

# Wärmedämmende Fensterläden

Autor(en): **Escher, Hans von / Hintermann, Karl / Nänni, Jürg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **101 (1983)**

Heft 38

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75196>

## **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.

führt, deren Verteilung als fiktive Bodenpressung sich etwa proportional zur Verformung des damit beanspruchten Ersatz-Einzelfundamentes verhält. Die Ergebnisse aus diesem Ersatzsystem sind also als *Zuschlagswerte* mit den Ergebnissen aus «normaler Plattenberechnung» zu addieren.

Bei maximalem Grundwasserstand mit Auftriebssicherheit  $s = 1,5$  wird sich damit der Zuschlag für das konventionell ermittelte, negative Stützenmoment tatsächlich auf ungefähr 20% belaufen, sofern am realen System mit quadratischem Stützenraster nur der dominierende, gleichmässig verteilte Auftrieb als Plattenbelastung eingesetzt wird. Der absolute Betrag aus Normal-system plus Zuschlag aus Ersatzsystem wird dann gerade doppelt so gross, wie wenn im andern Extremfall bei fehlendem Grundwasser und sehr gutem Baugrund praktisch die gesamte Stützenlast als parabolisch über das Ersatzsystem verteilte Bodenreaktion aufgebracht wird.

#### Literaturhinweise

- [1] Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein: «Grundwasserabdichtungen». Empfehlung SIA 272. Zürich, 1980
- [2] Bangert, H.: «Abdichtungssysteme im Hoch- und Tiefbau». Schweiz. Ingenieur und Architekt, Heft 45, S. 1113, 1980
- [3] Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein: «Winterlicher Wärmeschutz im Hochbau». Empfehlung SIA 180/1. Zürich, 1980
- [4] Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein: «Wärmeleistungsbedarf von Gebäuden». Empfehlung SIA 380. Zürich, 1975
- [5] Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein: «Wärmeschutz im Hochbau». Empfehlung SIA 180. Zürich, 1970
- [6] Bundesamt für Konjunkturfragen: «Handbuch Planung und Projektierung». Bern, 1980
- [7] Bangert, H.: «Rentenbarwert- und wahre Mittelwertfaktoren». Bauhandbuch, 1982/3 und 1983/3, CRB, Zürich
- [8] Pittsburgh Corning Schweiz: Produktdokumentation. Biel
- [9] Fuchssteiner, W.: «Flächengründungen». Betonkalender Bd. II, S. 213-223. W. Ernst & Sohn. Berlin, 1965
- [10] Schaeidt, W.; Ladner, M.; Rösli, A.: «Berechnung von Flachdecken auf Durchstanzen». TFB Wildegg, 1970
- [11] Duddek, H.: «Praktische Berechnung der Pilzdecke ohne Stützenkopfverstärkung». Beton- und Stahlbetonbau, Heft 3, 1963
- [12] Pfister, F.: «Näherungsberechnung zur Bemessung von unterzugslosen Eisenbetondecken». Schweiz. Bauzeitung, Heft 51, S. 795, 1957

Durch Zuschlagswerte auf dieser Grundlage kann den zufälligen Inhomogenitäten eines an sich tauglichen Konstruktionsquerschnittes mit ausreichender Sicherheit Rechnung getragen werden, ohne dass dafür ein allzu kom-

plizierter Berechnungsaufwand betrieben werden muss.

Adresse des Verfassers: H. Bangert, Ing. SIA, c/o Weder + Bangert AG, Ingenieurbüro für Hoch- und Tiefbau, Abdichtungstechnik, Bauphysik, Waffenplatzstrasse 63, 8002 Zürich.

## Wärmedämmende Fensterläden

Von Hans von Escher, Karl Hintermann und Jürg Nänni, Brugg-Windisch

**Fenster ohne Wärmedämmung sind die Schwachstellen der Gebäudehülle. In Kombination mit wärmedämmenden Läden werden sie jedoch wärmetechnisch zu Aktivposten. Es werden die bauphysikalischen Anforderungen und mögliche Anwendungsbereiche diskutiert. Drei bis zur Projektreife entwickelte Ladenmodelle aus dem Büro- und Wohnungsbau werden anhand von Modellphotos gezeigt.**

Die Idee des wärmedämmenden Ladens ist naheliegend und keineswegs neu. Er wird in der Literatur oft erwähnt [1, 2, 3]. In den meisten Fällen geht die Abhandlung allerdings nicht über die Idee hinaus. Die Projektreife wird in keiner Arbeit erreicht. Insbesondere *fehlen Konstruktionsvorschläge*, die sich für den schweizerischen Baustandard eignen. Allgemein wurde unseres Erachtens bis jetzt zu wenig herausgeschält, wo der sinnvolle Anwendungsbereich von wärmedämmenden Läden liegt, welches die bauphysikalischen Anforderungen sind und wie solche Konstruktionen im Detail ausgeführt werden können.

Vorweg muss erwähnt werden, dass wärmedämmende Läden *nur an gut isolierten Gebäuden*, die keine Wärmebrücken aufweisen, installiert werden sollten. Bei Gebäuden mit dichten Läden und Fenstern ist die relative Raumluftfeuchtigkeit im Winter etwas erhöht, was in der Umgebung von Wär-

mebrücken zu Tauwasserschäden und Schimmelpilzbildungen führen kann.

### Die wärmetechnische Bedeutung des Fensters

Der Globalstrahlungseinfall bringt je nach Intensität einen Wärmeenergiegewinn und somit eine Entlastung der Heizung. Dieser Energiegewinn ist beim Fenster wegen der Wärmefallenwirkung besonders ausgeprägt [3]. Allerdings führen *Glasflächen* mit ihren hohen *k*-Werten in kalten Winternächten zu einer starken Auskühlung des Raumes. Ist es nun möglich, das Fenster nachts mit einem wärmedämmenden Laden zu isolieren, so dass der *nächtliche Transmissionsverlust* im Fensterbereich nicht grösser ist als im Wand- und Deckenbereich, so wird das Fenster wärmetechnisch zum Aktivposten. Untersuchungen von Gertis und Hauser [1] zeigen, dass südorientierte

Fensterflächen bereits ohne wärmedämmende Läden eine Einsparung von Heizenergie bis zu 15 Prozent im Vergleich zur fensterlosen Südfassade möglich machen, und dass Fensterflächen mit wärmedämmenden Läden *für alle Orientierungen* sogar zu *Energiegewinnflächen* werden, falls ein *geeignetes, regelbares Heizsystem* installiert ist.

Der Energiegewinn pro Heizperiode hängt ab von

- der Orientierung des Fensters,
- der Konstruktion des Dämmladens,
- vom Heizsystem,
- dem Lüftungskonzept im betreffenden Raum und
- den Beharrungseigenschaften des Raumes.

Im Sommer führen grosse südliche und westliche Glasflächen zu einer Übererwärmung des Raumes. Deshalb sind Schutzmassnahmen nötig. Sie müssen so gestaltet sein, dass zwar erwünschte winterliche Sonne in den Raum gelangt und die Heizung entlastet, die direkte Sonnenstrahlung im Sommer hingegen ausgesperrt bleibt. Eine *Kombination von Sonnenschutz und Dämmladen drängt sich auf*.

### Bauphysikalische Anforderungen

Prinzipiell kann ein wärmedämmender Laden *vor oder hinter dem Fenster* angeordnet werden. Ein raumseitiger Laden hat verschiedene Nachteile: In der

Regel dürfte das Verstauben des Ladens tagsüber auf Schwierigkeiten stossen. Vor allem aber ist die Gefahr von Tauwasser am Fenster gross. Durch das Schliessen des Ladens wird die Scheibentemperatur, die in der Nacht ohnehin tiefer liegt, zusätzlich gesenkt. Die Luft zwischen Laden und Fenster kann an der Scheibe Tauwasser ausscheiden, was bei Metallfenstern unschön, bei Holzfenstern auf die Dauer unzulässig ist.

Die Anordnung des Ladens auf der Aussenseite bringt ebenfalls Schwierigkeiten: Einmal kann die äussere Erscheinung des Gebäudes durch die voluminösen Läden nachhaltig beeinflusst werden. Zum anderen ist die Bedienung etwas aufwendiger: Beim äusseren Laden lässt sich die Handbetätigung dem heutigen etwas verwöhnten Benutzer kaum mehr zumuten. Es sind kompliziertere Schliess- und Verriegelungsmechanismen notwendig, die bei geschlossenem Fenster betätigt werden können. Schliesslich ist die äussere Ladenkonstruktion Wind und Wetter ausgesetzt. Trotzdem hat sich die äussere Ladenanordnung nach unseren Untersuchungen als gangbar und zuverlässiger erwiesen.

Es ist verschiedentlich nachgewiesen worden [4], dass Wärmebrücken bei gut gedämmten Gebäuden rascher zu *Feuchtigkeiterscheinungen* führen, so dass viele der bis heute üblichen Konstruktionsdetails in Zukunft nicht mehr möglich sein werden. Auch beim Fensteranschluss ist es notwendig, dass die Dämmschicht wärmebrückenfrei in das Fenster und den wärmedämmenden Laden übergeht. Dies ist nur mit einer *wärmedämmenden Zarge* zu bewerkstelligen. Metallzargen kommen hierfür nur bedingt in Frage. Die Wärmeleitung von Stahl ist nämlich so gross, dass auch bei dünnen Blechen ein unzulässiger Kälteeinbruch in die durchgehende Dämmzone stattfindet, der auch durch Ausschäumen des Zargenhohlraumes nicht kompensiert werden kann.

Wir konnten dies mit zahlreichen Berechnungen des zweidimensionalen Temperaturfeldes von Bauteilquerschnitten nachweisen. Wärmedämmende Zargen sind deshalb lediglich in *Holz* oder mit *ausgeschäumten Kunststoffprofilen* möglich. Holz ist nur in regengeschützten Lagen sinnvoll (siehe Ladenmodell C). Entsprechend geschäumte Kunststoffzargen sind zurzeit im Handel nicht erhältlich, Besprechungen mit Firmen haben jedoch ergeben, dass eine Produktion möglich wäre.

Nun werden heute zahlreiche Büro- und Verwaltungsbauten mit *Metallfas-*

*saden* konstruiert. Die Idee der wärmebrückenfreien Dämmschicht kann bei diesen Gebäudetypen nicht kompromisslos durchgeführt werden. Immerhin lassen sich die wärmetechnischen Eigenschaften durch wärmedämmende Läden verbessern und liegen, falls die Dämmfunktion des Ladens mit der Sonnenschutzfunktion kombiniert wird, im Bereich der Wirtschaftlichkeit.

Bei geschlossenem Laden soll das Laden-Fensterpaket etwa denselben *k-Wert* aufweisen wie die danebenliegende Aussenwand. Dies wird in den meisten Fällen bedeuten, dass der Laden eine 8–10 cm dicke Isolierschicht aufweisen muss. Nun hat *Hintermann* in zwei Arbeiten [6, 7] nachgewiesen, dass sich die Wärmedämmung eines Ladens nur dann auswirkt, wenn der Laden *dicht* ist, d.h. wenn die Luft zwischen Fenster und Laden nur langsam erneuert wird. Dabei muss die Qualität der Dichtung etwa der eines guten Fensters entsprechen. Bei unseren Lösungen haben wir deshalb *elastische Dichtungsbänder* vorgesehen. Form und Material sind dem Anpressdruck angepasst. Dieser muss so gross sein, dass sich der Laden auch bei Biegekeit und Sog nicht von der Zarge abhebt.

### Wo sind wärmedämmende Läden sinnvoll?

Das Schliessen des Ladens während der Nacht ist, wie bereits ausgeführt wurde, nur dann sinnvoll, wenn *gleichzeitig* gedichtet wird. Dieser gekoppelte Vorgang hat weiter nur bei Räumen einen Sinn, bei denen die Wärmeenergie von Boden, Wänden und Decke über Nacht konserviert werden soll.

Dämmende Läden drängen sich in erster Linie bei allen Räumen auf, die rund um die Uhr beheizt werden. Solche Räume sind relativ selten. In zweiter Linie betrifft es Räume der Warmzone einer Wohnung, die während 10 bis 16 Stunden beheizt werden und anschliessend eine Nachtabsenkung erfahren. Die Energieeinsparung bei dieser Massnahme hängt von der Trägheit des Heizsystems, von den Beharrungseigenschaften des Raumes, den *k-Werten* der Aussenbauteile und vor allem von den Eigenschaften der dämmenden Läden ab. Abgesehen von der Reduktion der Heizkosten und von den Sonnenschutzfunktionen am Tag erfüllen diese Läden eine dritte Funktion: Durch die gespeicherte Wärme wird die *Behaglichkeit* nach beendeter Nachtabsenkung erhöht (erhöhte Oberflächentemperaturen im Raum).

Ähnliche Bedingungen, wie sie hier für die Warmzone einer Wohnung aufgezählt wurden, gelten auch für Büroräume.

Völlig sinnlos sind wärmedämmende Läden bei Schlafzimmern, in denen während der Heizperiode bei offenem Fenster geschlafen wird. Auch wenn vor dem geöffneten Fenster ein konventioneller Laden geschlossen wird, ist die Luftwechselzahl des Schlafrumes erheblich und damit die Dämmung durch einen Laden relativ klein.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wärmedämmende Läden im Bereich der Warmzone genau dort sinnvoll sind, wo auf Dauerlüftung nachts verzichtet werden kann. Die Wärmedämmung durch Läden zieht automatisch eine Verbesserung des Lüftungskonzepts nach sich, welches sowohl energetisch als auch von der Behaglichkeit her von grosser Bedeutung ist.

### Konstruktionsvorschläge

Der Teufel liegt bekanntlich im Detail. Wir waren uns bewusst, dass allgemeine Überlegungen zum wärmedämmenden Laden nicht genügen und nur konkrete Konstruktionsvorschläge der Idee des Dämmladens weiterhelfen. Um den Untersuchungen einen möglichst realistischen Hintergrund zu geben, haben wir drei bestehende Gebäude ausgebaut und entsprechende wärmedämmende Läden mit der Absicht entworfen, die architektonische Erscheinung durch diese Ergänzungen nicht grundlegend zu verändern. Es wurden Konstruktionspläne erstellt und Funktionsmodelle im Massstab 1:5 gebaut. Die Erstellung der Modelle wurde vom *Bundesamt für Konjunkturfragen, Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung*, finanziert. Unseren Mitarbeitern *Emil Egli*, Ing. HTL, und *Fredi Kölliker*, Arch. HTL, sei an dieser Stelle für ihre Arbeit gedankt.

### Konstruktionsvorschlag Ladenmodell A

Das Ladenmodell A (Bilder 1, 2 und 3) stellt eine Lösung dar, die durchgehende und relativ hohe Fensterbänder erlaubt. Die wärmedämmenden Läden sind unter einem Vordach gestapelt, das gleichzeitig als Sonnen- und Witterungsschutz dient, und das jederzeit, also auch wenn Sonnenschutzmassnahmen nötig sind, einen ungestörten Ausblick erlaubt. Mit dem Vordach wurde eine bewährte Konstruktionsform des Innerschweizer Holzhauses aufgegriffen. Die Fassade besteht aus einem

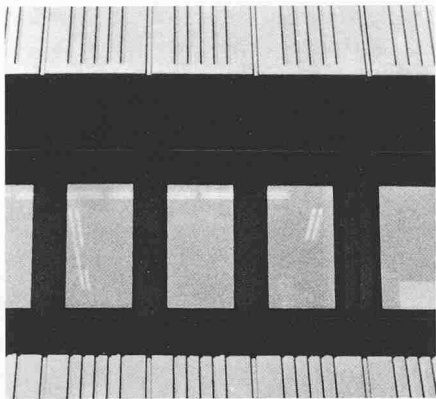


Bild 1. Micafil Bürohaus mit Vordächern als Sonnenschutz



Bild 2. Ladenmodell A. Die Dämm-läden sind unter dem Vordach gut versorgt

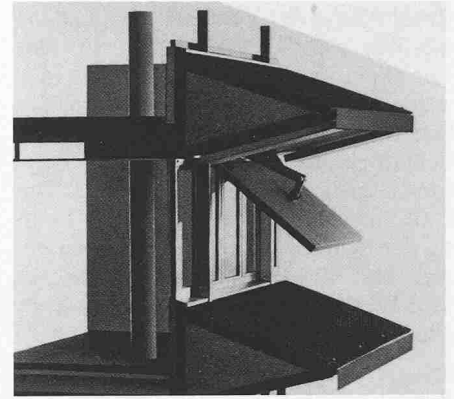


Bild 3. Modellfoto von Laden A während des Absenkvorganges

stockwerkshoch gespannten Stahlra-ster, an dem Vordächer, Läden und Aluminiumfenster befestigt sind. Solche oder ähnliche Fassadenkonstruktionen sind bei Büro- und Verwaltungsbauten anzutreffen.

Der wärmedämmende Laden besteht aus einem Alublech-Styropor-Sandwich (z.B. Alucopan) mit 10 cm Isolierstärke. Die Randzonen sind mit Kunststoffstege verstärkt. Zur Übertragung der Kräfte von der Halterung auf das Sandwich sind zusätzliche Kunststoffstege eingebaut und Verstärkungsbleche aufgeleimt. Der Antrieb erfolgt durch einen Elektromotor. Das Getriebe dreht die Spindel aus Kunststoff, die den Laden senkt und anpresst. Die Schliessdauer des automatischen Senk-vorganges dauert etwa zwei Minuten. Motor und Getriebe sind eis- und wetterfest. Die Gummidichtung aus EPR ist auf den Anpressdruck abgestimmt. Die Dichtigkeit der Fuge zwischen Laden und Zarge entspricht etwa der eines guten Fensters.

Bei der Bemessung von Vordach und Fensterhöhe müssen Orientierung, der

winterliche Transmissionsverlust, die Strahlungsgewinne, die Sommerbeschattung und die Tageslichtverhältnisse im Raum berücksichtigt werden.

Das Vordach mit nach oben geneigter Untersicht, wie es im Modell übernommen wurde, bietet guten Sonnenschutz für Ost- bis SSW-Orientierungen. Für SW- und Westorientierungen ist ein Vordach mit horizontaler Untersicht vorzuziehen, das einen besseren Sonnenschutz gewährleistet, ohne den Raum übermässig zu verdunkeln.

### Konstruktionsvorschlag Ladenmodell B

Auch das Ladenmodell B (Bilder 4, 5 und 6) stellt eine Lösung für Bürogebäude mit Metallfassaden dar. Die Fassadenkonstruktion besteht aus stockwerkshohen, vorgehängten, isolierten Stahlpaneelen. Als Vorbild diente das Bürogebäude der Danzas AG in Zürich (Burckhardt Architekten, Fassadenbau-firma Felix SA). Folgende Konstruk-

tionsänderungen waren notwendig: Die Paneelstärke und somit die Rahmen- und Brüstungsisololation wurde von 8 cm auf 10 cm, die Stärke des Isolierglaspaketes von 22 auf 30 mm erhöht. Die vorgehängten Lamellenstoren wurden durch wärmedämmende Läden ersetzt.

Der zweiteilige Laden besteht wiederum aus einem Alublech-Styropor-Sandwich von 10 cm Dicke. In aufgezogenem Zustand ist der obere Teil des Ladens unter einem Brüstungsblech versorgt, während der untere Ladenteil horizontal um 88 cm auskragt.

Der Laden wird von einem Elektromotor bewegt, der ebenfalls unter dem Brüstungsblech angebracht ist. Er betätigt gleichzeitig einen Mechanismus, der den abgesenkten Laden so stark anpresst, dass die notwendige Dichtigkeit gewährleistet ist.

Der im aufgezogenen Zustand horizontale Unterteil des Ladens beschattet die Glasfläche und bietet für Ost- und Südfassaden einen genügenden Sonnenschutz.

Bild 4. Ladentyp B. Tagsüber dient der Laden-Unterteil als Sonnenschutz

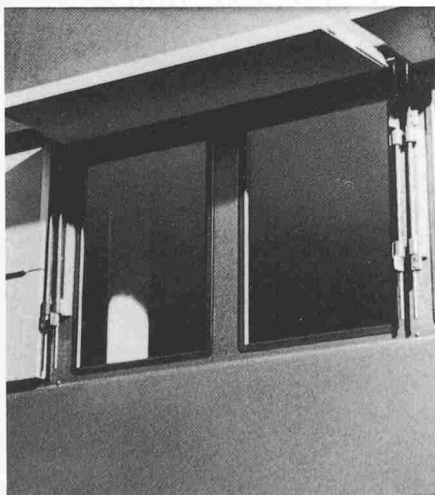


Bild 5. Durch Absenken des Ladenunterteils wird der Sonnenschutz verstärkt

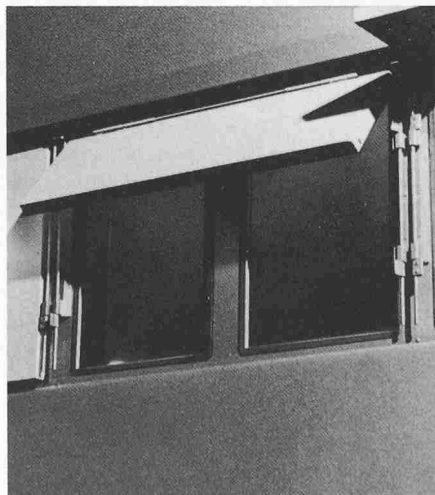
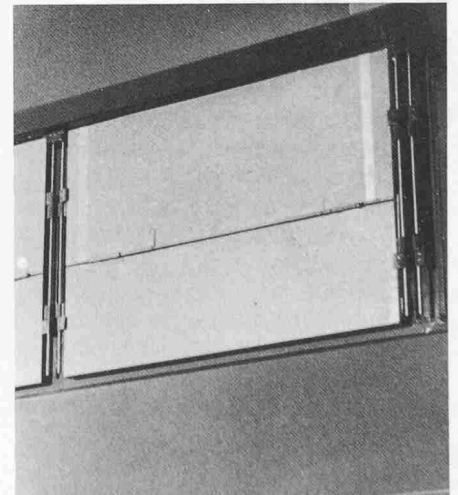


Bild 6. Der Dämm-laden wird in geschlossenem Zustand angepresst



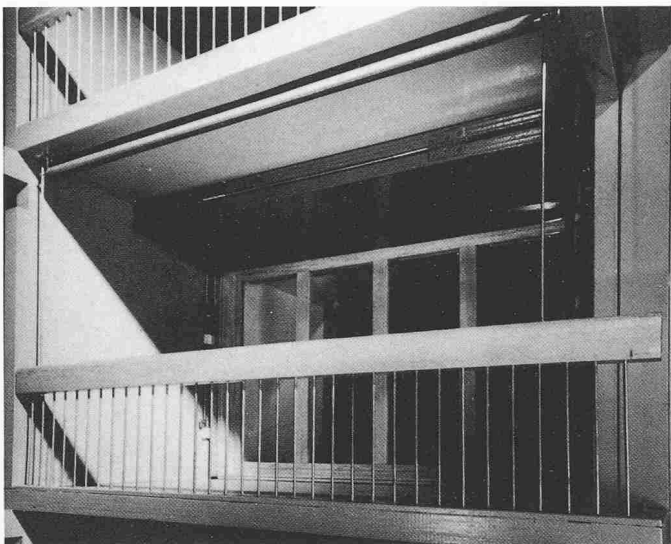


Bild 7. Ladentyp C

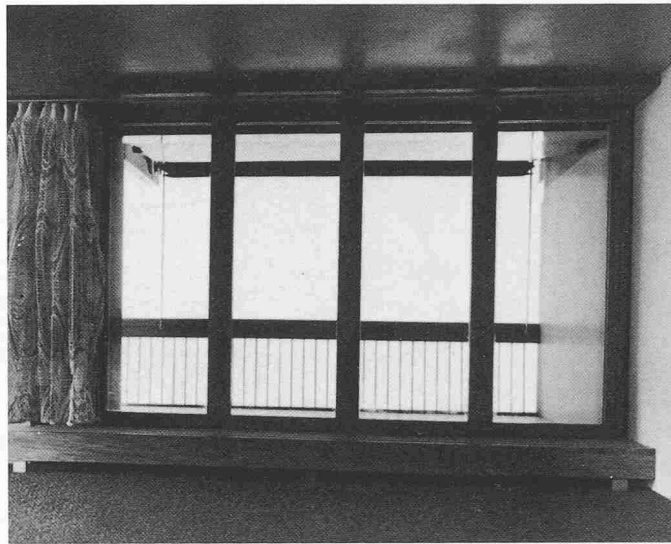


Bild 8. Ausblick vom Wohnzimmer auf die Terrasse, Ladentyp C

## Konstruktionsvorschlag Ladenmodell C

Das Ladenmodell C (Bilder 7 und 8) stellt eine Lösung für den Wohnungsbau dar. Als Untersuchungsobjekt diente uns der Grundriss eines Mehrfamilienhauses von Hermann Baur, das in Basel in mehreren Varianten gebaut worden ist (z.B. Karl Jaspers Allee). Er zeichnet sich u.a. durch eine grosse Terrasse und durch eine grosszügige Verglasung des dahinterliegenden Wohnzimmers aus. Die Anordnung von Wohnzimmer und Terrasse ist für den schweizerischen Wohnungsbau typisch. Um das Wohnzimmer nicht ungebührlich zu verdunkeln, darf über dem Fenster kein Sturz angeordnet sein. Es ist deshalb sinnvoll, den Terrassenboden um eine Stufe höher zu setzen, was zudem den Einbau eines Niedertemperaturkonvektors erleichtert. In bauphysikalischer Hinsicht wurde die Konstruktion gegenüber dem Original verbessert, indem die Balkonplatte nicht als Auskragung der Stockwerksdecke ausgebildet, sondern wärmebrückenfrei vom Gebäude abgetrennt ist.

Das Gebäude von Hermann Baur weist Holzfenster auf, im geschützten Fassadenbereich von Essnische und Küche sogar stockwerkshohe isolierte Glas-Holz-Paneele. Holz drängt sich ebenfalls als Material für den Laden auf. Eine Holzkonstruktion lässt sich auch deshalb verantworten, weil der Laden durch den vorgelagerten Balkon geschützt und wenig wetterexponiert ist.

Zielvorstellung ist eine möglichst billige und robuste Konstruktion mit entsprechend einfachen Beschlägen sowie mit Handantrieb. Die Bedienung des Ladens samt Anpressung und Verriegelung muss vom Wohnzimmer aus bei

geschlossenem Fenster möglich sein. Zum Aufziehen des Ladens ist eine Zugkraft von etwa 80 N erforderlich. Der ganze Vorgang dauert etwa zwei Minuten. Diese Zeit könnte entweder

mit einer vergrösserten Zugkraft oder mit einer Leichtkonstruktion (z.B. Alu-Schaumstoff-Paneel) verkürzt werden. Selbstverständlich ist ein elektrischer Antrieb wahlweise möglich.

## Sind wärmedämmende Läden wirtschaftlich?

Im ersten Teil dieses Beitrages wurden die bauphysikalischen Anforderungen, die wärmeschutztechnische Bedeutung und mögliche Anwendungsbereiche diskutiert. Im folgenden Teil wird die Frage der Wirtschaftlichkeit erörtert. Es zeigt sich, dass die Dämm-läden rentabler sind als z. B. Sonnenkollektoren, dass sie den Vorrang haben vor extrem guter Isolation der Aussenwände und ausserdem die Behaglichkeit im Raum erhöhen.

Je höher die Energiepreise steigen, desto wirtschaftlicher werden die Investitionen für die Wärmedämmung. Dabei sind die Kosten für nichttransparente Bauteile wesentlich kleiner als für transparente. Daraus folgt jedoch keineswegs, dass das für Wärmedämmung zur Verfügung stehende Kapital ausschliesslich zur Dämmung von Aussenwänden verwendet werden soll. Die folgende, vereinfachte Rechnung zeigt, dass mit zunehmender Isolation der Aussenwände dämmende Läden wirtschaftlicher werden und letztlich den Vorrang bekommen.

Der Wärmegewinn  $G$  pro Heizperiode für eine zusätzlich isolierte Aussenwand und für ein Fenster mit dämmendem Laden beträgt

$$G = \Delta k_W \cdot W \cdot \text{HGT} + \Delta k_F \cdot F \cdot \mu \cdot \text{HGT} + \Delta n \cdot \mu \cdot \text{HGT} \cdot C$$

Dabei werden die folgenden Symbole benutzt:

$G$  : Wärmegewinn pro Heizperiode  
 $\Delta k_W$  :  $k$ -Wert-Verbesserung der Wand  
 $W$  : Wandfläche  
 HGT : Heizgradtage  
 $\Delta k_F$  :  $k$ -Wert-Verbesserung des Fensters bei geschlossenem Laden

$F$  : Fensterfläche  
 $\mu$  : Bruchteil der Heizgradtage mit geschlossenem Laden  
 $\Delta n$  : Reduktion der Luftwechselzahl bei geschlossenem, angepresstem Laden  
 $C$  : Wärmekapazität des Raumluftkörpers (Produkt von Volumen, spezifischer Masse und spezifischer Wärme der Raumluft)

Der Wärmegewinn  $G$  soll nun bei einem gegebenen Kapital  $K$  mit zusätzlicher Dämmung von Wand und Fenster maximal gemacht werden. Es gelten die Symbole:

$K$  : Kapital  
 $P_W$  : Preis pro Widerstands- und Flächeneinheit für die Wand  
 $P_F$  : Preis pro Widerstands- und Flächeneinheit für den wärmedämmenden Laden  
 $k_W$  :  $k$ -Wert der Wand ohne Zusatzdämmung  
 $k_F$  :  $k$ -Wert des Fensters samt Rahmen ohne wärmedämmenden Laden  
 $x$  : gesuchter optimaler zusätzlicher Wärmewiderstand pro Flächeneinheit des Ladens  
 $y$  : entsprechender optimaler zusätzlicher Wärmewiderstand pro Flächeneinheit der Wand

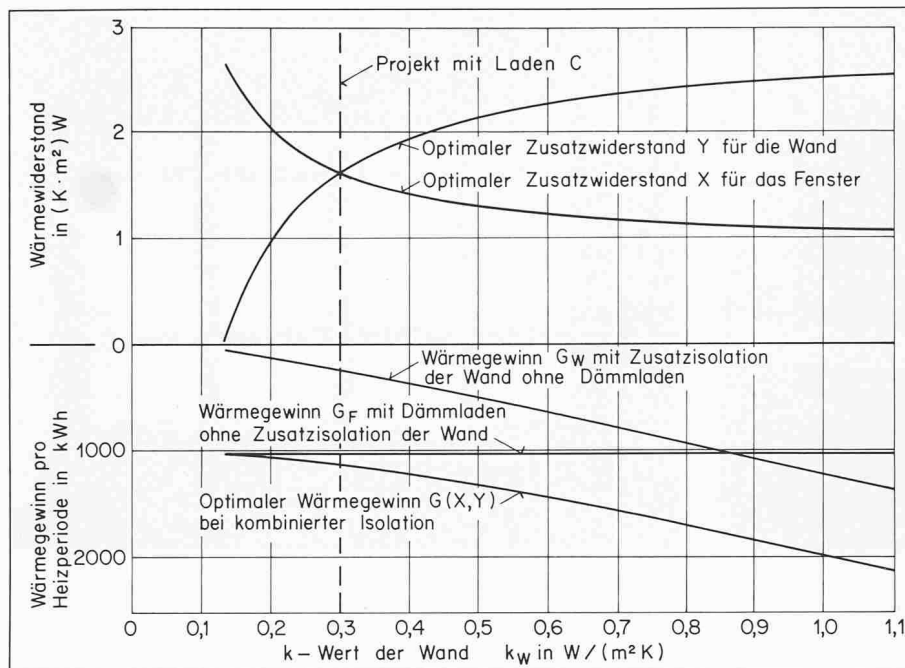


Bild 9. Optimale Wärmewiderstände und Wärmegewinne pro Heizperiode in Funktion des bestehenden k-Wertes der Wand

In der Praxis steigen zwar die Dämmkosten mit zunehmendem Widerstand sprungartig an. Die vereinfachte Rechnung mit linearen Kostenfunktionen liefert trotzdem ein qualitativ richtiges Bild. Die Isolationskosten betragen in dieser Näherung

$$K = P_W \cdot W \cdot y + P_F \cdot F \cdot x$$

Der Wärmegewinn  $G$  kann damit und mit

$$\Delta k_W = k_W - \frac{1}{\left[ \frac{1}{k_W} + y \right]}$$

$$\Delta k_F = k_F - \frac{1}{\left[ \frac{1}{k_F} + x \right]}$$

als Funktion von  $x$

$$G(x) = k_W \cdot W \cdot \text{HGT} + (k_F \cdot F + \Delta n \cdot C) \cdot \mu \cdot \text{HGT} - \frac{W \cdot \text{HGT}}{\left[ \frac{1}{k_W} + \frac{K - P_F \cdot F \cdot x}{P_W \cdot W} \right]} - \frac{F \cdot \mu \cdot \text{HGT}}{\left[ \frac{1}{k_F} + x \right]}$$

ausgedrückt werden. Das lokale Maximum liegt an der Stelle

$$x = \frac{\frac{1}{k_W} + \frac{K}{P_W \cdot W}}{\frac{1}{k_F} \sqrt{\frac{P_F}{P_W \cdot \mu}} + \sqrt{\frac{P_F}{P_W \cdot \mu}}}$$

wobei dieser optimale Wärmewiderstand nur zwischen Null und dem Wert  $K/(P_F \cdot F)$  einen Sinn hat. Ist die obere Grenze überschritten, so ist  $y$  negativ. Die bestehende Wandisolation ist dann

im Vergleich zum ungeschützten Fenster stark überdimensioniert. Wenn  $x$  negativ ist, soll ausschliesslich die Wand nachisoliert werden. Bild 9 zeigt die optimalen Widerstände  $x$  und  $y$  für die kombinierte Isolation von Fenster und Wand in Abhängigkeit des bestehenden  $k$ -Wertes der Wand  $k_W$  mit den Annahmen:

- $W = 18 \text{ m}^2$ ,  $F = 7 \text{ m}^2$ ,  $k_F = 3,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ,
- $P_W = 20 \text{ Fr.}/[\text{m}^2(\text{m}^2\text{K}/\text{W})]$ ,
- $P_F = 80 \text{ Fr.}/[\text{m}^2(\text{m}^2\text{K}/\text{W})]$ ,
- $K = 1500 \text{ Fr.}$ ,  $\Delta n = 0,1 \text{ (1/h)}$ ,
- $C = 0,02 \text{ kWh/K}$  (Raumvolumen  $60 \text{ m}^3$ ),
- HGT bei 8 h Nachtabsenkung von  $1 \text{ K}: 3542 \text{ K} \cdot \text{d}$ ,  $\mu = 0,62$

Zum Vergleich ist in Bild 9 der optimale Gewinn  $G(x,y)$  eingetragen sowie die Gewinne  $G_F$  und  $G_W$ , die man erzielt, wenn das ganze Kapital  $K$  entweder nur für den Wärmeschutz des Fensters oder nur für die Nachisolation der Wand eingesetzt wird. Dieses Zahlenbeispiel zeigt, dass der Gewinn für  $k_W$ -Werte, die kleiner sind als  $0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , durch kombinierte Isolation nicht wesentlich gesteigert werden kann. Ein Verzicht auf die Nachisolation der Wand zugunsten der Anschaffung eines Dämm-laden

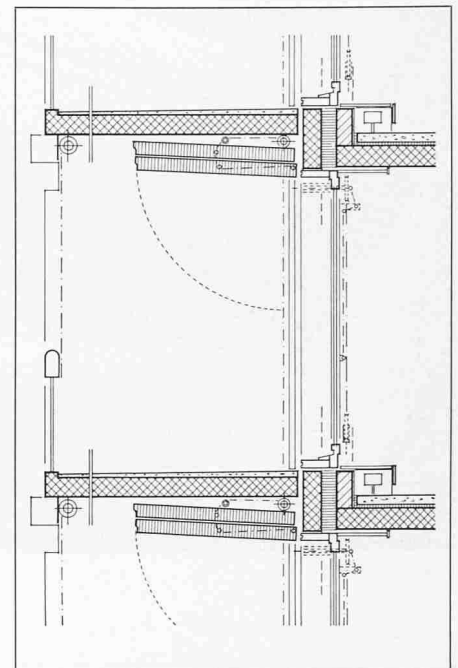


Bild 10. Wärmedämm-laden für den Wohnungsbau. Vertikalschnitt durch Wohnzimmer und Balkon eines Mehrfamilienhauses. Der Laden entspricht dem Modell C

dens drängt sich auf. Bei  $k_W$ -Werten, die grösser sind als 1, unterliegt der Laden im Vergleich zur vollwertigen Nachisolation der Wand.

Die folgende Renditeberechnung wird am Beispiel eines wärmedämmenden Holzladens, wie er vor einem grossen Wohnzimmerfenster angebracht werden kann (vergleiche Bild 10), durchgeführt.

Mit einem angenommenen  $k$ -Wert der Wand von  $k_W = 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  muss diese nicht nachisoliert werden (vergleiche Bild 9). Setzt man für den Laden  $K = 1500 \text{ Fr.}$  ein, wobei er eine Fensterfläche von  $7 \text{ m}^2$  bedeckt und einen zusätzlichen Wärmewiderstand von  $2,90 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$  bewirkt, so ergibt sich unter Berücksichtigung der übrigen Annahmen ein  $\Delta k_F = 2,79 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und eine Einsparung von

$$\mu \cdot \text{HGT} \cdot 24 \cdot \left( \frac{\Delta k_F}{1000} \cdot F + \Delta n \cdot C \right) = 1135 \text{ kWh}$$

Bei einem Energiepreis von  $0,1 \text{ Fr.}/\text{kWh}$  können damit die Kosten von  $1500 \text{ Fr.}$  mit einer Annuität von  $0,08$  abgeschrieben werden. Würde man das gleiche Kapital zur Nachisolation der Wand einsetzen, so müsste bei gleichem Energiepreis die Annuität  $0,02$  betragen, oder bei einer Annuität von  $0,08$  der Energiepreis  $0,47 \text{ Fr.}/\text{kWh}$  sein, damit sich die Massnahme bezahlt macht.

Würde man bei diesen Optimierungen die Behaglichkeit mitberücksichtigen, die u. a. von den Differenzen der Ober-

Tabelle 1. Reduzierte Heizgradtage  $\mu \cdot \text{HGT}$  von Bern bei geschlossenem Laden

	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Heizperiode
Heiztage [d]	31	28	31	30	20	8	31	30	31	240
$\mu \cdot \text{HGT}$ ohne Nachtabsenkung [K · d]	403	329	288	211	97	34	224	314	392	2292
$\mu \cdot \text{HGT}$ bei 8h Nachtabsenkung von 1 °C	392,6	319,6	277,6	201	90,3	31,3	213,6	304	381,6	2211,6
$\mu \cdot \text{HGT}$ bei 8h Nachtabsenkung von 2 °C	382,3	310,3	267,3	191	83,6	28,6	203,3	294	371,3	2131,7
$\mu \cdot \text{HGT}$ bei 8h Nachtabsenkung von 3 °C	372	301	257	181	77	26	193	284	361	2052
$\mu \cdot \text{HGT}$ bei 8h Nachtabsenkung von 4 °C	361,6	291,6	246,6	171	70,3	23,3	182,6	274	350,6	1971,6

flächentemperaturen des betreffenden Raumes abhängt, so würde sich zeigen, dass der wärmedämmende Laden diese Temperaturen ausgleicht, und dass deshalb die Behaglichkeit bei etwas tieferen Zimmertemperaturen bereits gewährleistet ist. Der effektive Wärmege-  
winn kann deshalb grösser sein.

Energieeinsparungen mit wärmedämmenden Läden sollen nun entkoppelt vom Wärmeschutz der Wände diskutiert werden. Der Standort sei Bern mit 3622 Heizgradtagen. Der Anteil  $\mu$  bei geschlossenem Laden hängt von der Schliessungszeit, vom Monat und von der Nachtabsenkung ab. Wird der La-

den konsequent zwischen Sonnenuntergang und 07.00 Uhr geschlossen, so ergeben sich für verschiedene Nachtabsenkungen die in Tabelle 1 enthaltenen Heizgradtage bei geschlossenem Laden. Der gerundete Faktor  $\mu$  hat für eine Absenkung von 0 °C den Wert 0,63, für 1 und 2 °C den Wert 0,62, für 3 °C den Wert 0,61 und für 4 °C den Wert 0,60. Zum Vergleich wird der Laden mit drei Verglasungen F1, F2 und F3 kombiniert, nämlich mit einer konventionellen Zweifachisolierverglasung [ $k$ -Wert: 3,1 W/(m<sup>2</sup>K)], einer Dreifachisolierverglasung ( $k$ -Wert: 2,1) und einem neuentwickelten, kostspieligen Super-

Wärmeschutzglas ( $k$ -Wert: 1,1). Die Tabellen 2 bis 4 enthalten die monatlichen nächtlichen Wärmeverluste der drei Fenstertypen in drei Varianten:

- ohne Wärmeschutz,
- mit einem grossformatigen Hohlprofil-Rolladen,
- mit einem wärmedämmenden Laden.

Bei der letzten Variante liefert auch das zwischen dem dichten Laden und dem Glas eingeschlossene Luftkissen (Dicke: 0,22 m) einen kleinen Beitrag von 0,17 (m<sup>2</sup>K)/W zum Wärmewiderstand (vergl. Element 23, S. 24 [5]). Der Laden

Tabelle 2. Fenster F1 (zweifache Isolierverglasung)

	$k$ -Wert ohne Laden: 3,1 [W/m <sup>2</sup> K]; Nachtabsenkung: 4 °C mit Rolladen: 2,03 [W/m <sup>2</sup> K]; Nachtabsenkung: 3 °C mit Dämm-laden: 0,31 [W/m <sup>2</sup> K]; Nachtabsenkung: 1 °C									
nächtlicher Wärmeverlust $\left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right]$	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Heizperiode
ohne Laden	26,9	21,7	18,3	12,7	5,2	1,7	13,6	20,4	26,1	146,7
mit Rolladen	18,1	14,7	12,5	8,8	3,8	1,3	9,4	13,8	17,6	100,0
mit Dämm-laden	2,9	2,4	2,1	1,5	0,7	0,2	1,6	2,3	2,8	16,5
Reduktion des Lüftungsverlustes bei geschlossenem Dämm-laden	2,7	2,2	1,9	1,4	0,6	0,2	1,5	2,1	2,6	15,3
Gewinn mit Dämm-laden gegenüber ungeschütztem Fenster	26,7	21,5	18,1	12,6	5,1	1,7	13,5	20,2	25,9	145,5

Tabelle 3. Fenster F2 (dreifache Verglasung)

	$k$ -Wert ohne Laden: 2,1 [W/m <sup>2</sup> K]; Nachtabsenkung: 3 °C mit Rolladen: 1,55 [W/m <sup>2</sup> K]; Nachtabsenkung: 2 °C mit Dämm-laden: 0,30 [W/m <sup>2</sup> K]; Nachtabsenkung: 1 °C									
nächtlicher Wärmeverlust $\left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right]$	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Heizperiode
ohne Laden	18,7	15,2	12,9	9,1	3,9	1,3	9,7	14,3	18,2	103,4
mit Rolladen	14,2	11,5	9,9	7,1	3,1	1,1	7,6	10,9	13,8	79,3
mit Dämm-laden	2,8	2,3	2,0	1,4	0,7	0,2	1,5	2,2	2,7	15,9
Reduktion des Lüftungsverlustes bei geschlossenem Dämm-laden	2,7	2,2	1,9	1,4	0,6	0,2	1,5	2,1	2,6	15,3
Gewinn mit Dämm-laden gegenüber ungeschütztem Fenster	18,6	15,3	12,8	9,1	3,8	1,3	9,7	14,2	18,1	102,8

Tabelle 4. Fenster F3 (Super-Wärmeschutzglas)

	$k$ -Wert ohne Laden: 1,1 [W/m <sup>2</sup> K]; Nachtabsenkung: 2 °C mit Rolladen: 0,93 [W/m <sup>2</sup> K]; Nachtabsenkung: 2 °C mit Dämm-laden: 0,26 [W/m <sup>2</sup> K]; Nachtabsenkung: 1 °C									
nächtlicher Wärmeverlust $\left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right]$	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Heizperiode
ohne Laden	10,1	8,2	7,1	5,0	2,2	0,8	5,4	7,8	9,8	56,3
mit Rolladen	8,5	6,9	6,0	4,3	1,9	0,6	4,5	6,6	8,3	47,6
mit Dämm-laden	2,5	2,0	1,7	1,3	0,6	0,2	1,3	2,0	2,4	13,8
Reduktion des Lüftungsverlustes bei geschlossenem Dämm-laden	2,7	2,2	1,9	1,4	0,6	0,2	1,5	2,1	2,6	15,3
Gewinn mit Dämm-laden gegenüber ungeschütztem Fenster	10,3	8,4	7,3	5,1	2,2	0,8	5,6	7,9	10,0	57,8

C selbst hat einen Wärmeleitwiderstand von  $2,73 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ . Zusammen mit den  $k$ -Werten der Gläser [inkl. Wärmeübergänge von  $\alpha_i = 8$  und  $\alpha_a = 23 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ] ergeben sich die entsprechenden Daten der Tabellen. Beim dichten Dämmladen ist ausserdem die Luftwechselzahl um mindestens  $\Delta n = 0,1$  Luftwechsel pro Stunde reduziert, so dass bei unserem Beispiel ein zusätzlicher Energiegewinn pro Flächeneinheit von

$$\frac{\mu \cdot \text{HGT} \cdot 24 \cdot \Delta n \cdot V \cdot \rho \cdot c}{F} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right]$$

mit einer Glasfläche :  $F = 7 \text{ m}^2$   
 einem Rauminhalt :  $V = 60 \text{ m}^3$   
 einer Luftdichte :  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$  und  
 einer spezifischen Wärme :  $c = 0,28 \cdot 10^{-3} \text{ kWh/(kg} \cdot \text{K)}$

zu verzeichnen ist. Die Tabelle zeigt, dass der jährliche Gewinn mit Dämm-läden über einer Zweifachisolierverglasung  $145,5 \text{ kWh/m}^2$  beträgt und bei einer Annuität von  $0,07$  und einem Wärmeenergiepreis von  $0,10 \text{ Fr./kWh}$  somit die Anschaffung eines solchen Ladens bis zu einem Preis von  $(145,5 \cdot 0,1)/0,07 = 208 \text{ Fr./m}^2$  rentabel macht.

Ein Hohlprofil-Rolladen kostet zurzeit etwa  $200 \text{ Fr./m}^2$  und würde wärmetechnisch erst bei einem Energiepreis von  $(200 \cdot 0,07)/46,7 = 0,30 \text{ Fr./kWh}$  rentieren. Da der Dämm-laden alle Funktionen des Rolladens übernehmen kann, ist er in Kombination mit diesem Glastyp eindeutig überlegen.

Eine Dreifachverglasung kostet zurzeit etwa  $70 \text{ Fr./m}^2$  mehr als der erste Verglasungstyp. Die zusätzlichen Einsparungen über Nacht betragen bei fehlendem Laden  $(146,7 - 103,4) = 43,3 \text{ kWh/m}^2$  pro Heizperiode oder  $4,33 \text{ Fr./m}^2$ . Der Mehrpreis von  $70 \text{ Fr./m}^2$  liegt über der Investitionsgrenze von  $(4,33/0,07) = 62 \text{ Fr./m}^2$  und rentiert somit vorläufig nicht. Dieser Glastyp hat ausserdem den Nachteil, dass der Transmissionskoeffizient durch das dritte Glas von  $0,82$  auf  $0,73$  erniedrigt wird. Tagsüber geht deshalb vor allem bei Orientierungen zwischen SE bis SW ein erheblicher Anteil der Globalstrahlung für den Wohnraum verloren, was die Rentabilität weiter verschlechtert. In Kombination mit dem Dämm-laden kann eine Dreifachverglasung nicht empfohlen werden.

Diese Feststellung gilt in verstärktem Masse beim dritten Verglasungstyp mit einem Transmissionskoeffizienten von  $0,62$ . Der nächtliche Wärmegewinn gegenüber der ersten Verglasung ist hier ohne Laden mit  $(146,7 - 56,3) = 90,4 \text{ kWh/m}^2$  erstaunlich gross. Der

Mehrpreis dieser technisch anspruchsvollen Neuentwicklung soll vorläufig über  $1000 \text{ Fr./m}^2$  liegen und steht deshalb in keinem Verhältnis zum Gewinn. Die Kombination mit einem Dämm-laden ist Spielerei.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Wärmeschutz eines in Serie hergestellten Dämm-ladens mit Handantrieb und in Kombination mit einer möglichst lichtdurchlässigen Zweifachverglasung im Vergleich zu allen anderen Kombinationen am wirtschaftlichsten ist und zudem den grossen Vorteil hat, dass die im Winter tagsüber einfallende Globalstrahlung, und somit die Gratiswärme, maximal ist. Der Vergleich der monatlichen Energieeinsparungen zeigt, dass der Dämm-laden die Klimaschwankungen des Heizleistungsbedarfs glättet, dass also die Einsparungen genau dann gross sind, wenn der Wärmebedarf gross ist. Wärmedämmende Läden helfen somit, im Gegensatz zur Solartechnik, den gefürchteten Einfluss der Klimaschwankungen auf den nationalen Energiebedarf abzubauen.

Es soll nochmals betont werden, dass bei der Renditeberechnung eines Dämm-ladens in Kombination mit einer Zweifachisolierverglasung aus Normalglas die drei sekundären Eigenschaften

- Sonnenschutzfunktion,
- erhöhte passive Sonnenenergienutzung während des Tages mit billigen, für Globalstrahlung durchlässigen Gläsern,
- erhöhte Behaglichkeit im Innenraum nach Sonnenuntergang

nicht bewertet wurden. Ferner dürfen alle Fensterflächen in Kombination mit wärmedämmenden Läden bedenkenlos vergrössert werden. Dadurch vervielfacht sich der Energiegewinn bei Tag, während der Energieverlust bei Nacht praktisch gleich bleibt.

Die in diesem Bericht propagierte Energieparmassnahme dürfte somit bei konsequenter Anwendung noch attraktiver sein.

### Vergleich mit Sonnenkollektoren

Flache Sonnenkollektoren haben eine transparente Abdeckung, die für kurzwellige Strahlung möglichst durchlässig, für langwellige Strahlung undurchlässig ist. Die eingedrungene Direkt- und Diffusstrahlung wird von den schwarzen Kollektorflächen absorbiert. Diese emittieren langwellige Strahlung, die von der Glasabdeckung nicht durchgelassen wird. Es kommt zum *Treibhauseffekt*. Die anfallende Wärme wird durch Wärmeträger, meist Wasser, wegtransportiert.

Eine verglaste Raumöffnung hat dieselbe Wirkung wie ein Sonnenkollektor. Der Raum, in den die Strahlung eintritt, kann mit einem *schwarzen Loch* verglichen werden. Fensteröffnungen sieht man denn auch von aussen als schwarze Fläche, sofern die Abmessungen klein sind verglichen mit den Raumaussmassen. Falls die Sonnenwärme im Raum erwünscht ist, fällt das Wärmetransportproblem weg. Der tagsüber durch Einfall von Globalstrahlung durch das Fenster gewonnenen Wärme steht der nächtliche Wärmeverlust durch das relativ schlecht dämmende Fenster gegenüber, falls der Wärmeverlust nicht durch wärmedämmende Läden reduziert wird.

Die entscheidende Frage zu diesem Abschnitt lautet: *Soll ein Teil des Wärmebedarfs mit Sonnenkollektoren gewonnen oder soll die entsprechende Energiemenge mit wärmedämmenden Läden über Nacht eingespart werden?*

Die folgende *Kosten-Nutzen-Abschätzung* zeigt den Stellenwert des wärmedämmenden Ladens.

#### Variante Sonnenkollektor

(Doppelt verglaster Flachkollektor ohne Langzeit- oder Saisonspeicher)

Ort: Bern, 500 m ü. M.  
 Anstellwinkel: 60 Grad  
 Durchlässigkeit für die einfallende Direktstrahlung: 0,75 -  
 Thermische Verluste: 3,5 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Heizwasser-Entnahmetemperatur: 40 °C

Die für die Gebäudeheizung nutzbare Energie beträgt in einer Heizperiode und pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche etwa 180 kWh/m<sup>2</sup>

Der Kollektorpreis beträgt ohne Montage (Mittelwert): 500 Fr./m<sup>2</sup>  
 Die Investitionen pro kWh sind mit einer Annuität von  $0,07$  mindestens 0,194 Fr./kWh

#### Variante wärmedämmender Laden

Ort: Bern, 500 m ü. M.  
 $k$ -Wert des Fensters mit geöffnetem Laden: 3,1 W/(m<sup>2</sup>K)  
 $k$ -Wert des Fensters mit geschlossenem Laden: 0,3 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Heizgradtage: 3542 Kd  
 HGT mit geschlossenem Laden: 2211,6 Kd  
 Wirkungsgrad der Heizanlage: 0,85

Eingesparte Wärmeenergie pro Heizperiode und pro m<sup>2</sup> Ladenfläche: 145,5 kWh/m<sup>2</sup>



Laden mit Handbetrieb, geschätzter Preis pro m<sup>2</sup> bei Serienherstellung 200 Fr./m<sup>2</sup>

Die Investitionen pro kWh sind mit einer Annuität von 0,07: 0,096 Fr./kWh

Ein wärmedämmender Laden in Serienherstellung ist unter den erwähnten Annahmen um einen Faktor Zwei rentabler als ein Sonnenkollektor. Ähnliche Betrachtungen und Resultate gelten für aktive Fassaden aller Art.

Wärmedämmende Läden haben gegenüber Sonnenkollektoren, abgesehen von der Rendite, weitere, entscheidende Vorteile:

- Der wärmedämmende Laden ersetzt in vielen Fällen den Sonnenschutz und hat damit eine Doppelfunktion.

**Literaturverzeichnis**

[1] Gertis, K., Hauser, G. (1979): «Energieeinsparung infolge Sonneneinstrahlung durch Fenster». Klima- und Kälteingenieur 3  
 [2] Impulsprogramm des Bundesamtes für Konjunkturfragen: Sanierungshandbuch Planung und Sanierung, Ausgabe 1980  
 [3] Brunner, C. U. (1977): «Das Fenster - Wärmeloch oder Kollektor?» Schweiz. Bauzeitung 45

[4] Andersson, A. C. (1980): «Folgen zusätzlicher Wärmedämmung - Wärmebrücken, Feuchteprobleme, Wärmespannungen, Haltbarkeit». Bauphysik 4  
 [5] Sagelsdorff, R. (1980): «Wärmeschutz im Hochbau». element 23, S. 1-90  
 [6] Hintermann, K. (1981): «Wärmedämmung durch Fensterläden». Bauphysik 3  
 [7] Hintermann, K.: «Optimale Dichtigkeit von Fensterläden». Unveröffentlicht

- Die Energieeinsparung mit wärmedämmenden Läden ist in erster Näherung proportional zum momentanen Wärmebedarf und somit in der kalten Jahreszeit gross, während die Wärmeabgabe von Sonnenkollektoren in den Übergangsmontaten gross und in der kalten Jahreszeit gering ist.

- Die Technik der wärmedämmenden Läden kann im Gegensatz zu Sonnenkollektoren von einer breiten Handwerkerschicht übernommen werden.

Adresse der Verfasser: Prof. H. von Escher, Prof. Dr. K. Hintermann, Dr. J. Nänni, Hochbauabteilung, HTL Brugg-Windisch, 5200 Windisch.

**Bauwirtschaft**

**Beurteilung der Schweizer Bauwirtschaft 1983/84 durch die SBI**

(pd). In der zehnten, im Auftrag der Gruppe der Schweizerischen Bauindustrie (SBI) durchgeführten Studie über die Aussichten der Bauwirtschaft 1983/84 rechnet das St. Galler Zentrum für Zukunftsforschung (SGZZ) für die zweite Hälfte 1983 mit einem Auslaufen des rezessiven Trends in der Schweizer Bauwirtschaft. Wertmässig dürfte 1983 mit etwa 28,6 Mrd. Fr. Bautätigkeit zwar etwas weniger in Bauten investiert werden als im Vorjahr. Weil aber aufgrund der herrschenden Marktlage durchschnittlich mit einem gut einprozentigen Rückgang der Preise für Bauleistungen zu rechnen ist, ergibt sich sogar eine schwache reale Zunahme der Bautätigkeit im laufenden Jahr. Diese Auftriebskräfte der Baukonjunktur dürften sich 1984 weiter verstärken, womit auch wieder bessere Baupreise realisiert werden können.

Die sich abzeichnenden Erholungstendenzen stützen sich 1983 neben dem öffentlichen Hochbau vorwiegend auf den privaten Wohnungsbau ohne den Einfamilienhausbau. Im Mehrfamilienhausbau hat sich die Trendwende schon gegen Ende des ersten Semesters 1983 abgespielt, während im Gegensatz dazu der Einfamilienhausbau noch über das ganze Jahr hinweg deutlich abnehmen und somit den rückläufigen Trend des Vorjahres fortsetzen wird. In dieser Sparte ist frühestens im ersten Semester 1984 mit einer sehr bescheidenen positiven Entwicklung zu rechnen. Noch länger muss der industriell-gewerbliche Bau auf einen Wiederaufschwung warten, nämlich bis fast gegen Ende 1984. Dies ergibt für die private Bautätigkeit insgesamt im Jahre 1983 eine Stagnation, welche aber 1984 einem deutlich positiven Wachstum Platz machen dürfte.

Bei der öffentlichen Bautätigkeit spielt der Hochbau 1983 eine konjunkturstützende Rolle, denn er vermag den rückläufigen Tiefbau mehr als zu kompensieren. Diese gesamthaft positive Entwicklung wird sich

1984 allerdings wieder etwas abschwächen. Das Wachstum des öffentlichen Baus dürfte denn auch 1984 deutlich unter der Zuwachsrate des privaten Baus bleiben.

Bei seiner Vorausschätzung einer möglichen Entwicklung der Bautätigkeit bis 1992 konnte das SGZZ bereits die ersten provisorischen Ergebnisse aus der Neubearbeitung der langfristigen Bevölkerungsperspektiven in die Analyse miteinbeziehen. Trotz einem höheren Bevölkerungswachstum in den achtziger Jahren, als bisher angenommen wurde, wird die Bauwirtschaft längerfristig, sowohl an der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung als auch an der Entwicklung der Ausrüstungsinvestitionen gemessen, nur unterdurchschnittlich wachsen.

Bild 1 gibt einen Überblick über die Entwicklung der Bautätigkeit von 1962 bis 1982

sowie eine Schätzung des künftigen Bedarfs an Bautätigkeit bis zum Jahre 1992. Die durchschnittliche jährliche Zuwachsrate der realen Gesamtbautätigkeit ist von der Entwicklung seit der Rezession geprägt und darf daher nicht losgelöst vom Zeitraum 1975 bis 1980 interpretiert werden. Nach einer geschätzten realen Abnahme der Bautätigkeit von 2,5% im letzten Jahr wird für 1983 mit einer Stagnation und 1984 wieder mit einem Aufschwung gerechnet. Der Anteil des öffentlichen Baus am Total der Bautätigkeit, der seit der Rezession stark an Gewicht verloren hat, dürfte in den achtziger Jahren weiterhin leicht sinken. Der private Bau hingegen dürfte anteilmässig wieder steigen, um im Jahre 1992 rund zwei Drittel der gesamten Bautätigkeit auszumachen. Die Ursache liegt beim privaten Wohnbau, welcher aufgrund der demographischen Entwicklung, absolut und anteilmässig auch nach 1987 zunehmen dürfte.

Bild 1. Die schweizerische Bautätigkeit 1962 bis 1992 in Mia. Fr. (zu realen Preisen von 1970)

