



*Daniel Kehl  
Dipl.-Ing. (FH),  
wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Berner Fachhochschule  
Architektur, Holz und Bau  
Biel, Schweiz*

## **Energetische Sanierung von Gebäuden**

### **Hier liegen das Energiespar- potential und die Zukunft**



# Energetische Sanierung von Gebäuden

Neben der stetigen energetischen Verbesserung des Neubaustandards muss das Ziel zur 2000 W Gesellschaft die energetische Sanierung des Gebäudebestandes werden. **In den nächsten 20 – 30 Jahren müssen in der Schweiz einige hunderttausend Gebäude saniert werden.** [BFE 2007] 80% aller Bauten sind älter als 20 Jahre und entsprechen nicht mehr heutigen Ansprüchen an energiesparendes Bauen und Wohnkomfort (siehe Abb. 1). Daher hat das Bundesamt für Energie (BFE) die Reduzierung des Energieverbrauchs im Gebäudebereich zu einem Ihrer primären Ziele erklärt. Nur mit erhöhten Anstrengungen in diesem Sektor ist mittel- bis langfristig der Energieverbrauch für Heizung, Warmwasser und Strom zu reduzieren. Die geeigneten Produkte wie Dämmung in ausreichenden Dicken, energieeffiziente Heizungssysteme sowie Pumpen oder auch elektrische Haushaltsgeräte der Energieeffizienzklasse A++ sind heute auf dem Markt vollflächig verfügbar. Aktuell wird bei Altbauten in der Schweiz noch zu wenig renoviert. Der Anteil des Bauvolumens von Renovierungen beträgt aktuell nur rund 25 %, erschreckend wenig.

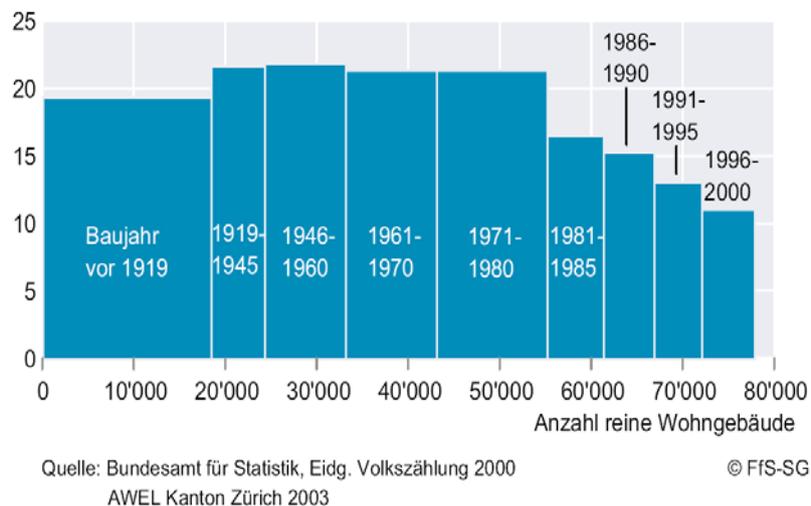


Abb. 1: Energieverbrauch pro m<sup>2</sup> und Jahr in Litern Heizöl je nach Gebäudeklasse [St. Gallen 2007]  
Vergleich: Minergie P = 3 L/m<sup>2</sup>a

## Die Zukunft hat begonnen

Die Energiepreisentwicklung haben bei vielen Bauherren – privaten wie öffentlichen – den Energieverbrauch von Gebäuden auf die Tagesordnung gesetzt. Die Vergangenheit holt uns ein. Die heute sichtbaren Folgen betreffen nicht nur Energiekosten: Auch Schimmelschäden und unbehagliches Wohn- und Arbeitsklima kommen zum Vorschein.

Welche Strategie soll man verfolgen? Nur die Pflicht oder doch die Kür. Was sind die Mindestanforderungen und was sollte nach dem Stand der Technik getan werden, um energetisch und bauphysikalisch eine zukunftsfähige Sanierung zu realisieren?

## Wann greift die SIA 380/1: 2007

Bereits die stetig steigenden Anforderungen der letzten zwei Jahrzehnte zeigen immer weiter sinkende Energieverbräuche (Abb. 1). Im Altbau werden an die ohnehin geplante bauliche Massnahmen zwangsweise energetische Anforderungen nach der Norm gekoppelt. In der

Norm heisst es: „Bei Umbauten und Umnutzungen sind entweder die Grenzwerte der Systemanforderungen für Umbauten oder – für neue und betroffene Bauteile – die Grenzwerte für Einzelbauteile einzuhalten.“ Und unter dem Begriff „Betroffene Bauteile“ steht: „Ein Bauteil gilt als vom Umbau betroffen, wenn an ihm mehr als bloss Oberflächen-Auffrischungs- oder Reparaturarbeiten vorgenommen werden. Als vom Umbau betroffen gelten insbesondere

- Dächer, die neu gedeckt oder renoviert werden,
- Fassaden, die renoviert werden (ausgenommen sind reine Farbanstriche),
- Ersatz von Fenstern oder anderen Fassadenteilen.“ [SIA 380/1: 2007]

### Die Wirtschaftlichkeit ist entscheidend

Diese Kopplung von Renovationsarbeiten an energetische Anforderungen hat seinen Hintergrund der Wirtschaftlichkeit. In der Regel werden Verbesserungen des Wärmeschutzes erst dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn an dem betroffenen Bauteil eh gearbeitet wird. In der Regel können sich Dämmmassnahmen selber (Material und Arbeit) refinanzieren, aber man kann meist nicht erwarten, dass die „Nebenarbeiten“ (vom Gerüst bis zur neuen raumseitigen oder äusseren Bekleidung) aus den Energiekosteneinsparungen kurzfristig bezahlt werden.

In Tab. 1 sind die Bauteilanforderungen aus der neuen [SIA 380/1: 2007] abgebildet. Zur Veranschaulichung wurden die U-Werte in eine „äquivalente Dämmdicke“ umgerechnet (bezogen auf einen Standard - Dämmstoff mit der Wärmeleitfähigkeit von 0,040 W/(m·K) und in baupraktische Masse umgerechnet.

Bauteilarten und Dämmtypen		SIA 380/1: 2007			
		Grenzwert		Zielwert	
		$U_{\max}$ W/m <sup>2</sup> K	$d_{\text{eq,min}}$ cm	$U_{\max}$ W/m <sup>2</sup> K	$d_{\text{eq,min}}$ cm
Aussenklima oder weniger als 2 m	opake Bauteile (Dach, Decke, Wand, Boden)	0,25	16	0,15	28
	opake Bauteile mit Flächenheizungen	0,25	16	0,15	28
zu unbeheizten Bauteilen oder mehr als 2 m im Erdreich	opake Bauteile (Dach, Decke, Wand, Boden)	0,35	12	0,25	16
	opake Bauteile mit Flächenheizungen	0,25	16	0,15	28
	Storenkasten	0,6	8	0,4	10

Tab. 1: Anforderungen an opake Bauteil nach [SIA 380/1: 2007] und die berechneten minimalen erforderlichen Dämmdicken, bezogen auf die Wärmeleitfähigkeit von 0,040 W/(m·K)

Die tatsächlich einzubringende Dämmschicht ( $d_{eq,min}$ ) kann etwas dünner ausfallen als das Ergebnis aus Tab. 1 ausweist. Die vorhandene Konstruktion (z.B. Mauerwerk, alte Decke oder Dachbekleidung) hat ebenfalls einen gewissen Wärmeschutz, der jedoch vielfach stark überschätzt wird. Die Übersicht in Tab. 2 zeigt an typischen Beispielen, dass die Altbauteile nicht mehr als 3 cm äquivalente Dämmdicke aufweisen. Um die Grenzwerte der Norm zu erfüllen sind folglich noch zwischen 8 und 14 cm erforderlich.

Bauteiltypen		Wärme- durchgangs- koeffizient  U [W/m <sup>2</sup> K]	Äquivalente Dämmdicke  d <sub>eq</sub> [cm]	erford. Zusatz- dämmung  d <sub>eq</sub> [cm]
1	Vollziegelmauerwerk, 38 cm, 1.800 kg/m <sup>3</sup> , beidseitig verputzt	1,47	2,7	14
2	Backstein (Hochlochziegel), 30 cm, 1.400 kg/m <sup>3</sup> , beidseitig verputzt	1,37	2,9	14
3	Backstein (Hochlochziegel), 24 cm, 1.400 kg/m <sup>3</sup> , beidseitig verputzt	1,59	2,5	14
4	Verblendmauerwerk, innen 17,5 cm, 7 cm Luftschicht	1,43	2,8	14
5	Fachwerk, 18 cm, Strohlehm, Lehm/Kalkputz	1,57	2,5	14
6	Holzständerwand, Heraklith 35/25 mm (ausser/innen), verputzt	0,97	4,1	12
7	Dachschräge/-decke, Holzwolleleichtbau- platte, 35 mm, verputzt	1,73	2,3	14
8	Holzbalkendecke mit Einschub aus Strohlehm/ Sand	0,93	4,3	8
9	Kappendecke mit Schlackenfüllung und Hobeldielen	0,80	5	8

Tab. 2: U-Werte und äquivalente Dämmdicken alter Bauteile [IfB 1983] und die erforderliche Zusatzdämmung, um die Grenzwerte nach Tab. 1 zu erfüllen. Baupraktische Masse verwendet.

### Manche Massnahmen amortisieren sich schnell

Es gibt allerdings Massnahmen, die sich auf Grund Ihrer geringen Investitionskosten auch so lohnen. Zwischen oberstem Geschoss und dem Estrich (Dach- oder Spitzboden) können Dämmmassnahmen besonders wirtschaftlich sein. Einblasen von Dämmstoff in vorhandene Hohlräume von Holzbalkendecken oder das Auflegen von Dämmelementen auf Massivdecken kosten nur Material und relativ wenig Arbeit. Bauherren, die ihre Decken zum kalten Estrich nachträglich mit den abgebildeten Verfahren dämmen, sind wärme- und kostenmässig gut beraten – es sei denn, sie planen einen baldigen Ausbau des Estrichs zu einem Wohnraum, was natürlich einen zusätzlichen Wärmeschutz überflüssig machen würde.



Abb. 2: Minimale Kosten – Hoher Spareffekt: Hohlräume mit Zellulose (isofloc) ausblasen, Dämmung des Dachestrichs mit aufgelegten Verbundplatte aus Polystyrol (Rigips) oder Steinwolles und Aufblasen von Dämmstoff (Rockwool). Der Luftdichtheit und den Anschlüssen muss besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

**Der Holzbau kann profitieren**

Wo liegen nun die Arbeitsfelder für den Holzbau? Es gibt verschiedenste Einsatzmöglichkeiten. Die nachträgliche Dachdämmung liegt auf der Hand; mit teilweise bauphysikalischen Herausforderungen. Aber auch bei Dachaufstockungen mit vorgefertigten Holztafelbauelementen kann der Holzbau mit gut gedämmten Bauteilen und vergleichsweise geringem Gewicht seine Vorteile ausspielen. Des Weiteren können die Elemente bei der Sanierung von Stahlbetonskelettbauten eingesetzt werden. Es entsteht ein klassischer Mischbau: Stahlbeton innen und gut gedämmte Holzbauhülle aussen.

**Nachträgliche Dämmung ausgebauter Steildächer**

Zunächst aber ein klassisches Arbeitsfeld. Seit den 20er Jahren gehören Zimmer im Dachgeschoss bei vielen Altbauten zur gebauten Realität. Innenseitig verputzte Schilfrohrmatten (oder andere Putzträger) haben einen winterlichen (und auch einen sommerlichen) Wärmeschutz, der schlecht und nicht mehr zeitgemäss ist. Aber bautechnisch sind die raumseitigen Putzschichten insbesondere im Hinblick auf die heute viel beachtete Luftdichtheit oft grundsolide.

Diese Erkenntnis brachte innovative Bauunternehmen und Dämmstoffhersteller Ende der 80er Jahre auf die Idee, durch einfache Sanierungsmassnahmen kostengünstige Alternativen zu entwickeln:



Abb. 3: Alter Dachausbau mit innenseitiger alter Putzschicht einfach aufgerüstet mit Unterdach aus Holzfaserdämmplatten.

Sanierung von aussen durch Montage eines diffusionsoffenen Underdachs aus Holzfaserdämmplatten und Dämmung durch Einblasen von Zellulosedämmstoff (vgl. Abb. 3).

Begleitende Untersuchungen auf dem Freilandversuchsgelände des Fraunhofer Instituts für Bauphysik (IBP), Holzkirchen - Voralpenland, bestätigten, dass in diesem Konstruktionsaufbau auf das nachträgliche Einziehen einer Dampfbremse verzichtet werden kann. Heute lassen sich rechnerische Nachweise über geeignete Programme (z.B. WUFI ® vom IBP) führen, dass diese Konstruktion feuchtetechnisch sicher funktioniert (vgl. [RBL 2004]).

Unzählige ausgeführte Beispiele aus über 15 Jahren begleitende Feuchtemessungen und Nachuntersuchungen machen diese kostengünstige Dachsanierung heute zu einer bewährten Bautechnik.

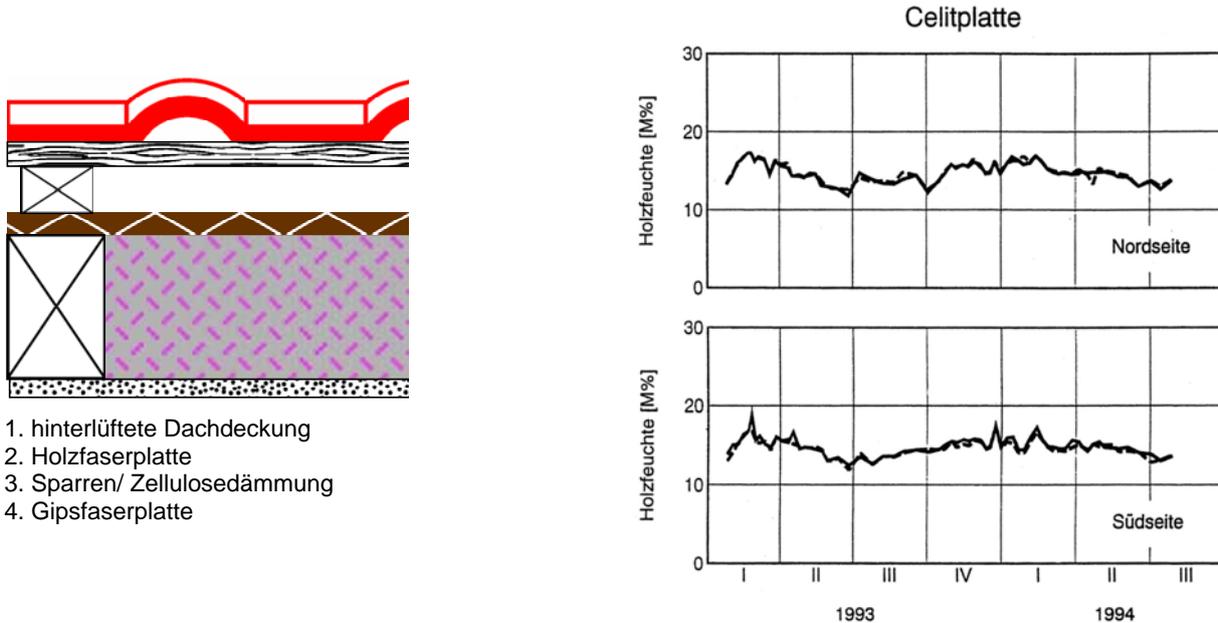


Abb. 4: Feuchtemessungen an zellulosegedämmten Dächern ohne Dampfbremse. Rechts: massebezogener Feuchtegehalt der außenseitigen Holzweichfaserplatte (Celit). Die Innenseite bestand nur aus einer Gipsfaserplatte.

**Holztafelbau trifft Altbau – Zukunft für den Holzbau**

Der Wärmeschutz des Holzbaus im Neubaubereich befindet sich, wie bereits erwähnt, bekanntlich auf einem hohen Niveau. Mehrere Jahrzehnte Erfahrung in der Vorfertigung von Holztafelelementen lassen sich auch im Altbau einsetzen, sei es durch Aufstockungen oder vorgefertigte Elemente zur Dämmung eines bestehenden Massivbaus. Anhand einer Schulsanierung in Düsseldorf (D) soll beispielhaft dieses Potenzial des Holzbaus kurz aufgezeigt werden.

Bei diesem Projekt handelt es sich um ein Schulgebäude aus dem Jahr 1962, das sowohl von den Nutzungsmöglichkeiten als auch vom energetischen Standard den heutigen Ansprüchen nicht mehr gerecht wurde. Neben Baumängeln auf Grund fehlender Instandhaltung wies das Gebäude somit schlechte energetische Kennwerte aus (siehe Tab. 3).

Außenbauteil	Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert [W/(m²·K)]	
	Bestand	nach der Sanierung
Flachdach	~ 3,70	0,22
Außenwände	~ 1,10	0,24
Fenster	~ 5,20	1,40

Tab. 3: U-Werte vor und nach der Sanierung



Abb. 5: Das Schulgebäude vor und nach der Sanierung [Wollenweber 2006]

Der Baukörper wurde neben der vollständigen Innensanierung den wärmeschutztechnischen Anforderungen angepasst. Das vorhandene ungedämmte Flachdach erhielt eine Gefälledämmung und vor die Bestandsfassade wurden vorgefertigte Holztafelelemente montiert (siehe Abb. 6). Als äußerer Abschluss dient eine hinterlüftete Fassade aus Dreischichtplatten. Neben einer großzügigen Festverglasung wurden einspringende Lärchenrahmen als Öffnungselemente integriert.

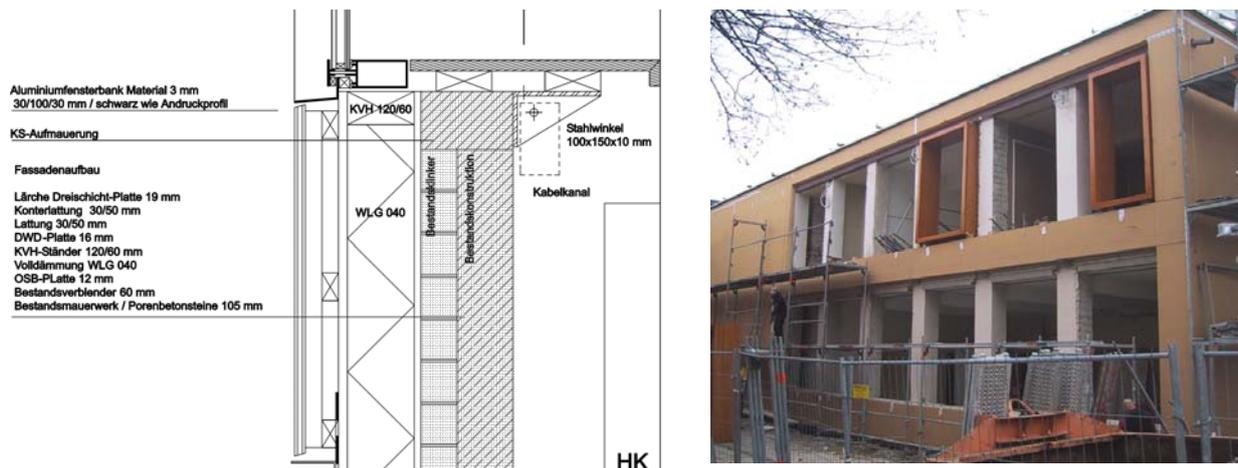


Abb. 6: Gezeichneter Wandaufbau und montierte Holztafelbauwände mit integrierten Lärchenrahmen [Wollenweber 2006]

## Literatur

Einige Textpassagen wurden dem Beitrag [RBL; Kehl 2006] entnommen und angepasst.

- |                   |   |
|-------------------|---|
| [RBL; Kehl 2006]  | Borsch-Laaks, R.; Kehl, D.: Beitrag „Zukunftsfaktor Gebäudeenergie“ in Holzbau für kommunale Aufgaben, Holzabsatzfonds, Bonn 2006       |
| [BFE 2007]        | Hrsg. EnergieSchweiz/Bundesamt für Energie: Plattform für Energieeffizienz von EnergieSchweiz für eine nachhaltige Energiezukunft, 2007 |
| [St. Gallen 2007] | Hrsg.: Fachstelle für Statistik Kanton St. Gallen – Staatskanzlei 2007  |
| [IfB 1983]        | Institut für Bauforschung: k-Werte alter Bauteile, RKW-Verlag, Eschborn, 1983   |

- [RBL 2004] Borsch-Laaks, R.: Beitrag „Jenseits von Glaser. Teil 3: Ein Fallbeispiel zur modernen Analyse von Feuchtetransportvorgängen“, In: die neue quadriga, Heft 1/ 2004, Verlag Kastner, Wolnzach
- [IBP 1995] Fraunhofer Institut für Bauphysik, Untersuchungen an mit Isofloc wärme gedämmten Satteldachkonstruktionen mit Celit-Weichfaserplatte als Vordeckung, IBP-Bericht FB-59/1995
- [Wollenweber 2006] Wollenweber, J.: Unterlagen und Fotos zum Bauvorhaben „Realschule Kamper Weg“ wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von: Wollenweber Architektur, Kirchstraße 26, 40227 Düsseldorf, [www.wollenweb.de](http://www.wollenweb.de)