

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 104 (1986)
Heft: 8

Artikel: Heizgradtage und Energieverbrauch
Autor: Wick, Bruno
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76079>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur SIA-Publikationsreihe «Energiekennzahlen von Gebäudegruppen»

Die beiden folgenden Artikel setzen die SIA-Publikationsreihe «Energiekennzahlen von Gebäudegruppen» fort. Mitte 1986 folgen dann noch die zwei letzten Artikel der laufenden Serie.

Die Untersuchung über den Zusammenhang zwischen Heizgradtagen und Energieverbrauch zeigt, dass sich Klimaschwankungen nur in abgeschwächter Form auf die Energiekennzahlen von heute üblichen Wohnbauten auswirken. Damit wird die Empfehlung erneut bestätigt, wonach bei der Beurteilung des jährlichen Energieverbrauchs

von bestehenden Gebäuden die Klimaschwankungen in der Regel vernachlässigt werden dürfen (SIA-Empfehlung 180/4, «Energiekennzahl», Ziffer 2.22). Interessant ist auch, dass sich bei gut isolierten Gebäuden ein kalter Winter prozentual stärker auswirkt als bei Gebäuden mit schlechtem Wärmeschutz.

Im zweiten Artikel werden Energiekennzahlen der Gebäudegruppe «Heime» publiziert. Da Heime zum Teil ähnlich wie Wohnbauten genutzt werden, überrascht es nicht, dass auch vergleichbare Energiekennzahlen

nachgewiesen wurden. Bisher haben aber Untersuchungen grösseren Umfangs, wie die nachfolgend vorgestellte über Heime der Stadt Zürich, gefehlt, die dies bestätigt hätten. Diese Publikation zeigt zudem erneut auf, wie nützlich die aus Energiekennzahlen ableitbaren Sparpotentiale sind, wenn es darum geht, für einen sehr heterogenen Gebäudebestand eine energietechnische Sanierungsstrategie aufzustellen.

An dieser Stelle sei auch dem Hochbauinspektorat der Stadt Zürich für die Erlaubnis zur Publikation der Untersuchungsergebnisse bestens gedankt.

Kurt Meier, Zürich
Bruno Wick, Widen

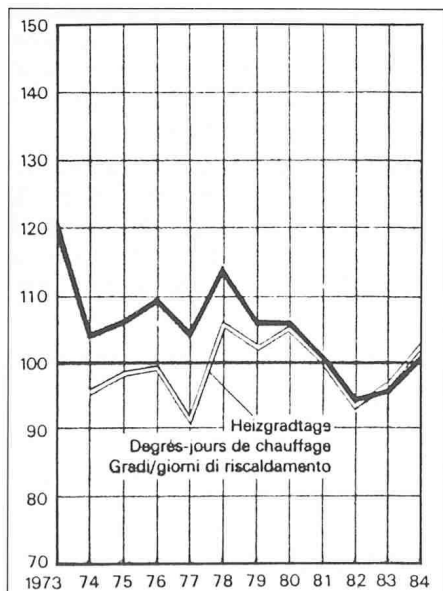
Heizgradtage und Energieverbrauch

Bruno Wick, Widen/Mutschellen

Der Zusammenhang zwischen Energieverbrauch pro Heizperiode und Anzahl der Heizgradtage in eben dieser Periode ist ein recht komplexes Problem. Im Bundesamt für Energiewirtschaft bestand eine Arbeitsgruppe zur Klärung dieser Zusammenhänge. Sie stellte ihre Tätigkeit ohne Publikation der Ergebnisse ein. Andererseits erscheint in den Energiesparnachrichten des BEW [1] regelmässig eine Graphik (Bild 1), die den Zusammenhang verblüffend eindeutig aufzeigt. Sie hat als Periode allerdings das Kalenderjahr, obwohl 90% aller Heizkostenabrechnungen als Periode die Heizsaison (Juli bis Juni) ausweisen. Auf die Frage all jener, die wissen möchten, wieviel der Ölverbrauch, beispielsweise bei einer Zunahme der Heizgradtage um 10%, grösser werden darf, konnte bisher kaum eine qualitative Antwort gegeben werden.

Im Zuge der 1984 erfolgten Wiedererhebung der Energiekennzahlen von Mehrfamilienhäusern [2] durch die SAGES – 5 Jahre nach der Ersterhebung – wurde versucht, diesen Fragen etwas vertieft nachzugehen, weil zufälligerweise zwischen 1982/83 und 1983/84 die Heizgradtage eine ausserordentli-

Bild 1. Heizöl extra-leicht (Quelle: Energie-Spar-Nachrichten Nr. 48/1985)



che Zunahme um 10% von 3320 auf 3690 aufwiesen (Werte gültig für Zürich).

Solche Chancen ergeben sich sehr selten. Bei einer kleinen Veränderung der Heizgradtage ist es nämlich ausserordentlich schwierig, mit der Statistik Phänomene aus der Energiekennzahl herzuleiten, weil die Veränderungen nur etwa im Unschärfbereich der Erhebungen selbst erfolgen. Da von einem sehr grossen Bestand an Mehrfamilienhäusern (über 20 000 Wohnungen) die wichtigsten Daten wie Energiebezugsfläche und 5 Jahresverbräuche auf Datenträgern gespeichert waren, konnten Untersuchungen am grossen Sprung der Heizgradtage 1982/83 zu 1983/84 mit vernünftigen Zusatzaufwand gemacht werden.

Ziel der Untersuchung

Das Ziel der Untersuchung war die Beantwortung folgender Fragen:

□ Um wieviel Prozent steigt der Endenergieverbrauch (z. B. Öl oder Gas), wenn die Heizgradtage in der Jahresperiode um X% zunehmen:

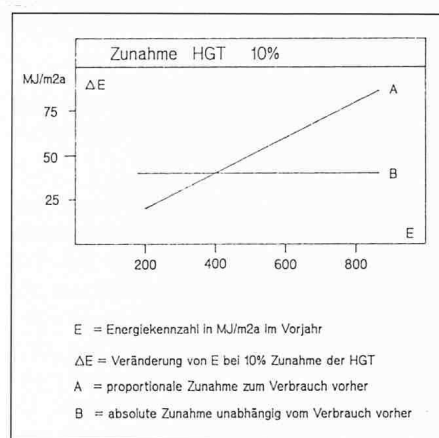


Bild 2. Zusammenhang Energieverbrauch und Heizgradtage

- bei Fernwärmeobjekten (Wirkungsgradverluste extern)
- bei Heizkesseln (ohne Brauchwassererwärmung)
- bei Kombikesseln (für Heizung und Warmwasser)

□ Besteht ein Unterschied, je nach Grösse und Alter der Objekte?

□ Besteht eine Proportionalität zwischen der Höhe der Energiekennzahl und ihrer Veränderung bei einer Zunahme der Heizgradtage, oder ist die Zunahme für alle Objekte etwa gleich gross (Bild 2)?

Aufteilung des Energieverbrauchs

Die Aufteilung des Energieverbrauchs in einzelne Sektoren (Transmission, Konvektion, Warmwasser, Heizungsverluste usw.) kann heute mit der Energiebilanz nach SIA 380.1 «Energie im Hochbau» für alle definierten Zustände mittels EDV gerechnet werden. Die mittlere Aufteilung des Energieverbrauchs des häufigsten schweizerischen Mehrfamilienhauses, dessen Geometrie, Heizung, Konstruktionskennwerte

usw. recht gut bekannt sind, wurden berechnet und den folgenden Überlegungen zugrunde gelegt.

Die Mittelwerte für die einzelnen Sektoren können teilweise auch gemessen werden. Sie wurden durch die statistischen Erhebungen über den Energieverbrauch sehr gut bestätigt [3]. Bild 3 zeigt die Grössenordnung der Sektoren je für das durchschnittliche Mehrfamilienhaus und für ein wärmetechnisch saniertes Haus. Die gleichen Werte sind auch aus Tabelle 1 ersichtlich.

Die Aufteilung des Energieverbrauchs nach Sektoren gilt sowohl für grosse als auch für kleine, alte oder auch gut isolierte Bauten. Die Heizgradtage können nun variieren nach der Anzahl oder nach deren Verteilung (z. B. milder Winter und kalter Frühling). Über den Einfluss der Verteilung der Heizgradtage kann mit der vorliegenden Untersuchung qualitativ noch nichts ausgesagt werden. Mit Sicherheit machen 200 zusätzliche Heizgradtage in einem Wintermonat (Dezember, Januar oder Februar) wesentlich weniger als 200 zusätzliche Heizgradtage zu Beginn oder am Ende der Heizperiode. Diese Erfahrung musste mancher Liegenschaftsverwalter im letzten kalten Januar machen. Dieser sehr kalte Monat hatte einen sehr geringen Einfluss auf die Heizkostenabrechnung 1984/85.

Die Abhängigkeit der Sektoren von den Heizgradtagen

Die *Standverluste* sind praktisch unabhängig von den Heizgradtagen (Ausnahme: zu grosse Heizraumfenster, unterkühlter Heizungsraum).

Die *Verbrennungsverluste* laufen proportional zum effektiven Verbrauch.

Der *Warmwasserverbrauch* und die *Verleilverluste* sind unabhängig von den Heizgradtagen.

Die *Konvektionsverluste* (Energie zur Deckung der Lüftungsverluste) steigen und fallen praktisch proportional zu den Aussentemperaturen. Bei etwa -4°C Aussentemperatur stellt man allerdings eine wesentliche Veränderung im allgemeinen Lüftungsverhalten fest. Bei sehr tiefen Temperaturen wird weniger oft und vor allem weniger lang (keine Dauerlüfter mehr) gelüftet. Der Energieverbrauch folgt etwa der Charakteristik nach Bild 4.

Die *Transmissionsverluste*, im wesentlichen bestimmt durch den am Bau wirkenden k-Wert und die Temperaturdifferenz aussen/innen, laufen – sofern die Heizungsregulierung in Ordnung

Einheit $\text{MJ}/\text{m}^2\text{a}$	Statistisches CH-MFH $n = 0,5$	Neues oder optimal saniertes MFH	Hoher Verbraucher Hülle unverändert Heizung unausgeglichen $n = 1,0$ Sanierungsfall
	Ist-Zustand	Soll-Zustand	
Wärmegewinnung aus freier Wärme	./20	./130	./150
Transmission	480	160	520
Konvektion	150	140	300
Warmwasser	100	100	100
Heizungsverluste	220	50	280
davon:			
Verbrennungsverluste	(70)	(30)	(130)
Standverluste	(150)	(20)	(120)
Energiekennzahl	730	320	1050

Tabelle 1. Aufteilung des Energieverbrauchs nach Sektoren

Bild 3. Energiebilanz für das häufigste schweizerische Mehrfamilienhaus (Quelle: [3] Schwarz/Wick 1985)

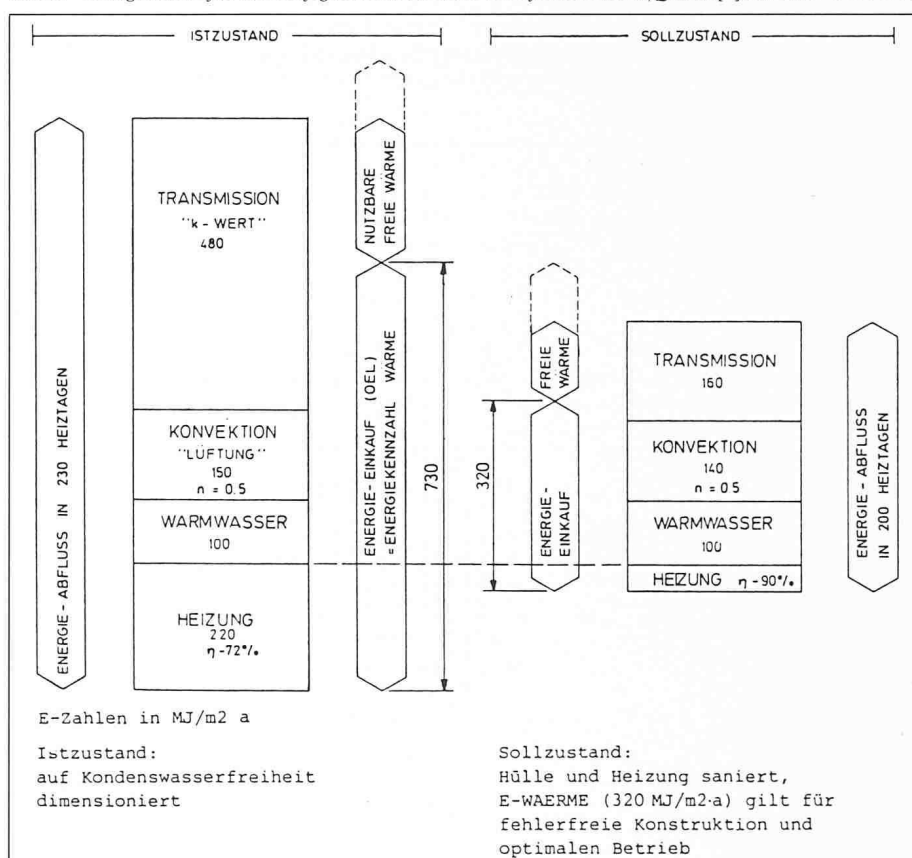


Tabelle 2. Theoretische Berechnung der Verbrauchszunahme bei 10% HGT-Zunahme

* Die Aufteilung der freien Wärme musste geschätzt werden. Alle anderen Werte sind gerechnet worden.

Einheit $\text{MJ}/\text{m}^2\text{a}$	CH-Ø-Haus		Gut isoliertes Haus	
	Normaler Winter Ist-Wert	Kalter Winter + 10% HGT	Normaler Winter Soll-Wert	Kalter Winter + 10% HGT
Transmission	480	525	220	240
./freie Wärme*	170	185	80	75
Netto-Transmission		310		140
Konvektion	150	160	140	155
./freie Wärme*	50	55	50	55
Netto-Konvektion		100		90
Warmwasser	100	100	100	100
Netto-Wärmebedarf	510	545	330	365
Heizungsverluste	60	65	30	35
Standverluste	160	160	20	20
E-Wärme	730	770	380	420
Zunahme: absolut		+ 40		+ 40
relativ		+ 5,5%		+ 10,5%

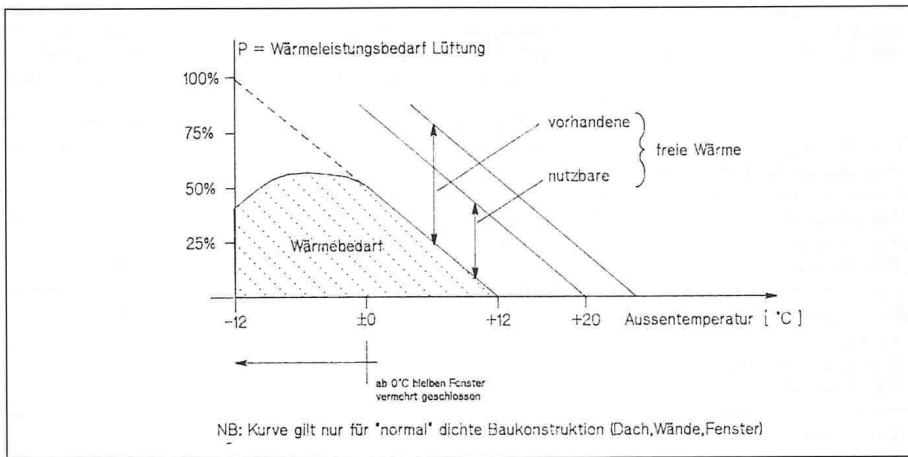


Bild 4. Zusammenhang Aussen- und Innentemperatur und Wärmebedarf für Lüftung

Bild 5. Zunahme der Energiekennzahl 1982/83 bis 1983/84 bei Kombikesseln

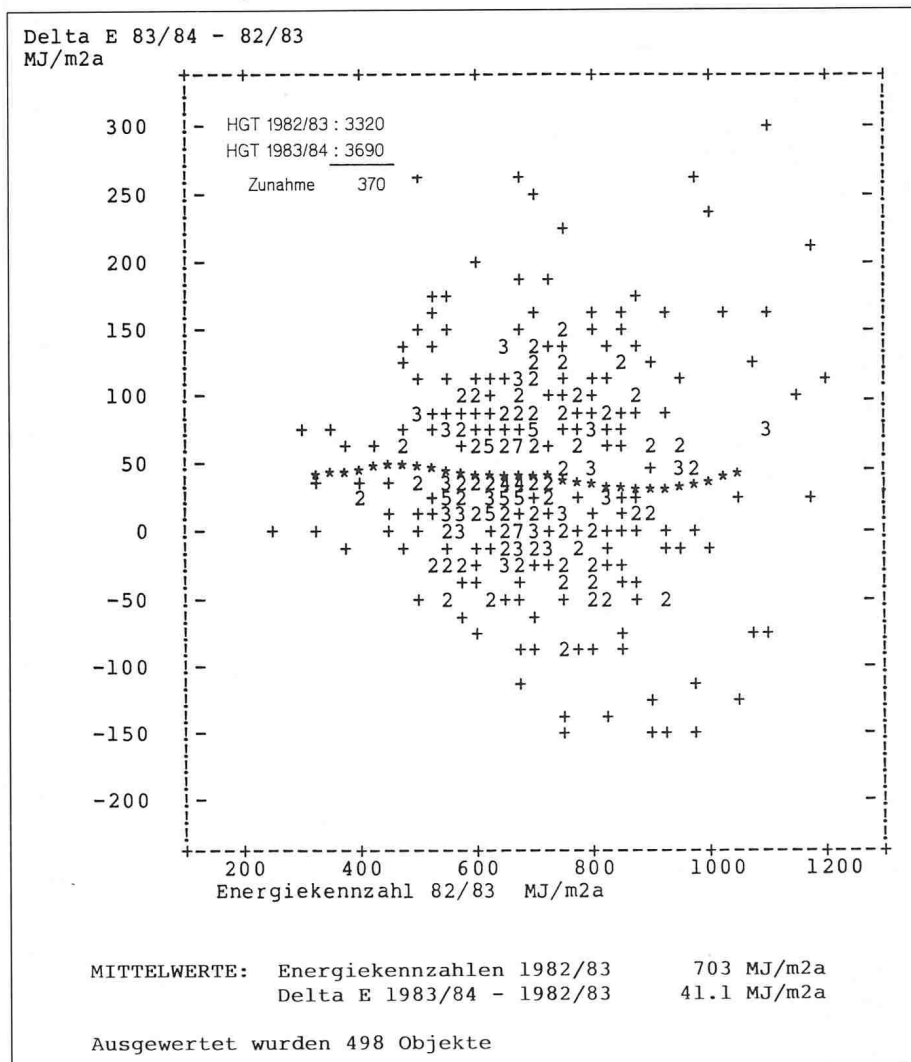


Tabelle 3. Veränderung der Energiekennzahl

Einheit MJ/m²a	Anzahl Objekte	E-Zahl vorher	ΔE bei + 10% HGT	Zunahme
Heizkessel ohne WW	175	548	38,5	7 %
Kombikessel	498	703	41,1	5,8%
Fernwärme	31	612	46,5	7,6%

ist (Steilheit der Heizkurve) – parallel zur Aussen- und Innentemperatur. Hier herrscht fast reine Linearität zwischen Heizgradtagen und Wärmeverbrauch. Nur der Wärmeabfluss in den Keller und nach kalten Innenräumen bleibt von der tieferen Aussen- und Innentemperatur praktisch unbeeinflusst.

Die Nutzung der Freien Wärme hängt wesentlich von der Qualität der Heizungsregulierung ab. Die gebräuchlichsten Systeme, aussentemperaturgeführte Vorlauftemperatur – allenfalls noch ergänzt durch thermostatische Ventile –, sind als Primitiv-Regulierungen zu betrachten. Sie vermögen nur völlig unbefriedigend die verschiedenen Schwankungen, wie Sonnenschein, innere Wärmequellen oder Windauskühlung, auszugleichen. Einzelraumregulierungen wären hier zwei Klassen besser. Da sie aber noch nicht sehr zahlreich sind, müssen sie für diese Untersuchung nicht weiter betrachtet werden.

Über den nutzbaren Wärmegewinn bei verschiedenen Aussen- und Innentemperaturen weiss man noch recht wenig. Der Einfachheit halber nehmen wir im folgenden an, die Wärmegewinne steigen leicht unterproportional zur Zunahme des Wärmebedarfs.

Sowohl beim Durchschnittshaus als auch im gut isolierten Haus beträgt die Zunahme je rund 40 MJ/m² und Jahr. Beim guten Haus sind dies aber 10,5% des Durchschnittsverbrauchs; beim häufigsten Haus jedoch nur 5,5%. Rein analytisch betrachtet, müsste man erwarten, dass sich bei der statistischen Auswertung in Bild 2 die Kurve B (horizontal) ergibt, obwohl dies nicht ohne weiteres vermutet wurde.

Die Resultate der Auswertung

□ Die rechnerisch ermittelten Werte werden statistisch klar erhärtet (Bild 5). Ein Klimasprung von 10% ergibt absolut bei energetisch guten, mittleren oder schlechten Häusern die gleichen absoluten Verbrauchsveränderungen von etwa 40 MJ/m²a. Bei guten Häusern sind dies ebenfalls etwa 10%; beim mittleren (häufigsten) unsanierten Altbau beträgt die relative Veränderung nur noch 5%.

□ Dieses Ergebnis gilt sowohl bei grossen als auch bei kleinen Objekten (Bild 6).

Bei alten Bauten, d. h. bei Bauten aus der Vorkriegszeit, ist die Abhängigkeit des Verbrauchs von den Heizgradtagen eindeutig grösser. Dies ist erklärbar wegen der vielfach noch undichten Fen-

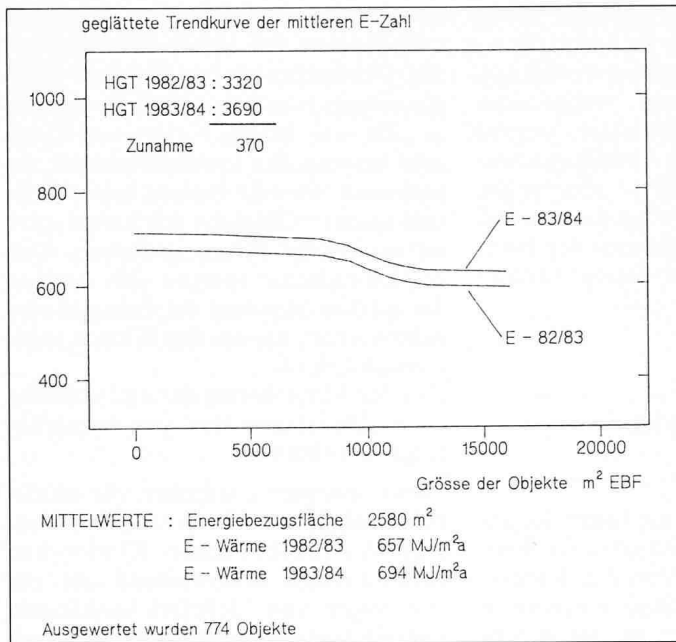


Bild 6. Grössenabhängigkeit der Energiekennzahl je nach HGT

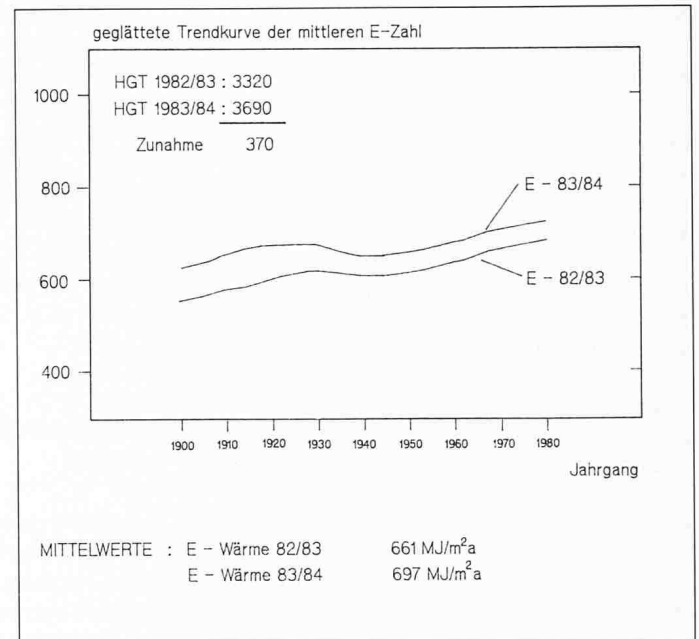


Bild 7. Altersabhängigkeit der Energiekennzahl

ster und der mit Umwälzpumpen nachgerüsteten Schwerkraft-Heizanlagen. Hier kann jeder Wunsch nach mehr Heizwärme erfüllt werden (Bild 7).

□ Die absolute Veränderung hängt vom Heizsystem ab. Die statistische Untersuchung über 20 000 Wohnungen ergab Mittelwerte gemäss Tabelle 3.

Zusammenfassung

Ändern sich die Heizgradtage um etwa 10%, so nimmt der spezifische Verbrauch bei den meisten Mehrfamilien-

häusern um etwa 40 MJ/m²a zu. Bei Bauten mit bereits tiefem Verbrauch (E-Wärme ~ 400 MJ/m²a) sind dies etwa 10% des Verbrauchs und bei mittleren, durchschnittlichen Häusern 5%.

Diese Werte gelten unabhängig vom Heizsystem (Fernwärme, Kombikessel usw.). Im Einzelfall weichen Häuser wesentlich von dieser Aussage ab.

Dann muss man vermutlich die Ursache primär bei der Regulierung suchen. Schlecht eingestellte oder einstellbare Heizkurven sind Ursache für Zehntausende von Tonnen unnötig verbrannten Heizöls.

Adresse des Verfassers: B. Wick, dipl. Ing. ETH/SIA, Ingenieurbüro für Energieplanung und Abdichtungstechnik, Postfach 70, 8967 Widen.

Literaturverzeichnis

- [1] Bundesamt für Energiewirtschaft, Energiesparnachrichten, Monatsbulletin, HRSG BEW, 3003 Bern
- [2] B. Wick, Energiekennzahlen in Mehrfamilienhäusern, SAGES, 8032 Zürich, Widen/Zürich Frühling 1986
- [3] Schwarz/Wick, Wärmeverbrauch des Wohnsektors, BEW Bern, Zürich/Widen Juli 1985

Energiekennzahlen von Heimen der Stadt Zürich

SIA-Publikationsreihe «Energiekennzahlen von Gebäudegruppen»

Von M. Hänger, Zürich

Von Kranken-, Alters-, Kinder- und Jugendheimen der Stadt Zürich sind Energiekennzahlen erhoben worden. Im Durchschnitt erreicht der spezifische Energieverbrauch bei diesen Heimen Werte, wie sie von Mehrfamilienhäusern her bekannt sind, was in Anbetracht der teilweise ähnlichen Nutzung nicht überrascht. Aus diesen Energiekennzahlen sind Energiesparpotentiale abgeleitet worden, welche die Grundlage für das weitere Vorgehen bei der energetischen Sanierung dieses heterogenen Gebäudebestandes bilden. Inzwischen durchgeführte, weitergehende Untersuchungen bestätigen, dass Energiekennzahlen und Sparpotentiale einfach zu handhabende und zuverlässige Planungshilfsmittel sind.

Einleitung

Im Rahmen des Programmes zur energetischen Sanierung der Stadt Zürich (PRESANZ) sind in den Jahren 1981 und 1982 in 3 Etappen

- Krankenhäuser
- Altersheime und Alterswohnheime
- Kinder- und Jugendheime

der Stadt Zürich einer energietechnischen Grobanalyse unterzogen worden. Die Untersuchungen erstreckten sich

auf insgesamt 54 Objekte mit einer totalen Energiebezugsfläche (EBF) von 225 000 m² und einem Gesamtenergieverbrauch von 250 GJ/a und sind im Auftrag des Hochbauinspektorates der Stadt Zürich von den Ingenieur- und Planungsbüros Barbe AG und Basler & Hofmann AG durchgeführt worden.

Ziele und Vorgehen bei der Energiekennzahl-Erhebung

Mit Hilfe der Grobanalysen wollte sich das Hochbauinspektorat der Stadt Zürich einen Überblick über den energetischen Ist-Zustand der von ihm betreuten Heime verschaffen. Aus den Grobanalysen sollte insbesondere auch hervorgehen, bei welchen Gebäuden und in welchem Umfang weitere energetische Untersuchungen angezeigt sind.

Als Indikator des energetischen Ist-Zustandes der verschiedenen Heime fan-