

Energiekennzahlen: Rückblick und Ausblick

Autor(en): **Wick, Bruno**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **104 (1986)**

Heft 49

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76327>

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.

Zur SIA-Publikationsreihe «Energiekennzahlen von Gebäudegruppen»

Die Publikationsreihe «Energiekennzahlen von Gebäudegruppen» wird mit den beiden nachfolgenden Artikeln abgeschlossen:

- Dominique Chuard fasst die Ergebnisse der Untersuchungen über den Energieverbrauch im Spitalbereich zusammen. Hier bedarf es besonderer Aufmerksamkeit der Energieplaner, denn einerseits weist der Spitalbereich ausgesprochen hohe Er-

neuerungsraten der bestehenden Spitäler auf, und andererseits führt sowohl der Neubau als auch die Erneuerung von Spitalbauten zu unwahrscheinlich hohen Energieverbrauchszahlen. Es sind aber auch schon exemplarische Neu- und Umbauten mit sehr tiefen Energiekennzahlen durchgeführt worden.

- Bruno Wick blickt im zweiten Artikel mit

den neuesten Zahlen der INTRAG im Bereich der Mehrfamilienhäuser noch einmal zurück, weist dann auf die Möglichkeiten der Aufteilung der Energiekennzahlen in einzelne Untergruppen hin und gibt schliesslich eine Vorschau auf die kommenden Aufgaben im Bereich der Energiekennzahlen im Elektrizitätsverbrauch.

Mit diesen beiden Artikeln ist die Serie abgeschlossen. Alle bisherigen Artikel werden anschliessend in einer SIA-Dokumentation zusammengefasst werden.

Kurt Meier, Zürich
Bruno Wick, Widen

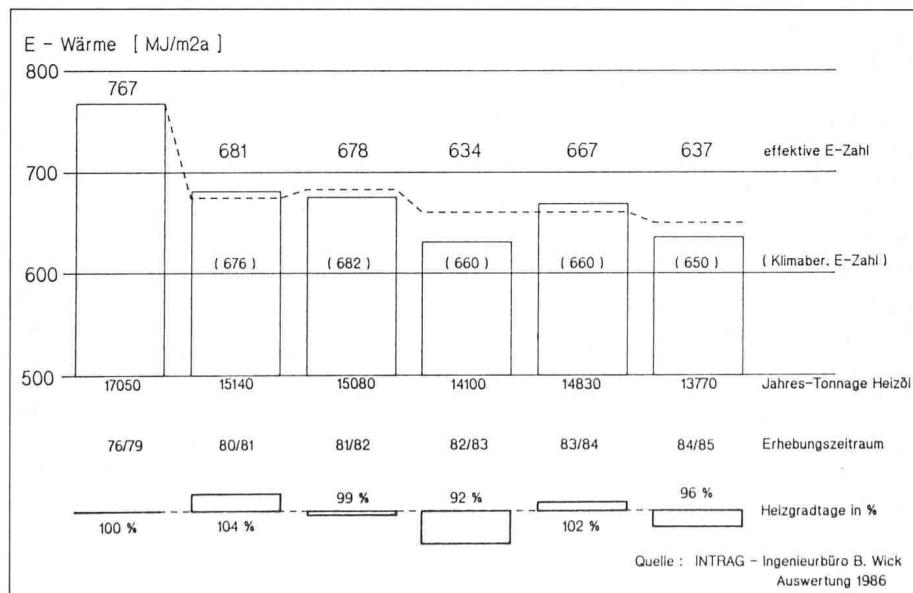
Energiekennzahlen

Rückblick und Ausblick

Von Bruno Wick, Widen

Der Gebäudebestand des von der INTRAG AG geleiteten Schweizerischen Immobilien-Anlagefonds SIMA (Depotbank Schweiz. Bankgesellschaft) ist in bezug auf die Energiestatistik einer der bestdokumentierten. Es liegen nun die Ergebnisse der 6. Erhebung der Energiekennzahlen vor. Mit der vermehrten Anwendung des *Energie-Bilanzmodelles nach SIA 380/1* wird die Aufteilung der Energiekennzahl in ihre wichtigsten Komponenten zunehmend besser bekannt und zum allgemein verständlichen Instrument. Abschliessend weist der Autor darauf hin, dass im Bereich Energiekennzahl «Elektrizität» noch sehr wenig Publikationen vorhanden sind. Mit dem zunehmenden Zwang zur Einsparung von Elektrizität muss dieser Sparte der Erhebungen vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es ist zu hoffen, dass in dieser Zeitschrift in der nächsten Zeit weitere Energiekennzahlen über den Elektrizitätsverbrauch publiziert werden.

Bild 1. Entwicklung der Energiekennzahlen - INTRAG



Verbrauchszahlen INTRAG 1976-1985

Die INTRAG AG der Schweizerischen Bankgesellschaft bemüht sich seit Jahren sehr erfolgreich, den Energieverbrauch in Mehrfamilienhäusern zu vermindern. Erfreulicherweise erlaubt sie auch, jedes Jahr die neuesten Zahlen zu publizieren.

Bild 1 zeigt den Erfolg dieser Bemühungen. Bei der Klimabereinigung wurde berücksichtigt, dass sich nur die Hälfte der Schwankungen der Heizgradtage im effektiven Energieverbrauch niedergeschlagen hat.

Trotz der sehr sorgfältigen Überwachung des Energieverbrauchs gibt es immer noch «Ausreisser», die eine Zunahme aufweisen. Bild 2 zeigt für Kombikessel und Heizkessel die Veränderung (Delta E) der Energiekennzahl in Abhängigkeit des Ausgangswertes (E). Vereinzelte Objekte weisen eine Zunahme auf. Eine grosse Zahl von vor allem kleineren Objekten weisen nur sehr geringe Einsparungen im Bereich von 0-50 MJ/m²a auf. Die grossen Einsparungen wurden bei den Kombikesseln im Bereich von Ausgangswerten 700-1000 MJ/m²a erzielt; bei den Heizkesseln - entsprechend dem kleineren Ausgangsverbrauch - im Bereich von 600-800 MJ/m²a.

Die einzelnen Objekte mit einer Verbrauchszunahme und die grosse Zahl der Objekte mit tiefen Ausgangswerten und kleiner Einsparung führen dazu, dass die mittlere Abnahme von bisher 19% nicht sensationell wirkt. Es gilt aber zu beachten, dass die meisten Ver-

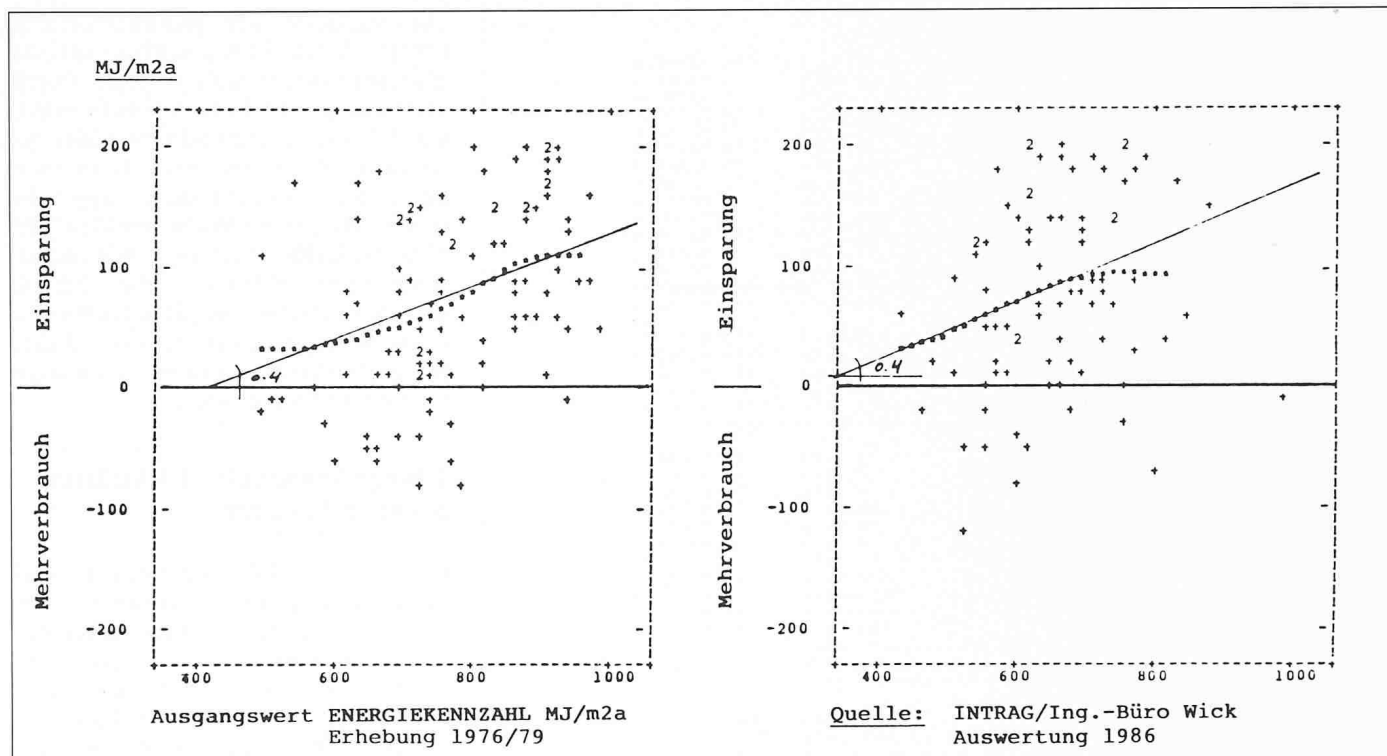


Bild 2. Einsparung/Mehrverbrauch als Energiekennzahl bei Kombikessel (a) und Heizkessel (b)

brauchsreduktionen praktisch ausschliesslich durch technische Massnahmen erzielt wurden, die gesamthaft gesehen sehr wirtschaftlich sind. Auf die freiwillige Einführung der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung wurde bisher aus Rücksicht auf die Investoren und die Gefahr der Bauschäden verzichtet. Die Politik zielt eindeutig darauf hin, den Verbrauch langfristig durch technische Massnahmen zu begrenzen und sich nicht auf die allenfalls erlahmenden Sparanstrengungen der Mieter abzustützen.

In der neuesten Statistik wurden für alle Vergleiche die Fernwärmeobjekte ausgefiltert. Auch nach 6 Jahren Erhebung ist die Unsicherheit über den verrechneten Energieverbrauch bei Fernwärmeobjekten nach wie vor gross, weil die Differenzen von Jahr zu Jahr recht erheblich und zum Teil völlig gegenläufig zu den Heizgradtagen waren. Die gasversorgten Objekte hingegen folgen wie die ölbeheizten tendenziell den Heizgradtagen einerseits und der Sanierungstätigkeit andererseits.

Aus dem Vergleich der Histogramme für Kombikessel-Anlagen im Ausgangszustand und heute (Bild 3) geht die Abnahme der Energiekennzahlen um 1000 MJ/m²a und die Zunahme der Werte um 500 MJ/m²a hervor. Ein letztes Objekt hat noch eine Energiekennzahl über 1000 MJ/m²a. Bei den vereinzelt Objekten über 900 MJ/m²a handelt es sich vornehmlich um Gruppen von mehreren Mehrfamilienhäusern mit einer gemeinsamen Heiz-

zentrale. Dieser Mehrverbrauch bei Gruppenheizungen wurde schon in anderen Erhebungen aufgezeigt.

Die mittlere spezifische Heizleistung als Indikator für den Stand der Heizungsanierungen hat seit Beginn der Erhebungen stark abgenommen. Tabelle 1 zeigt diese Entwicklung.

Die Energiekennzahlen: Transmission und Konvektion

Mit der Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung und der Berechnung von Energiebilanzen gemäss SIA-Empfehlung V-380/1 *Energie im Hochbau* sind schon sehr viele Gebäude detailliert analysiert worden. Bild 4 zeigt die Energiebilanz des mittleren schweizerischen Mehrfamilienhauses, berechnet nach SIA 380/1 und abgestimmt auf den statistisch mittleren Verbrauch von 17 kg Öl pro m² und Jahr.

Der Jahreswirkungsgrad der Heizanlage kann heute recht genau bestimmt werden. Aus den Energiebilanzen (Bild 5) geht die Summe der Transmissionsverluste mit genügender Genauigkeit hervor. Eine «Unbekannte» ist hier oft die mittlere Raumtemperatur während der Heizperiode. Eine grosse Unsicherheit bilden nach wie vor die Luftwechselzahlen «n» (Bild 6). In den häufigsten Fällen liegen sie bei Einfamilienhäusern im Streubereich zwischen 0,2 und 0,6; bei Mehrfamilienhäusern zwi-

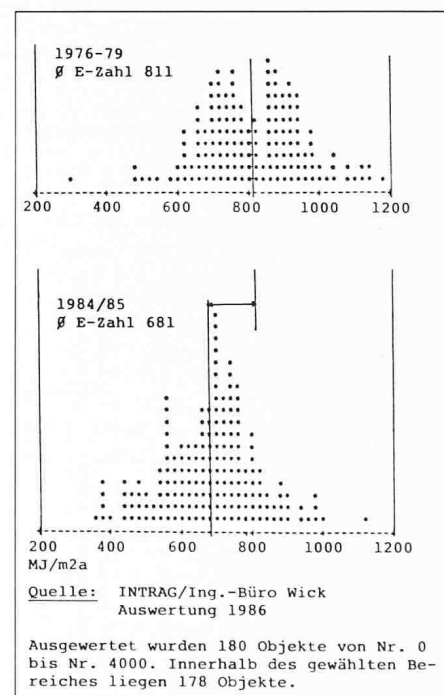


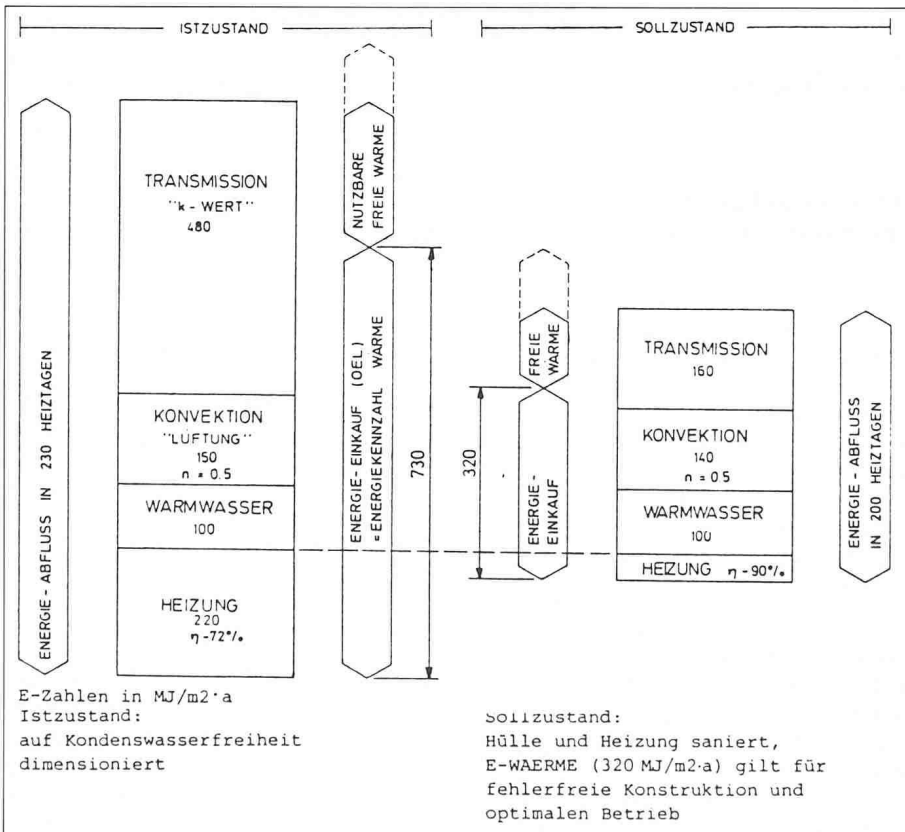
Bild 3. Verteilung der «Anzahl Kombikessel» bezüglich Energiekennzahl

schen 0,4 und 0,8. Sobald Energiekennzahlen von über 600 MJ/m²a für Heizungen auftreten – und zwar auf Nutzenergiestufe gerechnet –, kann die Ursache nur im Abführen von warmer Luft durch übermässiges Lüften liegen. Entgegen der weitläufigen Meinung ist daran nicht primär ein Fehlverhalten der Mieter respektive der Bewohner schuld, sondern vielmehr die Unausgeglichenheit der Beheizung der Räume. Thermostatische Heizkörperventile

Transmission (Wände, Fenster, Dach)			
Dach	64 GJ/a	91 MJ/m ² .a	
Wand erdberührt	0 GJ/a	0 MJ/m ² .a	
innere	0 GJ/a	0 MJ/m ² .a	
Süd	27 GJ/a	39 MJ/m ² .a	
Ost	50 GJ/a	71 MJ/m ² .a	
Nord	27 GJ/a	39 MJ/m ² .a	
West	50 GJ/a	71 MJ/m ² .a	
Fenster Süd	3 GJ/a	5 MJ/m ² .a	
Ost	34 GJ/a	49 MJ/m ² .a	
Nord	3 GJ/a	5 MJ/m ² .a	
West	34 GJ/a	49 MJ/m ² .a	
Boden erdberührt o. Keller	39 GJ/a	55 MJ/m ² .a	
über Aussenluft	0 GJ/a	0 MJ/m ² .a	
Total Transmission	331 GJ/a	473 MJ/m².a	
Wassererwärmung	79 GJ/a	113 MJ/m ² .a	
Konvektion (Lüftung)	101 GJ/a	144 MJ/m ² .a	
Umwandlungsverluste	162 GJ/a	231 MJ/m ² .a	
Total Energie-Abfluss	673 GJ/a	962 MJ/m².a	
Abwärme Personen	13 GJ/a	19 MJ/m ² .a	
Strom	28 GJ/a	40 MJ/m ² .a	
Warmwasser	21 GJ/a	31 MJ/m ² .a	
Heizung	54 GJ/a	78 MJ/m ² .a	
Cheminee	0 GJ/a	0 MJ/m ² .a	
Gas	0 GJ/a	0 MJ/m ² .a	
Total Abwärmen	117 GJ/a	167 MJ/m².a	
Sonneneinstrahlung	51 GJ/a	72 MJ/m ² .a	
Total Energie-Gewinne	167 GJ/a	239 MJ/m².a	
Energiezufuhr gerechnet	506 GJ/a	723 MJ/m².a	
Kontrolle:			
Verbrauch gerechnet	506 GJ/a	100.2 %	
Verbrauch gemessen	505 GJ/a	100 %	
Abweichung	1 GJ/a	0.2 %	
Heizgrenze	12.0 °C		
Heiztage	224 gerechnet		
Heizgradtage	3540 gerechnet		

Bild 4. Energiebilanz des mittleren schweizerischen Mehrfamilienhauses Ist- und Sollzustand

Bild 5. Energiebilanzen des Mehrfamilienhauses



können hier vorläufig einen erheblichen Beitrag zur Verbesserung leisten. Die Zukunft dürfte aber eindeutig der individuellen Einzelraumregulierung gehören. Damit kann das hydraulische

Ungenügen vieler Wärmeverteilungen verbessert werden und jeder Raum unter Berücksichtigung der freien Wärme auf einen Soll-Wert benutzungsabhängig fein einreguliert werden.

Die Variation der Raumtemperatur (18 °C, 20 °C, 22 °C) schlägt auf die Energiekennzahl weit weniger durch als ein steigender Luftwechsel (n = 0,4, 0,8, 1,2 usw.). Aufgrund sehr vieler gerechneter Energiebilanzen kann man heute mit Sicherheit sagen, dass sehr wenige Häuser im Wohnbereich einen höheren Luftwechsel als n = 1 haben. Ausnahmen bilden hier die offenen, undichten Dachstöcke (siehe hierzu [1]). Grössere Luftwechsel als n = 1,0 führen im Wohnbereich immer zu Klagen über Zugerscheinungen.

Energiekennzahlen Elektrizität als neue Aufgabe

Die Preise pro kWh sind zwar nur rapenweise gestiegen; gesamthaft gesehen, hat sich aber der Elektrizitätsverbrauch in Gebäuden gravierend verteuert, und in sehr vielen Objekten sind die Stromkosten wesentlich höher als die Wärmekosten, z.B. in Banken, Spitälern, im Dienstleistungsbereich, ferner in Wohnbauten bei ungünstiger Tarifsituation usw.

Nach Tschernobyl dürfte mindestens die Einigkeit in der Aussage herrschen, dass nur so viele Kernkraftwerke als unbedingt notwendig gebaut werden sollten. Im Klartext heisst dies für uns Ingenieure und Bauplaner: überall dort Elektrizität sparen, wo dies ohne Komforteinbusse möglich ist. Gegenwärtig arbeiten die Autoren Brunner/Müller/Stulz/Wick an einem Nationalfonds-Programm mit dem Thema «Verminderung des Elektrischen Energieverbrauchs in Gebäuden» (VEE). Vor 10 Jahren hat man erkannt, dass die Voraussetzung für jedes systematische Sparen die Erhebung der Verbrauchswerte voraussetzt. Bis heute wurden nur sehr wenige Energiekennzahlen Elektrizität veröffentlicht. Conrad U. Brunner hat im Zusammenhang mit dem PRE-SANZ-Programm [2] der Stadt Zürich ermittelt, dass die E-Zahl «Elektrizität» für Haustechnik 11 MJ pro m².a beträgt. Das Amt für Bundesbauten erhebt für seine beheizten Gebäude seit Jahren die Verbrauchszahlen E-Strom. Die MIGROS verfügt über gute, nicht veröffentlichte Zahlen im Bereich Elektrizitätsverbrauch. Ein Schweizer Grossbetrieb im Dienstleistungsbereich investierte bisher ohne grosse Rücksicht auf den Stromverbrauch und kämpft deshalb zurzeit noch gegen jährliche Wachstumsraten von 9%. Allein dieser Betrieb verbraucht gleichviel Strom wie eine mittlere Stadt von 35 000 Einwohnern. Ein Konkurrenzbetrieb der gleichen Branche und Grösse bemüht sich demgegenüber schon seit Jahren durch klare Richtlinien der

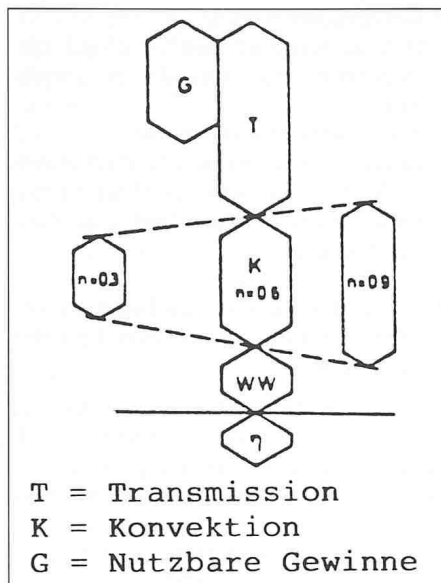


Bild 6. «Problemwert» Luftwechsel

Ausgangswert 1979 alle Objekte $\geq 150 \text{ W/m}^2$

Mittelwerte 1985:

- Alle Objekte: 107 W/m^2
- Fernwärme-Objekte 90 W/m^2
- Gasheizungen 81 W/m^2

Mittelwert aller sanierten Heizanlagen 1985
 $\leq 60 \text{ W/m}^2$

Tabelle 1. Spezifische Heizleistungen

Geschäftsleitung um eine Reduktion des Stromverbrauchs. Er hat seit 3 Jahren absolut und relativ einen sinkenden Energieverbrauch und trotz nahezu gleichviel Mitarbeitern «nur» den Jahresstromverbrauch einer Kleinstadt von 15 000 Einwohnern. Dieses Beispiel zeigt Grössenordnungen des Stromsparpotentials. Im Zusammenhang mit der Nationalfonds-Studie VEE wurden auch Erhebungen im Dienstleistungsbereich über den spezifischen Energieverbrauch gemacht. Aus Bild 7 geht hervor, dass der Streubereich des Elektrizitätsverbrauchs heute noch ebenso gross ist wie zu Beginn der Erhebungen über den Wärmeverbrauch. Wir verdanken diese Zahlen dem Konsum-Verein Zürich. Das Sparpotential im Lebensmittel-Detailhandel geht aus Bild 8 hervor. Leider haben noch längst nicht alle Grossverteiler mit der systematischen Kontrolle des Elektrizitätsverbrauchs begonnen, obwohl die Umstellung auf Kühl- und Tiefkühlprodukte einen enormen Energie- und Kostenanstieg brachte. Aus der bereits oben erwähnten Nationalfonds-Studie über die Verminderung des Elektrizitätsverbrauches sind wesentliche Impulse für Bauherren, Betriebsfachleute, Ingenieure und Planer zu erwarten. An dieser Stelle kann nur zur vermehrten Publikation von Zahlen über den Elektrizitätsverbrauch aufgerufen werden.

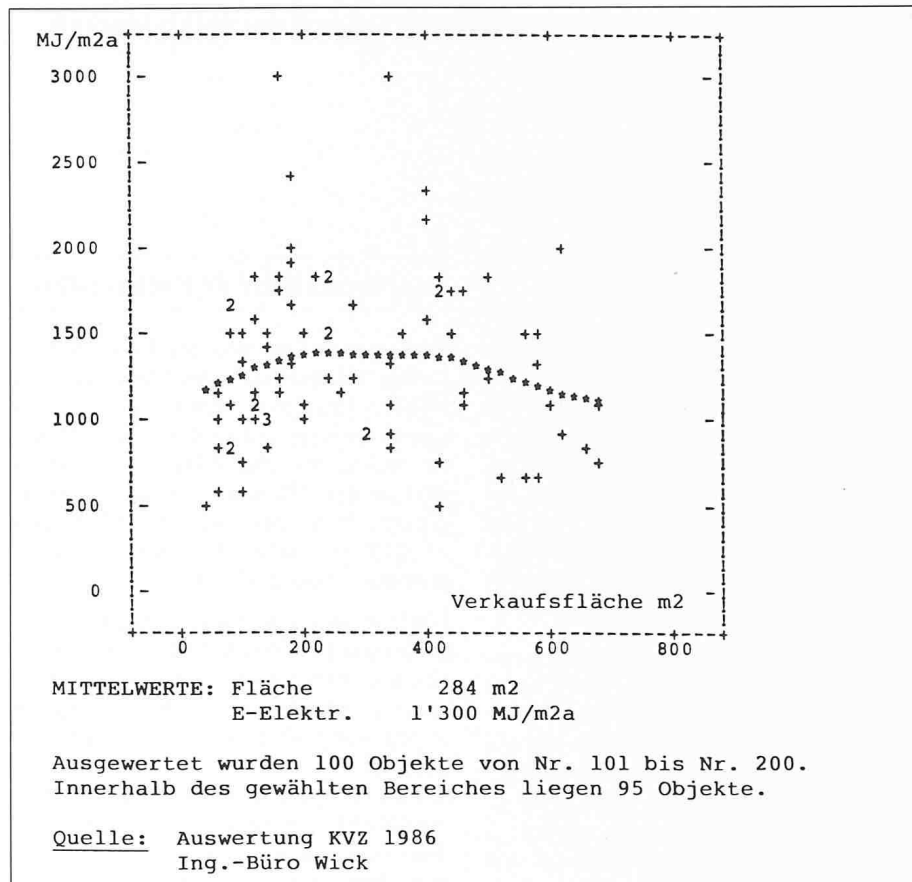
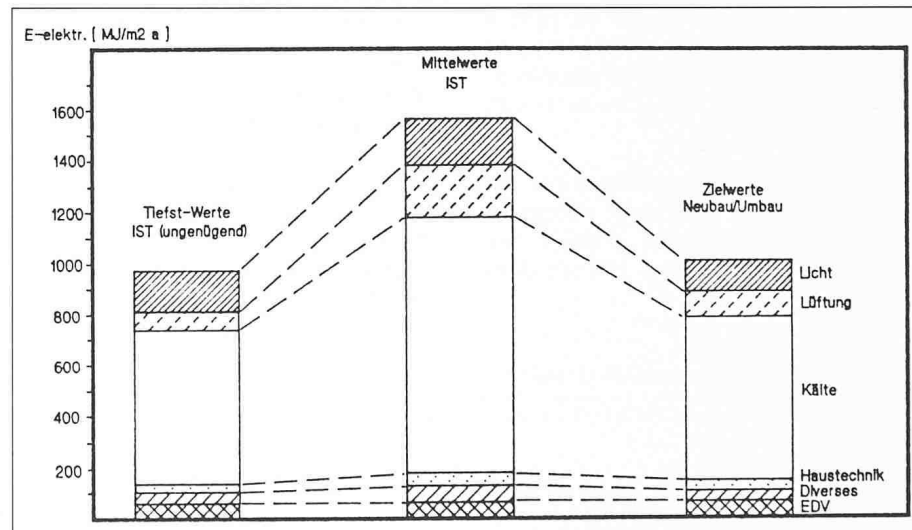


Bild 7. Energiekennzahl E-Elektrizität für Läden des Lebensmitteldetailhandels

In den Bildern 7 und 8 ist der Energieverbrauch auf die Netto-Verkaufsfläche bezogen, die etwa 20–30% kleiner ist als die Energiebezugsfläche nach Definition SIA-Empfehlung 180-4

Bild 8. Aufgliederung der Energiekennzahl E-Elektrizität (Lebensmitteldetailhandel)



Vielleicht kann dann in einigen Jahren im «Schweizer Ingenieur und Architekt» eine Artikel-Serie über die Energiekennzahlen Elektrizität begonnen werden, ähnlich derjenigen über E-Wärme, die mit diesem Artikel ihren Abschluss findet. Für Elektrizität muss der Schweizer 1986 stolze 5,5 Mia. Franken ausgeben. Sein Brennstoffbudget 1987 (Heizöl, Gas, Kohle und Fernwärme) liegt aber dank Einsparungen und tieferen Ölpreisen voraussichtlich wieder unter 3 Mia. Franken. Auch bei der Elektrizität rettet uns nur der sparsamere Umgang vor unabsehbaren Ta-

riferhöhungen. Elektrizitätsparen wird zur Daueraufgabe aller Ingenieure in den neunziger Jahren werden.

Adresse des Verfassers: B. Wick, dipl. Bauing. ETH/SIA, Postfach, 8967 Widen.

Literatur

- [1] Luftdurchlässigkeit bei Wohnbauten», Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 24/86
- [2] Richtlinien zum PRESANZ-Programm der Stadt Zürich