

Das 107-Jährige Mehrfamilienhaus an der Magnusstrasse 23 im Kreis 4, in Zürich, war in einem sehr schlechten Zustand (Dachstock baufällig, veraltete Haus-technikinstallationen, Heizung mittels Einzelöl- und Elektroöfen, einfach verglaste Fenster) und musste deshalb einer Gesamtsanierung unterzogen werden. Die Strassenfassade muss denkmalpflegerische Anforderungen erfüllen. Das Näherbaurecht beschränkte die wärmetechnischen Massnahmen auf der Hofseite.



Magnusstrasse 23, Zürich nach erfolgter Sanierung

Für die Sanierung setzte man unter anderem folgende Schwerpunkte:

- Der Energiebedarf für Heizung und Warmwasser soll 5 mal tiefer liegen als der gesetzliche Wert.
- Die Umweltbelastung durch nicht erneuerbare Energie soll im Vergleich zum ursprünglichen Zustand um den Faktor 10 reduziert werden.
- Die gesamte Sanierung soll in einer kurzen Bauzeit von 8 – 10 Wochen realisiert werden.
- Die ökologischen Kriterien sollen anhand der Publikation SIA D 0122 "Ökologische Aspekte des Bauens" umgesetzt werden.

Vorgehen

Ganz im Sinne der Bauökologie sollte so viel als möglich der bestehenden Bau-substanz erhalten bleiben. Die bestehenden Zimmertüren, Tüzzargen

und Brusttärer konnten wieder in Stand gestellt und neu gestrichen werden. Das Dachgeschoss hingegen wurde neu aufgerichtet.

Konstruktion

Die Form des Hauses weist ein günstiges Verhältnis von Oberfläche zu Energiebezugsfläche auf ($A/EBF = 1.24$). Die Gebäudehülle wurde wärmetechnisch überdurchschnittlich verbessert: Die Dicke der Wärmedämmungen liegt zwischen 16 und 40 cm. Rund 70 % der Gebäudehülle weist daher einen U-Wert von durchschnittlich $0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf. Die Strassenfassade durfte aufgrund denkmalpflegerischer Auflagen nur minimal verändert werden. Daher wurden aussen und innen je nur 3 cm Wärmedämmung angebracht und ein U-Wert von $0.43 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreicht. Die Fenster weisen einen U-Wert von $0.75 \text{ W/m}^2\text{K}$ (U-Wert Glas $0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$) auf.

Sämtliche Konstruktionen sind mit qualitativ hochwertigen Materialien erstellt worden, um eine möglichst hohe Lebensdauer zu erzielen.

Der neue Dachstuhl ist in drei Elementen erstellt. Die Haupttragkonstruktion besteht aus zwei Stahlprofilen je Element, versteift mit Holzbalken. Die Felder sind mit 40 cm Mineralwolle, in drei Lagen, ausgefacht.

Haustechnikkonzept

Die benötigte Energie für Heizung und Warmwasser soll möglichst mit erneuer-

barer Energie abgedeckt werden und wird in einem Speicher ($2'600 \text{ l}$) von der Sonnenkollektoranlage (15.5 m^2 Fläche) und einer Luft/Wasser-Wärmepumpe bereitgestellt.

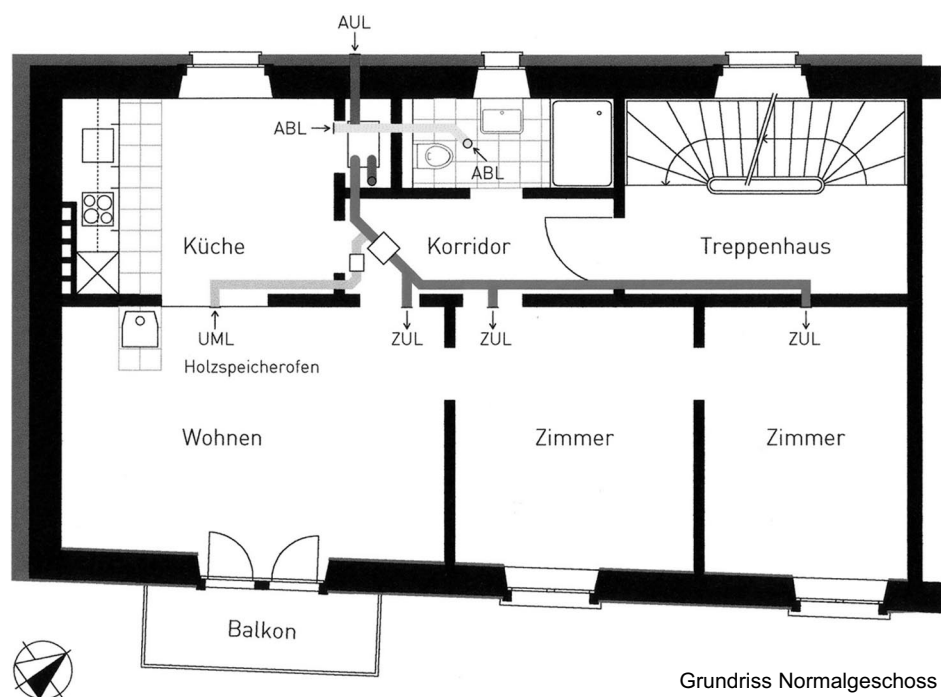
Die Wärmeverteilung erfolgt über die Wohnungslüftung mit Warmluft. Jede Wohnung hat ihr eigenes Lüftungsgerät. Sinkt die Aussentemperatur tiefer als -2°C , reicht die Warmluftheizung im Normalfall nicht mehr aus. Das Defizit muss mit den Holzspeicheröfen abgedeckt werden.

Messprojekt

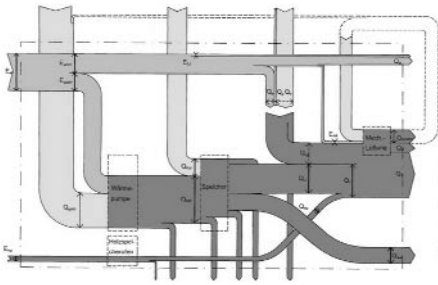
Das P+D-Projekt soll diverse Aspekte der Sanierung beurteilen und dauerte vom 1. Juli 2001 bis 30. Juni 2003. Innerhalb des Projektes sind energetische Messungen, eine Luftdichtigkeitsmessung und eine Beurteilung der Lüftungswirksamkeit vorgenommen worden. Zudem wurde eine Befragung der Bewohner durchgeführt.

Ziel der Auswertung ist es, Schwachstellen im Gebäude und beim Haustechniksystem erkennen und für spätere Objekte verbessern zu können. Weiter stellte sich die Frage, ob eine Sanierung aus Sicht der Grauen Energie sinnvoller ist als ein Abbruch und Neubau. Bezüglich der Konstruktionen sollen Baumängel aufgedeckt und Lösungsstrategien entwickelt werden.

Die Resultate der Untersuchung werden mit den Anforderungen nach Minergie-P verglichen.



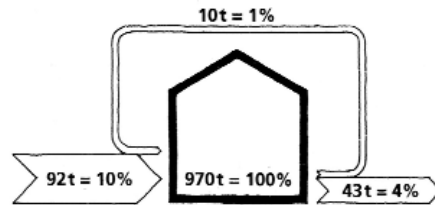
Grundriss Normalgeschoss



Dank der gut gedämmten Hülle konnte der benötigte Energiebedarf für Heizung und Warmwasser gegenüber dem gesetzlich vorgeschriebenen Wert 3 mal verringert werden.

Rund 60 % der benötigten Energie für Heizung und Warmwasser können durch Wärmepumpe und Solarkollektoren aus der Umgebungswärme, resp. durch die Sonne gewonnen werden.

Die gewichtete Energiekennzahl für Wärme und Haushaltstrom der Liegenschaft beträgt vor der Sanierung rund 2064 MJ/m²EBFa. Heute ist sie noch 225 MJ/m²EBFa. Das heisst die Umweltbelastung ist nach der Sanierung um den **Faktor 9** kleiner geworden.



Von der gesamten Bausubstanz von rund 970 Tonnen wurden 4 % entsorgt und nur 10 % neu eingebaut. Etwa 10 t (1%) konnte wiederverwendet werden.

Die in den neuen Materialien steckende Graue Energie liegt bei 1890 MJ/m²EBF. Bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von 31.7 Jahren entspricht dies 59.7 MJ/m²EBFa.

Durch die Senkung des Heizenergiebedarfes können jährlich 340 MJ/m²EBF eingespart werden. Dem gegenüber stehen Aufwendungen von 537 MJ/m²EBF für Wärmedämmung und Fenster. Innerhalb nur 1.6 Jahre ist dieser Aufwand an Grauer Energie amortisiert.

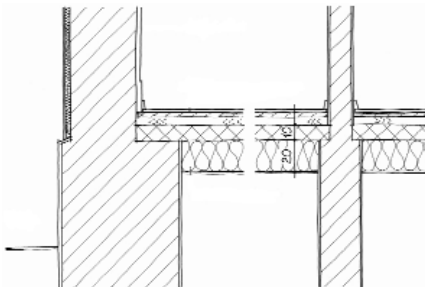
Die ökologische Gesamtbilanz für die Sanierung fällt besser aus, als für einen Abbruch und anschliessenden Neubau.



Die gemessenen Luftvolumenströme der einzelnen Wohnungslüftungsgeräte entsprechen in etwa den Planungswerten. Im Normalbetrieb wird ein Luftwechsel von 0.5 h⁻¹ erreicht.

Für den Betrieb des Holzspeicherofens musste die Lüftungsanlage auf einen Überdruck eingestellt werden. Dadurch verringert sich jedoch der Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung.

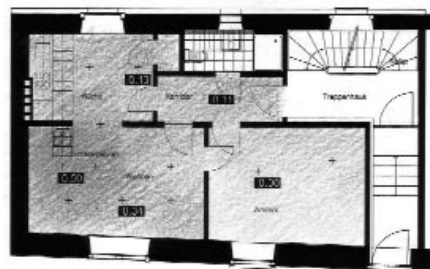
Die eingebaute Umluftmöglichkeit erwies sich als problematisch. Durch entgegengesetzt laufende Ventilatoren verringert sich der Aussenluftanteil um etwa einen Drittel; der gewünschte Aussenluftwechsel kann nicht mehr gewährleistet werden. Hinzu kommen Probleme durch die starke Geräuscentwicklung des Umluftventilators.



Im Rahmen der denkmalpflegerischen Auflagen wurde der Wärmedämmung grösste Beachtung geschenkt. Die Wärmebrücken an den Fensteranschlüssen sind so weit als möglich verringert worden. Die neuen Dachelemente weisen mit bis zu 40 cm die grössten Dämmstärken auf.

Einzig die Wärmebrücken über die Kellerwände und den Gebäudesockel im Erdgeschoss wurden unterschätzt. Die Aussenwand weist dort deutlich tiefere Oberflächentemperaturen auf als in den oberen Geschossen. Durch eine Innenwärmedämmung auch hinter dem Brusttäger hätte dem entgegengewirkt werden können.

Im weiteren besitzt die Kellerdecke keine genügende Luftdichtigkeit.



Bei Aussentemperaturen bis -2° C ist der thermische Komfort in den Wohnungen ohne Zusatzheizung gut. Einzig in der Erdgeschosswohnung ist der Einsatz des Holzspeicherofens früher nötig. Durch unterschiedliche Türstellungen können die Räume verschieden stark aufgeheizt werden.

Der Holzspeicherofen wirkt nach dem Einfeuern noch über 10 Stunden als "Heizkörper".

Die Oberflächentemperaturen der Aussenwände liegen in den Normalgeschossen auch auf der minimal gedämmten Strassenseite nicht mehr als 1.5 Kelvin unter der Raumlufttemperatur.



Die Raumtemperaturen wurden durch die Bewohner im Sommer wie auch im Winter (unter Einbezug des Holzspeicherofens) als angenehm empfunden. Die eher zu trockene Luft im Winter bemängeln die meisten. Durch entsprechende Massnahmen konnte die jeweilige Situation verbessert werden.

Die Beurteilung der Raumluftqualität fällt günstig aus. Akustische Belästigungen treten von aussen kaum mehr auf, gelegentlich von Seiten des Treppenhauses. Unangenehm sind erhöhte Schallpegel beim Betrieb der Umluftventilatoren.

Gesamthaft schätzen die Bewohner den nach ökologischen Regeln konzipierten Bau und haben hohe Akzeptanz für das zur Verfügung stehende Heiz-/Lüftungssystem.