

Komplettsanierung eines Mehrfamilienhauses zum 3-Liter-Haus




In der Mannheimer Gartenstadt wurde im Rahmen einer Sanierung ein zweigeschossiges Wohngebäude aus den 1930er Jahren an zeitgemäße und moderne Wohnverhältnissen angepasst. 12 attraktive Maisonette-Wohnungen entstanden aus ehemals 24 kleinen Wohneinheiten. Das massive Gebäude mit Satteldach erhielt eine sehr gute Wärmedämmung der Gebäudehülle. Bei dem Projekt wurden fünf verschiedene Anlagenvarianten zur Beheizung und Lüftung des Gebäudes erprobt. Standardmäßig erhielt jede Wohnung ein zentrales Lüftungsgerät. Die Wohnungen werden zum Teil ausschließlich über die Lüftungsanlage mit unterschiedlich komfortabler Temperaturregelung sowie über Heizkörper oder über Kapillarrohrmatten in den Zimmerdecken temperiert. Die Heizenergie wird über ein Blockheizkraftwerk bereitgestellt.



Gebäude nach der Sanierung
© GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH

Gebäudesteckbrief

Projektstatus	 Optimiert
Standort	Freyastr. 42-52, 68305 Mannheim-Gartenstadt, Baden-Württemberg
Baujahr	1931
Saniert	2004
Bauherr	GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH
Bruttogrundfläche	1.353 m ²
Bruttorauminhalt	6.560 m ³
Beheizte Wohnfläche	1.150 m ²
Nutzfläche (nach EnEV)	2.099 m ²
A/V vor Sanierung	0,50 m ² /m ³
A/V nach Sanierung	0,50 m ² /m ³
Schwerpunkte	Wärmeschutz, Verglasung + Fenster, Lüftung + WRG, Regenerative + passive Kühlung, Thermisch aktivierte Bauteilsysteme, Kraft-Wärme-Kopplung, Wärme-/Kälte-Verbund

Projektbeschreibung

Das Forschungsvorhaben 3-Liter-Wohnhaus in Mannheim wurde 2004 von der GBG Mannheim durchgeführt. Ziel war eine exemplarische Modernisierung eines Altbaus aus dem Gebäudebestand der Wohnungsbaugesellschaft zum 3-Liter-Haus. Das entspricht einem jährlichen Primärenergiebedarf für die Heizwärme von 34 kWh/m²a bzw. 3-Liter-Heizöl pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr. Der Energiebedarf ist damit deutlich niedriger als der für Neubauten vorgeschriebene Standard nach der damaligen Energieeinsparverordnung (EnEV).

Die ungedämmten Außenwände, bestehend aus Vollziegelmauerwerk, waren ebenso wie die vollständige und nicht gedämmte Unterkellerung des Gebäudes ausschlaggebend für die großen Wärmeverluste. Die Wohnungen verfügten nur über Einzelöfen, welche über Öl, Gas oder Kohle beheizt wurden. Somit lag kein ermittelter Heizwärmeverbrauch vor, da die Brennstoffbeschaffung in der Hand der jeweiligen Mieter lag. Das Brauchwasser wurde über Gasdurchlauferhitzer oder Kohlebadeöfen erwärmt. Die Lüftung erfolgte ausschließlich über die Fenster.

Die Wohnungs- und Zimmergrößen wurden den zeitgemäßen Anforderungen an Wohnungsgrößen angepasst, um die Vermietbarkeit der Wohnungen zu verbessern. Zu diesem Zweck wurden zwei übereinander liegende Wohnungen zu einer Maisonette-Wohnung zusammengelegt.

Gebäudekonzept / Sanierungskonzept

3-Liter-Häuser erfordern eine gute Wärmedämmung und eine ausreichend luftdichte Gebäudehülle. Gedämmt wurde mit Polystyrol-Hartschaumplatten, an der Außenseite der Längswände mit 20 cm und an den Giebelwänden mit 25 cm dicken Dämmplatten. Alle Fenster wurden gegen hochwertige Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung ausgetauscht. Der Dachstuhl wurde komplett erneuert und mit einer

Zwischen- und Aufsparrendämmung von insgesamt 36 cm versehen.

Neben den baulichen Sanierungsmaßnahmen beruht das Konzept des 3-Liter-Hauses in Mannheim vor allem auf dem Einsatz verschiedener Anlagensysteme zur Belüftung und Beheizung der Wohnungen. Der Vergleich von 5 Varianten sollte für die Wohnungsbaugesellschaft Erkenntnisse darüber liefern, mit welchem System sich das höchste Maß an Komfort und Behaglichkeit bzw. der geringste Energiebedarf erreichen lässt.

Energiekonzept

Um den angestrebten Primärenergiebedarf zu erreichen, musste ein entsprechend effizientes System zur Wärmeerzeugung ausgewählt werden. Hierbei spielt die primärenergetische Bewertung eine große Rolle. Da bei der Koppelproduktion von Wärme und Strom ein hoher Wirkungsgrad erzielt wird, findet ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Stirlingmotor in der Nahwärmezentrale des Nachbargebäudes Verwendung. Selbst beim Einsatz eines fossilen Energieträgers wird der Primärenergiefaktor mit 0,7 angenommen. Diese gute primärenergetische Bewertung entsteht unter der Berücksichtigung der zusätzlichen Stromproduktion. Der vom BHKW erzeugte Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist. Ein Wärmespeicher nimmt die momentan nicht benötigte Wärme auf. Wird in Spitzenlastzeiten mehr Wärme benötigt, als das BHKW und der Speicher liefern, sorgt ein Gasbrennwertkessel für eine ausreichende Leistungszufuhr.

Für die Lüftung wurden fünf verschiedene Systemvarianten eingesetzt und über einen Zeitraum von zwei Jahren erfolgte die messtechnische Begleitung und Auswertung. Allen Varianten gemeinsam ist die Belüftung über ein zentrales Wohnungslüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung (WRG) im Dachgeschoss sowie ein Heizkörper im Bad.

Variante 1: Luftheizung Standard

Über ein zentrales Wohnungslüftungsgerät wird die Wohnung beheizt und belüftet. Die Gesamtluftmenge ist in drei Stufen regelbar, die Temperatur kann variabel für eine Wohnung gesteuert werden. Im Heizfall wird dem Luftsystem über einen zentralen Nacherwärmer Wärme zugeführt. Die Lüftungsanlage ist im Winter in Betrieb und wird im Sommer abgeschaltet. Die Wohnungen müssen dann über die Fenster belüftet werden. Es handelt sich um eine einfache Anlage, wie sie häufig in Passivhäusern eingesetzt wird.

Variante 2: Luftheizung EG/OG

Im Unterschied zu Variante 1 sind jeweils separate Nacherwärmer für Erdgeschoss und Obergeschoss installiert, so dass ein jeweils unterschiedliches Temperaturniveau eingestellt werden kann.

Variante 3: Luftheizung Komfort

Im Unterschied zu Variante 1 und 2 kann in jedem Raum sowohl die Luftmenge als auch die Temperatur individuell geregelt werden.

Variante 4: Luftheizung und Heizkörper

Neben der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Nacherwärmer ist ein komplementäres System zur Heizung der Räume vorgesehen. Die Einzelraumregelung ermöglicht es jedem Raum die Wärme zuzuführen, die er zur Bedarfsdeckung benötigt.

Variante 5: Luftheizung und Kapillarrohrmatten

Analog zu Variante 4 ist zusätzlich zur Lüftungsanlage ein komplementäres System zur Beheizung der Räume vorgesehen. Verwendet wird ein System aus Kapillarrohrmatten, die oberflächennah in den Zimmerdecken angeordnet sind. Neben der Zufuhr von Wärme im Heizfall werden diese Systeme zur Lastabfuhr im Kühlfall eingesetzt. Die Kälte wird mithilfe eines Erdkolektors, der in 1,2 m Tiefe im Garten verlegt wurde, dem Erdreich entnommen.

Performance

Die Auswertung der Messdaten und Umfragen zeigt, dass mit der Ein- oder Zweizonenregelung keine bedarfsgerechte Beheizung der Wohnräume möglich ist. Die Mieter bemängelten während der Heizperiode bei den Varianten 1 und 2 zu hohe Temperaturen im Obergeschoss. In den Wohnungen mit reiner Luftheizung wird von den Mietern außerdem die lange Aufheizzeit kritisiert. Mit der Luftqualität waren die Mieter während des Betriebs der Lüftungsanlage im Winter sehr zufrieden. Dies ist sicher ein Grund für die allgemein hohe Akzeptanz der neuen Anlagentechnik. Ein Vergleich der Energieverbräuche in Wohnungen mit gleichen Systemvarianten zeigt den großen Einfluss des Nutzers auf den Energiebedarf hochgedämmter Gebäude. Teilweise sind die Unterschiede der Heizwärmeverbräuche zwischen Wohnungen mit der gleichen Systemvariante sogar größer als zwischen den Wohnungen mit unterschiedlichen Systemvarianten.

Optimierungsmaßnahmen und –möglichkeiten

Der Vergleich der Temperaturverläufe in Wohnungen mit und ohne Kühlung zeigt, dass die Raumtemperaturen teilweise um 7 Kelvin variieren. Die Raumtemperaturen in den Wohnungen der Variante 5 liegen im Vergleich aller Wohnungen im unteren Bereich. Die Kühlung über die Erdkolektoren funktioniert gut. Allerdings gibt es Wohnungen ohne Kühlung, deren Raumtemperaturen niedriger liegen als in den gekühlten Räumen. Dies offenbart den großen Einfluss des Nutzerverhaltens auf die sommerliche Raumtemperatur. Für eine gute

sommerliche Behaglichkeit ist es wichtig, dass nur in der Nacht gelüftet wird, und am Tag der außenliegende Sonnenschutz eingesetzt wird.

Die Wirkung der Nachtlüftung kann im Sommer gesteigert werden, indem der Abluftventilator eingeschaltet wird, was die Luftwechselrate erhöht. Diese Möglichkeit wurde von den Bewohnern nicht genutzt, obwohl ihnen die Funktion häufiger erklärt wurde. Als zusätzliche Maßnahme wäre es denkbar, die Funktion zu automatisieren.

Baukosten und Wirtschaftlichkeit

Die Baukosten für das 3-Liter-Haus liegen – nach DIN 276 Kostengruppe 300/400 - bei 2.000 €/m² Wohnfläche. Diese vergleichsweise hohen Kosten sind hauptsächlich auf die massiven Eingriffe in die Bausubstanz zur Neugestaltung der Wohnungen zurückzuführen.

In den Baukosten sind die Mehrkosten für den 3-Liter-Haus-Standard gegenüber der entsprechenden EnEV-Ausführung in Höhe von rund 600 €/m² Wohnfläche enthalten. Diese Mehrkosten teilen sich auf in 440 €/m² für die Lüftungstechnik und 160 €/m² für die optimierte Wärmedämmung.

Die Investitionen für die geförderten Sondertechniken wie Kapillarrohrmatten und Erdkollektoren sind in diesen Mehrkosten nicht enthalten.

Energiekennzahlen

Energiekennzahlen nach EnEV (in kWh/m ² a)	vor Sanierung	nach Sanierung
Heizwärmebedarf	210,00	21,60
Primärenergie gesamt	389,10	34,00
Gemessene Energiekennwerte (in kWh/m ² a)	vor Sanierung	nach Sanierung
Endenergie Wärme		29,80
Primärenergie Wärme		20,90
Primärenergie gesamt		54,80
Endenergie Heizung		29,80
Endenergie TWW		18,00
Strom Lüftungsanlage/Regelung		3,40
Primärenergie Heizung		20,90
Primärenergie Heizung und Hilfsstrom		32,00
Primärenergie TWW		19,80
Primärenergie gesamt		54,80

Verbrauchswerte aus dem Jahr 2005 bezogen auf die beheizte Wohnfläche

Kosten für die Sanierung

Sanierungskosten in €/m ²	
Erhöhter Wärmeschutzstandard	135
Mehrkosten Lüftungstechnik und Sondertechniken (Kapillarrohrmatten, Erdkollektoren)	370

Hierbei handelt es sich um eine/n Kostenberechnung

 **Projektinfo von BINE Informationsdienst**

 Abschlussbericht 3-Liter-Haus Mannheim (PDF, 3.3 MB)