



Energetische Sanierung

## Wohnanlage peilt CO<sub>2</sub>-neutrale Versorgung an

0327400L

**Themen:**

Sanierung von Siedlungen, Dezentrale Energieerzeugung, Betriebsführung & Energiemanagement, Solare Wärme, Betriebsoptimierung

**Innovation:**

Gasmotor-Wärmepumpe mit Grundwasser als Wärmequelle und anodische Oxidation als Legionellenschutz unterstützen Niedrig-Exergie-Konzept. Dezentrale Heizungspumpen schaffen hydraulischen Abgleich.

**Schlagworte:** Heizungspumpe Wärmepumpe Niedrig-Exergie-Konzept

### Quintessenz

- Prototyp einer Gasmotor-Wärmepumpe im Projekt getestet
- Fassadendämmung mit Vakuumisulationspaneelen sowie Resol-Hartschaumplatten erreicht sehr guten Wärmeschutz
- CO<sub>2</sub>-neutrale Energieversorgung aufgrund von Problemen der Wärmepumpe nicht erreicht
- Dezentrale Heizungspumpen regeln die raumweise Beheizung bedarfsgerecht
- Vakuumröhrenkollektoren übernehmen 20 % der Trinkwassererwärmung

Ein richtungsweisendes Projekt zur Sanierung einer Wohnanlage ist die Siedlung Lilienstraße Nord in München-Haidhausen. Die Gebäude aus den 1950er Jahren wurden aufgestockt, der Wärmeschutz erheblich verbessert. In Verbindung mit der Nutzung Erneuerbarer Energien sollte die Energieversorgung CO<sub>2</sub>-neutral werden. Weil die Wohnanlage nicht mit Fernwärme versorgt werden kann, entschied sich die Eigentümerin GWG für

den Einsatz einer Gasmotor-Wärmepumpe samt Gasbrennwert-Spitzenlastkessel sowie für eine solarthermische Anlage. Die Sanierung des typischen Nachkriegsquartiers ist mittlerweile abgeschlossen.

## Projektkontext

Die 1955 gebaute und inzwischen sanierungsbedürftige Wohnanlage im Münchner Stadtteil Haidhausen/Au umfasst vier 3- bzw. 5-geschossige Gebäude mit Kellergeschoss und nicht ausgebautem Dachgeschoss. Die 149 bestehenden Wohnungen mit zwei, drei und vier Zimmern weisen Wohnflächen zwischen 40 m<sup>2</sup> und 65 m<sup>2</sup> auf.

Die Bestandswohnungen waren bis zur geplanten Sanierung mit Einzelöfen beheizt - befeuert mit Kohle oder Gas. In manchen Wohnungen befanden sich Elektroheizgeräte; einige Wohnungen waren auch mit Gasetagenheizungen ausgestattet. Das Brauchwasser wurde dezentral und überwiegend mit Gasdurchlauferhitzern erwärmt.

## Forschungsfokus

Die GWG Städtische Wohnungsgesellschaft München hat unter Beteiligung des Architekturbüros Stocker sowie Ebert Ingenieuren und des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (IBP) ein energetisches Sanierungskonzept für eine Wohnanlage aus den 50er Jahren entwickelt.

Ziel war eine Sanierung der Wohnanlage auf einen Primärenergiebedarf für Beheizung und Trinkwarmwassererwärmung, der mindestens 50% unter dem gemäß Energieeinsparverordnung EnEV2007 zulässigen Wert eines Neubaus liegt. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des verbleibenden Endenergiebedarfs sollte durch regenerative Stromerzeugung in der Weise vor Ort kompensiert werden, dass über ein Jahr betrachtet keine CO<sub>2</sub>-Emissionen freigesetzt werden.

## Konzept

### Gebäudekonzept

Die zum großen Teil einseitig orientierten Kleinwohnungen mit gefangenen Räumen wurden zu größeren Wohnungen zusammengelegt. Es erfolgte die Neuorganisation der Grundrisse, der Anbau von Balkonen und die barrierefreie Erschließung mit Aufzügen. Die Gebäude wurden jeweils um ein Geschoss aufgestockt. Zusätzlich wurden im Innenhof eine Tiefgarage sowie eine Heizzentrale gebaut. Über der TG-Abfahrt entstand ein Neubau. Die Gesamtzahl der Wohnungen reduzierte sich samt Neubaumaßnahmen von 149 auf 140.

Die Außenwände erhielten ein Dämmsystem aus Resol-Hartschaum (WLG 022). Die der Straßenseite zugewandten Fassaden wurden mit Vakuumisoliationspaneelen (VIP) gedämmt. Es handelt sich um ein zweilagiges überdeckendes System, das so genannte VIP-Lock-System, welches die anwendungsspezifischen Probleme beim Einsatz eines VIP-Panels bestmöglich löst. Die Fenster wurden 3-fach wärmeschutzverglast in hocheffizienten Rahmen ausgeführt, die Kellerdecken durch im Estrich der Erdgeschosse eingelegte Vakuumdämmpaneele gedämmt. Die Hälfte der Wohnungen wird ausschließlich über die Fenster belüftet. In den übrigen sind, um einer zwischenzeitlichen Änderung der DIN 1946 Teil 6 Rechnung zu tragen, Abluftventilatoren im Bad bzw. WC eingebaut.

### Energiekonzept

Die Wärmeerzeugung erfolgt über eine grundwassergekoppelte Gasmotor-Wärmepumpe kombiniert mit einem Gasbrennwertkessel für die Spitzenlast sowie mit einer solarthermischen Anlage. Siebzig Prozent der Wärmeerzeugung sollte die Wärmepumpe abdecken.

Der Wärmepumpentyp zeichnet sich dadurch aus, dass sich als Wärmequelle nicht nur das Grundwasser, sondern zusätzlich auch das Kühlwasser des Motors sowie die Abgaswärme über Wärmetauscher nutzen lassen. Dadurch liefert er gleichzeitig effizient Wärme auf zwei Temperaturniveaus: für die Niedertemperaturheizung und die Warmwasserbereitung. Ein großer Vorteil gegenüber herkömmlichen Wärmepumpen.

Drei in Reihe geschaltete Speichern puffern die erzeugte Wärme. Elektronisch geregelte Hocheffizienzpumpen transportieren das Heizwasser von der Heizzentrale in die Häuser. Ein dezentrales System regelt die raumweise Beheizung bedarfsgerecht: Am Rücklauf jedes Heizkörpers ist eine Mikropumpe installiert. Sie läuft nur, wenn im Raum Wärme benötigt wird. Ein Vorteil dieses Systems besteht darin, dass die Heizungsanlage so prinzipbedingt in jedem Betriebszustand hydraulisch abgeglichen ist. Fensterkontakte stellen die Pumpe ab, sobald ein Fenster geöffnet wird, um überhöhte Lüftungsverluste zu verhindern. Die gesamte Steuerung erfolgt durch Server.

Beim Trinkwarmwasser gewährleistet eine anodische Oxidation den erforderlichen Legionellenschutz ohne zusätzliche Temperaturerhöhung.

Zum Betrieb der Gebäudetechnik muss nicht nur die Energie in Form von Gas, sondern auch elektrischer Strom für den Pumpenbetrieb zugeführt werden. Diese Energie wird in nahezu gleicher Größenordnung (Primärenergie) durch die auf den restlichen Dachflächen (etwa 1.400 m<sup>2</sup>) verlegten Photovoltaik-Elemente gewonnen. Der erzeugte Strom wird in das Netz der Stadtwerke München GmbH eingespeist.

## Performance und Optimierung

Die Gasmotor-Wärmepumpe in Verbindung mit der Grundwassernutzung wurde für dieses Projekt eigens angefertigt. Voraussetzung für einen primärenergetisch sinnvollen Einsatz der Wärmepumpe waren möglichst niedrige Temperaturen auf der Heizwasserseite. Diese setzen einerseits einen niedrigen Heizwärmebedarf voraus - durch den inzwischen sehr guten baulichen Wärmeschutz der Gebäude. Andererseits waren dafür geeignete Wärmeübergabesysteme erforderlich. Aus regelungstechnischen Gründen waren Heizkörper vorgesehen. Nur in einem Gebäudebereich wurde auf etwa 10% der Gesamtfläche eine Fußbodenheizung umgesetzt.

Doch aufgrund des prototypischen Charakters des nicht marktverfügbaren Aggregats blieb die Leistung der Gasmotor-Wärmepumpe trotz erheblicher Anstrengungen im Projekt deutlich hinter den Erwartungen zurück. Zu Projektbeginn verursachte eine zu schwach ausgelegte Kupplung Probleme. Diese ließen sich durch die Anfertigung einer verstärkten Ausführung lösen. Trotzdem lief die Wärmepumpe danach nur halb so viel wie geplant. Das lag an einer zu hohen Heizwassertemperatur vor dem Verdichter. Die Ursache wurde erst Mitte 2015 gefunden: eine Rücklaufströmung vom Hochtemperaturspeicher zur Wärmepumpe, die sich durch den Einbau einer Rückschlagklappe beheben ließ. Doch nach wie vor gibt es technische Probleme an der Schnittstelle Ottomotor - Kupplung - Verdichter. Deshalb ist der Prototyp weiterhin störanfällig, verbunden mit hohem

Wartungsaufwand. Dadurch kann die Wärmepumpe nicht den angenommenen Anteil zur Wärmeerzeugung beitragen und auch die angestrebte CO<sub>2</sub>-Neutralität wurde nicht erreicht.

Thermodynamisch hat das Gerät überzeugt: Wenn die Wärmepumpe ordnungsgemäß lief, sparte sie sogar mehr Energie ein als vorher berechnet. Verglichen mit einem Brennwertkessel arbeitet die Gasmotor-Wärmepumpe in Bezug auf den Jahresnutzungsgrad um über 60% effizienter.

Die Anlage zur anodischen Oxidation läuft nur periodisch für wenige Stunden pro Tag. Dies genügt, um ein Anwachsen von Legionellen zu verhindern. Weil das System allerdings bisher nicht gelistet ist und das Umweltreferat der Stadt München es nicht anerkennt, muss die Wohnungsgesellschaft regelmäßig die in einem solchen Fall vorgeschriebenen Legionellenuntersuchungen durchführen. Dass die Technik funktioniert, zeigte sich nach einem zeitweisen Ausfall des Moduls und damit verbundenem Legionellenwachstum: Als das Gerät wieder lief, sank der Anteil der Legionellen ohne zusätzliche Aktivitäten wieder unter den zulässigen Höchstwert.

## Wirtschaftlichkeit

Aus wohnungswirtschaftlicher Sicht ist die Wirtschaftlichkeit der eingesetzten Haustechnik dann gegeben, wenn Serienprodukte mit Marktpreisen für vergleichbare Alternativen beschafft werden können. Dies trifft derzeit weder auf die Gasmotor-Wärmepumpe noch auf das Geniax-Heizungspumpensystem zu. Auch die anodische Oxidation wird erst bei sinkenden Preisen wirtschaftlich.

## Projektkennndaten

### Basisdaten zum Quartier

#### Flächengrößen/Maße

Bruttogrundfläche (nach DIN 277) - vorher 13.044 m<sup>2</sup>

Bruttogrundfläche (nach DIN 277) - nachher 16.428 m<sup>2</sup>

Flächen, aufgeschlüsselt nach Nutzungsart: vorher nachher

Wohnfläche insgesamt 6.513 m<sup>2</sup> 9.338 m<sup>2</sup>

Zahl der Wohneinheiten 149 WE 140 WE

GRZ (Grundflächenzahl) 0,47 GRZ 0,63 GRZ

GFZ (Geschossflächenzahl) 1,38 GFZ 2,03 GFZ

### Weitere Angaben

Angaben zur Nutzung, Bebauungsstruktur, Altersstruktur 1949-1957 Nachkriegsjahre, schlechter baulicher Zustand, starker Sanierungsbedarf, Reines Wohnen, Vermietung durch kommunale Wohnungsbaugesellschaft

Angaben zur Energieversorgung vor Sanierung: Einzelofen (Holz, Gas, Öl, Elektro), nach Sanierung: Zentralheizung mit Radiatoren (Gasmotorisch betriebene Kompressionswärmepumpe mit Grundwassernutzung)

## Energiekenndaten

	nachher / neu	vor Sanierung	Einheit
Summierte Energiebezugsfläche (Bruttogrundfläche oder Gebäudenutzfläche)	12.080	7.884	m <sup>2</sup>
Endenergiebedarf (Wärme, nach DIN V 18599)		268	kWh/m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf (Strom, nach DIN V 18599)		24,8	kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf (Wärme, nach DIN V 18599)		295	kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf (Strom, nach DIN V 18599)		66,9	kWh/m <sup>2</sup> a

## Links zum Projekt

TIB Hannover

**Projekt-Abschlussbericht "CO2-neutrale Energieversorgung der Wohnanlage Lilienstraße Nord in München"**

## Forschungsförderung

Das Informationssystem EnArgus bietet Angaben zur Forschungsförderung, so auch zu diesem

**Projekt**

## Infotipps zum Projekt

BINE-Projektinfo 09/2017

**Gasmotor-Wärmepumpe versorgt sanierte Wohnanlage**

## Kontakte zum Projekt

Träger der Maßnahme

 **GWG Städtische Wohnungsgesellschaft München mbH**

Letzte Aktualisierung: 8. April 2017