

# Schwedens Energiesparmassnahmen im Bauwesen

Autor(en): **Attlmayr, Ernst**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **96 (1978)**

Heft 30/31

PDF erstellt am: **07.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73723>

## **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.

# Schwedens Energiesparmassnahmen im Bauwesen

Von Ernst Attlmayr, Innsbruck

In der Erkenntnis, eine ständige Zunahme des Energieverbrauches weder wirtschaftlich noch ökologisch bewältigen zu können, hat der *Schwedische Reichsrat* bereits im Jahre 1975 beschlossen, Massnahmen zu treffen, die den gesamten Energieverbrauch des Landes bis zum Jahre 1985 um nicht mehr als 2% je Jahr und ab 1990 überhaupt nicht mehr steigen lassen. Der Industrie und dem Verkehr soll auch weiterhin eine Zuwachsrate von 2% zugebilligt werden; daher müssen auf dem Gebiet der *Raumheizung*, die bisher ca. 40% des gesamten Energieverbrauches in Anspruch nahm, besonders grosse Einsparungen erfolgen. Das «Statens Planverk» hat darauf einen Vorschlag für eine entsprechende Verordnung ausgearbeitet, die mit Wirkung vom 1. Januar 1977 Rechtswirksamkeit erlangte. Sie befasst sich vorerst nur mit Neubauten und wesentlichen Umbauten. Ein zweiter Teil, der bereits bestehende Bauten betrifft, ist angekündigt. Die neue Vorschrift behandelt in erster Linie Mindestwärmeschutz, Luftdichtheit und künstliche Belüftung.

## Grundprinzipien der Vorschriften

Einleitend wird die Frage behandelt, welches die Ausgangskriterien für die Vorschriften zur Energieeinsparung sein sollen: so könnte man den *höchstzulässigen Wärmebedarf eines Hauses* als Funktion der Bodenfläche oder des umbauten Raumes vorschreiben, doch ist die Berechnung des Wärmebedarfes noch *sehr umstritten* und von *vielen Ermessensgrössen abhängig*, so dass dieser für Vorschriften, die immer klar und eindeutig sein müssen, ungeeignet erscheint. Man könnte auch den *mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten* eines Raumes oder des ganzen Hauses begrenzen; eine solche Vorschrift erlaubt aber in vielen Fällen eine Energievergeudung, erfordert auch relativ umständliche Berechnungen und ist daher schwer zu überwachen.

Daher entschloss man sich, für die einzelnen Gebäudeteile *höchstzulässige Wärmedurchgangskoeffizienten (k-Werte)* vorzuschreiben und erreichte damit nicht nur eine klare, leicht überwachbare Vorschrift, sondern auch die Möglichkeit, den neuen Mindestwärmeschutz dem wirtschaftlich optimalen anzupassen und damit gleichzeitig die Wohnkosten zu senken.

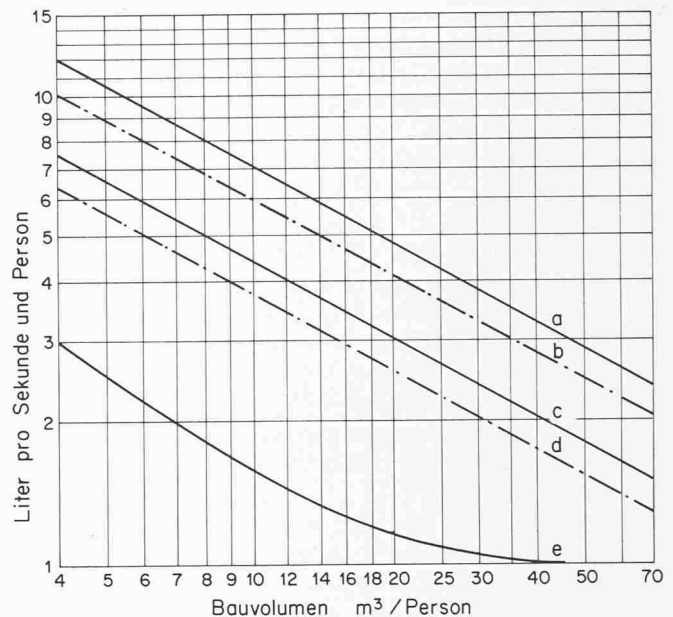
## Neuer Mindestwärmeschutz

Für *Südschweden*, das ein sehr mildes Klima aufweist, (tiefste Temperaturen: Malmö -12 °C, Stockholm -17 °C) wurden folgende *maximal zulässige k-Werte* vorgeschrieben:

|                                     | $W/m^2K = (kcal/hm^2K)$ |        |
|-------------------------------------|-------------------------|--------|
| Aussenmauern                        | 0,3                     | (0,26) |
| Dach und Fussboden gegen Aussenluft | 0,2                     | (0,17) |
| Fussboden gegen Keller oder Erde    | 0,3                     | (0,26) |
| Fenster einschl. Stock und Rahmen   | 2                       | (1,72) |
| Aussentüren ohne Verglasung         | 1                       | (0,86) |

Wärmebrücken sind bei der Berechnung der *k-Werte* zu berücksichtigen.

Diese *k-Werte* entsprechen fast genau denen, die (für österreichische Verhältnisse) *F. Bruckmayer* und *J. Lang* bereits im Jahre 1972 als wirtschaftlich optimal, das heisst, die geringsten Wohnkosten verursachend, berechnet haben. Um diese *k-Werte* zu erreichen, werden im allgemeinen die Aussenmauern 10 bis 12 cm und das Dach 15 bis 20 cm dicke Dämmschichten aus Mineralwolle oder Schaumstoff erhalten müssen.



Zulässige Frischluftmengen

- a) Raum, in dem voraussichtlich geraucht wird
- b) wie a), jedoch für mehr als 20 Personen, mit Rezirkulationsanlage (Umluftanteil 60 Prozent der Gesamtluft)
- c) Raum in dem voraussichtlich nicht geraucht wird
- d) wie c), jedoch für mehr als 20 Personen mit Rezirkulationsanlage (Umluftanteil 60 Prozent der Gesamtluft)
- e) zusätzliche Frischluft für Gebäude, deren Fenster nicht leicht zu öffnen sind

Für das nördliche Reichsgebiet Schwedens, dessen Klima viel rauer ist, wurden für die Aussenmauern ein *k-Wert* von 0,25  $W/m^2K$  und für das Dach von 0,17  $W/m^2K$  vorgeschrieben.

Die zulässige Fenstergrösse ist für Süd- und Nordschweden mit 15% der Bodenfläche bis 5 m Tiefe, zusätzlich 3% der über diese Tiefe hinausgehenden Bodenflächen begrenzt.

Abweichungen von diesen Vorschriften sind zulässig, wenn dadurch der Energieverbrauch nicht grösser wird als bei einer Bauweise, die den Vorschriften genau entspricht. Auf keinen Fall aber dürfen die *k-Werte* der Aussenmauern und des Daches 0,6  $W/m^2K$  und die der Fenster 3  $W/m^2K$  überschreiten.

## Lüftungs-Vorschriften

Die neuen Vorschriften enthalten ausserdem Bestimmungen über die *zulässige Luftdurchlässigkeit*. Sie darf bei einer Druckdifferenz von 50 Pa (5  $kp/m^2$ ) für Ein- bis Zweigeschösshäuser für die Aussenwände 0,4  $m^3/m^2h$ , für Aussenfenster und -türen 1,7  $m^3/m^2h$  und für das Dach 0,2  $m^3/m^2h$  betragen. Für drei- und mehrgeschossige Häuser sind für die Aussenwand 0,2  $m^3/m^2h$  zulässig. Für eine Übergangsperiode wird vorgeschrieben, dass bei einer Druckdifferenz von 50 Pa der stündliche Luftaustausch von Einfamilienhäusern höchstens 4,5, von anderen ein- bis zweigeschossigen Wohnhäusern 3,0 und von Häusern mit mehr als 2 Geschossen 1,5 betragen darf.

Es folgen Vorschriften über das *thermische Wohnklima*. In diese wurde als neuer Begriff die «gerichtete wirksame Temperatur» eingeführt, die im wesentlichen der bei uns als «Empfindungstemperatur» bezeichneten entspricht und sich als

arithmetischer Mittelwert aus Luft- und Strahlungstemperatur berechnet. Sie darf in bestimmten Entfernungen von Fenstern und Wänden nicht niedriger sein als 18 °C; ferner darf die Fussbodentemperatur nicht unter 16 °C sinken.

Sehr ausführlich wird die zulässige Luftrate bei künstlicher Lüftung behandelt, da festgestellt wurde, dass häufig zu stark gelüftet wird, was nicht nur als störend empfunden wird, sondern sich auch energievergeudend auswirkt. Die Abbildung gibt die zulässige Frischluftrate in Liter je Sekunde und Person in Abhängigkeit vom Raumvolumen je Person an. Der geringste Wert ist jedoch 0,35 l/s und m<sup>2</sup> Bodenfläche.

#### Sonstige Bestimmungen

Für Lüftungsanlagen, deren Abluft einen grösseren Wärmeinhalt als 50 000 kWh/Jahr hat, sind Wärmerückgewinnungsanlagen zwingend vorgeschrieben.

Für die Abgase von Ölboilern sind höchstzulässige Werte für den CO<sub>2</sub>-Gehalt, Temperatur und Russgehalt festgelegt. Kamine müssen mit Einrichtungen für die Anbringung von Messgeräten ausgestattet sein.

#### Erwartete Einsparung

Man hofft im Durchschnitt mit diesen Vorschriften gegenüber den in den frühen 70er Jahren gebauten Häusern eine Energieeinsparung von über 40% zu erreichen und glaubt damit auch die Voraussetzungen geschaffen zu haben, um eine Zunahme des Gesamtenergieverbrauches nach dem Jahre 1990 zu verhindern. Dabei ist zu bedenken, dass in Schweden bereits bisher die Wohnhäuser im grossen ganzen wesentlich

besser gedämmt wurden als es in Mitteleuropa üblich ist. Da ausserdem alle wirtschaftlich verwertbaren inländischen Energiequellen ausgenutzt werden sollen, hofft man damit allmählich die Abhängigkeit vom ausländischen Rohöl abzubauen.

Für Einfamilienhäuser rechnet man mit einer Einsparung von etwa 10 000 kWh/a und mit baulichen Mehrkosten von umgerechnet etwa 3000 Franken und für Mehrfamilienhäuser und je Wohnung von etwa 9100 kWh und 2400 Franken.

#### Zusammenfassung

Die neuen schwedischen Vorschriften zur Einsparung von Energie bauen auf eine reiche Erfahrung im hochgedämmten Bauen auf, denn in Schweden war es schon lange vor der Energiekrise üblich, im Wohnungsbau Kosten-Nutzen-Rechnungen anzustellen, die dann zu ähnlichen Dämmwerten führten, wie sie nun allgemein vorgeschrieben wurden. Daher kann wohl angenommen werden, dass ihre Durchführung mit keinerlei technischen oder wirtschaftlichen Risiken verbunden ist. Daher könnten sie auch für die Schweiz und das übrige Mitteleuropa als Vorbild für ähnliche Vorschriften dienen.

#### Schrifttum

«Statens Planverk: Svensk Bugenorm, Energiehulshållning», 19, 1976, 68 Seiten, und «Kommentarer till Svensk Bugenorm», 1977, 112 Seiten, ferner «Statens Planverk, The National Swedish Board of Physical Planning and Building (englische Zusammenfassung: 10 Maschinenseiten). Bestelladresse: Liber distribution, Förlagsorder S-16289 Vällingby.

Adresse des Verfassers: E. Attlmayr, Salurnerstrasse 11, A-6020 Innsbruck.

## Stand- und Entgleisungssicherheit bei Zahnradbahnen

Von Gaston Borgeaud, Winterthur

### II. Teil (Fortsetzung)\*

#### 2.5 Die Gleitverhältnisse zwischen Zahnrad und Zahnstange

Im allgemeinen Fall der Fahrt durch eine Kurve, gleitet das Zahnrad in zwei Richtungen, nämlich quer infolge des Kurvenlaufes und senkrecht darauf infolge der Eingriffsverhältnisse

und der umgekehrte Fall durch

$$\psi \bar{\varphi} = -1$$

gekennzeichnet

##### 2.5.1 Das Gleiten des Zahnrades infolge der Eingriffsverhältnisse

In einem bestimmten Eingriffspunkt  $P(e)$  gleitet der betrachtete Zahn nach oben oder nach unten, je nachdem einerseits der Zahndruck gegen oder in Bewegungsrichtung auf das Zahnrad wirkt, und andererseits der Punkt  $P(e)$  unterhalb oder oberhalb der Zahnstangenteillinie liegt (siehe Bilder 8 und 9).

Der Zahndruck  $Z$  ist nach Definition positiv, wenn er in Bewegungsrichtung auf das Zahnrad wirkt. Wird sein Vorzeichen mit dem Faktor

$$(46) \quad \bar{\varphi} = \text{sgn } Z = \frac{Z}{\sqrt{Z^2}}$$

festgehalten, dann wird (siehe Tabelle 3) der Fall der Wirkung von  $Z$  in Bewegungsrichtung durch

$$\psi \bar{\varphi} = +1$$

Im Bild 8 sind die Eingriffsverhältnisse im Falle der Zahndruckwirkung in Bewegungsrichtung gezeigt, wobei eine Bewegung nach rechts vorausgesetzt ist. Die Radachse bewegt sich mit der Geschwindigkeit  $v$

$$v = \omega \frac{D_z}{2}$$

Tabelle 3: Wert von  $\psi \bar{\varphi}$

|                      | in Bewegungsrichtung |          | gegen Bewegungsrichtung |          |
|----------------------|----------------------|----------|-------------------------|----------|
|                      | Bergfahrt            | Talfahrt | Bergfahrt               | Talfahrt |
| $\psi$               | +1                   | -1       | +1                      | -1       |
| $\bar{\varphi}$      | +1                   | -1       | -1                      | +1       |
| $\psi \bar{\varphi}$ | +1                   | +1       | -1                      | -1       |

\*) I. Teil (mit Bezeichnungen): Heft 27/28, S. 535-550.