



*Beat Kämpfen*  
*M.A. UCB, dipl. Arch. ETH*  
*Kämpfen für Architektur*  
*Zürich, Schweiz*

## **Verbesserung der Energieeffizienz – das Potenzial des Holzbaus**

- 1. Die Sanierung als Aufgabe der Zukunft**
- 2. Umbauen und erweitern statt Ersatzneubauten**
- 3. Beispiel Zweifamilienhaus Höbelistrasse, Uetikon**
- 4. Beispiel Mehrfamilienhaus Segantinistrasse, Zürich**



# Verbesserung der Energieeffizienz – das Potenzial des Holzbaus

## 1. Die Sanierung als Aufgabe der Zukunft

Die Gesetzgebung verlangt heute energetisch gute Bauten. Der Energiebedarf von Neubauten konnte durch die technische Fortschritte innert 35 Jahren drastisch gesenkt werden. So braucht ein nach MuKE n erstellter Neubau viermal weniger Energie als ein Neubau von 1974. Zudem gibt es viele äusserst energieeffiziente Neubauten, die einen Energiebedarf nahe Null Kilowattstunden aufweisen. Die Lösungen dazu sind bekannt, es ist nur noch eine Frage der Zeit bis sämtliche Neubauten eine Nullenergie-Jahresbilanz haben werden oder sogar noch den elektrischen Strom für die lokale Mobilität produzieren werden.

Neubauten machen aber nur einen kleinen Teil der ganzen Bausubstanz aus. 75% des bestehenden Gebäudevolumens ist vor 1975 erstellt worden und stammt damit aus einer Zeit als Energiefragen noch keine Rolle spielten. Der kleinere Teil dieser Bauten muss ersetzt werden, da er die heutigen Wohn- und Arbeitsbedürfnisse nicht mehr erfüllen kann. Der grössere Teil jedoch kann erneuert und weiterverwendet werden. Die Chance ist vorhanden, diese Sanierungen nicht nur als oberflächliche Verschönerung mit kurzfristigem Nutzen durchzuführen, sondern umfassend und nachhaltig. Klimawandel, Erdölkrise und Energiepreise werden täglich diskutiert, ein Umdenken hat eingesetzt und ist gerade bei der Sanierung der bestehenden Bausubstanz wichtig. Doch wie erreicht man die Ziele und gibt es Unterschiede zum Neubau?

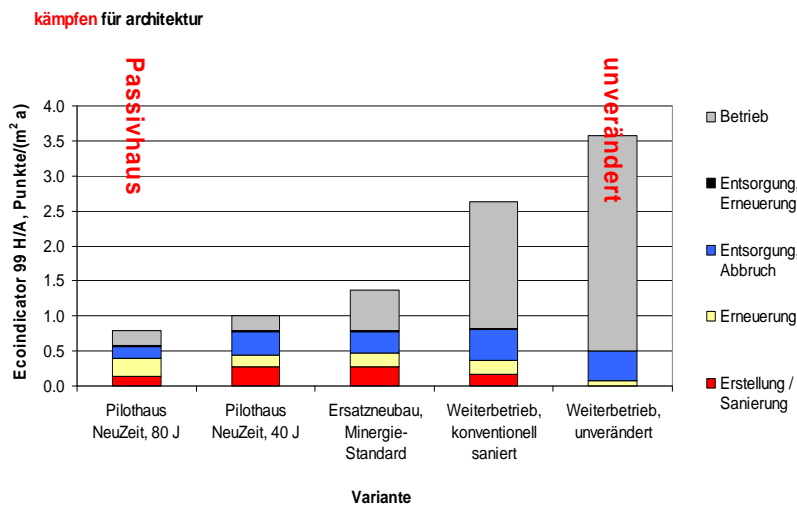
Das Reduktionspotenzial ist für Neubauten jedoch deutlich geringer als für die Sanierung. Wenn ein Neubau nach Minergie-P statt nach Gesetz ausgeführt wird, spart dies bestenfalls 40 kWh/m<sup>2</sup>a. Wird hingegen ein Altbau auf Minergie-P verbessert, wird der Energieverbrauch um rund 170 kWh/m<sup>2</sup>a (von 200 kWh/m<sup>2</sup>a auf 30 kWh/m<sup>2</sup>a) reduziert, also um einen Faktor sechs.

## 2. Umbauen und erweitern statt Ersatzneubauten

Die verschiedenen heute gebräuchlichen Energie Standards fokussieren auf die für die Wärmeerzeugung benötigte Energie. Die Betriebsenergie für Heizung, Kühlung und Warmwasser ist aber nur ein Teil des ganzen Energieverbrauchs eines Gebäudes. In einer ganzheitlichen Betrachtung muss die gesamte Ökobilanz einbezogen werden. Diese Fragestellung ist vor allem beim Grundsatzentscheid Abbruch/Ersatzneubau oder beim Vergleich der verschiedenen Renovationsoptionen zu diskutieren. Es zeigt sich oft, dass die tiefgreifende und umfassende Renovation in einer ganzheitlichen Betrachtungsweise die beste und ökologischste Lösung darstellt.

Für ein nicht realisiertes Erneuerungsprojekt haben wir verschieden weit gehende Sanierungsvarianten einer Life Cycle Analysis unterzogen. Die Sanierung der Gebäude ist nicht primär notwendig, weil deren Energiebilanz extrem schlecht ist, sondern weil das Wohnungsangebot nicht mehr den Ansprüchen von Familien entspricht. Dreiviertel der total 180 Wohnungen der genossenschaftlichen Wohnsiedlung an der Winzerhalde in Zürich sind 3-Zimmer-Wohnungen mit nur 75 m<sup>2</sup> Wohnfläche. In dem näher untersuchten Mehrfamilienhaus bezogen 1960 15 Familien eine Wohnung, also vermutlich etwa 60 Personen. Das Haus ist älter geworden, die Bewohner auch, die Kinder sind ausgezogen. Heute bewohnen es noch 22 Pensionierte, für Familien sind solche Wohnungen trotz der hohen Lagequalität nicht attraktiv.

Für das geplante Pilothehaus ist eine Ökobilanz nach der Methode Ecoindicator 99 erstellt worden. Verglichen werden dabei die energetischen Aufwendungen für die Sanierung, den Betrieb und die notwendigen Erneuerungen, sowie der Abbruch am Ende der Lebensdauer. Unter Berücksichtigung des Betriebs ist eine Sanierung hin zum Minergie-P Standard die klar ökologischste Variante. Das einfache Volumen, die gute Dämmung und eine hohe Nutzung der aktiven und passiven Solarenergie halten den Einfluss des Betriebes minimal. Die 1958 verbauten Decken in Ortbeton und Wände aus vorfabrizierten Sandwichplatten aus Beton sind im vorliegenden Fall noch in sehr gutem Zustand und können ohne Weiteres erhalten werden. Dies ergibt ein günstiges Gesamtergebnis mit einem rund viermal tieferen Gesamtenergieverbrauch als wenn das Gebäude unverändert weitere 40 Jahre betrieben würde. Die Sanierung weist auch eine bessere Gesamtenergiebilanz auf als ein Ersatzneubau gleicher Grösse im Minergie-Standard. Die Berechnungen sind auf eine weitere Lebensdauer von 40, respektive 80 Jahren der heute 50-jährigen Bauten ausgelegt worden.



Gesamtenergieverbrauch von der Erstellung bis zum Abbruch

### 3. Beispiel: Aufstockung Haus Höbelistrasse, Uetikon am See

Das bestehende Einfamilienhaus ist erst 1985 in einer gemischten Bauweise erstellt worden. Schon damals achteten Architekt und Bauherr auf eine möglichst ökologische Bauweise und schadstofffreie Baumaterialien. Unterdessen lassen die Bauvorschriften in dieser Bauzone Mehrfamilienhäuser zu. Allerdings konnte wegen der schmalen Parzellenform die Gebäudegrundfläche nicht vergrössert werden. Eine Aufstockung war die einzige Möglichkeit das zulässige Gebäudevolumen zu realisieren.

Durch die von Raumplanung und Naturschutz erwünschte Verdichtung der Bebauung auf dem bestehenden Grundstück konnte eine weitere Parzelle von einer Überbauung verschont werden. Der Wohnraum an bevorzugter Lage konnte verdoppelt werden. Auf das bestehende Einfamilienhaus ist eine zweite Maisonette-Wohnung in vorfabrizierter Holzbauweise aufgestockt worden. Beide Wohnungen haben so fast alle Vorzüge eines freistehenden Einfamilienhauses. Zum Beispiel weisen sie einen eigenen Eingang und auf allen Geschossen grosszügige Terrassen auf. Die Wohnungen sind zweigeschossig und verfügen über autonome Haustechnikinstallationen. Die bestehende Bausubstanz ist grundlegend erneuert, so dass sie die technische Qualität eines Neubaus aufweist, aber den Charme des Altbaus beibehalten konnte.

Umbauen und Anbauen ist generell ökologischer als Abreissen und Neubauen. Das alte Haus bleibt bestehen, die Bausubstanz wird weiter verwendet. Die Aufstockung ordnet sich ein, zeigt aber auch, dass sich das Denken geändert hat. Verschiedene Teile erhalten die Erinnerungen an das alte Haus lebendig. Die Materialien wurden nach ökologischen und baubiologischen Kriterien gewählt. Der ganze Aufbau wurde in einer Holzkonstruktion ausgeführt. Die Vorteile waren hier das geringe Gewicht, die hohe Wärmedämmung und die kurze Bauzeit.



vorher

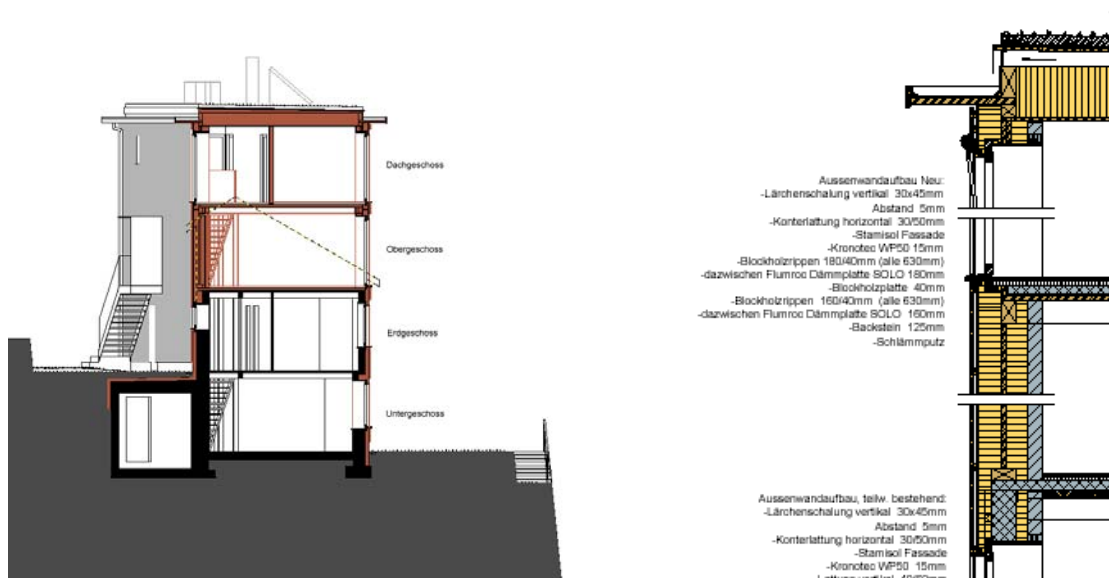


nachher

Aus einem Haus sind zwei Häuser mit insgesamt doppelter Wohnfläche geworden. Trotzdem konnte der Energieverbrauch drastisch reduziert werden, gemäss Minergie-Berechnungsmethode sechsmal. Dieses Projekt erreicht somit den Faktor 12! Der Umbau basiert auf den einfachen und althergebrachten Prinzipien des ökologisch-solaren Bauens und erreicht rechnerisch den Minergie-P Standard.

**Minimierung der Energieverluste:** Die Form des Hauses, das Verhältnis von Volumen zu Oberfläche, wird optimiert. Die Wärmedämmung der Aussenhülle ist weit überdurchschnittlich.

**Erhöhung der solaren Energiegewinne:** Alle Räume sind auf Süden ausgerichtet. Die Verglasungen an der Südfassade bringen einen beachtlichen passiven Solargewinn ohne dass die Räume total verglast worden sind. Auf der Nordseite gibt es nur wenig Fenster. Die Sonnenkollektoren auf dem Dach unterstützen das Heizsystem.



Querschnitt

Konstruktionsdetail

**Masse:** Um einen hohen thermischen Komfort zu gewährleisten, wurde an der Nordfassade eine zusätzliche innere Schale aus Kalksandsteinmauerwerk und die Decken in einer Holz-Beton-Verbunddecken erstellt.

**Dezentrale Haustechnik:** Die für Warmwasser und Wärme benötigte Energie wird durch eine 15 m<sup>2</sup> grosse Sonnenkollektoranlage auf dem Dach und zwei Luft-Wasser Wärmepumpen bereitgestellt. Die kontrollierte Wohnungslüftung macht das Lüften mit den Fenstern unnötig.

**Minergie-P:** Der Energiebedarf des umgebauten Gebäudes erreicht trotz des kleinen Gebäudevolumens den Minergie-P Standard problemlos. Wegen technischer Zertifizierungsprobleme hat das Haus allerdings nur das Minergie-Zertifikat erhalten, da die „Primäranforderungen an die Gebäudehülle“ im bestehenden Hausteil aus Kostengründen nicht erfüllt werden konnten. Dieser Umbau zeigt, dass es sich lohnt bestehende Bauten weiterzuentwickeln. Dabei können sowohl neue Raumansprüche erfüllt, der Wohnkomfort erhöht, als auch der Energieverbrauch massiv gesenkt werden.

Primäranforderung an Gebäudehülle		
Anforderung	13.7kWh/m <sup>2</sup> a	
berechneter Wert	16.1kWh/m <sup>2</sup> a	knapp nicht erreicht
Grenzwert Minergie-P		
Anforderung	30.0kWh/m <sup>2</sup> a	
berechneter Wert	17.1kWh/m <sup>2</sup> a	gut erreicht

## 4. Beispiel: Mehrfamilienhaus Segantinistrasse, Zürich-Höngg

Ein Mehrfamilienhaus aus den 50er-Jahren an einem Südhang soll energetisch erneuert werden. Das Gebäude könnte überall stehen; jedenfalls sieht man diese Art von Bauten in der ganzen Schweiz. Seit Bestehen, also seit 1954 wurden an dem Haus kaum Erneuerungsarbeiten ausgeführt, sogar Küchen und Bäder sind noch im Originalzustand. Einzig die Ölheizung wurde mal ersetzt. Dies kann als Glücksfall für eine tiefgreifende Erneuerung betrachtet werden. In der baurechtlichen Abklärung zeigt sich, dass kleine Ausnutzungsreserven vorhanden sind. Diese ermöglichen die Wohnräume auf eine heute übliche Grösse zu erweitern und ein Attikageschoss aufzustocken. Da die neue, zusätzliche Wohnung eine sehr hohe Attraktivität hat, können über deren Vermietung nicht nur die Kosten des Attikageschosses, sondern auch ein Teil der übrigen Renovationskosten gedeckt werden. Dies ermöglicht eine tiefgreifende Erneuerung des Gebäudes auf den Minergie-P Standard, während ohne Anbauten wohl aus finanziellen Gründen nur eine gewöhnliche Renovation hätte realisiert werden können.



vorher



nachher

### Das Gebäude in altem Zustand

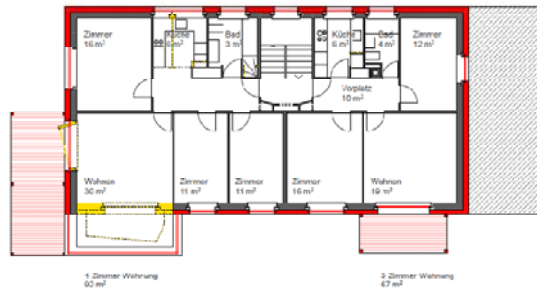
Die Grundrisse sind ganz einfach aufgebaut: gegen Südosten die Haupträume, gegen Nordwesten die Nebenräume. Installations- und schalltechnisch perfekt. Nur die Grösse der Wohnungen entspricht nicht mehr den heutigen Bedürfnissen. War 1954 eine Wohnung mit 4 Zimmern und 82 m<sup>2</sup> Wohnfläche für eine Familie genügend gross, so werden heute mindestens 100 m<sup>2</sup> erwartet.

Die Bausubstanz ist technisch und statisch einwandfrei. Die Längsfassaden und die Mittelwand bilden die Tragstruktur. Die Aussenwände, ein Massivmauerwerk ohne Kerndämmung, messen 32 cm, der mineralische Verputz ist schadenfrei. Zwischen den Geschossen liegen gut bewehrte Betondecken. Das Dach ist als sehr leichte Holzkonstruktion ausgeführt.

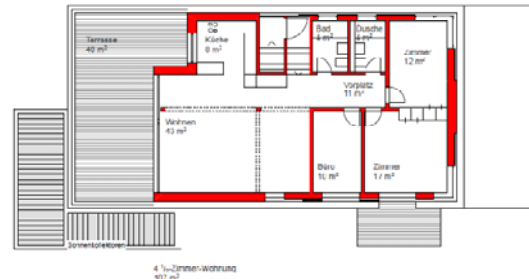
### Mehrwert für Eigentümer und Bewohner

Wo lässt sich ein Mehrwert finden, ein Zusatznutzen für Eigentümer und Mieter? Dies ist die Ausgangsfrage jeder Renovation, der tiefgreifenden sowieso. Die Wohnräume der 4-Zimmer Wohnungen konnten von 18 m<sup>2</sup> auf 30 m<sup>2</sup> vergrössert werden und ermöglichen dank den grosszügigen Verglasungen ein modernes Wohngefühl. Zusätzliche, gedeckte Terrassen nach Süden zur Aussichtsseite bilden im Sommer einen zusätzlichen Raum. Die Aufstockung einer Attikawohnung steigert den Gebäudewert wesentlich und die Mieteinnahmen decken einen weit überproportionalen Teil der Umbaukosten. Die neue Wohnfläche beträgt 517 m<sup>2</sup> und ist damit 36% grösser als vorher. Die energetische Wende hängt eindeutig mit der Ausschöpfung des Ausnutzungspotentials zusammen. Nur so können die bestehenden Wohnungen finanziell entlastet werden und die bisherigen Mieter können im Haus bleiben. Der Mehrwert trägt somit

nicht nur zur ökonomischen, sondern auch zur sozialen Nachhaltigkeit des Umbaus bei. Das Gebäude erfährt damit eine langfristige Werterhaltung.



Obergeschoss



Attikageschoss

Die ökologischen und energetischen Überlegungen der Bauherrschaft zur nachhaltigen Gestaltung des Umbaus waren zwar der Auslöser, fließen aber erst in zweiter Linie in die Planung ein: es sind hier die klassischen Prinzipien des solaren, energieeffizienten Bauens:

**Minimierung der Wärmeverluste:** Die neuen Bauteile in vorfabrizierter Holzbauweise erreichen u-Werte um 0,1 W/m<sup>2</sup>K. Zudem macht die Aufstockung das Volumen kompakter und verursacht – in Leichtbauweise ausgeführt - keine statischen Probleme. Die bestehende Aussenhülle wird rundum mit 25 - 28cm Zellulosedämmung eingepackt (inklusive der Hohlraum unter der nicht unterkellerten Wohnung im Parterre).

**Maximierung der solaren Gewinne:** Die Fensterflächen an der Südostfassade werden markant vergrössert, an der Nordwestfassade hingegen leicht reduziert. Die Ausrichtung nach Süden wird betont, die passiv-solaren Gewinne damit erhöht. Die Fensterebene ist nach aussen verschoben, um den äusseren Eindruck in etwa beizubehalten. Im Innern entstehen dagegen tiefe Fensternischen, was die Bewohner als Mehrwert empfinden. Es sind normale Holzfenster eingesetzt, wobei der Rahmen möglichst gut überdämmt wird.

**Neuste Gebäudetechnik:** Um in der sehr ruhigen Umgebung keinen störenden Lärm zu erzeugen, wird anstelle einer grundsätzlich möglichen Luft/Wasser-Wärmepumpe eine Erdsonden-Wärmepumpe eingesetzt. 12 m<sup>2</sup> Vakuumröhren – Sonnenkollektoren über dem Balkonvorbau unterstützen die Wärmepumpe. Die fünf bestehenden Wohnungen werden von einer gemeinsamen Lüftungsanlage mit Frischluft versorgt, während die Attikawohnung über ein eigenes Gerät verfügt. Das Haus weist sehr wenig Kellerfläche auf, für die technischen Installationen muss zusätzlicher Platz geschaffen werden. Überlegungen zu Baukosten und grauer Energie lassen einen hangseitigen Schopf gegenüber einem unterirdischen Keller vorteilhafter erscheinen.



Lüftungskanäle in Fassade und Elementierung



**Elementierte Fassade:** Im Rahmen des Empa-Projektes „Advanced Energy Efficient Renovation of Buildings“ werden nicht nur die Bauteile zur Erweiterung des Gebäudes vorgefertigt, sondern auch Fassadenelemente, die anstelle einer Kompaktfassade eingesetzt werden. In diese grossformatigen Elemente in Holzbauweise werden die Lüftungsleitungen und teilweise die Fenster schon in der Werkstatt eingebaut. Wegen der grossen Unebenheiten der bestehenden Fassade müssen die Elemente vor Ort mit Zellulosedämmung ausgeblasen werden anstatt sie vorgängig mit Mineralwollmatten auszdämmen. Die Fugen zwischen Bestand und den neuen Elementen werden luftdicht abgeklebt. Diese Methode erlaubt eine Verkürzung der Bauzeit und bei perfektem Bauablauf auch einen Umbau in bewohntem Zustand. In diesem Fall stand das Haus wegen Mieterwechsel drei Monate leer, der Umbau dauerte insgesamt circa fünf Monate.

**Energiebilanz:** Der Umbau erreicht trotz dem nicht sehr kompakten Volumen und dem hohen Glasanteil im Wohnraum den Minergie-P-Standard. Der gewichtete Energiebedarf für Heizung/Warmwasser beträgt noch 26 kWh/m<sup>2</sup>a und konnte um 83% gesenkt werden. Dank der auf dem obersten Dach vollflächig installierten, aber nur aus der Luft sichtbaren Photovoltaikanlage wird das Haus zu einem bilanzierten Nullheizenergiegebäude. Finanziell handelt es sich um eine Solarstrombörsenanlage des EWZ. Das Gebäude mit sechs Wohnungen benötigt in der Jahresbilanz nur so viel von aussen zugeführte Energie wie es selbst zu erzeugen vermag.

**Graue Energie:** Die Reduktion der Betriebsenergie darf nicht für sich allein betrachtet werden. Die beim Umbau eingesetzte graue Energie ist genauso wichtig und ist detailliert berechnet worden. Trotz der weitgehenden Eingriffe wird die energetische Rückzahldauer der Totalerneuerung weniger als 15 Jahre betragen. Das Gebäude als Ganzes ist neuwertig und kann wieder einer Lebensdauer von rund 80 Jahren entgegensehen.

**Kosten:** In das Gebäude wird die beachtliche Summe von 1'830'000 CHF investiert, doch ist die finanzielle Verteilung sehr ungleich. Der Neubau der Attikawohnung rechtfertigt aufgrund seiner Lagequalität Kosten von rund 1'100'000 CHF, so dass auf die bestehenden Wohnungen nur noch je rund 150'000 CHF entfallen.



Attikawohnung



Südostfassade

## Fazit

Die beiden Beispiele zeigen, dass vor den energetischen und bautechnischen Problemen die rechtlichen und ökonomischen Aspekte beleuchtet werden müssen. Diese sind in der Entscheidungsfindung für die strategische Entwicklung einer Liegenschaft wesentlich wichtiger. Bei einer richtigen Erneuerungsstrategie lassen sich Wege finden, um eine drastische Senkung des Energiebedarfs eines Gebäudes mit einem vernünftigen Aufwand an grauer Energie zu realisieren und dabei den Wohnwert gleichzeitig zu erhöhen.

