

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 99 (1981)  
**Heft:** 36

**Artikel:** Auswirkungen der heutigen Energiesituation für die Baukonstruktion  
**Autor:** Menti, Karl  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-74544>

### **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:** 30.01.2025

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

se Kurse einem Bedürfnis entsprechen, zeigen die vielen Interessenten, die auf spätere Kurse verwiesen werden müssen.

Das Kursprogramm umfasst vier verschiedene Kurstypen:

Kurstyp «Planung und Projektierung» für den planenden Architekten, Bauingenieur, Bauphysiker und Haustechnikfachmann.

Kurstyp «Ausführung des Baukörpers» sowie

Kurstyp «Ausführung der Haustechnik» für Konstrukteure, Bauleiter und Unternehmer.

Kurstyp «Betrieb und Unterhalt» für

Betriebspersonal und Hauswarte komplexer Gebäude.

Daneben werden noch verschiedene Spezialkurse, so z. B. Kurse für Behörden und Berufsschullehrer durchgeführt.

Einen Schwerpunkt des Ausbildungsprogrammes bilden die Kurse für «Planung und Projektierung». Anhand einer Fallstudie wird das Vorgehen bei der wärmetechnischen Sanierung bis hin zum Erstellen eines Sanierungskonzeptes mit all den dafür notwendigen Berechnungsgrundlagen behandelt. Einen weitem Schwerpunkt bilden die Kurse für die «Ausführung des Baukör-

pers» bzw. der «Haustechnik». Beide Kurstypen behandeln anhand von umfangreichen Kursunterlagen und einer Sammlung von Konstruktions- und Anschauungsmodellen die ausführungstechnischen Aspekte der wärmetechnischen Sanierung.

Die bisher durchgeführten Kurse fanden ein äusserst positives Echo. Langfristig gesehen werden die Kurse sicher wirksam mithelfen, zukünftige Energieprobleme unseres Landes zu bewältigen.

Adresse des Verfassers: M. Zimmermann, dipl. Arch. ETH, Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA), Überlandstr. 129, 8600 Dübendorf.

## Auswirkungen der heutigen Energiesituation für die Baukonstruktion

Von Karl Menti, Luzern

### Wärmeschutz bisher und heute

#### Wärmeschutz bisher

Über Jahrhunderte wurden die Aussenbauteile und insbesondere die Aussenwände vorwiegend als *praktisch homogene Konstruktionen* ausgebildet. Sie wurden aus den traditionellen Baustoffen *Naturstein, Backstein* und *Holz* erstellt und hatten zugleich die Funktion als *Tragelement* und *Witterungsschutz* zu übernehmen.

Die Entwicklung *neuer Baustoffe* und *neuer Bausysteme* in der Nachkriegszeit führte zu dünneren und leichteren Aussenbauteilen. Dabei entstanden auch die *mehrschichtigen Systeme*, bei denen die verschiedenen Funktionen, Tragen, Wärmedämmen, Schützen, auf die einzelnen Schichten aufgeteilt wurden. Verschiedene, damals unerklärliche *Schadenauftritte* führten dazu, dass die Vorgänge der *Wärmeleitung* und *Wasserdampfdiffusion* näher untersucht wurden. Im Jahre 1970 lag die SIA-Empfehlung «Wärmeschutz im Hochbau» vor mit dem Zweck:

- Erzielung eines für den Menschen zuträglichen Raumklimas.
- Vermeidung von Bauschäden, vor allem verursacht durch Kondenswasserbildung.
- Wirtschaftliche Anlage- und Betriebskosten.

Dies kann als *Mindestwärmeschutz* bezeichnet werden. Aus dieser Entwick-

lung resultieren die bekannten, verschiedenen Standardkonstruktionen mit *k*-Werten von etwa 0,9 bis 1,3 W/m<sup>2</sup>K. Diese Konstruktionen konnten die an sie gestellten Forderungen bezüglich dem Wärmeschutz oft nicht oder nur knapp erfüllen.

#### Wärmeschutz heute

Unter dem Einfluss der Energiekrise Mitte der siebziger Jahre wurden Anstrengungen für eine verbesserte Wärmedämmung bei Bauten unternommen. 1977 erschien die SIA-Empfehlung 180/1 «Winterlicher Wärmeschutz im Hochbau» mit dem Zweck, durch bauliche Massnahmen Heizenergie-Einsparungen zu erzielen. Nachdem bereits 1976 in der SIA-Empfehlung 271 «Flachdächer» zulässige Höchstwerte für Wärmedurchgangszahlen *k* formuliert wurden, wird in der Empfehlung 180/1 für alle massgebenden Bauteile eine maximal zulässige Wärmedurchgangszahl *k* gefordert. Als wesentliche Neuerung ist der Nachweis über die Einhaltung des sogenannten *zulässigen, mittleren k-Wertes* ( $k_{zu1}$ ) der Gebäudehülle erforderlich. Dabei ist auch die Gebäudeform, die Höhenlage und die Raumlufttemperatur zu berücksichtigen.

Die Entwicklung der Energiesituation, das Umdenken in Sachen Umweltbelastung und die Erfahrungen aus der Praxis haben 1980 in der Überarbeitung von SIA 180/1 zu einer Verschärfung

der Anforderungen geführt. Um die nun wesentlich verbesserten *k*-Werte zu erreichen, sind bei Konstruktionen von Aussenbauteilen generell die Stärken der Wärmedämmschichten auf etwa 8 bis 10 cm zu erhöhen.

Aber nicht nur die Idealquerschnitte der Gebäudehülle müssen dem verbesserten Wärmeschutz gerecht werden, sondern bereits die *Situierung* und *Projektierung* sowie die *Konstruktions- und Materialwahl*.

#### Behaglichkeit

Als sehr positive Auswirkung des verbesserten Wärmeschutzes ist die damit zugleich erzielte Verbesserung der Behaglichkeit zu erwähnen. Bauten mit Konstruktionen, die nur dem Mindestwärmeschutz genügen, weisen oft eine unbehagliche, zu niedrige innere Oberflächentemperatur auf. Neben anderem ist zur Behaglichkeit erforderlich, dass die Temperaturdifferenz ( $\Delta T$ ) zwischen Raumluft ( $t_i$ ) und raumseitigen Oberflächen ( $t_{oi}$ ) im Winter 2-3 K nicht überschreiten soll.

#### Beispiele aus Bild 1

Aussenlufttemperatur	- 15° C
Raumlufttemperatur	+ 20° C

#### Beispiel 1

Aussenwand bisher	$k = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
Wärmedämmschicht $t_{oi}$	$= + 15,7^\circ \text{C}$
3 cm	

$$\Delta T = 4,3\text{K}$$

unbehaglich

#### Beispiel 2

Aussenwand heute	$k = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
Wärmedämmschicht $t_{oi}$	$= + 18,2^\circ \text{C}$
8 cm	

$$\Delta T = 1,8\text{K}$$

behaglich

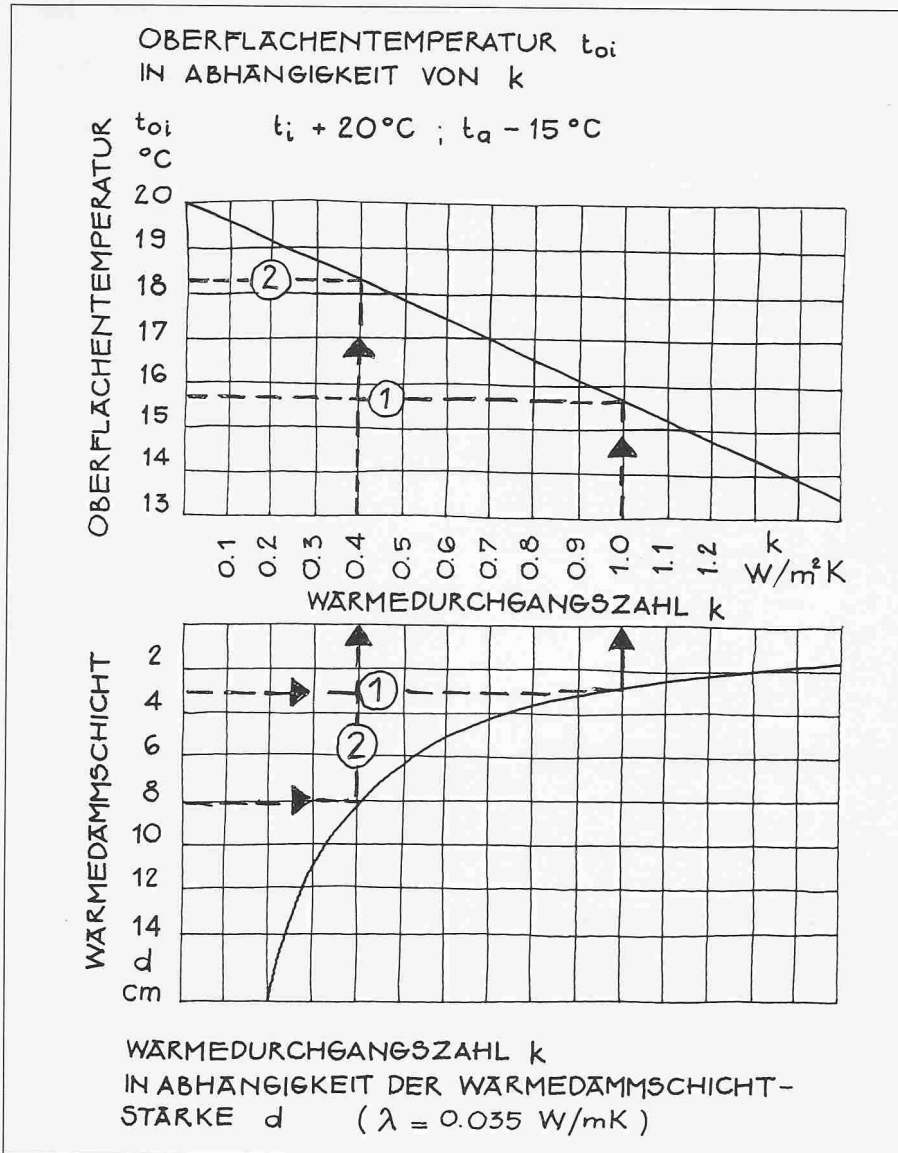


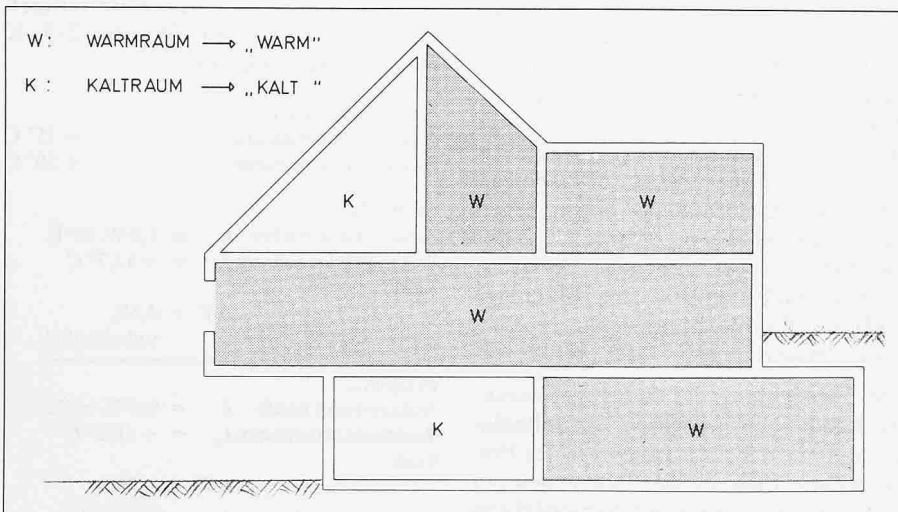
Bild 1. Oberflächentemperatur  $t_{oi}$  in Abhängigkeit von  $k$  Wärmedurchgangszahl  $k$  in Abhängigkeit der Wärmedämmschicht-Stärke  $d$  ( $= 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

### Wärmedämmkonzept

Zur Realisierung eines zeitgemässen, verbesserten Wärmeschutzes ist ein

Wärmedämmkonzept erforderlich. Seine 1. Stufe umfasst die klare räumliche Trennung zwischen normal, reduziert und nicht beheizten Räumen bzw. Raumgruppen, Gebäudetrakten etc.

Bild 2. Wärmedämmkonzept, 1. Stufe. Raumtemperatur bei gutem Wärmedämmvermögen der Bauteile



Bereits im frühen Planungsstadium muss für jedes Gebäude diese 1. Stufe des Wärmedämmkonzeptes ausgearbeitet werden, um bei der Raumanordnung und Wahl der Gebäudestruktur bereits eine wärmetechnisch möglichst günstige Wahl zu treffen.

Sind diese Zonen festgelegt (Bild 2), so ist klar ersichtlich, welche Bauteile gegen das Aussenklima oder gegen nicht beheizte Räume entsprechend wärmetechnisch auszubilden sind. Neben den unerwünschten Wärmeverlusten kann so auch vermieden werden, dass warme Räume zu kalt und unbehaglich bzw. kalte Kellerräume zu warm sind.

In der 2. Stufe des Wärmedämmkonzeptes wird die Lage der Wärmedämmschicht festgelegt, d.h. ob sie raumseitig, im Kern oder an der Aussenseite der Konstruktion angeordnet wird (Bild 3). Allgemein ist die Anordnung aussen optimal. Die Praxis zeigt, dass meist ein Kompromiss z.T. innen und z.T. aussen notwendig ist, wodurch aber oft problematische Übergänge mit Wärmebrücken entstehen.

### Feuchtigkeitsschutz

Feuchte Baustoffe weisen eine höhere Wärmeleitfähigkeit auf, was das Wärmedämmvermögen einer Konstruktion vermindert. Daher ist zur Erzielung eines dauerhaften, verbesserten Wärmeschutzes auch ein einwandfreier Feuchtigkeitsschutz notwendig, der gegenüber der bisherigen Qualität auch verbessert werden muss.

Die Bauten werden verschiedenartig durch Feuchtigkeitseinwirkungen belastet:

- Von aussen durch Regen, Schnee, feuchtes Erdreich usw.
- Von innen durch Kondensation an Oberflächen, Reinigung, Raumnutzung
- Im Bauteil selbst durch Kondensation von Wasserdampf aus Dampfdiffusion oder Luftdurchtritten als Folge von Undichtigkeiten in der Baukonstruktion.

Die in der heutigen Architektur wieder vielfach vorhandenen Vordächer, Arkaden, Loggias etc. tragen wesentlich zum verbesserten Schutz der Aussenbauteile gegen Niederschlagfeuchtigkeit bei. Wie die Praxis zeigt, ist die Feuchtigkeitsbelastung aus dem Gebäudeinnern als direkte oder indirekte Folge von Energiesparmassnahmen heute wesentlich grösser als bisher, weil dadurch oft die relative Raumluftfeuchtigkeit übermässig ansteigt. Als Beispiele seien genannt:

- Abdichten der Fenster,
- Reduziertes natürliches oder mechanisches Lüften,
- Starkes Absinken der Raumlufttemperaturen nachts usw.

Stark erhöhte Luftfeuchtigkeit führt bei tiefen Aussentemperaturen vermehrt zu Bauschäden, weil dadurch bei wärmetechnisch schwachen oder auch nur schwächeren Stellen Oberflächen- oder schädliche Mengen von Diffusionskondensat ausgeschieden werden.

## Bautechnische Aspekte bei der Konstruktion der Gebäudehülle

### Allgemeines

Unter dem Begriff der Bautechnologie sind die *komplexen Zusammenhänge zwischen Baukonstruktion, Bauphysik, Bauchemie* usw. zu verstehen. Wie diese vielfältigen Einflüsse sich auf die Baukonstruktion mit verbessertem Wärmeschutz auswirken, sollen, gestützt auf die zuvor erläuterten Erkenntnisse in bezug auf den verbesserten Wärme- und Feuchtigkeitsschutz, das Wärmedämmkonzept, die nachfolgenden Beispiele zeigen.

### Aussenwände

#### Homogen und Innendämmung

Weil die meisten traditionellen, homogenen Konstruktionen den heutigen Anforderungen von  $k$  0,3 bis 0,5  $W/m^2K$  nicht mehr genügen, wird diese Art Aussenwände nur noch wenig ausgeführt. Konstruktionen mit Innendämmung können die neuen Anforderungen in der Fläche wohl erfüllen, weisen aber vor allem im Bereiche der Deckenaufleger nicht tolerierbare Schwachstellen auf (Bild 4). Neben dem erhöhten Wärmeabfluss ist bei diesen Wärmebrücken ein *zu hohes Bauschadenrisiko* bezüglich Oberflächenkondensat, Pilzbefall usw. vorhanden. Solche Schäden zeigen sich heute oft bei Altbauten, die wärmetechnisch in dieser Art saniert wurden und anschliessend einer Bauschadensanierung bedürfen.

#### Kern- und Aussendämmung

Aber auch die funktionsgerechteren, heute meist angewendeten Konstruktionen mit Kern- oder Aussendämmung erlauben es nicht, in der herkömmlichen Art zu konstruieren und nur die Wärmedämmschicht von 3 auf 8 cm zu verstärken. Betrachten wir hierzu ein Detail des zweischaligen Mauerwerkes, das praktisch bei jedem Bau auftritt (Bild 5).

Am Fusse der gut wärmedämmten Wand ist eine sehr massive, nicht zu

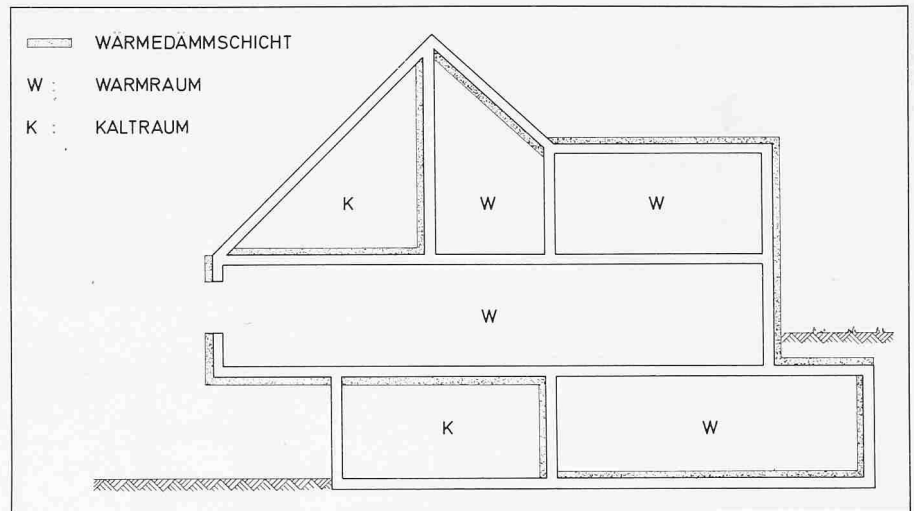


Bild 3. Wärmedämmkonzept, 2. Stufe. Dämmung: aussen/innen

tolerierende Wärmebrücke mit hohem Schadenrisiko vorhanden. Eine genügende Verbesserung erfordert das Ansetzen der äusseren Schale und der Wärmedämmschicht auf der Höhe von etwa einem Meter unter Oberkante der Decke.

Ähnliche Probleme treten auf bei aussengedämmten Konstruktionen, deren Dämmschichten von auskragenden Stahlbetonplatten unterbrochen werden (Bild 6). Solche als Kühlrippen wirkenden Kragplatten sind heute nicht mehr zulässig und müssen durch ge-

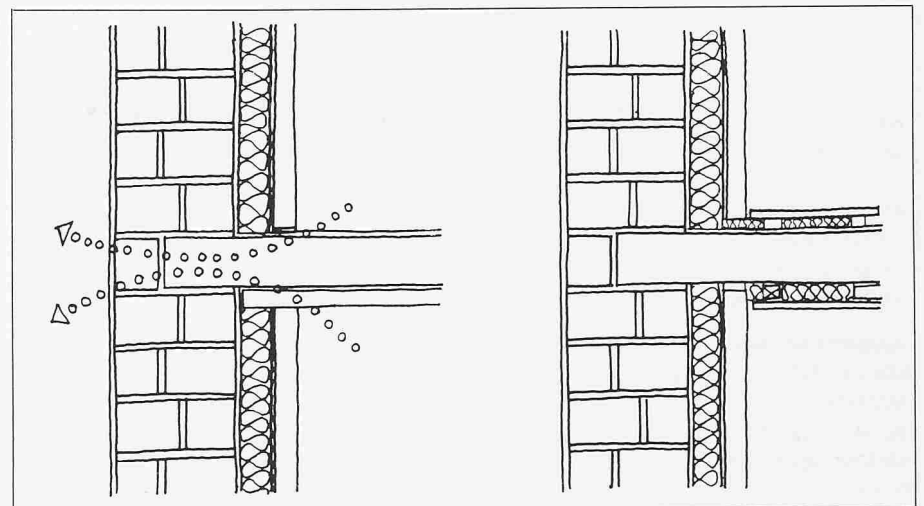
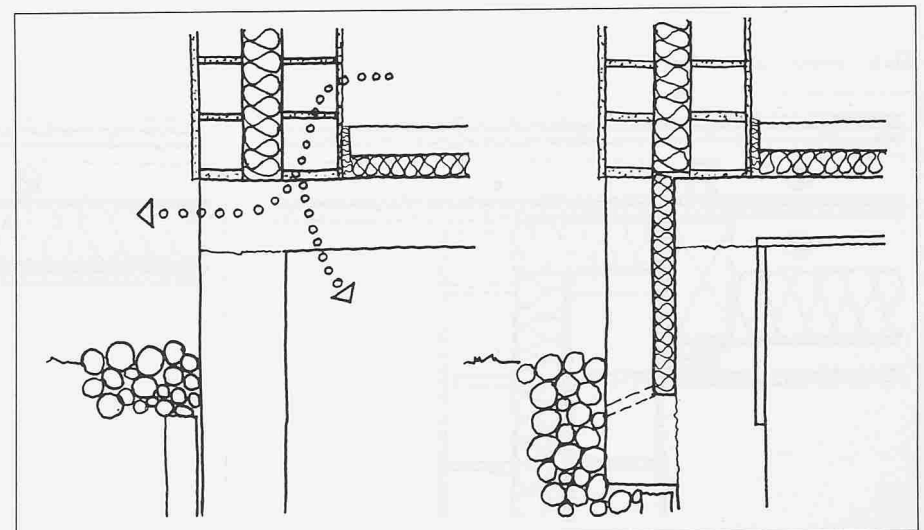


Bild 4. Homogene Aussenwand saniert mit Innendämmung. Verstärkte Wärmebrücke (links); Reduzierte Wärmebrücke (rechts)

Bild 5. Mauerwerkfuss bei zweischaligem Mauerwerk. Mit Wärmebrücke (links); Ohne Wärmebrücke (rechts)



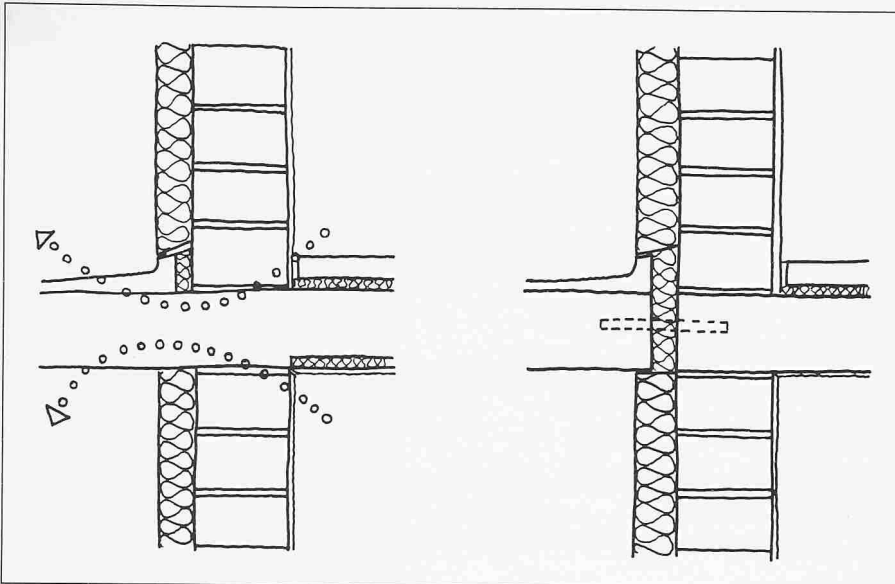


Bild 6. Aussenwand mit Aussendämmung/Balkon. Mit Wärmebrücke (links); Ohne Wärmebrücke (rechts)

trennte Deckenkonstruktionen ersetzt werden.

Auch das Verhalten bezüglich der Dampfdiffusion ist bei diesen mehrschichtigen Wänden unter den heutigen Aspekten neu zu überprüfen. Nicht bei jeder Konstruktion wirkt sich die Verstärkung der Wärmedämmschicht diesbezüglich positiv aus.

Leichtkonstruktionen

Bei Leichtkonstruktionen (Holzständer usw.) ist speziell darauf zu achten, dass die warmseitige Dampfbremse zugleich eine luftdichte Raumabschlussebene bildet. Dies ist meist viel wichtiger, als dass sie einen hohen Dampfdiffusionswiderstand aufweist. Äussere Verkleidungen sollen hinterlüftet und die Konstruktion gegen den Belüftungsraum mit einer Winddichtung abgedeckt sein.

Dächer

Flachdach - Warmdach

Flachdächer, wie sie vorwiegend als Warmdach ausgeführt werden, zeigen bezüglich dem verbesserten Wärmeschutz mit  $k$  etwa 0,3 bis 0,4 W/m<sup>2</sup>K in der Fläche üblicherweise keine besonderen Probleme (Bild 7). Die Wärmedämmschicht darf aber nur aussen, also auf der Kaltseite angebracht werden. Auch hier gilt es neben der sehr gut wärmedämmenden Fläche möglichst Wärmebrücken zu vermeiden. Bauteile, welche die Wärmedämmschicht durchstossen, müssen aussen wärmedämmend werden. Warmseitige Einlagen oder Verkleidungen mit Dämmstoffen sind hierzu eher ungünstige Massnahmen.

Das zusätzliche Wärmedämmen vorhandener Flachdächer im System «Plus-Dach» ist bautechnisch günstig. Dadurch kann praktisch jegliche Kondensatbildung in der bestehenden Wärmedämmschicht vermieden und die Dachhaut vor schädlichen Einflüssen der grossen Temperaturschwankungen weitgehend geschützt werden.

KONSTRUKTION	BESTEHEND	SANIERUNG 1	SANIERUNG 2	SANIERUNG 3
WASSERISOL. 3-LAGEN F3 WÄRMEDÄMMSCH. KORK 4CM DAMPFSPERRE F3				
WASSERISOLATION WÄRMEDÄMMSCHICHT TRENNSCHICHT WASSERISOLATION		PS EXP. 8 CM BESCHICHT. PVC	PUR 6 CM VLIES BITUMINÖS	J2 ZUS. PS EXP. 8 CM VLIES
WÄRMEDURCHGANG $k$	0.79 W/m <sup>2</sup> K	0.31 W/m <sup>2</sup> K	0.29 W/m <sup>2</sup> K	0.31 W/m <sup>2</sup> K
KONDENSAT $G_K$	10.46 g/m <sup>2</sup> a	1.11 g/m <sup>2</sup> a	3.12 g/m <sup>2</sup> a	0
AUSTROCKNUNG $G_A$	9.90 g/m <sup>2</sup> a	36.26 g/m <sup>2</sup> a	4.68 g/m <sup>2</sup> a	0
BILANZ $G_K - G_A$ (SIA)	+0.55 g/m <sup>2</sup> a	-35.15 g/m <sup>2</sup> a	-1.56 g/m <sup>2</sup> a	0
RESTKONDENSAT	JA	NEIN	NEIN	NEIN

Bild 7. Flache Warmdachkonstruktionen - Wärmetechnische Sanierung. Auswirkungen der Sanierung auf den Wärme- und Dampfdurchgang

Bild 8. Geneigte Kaldach-Konstruktion. Ort-Detail

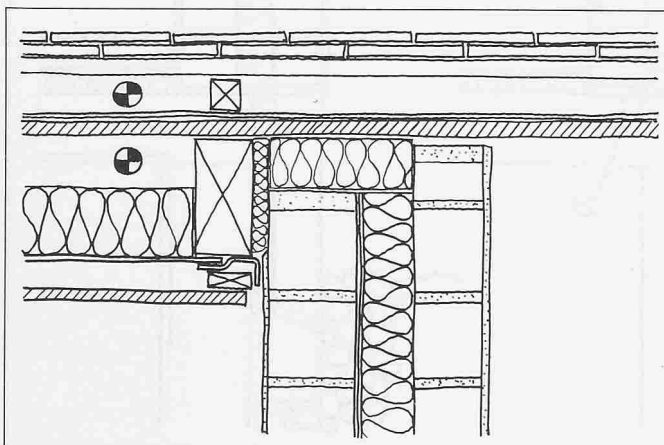
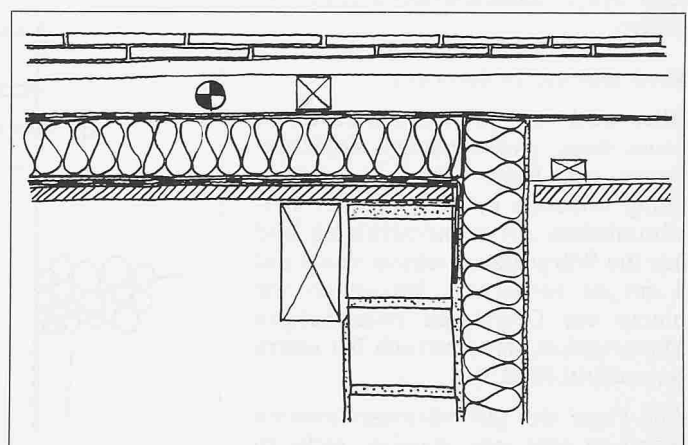


Bild 9. Geneigte «Warm-Kalt»-Dach-Konstruktion. Ort-Detail





### Steildächer

In den letzten Jahren werden wieder vermehrt Bauten mit Steildächern erstellt. Oft bilden sie als sichtbare Dachschräge direkt den Abschluss von bewohnten, beheizten Räumen gegen ausen. Dies trifft bei den vielen alten, vorhandenen Steildächern eher selten zu. Meist bilden diese den Abschluss unbehohnter Estrichräume. Wie die Praxis zeigt, ist die Funktionstüchtigkeit der neusten Steildächer oft nicht gewährleistet. Ich wage sogar zu behaupten, dass die Probleme nicht minder gross sind als bei den Flachdächern. Warum?

Unter den heutigen Steildächern tropft es oft, aber nur in der kalten Jahreszeit und nicht bei starkem Regen unter Windeinwirkung. Was wir auf Grund unserer langjährigen Erfahrung mit solchen Steildächern aus den sechziger-

und siebziger Jahren wissen, hat sich bestätigt. Diese Dächer sind nicht von aussen *undicht*, sondern *von innen*. Wie im Abschnitt Feuchtigkeitsschutz erwähnt, dringt warme, relativ feuchte Raumluft in die mehrschichtige Dachkonstruktion ein und gelangt durch Luftundichtigkeiten bis in den kalten, äusseren Bereich. Ist die dort herrschende Temperatur tiefer als der Taupunkt der entwichenen Raumluft (+20°C, r.F. 50 t<sub>3</sub> = +9,3°C), so scheidet diese den überschüssigen Wasserdampfgehalt aus.

Im Vergleich zum Diffusionskondensat sind die so ausgeschiedenen Mengen an Wasser wesentlich grösser. Auch hier ist die erhöhte Feuchtigkeitsbelastung von innen, die als Folge von Energiesparmassnahmen zu bezeichnen ist (Abdichten der Fenster, Temperaturab-

senken usw.), oft ein wesentliches schadenverstärkendes oder gar auslösendes Moment.

Alle wärmegeämmten heterogenen Leichtdachkonstruktionen müssen warmseitig der Wärmedämmschicht eine luftdichte, dampfbremsende Ebene aufweisen (Bilder 8 und 9). Dies gilt sowohl für das klassische Kaltdach als auch für die Konstruktion aus der neueren Zeit, die weder als Kalt- noch als Warmdach bezeichnet werden kann. Insbesondere müssen auch die Anschlüsse bei Pfetten, Ort und Traufe sowie bei allen Durchdringungen usw. luftdicht sein.

Adresse des Verfassers: K. Menti, Arch. HTL, Dr. Amrein + Martinelli + Menti AG, Bauphysik und Bautechnologie, Bruchstr. 77, 6003 Luzern.

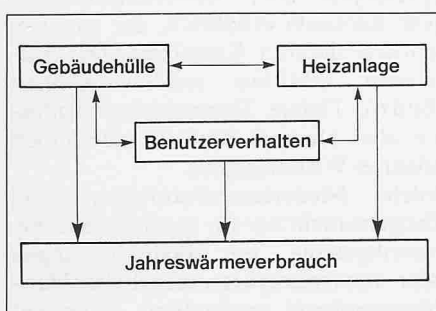
## Rationelle Wärmeerzeugung in Gebäuden

Von René Weiersmüller, Schlieren

### Gebäudehülle, Benutzerverhalten und Heizanlage

In der Vergangenheit ist an Energiesparseminarien meist ausführlich über Wärmedämmmassnahmen diskutiert worden. Vergessen wurde dabei aber oft, dass der Jahresenergieverbrauch ausser vom Zustand der Gebäudehülle auch sehr stark durch die Heizanlage und das Benutzerverhalten beeinflusst wird (Bild 1). Es ist deshalb ohne genaue Untersuchung an Ort oft schwierig herauszufinden, ob und weshalb der Energieverbrauch abnormal ist. So

Bild 1. Jahresenergieverbrauch: Drei Hauptinflüsse



kann beispielsweise die wenig energiebewusste Haltung durch eine optimale Heizanlage oder eine ungenügende Gebäudehülle mit einem entsprechend dürftigen Heizkomfort überdeckt werden.

Aber auch unter diesen drei Parametern bestehen *Abhängigkeiten*. Die Wärmeleistung der Heiz- und Verteilanlage muss u. a. dem Wärmeleistungsbedarf des Gebäudes angepasst sein. Stimmt etwas nicht überein, so ergibt sich meist ein verminderter Wohnkomfort und/oder ein erhöhter Heizenergieaufwand. Zum Beispiel kann der Jahresenergiebedarf trotz Anbringen einer Wärmedämmung gleichbleiben, weil wegen des Wärmeschutzes der vorher ungenügende Heizkomfort nun endlich ein annehmbares Niveau erreicht. Nichts gespart wird oft auch dann, wenn die Heizkurve der witterungsabhängigen Vorlauftemperaturregelung nicht den neuen Gegebenheiten angepasst wird (Bild 2). Bei dieser weitverbreiteten Regelung wird die *Vorlauftemperatur* je nach eingestellter Heizkurve i. a. nur durch die Aussen-

Bild 2. Das Anpassen der Heizkurve ist wichtig

