

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 110 (1992)  
**Heft:** 43

**Artikel:** Wärmeschutz für Altbauten: neuere Erkenntnisse zur Verbesserung  
**Autor:** Brunner, Conrad U. / Nänni, Jürg / Gartner, Renato  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-77975>

### **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:** 16.05.2025

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



# Wärmeschutz für Altbauten

Neuere Erkenntnisse zur Verbesserung

**Ein grosser Teil der heute vorhandenen Bausubstanz ist zu einer Zeit errichtet worden, in der dem Verbrauch von Heizenergie kaum eine Beachtung geschenkt worden ist. Durch eine vernünftige Altbauanierung kann der Wert eines Gebäudes erhalten bleiben, den Zeitbedürfnissen angepasst und gleichzeitig kann der Wärmehaushalt erheblich verbessert werden. Selbstverständlich müssen vorgegebene Dispositionen wie Volumen, Orientierung, Fensterflächen usw. sowie auch bau- und kulturhistorische Überlegungen hingenommen werden, was nur beschränkt eine optimierte Sanierung zulässt.**

## Weshalb sanieren?

Jedes Gebäude und jeder Bauteil wird durch den Gebrauch, den Unterhalt, durch künstliche und natürliche Ein-

VON CONRAD U. BRUNNER,  
JÜRGEN NÄNNI,  
RENATO GARTNER UND  
THOMI HOCHSTRASSER,  
ZÜRICH

wirkungen abgenutzt. Für die Lebensdauer ist demnach die materielle und konstruktive Widerstandsfähigkeit massgebend.

Die Nutzungsdauer eines Gebäudes wird aber nur zu einem kleinen Teil von diesem materiell bedingten Problem bestimmt. Der wichtigste Faktor ist die technische Alterung, die aus ökonomischen Gründen die Lebensdauer begrenzt. Obwohl der allgemeine Zustand des Bauwerks eigentlich noch in Ordnung wäre, lässt der fortgeschrittene Standard, verursacht durch stete Innovation, das betrachtete Objekt erneuerungsbedürftig erscheinen. Durch eine Sanierung kann die Dauer der Nutzung erstreckt werden. Selbst bei hohen Kosten lohnt sich die Modernisierung aus rein ökologischer Sicht fast immer. Der Altbau wird mit einem Bruchteil der Neubauressourcen verbessert und teilweise den Zeitbedürfnissen angepasst.

Bäder und Küchen, Sanitäreinrichtungen und Heizsysteme sind bislang die meistbetroffenen Einrichtungen der technischen Obsoleszenz gewesen. Heute sind die Standards aber auch im Schallschutz und Wärmehaushalt in dem Masse gestiegen, dass sich oft auch diesbezüglich eine Sanierung aufdrängt. Dabei wird in den wenigsten Fällen der hohe Energieverbrauch als Mangel empfunden, meistens sind Bauschäden (Schimmelpilz, Putzabplatzungen) oder die geringe Behaglichkeit (Zugluft, kalte Oberflächen-

temperaturen) die auslösende Kraft einer wärmetechnischen Sanierung.

Die vorliegende Analyse zeigt, dass der Transmissionsverlust durch bauliche Massnahmen bis auf rund 50% reduziert werden kann. Der Verbrauch bleibt aber meistens trotzdem höher als bei gut konstruierten Neubauten. Durch richtiges Vorgehen kann auch das Innenraumklima durch erhöhte Innenoberflächentemperaturen spürbar verbessert werden. Die Notwendigkeit der Wärmeschutzsanierung wächst neben steigenden Komfortansprüchen auch wegen höher werdenden Energiepreisen, dem stetig wachsenden Schadstoffausstoss in unsere Atemluft und dem ständigen Abbau nicht erneuerbarer, importabhängiger Energieträger.

Bei einer Instandstellung können abgenutzte oder unansehnlich gewordene Oberflächenmaterialien wie Farbanstrich, Tapeten und ähnliches leicht und jederzeit ersetzt werden. Auch veraltete oder defekte Bauteile, welche zuletzt montiert worden sind (Spenglerarbeiten, Rolläden, sanitäre Apparate), lassen sich ohne weitere Eingriffe entfernen und ersetzen.

Eine Sanierung aber verlangt meistens tiefgreifendere Massnahmen. Die schwer auswechselbaren Teile erfordern den Einsatz von mehreren Arbeitsgattungen. Sie sind zusammen montiert und mit andern Teilen verbaut worden. Obsolet gewordene Fenster, Böden, Installationseinrichtungen und schliesslich die Gebäudehülle selber betreffen meist mehrere Wohnungen und Stockwerke. Ihr Austausch setzt womöglich den vorübergehenden Auszug der Benutzer voraus. Fordert die Sanierung hohe finanzielle Aufwendungen, wird die Mietzinserhöhung einen Mieterwechsel verursachen. Deshalb ist eine gründliche Überprüfung eines angestrebten Ausbaustandards nötig. Um den grossen Bedarf an billigem Wohnraum zu decken, müssen

auch Wohnungsausstattungen mit erheblichen Abweichungen vom Neubau-niveau erhalten bleiben. Durch den relativ verminderten Gebrauchswert werden solche Wohnungen mit niedrigem Mietzins gehandelt. Sie tragen deshalb zur Durchmischung der Sozialstruktur bei.

## Zur Sanierungsproblematik

Die Sanierung von Altbauten ist eine komplexe Aufgabe und selten leicht zu lösen, einfache Sanierungstricks gibt es nicht. Jede Massnahme ist von Fall zu Fall am Gebäude gründlich zu überprüfen, und die Entscheidungen sind den örtlichen Erfordernissen anzupassen.

Bei Sanierungen bezüglich Wärmeschutzmassnahmen ist vor einer einseitigen Überbewertung des eindimensionalen Flächendämmwertes zu warnen. Schwachstellen führen zu tiefen örtlichen Innenoberflächentemperaturen und können Schimmelpilzbildung hervorrufen. Diese Gefahr der Wärmebrücken wird umso grösser, je besser der Regelquerschnitt neu gedämmt wird.

Mit zu der Wärmeschutzsanierung gehört in den meisten Fällen eine Erneuerung der Haustechnik. Moderne Anlagen weisen einen höheren Wirkungsgrad auf und verfügen über Regelungssysteme, die einen optimierten Betrieb gewährleisten. Gleichzeitig sollte für die Bewohner eine individuelle Heizkostenabrechnung eingeführt werden. Die Lüftungs- und Heizgewohnheiten der Benutzer spielt eine wesentliche Rolle für ein erfolgreiches Sanierungsergebnis. Durch übermässiges Lüften wird unnötig Energie verheizt, andererseits kann bei zu geringem Luftaustausch Schimmelpilz verursacht werden.

Durch eine Sanierung wird in den meisten Fällen die ursprüngliche Gestalt verändert. Dies kann vor allem bei bauhistorisch wichtigen Gebäuden zu schwerwiegenden Entscheidungskonflikten führen. Neben der Energieeinsparung steht die Denkmalpflege aber in einem ebenso öffentlichen Interesse und darf daher nicht vernachlässigt werden. Beim Denkmal ist nicht allein das Fassadenbild erhaltenswert, auch die Baumaterialien mit ihrer Konstruktionsweise, die Innenräume mit den Originalfenstern sind wichtige Dokumente und sollten nicht ohne weiters ausgetauscht werden.

Die Frage der Gestaltung stellt sich aber nicht bloss bei kulturhistorisch bedeutenden Bauten. Auch der belanglose



Mietblock in der Peripherie möchte seine konstruktive Glaubhaftigkeit behalten. Probleme stellen sich beispielsweise bei massiv und schwer wirkenden Sockelbereichen. Erweisen sich diese beim haptischen Kontakt als Hohlkörper, wird der Benutzer verunsichert und die Architektur in Frage gestellt.

Durch eine wärmetechnisch richtige Sanierung werden hingegen Bauschäden

beseitigt, das Raumklima wird verbessert, der Komfort erhöht und Energie gespart.

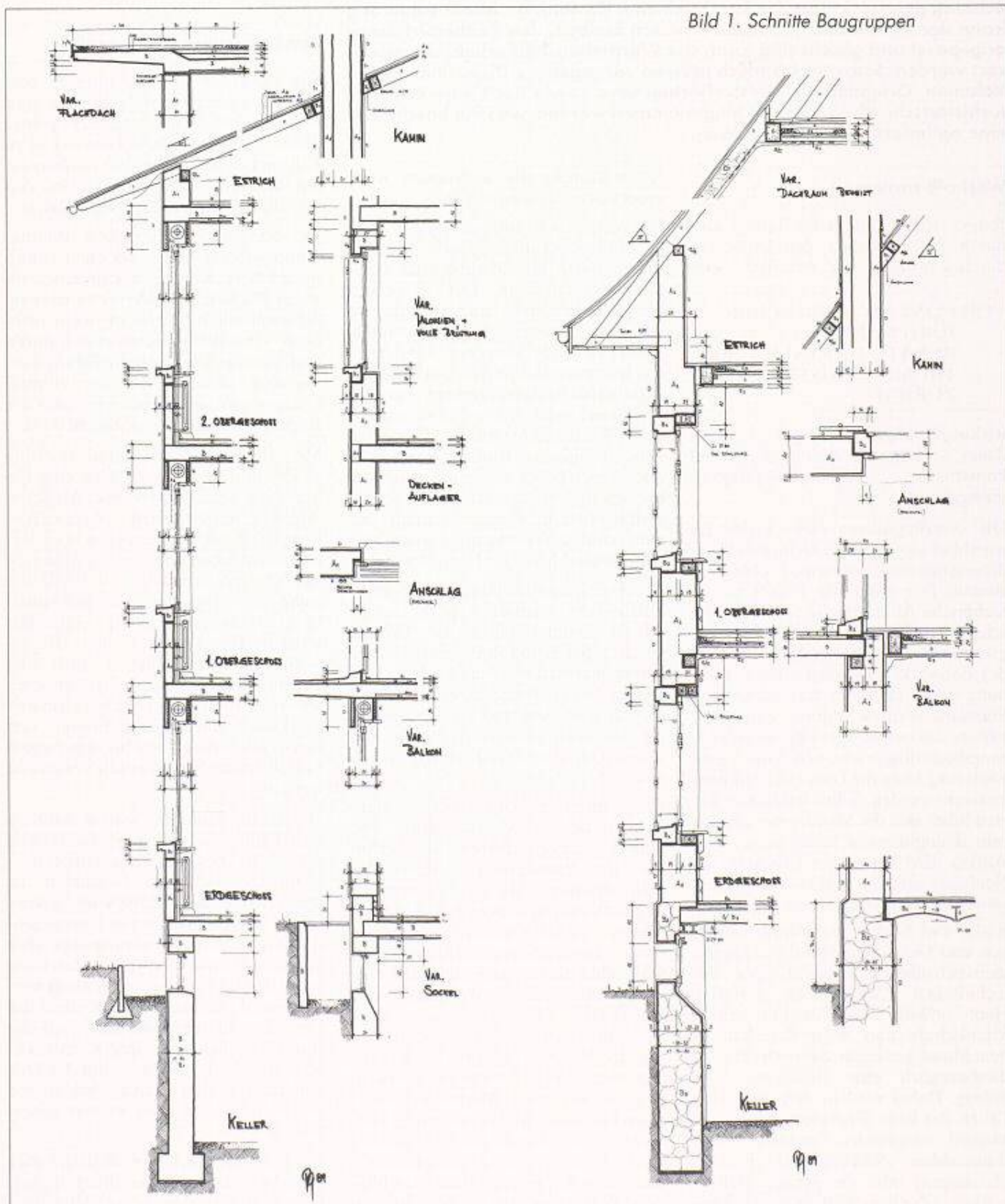
### Die Einteilung in Baugruppen

Voraussichtlich im Frühjahr 1993 wird eine SIA-Dokumentation zum Thema Altbauanierung erscheinen. Die darin enthaltenen Analysen werden eine hilf-

reiche Informationsquelle bezüglich der bauphysikalischen Sanierungsprobleme sein. Der vorliegende Artikel stellt einen Auszug daraus dar.

Um die darin enthaltenen Konstruktionsdetails möglichst allgemein zu modellieren, wurde erst anhand von Detailschnitten 1:20 (Bild 1) die bestehende Altbauseubstanz untersucht. Dabei konzentrierte man sich auf Wohnungs-

Bild 1. Schnitte Baugruppen





bauten der Jahrgänge 1965 und ältere der Nordschweiz (Raum Zürich, Basel, Bern).

Die typologische Zuordnung der Details erfolgte nach Kriterien, die sich auf Konstruktionsart, Materialwahl, auf Installationen, Bauteile sowie auf den Jahrgang abstützten. Obwohl Überschneidungen vorkommen, liessen sich drei häufige Baugruppen bestimmen:

- Baugruppe I: 1965 bis 1925
- Baugruppe II: 1925 bis 1900
- Baugruppe III: 1900 und ältere

Anhand der Details der entsprechenden Gruppen liess sich praktisch lückenlos ein zeittypischer Gebäudeschnitt erstellen. Die obere Zeitgrenze wurde deshalb bei 1965 angesetzt, weil bei jüngeren Bauten eine eindeutige Zuordnung in Kategorien durch die Vielfalt des Produktangebotes er-

schwert wurde und weil noch ein geringer Sanierungsbedarf besteht. Konstruktionen mit mehrschichtigem Aussenwandaufbau, die Verwendung von IV-Fenster und nicht zuletzt der vermehrte Einsatz von Beton im Wohnungsbau, führten zu einer grösseren Streuung und Durchmischung der einzelnen Bauteile. In diesem Zusammenhang sei auf den Katalog «Wärmebrücken im Neubau» hingewiesen, welcher den Variantenreichtum weitgehend berücksichtigt. Im folgenden sollen die Charakteristika der drei Baugruppen aufgezeigt werden, wobei kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben wird.

### Baugruppe I

Das Satteldach prägt im wesentlichen die Dachform dieser Baugruppe, wobei

vor allem gegen das Ende dieser Bauperiode vermehrt Flachdächer anzutreffen sind. Der Ausbau des unbeheizten Estrichs ist stark von der Dachneigung abhängig, da der Kniestock eher tief liegt. Das Fassadenmauerwerk ist homogen, aus Backstein Typ J (25 x 13,5 x 12) und rund 30 cm stark. Die Geschossdecken sind aus armiertem Beton, die lichte Raumhöhe beträgt in der Regel 2,40 m. Vereinzelt trifft man auch auf Tonhourdisdecken mit Stahlträgern oder Stahlbetonbrettern als Rippen. Durch die örtliche Verlängerung der Geschossdecken über die Fassade flucht hinaus war es möglich, Balkone auf frei auskragenden Platten auszubilden.

Typisch sind auch die halbmtrigen Korneinlagen in der Betondecke beim Sturzdach. Das Doppelverglasungsfenster verfügt über einen Holzrollladen oder Klappläden. Die Fensterbrüstung ist als Nische ausgebildet, in welcher der Radiator platziert ist. Die Wärmeerzeugung für das ganze Gebäude erfolgt mittels einer Zentralheizung, die sich im Keller befindet und vorwiegend mit Öl betrieben wird. Das Warmwasser wird pro Wohnung mit einem Elektroboiler aufbereitet, welcher im Badezimmer an der Wand oder in einem Küchenmöbel untergebracht ist. Die Sanitärzelle verfügt im Vergleich zu den älteren Baugruppen, neben einem WC und Waschbecken, auch über eine Badewanne und ist mehrheitlich mit einem Fenster an der Gebäudeausenwand angeordnet.

Bild 1. Schnitte Baugruppen

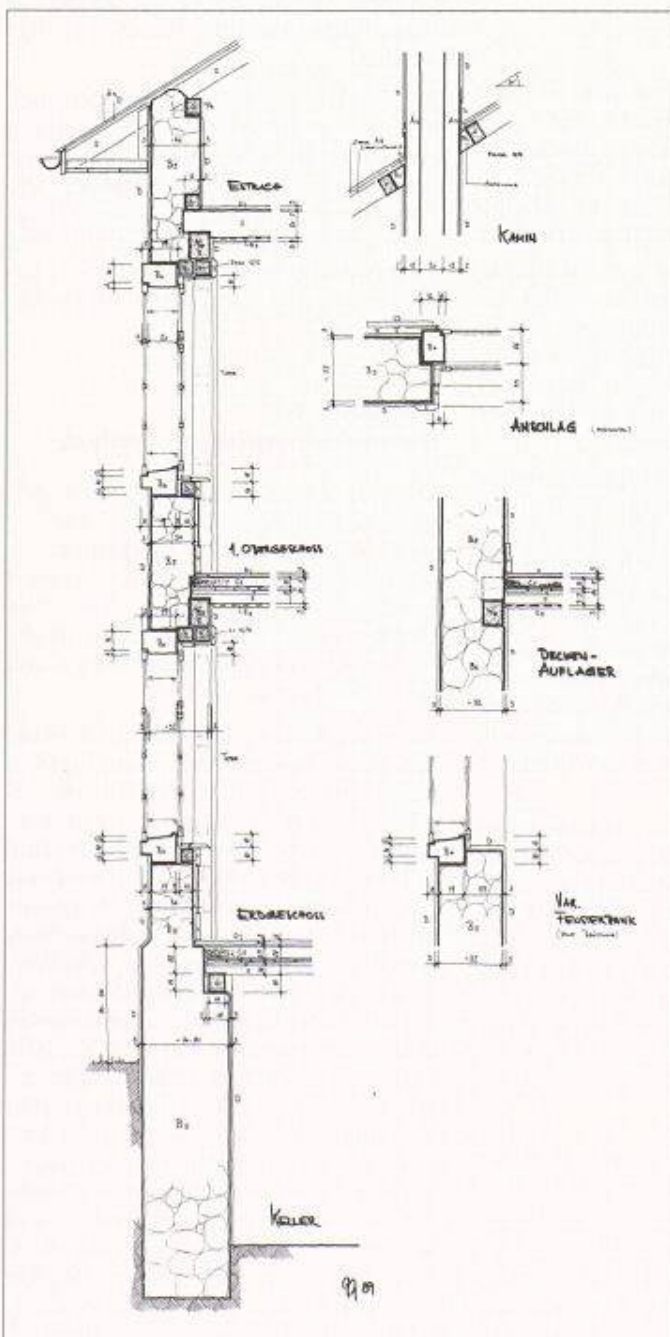
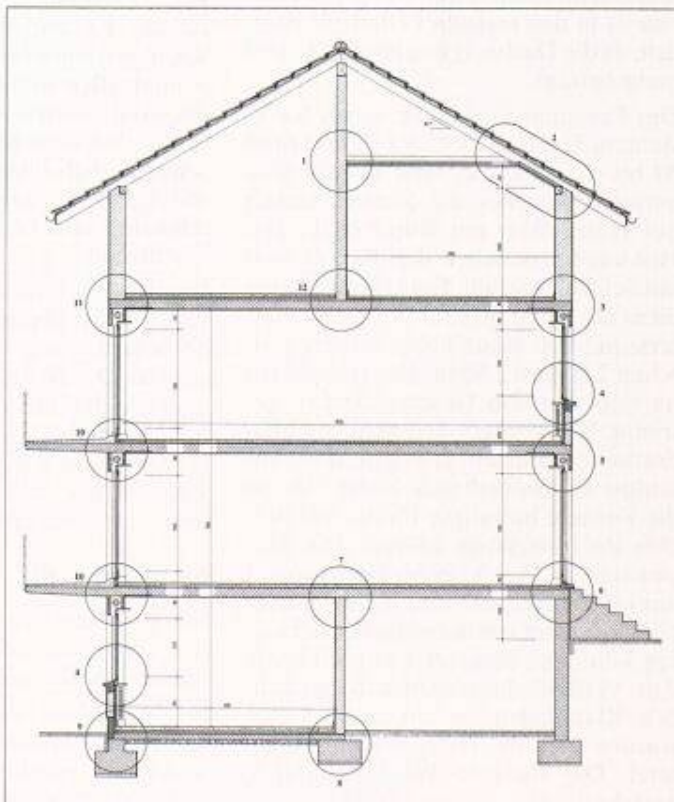


Bild 2. Schnitt Gesamtgebäude





| Ist-Zustand                                       | Sanierungsvarianten                                                 |                                                                     |                                                                                    |                                                                                                      |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                                                 | 1                                                                   | 2                                                                   | 3                                                                                  | 4                                                                                                    |
| DV-Fenster<br>k-Wert:<br>2.68 W/m <sup>2</sup> K  | Neue Fenster<br>3-IV Glaspaket<br>k-Wert:<br>0.8 W/m <sup>2</sup> K | Neue Fenster<br>3-IV Glaspaket<br>k-Wert:<br>0.8 W/m <sup>2</sup> K | Neue Fenster<br>3-IV Glaspaket<br>k-Wert:<br>0.8 W/m <sup>2</sup> K                | Neue Fenster<br>3-IV Glaspaket<br>k-Wert:<br>0.8 W/m <sup>2</sup> K                                  |
| Mauerwerk aus<br>Backstein I 30                   |                                                                     | Aussendämmung<br>10 cm Polystyrol                                   | Aussendämmung<br>10 cm Polystyrol                                                  | Innendämmung<br>10 cm Mineral-<br>wollplatten mit<br>Gipsvorsatz-<br>schale;<br>neuer<br>Wand-k-Wert |
| Wand-k-Wert<br>k-Wert:<br>1.15 W/m <sup>2</sup> K |                                                                     | neuer<br>Wand-k-Wert<br>0.30 W/m <sup>2</sup> K                     | neuer<br>Wand-k-Wert<br>0.30 W/m <sup>2</sup> K                                    | 0.29 W/m <sup>2</sup> K                                                                              |
|                                                   |                                                                     |                                                                     | zusätzliche<br>konstruktive<br>Verbesserungen<br>an den kritischen<br>Wärmebrücken |                                                                                                      |

Tabelle 1. Ein Altbau mit 4 Sanierungsvarianten

Das Erdgeschoss erscheint als Hoch- oder Normalparterre. Die 30 bis 40 cm starken Umfassungswände im Keller bestehen aus Stampf- oder armiertem Beton und stehen auf einem Steifen- oder Plattenfundament.

## Baugruppe II

Die Dach- oder Mansardenwohnung ist in dieser Baugruppe sehr stark vertreten. Die Zimmerdecken sind deshalb gegen aussen abgeschrägt und treffen auf einen rund 1,20 bis 1,60 m hohen Kniestock. Beim darüberliegenden, unbeheizten Estrich berühren sich Boden und Dachflächen spitzwinklig. Ein Ausbau ist in den meisten Fällen gut möglich, da die Dachneigung häufig 45° und mehr beträgt.

Das Fassadenmauerwerk ist aus Backsteinen, Typ N1 (25 x 12 x 6) und rund 40 bis 42 cm stark. Vom Erdgeschoss aufwärts bestehen die Zimmerdecken aus Holzbalken mit Blindböden. Die Hohlräume zwischen den Balken sind mit Schlacke gefüllt. Ein Gipsplattenrost dient als Putzträger für die Deckenuntersicht. Die Raumhöhe variiert zwischen 2,50 und 2,90 m. Die Holzbalkone sind von den Geschossdecken getrennt. Der vordere Teil wird von quadratischen Stützen getragen, den Anschluss an das Gebäude bildet eine an die Fassade befestigte Pfette, auf welcher die Balkenlage aufliegt. Die Fenster sind im Vergleich zur Baugruppe I nur einfach verglast und verfügen über ein Vorfenster, das individuell in der kalten Jahreszeit eingesetzt werden kann. Zur Verdunkelung dienen hauptsächlich Klappläden, in einzelnen Fällen wurden bereits Holzrolläden eingesetzt. Die äusseren Fensterleibungen bestehen aus einem Natur- oder

Kunststeingewände, welches von der Fassade leicht abgesetzt ist. Die Fensterbrüstungen weisen innen zum Teil Nischen auf und sind wie die Fensterleibungen, vor allem im Hauptwohnteil, mit Täferschmuck verkleidet.

Für die Raumheizung werden Einzelöfen mit Holzfeuerung verwendet, die in bezug auf den Wohnungsgrundriss möglichst zentral angeordnet sind. Über einen gemeinsamen Kaminzug wurden mehrere solcher gusseisernen Kachelöfen angeschlossen.

Im Gegensatz zur Baugruppe I konnten die Bewohner der älteren Bauten das Warmwasser nicht via Leitungsnetz beziehen. Es musste nach Bedarf am Kochherd aufbereitet werden. Auch die Sanitärzellen sind im Vergleich zu den jüngeren Bauten eher spärlich ausgestattet. Sie verfügen über keine Badewanne, lediglich über ein WC mit Handwaschbecken, welche in einem sehr schmalen und langen Raum untergebracht sind.

Das Erdgeschoss ist als Hochparterre vom Terrain abgesetzt. Die Kellerwände bestehen aus vermörtelten Bruchsteinen. Der 60 bis 80 cm starke Wandquerschnitt bildet zugleich das Streifenfundament. Im Gegensatz zu den anderen Geschossen wurde über dem Keller meistens eine mit Stampfbeton ausgefachte Stahlträgerdecke eingesetzt.

## Baugruppe III

Im Gegensatz zur Baugruppe II ist hier der Dachraum nicht ausgebaut. Das Satteldach mit unbeheiztem Estrich ist für diese Baugruppe bestimmend.

Das Fassadenmauerwerk inklusive Kellerwände besteht aus Bruchsteinen, welches sich nach oben verjüngt. Die

Wandstärke im Keller beträgt 70 bis 100 cm, über dem Hochparterre 50 bis 70 cm. Die Geschossdecken entsprechen denjenigen der Baugruppe II, wobei die lichte Raumhöhe mit rund 2,20 bis 2,90 m stärker variiert und die Kellerdecke ebenfalls aus Holzbalken besteht.

Auch die Fenster gleichen denjenigen der Baugruppe II, die Gewände sind aber aus Naturstein – häufig Sandstein – und reichhaltig profiliert. Auskragende Balkone, wie sie bei den Baugruppen I und II vorkommen, trifft man hier selten an. Die Veranda als Gebäudeeinschnitt oder die Terrasse über einem Erker ist häufiger vertreten.

Sanitäre Einrichtungen sind bis auf ein Abort, das immer an einer Aussenwand angeordnet ist, praktisch keine vorhanden, ausser bei jüngeren Bauten dieser Gruppe, wo Küche und WC bereits mit fliessendem kaltem Wasser versorgt werden.

Für die Heizung im Winter wurden auch hier, wie in Baugruppe II, Einzelöfen eingesetzt. Bei sehr frühen Jahrgängen erfüllte die Kochstelle zugleich die Funktion der Heizung. Sie bestand aus einer offenen Feuerstelle die mit einer Feuerwand gegen das Wohnzimmer gerichtet war und somit den Hauptwohnteil heizte.

## Methodik der thermisch-hygrischen Analyse

Die hier beschriebene Analyse zur Altbauanierung und die unter «Verbesserter Wärmeschutz für Neubauten» gezeigte Arbeit sind zusammen konzipiert worden und unterliegen demselben Denkmodell. Es ist daher sinnvoll, die beiden Artikel zusammen zu lesen und sie gegenüberzustellen.

In der folgenden Untersuchung wird auf die oben beschriebene Baugruppe I näher eingegangen. Es werden vier verschiedene Sanierungsmöglichkeiten an einem typischen Gebäudeschnitt (Bild 2, Tabelle 1) behandelt. Dabei wird eine 1m dicke vertikale Gebäudescheibe analysiert. Die beheizte Gebäudehülle wurde so gewählt, dass ein Quervergleich des Transmissionsverlustes einerseits unter den Sanierungsvarianten und andererseits zu den vier Neubauvarianten möglich ist. In der Vergleichstabelle der Transmissionsverluste aller Varianten (Tabelle 2) werden die Verluste der Gebäudescheibe im Fensterbereich einander gegenübergestellt. Ebenso werden die Verluste einer Scheibe im Mauerbereich verglichen. Der Mittelwert der beiden Beträge stellt den Verlust einer 1m dicken Vertikalscheibe des Gesamtgebäudes dar.



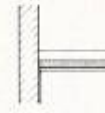
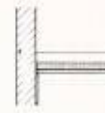
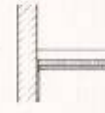
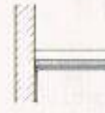
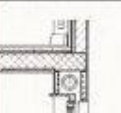
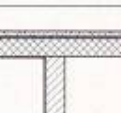
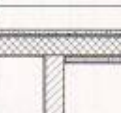
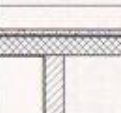
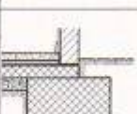
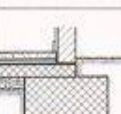
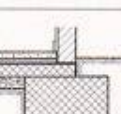
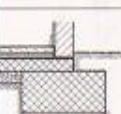
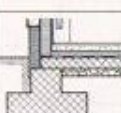
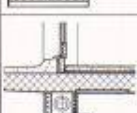
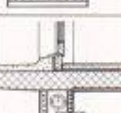
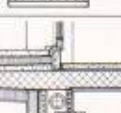
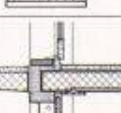
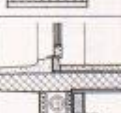
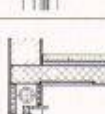
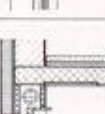
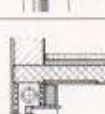
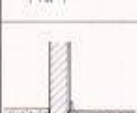
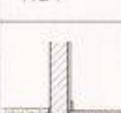
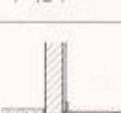
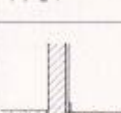
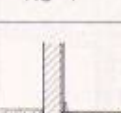
|                 | 0 Ist-Zustand<br>Mauerwerk (D0 $k_{00} = 1,15 \text{ W/mK}$ )                                        | 1 Neue Fenster<br>(D-IV, $k_{01} = 0,8 \text{ W/mK}$ )                                               | 2 Neue Fenster<br>(D-IV, $k_{02} = 0,8 \text{ W/mK}$ )<br>Aussendämmung 10 cm<br>auf bestehendes Mauerwerk<br>( $k_{02} = 0,3 \text{ W/mK}$ ) | 3 Neue Fenster<br>(D-IV, $k_{03} = 0,8 \text{ W/mK}$ )<br>Aussendämmung 10 cm<br>auf bestehendes Mauerwerk<br>( $k_{03} = 0,3 \text{ W/mK}$ )<br>Detaile 3,4,5,10 und 11 neu | 4 Neue Fenster<br>(D-IV, $k_{04} = 0,8 \text{ W/mK}$ )<br>Innendämmung 10 cm<br>mit Voranstrich<br>auf bestehendes Mauerwerk<br>( $k_{04} = 0,29 \text{ W/mK}$ ) |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Detail - Nummer | $k_{00}$ [W/mK]<br><br>$T_{\text{inn}} [\text{°C}]$                                                  | $k_{01}$ [W/mK]<br><br>$T_{\text{inn}} [\text{°C}]$                                                  | $k_{02}$ [W/mK]<br><br>$T_{\text{inn}} [\text{°C}]$                                                                                           | $k_{03}$ [W/mK]<br><br>$T_{\text{inn}} [\text{°C}]$                                                                                                                          | $k_{04}$ [W/mK]<br><br>$T_{\text{inn}} [\text{°C}]$                                                                                                              |
| 1               | <br>0,13<br>15,0    | <br>0,13<br>15,0    | <br>0,13<br>15,0                                             | <br>0,13<br>15,0                                                                          | <br>0,13<br>15,0                                                              |
| 2               | <br>0,15<br>17,5    | <br>0,15<br>17,5    | <br>0,23<br>18,5                                             | <br>0,23<br>18,5                                                                          | <br>0,18<br>17,7                                                              |
| 3               | <br>0,95<br>12,8    | <br>0,95<br>12,8    | <br>1,50<br>13,1                                             | <br>0,38<br>17,1                                                                          | <br>1,02<br>13,7                                                              |
| 4               | <br>0,03<br>16,9    | <br>0,09<br>16,8    | <br>0,53<br>17,0                                             | <br>0,35<br>18,4                                                                          | <br>0,35<br>16,1                                                              |
| 5               | <br>0,95<br>13,0   | <br>0,96<br>13,0   | <br>1,51<br>13,2                                            | <br>0,37<br>16,9                                                                         | <br>1,07<br>13,7                                                             |
| 6               | <br>0,34<br>15,1  | <br>0,39<br>15,5  | <br>0,63<br>15,5                                           | <br>0,79<br>15,7                                                                        | <br>0,69<br>15,5                                                            |
| 7               | <br>0,16<br>18,8  | <br>0,16<br>18,8  | <br>0,16<br>18,8                                           | <br>-0,10<br>19,5                                                                       | <br>0,16<br>18,8                                                            |
| 8               | <br>0,06<br>18,5  | <br>0,06<br>18,5  | <br>0,06<br>18,5                                           | <br>0,06<br>18,5                                                                        | <br>0,06<br>18,5                                                            |
| 9               | <br>0,30<br>16,0  | <br>0,28<br>16,0  | <br>0,42<br>17,5                                           | <br>0,42<br>17,6                                                                        | <br>0,33<br>16,5                                                            |
| 10              | <br>0,89<br>12,8  | <br>2,51<br>12,7  | <br>1,68<br>12,9                                           | <br>0,74<br>17,1                                                                        | <br>1,37<br>13,7                                                            |
| 11              | <br>1,21<br>12,0  | <br>1,24<br>12,0  | <br>1,21<br>12,1                                           | <br>0,52<br>16,9                                                                        | <br>0,78<br>13,7                                                            |
| 12              | <br>-0,32<br>17,8 | <br>-0,32<br>17,8 | <br>-0,32<br>17,8                                          | <br>-0,32<br>17,8                                                                       | <br>-0,32<br>17,8                                                           |

Bild 3. Mini-Katalog



## KONSTRUKTION

## TEMPERATURKARTE

## WÄRMEFLUSSBILD

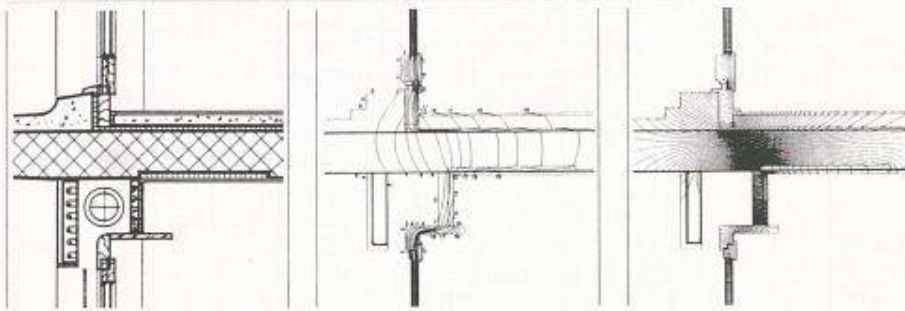


Bild 4. Durchlaufende Betonbalkonplatte mit Fenstersturz und Balkontüre im «Ist-Zustand»: Temperaturkarte und Wärmeflussbild für 20°C Innen- und 4,5°C Aussenlufttemperatur (Heizperiodenmittel)

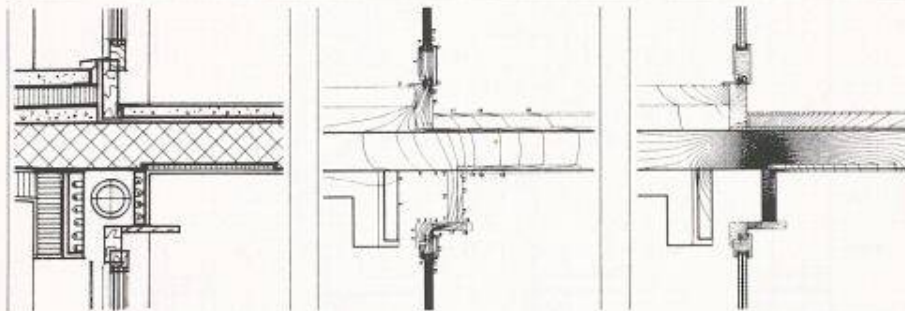


Bild 5. Durchlaufende Betonbalkonplatte mit Fenstersturz und Balkontüre im sanierten Zustand mit Aussendämmung: Temperaturkarte und Wärmeflussbild für 20°C Innen- und 4,5°C Aussenlufttemperatur (Heizperiodenmittel)

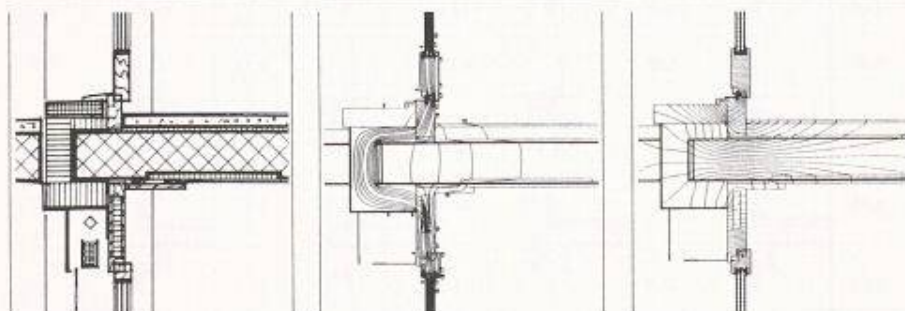


Bild 6. Durchlaufende Betonbalkonplatte mit Fenstersturz und Balkontüre im sanierten Zustand mit abgetrennter Balkonplatte: Temperaturkarte und Wärmeflussbild für 20°C Innen- und 4,5°C Aussenlufttemperatur (Heizperiodenmittel)

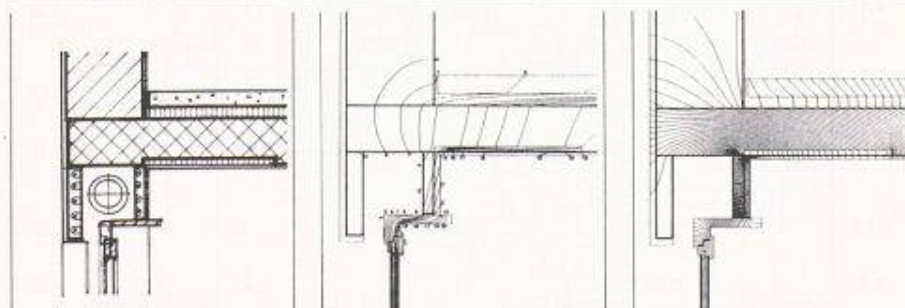


Bild 7. Sturzdetail im «Ist-Zustand»: Temperaturkarte und Wärmeflussbild für 20°C Innen- und 4,5°C Aussenlufttemperatur (Heizperiodenmittel)

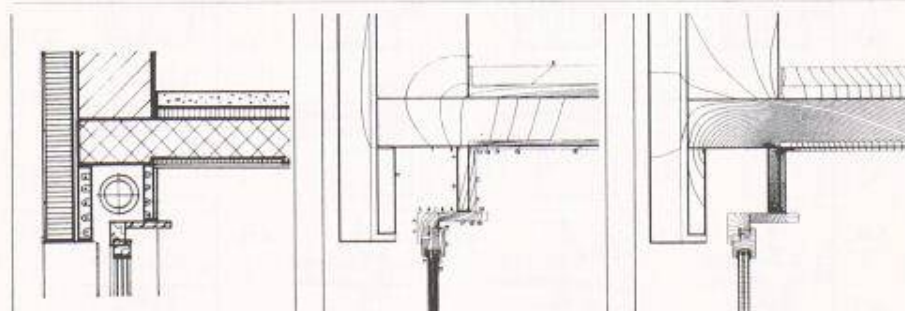


Bild 8. Sturzdetail im sanierten Zustand mit Aussendämmung: Temperaturkarte und Wärmeflussbild für 20°C Innen- und 4,5°C Aussenlufttemperatur (Heizperiodenmittel)

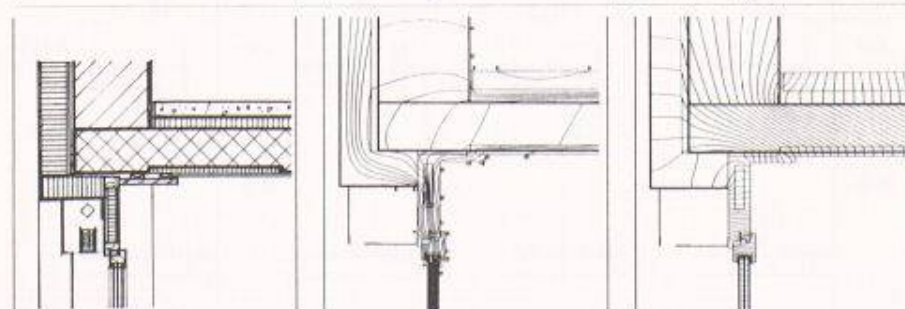


Bild 9. Sturzdetail im sanierten Zustand mit neuem Rolladenkasten: Temperaturkarte und Wärmeflussbild für 20°C Innen- und 4,5°C Aussenlufttemperatur (Heizperiodenmittel)



|                       | Ist-Zustand | Var. 1 | Var. 2 | Var. 3 | Var. 4 |
|-----------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
|                       | [W/K]       | [W/K]  | [W/K]  | [W/K]  | [W/K]  |
| <b>Fensterschnitt</b> |             |        |        |        |        |
| Flächeneffekte        | 41.08       | 25.94  | 19.58  | 17.91  | 19.30  |
| Linienzuschläge       | 5.77        | 9.20   | 9.97   | 4.65   | 7.56   |
| Fensterschnitt total  | 46.84       | 35.14  | 29.55  | 22.56  | 26.86  |
| <b>Mauerschnitt</b>   |             |        |        |        |        |
| Flächeneffekte        | 28.72       | 28.72  | 15.65  | 13.98  | 15.31  |
| Linienzuschläge       | 1.99        | 1.99   | 1.66   | 1.11   | 2.81   |
| Mauerschnitt total    | 30.71       | 30.71  | 17.31  | 15.09  | 18.12  |
| <b>Gesamtgebäude</b>  |             |        |        |        |        |
| Mittelwert            | 38.78       | 32.93  | 23.43  | 18.83  | 22.49  |
|                       | [MJ/a]      | [MJ/a] | [MJ/a] | [MJ/a] | [MJ/a] |
| Heizperiodenverlust   | 12 456      | 10 576 | 7 526  | 6 048  | 7 225  |
|                       | [%]         | [%]    | [%]    | [%]    | [%]    |
| in Prozenten          | 100         | 85     | 60     | 49     | 58     |

Tabelle 2. Transmissionsverluste der vorgegebenen 1 m dicken Gebäudescheibe im Quervergleich

Die Numerierung der eingekreisten Knotenpunkte am Schemaschnitt ist gleich wie bei den Neubau-Schemaschnitten, um den Leser zu Quervergleichen einzelner Knoten anzuregen.

### Wärmebrücken und Sanierungsvarianten

Der kalte Estrich und der unbeheizte Keller wirken sich als Wärmepuffer günstig auf den Wärmeverlust der benachbarten Räume aus. Die Sturzdetails mit Rolladenkasten und Balkonkragplatte lassen sich nur durch massive konstruktive Eingriffe wärmetechnisch und hygrisch befriedigend lösen.

Die konstruktiven Veränderungen an den Wärmebrücken sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

### Transmissionsverluste im Quervergleich

Ein Erfolg der Energiesparmassnahmen setzt eine sorgfältige Analyse des Ist-Zustandes und die Bestimmung der möglichen Ansatzpunkte für Sanierungen voraus. In jedem einzelnen Fall ist eine Überprüfung des Objekts mit seinen speziellen Randbedingungen erforderlich.

Im Ist-Zustand des Fallbeispiels gehen 33% der Heizenergie durch die Fenster

verloren. Eine Sanierung der Verglasung stellt im allgemeinen keinen schwerwiegenden Eingriff dar. Durch den Einsatz von optimalen Wärmeschutzgläsern lassen sich 15% der Transmissionsverluste einsparen (vgl. Tabelle 2). Werden zusätzlich die Aussenwände gedämmt, steigt die Einsparung von 15% auf 40%. Storenkasten und auskragende Balkonplatten stellen auch bei Variante 2 gravierende Lecks in der Gebäudehülle dar und verursachen nach wie vor unbefriedigende örtlich tiefe Innenoberflächentemperaturen. Diese führen im Winter zu hohen lokalen relativen Feuchten oder gar zu Tauwasser- und/oder zu Schimmelpilzbildungen.

Weitere zusätzliche Massnahmen bedeuten tiefgehende Eingriffe in die alte Bausubstanz und bewirken meist keine nennenswerten Verbrauchsreduktionen. Der überzeugende Aspekt dieser Sanierungsmassnahmen (Sanierungsvariante 3) liegt dabei oft bei der Vermeidung von hygrischen Problemen. Die anfänglich tiefen Oberflächentemperaturen im Bereich des Storenkastens und der auskragenden Balkonplatte können dadurch angehoben werden. Der Transmissionsverlust liegt nach diesen schwerwiegenden und kostspieligen Eingriffen leider immer noch bei 49% des Ausgangswertes.

Die Entscheidung über Innen- oder Aussendämmung lässt sich aufgrund

dieser energetischen Bewertung nicht beeinflussen. Die Linienzuschläge bei Innendämmung in Kombination mit dem Fenster liegen überall etwas tiefer, dies vor allem beim Storenkasten und bei der Betonkragplatte, die minimalen Innenoberflächentemperaturen in der Kante vom Deckenrand zum Fenstersturz liegen jedoch etwas höher. Die Sanierungsmassnahmen der Variante «Innendämmung» sind allgemein technisch anspruchsvoll. Massgebender für die Entscheidung «Aussendämmung» versus «Innendämmung» sind andere Argumente, welche zum Teil die Bauphysik nicht tangieren.

#### Problemkreise der Aussendämmung:

- Die Fensterleibung sollte eingefasst werden. Das Fenstermauerlicht wird dadurch verringert.
- Das Fassadenbild wird verändert.
- Ein Baugerüst ist erforderlich.
- Die im Sockelbereich aufsteigende Feuchte verursacht Probleme am Dämmzonenrand.
- Das Dämmmaterial und die Aussenhaut müssen dampfdurchlässig sein, um einen Feuchtestau im Mauerwerk zu verhindern.

#### Problemkreise der Innendämmung:

- Um ein Barackenklima zu verhindern, muss auch nach der Sanierung noch genügend Speichermasse im Innenraum vorhanden sein.
- Die nutzbare Raumgrösse wird verringert.
- Das Fensterlicht wird verringert.
- Die Gebäudenutzung wird während der Sanierungsarbeit eingeschränkt.
- Um Wärmebrücken zu vermeiden, müssten Decken und Seitenwände ein Stück weit in die Dämmung eingebunden werden.
- Die tragenden Aussenwände werden nach der Sanierung viel stärker den klimatischen Temperaturschwankungen ausgesetzt sein.
- Die Innendämmung muss dampfdicht sein, um Kondensat an der Innenoberfläche der alten Mauer zu vermeiden.
- Anschluss- und Dichtigkeitsprobleme sind im allgemeinen schwer lösbar.

Adressen der Verfasser: Conrad U. Brunner, dipl. Arch. ETH/SIA, Lindenhofstrasse 15, 8001 Zürich, Prof. Dr. Jürg Nänni, HTL Brugg-Windisch, Renato Gartner, Arch. HTL/STV, Wettingen, Thoni Hochstrasser, Arch. HTL, Suhr