

Die Energiekennzahl

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 13

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85438>

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.

Die Energiekennzahl

Von Bruno Wick, Widen

Eine gewisse *Sorglosigkeit in der Bauplanung aus energetischer Sicht* hat dazu geführt, dass über 50 Prozent des schweizerischen Energiebedarfs für Raumheizung und Warmwasser gebraucht werden. Wir alle zusammen, die wir in irgend einer Weise für Planung, Ausführung und Betrieb von Bauten verantwortlich sind, haben uns und unsere Mitbürger in eine unangenehme Abhängigkeit von der Ölversorgung gebracht, die Anlass zu einer Standortbestimmung sein muss.

Es gibt neuere Bauwerke, vor allem im Dienstleistungsbereich, bei denen die Energiekosten je Quadratmeter die gleiche Grössenordnung erreichen wie die Mietkosten für dieselbe Flächeneinheit. Die schlimmsten Wohnbauten bezüglich Energie haben immerhin «nur» ein Verhältnis Energiekosten: Miete von 1:6.

Vom Schulsystem her sind wir alle gewohnt, dass die Leistung eines Schülers pro Fach mit einer einzigen Note beschrieben wird. Diese Note summiert zwei Eigenschaften, die Talente des Schülers und sein persönliches Verhalten zur Nutzung der Talente. Wenn nun versucht wird, mit einer Energiekennzahl den energetischen Zustand eines Hauses zu qualifizieren, so muss man sich ebenfalls im klaren sein, dass auch diese Zahl aus der Summe zweier Grössen entsteht:

1. Aus dem Verhalten (oder Fehlverhalten) der Benutzer aus energetischer Sicht.
2. Aus der baulichen Anlage mit all ihren technischen Einrichtungen.

Die Energiekennzahl *E* bemisst den jährlichen Endenergieverbrauch eines Gebäudes pro m² Geschossfläche.

Die Rechnungseinheit ist MJ/m²a für den jährlichen Energieverbrauch: MJ (Mega Joule) (= 239 kcal ; 0,278 kWh)

für die Geschossfläche (GF): m² Bruttofläche des ständig vollbeheizten Gebäudes gemäss SIA 416.

Die Wahl der Geschossfläche GF ist erfolgt, weil sie die einzige rasch und zuverlässig feststellbare Bezugsgrösse eines Gebäudes darstellt. Sie kann ohne weiteres vom Gebäudebenutzer selbst erhoben werden, ohne dass Baufachleute oder Pläne konsultiert werden müssen. Das *Flächenmass* anstelle eines *Volumenmasses* hängt mit der Nutzung eines Raumes, seiner Vermietung und künftig auch seiner Baukostenerfas-

sung mit Flächen als Bezugsgrösse zusammen.

Die gewählte Bezugsfläche GF bezieht sich auf die ständig und voll (d. h. aktiv) beheizten Gebäudeteile (Basis 20°). Die Mitberechnung von nicht ständig oder nicht voll benützten und/oder beheizten Räumen ist möglich. Sie erfordert eine Abschätzung:

- pro rata temporis bei tages- oder jahreszeitlicher Benützung,
- anteilmässig für teilbeheizte Räume (Garagen usw.) entsprechend der reduzierten Temperaturdifferenz für die Beheizung,
- für Räume, die höher beheizt werden müssen (z. B. Spital).

Korrekturfaktoren für das Mittelland

Mittlere Raumtemperatur	Korrekturfaktor
10°	0.40
14°	0.64
18°	0.88
20°	1.00
22°	1.12
26°	1.36
28°	1.48

So individuell wie die einzelnen Häuser gebaut sind, so verschieden ist ihre Nutzung und so verschieden verhalten sich die Benutzer. Es wäre deshalb sicher falsch, nur *eine* Energiekennzahl für *alle* Gebäude und *alle* Nutzungsarten zu rechnen. Es wäre auch falsch in Franken pro Quadratmeter zu vergleichen.

Am Energiewettbewerb des SIA 1975 wurde eine Arbeit von Mitarbeitern der Elektrowatt [1] ausgezeichnet, die den Energieverbrauch pro m² kalorisch gemessen als Planungsparameter einführen. In den USA wurden Energiekennzahlen gerechnet für 16 verschiedene Hausnutzungen [2]. Die *Arbeitsgruppe Plenar* in Zürich hat als erste im grössten Stil Energiekennzahlen gerechnet [3, 4, 5] und das Instrument praktikabel gemacht.

Laufende Projekte und Erhebungen

Die Arbeitsgruppe III der Sages hat es übernommen, die Anwendung der Energiekennzahl national zu koordinieren und die vorbereitende Arbeit zu leisten, damit möglichst rasch viele Nutzergruppen bewertet werden können.

Es sind folgende Projekte in Arbeit:

- Energieverbrauch Einfamilienhäuser
- Energiekennzahl Mehrfamilienhäuser

Sages ist die Abkürzung für Schweizerische Aktion Gemeinsinn für Energiesparen. Diese Vereinigung besteht nun ein Jahr und will alle Kräfte, die am Energiesparen interessiert sind, zusammenfassen und Aktionen auslösen. Im Patronat sind unter der Leitung von Bundesrat *W. Ritschard* alle grossen Verbände der Wirtschaft und alle bedeutenden Parteien durch Spitzenpolitiker vertreten. Vereinspräsident ist Nationalrat *U. Bremi*, Zürich.

Die Adresse lautet:
c/o Presse- und Informationsdienst,
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich

Energieverbrauch Einfamilienhäuser

Diese Aktion der SAGES ist ein typisches Anwendungsbeispiel für die Energiekennzahl. Zurzeit sind alle Besitzer von Einfamilienhäusern eingeladen, die Fragebogen zu bestellen und an der Aktion teilzunehmen. Es werden nebst der Energiekennzahl eine ganze Reihe von Bauparametern erhoben, die einen Einfluss auf den Energieverbrauch haben. Der Besitzer erhält reichlich statistisches Material, aber auch sehr konkrete Hinweise über die notwendigen Massnahmen zur Reduktion des Verbrauchs. Er kann den eigenen Energieverbrauch vergleichen mit dem des schweizerischen Durchschnitts, aber auch mit dem Durchschnitt gleichartiger Gebäude. Es wird versucht, dank der grossen Zahl von Teilnehmern (gegenwärtig schon weit über 1000) Verbrauchsrichtwerte zu rechnen. Das *Institut für Hochbauforschung an der ETHZ* und Forschergruppen des Nationalfonds erhalten wichtige Grundlagen für Ihre Forschungsarbeiten. Fragebogen oder Prospekte sind erhältlich beim Schweiz. Hauseigentümergebund, Postfach, 8032 Zürich. Der Teilnehmerpreis beträgt Fr. 75.—. Die zentralen Auswertungskosten sind durch Forschungsgelder gedeckt.

Die Arbeitsgruppe Plenar in Zürich bezweckt als Verein die produkteunabhängige Forschung zur Förderung des energiegerechten Planens & Bauens. Der Verein unterstützt entsprechende Forschungs- & Entwicklungsvorhaben. Das bekannteste Forschungsergebnis ist der Plenar-Wärmeverbund CH, wofür die Autoren 1978 in Genf mit dem Prix Environnement 72 im Betrage von Fr. 100 000.- ausgezeichnet wurden. Die Autoren sind *C. U. Brunner* dipl. Arch. Zürich, *H. H. Becker* dipl. Ing. in Fa CMC, *W. Stoos*, Ing. Tech. in Fa. von Roll, *B. Wick*, dipl. Bauing. Widen. Mitglieder des Vereins sind u. a. Bauzulieferer wie SIKA AG & Eternit AG sowie Planungsbüros wie Steiger Partner AG und Planpartner AG.

- (Bearbeitung R. Lang in Fa. Basler & Hofmann)
- Energiekennzahl Verwaltungsbauten (Bearbeitung: Bleiker, Elektrowatt und Wiedmer, Effical Stäfa)
- Energiekennzahl Schulen (Bearbeitung B. Wick, Ing.-Büro, Widen)
- Vergleichsmessungen der Heizkostenverteilung
 - Infrarotaufnahmen aus der Luft über das ganze Siedlungsgebiet der Schweiz.

Von den zur Zeit laufenden Erhebungen sollen die Ziele und Erwartungen kurz dargestellt werden:

- Die Eidg. Baudirektion erhebt für die beheizten Gebäude (ca. 4000) die Energiekennzahl und will damit eine Grobanalyse aller Gebäude machen. Danach sollen die verfügbaren Mittel für die energetische Verbesserung zielgerichtet eingesetzt und die Erfolgskontrolle sichergestellt werden (siehe Fragebogen und Sanierungskonzept).
- Der Kanton Aargau führt als erster Kanton eine zweistufige Erhebung der Energiekennzahl durch. Im ersten Durchlauf sollen alle Schulanlagen erfasst und klassiert werden. Auf dieser Datenbank will der Kanton die energieintensivsten Schulbautypen näher analysieren und für die Gemeinden Richtlinien für die Sanierungstätigkeit bereitstellen. Die erste Runde wird noch 1978 abgeschlossen.
- Der Schweiz. Hauseigentümergeverband stellt als Dienstleistung für Einfamilienhausbesitzer seine Dienste für die Aktion Energieverbrauch Einfamilienhäuser der SAGES zur Verfügung. Diese Aktion wurde durch Medien und Presse eingehend vorgestellt. Wer sich näher interessiert, kann beim Schweiz. Hauseigen-

Tabelle 1. Beispiele von Energiekennzahlen

Nutzung	Baujahr	E _{Wärme} MJ/m ²	E _{Strom} kwh/m ²	E _{tot} MJ/m ²	Bemerkungen
EFH	1966	408	56	464	Saniertes Einfamilienhaus vorher E _{tot} ~800
EFH	1973	591	75	675	2 EFH mit Hallenbad
	1973	3180	110	3290	Installations- & Benutzereinfluss
EFH	1968	781	104	885	gleiches Haus vor und nach
	68/77	569	88	657	Aussenisolation. Im ursprünglichen Zustand Komfort ungenügend.
EFH	1946	604	111	715	schlechtes Reihenhaus
MFH	1911	576	teilweise	870	12 Wohnungen Westschweiz
MFH	1945	862	Gasboiler	1140	539 Wohnungen Zürich
MFH	1975	895	und	1075	230 Wohnungen Westschweiz
MFH	1965	1091	Gasherde	1313	172 Wohnungen Westschweiz
100	Minimum	432	16	650	Der Einfluss der Bauzeit und der Klimatisierung ist aus Bild 1 + 2 ersichtlich.
Bank	Mittel	870	102	1340	
Gebäude	Maximum	1870	498	2430	

tümerversand, Postfach, 8032 Zürich die Unterlagen bestellen oder gegen Bezahlung von Fr. 75.- mit seinem Haus an der Erhebung mitmachen (siehe auch Inserat).

Weitere Nutzergruppen, die der Bearbeitung noch harren, sind:

- Einkaufszentren,
- Hotels und Pensionen,
- Alters- und Pflegeheime,
- Spitäler,
- Sportanlagen (Schwimmbäder) u.s.w.

Nicht geeignet für die Beurteilung mit der Energiekennzahl sind Industrie- und Gewerbebauten mit erheblichem Kraft- und Wärmeeinsatz in der Produktion. Auch die Frage, ob man verschiedene Primärenergien mit Faktoren bewerten soll, wurde zurückgestellt, um nicht die an sich einfache Methode der Energiepolitik zu opfern.

Bezugsgrößen - Rechnungseinheiten

Als Bezugsgrößen wurden definiert:

- für alle *Energieträger* (Heizöl, Strom,

Gas usw.) das Arbeitsmass Mega-Joule (MJ);

- als *Bezugsfläche* der Quadratmeter beheizte Bruttogeschossfläche. Teilbeheizte Flächen werden mit einem Reduktionsfaktor mitaddiert.

Die Frage ob das Raummass m³ oder das Flächenmass m² als Bezugsgrösse zu wählen sei, wurde heftig diskutiert. Die bisherigen Erfahrungen haben jedoch klar gezeigt, dass die richtige Wahl getroffen wurde.

Von den gemessenen Jahresverbrauchswerten wird nur der Heizungsanteil auf ein Normaljahr und auf einen einheitlichen Pegel [6] umgerechnet. Die normalisierte und reduzierte E-Zahl wird dann nur noch als dimensionslose Vergleichszahl geführt.

Einige Werte bisher ermittelter E-Zahlen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Erstaunlich wirken dabei die grossen Streuungen. Bei der Untersuchung von 100 Dienstleistungsgebäuden wurde nach Korrelationen gesucht. Interes-

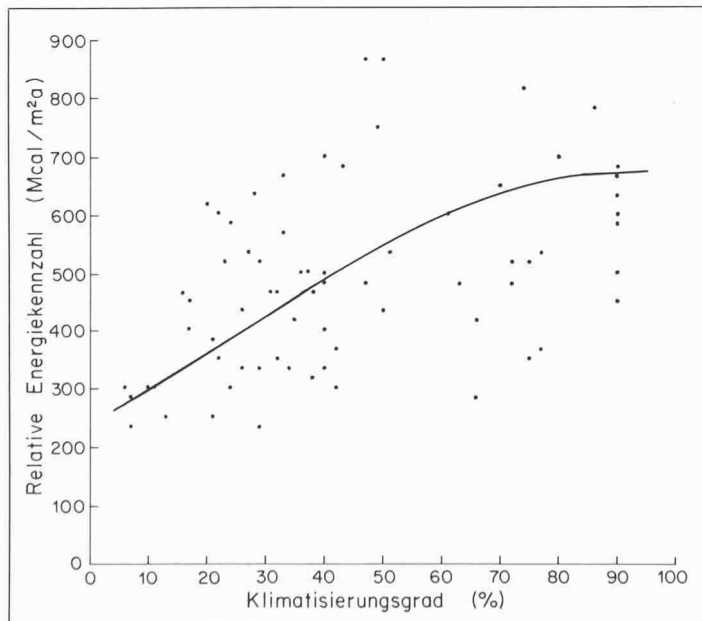


Bild 1. Relative Energiekennzahl in Abhängigkeit vom Klimatisierungsgrad

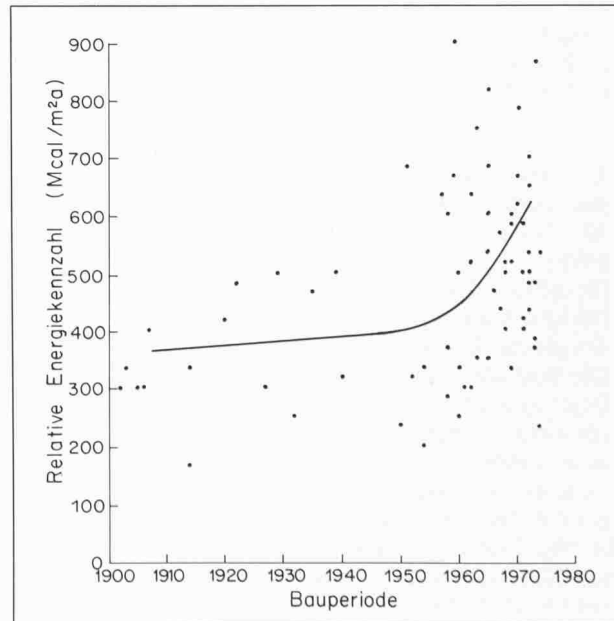
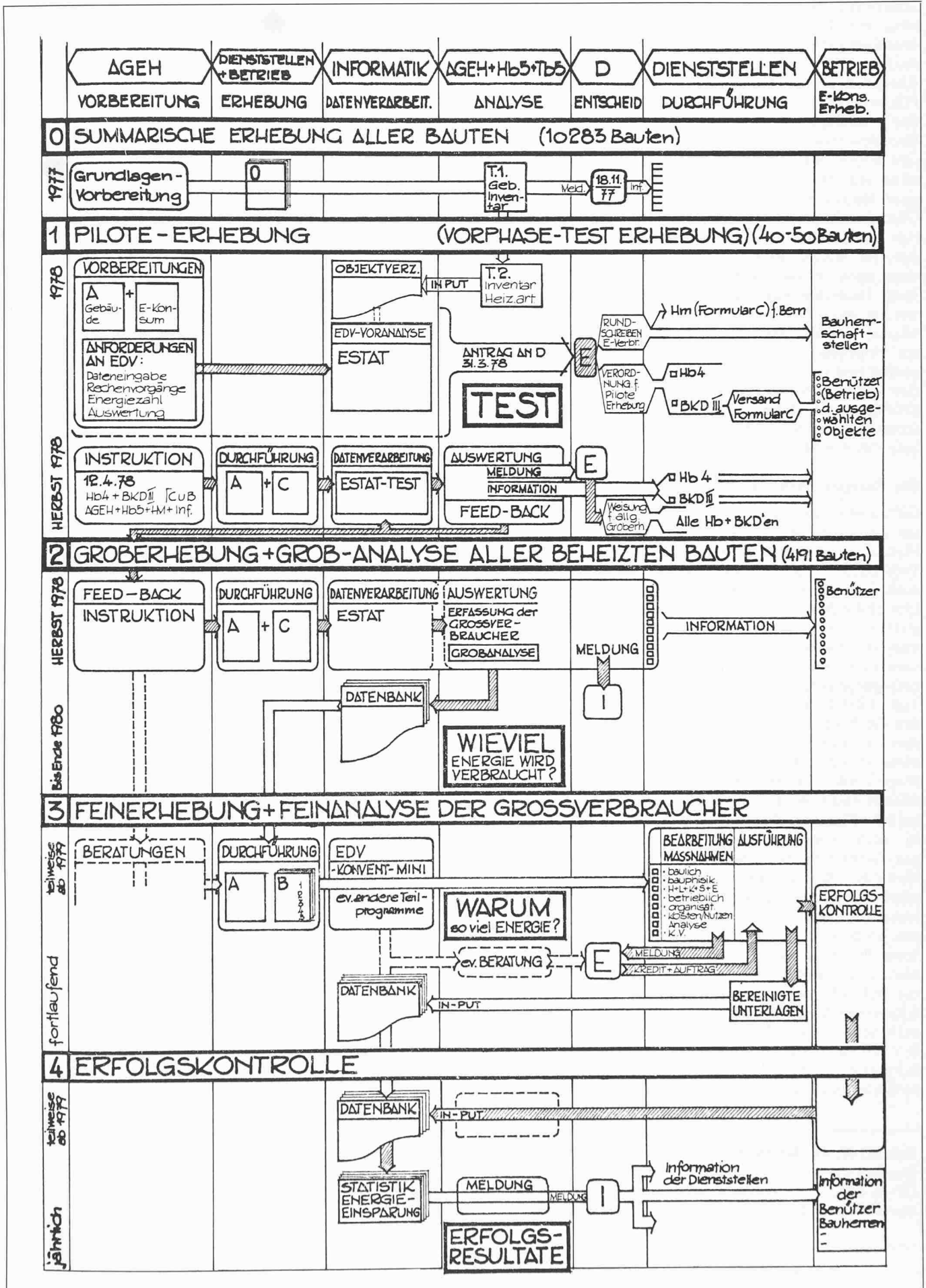


Bild 2. Relative Energiekennzahl in Abhängigkeit von der Bauperiode



Sanierungskonzept mit Struktur des Arbeitsablaufes

santerweise wurde kein Zusammenhang zwischen dem Formfaktor und dem Energieverbrauch festgestellt. Sehr stark zeichnet dagegen die Relation Klimatisierungsgrad (in Prozenten der Fläche) zum Energieverbrauch (Bild 1). Die Abhängigkeit des spezifischen Energieverbrauches vom Erstellungsjahr zeigte, wie notwendig die Besinnung auf das Notwendige und technisch Sinnvolle ist (Bild 2).

Über das Vorgehen nach der Grobanalyse könnte hier bereits berichtet werden, für erzielte Resultate aus Nachmessungen ist die Methode noch zu jung. Immerhin kann klar festgestellt werden, dass allein die Klassierung genügend Impulse auslöst, um Neubauten eingehend vor der Erstellung zu prüfen und manche Sanierungsinvestition vorzuziehen. Der Aufwand für die jeweiligen Erhebungen machte sich schon mit der Durchführung der ersten betrieblichen Massnahmen bezahlt.

Die Energiekennzahl als Wertmasstab

Gebäudebesitzer und Verwalter begrüssen jeweils die Resultate, die sie zum Handeln zwingen. Der Methode der Verbrauchserfassung sind natürlich auch Gegner erwachsen. Bauplaner und Immobilienhändler fühlen sich angegriffen, wenn dem Angebot eines «überdurchschnittlich isolierten Hauses» eine sehr hohe Energiekennzahl entgegengehalten wird. Aber auch der Typ ETH-Ingenieur oder Architekt, den die Frage, ob 0,5-facher oder 2-facher Luftwechsel nicht beschäftigt, wenn er eine Angabe in einer SIA-Norm findet, rechnet lieber mit Wandstärken und *k*-Werten gemäss Prospekten oder Normangaben.

Im *Lärmschutz* haben sich die *zulässigen Grenzwerte eingebürgert*. Mit der Methode Energiekennzahl können schon bald Verbrauchsrichtwerte gerechnet werden. Es wird sich bald zeigen, ob die Energiekennzahl *E* auch ein neuer Wertmasstab für Gebäude sein wird, nach dem beim Kauf und Verkauf von Gebäuden gefragt wird. Schon heute kann mit der Energiekennzahl festgestellt werden, ob ein bestimmtes Gebäude noch einen weiten Weg bis zur Reduktion auf den Verbrauchsrichtwert zurücklegen muss.

Untersuchung über Energieverbrauch bei
Geschäftsstellen

F R A G E B O G E N

Bitte vor dem Ausfüllen des Fragebogens die Wegleitung studieren !

1. Niederlassung:

2. Höhenlage: m ü. M.

3. Baujahr: grösserer Umbau Jahr: Umbauart: G H K

4. Dachform: flach steil

5. Gebäude und Nutzung:

Geschoss	Eigenmiete			Drittmiete		
	m ²	Nutzungsart	Technisierungsgrad	m ²	Nutzungsart	Technisierungsgrad
DG						
8. OG						
7. OG						
6. OG						
5. OG						
4. OG						
3. OG						
2. OG						
1. OG						
EG						
1. UG						
2. UG						
3. UG						
				total m ²		

No. Bdt
Ref. Nr.
No. Bdt
Anzahl
Autor
Autor
Name
Datum
Date

H

6. Anzahl Mitarbeiter insgesamt (inkl. Teilzeitmitarbeiter u. Lehrlinge): ...

7. Energieverbrauch: Wärme: 1.5.75 - 30. 4.76 oder ähnliche Messperiode
Strom: 1.1.75 - 31.12.75 oder ähnliche Messperiode

	Kosten	Menge
Öl (Masseinheit unterstreichen)	Fr.	Liter/Kilogramm
Kohle	Fr.	Kilogramm
Gas (Masseinheit unterstreichen)	Fr.	m ³ /Mcal
Strom Spitze <input type="checkbox"/> Blindstrom <input type="checkbox"/>	Fr.	kWh

8. Verantwortliche Person für Rückfragen:

Bitte spezielle Hinweise auf separatem Blatt angeben.

Datum: _____ Unterschrift: _____

Fragebogen

Normalisierung:

Wird die Energiekennzahl eines Gebäudes, die aufgrund des Verbrauchszustandes in einem bestimmten Messjahr erhoben wurde, als Vergleichsinstrument einer grösseren Zahl von Gebäuden verwendet, ist es notwendig, den

Wert von *E* zu normalisieren. Das heisst, dass der für ein bestimmtes Gebäude in La Chaux-de-Fonds im Bezugsjahr 1975/76 ermittelte Wert Effektiv: (La Chaux-de-Fonds, 1975/76)

auf den langjährigen Mittelwert TTM 8,00 (Zofingen, Zürich usw.)

*E*normal: TTM 8,00 (Mittelwert)

umgerechnet werden muss. Dies geschieht für vorwiegend stationär beheizte Gebäude mit einer Umrechnung der mittleren Aussentemperaturdifferenz, wie sie aus den Gemeindetabellen der EMPA [6] entnommen werden können:

La Chaux-de-Fonds

Höhe 994 m über Meer
TTM 5.90 Mittlere Lufttemperatur langjährig

Beispiel für die Berechnung einer Energiekennzahl (Gebäude in La Chaux-de-Fonds)

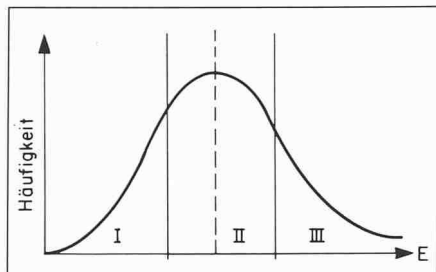
Geschossfläche	7000 m ²	
Ölverbrauch	130 000 kg	= 5,44 · 10 ⁶ MJ
Stromverbrauch	800 000 kWh	= 2,88 · 10 ⁶ MJ
Total Endenergie		= 8,32 · 10 ⁶ MJ
Energiekennzahl <i>E</i> =	$\frac{8.320.000}{7000}$	= 1189 MJ/m ² a
E _{Wärme}	= 777 MJ/m ² a	
E _{Strom} = 114 kWh/m ²	= 412 MJ/m ² a	
		1189 MJ/m ² a

222

- (1/3) Ziel: halten; Verbesserung nicht nötig
- Gruppe II: mit mittlerem Energieverbrauch
- (1/3) Ziel: kontinuierlich verbessern
- Gruppe III: mit hohem Energieverbrauch
- (1/3) Ziel: rasch und stark verbessern

Mit der Verbrauchsmatrix, die die beiden Verbrauchssektoren Wärme und Strom unterscheidet, kann eine differenziertere Verbesserungsstrategie geplant werden:

- Gruppe I: keine Verbesserung nötig
- Gruppe II: Verbesserung um ein Feld nötig
- Gruppe III: Verbesserung um zwei Felder nötig



Verbrauchergruppen

Mit Hilfe von Energiekennzahlen können kurz-, mittel- und langfristige Verbesserungsstrategien festgelegt werden, wobei als erste Priorität gilt:

Hohe Energieverbraucher (Kategorie III) können drastisch und wirtschaftlich erfolgreich kurzfristig saniert werden.

Die dargestellte Strategie sieht vor, schrittweise das mittlere Drittel der Bauten auf den Stand des besten Drittels zu bringen und die schlechtesten Bauten rasch einem systematischen Verbesserungsprogramm zuzuführen. Die Verbesserung aller Bauten soll mit einer Vorgabe von Soll-Werten geschehen. Die Energiekennzahl soll also mithilfe, rasch die Reduktionsschritte einzuleiten, die immer den Substitutionschritten voranzugehen haben. Gesparte Energie ist die wertvollste Energie. Ohne jeden Verzicht auf Komfort können wir noch einen weiten Weg Richtung Verbrauchsreduktion zurücklegen. Die Grobbeurteilung des Verbrauchs mittels der Energiekennzahl ist ein wichtiger Wegweiser zum Ziel Verbrauchsreduktion.

		E Wärme		
		Tief	Mittel	Hoch
E Strom	Tief	I	II	II
	Mittel	II	II	III
	Hoch	II	III	III

Verbrauchsmatrix

Literaturhinweise

- [1] Kiss M. u. a.: «Energiekennzahl für Bürogebäude» in SIA Dokumentation Nr. 16 «Energiehaushalt im Hochbau» 1976
- [2] US Department of Housing and Urban Development & US Dep. of Energy Energy Performance Standards January 1978
- [3] Arbeitsgruppe PLENAR Zürich
- [4] Conrad U. Brunner, Peter Forrer, Bruno Wick u. a.
- [5] Energie-Kennzahlen in Banken (1977) 3 Teilberichte (NFP 1977) Fallstudien an konkreten Objekten (NFP 1978) Diese 5 Arbeitspapiere sind nicht veröffentlicht
- [6] EMPA Gemeindedatei Mittlere Lufttemperaturen der Schweiz. Ortschaften, Dübendorf, August 1978
- [7] Direktion der Eidg. Bauten Bern Sanierungshandbuch Energie Stand Oktober 1978

Adresse des Verfassers B. Wick, dipl. Ing. ETH, 8967 Widen

Erste Gammastrahlen-Karte unserer Milchstrasse

Europäischer Forschungssatellit Cos-B liefert die Messwerte

Eine Himmelskarte, die zum ersten Mal unsere Milchstraße im «Licht» energiereicher Gammastrahlung zeigt, haben sechs europäische Forschungsinstitute in Frankreich, Holland, Italien und der Bundesrepublik jetzt zur Veröffentlichung freigegeben. Die Meßwerte dafür lieferte der europäische Forschungssatellit Cos-B. Er kreist seit August 1975 um die Erde und sendet noch immer Daten.

«Der neue Himmelsatlas dokumentiert die führende Stellung der europäischen Wissenschaftler auf dem Gebiet der noch verhältnismäßig jungen Astronomie mit Gammastrahlen», meint Klaus Pinkau, Direktor am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Gar-

ching bei München. Dieses Institut hat die zentrale Meßeinrichtung von Cos-B entwickelt: Eine Drahtfunkenkammer, die Häufigkeit, Energie und Richtung der kosmischen Gammastrahlung mit bisher unerreichter Genauigkeit mißt. Im Vergleich zum Licht hat die von Cos-B gemessene Gammastrahlung eine mehr als zehnmillionenfache Energie. Dennoch vermag sie die Lufthülle der Erde nicht zu durchdringen und kann deshalb nur im Weltraum mit kompliziertem technischen Aufwand gemessen werden. Das von Hans Mayer-Haßelwander und Elmar Pfeffermann vom Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik zusammen mit den Firmen Siemens und MBB gebaute

Gammastrahlen-Teleskop gilt denn auch als technische Pionierleistung. Damit ist es jetzt erstmals möglich geworden, die Verteilung dieser energiereichen Strahlung am Himmel zu beobachten.

«Im Licht der Gammastrahlung leuchtet unsere Milchstraße als brillantes, scharf abgegrenztes Band», erklärt Mayer-Haßelwander. «Darin sind punktförmige Quellen eingelagert.» Insgesamt 26 solche «Gammasterne» haben die in der «Caravane-Collaboration» zusammengeschlossenen sechs europäischen Forschungsinstitute bisher gefunden. The «Caravane-Collaboration»: Cosmic-Ray Working Group, Huygens Laboratorium, Leiden; Laboratorio di Fisica Cosmica e Tecnologie Relative del CNR, Istituto di Scienze Fisiche dell'Università di Milano; Istituto Fisica, Università di Palermo; Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik, Institut für extraterrestrische