

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 93 (1975)  
**Heft:** 10: Heizung, Lüftung, Klimatechnik

**Artikel:** Studie zur Beurteilung des Jahresenergiebedarfs in klimatisierten Räumen  
**Autor:** Linsi, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-72685>

### **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**

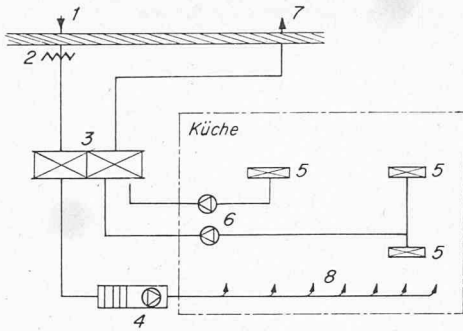
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **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:** 02.04.2025

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



1 Aussenluftfassung, 2 Luftfilter, 3 Wärmerückgewinn-Einheit, 4 Lüftungsgesetz, 5 Ablufthauben, 6 Abluftventilatoren, 7 Abluftaustritt, 8 Zuluftverteilkana

Bild 5. Küchenventilationsanlage mit Wärmerückgewinn. Die Luft in der Küche strömt über die Fettabseider in den Ablufthauben zur Wärmerückgewinn-Einheit. Dort kühlt sie sich ab, wobei die angesogene Aussenluft im selben Masse vorgewärmt wird

direkt über Dach geblasen zu werden. Demzufolge ist ihr Verhältnis  $M$  der Zuluft zur Abluft meist grösser als 1. Die Zunahme des Wirkungsgrades — auf den kleineren Volumenstrom bezogen — ist Bild 4 zu entnehmen.

#### 4. Anwendungen

Wärmerückgewinn-Einheiten, die nach dem Prinzip des Heizrohres arbeiten, sind in den USA und seit 1974 auch in Frankreich in der Heiz- und Lüftungstechnik bestens eingeführt. Bei ihrer Anwendung ist nach [4] folgendes zu berücksichtigen: Heizrohraustauscher übermitteln hauptsächlich fühlbare Wärme; sie eignen sich daher für die Wärmerückgewinnung in Hallenschwimmbädern, Küchen, Spitälern, Shopping Centern, insbesondere auch in vielen industriellen Betrieben, wie Kehrlichtverbrennungsanstalten, bei der Lösungsmittelrückgewinnung, bei Darröfen, Bleicheien usw. Die zwei Luftströme sind völlig voneinander getrennt. Bei kritischen Anwendungen — z. B. Kontamination

mit giftigen Gasen — können Batterien mit verlöteten oder sogar geschweissten Trennwänden hergestellt werden. Der Raumbedarf ist meist vernachlässigbar klein, weil die Batterien nicht viel grösser sind als die dazu gehörenden Kanäle. Die Anordnung des Austauschers gegenüber den Ventilatoren ist belanglos, da die Luft sowohl durchgedrückt, als auch durchgezogen werden kann. Weil die Einheiten ohne elektrischen Strom arbeiten und keine reibenden Oberflächen aufweisen, sind bei Anwesenheit von brennbaren Dämpfen oder Stäuben keine besonderen Vorsichtsmassnahmen erforderlich.

#### 5. Beispiel

Eine Restaurantküche benötigt  $2,22 \text{ m}^3/\text{s}$  Zuluft. Die Abluft ( $2,44 \text{ m}^3/\text{s}$ ) wird von zwei Abluftventilatoren über Hauben gesogen, die mit Fettabseider ausgerüstet sind, Bild 5. Es wurden folgende Temperaturen gemessen:

Aussenluft vor Austauscher  $-4^\circ\text{C}$ , Aussenluft nach Vorwärmung  $+14^\circ\text{C}$ , Abluft vor Austauscher  $26,7^\circ\text{C}$ , Abluft nach Austauscher  $13,7^\circ\text{C}$ . An die Aussenluft übertragene Wärme (Luftdichte  $1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$ , spez. Wärme  $1,0 \text{ kJ}/\text{kg grd}$ )

$$\dot{Q} = 2,22 \cdot 1,2 \cdot 1,0 [14 - (-4)] = 48 \text{ kW}$$

Einsparungen im Januar bei einer mittleren Aussentemperatur von  $-4^\circ\text{C}$ , einem 12-Stunden-Betrieb je Tag und Heizkosten von  $5 \text{ Rp}/\text{kWh}$

$$48 \cdot 31 \cdot 12 \cdot 0,05 = 890 \text{ Fr.}$$

#### Literaturverzeichnis

- [1] G. Y. Eastman: The Heat-Pipe: Space Spinoff for Heat Transfer. «Heating, Piping & Air Conditioning», Dezember 1969.
- [2] G. Y. Eastman: The Heat Pipe. «Scientific American», Mai 1968.
- [3] Helmut Leu: Das Wärmerohr — ein neues Wärmeübertragungssystem. «STZ» 1970, Nr. 51.
- [4] Guide and Data Book, Band Equipment, Chapter 34, 1972. Standardwerk der American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Ashrae) New York.

Adresse des Verfassers: Emil E. Bader, dipl. Ing. ETH, SIA, Ingenieurbüro für zeitgemässe Luft- und Wärmetechnik, Gubelhangstrasse 9, 8050 Zürich.

## Studie zur Beurteilung des Jahresenergiebedarfes in klimatisierten Gebäuden

Von E. Linsi, Zürich

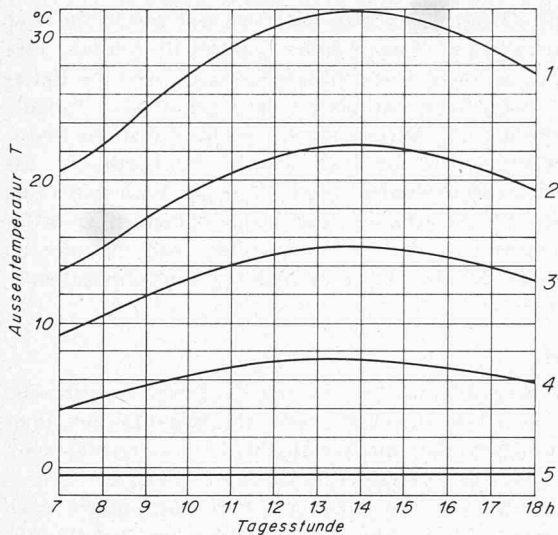
DK 697.1.003.1

Im jährlichen Kostenaufwand für die technischen Hilfsbetriebe eines Büro- oder Verwaltungsgebäudes stellen die Energiekosten der lufttechnischen Anlagen einen ansehnlichen Posten dar, dessen Grösse von vielen Faktoren beeinflusst wird. Die Vorausbestimmung des Jahresenergiebedarfes ist eine äusserst komplexe Aufgabe; diese Studie beschränkt sich absichtlich nur auf einen Teilbereich, nämlich auf die Bestimmung der während der Tagesstunden für die Klimatisierung aufgewendeten Wärme- und Kälteenergiemengen, wobei die für die Luftaufbereitung der Aussenluft und die Nachterwärmung benötigten Energiemengen nicht berücksichtigt werden. Der Betriebsbeginn werde auf 7 h morgens und die tägliche Betriebszeit auf 12 h festgesetzt.

Die Bemessung einer Klimaanlage geht von den benötigten Luft-, Heiz- und Kühlmengen aus; hierbei sind während der kalten Jahreszeit die Heizlasten und im Som-

mer sowie in den Übergangszeiten die abzuführenden Kühllasten massgebend. Die Gesamtkühllast setzt sich aus den Beiträgen der verschiedenen Wärmequellen zusammen und gliedert sich in die äussere und die innere Kühllast. Die äussere Kühllast besteht aus den Energiemengen, die durch die Fenster, die Aussenwände und gegebenenfalls die Dächer in das Gebäude eindringen. Dabei sind Aussentemperatur und Sonneneinstrahlung die Hauptfaktoren. Die innere Kühllast umfasst die Wärmeabgabe der Personen, der Beleuchtung, der Bürogeräte und den Wärmedurchgang durch Innenwände, Fussböden und Decken.

Die vielfältigen Einflussfaktoren bewirken bei einer eingehenden Untersuchung grosse Rechenarbeit. Es wurden besondere Computer-Programme entwickelt, die es ermöglichen, das Gewicht der einzelnen Einflussfaktoren zu ergründen. Dabei erhielt man teilweise unerwartete Ergebnisse.



| Kurve Nr. | Anzahl Tage sonnig | Anzahl Tage schattig | Sonnenstand entspricht |
|-----------|--------------------|----------------------|------------------------|
| 1         | 19                 | 6                    | Juli bzw. Mai          |
| 2         | 46                 | 46                   | Aug. bzw. April        |
| 3         | 37                 | 56                   | Sept. bzw. März        |
| 4         | 17                 | 43                   | Okt. bzw. Febr.        |
| 5         | 0                  | 93                   |                        |

Bild 1. Angenommener Verlauf der Aussentemperatur in Abhängigkeit von den Tagesstunden der 5 Modelltage

### Einfluss des Aussenklimas

Die bisher vorgeschlagenen Lösungen für die Berücksichtigung der aussenklimatischen Verhältnisse auf Grund der *Kühl- und Heizgradtage*, deren Anzahl für die jeweiligen Standorte aus langjährigen meteorologischen Statistiken ermittelt wurde, vermögen leider nur teilweise zu befriedigen, solange es sich nur um die Erfassung der Energiemengen für die physikalische Luftaufbereitung – Erwärmung, Kühlung, Be- oder Entfeuchtung – dreht, können für die Beurteilung und die Programmierung der aussenklimatischen Verhältnisse mit den vorhandenen Häufigkeitskurven, wie zum Beispiel mit der im Mollier-Diagramm aufgetragenen *Häufigkeitsbirne*, für die Aussentemperatur und die Enthalpie der Aussenluft, zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden.

Bei der Berechnung der in den Räumen anfallenden Energiemengen und des Energieverbrauchs der Anlage ergeben sich jedoch grössere Schwierigkeiten. Da der Verlauf von Temperatur und Enthalpie der Aussenluft allein nicht mehr genügen, muss hier auch die Sonneneinstrahlung, deren Häufigkeit und Lageänderung bei unterschiedlichem Sonnenstand für die einzelnen Monate miteinbezogen werden. Hierfür versucht die Studie, unter Berücksichtigung der aussenklimatischen Bedingungen für Zürich, den Aufbau eines *Programms mit fünf verschiedenen Modelltagen* gemäss Bild 1. Notwendigerweise ist dabei der Temperaturverlauf in Abhängigkeit von der Tageszeit ermittelt worden, da die nach verschiedenen Himmelsrichtungen orientierten Fassadenelemente ihre Sonnenbelastung bzw. Hauptsonneneinstrahlung jeweils bei unterschiedlichen Aussentemperaturen erhalten.

Die in Bild 1 dargestellten Modelltage wurden mit unterschiedlicher Häufigkeit programmiert, wobei die im Bildtext angegebenen Annahmen bezüglich des veränderlichen Sonnenstandes gemacht wurden. So fragwürdig vielleicht auch hier die vorgestellte Festlegung eines für Zürich spezifischen Modelljahres erscheinen mag, so zeigt sich jedenfalls

Tabelle 1. Grunddaten für das betrachtete Gebäude

|         |                           |                              |
|---------|---------------------------|------------------------------|
| Modul   | Fensterfläche             | 2,0 m <sup>2</sup>           |
|         | Aussenwand                | 2,5 m <sup>2</sup>           |
|         | k-Wert Fenster            | 2,5 kcal/m <sup>2</sup> h °C |
|         | k-Wert Aussenwand         | 1,0 kcal/m <sup>2</sup> h °C |
|         | Sonnenschutzfaktor        | 0,2                          |
|         | Int. Wärmeeinfall         | 70 kcal/h                    |
|         | Lichtwärmeeinfall         | 300 kcal/h                   |
|         | Temperatur der Primärluft | Sommer 19 °C<br>Winter 16 °C |
|         | Primärluftmenge           | 80 m <sup>3</sup> /h         |
|         | Gebäude                   | Anzahl Modul Ost             |
| Süd     |                           | 40                           |
| West    |                           | 40                           |
| Betrieb | Lage                      | 47 ° n. Br.                  |
|         | Beginn                    | 7 h                          |
|         | Betriebszeit              | 12 h/Tag                     |
|         |                           | 5 Tage/Woche                 |

Tabelle 2. Teilsommen des Jahresenergiebedarfs für den Modul West

|                               | Kühlung | Heizung |
|-------------------------------|---------|---------|
| 2,0 m <sup>2</sup> Fenster    | 79 260  | 98 700  |
| 2,5 m <sup>2</sup> Aussenwand | 2 580   | 86 230  |
| 70 kcal int. Last             | 200 800 | —       |
| 300 kcal Licht                | 125 390 | —       |
| 80 m <sup>3</sup> Primärluft  | —       | 350 000 |
| Summe                         | 408 030 | 534 930 |
| Mit Bilanzen ermittelt        | 199 980 | 51 336  |

bei der Auswertung des daraus gewonnenen Zahlenmaterials sowohl eine gute Übereinstimmung mit der Temperaturhäufigkeitskurve als auch eine ziemlich gute Übereinstimmung mit den Sonnenstunden jedes Monats. Es darf daher davon ausgegangen werden, dass die so erhaltenen Rechenresultate wirklichkeitsgetreuer ausfallen, als nach dem Verfahren mit den Heiz- und Kühlgradtagen.

### Voraussetzungen für das betrachtete Gebäude

Abgesehen von den aussenklimatischen Bedingungen, die durch den geographischen Standort gegeben sind und deren Abläufe sich von Jahr zu Jahr durchaus unterschiedlich abspielen können, werden die Heiz- und Kühllasten auch durch folgende Kriterien entscheidend mitbestimmt: Form oder Art und Weise des Bauwerks, also ob Hochhaus oder Flachbau, ob Kompakt- oder Leichtbauweise und natürlich durch Anteil und Art der Fenster.

In unserem Beispiel besitzt das Gebäude, wie es in der Praxis oft vorkommt, drei Fronten, nämlich Ost-, West- und Südfront mit jeweils etwa 40 Modulen. Die angenommenen Werte sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Auch das gewählte Klimaanlage-System – in unserem Fall eine Hochdruck-Induktionsanlage –, hat einen Einfluss auf die Rechenresultate. Dies darum, weil die im Klimagerät vorgekühlte, gegebenenfalls entfeuchtete bzw. vorgewärmte und befeuchtete Primärluft einen Einfluss auf das Modul ausübt, wodurch dessen resultierende, rechnerisch ermittelte Kühl- bzw. Heizlastanteile verändert werden.

Beim auf 7 h morgens festgelegten Betriebsbeginn wurden Beleuchtungs-, Personen- und Gerätemärme vernachlässigt, da normalerweise um diese Zeit in einem Bürogebäude noch nicht mit solchen Lasten zu rechnen sein wird. Das Programm geht davon aus, dass die Beleuchtung eingeschaltet wird, sobald der Sonnenazimut unter 6 ° sinkt. Dies ist zwar etwas fragwürdig, weil nur zu oft auch bei höherem Sonnenstand die Beleuchtung eingeschaltet bleibt.

## Addierte Einzelwerte im Vergleich mit Bilanzwerten

Zu Beginn wurden mit dem Programm die Einzelwerte der verschiedenen Lastanteile für ein nach Westen gerichtetes Modul ermittelt; diese sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

### Beispiel

Wenn zuerst nur der Lastanteil für die Fensterfläche von 2 m<sup>2</sup> berechnet wird, nicht jedoch die anderen Einflüsse, wie Lastanteile aus Aussenwand, interner Last, Beleuchtung und Primärluft, so ergeben sich je Modul (West): auf der *Kühlseite* rd. 408 000 kcal/Jahr und auf der *Heizseite* rd. 535 000 kcal/Jahr.

Wenn aber im Ablauf eines 12-h-Tagesbetriebes jeweils 4 sonnige und 5 schattige Bilanzen für jede Tagesstunde der Modelltage gebildet und entsprechend ihrer Häufigkeit summiert werden (was für die Jahresenergieberechnung 108 stündlichen Modulbilanzen gleichkommt), so entsteht ein völlig anderes Bild, nämlich laut Tabelle 2 auf der *Kühlseite* rd. 200 000 kcal/Jahr und auf der *Heizseite* rd. 51 500 kcal/Jahr je Modul.

Aus Tabelle 2 ist somit ersichtlich, dass es für die Praxis irreführend ist, bloss die Einzelwerte verschiedener Lastanteile zu addieren. Für eine wirklichkeitsgetreue Ermittlung sind vielmehr die Bilanzwerte unerlässlich.

Anschliessend wurden dann verschiedene Einflüsse untersucht und jeweils die Kälte- und Wärmeenergemengen berechnet. Um zu einer Bewertung zu gelangen, die den in der Praxis vorhandenen Kostenunterschied von 50 bis 100 % der Kälteenergie gegenüber der Wärmeenergie berücksichtigt, wurde eine Summenlinie gebildet, bei der die Kälte mit 150 % und die Wärme mit 100 % eingesetzt wurde.

### Einfluss des Sonnenschutzfaktors

Eine Veränderung des Sonnenschutzfaktors zwischen 0,2 bis 0,8, welche unter anderem auch den Unterschied der Sonnenschutzwirkung von Aussen- bzw. Innenstoren aufzeigt, ergibt die Werte nach Bild 2. Dieses Ergebnis entspricht den Erwartungen, da nämlich bei einer Verschlechterung des Sonnenschutzfaktors in Richtung 0,8 ein Kälteenergieanstieg zu verzeichnen ist, während die Heizenergie annähernd konstant bleibt. Die bewertete Summe steigt an, wenn sich der Sonnenschutzfaktor verschlechtert.

### Einfluss der Beleuchtungswärme

Die Beleuchtungsanlage liefert, neben der Sonneneinstrahlung in den Aussenzonen eines Gebäudes, gewöhnlich den grössten Kühllastbeitrag von den im Gebäudeinnern auftretenden Energieumsetzern. Er wird bestimmt durch das physiologisch richtig gewählte Beleuchtungsniveau mit optimalen Beleuchtungsstärken am Arbeitsplatz. Dadurch wird die Leistungsbereitschaft der beschäftigten Personen aktiviert und die Arbeitsqualität gesichert.

Neuerdings haben sich die Ingenieure der Klima-, Beleuchtungs- und Schalltechnik zusammengefunden, um durch eine Nutzung der durch Beleuchtung anfallenden Wärmemengen mit Hilfe von *durchlüfteten* bzw. *umlüfteten* Leuchten zu ermöglichen.

Mit diesen «Klimaleuchten» gelingt es, den Grossteil der in den Leuchten umgesetzten elektrischen Energie in Form von Leitungs- und Konvektionswärme vor dem Eindringen in den klimatisierten Raum abzuführen, indem diese Energiemengen mit der Abluft abgesaugt und in jene Gebäudeteile geleitet werden, wo sie benötigt werden. Diese Verlagerung überschüssiger Wärme kommt zum Teil auch in den bereits erwähnten Bilanzen zum Ausdruck und gelangt zum Beispiel dort zur Anwendung, wo Aussenzonen bereits geheizt, Innenzonen aber dauernd gekühlt oder noch

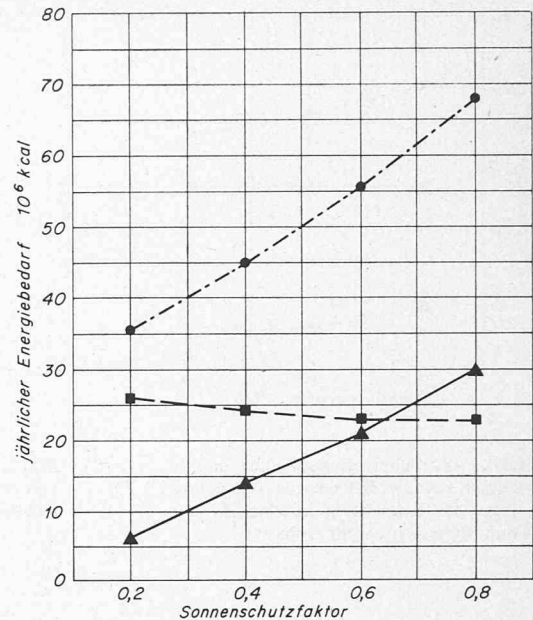


Bild 2. Jährlicher Energiebedarf in kcal für die Tagesstunden (Betriebszeit der Klimaanlage) in Abhängigkeit vom Sonnenschutzfaktor (= Verhältnis der stündlich durchgelassenen Strahlungsenergie zur stündlich eingestrahltener Energie) Signaturen s. Bild 3

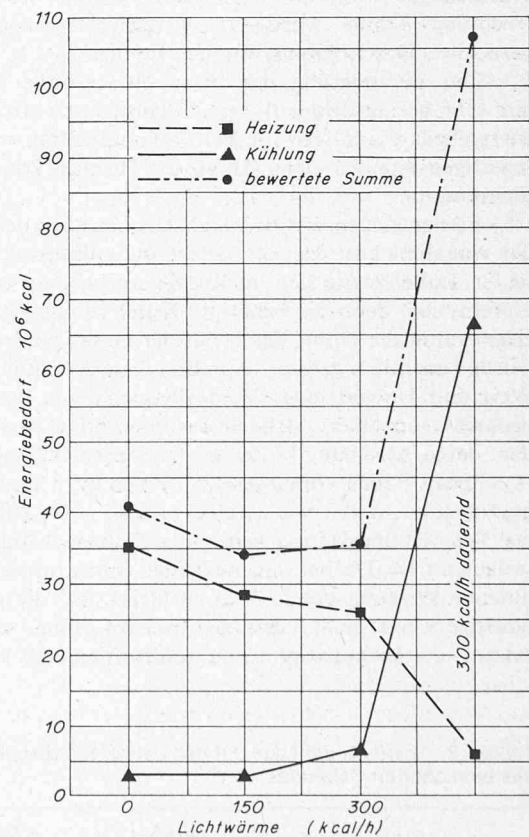


Bild 3. Jährlicher Energiebedarf in kcal bezogen auf die Betriebszeit der Klimaanlage, in Abhängigkeit von der Beleuchtungswärme in kcal/h. Beleuchtung nur zurzeit ungenügender Tageslichtbeleuchtung eingeschaltet. Vergleichsweise ist der Einfluss dauernd eingeschalteter Beleuchtung dargestellt

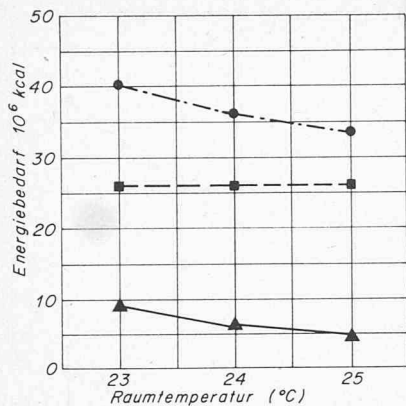


Bild 4. Jährlicher Energiebedarf in kcal, bezogen auf die Betriebszeit der Klimaanlage, bei Einhaltung unterschiedlicher Raumtemperaturen im Sommer

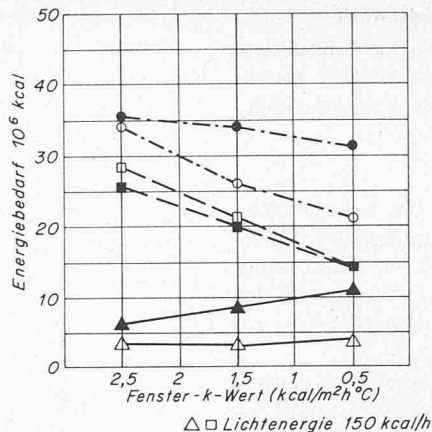


Bild 5. Wie Bild 4, jedoch in Abhängigkeit von der Wärmedurchgangszahl des Fensters

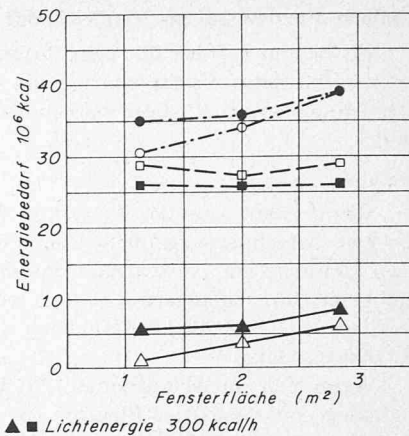


Bild 6. Wie Bild 4, jedoch in Abhängigkeit von der Fensterfläche

Bilder 4, 5 und 6: Signaturen wie bei Bild 3

gekühlt werden müssen. Ferner kommt es oft vor, dass Gebäudefronten wegen ihrer Himmelsrichtung noch oder schon gekühlt werden, während andere noch oder schon geheizt werden müssen. Unter diesem Gesichtspunkt erscheint es deshalb durchaus angebracht und sinnvoll, die Verhältnisse für verschiedene Beleuchtungsstärken durchzurechnen.

Bild 3 zeigt den Einfluss der Beleuchtungswärme. Es wurde angenommen, dass für die Beleuchtung des Moduls, welches in der Praxis eine Grundfläche von rd. 8,0 m<sup>2</sup> aufweisen dürfte, eine Gesamtlichtleistung entsprechend einer Wärmeabgabe von etwa 300 kcal/h benötigt wird. Die Beleuchtung «Null» wurde zu Vergleichszwecken ebenfalls berechnet. Das Ergebnis war überraschend:

Die Veränderung der Beleuchtungsstärke wirkte sich nur sehr geringfügig auf den Gesamtwärme- bzw. Gesamtenergiebedarf aus, weil die Beleuchtungswärme während der schattigen Stunden einen Anteil der Heizlast kompensierend übernimmt.

Ferner gingen wir zu Vergleichszwecken auch noch von der Annahme aus, dass die Beleuchtung dauernd eingeschaltet ist. Dabei zeigte sich im Rechenergebnis ein bedeutender Unterschied, denn die benötigte Kühlleistung schnellte ganz erheblich in die Höhe, das heisst der Gesamtenergieaufwand wurde beachtlich grösser. Aus Bild 3 ist ersichtlich, wie sehr Wert und Unwert einer Vorausdiagnose des Jahresenergiebedarfes von einer «strikten Lichtdisziplin» bestimmt werden, deren Ausübung in der gewöhnlichen Alltagspraxis nur in seltenen Fällen vorausgesetzt werden darf. Dies ist um so gravierender, weil – wie bereits erwähnt – der Kühllastanteil der Beleuchtungswärme neben der Sonneneinstrahlung sehr bedeutend ist. Da bei ungenügender Beleuchtung die stimulierende Wirkung des Lichtes ausbleibt, auf die jedoch vernünftigerweise nicht verzichtet werden sollte, erscheint es ratsam, die Lichtdisziplin von Schlendrian und subjektivem

Irrtum zu befreien und mittels geeigneten Lichtsteuergeräten zu automatisieren. Dadurch stände auch die Diagnose des jährlichen Energiebedarfes wieder auf sicheren Füßen. Im Zeichen der Energieverknappung ist eine Lichtenergieverschwendung nicht nur eine beklagenswerte Verantwortungslosigkeit, sondern auch eine Geldverschwendung.

#### Einfluss der Sommer-Raumtemperatur

In Bild 4 wird der Einfluss der gleitenden Sommer-Raumtemperatur untersucht. Ausgehend von der Winter-Raumtemperatur von 22 °C, mit der allein das Programm den Heizenergiebedarf rechnet, lässt man mit zunehmender Temperatur und Enthalpie der Aussenluft die Sommer-Raumtemperatur auf 23, 24 und 25 °C ansteigen; anschliessend wird diese der Ermittlung der benötigten Kühlenergie-mengen zugrunde gelegt.

Wie Bild 4 zeigt, ist der Einfluss erwartungsgemäss gering, denn die für extreme sommerliche Aussenluftverhältnisse zugestandene Raumtemperaturerhöhung wirkt sich in einem geringen Jahreskältebedarf aus. Ferner aber kommt diesem Bedarf als Entlastung das Kühlvermögen der bei Sommerbetrieb konstant mit 19 °C zugeführten Primärluft zugute, wodurch dem Modul eine grössere Kühlleistung zuteil wird.

#### Einfluss durch Veränderung des Fenster-k-Wertes

In Bild 5 wird die Veränderung des Fenster-k-Wertes untersucht, die heutzutage immer dann interessant ist, wenn Gebäudekonstruktionen mit sehr niedrigen Fenster-k-Werten angeboten werden. Die Ermittlungen wurden vorgenommen für Fenster-k-Werte zwischen 2,5 kcal/m<sup>2</sup> h °C (hoch) und 0,5 kcal/m<sup>2</sup> h °C (niedrig) sowie für zwei Lichtlasten, entsprechend 150 kcal/h bzw. 300 kcal/h. Sie zeigen wiederum indirekt den Einfluss der Beleuchtungswärme. Wie ersichtlich ergibt der Energieaufwand für ein Gebäude mit voller Lichtleistung – also ohne Lampenabsaugung – eine kaum wesentliche Veränderung. Dies hat seinen Grund darin, dass in den Übergangszeiten, während denen die Aussentemperaturen unter der Raumtemperatur liegen, bei eingeschalteter Beleuchtung ein Transmissionsverlust durch die Fenster eintritt, also Beleuchtungswärme ins Freie strömt, die nicht mehr künstlich weggekühlt werden muss. Auf jeden Fall tritt jedoch durch die Verbesserung des Fenster-k-Wertes eine Verminderung des Energieverbrauches in den Nachtstunden ein, die bei einer Beurteilung keinesfalls ausser acht gelassen werden darf.

Tabelle 3. Einfluss der Lage auf den Jahresenergiebedarf des betrachteten Gebäudes

|                                    | Zürich     | Genf            |
|------------------------------------|------------|-----------------|
| Jahreswärmebedarf                  | 25 976 000 | 24 519 000 kcal |
| Jahreskältebedarf                  | 6 860 000  | 7 744 000 kcal  |
| Bewertete Summe                    |            |                 |
| Kälte 150 % Wärme 100 %            | 36 266 000 | 36 135 000 kcal |
| Gebäudewerte ohne Luftaufbereitung |            |                 |

## **Einfluss durch Veränderung der Fensterflächengrösse**

Neben der Untersuchung bei verändertem Fenster-k-Wert war es naheliegend, auch noch den Einfluss einer veränderten Fenstergrösse zu überprüfen. Das auf Bild 6 dargestellte Ergebnis ist überraschend: Es lässt sich kein wesentlicher Einfluss auf die Grösse des Energieverbrauches feststellen, obschon die Fensterflächengrösse beträchtlich variiert wurde.

In diesem Zusammenhang wirkt sich auch die im Programm ebenfalls durchgerechnete *diffuse Einstrahlung* günstig aus, so dass sich während der Tagesstunden der Energiebedarf nicht nennenswert ändert. Auch hier darf jedoch nicht übersehen werden, dass der Nachtstundenenergiebedarf erhebliche Verschiebungen im Gesamtenergiebedarf bewirken kann.

## **Einfluss der Lage bzw. des geographischen Standortes**

Diese Studie beruht auf den für Zürich spezifischen Modelltagen. Zum Vergleich wurde als Standort des betrachteten Gebäudes Genf herangezogen, das bei einer geringen Abweichung der nördlichen Breite einen anderen Verlauf der Aussentemperatur aufweist und im Jahresmittel beinahe 1 °C wärmer ist als Zürich. Aus den verhältnismässig geringen numerischen Unterschieden nach Tabelle 3 kann wohl der Hinweis entnommen werden, dass, insgesamt betrachtet, die internen Lasten für den Jahresenergieverbrauch stärker ins Gewicht fallen.

Adresse des Verfassers: E. Linsi, Luwa AG, Anemonenstrasse 40, 8047 Zürich.

## **Ist die elektrische Raumheizung zu verantworten?**

DK 697.27

In der Presse kann man hin und wieder Artikel lesen, in denen die Verwendung der elektrischen Raumheizung als unverantwortbar dargestellt wird. Hier und da versteigt man sich gar zu der Behauptung, sie würde im Falle eines Engpasses in der Stromversorgung allgemein mit einem Verbot belegt. Derartige Darstellungen dürfen nicht unwidersprochen bleiben, da sie den Konsumenten zu Unrecht verunsichern.

### **Die Heizsysteme**

Zunächst sei an dieser Stelle noch einmal festgehalten und präzisiert, was unter elektrischer Raumheizung zu verstehen ist. Grundsätzlich wird zwischen folgenden Heizsystemen unterschieden:

#### *Direktheizung*

Bei ihr wird die Wärme unmittelbar, je nach Heizbedarf, an den Raum abgegeben; d. h., die Energieaufnahme und die Wärmeabgabe erfolgen gleichzeitig (z. B. Heizöfen aller Art, Strahlungsheizkörper, Konvektoren usw.).

#### *Speicherheizung*

Hier wird vorwiegend die nachts (Niedertarif/Schwachlast) durch Elektrizität erzeugte Wärme in einem Speicherkern aufbewahrt und tagsüber nach Heizbedarf – zeitlich unabhängig von der Aufladung – abgegeben. Je nach Speicherungsart unterscheidet man noch zwischen Einzelraum-speicher und Zentralspeicher.

#### *Gemischtheizung*

Darunter versteht man eine wirtschaftliche Kombination von Direkt- und Einzelraum-speichergeräten. Die am meisten benützten Räume (z. B. Wohnzimmer) werden mit Einzelraum-speichergeräten ausgerüstet, während die anderen Räume mit Direktheizkörpern bestückt werden (z. B. Bad, Toilette, Schlafzimmer).

#### *Infrarotstrahlungsheizung*

Bei ihr weckt die Strahlung unmittelbar, je nach Heizbedarf, nur dort ein Wärmegefühl, wo sie hingelangt; die Infrarotstrahler müssen deshalb über die ganze zu beheizende Fläche verteilt werden. Da diese Heizungsart zur Erwärmung von Terrassen, Balkons, Sitzplätzen, fensterlosen Badezimmern u. ä. in den Übergangszeiten Herbst und Frühling zum Einsatz gelangt, wird sie auch Ergänzungsheizung genannt.

### **Steigendes Interesse an der Elektroheizung**

In der Schweiz hat die Verwendung der elektrischen Energie für die Raumheizung bis vor einigen Jahren eine ganz unbedeutende Rolle gespielt. Die Ölkrise, die mit ihr verbundenen Unsicherheitsfaktoren – wie z. B. die Abhängigkeit vom Ausland –, die hohen Preise und nicht zuletzt das verstärkte Umweltschutzbewusstsein des Schweizer liessen das Interesse an der elektrischen Raumheizung in letzter Zeit sehr rasch ansteigen. Die schweizerische Apparateindustrie – die meisten der führenden Fabrikanten sind in der Vereinigung von Fabriken Elektrischer Apparate VEA zusammengefasst – hat sich seit langem auf diese Entwicklung eingestellt und verfügt heute über ein differenziertes Angebot an modernen Heizanlagen und -geräten für jeden Bedarf. Zurzeit jedoch beansprucht die elektrische Raumheizung noch nicht einmal ganz 1% des gesamten Elektrizitätsverbrauches unseres Landes.

### **Was ist eine Elektroheizung?**

Heute werden der Elektro-Speicherheizung die grössten Zukunftsaussichten gegeben, weil sie nur zur Schwachlastzeit, also in der Nacht, Strom aufnimmt, und weil sie die Wärme nach Bedarf am Tage und am Abend, also auch während der Spitzenzeiten, ohne jede weitere Energiezufuhr wieder abgibt. Bei Qualitätsgeräten kann die Wärme bis zu 16 h gespeichert werden. Diese wird nur abgegeben, wenn sie zum Erreichen der gewünschten Raumtemperatur nötig ist (gesteuerte Wärmeentnahme). Bei steigender Aussentemperatur bleibt die nicht benötigte restliche Wärme im Speicher erhalten. Dies alles im Gegensatz zu Direktheizgeräten und gewissen – an die Steckdose anschliessbaren, transportablen Pseudo-Speicheröfen (sie sind nichts anderes als Direktheizungen, die ständige Energiezufuhr benötigen und Wärme für höchstens 30 min speichern können).

Nach Urteil der Fachleute ist heute in den meisten Fällen die sogenannte Gemischtheizung, also die Kombination von Speicheröfen und Direktheizkörpern, die *wirtschaftlichste Lösung*.

Während wir – je nach Witterung und Konsum – möglicherweise in den nächsten Wintern mit einem gewissen Engpass in der Elektrizitätsversorgung zu den *Spitzenzeiten* rechnen müssen, steht bereits heute in den *Schwachlastzeiten* eine erhebliche *Leistungsreserve* zur Verfügung. In einigen Jahren wird sogar ein *Überangebot* an Schwachlast zu verkraften sein.