

# Sanierungen im sozialen Wohnungsbau

---

Richtlinien für umfangreiche  
Sanierungen

**Titel**

Richtlinien für umfangreiche Sanierungen

**Autor**

Juraj Hazucha, Centrum pasivního domu, Tschechische Republik

Dieses Handbuch wurde im Rahmen der IEE Projektes „PASS-NET“ entwickelt

**Deutschsprachige Version**



Passivhauskreis  
Rosenheim Traunstein  
e.V.  
Martin-Greif-Straße 20  
D-83080 Oberaudorf  
[www.passivhauskreis.de](http://www.passivhauskreis.de)



Interessengemeinschaft  
Passivhaus Österreich  
Netzwerk für Information,  
Qualität und Weiterbildung  
Hollandstrasse 10/46  
A-1020 Wien  
[www.igpassivhaus.at](http://www.igpassivhaus.at)

**Editor**



Centrum pasivního domu  
Údolní 33, 602 00 Brno  
[info@pasivnidomy.cz](mailto:info@pasivnidomy.cz)  
[www.pasivnidomy.cz](http://www.pasivnidomy.cz)  
t +420 511 111 810

September 2009

## **Inhalt**

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>2. WIE WIRD EINE UMFANGREICHE MODERNISIERUNG DURCHGEFÜHRT? .....</b>	<b>10</b>
2.1 DIE WANDDÄMMUNG .....	11
2.2 DIE DACHDÄMMUNG .....	16
2.3 DIE FENSTERERNEUERUNG .....	18
2.4 DIE LUFTDICHTHEIT .....	20
2.5 DIE KOMFORTLÜFTUNG IN SANIERTEN GEBÄUDEN .....	21
2.6 DAS HEIZSYSTEM .....	27
2.7 VERWENDUNG ERNEUERBARER ENERGIEQUELLEN.....	28
2.8 ZUSAMMENFASSUNG DER ENERGIEEFFIZIENTEN MAßNAHMEN .....	28
<b>3. DIE WIRTSCHAFTLICHKEIT EINER SANIERUNG.....</b>	<b>29</b>
<b>4. DIE DURCHFÜHRUNG EINER SANIERUNG .....</b>	<b>32</b>
4.1 ENTSCHEIDUNGSPROZESS / AUFTRAGSERTEILUNG.....	32
4.2 AUSWAHL DES PLANERS .....	36
4.3 WAHL DER VERTRAGSPARTNER / AUSFÜHRUNGSPHASE .....	36
4.4 NUTZUNGSPHASE DER SANIERTEN WOHNUNG.....	37
<b>5. BEWÄHRTE SANIERUNGSBEISPIELE .....</b>	<b>39</b>
<b>6. LITERATUR.....</b>	<b>50</b>

## 1. Einleitung

*Es ist nötig zu erkennen, dass es schlimmer ist, halbe oder ungenügende Maßnahmen zu ergreifen als überhaupt keine. Solche Maßnahmen kosten knappe Finanzmittel, nicht nur die gegenwärtigen sondern auch zukünftige und lassen keine guten und nachhaltigen Entscheidungen zu.*

Ernst Heiduk

Gegenwärtig ist unser Gebäudebestand nicht im Geringsten zufriedenstellend. Die Mehrheit der Gebäude ist technisch und moralisch veraltet, oftmals entspricht auch die Qualität der Innenräume nicht mehr den hygienischen Anforderungen. Die Tatsache, dass die Energiepreise steigen, trägt nicht zur Beruhigung der Bewohner bei. Sollen wir Sanieren? Diese Frage stellt sich eine große Zahl von Behörden und Bewohnern. Fast 90% der Wohngebäude wurden vor 1990 errichtet und laut einer energetischen Bewertung der EPBD fallen die meisten in die Kategorie D oder sogar F, was bedeutet diese Gebäude sind „unbefriedigend“ oder sogar „sehr unwirtschaftlich“. Man kann diese Gebäude als Heizkörper für die Umgebung bezeichnen, da die Qualität der Gebäudehülle so schlecht ist. Während der Bauphase hat sich niemand Gedanken um Energie gemacht, nur weil die Energiepreise niedrig waren. Diese Periode ist jedoch vorüber und momentan ist es unmöglich, weiterhin Ressourcen zu verschwenden, aus wirtschaftlichen und aus ökologischen Gründen.

Häuser und Wohnungen sind heutzutage der energieintensivste Sektor, sie machten bis zu 40% des gesamten Energieverbrauchs des Landes aus. Bei Mehrfamilienhäuser und Plattenbauten besteht hier das größte Potential zur Energie und CO<sub>2</sub> Einsparung. Ungefähr 1.165.000 Wohnungen befinden sich momentan in Plattenbauten aus den Jahren 1950-1990, hier lebt nahezu ein Drittel der tschechischen Bevölkerung (31%). Ein weiteres Drittel lebt in Mehrfamilienhäusern, die nach dem Krieg errichtet wurden. Mehrgeschossige Gebäude wie Mehrfamilienhäuser und Plattenbauten haben einen offensichtlichen Vorteil, verglichen mit Einfamilienhäusern. Ihre kompakte, einfache Form und viele Gemeinsamkeiten machen die Sanierung einfacher, kosteneffizienter und natürlich mehrfach anwendbar. Heutzutage sind ungefähr 20% des gesamten Gebäudebestandes saniert aber nur bei einem kleinen Teil dieser Häuser sind Energieeffizienz, nachhaltige Ziele und eine höhere Lebensqualität in Betracht gezogen worden. Der Umbau sowie die Modernisierung von Wohnblöcken sind zu einem zentralen Thema geworden und das Interesse der Verwalter oder Besitzer an umfangreichen Sanierungen wächst zunehmend. Eine Sanierung von Wohnblöcken scheint einfach, die meisten Menschen denken es geht dabei nur um Wärmedämmung. In der Realität ist es ein komplexes Problem, dessen Lösung vieles verbessern, aber auch vieles verschlechtert kann. Dieser Artikel kann für Interessensvertreter, Bewohner und Wohnungseigentümer, die auf eine Sanierung warten, eine Inspiration und Richtlinie sein und ist vor allem an diejenigen gerichtet, die ein beachtliches Budget möglichst effizient investieren wollen.

### **Los geht´s! Sanierungen zum Passivhaus und Niedrigenergie Standard!**

Wenn wir über den Passivhaus Standard sprechen, gibt es den sogenannten „Faktor 10“ der besagt, dass nach einer Sanierung der Energiebedarf für das Heizen eines Gebäudes um das 10 fache reduziert ist. Das bedeutet ein Gebäude mit einem Heizenergiebedarf von momentan

250 kWh/(m<sup>2</sup>a) wird nach einer Modernisierung einen Bedarf von 25 kWh/(m<sup>2</sup>a) oder weniger haben.

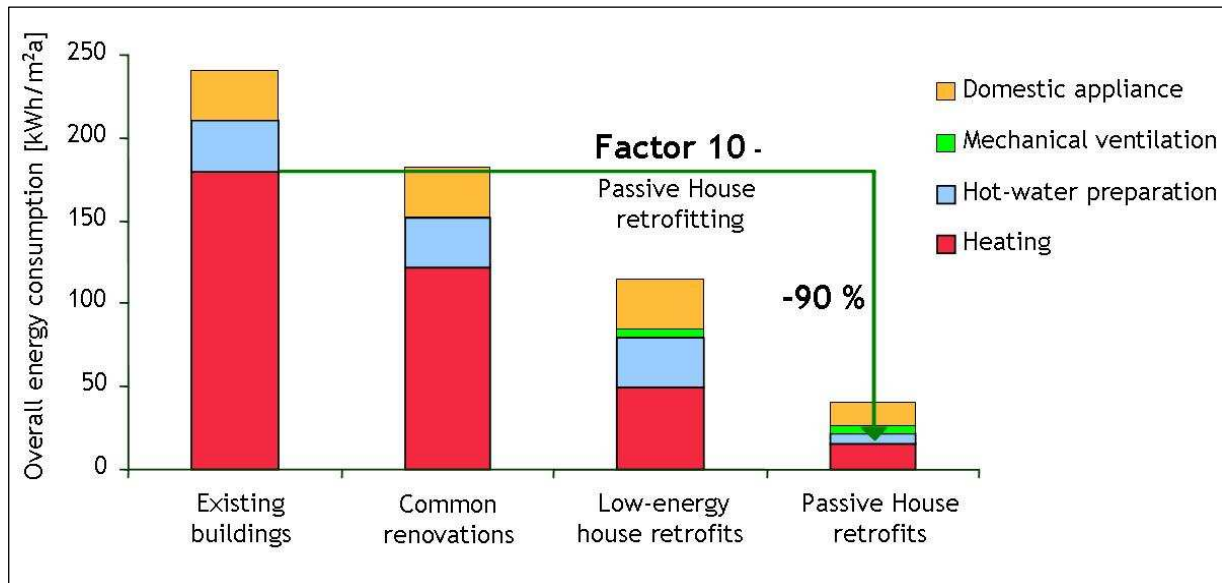


Abbildung 1: Die potentielle Energieeinsparung für das beheizen momentaner Gebäude ist offensichtlich. Gewöhnliche Sanierungen erreichen meist nur eine Heizenergieeinsparung von 20-30%, verglichen mit dem vorherigen Stand, die „Faktor 10“ Sanierung hingegen bewirkt eine Einsparung bis 90%. (Quelle CPD)

Heutzutage, wo die Zukunft der Energiepreise unklar ist, scheinen diese Maßnahmen als äußerst vorteilhaft. Bei Sanierungen ist es nicht um jeden Preis nötig die Anforderungen eines Passivhauses – ein Heizwärmebedarf von 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) - zu erreichen. Die wirtschaftlichen Möglichkeiten und vernünftige Maßnahmen mit der größtmöglichen Energieeinsparung sind entscheidend. Wie die Analyse des Energieverbrauchs in Haushalten zeigt, wird der größte Teil, ungefähr 75% der Energie zum heizen verwendet. Mit der Hilfe von Passivhaus Komponenten kann der Heizenergieverbrauch nach einer Sanierung um 90% gesenkt werden. Eine weitere Reduzierung des Energieverbrauchs kann in den Punkten Warmwasserbereitung und Beleuchtung erreicht werden. Eine Sanierung nach dieser Methode kann weitere Vorteile bringen. Sie verlängert die Lebensdauer der Bausubstanz, leistet einen Beitrag zum Ansehen des Bezirks und macht das Gebäude wettbewerbsfähig am Immobilienmarkt.

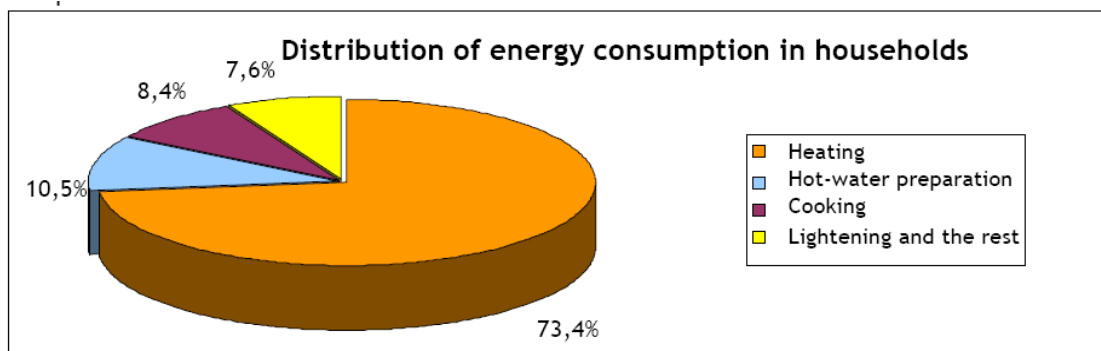


Abbildung 2: Der größte Teil der Energie wird für das Heizen aufgewendet. Aus diesem Grund ist das primäre Ziel der Modernisierung nach dem Passivhaus Konzept die Reduzierung des Heizwärmebedarfs. (Quelle: Statistical Office)

## Höherer Komfort

Natürlich kann nicht nur allein die Energieeinsparung den Bewohner motivieren. Ein höherer Wohnkomfort und eine verbesserte Qualität der Innenräume, können dies ebenfalls. Warme Oberflächen an Wänden und Fenstern bieten eine beispiellose, thermische Behaglichkeit und das Lüftungssystem gewährleistet eine kontinuierliche Frischluftversorgung ohne Wärmeverluste. Es gibt einen weiteren Grund für eine mechanische Lüftung, besonders in sanierten Gebäuden. Eine dichtere Gebäudehülle (z.B. nach einem Austausch der Fenster) führt zu einem geringeren Heizwärmebedarf, kann aber gleichzeitig zu Feuchteproblemen führen, wenn nicht genug Frischluft vorhanden ist. Mit einer mechanischen Lüftung braucht man sich um Schimmelwachstum keine Sorgen machen, da die Feuchte kontinuierlich abtransportiert wird.

Abgesehen von der Reduzierung der Heizkosten, kann das Leben in einem Passivhaus bestehende Gesundheitsprobleme lindern. Ein Lüftungssystem, das kontinuierlich arbeitet, sorgt für frische Luft und filtert gleichzeitig Staub und andere Verunreinigungen aus der Raumluft. Das ist ein großer Vorteil für Menschen, die an Allergien leiden aber auch für diejenigen, die das Haus sauber halten müssen.

## **Abreißen oder neu bauen?**

Neu zu bauen ist finanziell schwieriger als zu sanieren. Wenn die lastabtragenden Konstruktionen noch intakt sind, ist es wirtschaftlich gesehen günstiger zu sanieren. Ein Abriss führt zu hohen Kosten, die Durchführung an sich und die anschließende Entsorgung des Bauschutts. Ohne die Kosten für einen Abriss, beträgt eine Sanierung hin zum Passivhausstandard 30 bis 80% der Kosten eines Neubaus, abhängig von der anfallenden Arbeit. Es spart daneben noch Zeit, da die meisten Arbeiten ausgeführt werden, während die Wohnungen bewohnt sind. Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus gesehen wäre es effizient alle Maßnahmen auf einmal auszuführen. Aber der Vorteil einer Sanierung ist, dass sie bei begrenztem Budget sogar Schrittweise durchgeführt werden kann. Dafür ist es absolut wichtig die Arbeit in angemessene Etappen einzuteilen und die logische Reihenfolge einzuhalten.



Abbildung 3: Vor der Sanierung – Projekt Tevesstraße in Frankfurt. Sanierung mit PH Komponenten. Jährlicher Heizwärmebedarf 290 kWh/(m²a) und Primärenergiebedarf (Warmwasser, Heizung und Hilfsstrom) 270 kWh/(m²a). (Quelle: PHI)



Abbildung 4: Nach der Sanierung - Projekt Tevesstraße in Frankfurt. Sanierung mit PH Komponenten. Jährlicher Heizwärmebedarf 17 kWh/(m²a) und Primärenergiebedarf (Warmwasser, Heizung und Hilfsstrom) 37 kWh/(m²a). Architekt – faktor 10, Darmstadt. (Quelle: PHI)

Abgesehen von den finanziellen Einsparungen, hat die Sanierung einen wesentlich geringeren Einfluss auf die Umwelt wie Neubauten. Baustoffe enthalten eine Menge Energie (graue Energie) die bei der Herstellung, Transport usw. aufgewendet wird. Bei Sanierungen sind zum einen die Menge an benötigtem Material und zum anderen die Kosten für die Müllentsorgung wesentlich geringer. Wenn man sich beteiligen will am Klimaschutz, dann könnte eine umfangreiche Sanierung zum Passivhaus einer der besten Wege sein.

Die Gebäudemodernisierung im Allgemeinen und speziell die im Passivhausstandard bringen auf verschiedenen Gebieten stellenweise auch Probleme mit sich. Eine Reihe von konzeptionellen und praktischen Bestimmungen erfordern ein aufwendiges Vorgehen und oftmals anspruchsvolle und kompliziertere Lösungen. Ein gut funktionierendes Konzept ist darum der Schlüssel einer Sanierung und ist natürlich die Phase mit der größten Möglichkeiten die ökonomischen und energetischen Ergebnisse zu beeinflussen. Sanierungen von Mehrfamilienhäusern erfordert lange Diskussionen mit den Besitzern oder Bewohnern der Wohnungen, eine kontinuierliche, sehr gute Ausbildung, das Aufzählen der Vorteile und die Veranschaulichung von guten Beispielen. Nur auf diese Weise können wir Teillösungen vermeiden, welche die Gesamtqualität und die Effektivität der eingesetzten Mittel ruinieren. Leider sind in unserer Umgebung momentan die Teillösungen vorherrschend und nur eine Hand voll aufgeklärter Hausbesitzer können eine aufwendigen Sanierung genießen, von dieser profitieren und den Standard erhöhen.

Passivhaus Sanierung die wichtigsten Vorteile:

- Reduktion des Heizwärmebedarfs um den Faktor 10 – Niedrigere Energiekosten
- Thermische Behaglichkeit
- Luftqualität und Gesundheit
- Bessere Vermietbarkeit oder höherer Preis auf dem Immobilienmarkt

Alles hängt von den Leuten ab und das ist auf diesem Gebiet auch nicht anders. Eine umfangreiche Sanierung ist eine Herausforderung, die ein erfahrenes Team von Ingenieuren erfordert und vom Treffen der ersten Entscheidung bis zur Umsetzung die Überzeugung aller Beteiligten des Projektes braucht. Der Erfolg einer Modernisierung mit hohem Qualitätsstandard hängt von vielen Faktoren ab.

Die wichtigsten sind:

- Art der Eigentümerschaft
- Finanziellen Möglichkeiten zu gegebenem Zeitpunkt und Ort
- Qualität des Projektes und Umsetzung
- Beteiligung der Bewohner/Eigentümer

Die Art der Eigentümerschaft beeinflusst entscheidend die Durchführung einer Modernisierung, inklusive der Entscheidungsfindung, die finanziellen Möglichkeiten, den Sanierungsfortschritt und die Nutzung. Ein privater Besitzer kann zum Beispiel viel flexibler Entscheidungen treffen als eine Wohnungsbaugesellschaft, bei der die absolute Mehrheit zustimmen muss.

Genügend Kapital für die Durchführung der umfangreichen Maßnahmen zu beschaffen ist das größte Problem der Besitzer. Oftmals werden einseitige, unorganisierte und ungenügende Maßnahmen gewählt, die in den nächsten Jahren eine entscheidende Reduzierung des Energieverbrauchs des Gebäudes verhindern. Eine umfassende Lösung ist in Summe günstiger und effizienter als eine schrittweise Ausführung. Es ist sicher möglich die Modernisierung in zusammenhängende Einzelschritte zu zerlegen, aber das muss vorbereitet und mit den nachfolgenden Maßnahmen verknüpft werden. In diesem Zusammenhang sollte jedenfalls folgende Regle angewandt werden: „Es ist besser weniger in hoher Qualität auszuführen, als mehr in geringer Qualität!“ Die Energieeinsparungen entsprechen oftmals dem Einsatz der finanziellen Mittel, aber in der Zukunft ist es möglich mit anderen, nachfolgenden Maßnahmen wirkliche Ersparnisse und eine höher Qualität zu erzielen. Normalerweise werden Langzeitdarlehen verwendet um die Modernisierung zu finanzieren. Bei der Rückzahlung der aufwändigeren Modernisierung im Passivhausstandard können die Ratenzahlungen etwas höher ausfallen als bei gewöhnlichen Sanierungen. Aber der größte Vorteil ist, dass man sich in

der Zukunft nicht mehr um die Energiepreise sorgen muss, da der Energieverbrauch der Wohnungen minimiert wurde.

Ein Planungsbüro auszuwählen, das bereits Erfahrung mit Niedrigenergie- und Passivhäusern hat ist sehr wichtig. Es gibt eine ganze Reihe von Planungsbüros, die wegen ihrer Unerfahrenheit die Investoren davon abraten effektivere Maßnahmen zu ergreifen und eine dickere Wärmedämmung (mehr als 10 cm) als reines Experiment verstehen.

Das ausführende Unternehmen hat ebenfalls einen großen Einfluss auf die Modernisierung. Es ist notwendig eine bewährte Firma mit Erfahrung und nachgewiesenen Referenzen zu wählen. Es ist besser die Referenzen der vorhandenen Anbieter zu prüfen – den Preis, die Qualität der Ausführung, Zusammenarbeit, Garantie oder die schnelle Bearbeitung von Beschwerden.

Die Zufriedenheit der Bewohner oder Besitzer der Wohnungen basiert auf dem Maß ihrer Teilnahme und Identifikation mit den geplanten Schritten. Selbst die beste Maßnahme wird während der Nutzung nur halb so viel wert sein, wenn sie vom Nutzer nicht akzeptiert ist. Die Information der Bewohner und ihre Teilnahme am Entscheidungsprozess in Form von Fragebögen, Diskussionsrunden und Besprechungen sind viel wichtiger als man denkt. Die Bewohner sind diejenigen die im modernisierten Raum leben und ihn täglich nutzen, deshalb sollten sie das Recht haben, seine Entwicklung ein Stück weit zu beeinflussen. Informelle Besprechungen, Vorführungen, motivierende Exkursionen zu erfolgreichen Beispielen sind die besten Methoden die Investoren und Nutzer von der Bedeutung der Maßnahmen zu Überzeugen.

Eine Modernisierung bietet das größte Potential zur Energieeinsparung und zur Reduzierung der CO<sub>2</sub> Emissionen. Aber Sanierungen sind nicht alle gleich. Die meisten Umbauten, wurden bisher in einer sehr schlechten Qualität ausgeführt. Das beruht hauptsächlich auf folgenden Problemen:

- Mangel an Informationen bei Eigentümern, Investoren und Planern
- Unvollständigkeit von Sanierungen (Teillösungen)
- Unzureichende Energiesparmaßnahmen
- Niedrige Qualität der Arbeit und Zusammenarbeit

Es liegt an den oben genannten Gründen, dass bei Gebäude nach der Sanierung nur 20-30% der Heizenergie eingespart werden können und somit an der oberen Grenze der momentan gültigen Normen liegen. Gleichzeitig wird als Folge des technischen Fortschritts die Norm aktualisiert. Es kann somit leicht passieren, dass Gebäude die saniert werden um die Norm zu erfüllen, dies in ein paar Jahren nicht mehr schaffen und ausgedient haben. Deshalb ist es sehr wichtig die besten Energiesparmaßnahmen anzuwenden die es momentan gibt, die auch noch dazu beitragen, dass der Preis auf dem Immobilienmarkt gehalten werden kann. Jede Sanierung, die nicht nach dem bestmöglichen Standard ausgeführt wird, richtet wortwörtlich jahrelangen Schaden an, weil die Objekte und Entwicklungen auf eine Lebensdauer von 20-40 Jahren ausgelegt sind. Wenn diese vor Ablauf der Lebensdauer ersetzt werden müssen ist die Wirtschaftlichkeitsrechnung falsch. Ein Beispiel aus der täglichen Praxis – einen Plattenbau mit 5 bis 8cm Polystyrol zu dämmen, in einer Zeit in der man genau weiß, dass nur mehr als 20cm dienlich sind, um für die nächsten 20 Jahre das fortwährende optimieren der Einsparungen zu vermeiden. Begleitet mit den steigenden Energiepreisen kann diese unangebrachte Lösung in der Zukunft zu Nachteilen für das Gebäude und seine Nutzer führen.

## 2. Wie wird eine umfangreiche Modernisierung durchgeführt?

### Instandsetzung im Vergleich zu Modernisierung/Sanierung

Bei der Instandsetzung werden normalerweise Methoden ergriffen, um aufgetretene Schäden zu beheben, zum Beispiel die Kontrolle der Feuchte in den Wänden oder das Ausbessern des Putzes. Das sind Sicherungsmaßnahmen die wichtig sind, die Funktion der Bausubstanz zu erhalten. Unter einer Modernisierung oder Sanierung versteht man aufwendige Schritte zur Verbesserung der Bauteile hinsichtlich ästhetischer, konstruktiver und funktionaler Gesichtspunkte (Instandsetzungsmaßnahmen mit eingeschlossen) um die minimalen Anforderungen zu erfüllen. Wenn ein Gebäude modernisiert wird, sollten demnach die minimalen Anforderungen eingehalten werden, nicht nur die energetischen, sondern auch solche Standards, die eingebaute Installationen, die Gebäudetechnik und den Brandschutz betreffen. Gleichzeitig soll die Sanierung für den Bewohner dazu führen, dass die Qualität des Innenraums verbessert wird. Die Themen der folgenden Punkte sind die Maßnahmen die zu Energieeffizienz und höherem Komfort führen. Schritte, wie die Instandhaltung und Sanierung der Inneneinrichtung (elektrische Leitungen, sanitäre Anlagen, usw.) ist auch sehr wichtig, wird hier aber nur am Rande erwähnt.

### Die Schlüsselfunktionen einer Sanierung zu Passivhausstandard

Manche Prinzipien der Passivhaus Planung können nicht auf bestehende Gebäude angewandt werden. Was sanierte Gebäude betrifft, sind die Maßnahmen, welche zum Passivhaus- oder Niedrigenergiestandard führen, die folgenden:

- 18 – 30 cm Wärmedämmung der Außenwände, Beseitigung der Wärmebrücken
- 20 – 40 cm Wärmedämmung des Daches
- Wärmedämmung der Fußböden, Gründung, Fundamente, Keller oder unbeheizten Räume
- Beseitigung der Wärmebrücken
- Dreifachverglasung mit hochwertigen Rahmen
- Luftdichte Gebäudehülle, Durchführung eines blower-door Tests
- Installation einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Wärmedämmen der Warmwasserleitungen, Ersetzen oder Einstellen des bestehenden Heizungssystems
- Wahlweise Installation einer erneuerbaren Energiequelle (Solarkollektoren, Biomasse)

Die folgenden Elementen und Prinzipien können in verschiedenen Variationen, in allen Arten von sanierten Gebäuden auftreten – Wohnhäuser in Plattenbauweise oder Mauerwerk, aus

Ziegel oder Porenbetonsteinen. Eine hochwertige, durchgehende Dämmebene, die Beseitigung der Wärmebrücken, richtig angebrachte Passivhausfenster und eine umlaufende luftdichte Ebene sind die Grundlagen für eine ausgezeichnete Außenhülle eines sanierten Gebäudes. Die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung gewährleistet den nötigen Luftaustausch ohne Wärmeverluste. Die Prinzipien sind die gleichen wie bei einem Neubau, nur die Lösung bestehender Details können nicht beeinflusst, sondern nur verbessert werden.

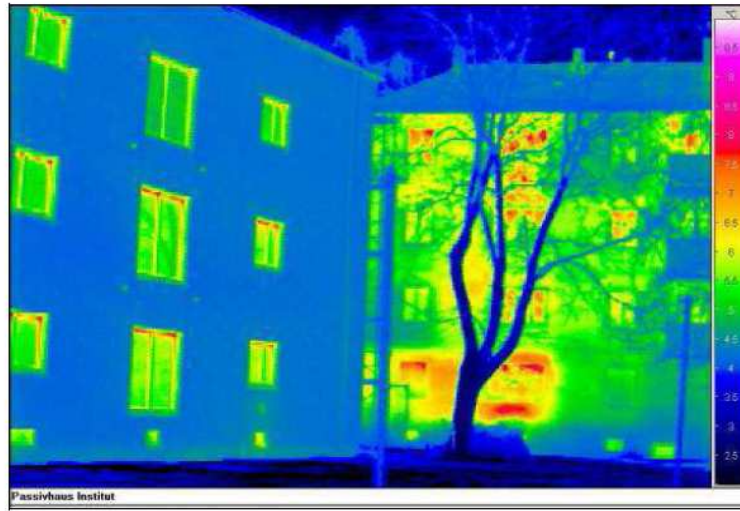


Abbildung 5: Der signifikante Qualitätsunterschied der thermischen Gebäudehülle zweier Häuser – eines wurde saniert nach den Prinzipien des Passivhauses (links) das andere nicht und strahlt Wärme ab (rechts). (Quelle: PHI)

## 2.1 Die Wanddämmung

Die Frage nach der notwendigen Dämmstärke wird von den Investoren häufig gestellt. Die wirtschaftlichste Dämmstärke bei einem Mehrfamilienhaus beträgt abhängig von der Außenwand 16- 35 cm, die Eingangskosten und die Mengen der der verbrauchten Energie innerhalb der 25 jährigen Lebensdauer mit einbezogen. Als erreichbares Optimum des Wärmedurchgangskoeffizienten einer Wand wird ein U-Wert von  $\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  angesehen. Die nötige Dämmstärke hängt von den Wärmedurchgangswiderständen der bestehenden Konstruktion ab. Gebrannte Ziegel, Porenbeton oder Betonplatten haben unterschiedliche Wärmedurchgangswiderstände. In manchen Konstruktionen ist bereits eine Dämmung eingebaut, zum Beispiel enthalten die vorgefertigten Wandelemente von Plattenbauten einige Zentimeter an Dämmstoff, allerdings nicht in den Stößen der Platten und manchmal ist es auch nicht einfach abzuschätzen wie gut diese Dämmstoffe sind.



Abbildung 6: Kostenvergleich der Wärmedämmung, Eingangskosten und Mengen der verbrauchten Energie nach 25 jähriger Lebensdauer mit einbezogen. Hier liegt das wirtschaftliche Optimum bei 24 cm. (Quelle: PHI)

Es macht keinen Sinn, Geld auf Kosten der Dämmstärke zu sparen. Es ist wichtig zu erkennen, dass die Erhöhung der Dämmstärke keine lineare Preiserhöhung bedeutet. Einzelne Schichten des Wärmedämmsystems (Klebstoff, Putzbewehrung, Putz, Farbe) bleiben dieselben, nur der Preis für die Dämmung und eventuell benötigte mechanische Fixierungen steigt.

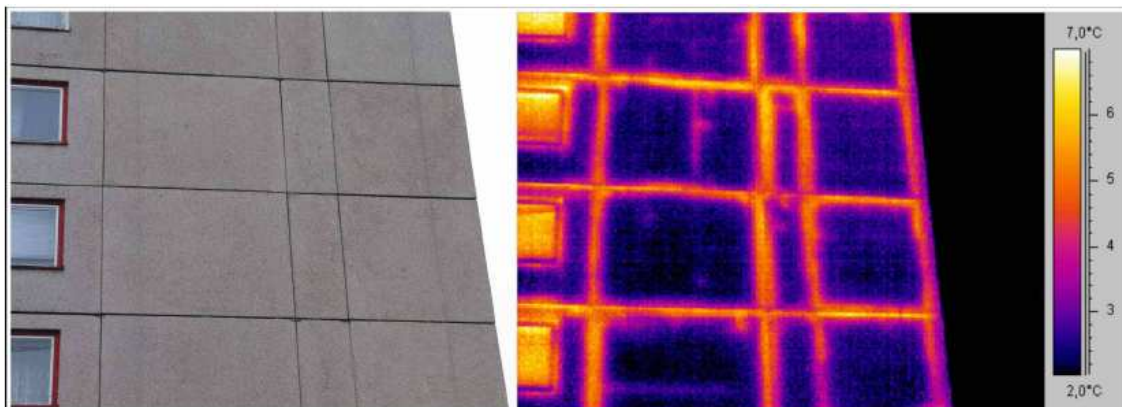


Abbildung 7: Deutlich sichtbare Wärmebrücken, auf dem Bild einer Infrarotkamera. (Quelle: Solanova Consortium)

Die Aufgabe eines Planers ist es, eine Lösung für alle Details zu finden und eine durchgehende, wärmedämmende Hülle, ohne Unterbrechungen zu projektieren, um eine hochwertige Außenhülle zu realisieren. Fehlstellen oder Störungen in der äußeren Dämmschicht, sogenannte Wärmebrücken, haben einen großen Einfluss auf den Energieverlust des Gebäudes. Besonders hervorstechende Elemente (Balkone, Attikas, mechanische Befestigungen, usw.) oder konstruktive Verbindungen (Fenster, Dächer, Decken Plattenstöße) sind problematische Punkte, die mit äußerster Sorgfalt behandelt werden müssen. Die Auswirkungen von Wärmebrücken sind kalte Stellen auf der Innenseite und warme Stellen auf der äußeren. Hierdurch wird viel mehr Energie übertragen, als über die wärmedämmte Hülle. Mit einer Infrarotkamera ist es möglich die Wärmebrücken zu erkennen, die Schwachpunkte sind in wärmeren Farben dargestellt (Abb. 7).

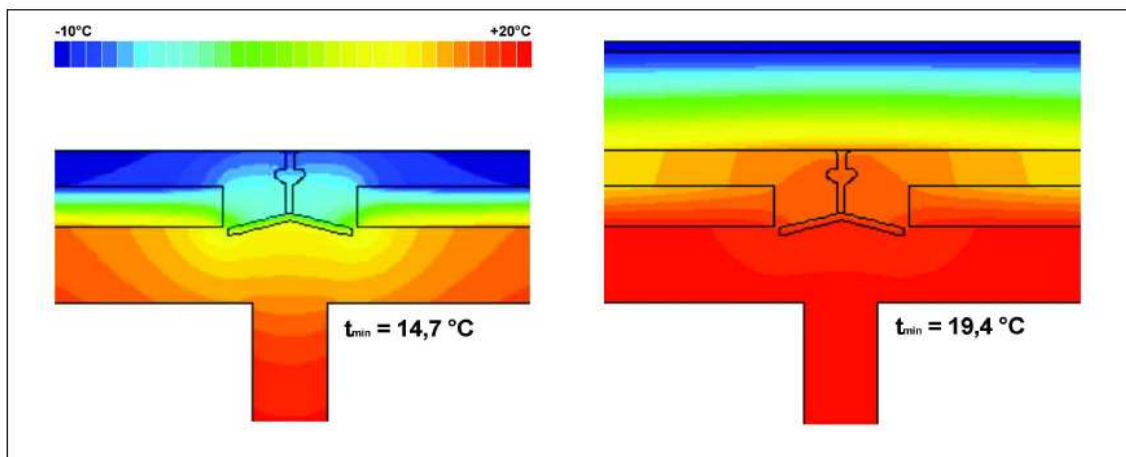


Abbildung 8: Wärmebrückenberechnung eines Konstruktionsdetails, vor der Wärmedämmung (links) und danach (rechts). Die höhere Oberflächentemperatur durch die Wärmedämmung verhindert Bauschäden und sichert den höheren Komfort. (Quelle: Solanova Consortium)

Gleichzeitig beeinflusst eine ausreichend dicke Dämmung der Gebäudehülle die Oberflächentemperatur im Inneren. Wärmebrücken hingegen verursachen eine Reduzierung der Oberflächentemperatur, mit dem Ergebnis, dass an den kalten Stellen Wasser aus der Raumluft kondensiert, was Schimmelwachstum und einer weiteren Zerstörung des Bauwerks führt. In solchen Fällen kann man nicht von ausgezeichneter Raumluftqualität sprechen. In Gebäuden die auf Passivhaus Niveau saniert wurden, besteht, dank der höheren Oberflächentemperatur, diese Gefahr nicht. Die Komforterhöhung – die thermische Behaglichkeit ohne unangenehme Temperaturunterschiede in den Räumen und die Qualität der Innenräume sind die Hauptmerkmale einer hochwertigen Sanierung.

### **Freistehende, selbsttragende Balkonkonstruktionen – Eine Lösung ohne Wärmebrücken**

Bestehende Balkone oder Loggien sind die Ursachen gewaltiger Wärmebrücken, die während der Sanierung in Betracht gezogen werden müssen. Die effizienteste und auch die einfachste Lösung ist, diese zu entfernen und durch freistehende, selbsttragende Konstruktionen, welche nur an einzelnen Stellen am Gebäude verankert sind, zu ersetzen. Hinter diesen neuen Balkonen befindet sich eine durchgehende Wärmedämmung, die überall gleich dick ausgeführt werden kann.



Abbildung 9: Die freistehende Balkonkonstruktion ist eine ideale Lösung für eine Wärmebrückenfreie Konstruktion. (Quelle: CPD)

### **Welche Art von Wärmedämmung soll ausgewählt werden – WDVS oder hinterlüftete Fassade**

Unter der Abkürzung WDVS (Wärme Dämm Verbund System) versteht man eine Wärmedämmung inklusive Außenputz, die fest mit der vorhandenen Konstruktion verbunden ist und eine Einheit ergibt (Abb.10). Das WDVS wird meist für die Sanierung von Mehrfamilienhäusern und Plattenbauten eingesetzt, da es verglichen mit anderen Systemen, einen geringeren Arbeitsaufwand und niedrigere Kosten verursacht. Die starren Wärmedämmplatten werden angeklebt und zusätzlich mechanisch fixiert. Für gewöhnlich wird als Dämmstoff expandiertes Polystyrol (EPS) verwendet oder EPS dem Graphit zugesetzt wurde (sogenanntes „graues EPS“) dieses ist zwar etwas teurer aber dafür ist die Dämmeigenschaft um 20% besser. Die Mineralwolle Dämmung ist die zweit häufigste Sorte Dämmstoff, die in WDVS zum Einsatz kommt, meist dort wo es aus Brandschutzgründen nicht möglich ist EPS zu verwenden (z. B. um die Fenster herum, bei Brandabschnitten zwischen den Geschossen). Der Nachteil der Mineralwolle ist der ungefähr 50% höhere Preis. Eine allgemeine Einschränkung besteht bei einem WDVS für die Auswahl der Farbvielfalt. Besonders dunkle und helle Farbübergänge drehen sich bei Hitze unterschiedlichen aus, was Beschädigungen am Putz hervorrufen kann. Im Fall einer losen Oberfläche an alten Fassaden auf der Wetterseite, ist es nötig den Untergrund auszugleichen, zum Beispiel durch die Entfernung der alten Putzschicht und das aufbringen einer geraden Schicht.



Abbildung 10: Meistens wird ein Wärmdämmverbund System mit dicken EPS Schichten eingesetzt (Quelle: CPD, PHI)

Ein vorgehängtes Fassadensystem, ob hinterlüftet oder mit einem Putzsystem wird in den meisten Fällen gewählt, wenn die Absicht besteht lose Dämmstoffe einzusetzen, z.B. Zellulose zum einblasen oder aus ästhetischen Gründen, wenn eine Verkleidung der Fassade empfehlenswert ist. Dies bietet die Möglichkeit einer verschiedenfarbig gestaltenden Fassade oder zum Beispiel die Integration von Photovoltaik Paneelen in die Fassade. Es ist auch nicht nötig einen ebenen Untergrund herzustellen um die Dämmung anzukleben, wie es für das WDVS der Fall ist. Die Wahl der Befestigungsmittel der Unterkonstruktion ist sehr wichtig um Wärmebrücken zu vermeiden. Die Verwendung von Metallverbindungen, welche durch die komplette Dämmung reichen, ist ungeeignet und stellt große Wärmebrücken dar. Im Allgemeinen gilt das gleiche Prinzip wie bei einem WDVS. Für eine Fassadenbekleidung werden daher Holzelemente (z. B. T-Träger, oder ähnliches) verwendet, die den Einfluss der Wärmebrücken reduzieren.



Abbildung 11: Prinzip einer vorgehängten Fassade. Die Dämmung wird in ein vorbereitetes Holzraster eingebracht, als Fassadenoberfläche kann eine Putzfassade oder ein Verkleidungsmaterial gewählt werden. (Quelle: CPD)

Die Fassadendämmung:

- Hochwertige Projektierung mit geklärten Details
- Ausreichende Dämmebene 16 – 35 cm
- Vermeiden von Wärmebrücken – Auskragenden Bauteilen (Balkonen, usw.)
- Verbessertes Komfort und höhere Qualität des Innenraums

## 2.2 Die Dachdämmung

Die Dächer haben für gewöhnlich einen erheblichen Anteil am Energieverbrauch des Gebäudes. Bereits mit einer Dämmstärke von 20 cm ( $\lambda = 0,035$ ) erreicht man einen U-Wert von  $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und erfüllt die üblichen Anforderungen. Um einen U-Wert von  $0,1$  bis  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  zu erreichen, wäre bei der Sanierung eines Daches eine Wärmedämmung von 30-40 cm erforderlich.

Eine gute Planung der Dachdämmung ist absolut wichtig. Bevor man mit der Konstruktionsplanung beginnt, ist es notwendig die bestehende Dachkonstruktion zu begutachten um die Qualität und Funktionalität einzelner Bestandteile des Daches zu beurteilen. Der nächste, wichtige Schritt ist die Auswahl der passenden Wärmedämmung zur Funktion und Konstruktionsweise des Daches. Flachdächer bedürfen einer sehr präzisen Ausführung der Konstruktionsdetails, das bedeutet eine fehlerfreie Arbeit des Handwerkers, was die Dachkonstruktion betrifft. Nur auf diesem Weg ist es möglich den gewünschten Effekt zu erzielen – dank der guten Wärmedämmung im Trockenen und gemütlichen Umgebung zu leben, ohne unerwünschte Wärmeverluste.

Bei Flachdächern können öfter Schäden an der äußeren, wasserdichten Schicht (meist Bitumenbahnen oder Foliendichtungen) auftreten, da diese großen Temperaturschwankungen, dem Wetter und der UV-Strahlung ausgesetzt sind. Die Funktionstüchtigkeit und Langlebigkeit von Flachdächern hängt von vielen Faktoren, auch der Position der Wärmedämmung innerhalb der Konstruktion, ab:

- Das Kaltdach – die Dämmung befindet sich unterhalb der Dachkonstruktion, das Dach bleibt somit kalt, was ein erhebliches Risiko der Tauwasserbildung hervorruft. Aus diesem Grund ist das Kaltdach nicht zu empfehlen und kommt daher, auch in bestehenden Gebäuden, nur selten zum Einsatz.
- Das „Falschdach“ – die Dämmung befindet sich auf der Dachkonstruktion mit einem belüfteten Spalt zwischen der Dämmebene und der darunterliegenden, wasserdichten Schicht. Als beste Lösung wird empfohlen die obere Abdeckung zu entfernen und die Konstruktion in ein Warmdach umzuwandeln. Eine Lösung ohne Wärmebrücken ist sonst nicht möglich. Man könnte die belüftete Fuge vergrößern, die Dämmung verlegen wenn die Abdeckung demontiert ist und die oberste Abdeckung danach wieder anbringen. Aber es ist nötig die Lüftungsfuge zu erhalten um eine Tauwasserbildung zu vermeiden.

- Das Warmdach – die Dämmung befindet sich auf der Dachkonstruktion und ist unter der wasserdichten Schicht angebracht. So ist das Risiko der Tauwasserbildung reduziert, da die wasserdichte Schicht thermisch von der restlichen Dachkonstruktion getrennt ist. Diese Schicht ist großen Temperaturschwankungen ausgesetzt, mit der Konsequenz eines erhöhten Risikos von frühzeitigen Beschädigungen.
- Das Umkehrdach – es beseitigt das klassische Problem des Warmdaches, indem die Wärmedämmung über der wasserdichten Schicht liegt. So wird sie auf einer konstanten Temperatur, nahe der Innenraumtemperatur, gehalten und vor den Auswirkungen der schädlichen UV-Strahlung und mechanischer Beschädigung geschützt. Als Deckung kann das Dach entweder gepflastert, geschottert oder begrünt werden. Die wasserdichte Schicht arbeitet als Dampfbremse und da sie sich auf der warmen Seite der Dämmung befindet, die Temperatur dort konstant über dem Taupunkt liegt, ist das Risiko der Tauwasserbildung beseitigt.

Das Konzept des Umkehrdachs hat noch weitere Vorteile, es kann bei jedem Wetter angebracht werden und kann nachinstalliert werden, ohne die wasserdichte Schicht des bestehenden Daches entfernen zu müssen. Es kann auch einfach wieder entfernt und wiederverwendet werden, wenn das Gebäude umgebaut wird. Bei der Konstruktion des Umkehrdaches werden Dämmstoffe benötigt die eine hohe Feuchteresistenz und Druckfestigkeit besitzen, wie extrudiertes Polystyrol (XPS), PU-Schaum, Schaumglas, usw. Eine billigere Variante wäre, die wasserdichte Schicht zwischen die Dämmebene zu legen, dann müsste nur die obere Schicht (4 bis 10 cm) feuchteunempfindlich sein.

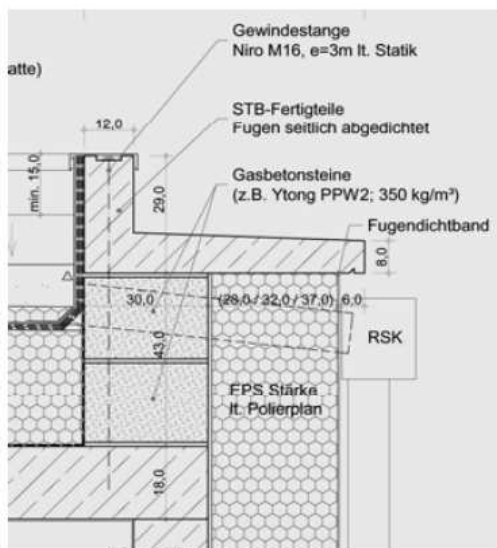


Abbildung 12: Beispiel einer Dämmung der Attika bei einem Umkehrdach (Quelle: Trebersprung & Partner Architekten)

Die Dämmung eines schrägen Daches hängt von der Sparrenkonstruktion ab, die Dämmung kann hier zwischen die Sparren und eine zusätzliche Dämmung darunter oder darüber

angebracht werden. Die Variante unterhalb ist plausibler wenn das Dach erst vor kurzem neu gedeckt wurde.

Bei einer Dachsanierung sollte auch die Möglichkeit einer Aufstockung, mit zusätzlichen Wohnungen zum Verkauf, in Betracht gezogen werden. Diese Art von Kofinanzierung wird mit Erfolg in Gebieten eingesetzt, wo die Grundstückspreise hoch sind.

## 2.3 Die Fenstererneuerung

Eine häufige Ursache von großen Wärmeverlusten sind in alten Gebäuden die Fenster. Nicht nur wegen der niedrigen Güte der Verglasung, hauptsächlich wegen der Undichtigkeit der Fenster oder der Verbindungen, zieht die Wärme buchstäblich nach draußen. Die niedrigen Oberflächentemperaturen an Rahmen und Verglasung führen zu Tauwasserausfall, dieses Wasser läuft dann am Fensterrahmen entlang und kann so die Konstruktion beschädigen. Ein weiterer Aspekt ist die thermische Behaglichkeit, die bei schlecht isolierten Fenstern dementsprechend niedrig ist. Deshalb sind hochwertige Fenster nötig.

Die Anforderungen an die Fenster und ihren Einbau bleiben für ein saniertes Gebäude die gleichen wie für ein Passivhaus. Dreifachverglasung und hochwertige Rahmen mit einem gesamt U-Wert des Fensters von  $\leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  bieten ausreichenden Wärmeschutz. Wärmebrücken durch den Fenstereinbau können vermieden werden, in dem das Fenster in der Dämmebene platziert wird (Abb.13) oder zumindest außenbündig in der Wand. Es ist wichtig, die Dämmung der Laibung und des Rahmens in der größtmöglich Stärke zu planen. Das Fenster mit Hilfe von speziellen Klebebändern und Dichtprofilen luftdicht einzubauen ist unerlässlich (Abb.13).



Abbildung 13: Die Fenstermontage ist die gleich wie in einem neuen Passivhaus. Die Fenster werden in die Dämmebene gesetzt um Wärmebrücken zu vermeiden. Der luftdichte Einbau durch spezielle Klebebänder und Dichtungsprofile ist ebenfalls sehr wichtig. (Quelle: CPD, Solanova Consortium)

### Welcher Rahmen ist zu wählen – Kunststoff oder Holz?

In den meisten Sanierungen werden Kunststofffenster gewählt. Nur diese können die wichtigsten drei Anforderungen erfüllen: Dauerhaftigkeit, einfach zu warten und kostengünstig. Aluminiumrahmen sind wegen der schlechten thermischen Eigenschaften nicht zu empfehlen und Holz-Alu-Fenster sind zu teuer. Alles in allem muss der Rahmen einen U-Wert von unter  $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  oder sogar unter  $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  erreichen, was zu einem vernünftigen Preis möglich

ist. Die Rahmen sollten zusätzlich eine möglichst große Überdämmung des Blendrahmens zulassen.

Was ist wenn die Fenster relativ neu sind und nur die Fassade gedämmt werden soll? Wie bereitet man die Fenster für einen Austausch in Zukunft vor? Hierzu dienen Dämmstofffertigteile, die in der Laibung montiert werden und als Übergangslösung dienen, bis die Fenster ausgetauscht werden. Diese Fertigteile können dann herausgeschnitten und die neuen Rahmen eingesetzt werden, ohne die Fassade zu zerstören.

Ziemlich oft tritt bei einer „normalen“ Sanierung und dem Austausch der Fenster ein Schimmelwachstum an der inneren Fensterlaibung auf. Das hat zwei Ursachen, Wärmebrücken und ungenügende Lüftung. Die Position des Fensters in der Mauerebene und eine geringe Dämmung in der Laibung führen zu einer Reduzierung der Oberflächentemperatur. Unzureichende, natürliche Lüftung und die neue Luftdichtheit bewirken ein Ansteigen der Luftfeuchtigkeit, die an den kalten Stellen kondensiert. Im Falle einer Sanierung hin zu Passivhausstandard muss man sich keine Sorgen machen. Die korrekt eingebauten Fenster bewirken innen höhere Oberflächentemperaturen und die Komfortlüftung bietet den nötigen Luftaustausch.

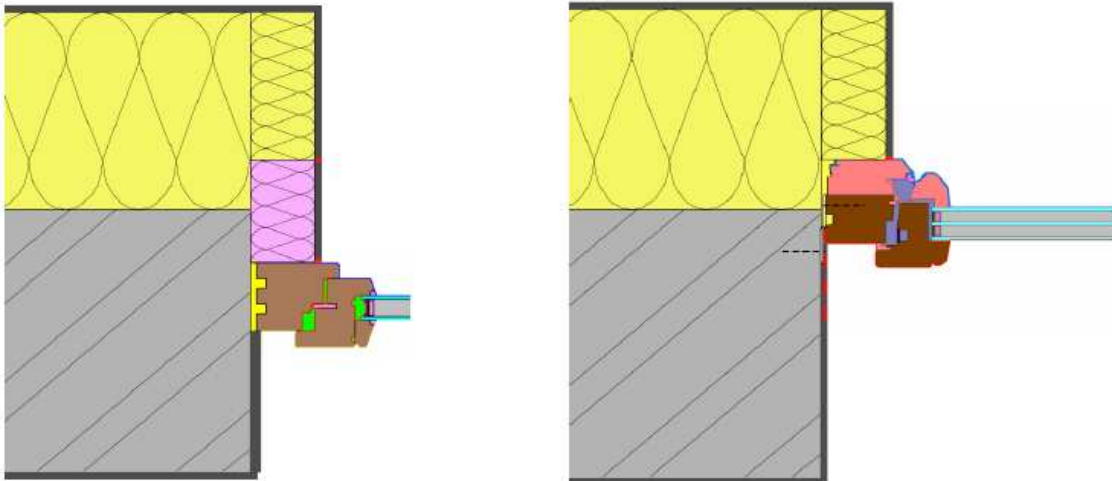


Abbildung 14: Sogar bei einer Fassadensanierung ohne Austausch der Fenster kann das Problem ausreichend gelöst werden. Ein Dämmstofffertigteile (links) wird montiert um den Fensterrahmen und die Laibung zu dämmen, später wird es durch das neue Fenster ersetzt (Quelle: CPD)

Ein entscheidender Teil der Modernisierung ist es, durch einen effektiven Sonnenschutz, einen sommerlichen Komfort zu bieten. Bei einer Umfrage hat sich ergeben, dass Bewohner eines Plattenbaus mit der sommerlichen Überhitzung unzufriedener sind als mit der Kälte im Winter. Damit muss im Zuge der Modernisierung gerechnet und ein hochwertiger Sonnenschutz angebracht werden, idealerweise im Fenster integriert, außenliegend oder zumindest innenliegend.



Abbildung 15: Der sommerliche Komfort ist sehr wichtig in Mehrfamilienhäusern, verschiedene Verschattungssysteme werden verwendet. Integrierte Jalousien zwischen der Verglasung sind hoch effektiv und windgeschützt (Quelle: Internorm)

#### Die Prinzipien der Fenstererneuerung:

- Wahl eines hocheffektiven Rahmens und eine Dreifachverglasung
- Richtiger Einbau des Fensters, ideal in der Dämmebene mit Überdämmung der Laibung und des Rahmens
- Luftdichte Anschlüsse
- wirksamer Sonnenschutz

## 2.4 Die Luftdichtheit

Sanierte Gebäude sollten die gleichen, niedrigen Luftdichtigkeitswerte haben wie neue Gebäude. Die Mehrheit der bestehenden Gebäude ist buchstäblich wie Siebe, durch dessen Löcher die Wärme abzieht. Es gibt noch mehr Gründe – kältere Stellen (die Leckagen) können die thermische Behaglichkeit durch Zugerscheinungen stören. Das schlimmste was passieren könnte wäre wieder die Feuchtigkeit, die hier kondensiert und dann dauert es nicht lange bis Schimmel wächst und andere hygienische Probleme auftreten. Die luftdichte Hülle wird auch für das Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung benötigt. Wenn die Luft mehr über die Leckagen ausgetauscht wird als über den Wärmetauscher, sinkt der Wirkungsgrad signifikant. Deshalb sollten auch sanierte Gebäude eine Luftdichtheit von  $n_{50}$  unter  $1,0 \text{ h}^{-1}$  besser noch  $0,6 \text{ h}^{-1}$ , wie für ein Passivhaus gefordert wird, erreichen. Dies wird mit einem Drucktest, dem blower-door-Test, nachgewiesen.

Die luftdichte Ebene wird in dieser Gegend normalerweise durch die Putzschicht gewährleistet oder durch das Baumaterial an sich (z.B. Beton), so dass es prinzipiell kein Problem gibt. Verbindungen und Fugen von verschiedenen Bauteilen (Decken, Fenster, Dach, Plattenstöße, usw.) sind kritische Punkte die gelöst und richtig abgedichtet werden müssen.

Wie die gewünschte Luftdichtheit gewährleistet werden kann:

- Beurteilung des Ist-Zustandes/ Leckage Suche
- Planung von Detaillösungen
- Richtige Wahl des Dichtstoffes (Klebebänder, Folien, Platten, usw.)
- Exakte Ausführung der luftdichten Hülle
- Nachweis durch den Drucktest

Wenn es sich um ein mehrstöckiges Gebäude (mehr als 5 Stockwerke) handelt, ist es dem Wind viel mehr ausgesetzt als ein Einfamilienhaus. Darum muss auf die Sicherung der Luftdichtheit großen Wert gelegt werden.

## 2.5 Die Komfortlüftung in sanierten Gebäuden

In den bestehenden Mehrfamilienhäuser und Plattenbauten ist im Winter eine immense Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit, weit unter den Standard Anforderungen, zu verzeichnen. In manchen Fällen lag die relative Luftfeuchtigkeit unter einem Wert von 20%, meist wegen der undichten Gebäudehülle, die zu einer „Überlüftung“ führt. Das ist nicht mit den hygienischen Gesichtspunkten vereinbar. Die sanierten Gebäude haben das gegenteilige Problem. Die luftdichte Hülle und eine unzureichende Lüftung lassen die relative Luftfeuchtigkeit auf über 60% ansteigen. Eine solche Umgebung ist ideal für Schimmelwachstum und Vermehrung von Milben, die Krankheiten wie z.B. Allergien und Asthma auslösen können. Der beste Schutz ist eine kontinuierliche Lüftung in einer optimalen Intensität. Unglücklicherweise wird es aus Mangel an Erfahrung, vor allem im Winter von den Bewohnern, so nicht durchgeführt.

Die mechanische Lüftung erfüllt diese Nachfrage leicht. Die Frischluftzufuhr wird in ausreichender Menge in die Wohnräume eingebracht und die verbrauchte Luft aus Küchen, Bad und Toiletten Bereich wieder abgesaugt. Dank der hoch effizienten Wärmerückgewinnung können bis zu 80% der Lüftungswärmeverluste verhindert werden. In der Realität schaut es so aus, dass die Zuluft, von der warmen Abluft vorgewärmt, mit nahezu Raumtemperatur in die Wohnung gelangt. Eine Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung ist aus energetischen Gesichtspunkten und den Komfort betreffend, nicht zufriedenstellen, daher ist sie nicht zu empfehlen.

Das Lüftungssystem in sanierten Gebäuden:

- Lüftungseinheit mit Wärmerückgewinnung – Wirkungsgrad mind. 75%
- Konstante Frischluftzufuhr = höherer Innenraumqualität
- Reduzierte Lärm- und Staubbelastung, verglichen mit der Fensterlüftung
- Geeignet für Personen die an Allergien leiden – Pollen können

## Mechanische Lüftung und der Benutzer

Gegenläufig zu den erwähnten Gründen und Vorteilen der mechanischen Lüftung ist diese Technologie bei einer Sanierung mit den meisten Schwierigkeiten belegt. Einer der Gründe ist, dass diese Technologie relativ neu ist, den meisten Leuten unbekannt und für gewöhnlich als Klimaanlage Missverstanden wird. Die Benutzer befürchten auch einen Geräuschpegel, Zugserscheinungen und eine komplizierte Bedienung. Einige schlechte Beispiele aus der Pionierzeit, als es wenig Erfahrung und gute Geräten gab, haben den Ruf der Lüftungsanlage bedauerlicherweise verdorben. Aber die große Zufriedenheit in vielen guten Beispielen zeigt klar, dass diese Technologie eine Zukunft hat. Die folgenden Schritte können helfen die Akzeptanz unter den Benutzer zu fördern:

- Die Einrichtung eines Beispielraumes (am besten direkt im sanierten Gebäude), in dem eine laufende Lüftungsanlage vom Benutzer ausprobiert werden kann
- Verteilung von Informationsblättern mit Antworten auf die häufigsten Fragen
- Das Bedienelement sollte so einfach wie möglich sein, mit einer reduzierten Anzahl an Einstellungen (z.B. Aus, Minimum, Standard, Party, Sommer)
- Das Handbuch sollte an alle Benutzer ausgehändigt werden und weitere Besprechungen oder Diskussionsrunden organisiert werden.

Ein weiterer Grund für den seltenen Einbau einer Lüftungsanlage ist der Preis. Im Durchschnitt kostet die gesamte Installation einer Lüftungsanlage 2.500 – 4.000 Euro pro Wohnung, abhängig von der Wohnflächen und der Einbausituation. Die Amortisationszeit der Anlage liegt durchschnittlich bei 20 - 30 Jahren. Aber es sollte nicht nur die Amortisation dieser Technologie betrachtet werden, da sie, abgesehen von der Reduzierung der Lüftungswärmeverluste (bis zu 85%) auch andere wichtige Funktionen hat – ein erstklassiges und gesundes Innenraumklima. Somit ist sie sehr wichtig für sanierte Gebäude. Letztendlich wäre es eine Schande, wenn wegen ein paar Cent am Tag die sanierte Wohnung ein schlechteres Innenraumklima hätte wie vor der Sanierung.

## Wo ist die Lüftungsanlage anzubringen?

Natürlich wurde in älteren Gebäuden der Platz für die Installation einer Lüftungsanlage und Leitungen nicht mit bedacht. Separate Technikräume stehen für gewöhnlich nicht zur Verfügung und für das Lüftungsgerät wird ein anderer Raum genutzt – abgehängte Decken, Gehäuse, der Platz in Steigschächten, das Dachgeschoss oder der Keller. Das Heizungssystem bleibt, nach

ein paar Verbesserungen meist das Selbe. Darum wird oft das Konzept eines separaten Heizungssystems und einer einfachen Lüftung mit Wärmerückgewinnung eingesetzt. Die mechanische Lüftungsanlage ist an sich schwer durchzusetzen, so dass die Beheizung über die Zuluft in Sanierungen selten verwendet wird, weil die Bewohner mit der Bedienung eines Heizkörpers vertrauter sind.

Wegen dem begrenzten Platzangebot in sanierten Gebäuden, ist die Leitungsführung unter der Decke die gebräuchlichste. Meistens sind die runden Leitungen in der abgehängten Decke installiert. Nur die Luftauslässe über der Tür sind sichtbar. Wenn es nötig ist die Leitungen durch einen Raum zu führen, können auch rechteckige Leitungen gewählt und eingeputzt werden.



Abbildung 16: Nur der Luftauslass über der Tür ist sichtbar (Quelle: CPD)

Entsprechend des Aufstellungsortes der Lüftungsanlage gibt es drei Möglichkeiten bzw. Lüftungskonzepte:

- Zentrales Lüftungssystem – eine Einheit für das ganze Gebäude oder Gebäudeabschnitt
- Semizentrales Lüftungssystem – eine Einheit für das ganze Gebäude mit Regelung in den Wohnungen
- Dezentrales Lüftungssystem – unabhängige Einheit für jede Wohnung

Die Wahl zwischen diesen drei Möglichkeiten hängt von der Art und Größe des Gebäudes und der inneren Anordnung ab. Der folgende Überblick der Systeme kann als grundlegende Orientierung und zum Vergleich der Vor- und Nachteile dienen. Die Wahl des richtigen

Lüftungssysteme müssen Fachplanern, mit Erfahrung in der Projektierung von Passivhaus geeigneten Systemen, überlassen werden. Eine wirtschaftliche Analyse sollte mit mehreren Alternativen und deren Anschaffungs- und Betriebskosten sowie weitere Faktoren (z. B. Installation, Reinigung, Wartung, Regelung, usw.) durchgeführt werden. Nur nach Abwägung aller Faktoren sollte ein bestimmtes System gewählt werden.

## Zentrales Lüftungssystem

Die zentrale Lösung eines Lüftungssystems beinhaltet eine Lüftungs- und eine Wärmerückgewinnungseinheit für das gesamte Gebäude (oder den zusammengefassten Bereich), die zentral, auf dem Dach oder im Keller untergebracht sind. Lüftungsleitungen mit einem größeren Durchmesser verteilen die Zu- und Abluft zwischen den Stockwerken und von dort in den Wohnungen verteilt wird. Diese Lösung ist in sanierten Gebäuden wegen Platzmangel und schlechterer Regelbarkeit selten.

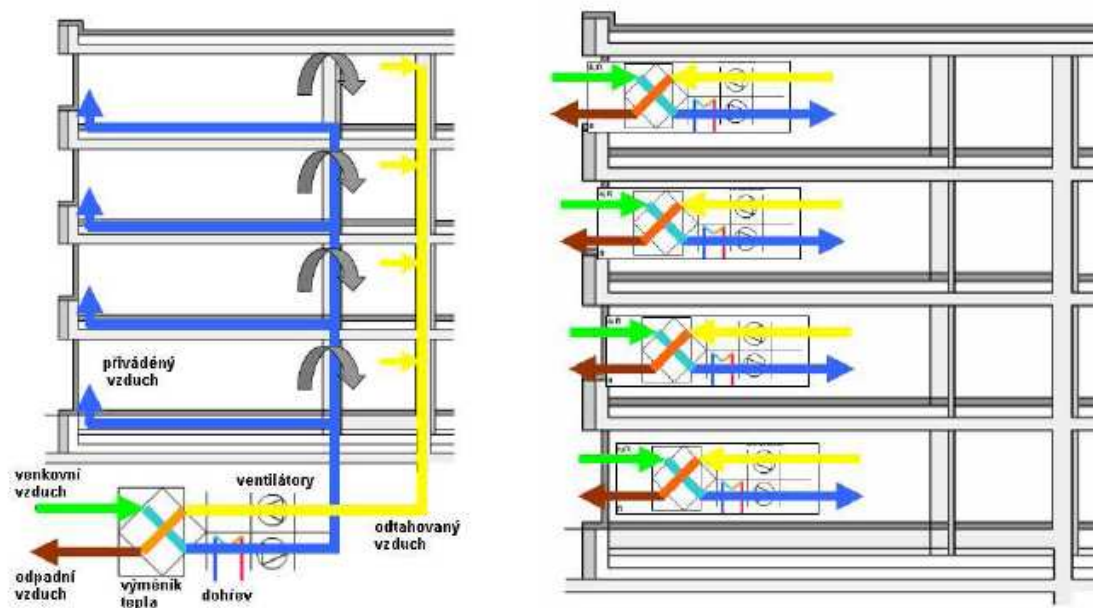


Abbildung 17: Zentrales (links) und dezentrales (rechts) Lüftungssystem (Quelle: [www.energiesparschule.de](http://www.energiesparschule.de), Haus der Zukunft)

## Dezentrales Lüftungssystem

Im Konzept des dezentralen Lüftungssystems werden die Wohnungen mit einzelnen, kleineren Lüftungsgeräten versorgt. Der Vorteil sind die hervorragende Kontrollierbarkeit und einfache Regelung mit einer minimalen Anzahl und Länge kleinerer Lüftungsleitungen. Die Lüftungsgeräte werden meist in Aufenthaltsräumen oder im Bad über abgehängten Decken, mit Revisionklappen für die Wartung (Überprüfung, Filterwechsel, usw.) installiert. Die frische Luft und die Abluft werden durch einzelne Öffnungen in der Außenwand geleitet, oder entweder die Frischluft oder die Abluft zusammengefasst.



Abbildung 18: Eine wirksame Lüftung kann durch dezentrale Lüftungsgeräte bereitgestellt werden. Es ist eine großartige Lösung mit wenig Platzbedarf und einem Minimum an Lüftungsleitungen. Die Aufstellung verfolgt unter abgehängten Decken im Flurbereich (links) oder im Bad (rechts). (Quelle: Solanova Consortium, CPD)

## Semizentrales Lüftungssystem

Das Semizentrale Lüftungssystem beruht auf einer Kombination der beiden oben genannten Lüftungskonzepte, und versucht die Vorteile beider zu vereinen. Es wird hauptsächlich in mehrgeschossigen Gebäuden angewendet, wo der Einsatz einer zentralen Lösung wegen der Länge der Lüftungsleitungen, der komplizierten Kontrollierbarkeit und Regelung des Luftvolumens praktisch unmöglich ist. Ein dezentrales Konzept könnte dahingegen wieder zu teuer sein. Der optimale Kompromiss ist, ein zentrales Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung und dezentrale Geräte Ventilatoren in jeder Wohnung. Auf diese Weise geschieht eine zentrale Behandlung der Luft, wie Vorerwärmung, Wärmerückgewinnung und Andere. Die Ventilatoren im Zentralgerät für Frisch- und Abluft regulieren die Druckunterschiede im System. Die kleinen Geräte in den Wohnungen sind nur mit Ventilatoren für die Zu- und Abfuhr der Luft ausgestattet, eventuell noch mit einem Nachheizregister bei einem Luftheizsystem. In manchen Fällen ist es wirtschaftlich das Lüftungsgerät mit einer kleinen Wärmepumpe, mit einer Kapazität von 1,5 – 2 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die Heizung und Warmwasserbereitung, zu kombinieren. Die Wärmepumpe nutzt die Restwärme der Abluft (nach der Wärmerückgewinnung) zur Wassererwärmung, welches dann in einem kleinen Boiler gespeichert wird. Die Wirksamkeit des semizentralen Lüftungskonzeptes führt zu geringeren Kosten, verglichen mit einem zentralen oder dezentralen System. Das Ablesen des Wärme- und Stromverbrauchs ist vereinfacht, weil jede Wohneinheit seinen eigenen Wärme- und Stromzähler hat. Letztendlich sind auch die Wartung des gesamten Systems, Filterwechsel und mögliche Reparaturen, natürlich viel einfacher.

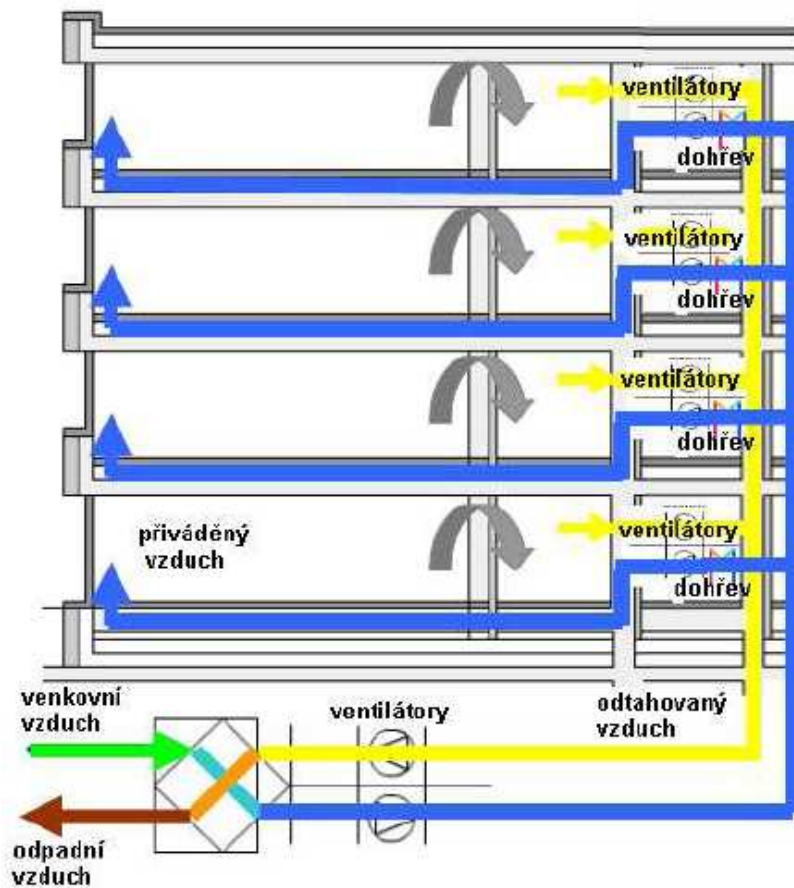


Abbildung 19: Der Einsatz eines semizentralen Lüftungssystems kann für ein mehrgeschossiges Gebäude optimal sein. (Quelle: [www.energiesparschule.de](http://www.energiesparschule.de), Haus der Zukunft)

## Zusammenfassung

Die folgende Tabelle vergleicht die Eignung der Lüftungssysteme in verschiedener Hinsicht.

	Zentrales System	Semizentrales System	Dezentrales System
Platzbedarf – Aufstellort Lüftungsgerät	rot	rot	grün
Platzbedarf – Lüftungsleitung (Durchmesser, Länge)	rot	rot	grün
Installationsprozess	gelb	gelb	grün
Installation der Zu- und Abluftöffnungen	grün	grün	rot
Luftbehandlung (erwärmen, kühlen, Feuchte, usw.)	grün	grün	rot

Regelbarkeit und individuelle Steuerung	Red	Green	Green
Brandschute	Yellow	Yellow	Green
Schallschutz	Yellow	Yellow	Green
Wartung (Filterwechsel, Austausch, Reinigung)	Green	Green	Red
Feststellung einer Betriebsstörung	Green	Green	Red
Investitionskosten	Green	Yellow	Yellow
Betriebskosten (Verbrauch, Wartung)	Green	Green	Yellow
Energiemanagement (Ablesung, uws.)	Red	Yellow	Green

- Optimale Lösung
- Mäßige Lösung
- Schlechte Lösung

## 2.6 Das Heizsystem

Das bestehende Heizsystem ist meistens in dem Stadium der „sowieso Erneuerung“. Die Regelung der Heizung ist meisten nicht mehr gegeben und die Verteilverluste sind enorm. Nach ergreifen der energieeffizienten Maßnahmen sind die Wärmeverluste des Gebäudes weitgehend reduziert. Wenn das Heizsystem das gleiche bleibt, wird die Energieeinsparung weit hinter den erwarteten Zahlen zurückbleiben. Oft geschieht es, dass die Reglerventile nicht funktionieren, so dass sie voll geöffnet sind und der Verbraucher die Temperatur durch das Öffnen der Fenster regelt. Damit die Sanierung des Heizsystems eine spürbare Verbesserung bringt sollte sie folgende Schritte beinhalten:

- Regulierung des Heizsystems auf ein niedriges Temperaturniveau – das führt zu einer bedeutende Reduzierung der Verteilverluste
- Installation von temperaturgesteuerte Heizungsventilen, die automatisch den Durchfluss nach der eingestellten Temperatur regeln
- Dämmen der Heizungs- und Warmwasserleitungen mit einer ausreichenden Dämmstärke (empfohlen wird 200% des Rohrdurchmessers)

Die Dämmung der Leitungsverteiler wird oftmals vernachlässigt und nur eine minimale Dämmstärke verwendet. Aber Studien zeigen, dass es wirtschaftlich machbar ist, mit der doppelten Stärke, wie dem Rohrquerschnitt zu dämmen. Das Prinzip „wenn schon, denn schon“ trifft auch hier zu. Wenn schon relativ aufwendige Dämmmaßnahmen durchzuführen sind, dann ist es nötig diese angemessen und in der nötigen Stärke auszuführen.

## 2.7 Verwendung erneuerbarer Energiequellen

Die Energiesparmaßnahmen werden oft damit verbunden die Wärmequelle gegen eine effizientere auszutauschen, in manchen Fällen auch durch solche die erneuerbare Energiequellen nutzen. Wenn von einer städtischen Versorgung zu einer lokalen Quelle gewechselt wird, sind für größere Gebäude eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung) oder eine lokale Biomasse Heizung eine Überlegung wert. Weitere Einsparungen kann die Nutzung von Solargenergie, entweder zur Warmwasserbereitung oder zur Stromerzeugung, bringen. Diese thermischen Solarkollektoren oder Photovoltaikzellen werden meistens in der Fassade oder auf dem Dach installiert.

## 2.8 Zusammenfassung der energieeffizienten Maßnahmen

Die häufigsten Probleme und ihre Lösungen:

Bestehendes Gebäude – Probleme	Die entscheidenden Punkte einer Sanierung
<p>Die Außenwände entsprechen nicht den Anforderungen der Norm, große Wärmebrücken</p> <p>Beschädigung der konstruktiven Elemente – rostende Bewehrung, Undichtigkeiten an Verbindungen</p>	<p>18 – 30 cm Dämmung der Außenwände,</p> <p>10 – 20 cm Dämmung des Kellers (evtl. Fundamente)</p> <p>Guter Schutz der Fassade – Dämmung und Putzsystem oder hinterlüftete Fassade</p>
<p>Große Wärmebrücken an Befestigungen von Balkonen und Loggias</p>	<p>Beseitigung der Wärmebrücken durch Trennung der Balkon- und Loggia-konstruktionen oder Anschlüssen vom Gebäude.</p> <p>Diese sollten, wenn Möglich als freistehende Konstruktionen ausgeführt werden.</p>
<p>Ungeeignete Dachkonstruktion – erfüllen im allgemeinen nicht die Anforderungen der Norm, große Wärmebrücken, häufig Beschädigungen – z.B. defekte Abdichtung und Dachdeckung</p>	<p>Dachdämmung mit 20 bis 40 cm Dämmstoff</p> <p>Anbringen eines entsprechenden Daches</p>
<p>Undichte Fenster und Rahmen, die Verglasung erfüllt nicht die Anforderungen des Wärmedurchgangs</p>	<p>Austausch der Fenster – mit einer Verglasung deren U-Wert bei <math>\leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})</math></p> <p>Befestigung der Fenster in der Dämmebene, Überdämmung des Blendrahmens</p>
<p>Undichte Bauweisen verursachen hohe</p>	<p>Luftdichte Verbindung von Fenster und</p>

Wärmeverluste und lokale Wärmebrücken - der Komfort und die Hygiene können gestört werden	Rahmen, Abdichtung aller konstruktionsfugen  Luftdichtheitsprüfung – $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$
Hohe Lüftungswärmeverluste	Einbau eines kontrollierten Lüftungssystems mit Wärmerückgewinnung, Wirkungsgrad >75%
Hohe Wärmeverluste in Heizsystem und Heizungsverteilung, niedriger Wirkungsgrad	Begrenzung des Systems auf niedrigere Temperaturdifferenzen  Einbau von temperaturgesteuerten Heizungsventilen .  Dämmung der Heizungs- und Warmwasserleitungen (Dämmstärke 200% des Rohrdurchmessers)  Austausch der Wärmequelle und Nutzung regenerativer Energiequellen

### 3. Die Wirtschaftlichkeit einer Sanierung

*Passivhäuser und Passivhaus Sanierungen sind die beste Rentenversorgung!*

*Andrea Sonderegger*

Die Gesamtinvestition einer Sanierung und ihre Rentabilität ist logischerweise das größte Thema für den Investor und hat für ihn oberste Priorität. Die Wirtschaftlichkeit ist meistens der Grund wenn hochwertige, energieeffiziente Maßnahmen getroffen werden oder bei der gewöhnlichen, unzureichenden Sanierung geblieben wird. Der kostenoptimierte Bereich einer Sanierung wird von allen Beteiligten diskutiert und die Wirtschaftlichkeitsberechnung dient als Entscheidungsgrundlage. Das größte Problem ist bei den momentanen Berechnungsverfahren ist allerdings, dass sie oft Unausgeglichenheiten enthalten. Das kann zu riesigen Unterschieden zwischen den Ergebnissen führen. Heutzutage enthalten die etablierten Berechnungsmethoden einige Verzerrungen, in der Kosten-Nutzen Rechnung und begünstigen somit (nicht unbedingt absichtlich) die weniger optimalen, unzureichenden Sanierungen. Letztendlich verhindert dies die Ausführung wirklich effizienter Schritte auf dem Weg zu nachhaltigen Gebäuden. Für den Fall das eine Amortisationsrechnung für eine Sanierung durchgeführt wird, würde eine geringere Investition mit kürzerer Amortisationszeit der Maßnahmen, aber gleichzeitig mit geringeren Einsparungen und kürzerer Lebensdauer, bevorzugt werden. Die Alternative mit der kürzesten Amortisationszeit erzielt jedoch nicht die größten Erträge, vor allem nicht wenn es sich um Güter wie Gebäude handelt, die einen Lebenszyklus von mehreren Jahrzehnten haben. Darum ist es für eine hochwertige Sanierung mit langfristigen Gewinnen wichtig, dass die Berechnungsmethoden frei sind von Verzerrungen, optimistischer und pessimistischer Art.

Die Unausgeglichenheiten, welche die Berechnung und deren Ergebnisse beeinflussen sind folgende:

- Statische Berechnungen beziehen keine Zinssätze mit ein. Sanierungen sind meist durch Hypotheken und Darlehen finanziert und daher müssen Zinssätze berücksichtigt werden.
- Exponentielle Steigerung der Energiepreise. Für den Fall, dass die jährliche Steigerung der Energiepreise oder Preise für primäre Energiequellen 5% beträgt, wäre der Preis bei einer Lebensdauer von 40 Jahren achtmal höher. Das könnte die Einsparungen erhöhen, wird aber wahrscheinlich nie geschehen, so lange der Energiemarkt funktioniert
- Statische Amortisationsrechnungen neigen dazu, kürzere Lebenszyklen und geringere Einsparungen zu bevorzugen, um kürzere Amortisationszeiten zu realisieren.
- Zu hohe Zinssätze ohne die Berücksichtigung der jährlichen Inflationsrate. Es müssen reale Hypothekenzinsen und reale Inflationsraten in der Berechnung verwendet werden.
- Die Investitionen für Instandhaltung, Reparaturen sollten aus der Berechnung herausgezogen werden – diese Kosten müssen in jedem Fall getragen werden.

Die Ergebnisse der Berechnungen sollten für den Investor einfach zu vergleichen sein. Daher wird für Sanierungen häufig die Berechnung der „Investition pro eingesparter kWh Endenergie“ durchgeführt. Das gibt dem Investor den Einblick, wie viel eine eingesparte kWh kostet, wenn Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt werden. So ist es einfach die momentanen oder zukünftigen Energiepreisen zu vergleichen, die für die „nicht eingesparte“ Energie gezahlt werden müssten, wenn die Sanierung nicht stattfinden würde. Berechnet wird wie folgt [Hermelink 2009]

- Die anfänglichen Investitionskosten werden umgerechnet in gleiche Annuitäten für die Lebensdauer der Investition in die Energieeffizienzmaßnahmen. Das geschieht durch die Multiplikation der Investitionssumme mit einem angemessenen Annuitätenfaktor, der auf realen Lebensdauern und Zinssätzen beruht.
- Schließlich wird die Annuität durch die jährliche Energieeinsparung dividiert. So kann die „Investition pro eingesparter kWh Endenergie“ mit dem momentanen oder dem angenommenen, zukünftigen Energiepreisen verglichen und über die Rentabilität der Investition entschieden werden.

Die Berechnung der Investition pro eingesparter kWh kann entweder für die gesamte Sanierung oder für einzelne Energiesparmaßnahmen durchgeführt werden. Die folgende Abbildung des PHI zeigt die Kosten pro eingesparte kWh für einzelne Maßnahmen.

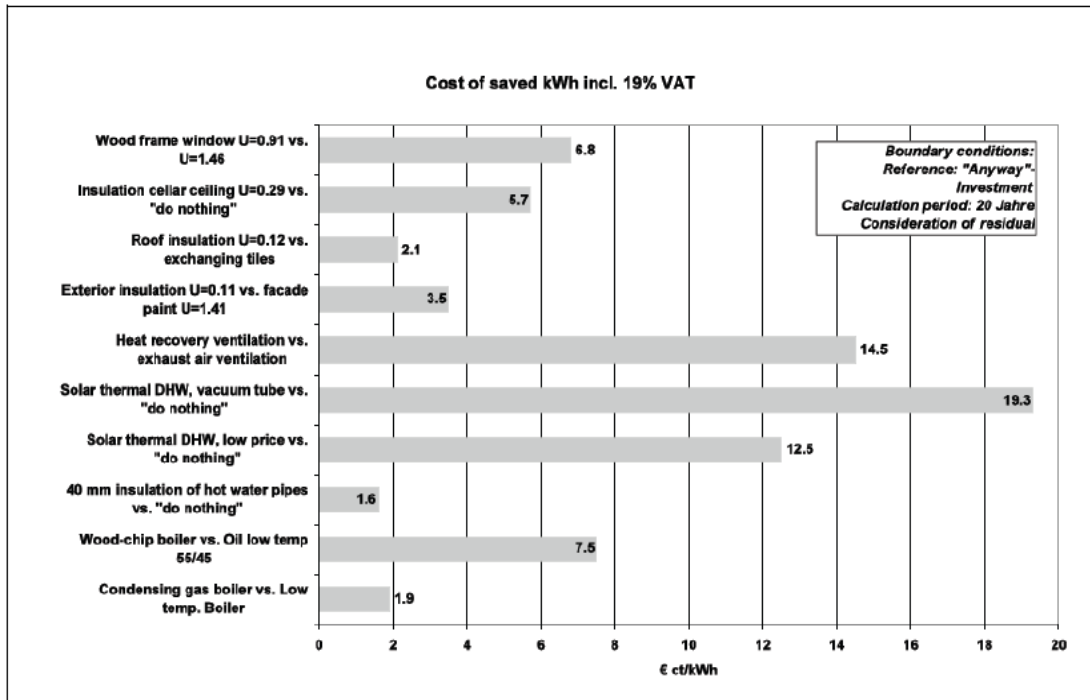


Abbildung 20: Kosten pro eingesparten kWh Endenergie für einzelne Maßnahmen (Quelle: PHI)

Es steht außer Frage, dass die Wirtschaftlichkeitsberechnung nicht alle relevanten Aspekte einer hochwertigen Sanierung berücksichtigt. Die Nebeneffekte der Energieeffizienzmaßnahmen können als Vorteile und Wertsteigerung gesehen werden und dürfen auf keinen Fall vernachlässigt werden:

- Höherer Wert auf dem Immobilienmarkt, durch einen höheren Standard der Innenraumqualität
- Höhere Unabhängigkeit von Energieimport und –preisen
- Erweiterte Lebensdauer der Bauelemente, die länger auf dem neuesten Stand sind
- Bessere Innenraumqualität – höhere thermische Behaglichkeit und Luftqualität, somit gesünderes Leben in diesem Gebäude
- Risikoreduzierung – geringeres Armutsrisiko bei steigenden Energiepreisen
- Umwelteinfluss – Beitrag zum Klimaschutz

All das zusammen macht die Sanierung interessant für eine Investition in die Zukunft, wo Gebäude mit einem geringen energieverbrauch wirklich die beste Altersvorsorge sein könnten.

## 4. Die Durchführung einer Sanierung

### 4.1 Entscheidungsprozess / Auftragserteilung

Um eine energieeffiziente und kostenoptimierte Sanierung eines Gebäudes zu erreichen, ist ein solcher Auftrag von Immobilienbesitzer zu erteilen. Leider sind die Besitzer oftmals nicht genug informiert und die meisten Architekten und Ingenieure können ihnen auch nicht weiterhelfen, so lange sie die Passivhaustechnologie nicht kennen. Daher ist die Ausbildung von Investoren und Architekten wichtig, um die gewünschten Ziel zu erreichen.

Der Entscheidungsprozess wird durch einige Aspekte beeinflusst, die wichtigsten sind:

- Die Informationsgrad von Besitzer und Architekt über die angemessenen Maßnahmen und deren Vorteile (in den vorangegangenen Abschnitten erklärt)
- Eigentumsverhältnisse
- Beteiligung der Bewohner (evtl. der Wohnungseigentümer)

#### Eigentumsverhältnisse und der Einfluss auf den Entscheidungsprozess

Es gibt verschiedene Eigentumsverhältnisse die Konsequenzen für die Möglichkeit Entscheidungen zu treffen, Finanzierung oder die Ausführung haben. In der Tschechischen Republik können Besitzer folgende sein:

- Privatpersonen
- Der Staat / Kommunen
- Wohnungsbaugesellschaften
- Körperschaften
- Einzelne Besitzer von Wohneinheiten, die in Gesellschaften zusammengeschlossen sind

Welche Eigentumsverhältnisse sind die besten für eine umfangreiche Sanierung in der Tschechischen Republik? Eine Studie vom Institute of Territorial Development zeigt, dass die größte Motivation bei den einzelnen Besitzern der Wohneinheiten liegt, gefolgt von den Wohnungsbaugesellschaften. Die Gesellschaften und die einzelnen Besitzer kümmern sich kontinuierlicher um ihre Häuser, neigen aber auch dazu, nur Teilmaßnahmen, wie die Dämmung der Außenwände oder einen Austausch der Fenster, vorzunehmen. Oftmals ohne die logische Fortsetzung durch weitere Schritte und meist in einer ungenügenden Qualität ausgeführt. Der Hauptgrund sind die finanziellen Möglichkeiten, daher die folgenden Wege:

- **Die Zusatzkosten der Modernisierung werden auf die Miete umgelegt** – diese Möglichkeit ist immer noch unzufrieden stellend, da nicht alle zusätzlichen Kosten der Energieeffizienzmaßnahmen durch höhere Mieten zurückgezahlt werden können.

Bezüglich vermieteten Häusern gibt es durch die Gesetzgebung starke Einschränkungen.

- **Darlehen/Hypotheken** – sind die gängigsten Finanzierungsquellen für eine Sanierung. Für private Besitzer oder kleinere Gesellschaften ist es schwieriger eine angemessene Höhe der Finanzierung zu bekommen. Im Ausland ist es momentan so, dass Sanierungen im Passivhausstandard bevorzugt werden, weil die Fähigkeit den Kredit zurückzuzahlen mit den minimalen Betriebskosten sehr viel höher ist. Banken und Baugesellschaften nehmen die Passiv- und Niedrigenergiebauweise als Sicherheit und bieten niedrige Zinssätze oder eine höhere Finanzierungssumme um die nötigen Mehrkosten zu decken. Es gibt auch Firmen, ähnlich den Baugesellschaften, die Darlehen mit vorteilhaften Zinssätzen anbieten, um die zusätzlichen Kosten der Passivhaus-Komponenten zu decken. Diese Darlehen werden durch die Einsparung der Betriebskosten zurückgezahlt. Die Banken in unserem Land schenken weder der Qualität der Durchführung von Energiesparmaßnahmen Aufmerksamkeit noch bieten sie Kredite in angepasster Höhe mit ausgewählten Zinssätzen an.
- **Fördermittel** – es gibt im Moment Fördermittel die Sanierungen von Mehrfamilienhäusern und Wohnblocks unterstützen. Es gibt zwei unterschiedliche Stufen für verschiedene Energiestandards, die nach der Sanierung erreicht werden. Wenn ein Jahresheizwärmebedarf von unter 30 kWh/(m<sup>2</sup>a) erreicht wird, liegt die Fördersumme bei 60 €/m<sup>2</sup> und wenn der Bedarf unter 55 kWh/(m<sup>2</sup>a) liegt, wird das mit 42 €/m<sup>2</sup> gefördert. Mehr über diese Förderungen gibt es auf der Website [www.zelenausporam.cz](http://www.zelenausporam.cz)
- **Eigenkapital** – wird meistens gebraucht um die Darlehen mitzufinanzieren. Nur größere Wohnbaugesellschaften oder Kommunen haben genug Eigenkapital um den Großteil ihrer Maßnahmen selbst zu finanzieren.

## Teilnahme der Bewohner im Entscheidungsprozess

Die Bedürfnisse der Bewohner und Wohnungseigentümer herauszufinden und in die Sanierungsziele mit einfließen zu lassen ist sehr wichtig, da es schließlich die Bewohner sind, die das Gebäude täglich nutzen. In der Vergangenheit und leider auch noch heute wird dies Tatsache vernachlässigt. Nichts desto trotz wird hierdurch der Erfolg der Modernisierung bestimmt. Wenn die Bewohner nicht über die geplanten Veränderungen in Kenntnis gesetzt und ausreichend informiert werden, kann das die Durchführung sowie das Verhalten während der Nutzung und somit die erreichbare Energieeinsparung beeinflussen. Auch die Zufriedenheit des Bewohners hängt von der Akzeptanz der Maßnahmen ab. Es ist schon einige Male vorgekommen, dass sich eine Gruppe von Bewohnern beschwert oder sogar rechtliche Schritte gegen die Sanierung eingeleitet haben. Hauptsächlich wegen Zweifel und einem Mangel an Information über die Vorteile der Sanierung. Die beste Abhilfe ist daher eine wirkungsvolle Kommunikation mit den Bewohnern von Anfang an.

Herausfinden was die Bewohner für Bedürfnisse und Interessen haben, kann auf verschiedenen Wegen geschehen. Um die Objektivität des gesamten Prozesses zu gewährleisten ist es möglich und oftmals auch gewünscht eine externe Organisation einzuladen, die hilft

Besprechungen einzurichten, die Fragebögen auszuwerten und als Schlichter und Berater für die Sanierung tätig ist. Die Einrichtung von Besprechungen und Diskussionsrunden ist ein wichtiger Schritt, der spürbar hilft, die Kommunikation zwischen den Bewohner zu fördern und die ausgesprochenen Meinungen zusammen zu fassen. Diese treten praktisch in allen Fällen auf und um eine Zustimmung oder eine Entscheidung zu treffen, werden oftmals professionelle Fähigkeiten benötigt um problematische Situationen zu handhaben. Falls so eine Einrichtung nicht vorhanden ist, sollte diese Rolle von einigen Bewohnern übernommen werden, wobei die Objektivität dann eine andere ist.

Es ist wichtig, dass die Bewohner von Beginn der Planungsphase und der ersten Information an bereit sind, mit eingebunden zu werden. Es hilft Arbeitsgruppen unter den freiwilligen Bewohner schon in der ersten Besprechung zu bilden. Diese arbeiten dann in verschiedenen Bereichen als „Sprecher“ zwischen den Bewohnern und stoßen Informationsveranstaltungen oder andere Aktivitäten an. Die folgenden Punkte können helfen die Bewohner mit einzubinden.

Die meist verwendeten Kommunikationsmethoden sind:

- Eingerichtete, moderierte, öffentliche Besprechungen
- Fragebögen
- Interviews
- „Frage-Kästen“ von Anfang bis Ende
- Einzugsrückblick/Newsletter

Die Bewohner können in mehreren Stufen mit eingebunden werden.

## 1. Stufe – Information

Information ist sehr wichtig um die Bewohner in den vorbereiteten Prozess der Sanierung mit einzubinden. Es ist ein Informationsfluss vom Bauherren zum Bewohner. Die möglichen Wege zu informieren sind:

- Persönliche oder öffentliche Briefe mit der Post oder per e-Mail
- Einladungen
- Mitschriften aus den Verhandlungen der Hausgemeinschaft
- Informationen am Schwarzen Brett
- Interne Zeitschrift
- Internetseite

## 2. Stufe – Beratung

Hier soll ein Dialog zwischen dem Architekten und den Bewohnern stattfinden und kann in folgender Form geschehen:

- Persönliche Interviews
- Befragungen (persönlich, schriftlich, telefonisch)
- Öffentliche Sitzungen/Verhandlungen
- Exkursionen

### **3.Stufe – Mitgestaltung**

In dieser Phase entwickelt sich die aktive Beteiligung der Bevölkerung. Die Bewohner behandeln die aktuellen Probleme und notieren ihre Kommentare, Fragen und Wünsche zu den Plänen. In dieser Stufe werden die Bewohner als Experten für die innere Raumklima ihres Hauses oder Wohnung betrachtet. Beteiligung durch:

- Gespräche am Runden Tisch
- Arbeitsgruppen
- Seminare

Der Nachteil der Mitgestaltung ist, dass nur ein kleiner Teil der Bewohner sich engagieren kann. Andererseits ist es auch nicht möglich dass jeder in einem großen Projekt involviert ist. Folglich ist es aufwendig einen festen Kreis von Leuten zu finden die wirklich teilnehmen wollen.

### **4.Stufe – Gemeinschaftliche Entscheidungsfindung**

In diesem Schritt übernehmen die Leute Verantwortung für ihre Entscheidungen. Die Entscheidungen werden gemeinschaftlich getroffen, zum Beispiel von alle Wohnblöcken, aber auch individuell (wenn es um eine Entscheidung zur Wohnung des einzelnen geht).

Beteiligung zum Beispiel durch Wahlen.

#### **Grundprinzipien der Beteiligung von Bewohnern:**

- Die Bewohner müssen Zugang zu Projektdetails haben
- Alle Bewohner, die Interesse an einer Beteiligung haben, sollten eingebunden werden
- Wie mit den Ergebnissen der Beteiligung von Bewohnern umgegangen wird sollte von Anfang an geklärt sein
- Die Anfragen, Vorschläge und Meinungen der Bewohner müssen ernst genommen werden
- Die Beteiligung darf nicht zur Manipulation genutzt oder missbraucht werden und muss unvoreingenommen sein

## 4.2 Auswahl des Planers

Eine hochwertige Projektierung ist der Grundstein für eine hochwertige Sanierung. Unter Verwendung der oben genannten Prinzipien kann ein Auftrag für eine solche, energieeffiziente Sanierung von einem Investor erteilt werden, aber es muss auch jemand da sein, der die Umsetzung für das Gebäude plant. Nur Planer, die Erfahrung haben mit der Niedrigenergie- oder Passivhaus Technologie können energieeffiziente und kostenoptimierte Lösungen bieten. Darum sollten die Referenzen über frühere Sanierungen vom Investor nachgeprüft werden.

Die höheren Projektierungskosten sind normalerweise durch die detailliertere Planung begründet. Umfangreiche und detaillierte Planung können, auch bei höheren Anfangskosten, während der Ausführung eine Menge Geld sparen. Auch die Kalkulation bei einer Ausschreibung mit Einzelposten ist viel einfacher. Die Baufirmen können so ein viel genaueres Angebot abgeben ohne dass die Kosten während der Ausführung steigen.

Die Projektierung der Sanierung sollte beinhalten:

- Planung der angemessenen Dämmstärke mit den thermischen Eigenschaften der Konstruktion nach den Empfehlungen für ein Passivhaus
- Wärmebrückenfreie Lösungen für alle Konstruktionsdetails (z, B. Fenster, Attika, Dach, usw.)
- Planung der luftdichten Ebene mit den verwendeten Dichtungsmaterial
- Optimierte Fenster (Verglasungsart, Rahmen, sommerlicher Wärmeschutz, usw.)
- Planung der Lüftungsanlage (angemessenes Lüftungssystem, Schall- und Brandschutz, Regelung und Überwachung)
- Einstellung des Heizsystems und angemessene Dämmung der Leitungen (evtl. Austausch der Wärmequelle)
- Energiebedarfsrechnung nach nationalen Normen und Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Kostenvorteile

Wenn es Zweifel an der Planung gibt, kann man immer externe Organisatoren oder Planer zu Rate ziehen.

## 4.3 Wahl der Vertragspartner / Ausführungsphase

Eine umfangreiche Sanierung benötigt nicht nur eine genaue Planung, sondern auch eine hochwertige Ausführung, die keinen „Amateuren“ überlassen werden sollte. Man sollte sich versichern, dass alle Arbeiten von qualifizierten Firmen, mit entsprechender Erfahrung und Qualitätsgarantie, ausgeführt werden. Eine sorgfältige Auswahl der Baufirma, die in der Lage ist, die Baustellenlogistik, die Überwachung, eine erstklassige Ausführung und Qualitätsnachweise (blower-door Test, Wärmebildaufnahmen) zu liefern, ist äußerst wichtig.

- Informationen über die Referenzen und Erfahrungen der Baufirma einholen

- Preisvergleich zwischen den Firmen
- Der Vertrag über die Arbeit ist wichtig, am besten von einem Anwalt prüfen lassen
- Der Vertrag beinhaltet die Anforderung der benötigten Werte und eine angemessene Qualitätssicherung
- Eine Garantie sowie die Vertragsstrafen sollen im Vertrag enthalten sein

Wenn es irgendwelche Zweifel an der Qualität der Baufirma gibt, kann man immer das Angebot der Prüfung durch Sachverständige oder externen Ingenieure wahrnehmen. Die Kosten hierfür sind es meistens wert, denn die Kosten die daraufhin während der Bauphase eingespart werden, können viel höher sein.

Für gewöhnlich werden die meisten Arbeiten ausgeführt, während die Wohnungen ganz normal bewohnt sind. Bei der Ausführung von Maßnahmen, die eine Kooperation mit den Bewohnern erfordern, ist es wichtig diese gut über die Durchführung, den Fortschritt und den Zeitplan der Arbeit, zu informieren, um Unannehmlichkeiten und Beschwerden zu vermeiden.

#### **4.4 Nutzungsphase der sanierten Wohnung**

Nach einer erfolgreichen Sanierung kommt die Phase der Nutzung. Um die gewünschte Energieeinsparung zu erreichen ist ein angemessenes Verhalten der Bewohner wichtig. Es ist sehr schwer langjährige Gewohnheiten zu ändern. Die Bewohner neigen manchmal dazu, die Fenster zum Lüften zu verwenden auch wenn die Lüftungsanlage läuft oder sie öffnen die Fenster um die Raumtemperatur zu senken anstatt die Heizungsventile zu zudrehen.

Deshalb sollte vom Planer oder einer externen Organisation ein Nutzerhandbuch mit den meist gestellten Fragen ausgearbeitet und nach der Sanierung den Nutzern persönlich überreicht werden. Es wird empfohlen eine Einführung in die Bedienung der Anlage zu geben, entweder einzeln oder in einer Gruppe. Es sollt auch die Möglichkeit bestehen, dass der Nutzer weitere Ratschläge bekommt.

Die Hauptprobleme, wie das Nutzerverhalten die energieeffizient der Maßnahmen reduziert:

- Nutzung der natürliche Lüftung über die Fenster, besonders im Winter, anstatt der mechanischen Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Zu hohe Luftwechselrate (Lüftungsintensität) kann trockene Luft verursachen – angemessene Einstellung nach Belegung der Wohnung
- Zu hohe Innenraumtemperatur – nach der Sanierung sind die die Oberflächen der Wände, Fenster, usw. wärmer, sodass die Raumtemperatur abgesenkt werden kann um den gleichen Komfort zu erhalten

- Die Heizungsventile werden nicht benutzt um die Temperatur zu regeln – thermisch geregelte Heizungsventile können die eingestellte Temperatur halten
- Im Sommer werden die Verschattungselemente nicht richtig benutzt und die Fenster sind während des Tages geöffnet – das kann zu Überhitzung des Innenraums und zur Unbehaglichkeit des Bewohners führen. Die Lösung ist das Verschattungssystem zusammen mit geschlossenen Fenstern und der mechanischen Lüftung im Sommerbypass zu verwenden.

Die oben erwähnten Probleme treten meist und im ersten Jahr nach der Sanierung auf. Wenn nötig kann eine zusätzliche Überwachung (z. B. Fensteröffnung, Nutzung der Lüftungsanlage, Raumtemperatur, usw.) angeboten werden. Es wird empfohlen weiterhin Besprechungen zum Nutzerverhalten der Bewohner und der möglichen Probleme abzuhalten. Manchmal werden automatische Energiemanagement Systeme mit Verbrauchsmessern installiert, die Kosten verglichen mit den möglichen Einsparungen sind jedoch unvorteilhaft.

## 5. Bewährte Sanierungsbeispiele

### 5.1 Altbausanierung Markartstraße - Linz

#### Projekt Daten <sup>[10]</sup>

<b>Ort:</b>	Linz, Österreich
<b>Umgebung:</b>	Städtische Bebauung
<b>Klima:</b>	Mitteleuropäisches Klima
<b>Jahr der Errichtung:</b>	1957
<b>Jahr der Sanierung:</b>	2005 - 2006
<b>Konstruktionsweise und Stockwerke:</b>	Mischbau, 5 Stockwerke
<b>Anzahl der Wohnungen:</b>	50
<b>Gesamtwohnnutzfläche:</b>	3106 m <sup>2</sup>
<b>Energie Verbrauch gem. PHPP:</b>	
- Vor Sanierung [kWh/m <sup>2</sup> a]	165
- Nach Sanierung [kWh/m <sup>2</sup> a]	14,4 = 92% Einsparung
<b>Eigentümer:</b>	GIWOG Gemeinnützige Industrie- Wohnungs- AG
<b>Architekt:</b>	Architekturbüro ARCH+MORE Domenig-Meisinger+Kopeinig
<b>Mehrkosten für Sanierung auf PH-standard: [€/m<sup>2</sup>]</b>	Ca. € 190.-/m <sup>2</sup>
<b>Sanierungsfinanzierung:</b>	Durch die OÖ. WBF Stufe für Sanierungen auf Passivhausstandard wurden die Mehrkosten abgedeckt, und es entstanden für die Mieter keine zusätzlichen monatlichen Kosten.  Das Demonstrationsprojekt wurde im Rahmen der Programmlinie "Haus der Zukunft" durch das BMVIT und den FFG finanziell unterstützt. <sup>[11]</sup>



Abbildung 21: Altbausanierung Markatstraße - Bestand und nach der Sanierung

## **Ziele**

Mit der ersten Altbausanierung eines Mehrfamilienwohngebäudes auf Passivhausstandard in Österreich wurden konsequent alle Maßnahmen ergriffen, um auch bei einem bestehenden Gebäude bisher kaum erzielte Qualitäten von höchster Luftqualität, Komfort und Behaglichkeit bei gleichzeitig verschwindend geringem Energiebedarf zu erreichen.

Ziel dieses Demonstrationsprojektes war die Beispielwirkung für andere Altbauten.

- 1. Altbausanierung eines MFH auf Passivhaus Standard in Österreich
- Optimiertes Lüftungs- und Haustechnikkonzept für beste Luftqualität
- Ökologische Sanierung mit nachwachsenden Rohstoffen
- Hoher Vorfertigungsgrad
- Sanierung ohne wesentlicher Beeinträchtigung der Bewohner

## **Ergebnisse/ Auswertung des Wärmeverbrauches nach der ersten Heizperiode**

- Energiekennzahl Reduktion für Raumwärme von 179 kWh/m<sup>2</sup>a auf 13,3 kWh/m<sup>2</sup>a (bei praktisch erreichter Luftdichtheit n<sub>50</sub> < 1,30 1/h)
- Einsparung von 446.800 kWh/a – entspricht Faktor >10
- Verringerung des CO<sub>2</sub> Ausstoßes von ca. 160.000 kg/a auf 13.000 kg/a
- Mehrkosten zur Erreichung des Passivhausstandards ca. 27%
- Mehrkosten für Passivhaus u. ökologische Maßnahmen in Summe knapp 30%

## **Methode der Bearbeitung**

- Alternative Entwurfsplanung auf Passivhausstandard
- Berechnung von Ausführungsvarianten mit PHPP
- Vergleich und Analyse verschiedener Lüftungskonzepte
- Untersuchung unterschiedlicher dezentraler Warmwasseraufbereitungen
- Entwicklung von vorgefertigten Fassadenelementen mit eingebauten Fenstern und Kanalführung für kontrollierte Wohnraumlüftung zur thermischen Sanierung
- Einsatz der Solarwabenfassade in der Altbausanierung

### **Modernisierung eines mehrgeschossigen Wohnbaues mit 50 WE**

Das Gebäude (errichtet 1957/58) wurde durch eine vorgefertigte hinterlüftete GAP Solarfassade, verstärkte Dach- und Kellergeschossdeckendämmung, Vergrößerung der bestehenden Balkone samt Parapetdämmung, Verglasung mit Passivhausfenster samt integriertem Sonnenschutz, neue Dacheindeckung sowie kontrollierte Wohnraum Be- und Entlüftung mit Einzelraumlüfter den Ansprüchen eines Passivhauses gerecht.

Moderne zukunftsorientierte Gesamtgestaltung von „Alten Objekten“.

Verbesserung der Wohnqualität durch Erhöhung des Schallschutzes und gute Be- und Entlüftung durch qualitativ hochwertige Wohnraumeinzellüfter ohne Öffnen der Fenster möglich.

Mehrnutzung der vorhandenen Balkone durch Vergrößerung dieser, Einhausung durch Errichtung von wärmegeämmten Parapet und Seitenteil. Der Rest wurde mit Passivhausfenster bzw. mit Fixverglasung geschlossen. Durch die Lage des Objektes an der stark befahrenen Makartstraße war eine qualitätsvolle Benützung der Balkone wegen der enormen Verschmutzung und Lärmbelästigung bisher nicht möglich. Die Gesamtwohnnutzfläche wurde durch die Einhausung der Balkone von 2.755,68 m<sup>2</sup> auf 3.106,11 m<sup>2</sup> erhöht.

### **Mieterinformation/Reaktionen**

Während der Planungsphase wurden die MieterInnen bei diversen Mieterversammlungen über die geplante Passivhaussanierung informiert. Zunächst gab es große Bedenken, ob die Sanierung überhaupt erfolgreich sein kann, da doch in Österreich noch kein solches Bauvorhaben durchgeführt wurde. Nach mehreren Präsentationen und Aufklärungsgesprächen konnte eine Akzeptanz der MieterInnen herbeigeführt werden.

Kurz vor Beendigung der Modernisierungsarbeiten wurde abermals zu einer Mieterversammlung eingeladen bei der sich die MieterInnen schon positiv über das Ergebnis äußerten. Es wurde nochmals das Wohnverhalten in einem Passivhaus erläutert. Die ersten Erfahrungswerte konnten bei dieser Veranstaltung ausgetauscht werden.

Bei der feierlichen Abschlussveranstaltung am 14.09.2006 wurde GIWOG das Zertifikat vom BVIT durch Herrn Dipl.- Ing. ZILLNER übergeben. Im Zuge dieser Veranstaltung dankten alle MieterInnen der örtlichen Bauleitung für den reibungslosen Ablauf der Modernisierungsarbeiten. Nicht nur eine enorme Senkung der Heizkosten, sondern auch das Abklingen und Verschwinden der starken Stauballergie einer Mieterin, konnte seit Inbetriebnahme der Wohnraumlüftungsgeräte nachgewiesen werden.

„Das Wohnen ist wieder wohnenswert geworden.“

**Technische Fakten**

Vor Sanierung	Nach Sanierung
Aufbauten	
Außenwand – 30,0 cm Schlackenbeton U = 1,47 W/(m <sup>2</sup> K)	Wanddämmung - 6,0 cm Ausgleichsdämmung 10,0 cm Paneeldämmung 5,0 cm Solarwaben U = 0,16 W/(m <sup>2</sup> K)
Dach - 10,0 cm Schlackenschüttung 14,0 cm Betondecke U = 1,75 W/(m <sup>2</sup> K)	Dachdämmung - 40,0 cm Steinwollgedämmplatten U = 0,09 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster U <sub>wi</sub> = 2,5 W/(m <sup>2</sup> K)	Fenster (Kunststofffenster, 3-Scheibenverglasung mit integrierter Sonnenschutzjalousie) U <sub>wi</sub> = 0,86 W/(m <sup>2</sup> K)
Haustechnik	
Lüftung Fensterlüftung	Lüftung Dezentrale Lüftungsanlagen Wärmerückgewinnung > 75 %
Heizung - Gas bzw. Fernwärme	Heizung - Fernwärme

**Energie Einsparung und Monitoring**

Energie Verbrauch vor Sanierung: 165,0 kWh/m<sup>2</sup>a (Raumheizung)

Energie Verbrauch nach Sanierung: 14,4 kWh/m<sup>2</sup>a (Raumheizung) 92 % Einsparungen

**Schlussfolgerungen**

Die Sanierung des sozialen Wohnbaus hat zu einer bedeutenden Verbesserung des Qualitätsstandards geführt.

Nicht zuletzt auf Grund der im Zuge der Projektentwicklung neu eingeführten Passivhaussanierungsförderung durch die OÖ. WBF in Verbindung mit den Mietzinsbildungsvorschriften des WGG wurden die Mehrkosten dieser vorbildlichen Sanierung so abgedeckt, dass unter Berücksichtigung der angesparten Instandhaltungsrückstellung in Verbindung mit der zusätzlichen Unterstützung durch das BMVIT für die Mieter keine monatlichen Mehrbelastungen entstehen. Die Einsparung der Heizkosten um 80-90% kommt somit zu 100% den MieterInnen zugute.

## 5.2 Altbausanierung Fussenau - Dorbirn

### Projekt Daten <sup>[10]</sup>

<b>Ort:</b>	Dornbirn, Österreich
<b>Umgebung:</b>	Städtische Bebauung
<b>Klima:</b>	Mitteleuropäisches Klima
<b>Jahr der Errichtung:</b>	1978 - 1980
<b>Jahr der Sanierung:</b>	2008 - 2009
<b>Konstruktionsweise und Stockwerke:</b>	Massivbau, 2-3 Stockwerke
<b>Anzahl der Wohnungen:</b>	54
<b>Gesamtwohnnutzfläche:</b>	4460 m <sup>2</sup>
<b>Energie Verbrauch gem. PHPP:</b>	
- Vor Sanierung [kWh/m <sup>2</sup> a]	206
- Nach Sanierung [kWh/m <sup>2</sup> a]	23 = 90% Einsparung
<b>Eigentümer:</b>	VOGEWOSI
<b>Architekt:</b>	Architekt DI Helmut Kuess
<b>Sanierungsfinanzierung:</b>	Der Antrag auf Förderung wurde nach den Wohnbauförderungsrichtlinien 2006, ökologische Objektsanierung mit 175 ÖKO-Punkten (25 kWh/m <sup>2</sup> a) eingereicht.  Das bedeutet, dass seitens des Landes Vorarlberg ein Annuitätenzuschuss von € 600,00/€10.000,00 Sanierungsdarlehen, gleichbleibend für 15 Jahre gewährt wird.



Abbildung 22: Altbausanierung Fussenau - Bestand und nach der Sanierung

Die Mehrfamilienwohnhäuser Wieden 90 – 98a wurden in den Jahren 1978/79 als Massivbau errichtet und 1980 erstbezogen. Die Sanierung ist im bewohnten Zustand durchgeführt worden.

## Ziele

Durch die zusätzliche Dämmung der Gebäudehülle, sowie Erneuerung der Fensterelemente, den Einsatz von Komfortlüftungsanlagen, Solaranlagen und Erneuerung der Heizzentralen ist eine erhebliche Qualitätssteigerung und Verbesserung der Raumluftqualität bzw. Komfort/Behaglichkeit bei gleichzeitiger Verringerung des Primärenergiebedarfes von ca. 85 – 90 % gegeben.

## Ergebnisse

### Technische Fakten

Vor Sanierung	Nach Sanierung
Aufbauten	
Außenwand – 25,0 cm Hochlochziegel $U = 1,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Wanddämmung - 9,0 cm Hochlochziegel 3,0 cm Polyurethan Hartschaumplatten 25,0 cm EPS $U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Dach - 22,0 cm Stahlbeton $U = 1,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Dachdämmung - 25,0 cm EPS 10,0 cm Steinwolle $U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Fenster $U_{\text{WI}} = 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Fenster - Holzfenster mit Drehbeschlägen, dreifach-Verglasung und Argon-Füllung $U_{\text{WI}} = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Haustechnik	
Fensterlüftung	Zentrale Lüftungsanlagen Wärmerückgewinnung > 79 %
Heizung - Gas	Heizung – Solar, Wärmepumpe, Gas

### Sanierungskonzept

Die vor der Sanierung angetroffene Bausubstanz kann als gut bezeichnet werden.

Massive Wärmebrücken wurden im Bereich der Rollläden, Fensteranschlüsse, auskragenden Balkone, obersten Geschossdecken und im Bereich der betonierten Kellerwänden festgestellt bzw. mittels Thermografieaufnahmen sichtbar gemacht.

Holzfenster mit Drehbeschlägen, dreifach-Verglasung und Argon-Füllung. U-Wert: 0,6 W/m<sup>2</sup>K, G-Wert 52, Stock- und Flügelrahmen 92 mm stark.

Die Balkone wurden in die Gebäudehülle als Pufferraum integriert. Alu-Konstruktion mit thermisch getrennten Profilen, zweifach-Verglasung U-Wert: 1,0 W/m<sup>2</sup>K

## **Lüftungsgerät**

Je Doppelhaus steht im Dachboden in der gedämmten Gebäudehülle ein zentrales Lüftungsgerät, welches mit einer hocheffizienten Wärmerückgewinnung und Zuluft - Feinstaubfilter der Klasse F7 bzw. F8 und einem Abluftfilter G4 ausgestattet ist.

Die Außenluftansaugung ist über einen Ansaugturm am Dach gewährleistet. Die Fortluft wird über einen Abluftturm ebenfalls über Dach geführt. Die Zuluft zu den Wohnungen erfolgt über eine Volumenstromregelung je Wohnung, die sich in der Dachzentrale befindet.

Die Anlage ist von der Zentrale regelbar und von den Bewohnern in den Wohnungen eingeschränkt mittels Taster bedienbar. Bei Minustemperaturen wird die Luftmenge im Automatikbetrieb stetig heruntergefahren, damit eine zu hohe Austrocknung in der Wohnung verhindert wird. Die Bewohner können selbstständig in den Maximum-Betrieb schalten, welcher nach einer vordefinierten Zeit auf den Automatikbetrieb zurückgeschaltet wird. Ebenfalls können die Bewohner auf einen Minimum-Betrieb schalten, der nicht automatisch zurück geschaltet wird.

Die Stiegenhäuser werden ganzjährig mechanisch über die Lüftungszentrale be- und entlüftet. Die Luftverteilungen wurden über das Stiegenhaus in die einzelnen Wohnungen geführt und anschließend im Flur über den abgehängten Decken zu den einzelnen Zimmern (Luftauslässe bzw. Ansaugungen) verteilt

In der Zentrale befinden sich in der Zu- und Fortluft Schalldämpfer, die Geräusche nach außen verhindern und je Strang Kulissenschalldämpfer, die die Betriebsgeräusche minimieren, in den Wohnungen (abgehängten Decke) sind zusätzlich Telefonie - Schalldämpfer, die zur Schallentkoppelung der einzelnen Räume dienen, eingebaut.

Die Zuluft wird über voll induzierende Auslässe gewährt, die Abluft erfolgt mittels Tellerventilen. Die Zuluft wird zugfrei eingebracht

Für die Brandabschnitte Dachboden, Stiegenhaus, Wohnung wurde jeweils bei den Durchführungen Brandschutzstützen bzw. Brandschutzklappen sowie Brandschutzabschottungen und Brandschutzsilikon verwendet. Letzteres besonders zu den einzelnen Wohnungen, da diese möglichst luftdicht sein müssen.

## **Wärmeerzeugung**

Die Wärme wird pro Doppelhaus mittels einer Gasbrennwerttherme und einer Solaranlage erzeugt. Die Heizlast beträgt zwischen 12 und 14 kW pro Doppelhaus.

Für die Wärmeverteilung der Heizung wird das bestehende Wärmeverteilnetz verwendet und zusätzlich wurden die Heizflächen mit Thermostatventilen nachgerüstet. Die Regelung erfolgt zentral und ist witterungsgeführt. Für die Warm- und Kaltwasserverteilung wird das bestehende Netz verwendet und in den zugänglichen Räumen und Decken wärmegeämmt.

Die Warmwasserbereitung erfolgt jeweils mit einer Solaranlage und einem Kombispeicher (1500 Liter) je Doppelhaus, welcher über die Zentralheizung nachgeheizt wird.

Die thermischen Solaranlagen sind pro Doppelhaus mit einer Nettofläche von ca. 36 m<sup>2</sup>, Aufstellwinkel ca. 48°, und einem solaren Deckungsgrad von WW 60 % und zusätzlich bei den Häusern Wieden 90/90a, 92/92a, 94/94a und 98/98a mit Heizungsunterstützung 15 %

ausgelegt. Das Haus Wieden 96/96a erreicht die Heizungsunterstützung durch die etwas schlechtere Ausrichtung der Kollektoren nicht.

Um die Energiemengen zu erfassen, wurden in den Zentralen jeweils ein Wärmezähler in der Heizgruppe und der Solaranlage sowie ein Kaltwasserzähler und ein zentraler WW - Zähler eingebaut. Die Primärenergie wird mit dem Erdgaszähler und dem Stromzähler erfasst. Die Regelung erfolgt über einen zentralen Regler, der die Heizanlage und die Solaranlage überwacht.

Da sich die Heizkörper im Keller nicht in der gedämmten Gebäudehülle befinden, wurden diese abgebaut und in den Trockenräumen Raumlufttrockner aufgestellt

### Schlussfolgerungen

Durch die vorbildliche Altbausanierung mit zusätzlicher Dämmung der Gebäudehülle, sowie Erneuerung der Fensterelemente, den Einsatz von Komfortlüftungsanlagen, Solaranlagen und Erneuerung der Heizzentralen ist eine erhebliche Qualitätssteigerung und Verbesserung der Raumluftqualität bzw. Komfort und Behaglichkeit bei gleichzeitiger Verringerung des Primärenergiebedarfes von ca. 85 – 90 % realisiert worden.

## 5.3 Altbausanierung Bruckmühl

### Projekt Daten <sup>[10]</sup>

<b>Ort:</b>	Bruckmühl, Deutschland
<b>Umgebung:</b>	Städtische Bebauung
<b>Klima:</b>	Mitteleuropäisches Klima
<b>Jahr der Errichtung:</b>	1955
<b>Jahr der Sanierung:</b>	2009
<b>Konstruktionsweise und Stockwerke:</b>	Mischbau, 3 Stockwerke
<b>Anzahl der Wohnungen:</b>	11
<b>Gesamtwohnnutzfläche:</b>	633,3 m <sup>2</sup>
<b>Energie Verbrauch:</b>	
- Vor Sanierung [kWh/m <sup>2</sup> a]	200
- Nach Sanierung [kWh/m <sup>2</sup> a]	22 = 89% Einsparung
<b>Eigentümer:</b>	Markt Bruckmühl
<b>Architekt:</b>	Architekt DI Martin Schaub
<b>Mehrkosten für Sanierung auf PH-standard: [€/m<sup>2</sup>]</b>	ca. 150 €/m <sup>2</sup>



Abbildung 23: Altbausanierung Bruckmühl - Bestand und nach der Sanierung

Das zweigeschossige Mietshaus der Gemeinde, Baujahr 1955, mit 8 WE, wurde grundsaniert.

### **Ziele und Ergebnisse**

„Seit dem Inkrafttreten der Elektrizitätsbinnenmarkttrichtlinie im Jahre 1997, wodurch die Weichen für den Liberalisierungsprozess der europäischen Strom- und Gasmärkte gestellt wurden, hat sich für viele Energieversorgungsunternehmen und insbesondere Stadtwerke einiges geändert und es ergeben sich neue Chancen.

Leider verfügen wir in unserer Gemeinde nicht über eine kommunale Energieversorgung und dies wird sich in naher Zukunft auch nicht ändern. Auch anvisierte Beteiligungen an Energieversorgern mit nachwachsenden Rohstoffen sind bisher nicht zustande gekommen

Deshalb konzentrieren wir uns in Bezug auf den gemeindlichen Immobilienbestand voll und ganz auf das Einsparen von Energie.

Nachdem wir bisher jährlich hohe Beträge für die Sanierung und Modernisierung unseres Mietwohnungsbestandes ausgeben haben, ist es uns jetzt gelungen, die grundlegende Totalsanierung eines 8-Familienhauses in Angriff zu nehmen.

Junge Absolventen der Fachhochschule Rosenheim wurden beauftragt, die energetischen Grundlagenermittlungen zu führen. Mit diesem Projekt ermöglichten wir ihnen gleichzeitig die Voraussetzungen für ihre Diplomarbeit.

Zunächst mussten wir uns allerdings die Frage stellen: Abriss und Neubau oder Sanierung im Bestand!

Es gibt immer viele gute Gründe, ein 50 Jahre altes Haus einem Neubau vorzuziehen. Da wäre einmal die gute Lage, die Nähe zu Kindergarten und Schule, auch der besondere Charme und das Ambiente eines solchen Gebäudes müssen berücksichtigt werden. Im Gegenzug ist aber auch zu bedenken, dass ein so altes Gebäude kaum noch den heutigen Wohnbedürfnissen entspricht und einen allzu hohen Energieverbrauch hat.

Um allen diesen Gesichtspunkten gerecht zu werden, haben wir uns entschlossen, eine Generalsanierung zu starten. Mit Ausschlag gebend für diese Entscheidung war auch, dass

statische Untersuchungen ergeben hatten, dass eine "Aufstockung" auf 11 Wohnungen möglich ist.

Die Grundlagenplanungen der Fachhochschule konnten wir nun nahezu 1 zu 1 zur weiteren Überplanung an den Architekten und Energieberater Martin Schaub übergeben.

Nach intensiven Beratungsgesprächen und transparenter Kostenaufstellung wurde aber doch ein einvernehmlicher Beschluss im Marktgemeinderat zur Verwirklichung dieses Projektes mit Modellcharakter gefasst.

Bei der Umsetzung haben wir dann sehr darauf geachtet, dass Ressourcen geschont und weitgehend nur Material verwendet wurde, dass bei der Herstellung eine günstige Energiebilanz aufzuweisen hatte.

Dankbar waren wir bei diesem Projekt auch unseren Mietern, die die Mühe eines Umzuges in Kauf nahmen und somit zu der sehr kurzen Bauzeit von nur 6 1/2 Monaten beitrugen. In dieser Zeit konnten wir den bestehenden Altbau (EG u. OG) mit einer Niedrigenergiehausausstattung mit Passivhauskomponenten versehen und die Aufstockung in reiner Passivhausqualität gestalten. Wir haben so für unsere Mieter nicht nur einen weitaus höheren Wohnkomfort geschaffen, sondern auch Anregungen zur Nachahmung für ähnlich renovierungsbedürftige Wohnhäuser gegeben.

Erwähnenswert ist besonders die harmonische Zusammenarbeit mit den beteiligten Handwerkern, die manches auftretende Problem schnell und effektiv beseitigen half.

Wohnhäuser werden zwar nicht für die Ewigkeit gebaut, aber wir haben hier für mehrere Generationen ein Haus mit hohen Ansprüchen und wenig Energiebedarf in der Zukunft ermöglicht.“

Franz X. Heinritzi

Erster Bürgermeister

### ***Sanierungskonzept***

Es wurde fast die komplette Haustechnik erneuert. Alle Wohnungen erhielten zentrale Wohnraumlüftungen.

Der Dachspeicher wurde abgerissen und das DG wurde in Holzbauweise aufgestockt mit 3 zusätzlichen Wohnungen. Die DG- Aufstockung erfolgte als Holz- Dickholzkonstruktion.

Die Dämmfassade wurde aus vorgefertigten, ökologischen Holzbauelementen incl. Fenster und Rollläden vor die Fassaden gestellt, um einen schnellen Bauablauf zu erreichen.

### Technische Fakten

Vor Sanierung	Nach Sanierung
Aufbauten	
U = 1,47 W/(m <sup>2</sup> K)	Wanddämmung - 5,0 cm Holzfaserdämmplatten plus 24,0 cm TJI- Träger mit Zellulose-Einblasdämmung 24,0 cm U = 0,13 W/(m <sup>2</sup> K)
U = 1,75 W/(m <sup>2</sup> K)	Dachdämmung – 6,0 cm Holzfaserdämmplatten 36,0 cm TJI- Träger mit Zellulose-Einblasdämmung U = 0,10 W/(m <sup>2</sup> K)
	Fenster - Holzfenster mit Purit-Dämmkern und dreifach-Verglasung U <sub>wf</sub> = 0,77 W/(m <sup>2</sup> K)
Haustechnik	
Fensterlüftung	Zentrale Lüftungsanlagen je Wohnung Wärmerückgewinnung > 84 %
Heizung - Gas	Heizung – Solar, Pellets

### Lüftungsgerät

Jede Wohnung ist mit einem Wohnraumlüftungsgerät ausgestattet (WRG 84% nach PHPP). Die Zu- und Abluft wird über die Außenwand geführt. Das Gerät ist unter der Decke in der Küche montiert. In die Wohn- und Schlafräume wird Zuluft eingeblasen, über Bad und Küche abgesaugt.

### Wärmeerzeugung

Die Restwärme wird über eine Pelletsheizung im Kellergeschoß erzeugt und in den Wohnungen über kleine Heizkörper abgegeben.

### Schlussfolgerungen

Dieses Gebäude wird von sozial bedürftigen Menschen bewohnt. Gerade diese Zielgruppe trifft die Erhöhung der Energiepreise von derzeit ca. 10% pro Jahr wirtschaftlich sehr hart. Deshalb macht es Sinn, bei der Sanierung dieses Mehrfamilienhauses den Passivhausstandard anzustreben. Die Gesamtkosten für die Baumaßnahmen waren relativ hoch. Dafür ist aber nicht der Passivhausstandard die Ursache, sondern der insgesamt schlecht bauliche und haustechnische Zustand des Gebäudes vor der Sanierung. Es wurde in den letzten 45 Jahren nur das gerade Notwendigste in den Erhalt des Gebäudes investiert. Deshalb musste u.a. die gesamte Haustechnik bei der Sanierung erneuert werden. Die Mieter hatten zuvor mit Öl-Einzelöfen geheizt. Die Öltanks waren im Keller untergebracht.

## 6. Literatur

- [1] DRÁPALOVÁ, J.: Regenerace panelových domů – Krok za krokem, ERA, Brno, 2006
- [2] FEIST, W.: Protokollband Nr. 24, Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Altbau-Modernisierung, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2003
- [3] FEIST, W.: Protokollband Nr. 29, Hochwärmegedämmte Dachkonstruktionen, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2005
- [4] Kolektiv autorů: Sborník z mezinárodní konference Pasivní domy 2005 - 2007, Centrum pasivního domu , Brno
- [5] Kolektiv autorů: Tagungband – Internationale Passivhaus Tagung 2000 – 2007, Conference proceedings – International Conference on Passive Houses 2000 – 2007, Passivhaus Institut, Darmstadt
- [6] [www.solanova.org](http://www.solanova.org)
- [7] [www.zukunft-haus.info](http://www.zukunft-haus.info)
- [8] [www.energieinstitut.at/Retrofit/](http://www.energieinstitut.at/Retrofit/)
- [9] HERMELINK, A.: Report “Economics of retrofit” available on [http://www.eceee.org/buildings/Report\\_EconomicsOfRetrofit\\_final.pdf](http://www.eceee.org/buildings/Report_EconomicsOfRetrofit_final.pdf)
- [10] [www.passivehousedatabase.eu](http://www.passivehousedatabase.eu) - Objektdokumentationen, 2010
- [11] [www.hausderzukunft.at](http://www.hausderzukunft.at) – Forschungsprojekt Dokumentationen aus Österreich im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“, Wien, 2009