzeugt, dass die Bauanlage einen wesentlichen Faktor bei der Berechnung der Energiebilanz abgibt, will man die ganze Wirklichkeit und damit die «ganze Wahrheit» über das Problem «Gebäude und Energie» erfahren. Wir können das aber nur behaupten, nicht beweisen. Nach unserem Wissen hat sich noch niemand mit diesen komplexen Zusammenhängen ernsthaft befasst. Das dürfte auch ein Grund dafür sein, weshalb die Resultate isolierter Einzeluntersuchungen eine solche Bedeutung in der Fachwelt erlangt haben. Um so wertvoller sind Arbeiten von Bauphysikern, die sich von der einseitigen Betrachtungsweise abwenden, wie *Ralph Sagelsdorff*, dem Chef der Abteilung für Bauphysik an der EMPA, der im gleichen Sinn sagt, dass das Gebäude als Ganzes betrachtet werden muss, und zum Schluss kommt, dass «der Anteil der Fensterfläche allein [...] nicht die entscheidende Grösse im Heizenergie-Bedarf» ist («Heizenergie-Einsparung durch bauliche Massnahmen, Einsparungen von Heizenergie...», Schriftenreihe der Schweiz. Vereinigung für Gesundheitstechnik, Nr. 41, 1975, S. 14–19).

Wir wissen über Gesamtzusammenhänge wenig, weil sie sehr schwer zu erfassen sind; wir wissen aber auch noch wenig oder nichts über relativ einfache Probleme. So werden in *Chicago* mit grossen Temperaturmaxima und -minima und in *Genf* noch immer Häuser mit einfacher Verglasung gebaut. Sind diese Bauten bilanzmässig günstiger oder ungünstiger? Es ist eine unbestrittene Regel der Baukunst, dass der *Sonnenschutz* vor den Gläsern angebracht werden muss. Beobachtungen und Berechnungen an gewissen Bauten mit innenliegendem Sonnenschutz müssen an der Regel zumindest für bestimmte Bauanlagen zweifeln lassen. Das gleiche gilt für den Energieaufwand klimatisierter Häuser.

Es gibt aber auch Probleme, die gar nicht zur Diskussion gestellt werden, trotzdem sie für den Energiehaushalt eine grosse Bedeutung haben. Wer würde zur Ofenheizung für Holz- und Brikettfeuerung zurückkehren, trotzdem sie energiemässig günstiger ist als fast alle heutigen Heizungssysteme,



trotzdem die Bergleute auf den Kohlenhalden sitzenbleiben und die Zechen ihre Betriebe wieder einstellen und trotzdem die Unternutzung wegen des Minderverbrauchs von Holz – um F. Fischer zu zitieren – «dem Waldzustand in jeder Beziehung abträglich» ist? Oder sollen Einfamilienhäuser verboten werden, weil der Heizenergiebedarf pro m<sup>3</sup> Gebäudevolumen für ein zweistöckiges Einfamilienhaus um 70 Prozent höher liegt als bei einem elfstöckigen Hochhaus? (*Ralph Sagelsdorff*, oben zitiert) Oder lässt sich der hohe Energieverbrauch einer privaten Sauna durch die gesundheitlichen Vorteile rechtfertigen?

Eine komplexe Betrachtungsweise heutiger Baumassnahmen könnte uns aber zur Einsicht führen, dass gewisse Probleme oft nicht zu lösen sind, sondern nur an eine andere Stelle verlegt werden, wie zum Beispiel bei der Anwendung wärmeabsorbierender oder strahlenreflektierender Gläser.

Mit Sicherheit führen punktuelle Betrachtungsweisen und «monoparametrische Studien» immer wieder zu Kurz- und Fehlschlüssen – etwa zu der irrigen Vorstellung, eine höhere Leistungsspitze einer Heizanlage, wie sie in Glashäusern zu finden sind, habe automatisch einen höheren Energieaufwand für die ganze Heizperiode zur Folge. (Nach der Empfehlung des SIA über «Wärmeleistungsbedarf von Gebäuden» Nr. 380, 1975, S. 4, setzt sich der Wärmeleistungsbedarf eines Raumes nur aus Wärmeverlusten zusammen; von Gewinnen und der der Wirklichkeit entsprechenden

Bilanz ist nicht die Rede. Das wirkt sich auf die Füllung der Öltanks aus, die für den Jahresbedarf nach der Formel auf Seite 67 bemessen, bei Glashäusern bis zu zwei Jahren ausreicht). In gutem Glauben werden dann kurzschlüssige Erkenntnisse in Normen, Reglemente und Gesetze übertragen, und fristen dort eine jahrzehntelange Existenz.

Der Entwurf der Regierung der Bundesrepublik für ein «Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden» vom 18. August 1975 spricht ebenfalls nur von «Energieverlusten» und dementsprechend nur von «Wärmeschutz». In der Begründung werden Behauptungen über den Nutzen der zu treffenden Massnahmen aufgestellt, die nicht nachprüfbar sind, weil Quellenangaben fehlen. Die Grundanlage des Gesetzentwurfs und die Begründung negieren die Gesamtzusammenhänge von Gebäude, Gebäudenutzung und Energieaufwand und widersprechen damit einfachsten Voraussetzungen für eine formale Rechtsetzung.

Die Fragen des Energiehaushalts werden nur dann zutreffender behandelt, wenn sich das Bewusstsein für eine Forschungsmethodik gebildet hat, die der realen Komplexität des Problems entspricht.

Adresse der Verfasser: Prof. *Franz Füeg*, Département d'Architecture, 12, av. de l'Eglise-Anglaise, ETH Lausanne, 1001 Lausanne. Prof. *Fritz Haller*, Institut für Baukonstruktion, Universität Stuttgart, Keplerstr. 11, D-7 Stuttgart.

## Die Regelung für die Aufnahme von HTL-Absolventen an die ETH-Zürich

Von *Heinrich Ursprung*, Zürich<sup>1)</sup>

DK 378.21

In der *Diskussion um die Reform des Bildungswesens* stösst man immer wieder auf den Begriff der *Durchlässigkeit*. Man meint damit, dass die verschiedenen Bildungszüge nach Möglichkeit keine Sackgassen darstellen sollten, aus denen heraus ein Übertritt in einen anderen Bildungszug nicht möglich ist.

Absolventen der höheren technischen Lehranstalten (HTL) befanden sich früher mit Bezug auf das Studium an der ETH insofern in einer Sackgasse, als sie als Voraussetzung für die Aufnahme an die ETH entweder eine Maturitätsprüfung nachholen oder aber eine volle Aufnahmeprüfung zu bestehen hatten, wonach sie ins erste Semester eintreten konnten. Die Praxis an den HTL hat nun aber gezeigt, dass es dort Schüler gibt, die relativ spät zur Überzeugung kommen, ein akademisches Studium ergreifen zu wollen, und von denen die Lehrer der Meinung sind, sie besässen die hiezu nötige Eignung. Für solche höchstqualifizierte Absolventen der HTL bedeutet aber die herkömmliche Zulassungsvorschrift ein schweres Handicap.

Vor einigen Jahren sind deshalb Vorarbeiten angelaufen mit dem Ziel, für solche HTL-Absolventen eine *sinnvollere Übertrittsregelung an die ETH* zu ermöglichen. Das Vorhaben wurde seitens der ETH Zürich von Prof. *Christoph Wehrli* und seitens des Technikums Winterthur von Prof. *Oberle* mit grossem Einsatz zielstrebig vorbereitet, wobei zum vornherein vereinbart wurde, dass die *neue Übertrittsregelung* auf die *bestqualifizierten Absolventen der HTL* beschränkt bleiben sollte, damit die höheren technischen Lehranstalten nicht Gefahr laufen, zu Vorbereitungsschulen für die technischen Hochschulen zu werden.

Der Schulrat hat in der Folge – erstmals am 13. September 1974 – beschlossen, HTL-Absolventen mit einem *Notendurchschnitt von 5,0* nach einer *einjährigen Zusatzausbildung am*

<sup>1)</sup> Exposé, gehalten an der Pressekonferenz auf dem Hönningerberg am 29. Juni 1976.

*Technikum Winterthur* und an der *ETH Zürich* zu einer *Aufnahmeprüfung* zuzulassen in Form der zweiten Vordiplomprüfung jener Fachabteilung, die der Studienrichtung an der HTL entspricht. Die Prüfung ist ergänzt durch einen Aufsatz in der Muttersprache, und der erfolgreiche Absolvent dieser Prüfung wird dann in das fünfte Semester des entsprechenden Normalstudienplans an der ETH aufgenommen. Der Schulratsbeschluss von 1974 bezog sich auf die HTL-Richtungen *Tiefbau, Maschinenbau, Elektrotechnik* und *Chemie* und auf die entsprechenden ETH-Zürich-Fachabteilungen Bauingenieurwesen, Maschineningenieurwesen, Elektrotechnik und Chemie. In zwei weiteren Beschlüssen hat der Schulrat dann 1975 das Spektrum der Abteilungen erweitert, die nach neuer Ordnung HTL-Absolventen aufnehmen, und anlässlich seiner Sitzung vom 20. Mai 1976 hat er schliesslich die Regelung auf *alle Fachabteilungen* ausgedehnt, mit *Ausnahme der Abteilung für Pharmazie*.

Weiter hat der Schulrat an dieser Sitzung beschlossen, HTL-Absolventen den Übertritt auch in solche ETH-Abteilungen zu erleichtern, die nicht den Stammabteilungen der HTL-Abteilungen entsprechen. So kann neuerdings etwa ein Ingenieur-Techniker der Richtung Hochbau an der Abteilung für Kulturtechnik der ETH studieren oder ein Maschinenbauer an der Abteilung für Physik und Mathematik. Solche Kandidaten belegen die ersten zwei Semester der betreffenden Fachabteilung, machen dann eine Prüfung in der Muttersprache und in einer Fremdsprache und haben sich anschliessend der ersten Vordiplom-Prüfung der Fachabteilung zu unterziehen. Bestehen sie diese, werden sie als Studierende ins dritte Semester aufgenommen.

Wie ist die neue Regelung zu beurteilen? Sowohl innerhalb der ETH Zürich als auch in der HTL-Direktoren-Konferenz wurde sie natürlich eingehend diskutiert; sie fand einhellige Unterstützung. Die *Zürcher Regierung* hat die nötigen Kredite bewilligt, die erforderlich waren, damit die