



Gebäude sanieren – Gründerzeithäuser

Abb. 1



- ▶ Heizenergieverbrauch über 70% reduziert
- ▶ EnSan-Gebäude: ca. 20% weniger Heizenergieverbrauch gegenüber Standard-Gebäude
- ▶ Sanierte Balkenköpfe im EnSan-Gebäude thermisch von der Außenwand getrennt
- ▶ Luftdichtheit bei Gründerzeithäusern sehr aufwendig zu realisieren

Die spiegelgleichen Haushälften vor und nach der Sanierung, linke Gebäudehälfte: Standard-Gebäude – saniert nach Hamburger Klimaschutzprogramm, rechte Gebäudehälfte: EnSan-Gebäude

In vielen Städten prägen noch heute Wohngebäude aus der Gründerzeit ganze Straßenzüge oder gar Stadtviertel. Diese Gründerzeithäuser, die um die Jahrhundertwende bis 1918 entstanden, sind die charakteristischste Gruppe der innerstädtischen Altbauten. Mittlerweile zählen diese Stadtquartiere oftmals zu den bevorzugten Wohnlagen. Großzügige Raumzuschnitte, hohe Geschossdecken und die reichhaltige Ausstattung der Häuser mit Stuck machen sie besonders begehrt. Das war nicht immer so. Zunächst war es üblich, die Gründerzeitarchitektur abzureißen und durch Neubauten zu ersetzen. Erst in den 1970er Jahren konnte der Abriss gestoppt werden und eine behutsame Sanierung der noch verbliebenen Bausubstanz begann. Viele der Gebäude stehen heute unter Denkmalschutz.

Typisch für die Gründerzeitarchitektur ist eine etwa vier- bis sechsgeschossige Blockrandbebauung mit reich dekorierten Fassaden. Auf der Hofseite ist die Fassade meist schmucklos. Charakteristisch sind Außenwände aus Mauerwerk, die sich vom Erdgeschoss zu den darüber liegenden Geschossen verjüngen. In den Obergeschossen befinden sich Holzbalkendecken und über dem Kellergeschoss meist Stahlträgerdecken. Teilweise sind Bäder in den Wohnungen vorhanden. Ursprünglich versorgten Einzelofenheizungen die Gebäude mit Wärme.

Der Heizwärmebedarf liegt nicht selten bei ca. 300 kWh/m²a. Die energetische Sanierung dieses Gebäudestandards wird in Hamburg an einem aus zwei baugleichen Gebäudeteilen bestehenden Gründerzeithaus exemplarisch durchgeführt. Ziel ist es, unterschiedliche Sanierungskonzepte zu realisieren, um diese hinsichtlich Effizienz und Kosten miteinander vergleichen zu können. Die Sanierung erfolgt nach zwei Standards, eine Haushälfte nach dem Hamburger Klimaschutzprogramm und die andere nach den Vorgaben des Forschungsbereichs „Energetische Verbesserung der Bausubstanz“ (EnSan), der Bestandteil des Förderkonzeptes Energieoptimiertes Bauen (EnOB) ist. Der berechnete Primärenergieverbrauch von ca. 315 kWh/m²a soll nach der Sanierung um mehr als 50% gesenkt werden. Besonderes Augenmerk des Forschungsvorhabens, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert wird, gilt der Entwicklung übertragbarer Lösungen zur Sanierung von Gründerzeithäusern. Gefragt sind beispielsweise die Innendämmung der Straßenfassade und neue Sanierungslösungen für Balkone und Balkenköpfe, um die Wärmeverluste zu reduzieren und Feuchteschäden zu vermeiden. Die Arbeiten sind mittlerweile abgeschlossen. Das Gebäude ist wieder bewohnt und war Gegenstand einer intensiven messtechnischen Untersuchung.

► Ausgangszustand

Das 1907 erstellte Gebäude besteht aus zwei grundrissgleichen Gebäudeteilen mit 4 Vollgeschossen und insgesamt 14 Wohnungen und vier Gewerbeeinheiten. Das Dachgeschoss ist teilweise ausgebaut. Die mit Stuckelementen verzierte Straßenfassade ist nach Westen orientiert und zeichnet sich durch die im ersten bis dritten Obergeschoss befindlichen auskragenden Balkone aus. Hinter dem Treppenhaus liegt ein nach oben offener Lichthof, über den einige Innenräume belichtet und belüftet werden (Abb. 2). Die Außenwände aus Ziegelmauerwerk verjüngen sich vom Erdgeschoss zu den darüber liegenden Geschossen (56 cm im Keller, 36 cm im 3. OG).

Geheizt wurde bisher in unterschiedlichen Weisen mit Einzelöfen für Holz, Kohle, Gas, Strom oder Gas-Etagenheizungen. Auch die Warmwasserbereitung erfolgte mit verschiedenen Systemen. Aus den vorhandenen Abrechnungsunterlagen konnte der Primärenergieverbrauch für Raumheizung und Trinkwassererwärmung mit 315 kWh/m²a ermittelt werden (Abb. 4).

Seit der Erstellung des Gebäudes wurden bis auf den Austausch weniger Fenster und einiger Elemente der Haustechnik keine energetischen Verbesserungen vorgenommen. Undichtheiten im Dachbereich, Feuchtigkeitsschäden an den Außenwänden, Schäden an den Holzbalkendecken sowie starker Rost an den tragenden Balkenelementen machten eine umfassende Sanierung notwendig.

Abb. 2: Grundriss des Obergeschosses nach der Sanierung. Der Lichtschacht wurde zum innenliegenden Bad umfunktioniert.

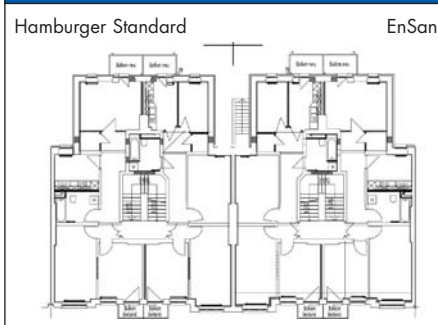


Abb. 3: Lichtschacht vor der Sanierung



Abb. 4: Ausgewählte Gebäudedaten

Baujahr	1907
Standort	Kleine Freiheit, Hamburg
Konstruktion	Massivbau
Wohn- und Nutzfläche (energetische Bezugsfläche)	
vor Sanierung	1.294 m ²
nach Sanierung	1.391 m ²
Fläche A _N vor Sanierung	1.836 m ²
Fläche A _N nach Sanierung	1.936 m ²
Beheiztes Gebäudevolumen vor Sanierung	5.739 m ³
Beheiztes Gebäudevolumen nach Sanierung	6.049 m ³
A/V-Verhältnis vor Sanierung	0,40 m ⁻¹
A/V-Verhältnis nach Sanierung	0,35 m ⁻¹
Primärenergieverbrauch bezogen auf A _N (berechnet)* vor Sanierung	315 kWh/m ² a
Heizung	247 kWh/m ² a
Trinkwassererwärmung	68 kWh/m ² a

* Der Stromverbrauch wurde dabei gemäß Gemis mit 2,8 multipliziert

Sanierung von Gründerzeithäusern

- Sanierungsschwerpunkte sind: die Erneuerung der Haustechnik, die Beseitigung von Feuchteschäden im Keller- und Sockelbereich, die Fassade, die Erneuerung der Dacheindeckung, die Verbesserung von Wärme- und Schallschutz sowie die Neugestaltung der Wohnungszuschnitte
- Besonderes Augenmerk ist auf die Sanierung der Decken und des Daches zu legen, da die Holzbalkendecken durch Schädlinge befallen sein können; bei den Trägern der Kellerdecke besteht Korrosionsgefahr, vor allem im nicht einsehbaren Bereich der Wandanschlüsse.
- Verbesserungen des Wärmeschutzes sind wegen des Erhalts der schützenswerten Fassade mit einer Innendämmung erzielbar. Die Rückfassade, das Dach und die Kellerdecke sind standardmäßig dämmbar.
- Aufwendige Ausstattungsdetails wie Stuck oder Kaminöfen können zu hohen Sanierungskosten führen.

► Sanierungskonzept

Nach einer umfangreichen Bestandsaufnahme entstand das Konzept, die spiegelgleichen Haushälften auf unterschiedlichem energetischen Niveau zu sanieren, um einen Vergleich sowohl zwischen dem Energiebedarf und dem gemessenen Energieverbrauch als auch den Sanierungskosten zu ermöglichen.

Das Standard-Gebäude (linke Gebäudehälfte) wurde entsprechend den Anforderungen des Hamburger Klimaschutzprogramms saniert. Gegenüber der EnEV werden leicht erhöhte Anforderungen an

den Energiebedarf gestellt. Das EnSan-Gebäude (rechte Gebäudehälfte) wurde auf dem höheren energetischen Niveau des EnSan-Förderkonzeptes modernisiert (s. Abb. 5).

Zur Wärmeerzeugung dient ein modulierender Gasbrennwertkessel (60 kW) mit zwei Pufferspeichern (je 1.000 l) über den beide Gebäudehälften mit Wärme versorgt werden. Eine thermische Solaranlage mit 30 m² Kollektorfläche unterstützt die Wärmebereitstellung (vorwiegend Warmwasserbereitung) des gesamten Gebäudes.

Abb. 5: U-Werte der Bauteile vor und nach der Sanierung

U-Wert Bauteile in W/m ² K	vor Sanierung	nach Sanierung	
		Standard-Gebäude	EnSan-Gebäude
Fenster	2,6 – 5,2	1,50	1,30
Fassade Hofseite	1,1 – 1,98	0,28 – 0,30	0,19
Fassade Straßenseite EG	1,1 – 1,75	0,52	0,52
Fassade Straßenseite 1. bis 3. OG	1,1 – 1,62	1,62	0,61
Dach	0,76 – 1,52	0,15 – 0,20	0,15 – 0,19
Kellerdecke	0,76 – 2,31	0,35 – 0,50	0,18 – 0,39

Gebäudehülle

Die historische Fassade sollte erhalten bleiben. Aus diesem Grund erfolgte die Dämmung im EnSan-Gebäude durch eine diffusionsoffene Innendämmung mit 5 cm dicken Kalziumsilikatplatten, die nach innen durch eine Gipsfaserplatte geschützt sind. Zwischen Gipskarton- und Silikatplatte befindet sich eine 2,7 cm dicke Luftschicht. Die Sanierung der Straßenseite des Standard-Gebäudes wurde ab

dem 1. Obergeschoss (bis auf die Fensterleibungen) ohne Dämmmaßnahmen ausgeführt. Die hofseitigen Fassaden erhielten im Standard-Gebäude eine 10 cm starke und im EnSan-Gebäude eine 16 cm starke Dämmung von außen. Die Kellerdecken bzw. Böden in den nichtunterkellerten Räumen wurden gegenüber dem Ausgangszustand deutlich verbessert, ebenso die Dämmung des Daches.

Balkenkopfsanierung

Ein Schwerpunkt im Rahmen des EnSan-Vorhabens war die Sanierung der Holzbalkendecken sowie deren Einbindung in die Außenwände. Die Straßenseite im EnSan-Gebäude wurde innen mit Kalziumsilikatplatten gedämmt, so dass die Balkenköpfe eine Wärmebrücke bilden würden. Durch Kondensat an den Balkenköpfen verbunden mit den in den Wohnungen herrschenden Temperaturen können ideale Wachstumsbedingungen für holzschädigende Pilze entstehen. Die neu entwickelte Balkenkopfkonstruktion vermeidet einen direkten Kontakt zwischen Holz und Mauerwerk, indem der Deckenbalken im Bereich des Wandanschlusses durch ein gedämmtes Flachstahlschwert ergänzt wird. Diese Lösung zur thermischen Entkopplung kann unabhängig von der Deckenbalkenstärke eingesetzt werden. (Abb.7).

Abb. 6: Unterschiedliche Sanierungsvorgaben der baugleichen Gebäudehälften

	Standard-Gebäude	EnSan-Gebäude
Sanierungsstandard	Hamburger Standard	EnSan-Standard; Reduzierung Primärenergieverbrauch um 50%, Erfolgsnachweis durch Monitoring
Historische Fassade	Keine Wärmedämmung	Innenseitige Wärmedämmung
Köpfe der Holzbalkendecken	Keine thermische Entkopplung	Thermische Entkopplung von der Außenwand
Lüftung	Fenster, Abluftanlage Bäder, WCs	Dezentrale Lüftungsanlage mit WRG
Steuerung der Heizungs-/Lüftungsanlage durch den Mieter	Konventionelle Thermostatventile	Elektronische Regelungseinheit im Flur, in Kombination mit Thermostatventilen

Abb. 7: Die Ansicht zeigt sanierte Balkenköpfe mit Stahlschwert und den Anschluss an die Außenwand mit Zuganker.



Abb. 8: Luftdichtung der Decke und der Gaubenwand



Innendämmung

Innendämmungen erhöhen prinzipiell die Gefahr der winterlichen Tauwasserbildung hinter der Dämmung und verringern das Austrocknungspotenzial der Wand. Durch einbindende Innenwände und Decken ergeben sich vermehrt Wärmeverluste durch Wärmebrücken, so dass der Einsatz einer Innendämmung einer sorgfältigen

Planung bedarf. Als Innendämmstoff bieten heute Platten aus Kalziumsilikat das leistungsfähigste System. Es handelt sich um einen diffusionsoffenen Baustoff, der eine hohe kapillare Saugkraft besitzt. Mögliches Tauwasser hinter der Dämmschicht wird durch die kapillaraktiven Eigenschaften verteilt und zeitweise gespeichert.

Darüber hinaus ist Kalziumsilikat durch seinen pH-Wert gegen Schimmelpilze resistent und besitzt einen hervorragenden Brandschutz. Ist eine Außendämmung aus gestalterischen Gründen nicht möglich, bietet eine Innendämmung mit Kalziumsilikat eine sehr gute Alternative.

Ergebnisse

Der gesamte Energieverbrauch des Gebäudes wird erfasst. Zusätzlich ist in vier ausgewählten Wohnungen (eine im Standard-Gebäude) ein Messsystem installiert, das den Wärme- und Stromverbrauch, die Zirkulationsverluste, die Temperatur und Raumluftfeuchte sowie die Temperaturverläufe in den Außenwänden/Balkenköpfen ermittelt. Die Ergebnisse aus 2007 offenbaren, dass der Heizenergieverbrauch durch die energetische Sanierung um mehr als 70% reduziert werden konnte, im EnSan-Gebäude sogar um mehr als 80%, obwohl die Lüftungsanlagen nur sporadisch genutzt wurden. Dies ist ein Hauptgrund für die gegenüber den Bedarfswerten geringfügig erhöhten tatsächlichen Verbräuche (Abb. 9, 10).

Die Wirkung der Innendämmung zeigt sich in den raumseitigen Außenwänden. Im EnSan-Gebäude liegt die Oberflächentemperatur merklich höher als im Standard-Gebäude.

Abb. 9: Energieverbräuche nach der Sanierung für das Jahr 2007 bezogen auf A_N 1.936 m²

kWh/m ² a	Standard-Gebäude		EnSan-Gebäude	
	Endenergie	Primärenergie	Endenergie	Primärenergie
Heizwärme	39,7	71,3	32,3	64,9
Warmwasser	17,0		24,8	
Hilfsenergie, Pumpen, Regelung, Lüftung	2,1		2,3	
Solaranlage, Ertrag	6.215 kWh/a			

Abb. 10: Im Vergleich der Primärenergiebedarf bezogen auf A_N, berechnet nach EnEV

Primärenergiebedarf gemäß EnEV nach Sanierung (kWh/m ² a)	Standard-Gebäude	EnSan-Gebäude	Neubauvergleichswert EnEV 2007
	66	42	78

Abb. 11: Bruttobaukosten der Kostengruppen 200 – 500 nach Abrechnung bezogen auf die Wohn- und Nutzfläche (1.391 m²), *bezogen auf A_N

Baukosten	Gesamt	Energetische Sanierung	Energetische Mehrkosten EnSan-Gebäude
	1.495,- Euro/m ²	704,- Euro/m ²	232,- Euro/m ²
			167,- Euro/m ² *

► Qualitätssicherung

Die energetische Sanierung von Gründerzeithäusern stellt an die Konzeption und Bauausführung hohe Anforderungen. Neben einer detaillierten Bestandsaufnahme, die u. a. durch Messungen, Laboruntersuchungen und Simulationen durch die TU Hamburg Harburg erfolgte, spielte eine professionelle Qualitätssicherung vor Ort eine wichtige Rolle. Diese übernahm das Passivhaus Institut im Rahmen von drei Baustellenbegehungen. Die Begutachtung hat sich schwerpunktmäßig mit den Themen Lüftungstechnik/Luftdichtheit (Blower-Door-Test), Wärmedämmung und Wärmebrücken befasst. Die Praxis zeigte, dass die Herstellung der Luftdichtheit bei Altbauten dieses Typs mit sehr großem Aufwand verbunden ist. Problempunkte sind: undichte Gebäudeanschlusswände, unverputzte Außenwände in der Ebene der Holzbalkendecken da diese z. T. kaum zugänglich sind.

► Fazit

Die Sanierung des Gründerzeithauses in Hamburg ist erfolgreich verlaufen: Das Ziel, den Primärenergieverbrauch um mindestens 50% zu senken, konnte übertroffen werden. Die Heizenergieeinsparung im EnSan-Gebäude beträgt gegenüber dem Ausgangszustand über 80% und liegt ca. 25% unter der des Standard-Gebäudes, obwohl die installierten Lüftungsanlagen mit WRG kaum genutzt wurden. Hier verbirgt sich noch weiteres Einsparpotenzial. Die Bewohner sollten nicht die Möglichkeit haben, die Anlage komplett abzuschalten. Sinnvoll ist ein Minimal-Luftwechsel, der durch die Anlage gesichert wird sowie die Regelung für Raumtemperatur und Lüftung für die Nutzer selbsterklärend zu gestalten.

Ein besonderes Augenmerk lag auf der Sanierung der Balkenköpfe in Verbindung mit einer Innendämmung. Die neu entwickelte Balkenkopfkonstruktion erfüllt die Kriterien und ist aus thermischer und hygrischer Sicht erfolgreich einsetzbar. Damit ist es möglich, dass auch bei erhaltenswerten Fassaden ein vollständiger Wärmeschutz gewährleistet werden kann.

Die umgesetzten Sanierungslösungen lassen sich künftig auf Vorhaben mit ähnlich gelagerten Anforderungen übertragen. Dies betrifft beispielsweise die Sanierung der Balkenträger und Balkenköpfe, der erfolgreiche Einsatz einer Innendämmung mit Kalziumsilikatplatten sowie die Erfahrungen, die mit der Luftdichtheit des Gebäudes gemacht wurden.

► PROJEKTADRESSEN

- Demonstrationsgebäude
Kleine Freiheit 46 – 52
22767 Hamburg

Projektleitung

- Stadterneuerungs- und
Stadtentwicklungsgesellschaft
Hamburg mbH
(STEG Hamburg mbH)
Karin Dürr
Schulterblatt 26 – 36
20357 Hamburg

Projektbeteiligte

- Dittert & Reumschüssel –
Architektur und Stadtentwicklung
Thomas Dittert
- innovaTec Energiesysteme GmbH
Joachim Otte
- Technische Universität
Hamburg Harburg
Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Holle
Prof. Dr.-Ing. Werner Leschnik
- Passivhausinstitut Darmstadt
Søren Peter
- target Gesellschaft für Projektierung,
Koordination und Öffentlichkeits-
arbeit GmbH
Gabi Schlichtmann

► ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

Abbildungsnachweis

- Abb. 1 (kleines Foto) und Abb. 3, Abb. 8,
Hintergrundbild Seite 1: Dittert &
Reumschüssel, Architektur und Stadt-
entwicklung; Hamburg, Hannover
- Abb. 2: innovaTec Energiesysteme GmbH,
Ahnatal; Dittert & Reumschüssel,
Architektur und Stadtentwicklung;
Hamburg, Hannover
- Abb. 1 (großes Foto), Abb. 7 und
Hintergrundbild Seite 4:
target GmbH, Hannover

Service

- Dieses Projektinfo gibt es auch als
online-Dokument unter www.bine.info
im Bereich Publikationen/Projektinfos.
In der Rubrik „Service“ finden Sie
ergänzende Informationen wie weitere
Projektadressen und Links.

PROJEKTORGANISATION

- Bundesministerium für Wirtschaft
und Technologie (BMWi)
11019 Berlin

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH
Markus Kratz
52425 Jülich

- Förderkennzeichen
0329750S

IMPRESSUM

- ISSN
0937 – 8367

- Version in Englisch
Dieses Projekt-Info bieten wir Ihnen
als PDF auch in englischer Sprache
unter www.bine.info an.

- Herausgeber
FIZ Karlsruhe
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

- Nachdruck
Nachdruck des Textes nur zulässig bei
vollständiger Quellenangabe und gegen
Zusendung eines Belegexemplares;
Nachdruck der Abbildungen nur mit
Zustimmung der jeweils Berechtigten.

- Autorin
Micaela Münter

BINE Informationsdienst Kompetenz in Energie

BINE informiert zu Energieeffizienz-
technologien und erneuerbaren Energien:

In kostenfreien Broschüren, unter
www.bine.info und per Newsletter zeigt
BINE, wie sich gute Forschungsideen in
der Praxis bewähren.

BINE ist ein vom Bundesministerium für
Wirtschaft und Technologie geförderter
Informationsdienst von FIZ Karlsruhe.

Kontakt

Fragen zu diesem **projektinfo**?
Wir helfen Ihnen weiter:

Tel.: 0228 92379-44

 **BINE**
Informationsdienst

FIZ Karlsruhe, Büro Bonn
Kaiserstraße 185 – 197
53113 Bonn

Tel.: 0228 92379-0
Fax: 0228 92379-29

bine@fiz-karlsruhe.de
www.bine.info