

Energieoptimierte Gebäude der Zukunft – Beispiele interdisziplinärer Forschung und Entwicklung



ZAE Bayern
Dr. Hans-Peter Ebert
ebert@zae.uni-wuerzburg.de

Fraunhofer ISE
Dr. Hans-Martin Henning
hmh@ise.fraunhofer.de

Fraunhofer IBP
Dr. Dietrich Schmidt
dietrich.schmidt@ibp.fraunhofer.de

Handlungsfeld Gebäudesektor

Der Gebäudebestand benötigt für Heizung und Kühlung mehr als 30% des End-Energiebedarfs in Deutschland. Deshalb sind der Gebäudesektor und insbesondere die energetische Altbausanierung zentrale Handlungsfelder im Bestreben der Bundesrepublik Deutschland in den kommenden Jahrzehnten eine nachhaltige, weitgehend dekarbonisierte Energieversorgung zu realisieren.

Innovative Lösungen für die Altbausanierung

Lüftungssystem Fresh-*Air Wall*

Einen innovativen Sanierungsansatz mit Mehrfachnutzen bietet das Lüftungssystem Fresh-Air Wall, das vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) gemeinsam mit dem Kooperationspartner Schwenk Dämmtechnik entwickelt wurde. Um die energetische Qualität eines Gebäudes entscheidend zu verbessern und auf das Niveau eines Niedrigenergiehauses zu bringen, empfiehlt es sich, neben baulichen Maßnahmen, auch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung vorzusehen. Speziell im Bestand ist der notwendige Aufwand für die Installation bislang meist das größte Hindernis. Eine Nachrüstung im Innenraum ist unmittelbar mit Lärm und Schmutz und folglich mit einer Beeinträchtigung für die Bewohner verbunden. Auch bauliche Gegebenheiten wie Raumhöhe oder Raumaufteilung erschweren oder verhindern gar die Nachrüstung einer Lüftungsanlage.

Die Lösung hierfür bietet das patentierte System „Fresh Air Wall“ durch die innovative Kombination von Gebäudedämmung und Gebäudelüftung. Das Einbringen der Lüftungskanäle in die Wärmedämmverbundplatten erfolgt bereits im Werk, sodass der Montageaufwand vor Ort nur geringfügig über dem eines üblichen Wärmedämmsystems liegt. Kernbohrungen durch die Gebäudewand von innen ermöglichen die Anbindung der Lüftungsanlage an die Räume. Für den Einsatz in der Altbausanierung sprechen neben baulichen Gegebenheiten und der Minimierung von Schmutz und Lärm, die enormen Kostenvorteile, die durch die nicht benötigten Rohrleitungen sowie die Vorfertigung entstehen.

Die intensive Testphase des neuartigen Dämmsystems läuft an einem zweigeschossigen Wohnhaus aus den 1920er Jahren in Kassel. Neben der Untersuchung und Bewertung des Sanierungsprozesses wird das Sanierungssystem im Rahmen von detaillierten Simulationsstudien sowohl thermisch als auch hydraulisch hinsichtlich der Energieeffizienz optimiert. Die Entwicklung und Validierung von thermisch-dynamischen Modellen für die Dämmelemente sowie die Kanalführung sind hierbei Voraussetzung für die Erarbeitung von Auslegungsempfehlungen und Planungstools. Neben diesen Fragestellungen werden im Projekt akustische und hygienische Aspekte sowie die Sicherstellung der Brandschutzanforderungen betrachtet.

Im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Promotionsvorhaben

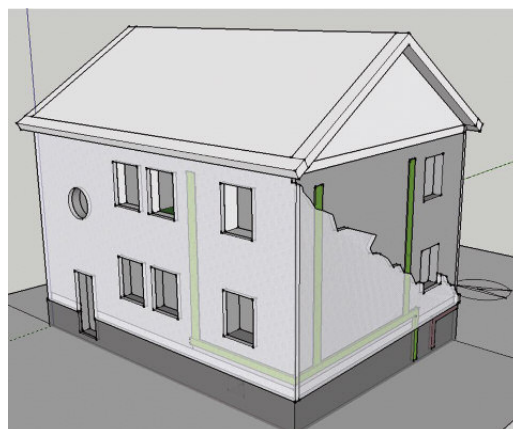


Abbildung 1
Prinzip und Montage
des Wärmedämm-
verbundsystems mit
integrierten
Lüftungskanälen





Abbildung 2

Prinzip und Montage der Lüftungsrohre, vorgefertigte Dämmplatten und vorgefertigtes Fensterrahmenelement mit Lüftungsdurchführung

wird unter anderem das Gebäude mit allen Räumen sowie das neuartige Lüftungssystem inklusive der fassadenintegrierten Lüftungskanäle thermisch und strömungstechnisch mithilfe von dynamischen Simulationen untersucht. Die gekoppelte Simulation ermöglicht hierbei eine gesamtenergetische Bewertung des Systems, woraus optimierte Auslegungsregelung und Betriebsstrategien entwickelt werden.

Zielsetzungen sind:

- ein hohes Wärmerückgewinnungspotenzial des Systems
- geringe Wärme- und Druckverluste
- ein strömungstechnisch günstiger Abgleich der Luftmengen in allen Räumen.

Erste Ergebnisse zeigen, dass durch die erfolgte Sanierung die Lüftungsverluste um 65% und der Heizwärmebedarf um 88% gesenkt werden konnte.

Wärme- und Kälteversorgungskonzepte für Bestandsgebäudebauten

Einen weiteren innovativen Ansatz verfolgt das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) zusammen mit den Systempartnern Beck+Heun und Zehnder. Im Rahmen eines BMWi geförderten Forschungsprojektes zu Niedrig-Exergie Wärme- und Kälteversorgungskonzepten für Bestandsgebäudebauten wurden bei der energetischen Sanierung eines Büro- und Werkstattgebäudes des ISE zwei Systemansätze kombiniert:

Zum einen die modulare Vorfertigung von Bauteilen an der Fassade und zum anderen die Integration von Anlagentechnik – in diesem Falle eine Lüftungsanlage für Büroräume – in die Außendämmung der Fassade. Eine Schwachstelle bei Sanierungen stellt der Fensterbereich dar mit seinen vielen Anschlussproblemen und den verschiedenen beteiligten Gewerken. Hier wurde ein vollisoliertes wärmebrückenfreies Fensterrahmenelement entwickelt, welches exakt definierte Fensteranschlüsse und eine exakte Montagemethode für die Fenster vorgibt (*Abbildung 2*). Es enthält eben-

falls einen integrierten Sonnenschutz. Integrierte Zu- und Abluftkanäle im Fensterrahmen sind so geführt, dass eine optimale Innenraumdurchströmung gewährleistet ist. Die so definierten Anschlüsse zwischen Fensterrahmen und dem Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) ermöglichen eine bessere Qualität bei der Montage. Als weiteres Element wurde eine Fassadendämmplatte mit vordefinierten und eingefrästen Verlegekanälen für die Lüftungsrohre entwickelt. Sie kann in gängige Standard WDVS integriert werden. Beliebige horizontale und vertikale Rohrführungen in der Dämmebene der Fassade sind möglich und ebenso das Schließen der nicht benötigten Kanäle mit passgenauen Füllstücken.

Detaillierte Auswertungen zum thermischen Raumkomfort der Büroräume im Gebäude zeigen, dass die geforderten Raumtemperaturen, unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens, immer eingehalten werden können. Betrachtet man die mittlere operative Raumtemperatur, so zeigt sich, dass die Komfortkriterien nur sehr selten in einzelnen Stunden unterschritten werden. Unterschiedliche Lüftungsgerätekonzellationen und Kühlkonzepte werden daran überprüft und mit einer Messkampagne validiert. Aus den Erfahrungen am Demonstrator und der Zusammenarbeit mit den Systempartnern wurde deutlich, dass der Ansatz der modularen Vorfertigung sehr viel Potenzial bietet für weitere Entwicklungen.

Energetische Sanierung eines Wohnhochhauses

Ein weiteres Beispiel für eine erfolgreiche energetische Sanierung ist die Modernisierung eines 16-geschossigen Wohnhochhauses in der Buggingerstraße 50 in Freiburg, welche als eine der ersten Maßnahmen im Rahmen der Stadtteilsanierung Weingarten-West realisiert wurde.

Durch die Optimierung der Gebäudehülle und Wärmeversorgung wurde für das 1968 errichtete Hochhaus ein Standard erreicht, der dem Passivhaus-

niveau entspricht. Im unsanierten Zustand wies das Gebäude eine Wohnfläche von ca. 7300 m² aus. 90 Wohneinheiten aus 2- und 3-Zimmerwohnungen mit 60 und 80 m² Wohnfläche verteilten sich auf 16 Stockwerke. Aufgrund der kompakten Bauweise war der Heizenergieverbrauch für ein Gebäude dieser Bauperiode mit etwa 70 kWh/(m²a) verhältnismäßig gering.

Zielvorgabe für die Sanierung war es, den Heizwärmebedarf um knapp 80% auf 15 kWh/(m²a) zu reduzieren. Der Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasser, Hilfsenergie und Haushaltsstrom soll nach der Sanierung 120 kWh/(m²a) nicht überschreiten. Hierzu wurde die gesamte Gebäudehülle durch bekannte Maßnahmen, wie die massive Wärmedämmung von Fassade, Dach und Kellerdecke sowie die Verwendung von Dreifachverglasung im Bereich der Fenster energetisch optimiert. Zur Reduktion der Lüftungswärmeverluste wurde eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingebaut.

Die bestehende Bauweise mit Betonschotten und auskragenden Betondecken als Balkone verlangt eine detaillierte Betrachtung der Wärmebrücken. Als wesentliche Maßnahme wurden die vorhandenen Balkone in die thermische Gebäudehülle integriert und durch neue, von der Fassade thermisch getrennte Balkone ergänzt (Abbildung 3). Der zusätzliche Gewinn an Wohnfläche ermöglichte es, die für heutige Bedürfnisse zu großen Wohnungsgrundrisse neu zu gestalten. Bei gleichbleibender Zimmerzahl verfügen die neuen Wohnungsgrundrisse zukünftig über eine Wohnfläche von ca. 50 bis 75 m². Die Gesamtwohnfläche erhöht sich damit auf ca. 8200 m² mit insgesamt 135 Wohneinheiten. In einer detaillierten messtechnischen Untersuchung wird seit der Fertigstellung der Sanierung der reale Gebäudebetrieb untersucht und die Verbrauchsdaten mit dem Nutzerverhalten in den Wohnungen genau ermittelt. Erste Bewertungen zeigen, dass die Zielvorgaben durch das Monitoring des Gebäudes bestätigt werden. So liegt z. B. der Heizenergieverbrauch bei

ca. 16,7 kWh/(m²a) (berechnet 15 kWh/(m²a)) bei noch nicht optimal einregulierter Anlage.

Das Projekt wurde zusammen mit der Freiburger Stadtbau und dem Energieversorger Badenova entwickelt und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Programm »EnEff:Stadt« gefördert.

Das Energy-Efficiency-Center: Forschungs- und Demonstrationsgebäude des ZAE Bayern in Würzburg

Das Bayerische Zentrum für Angewandte Energieforschung e. V. (ZAE Bayern) forscht und entwickelt seit vielen Jahren erfolgreich in enger Kooperation mit der Industrie an innovativen Lösungen zur Realisierung von energieoptimierten Gebäuden. Einen besonderen Schwerpunkt bilden Forschungsverbundprojekte, die im Rahmen des Förderschwerpunktes „Forschung für Energieoptimiertes Bauen (EnOB)“ des Bundeswirtschaftsministeriums gemeinschaftlich mit industriellen Partnern durchgeführt werden.

Zu den Forschungsthemen zählen Arbeiten in den Bereichen

- hochwärmedämmende Komponenten für Fassaden (z. B. Vakuumisulationspaneele, Vakuumverglasung)
- energieeffiziente textile Architektur
- Wärmespeichersysteme auf der Basis von Phasenwechselmaterialien

Seit August 2010 wird im Rahmen des EnOB-Förderschwerpunktes ein innovatives Forschungs- und Demonstrationsgebäude – das Energy-Efficiency-Center – in Würzburg erstellt, das eine Vielzahl von neuen Energieeffizienztechnologien bündelt und demonstriert (Abbildung 4) [1].

Das Gebäude ist als Experimentiergebäude konzipiert, an dem verschiedene neuartige Entwicklungen im Gebäudebereich unter wissenschaftlichen Ge-



Abbildung 3
Erneuerte Fassade mit 200 mm WDVS, Dreifachverglasung und thermischer Trennung der Balkone; Einsatz von Aerogeldämmplatte



Abbildung 4
Energy-Efficiency-Center
in Würzburg.

Durch die transparenten und transluzenten textilen Dachflächen werden Büro- und Laborflächen mit Tageslicht versorgt und bei Bedarf zusätzliche solare Gewinne erzielt.

sichtspunkten erprobt werden können. Die Zielsetzung des Demonstrations- und Forschungsgebäudes ist es, energieeffiziente Technologien in der Gebäudehülle zu verwenden, die in Verbindung mit einer intelligenten Gebäudetechnik zu einer hohen Primärenergieausbeute gelangen (smart building and smart technologies). Es ist dabei nicht die primäre Absicht, ein weiteres Demonstrationsobjekt für ein Null- oder Plusenergiegebäude zu errichten, sondern vielmehr in einem abgestimmten Ansatz die innovative Gebäudehülle und Gebäudetechnik zu optimieren im Sinne der Energieeinsparung, Nachhaltigkeit und Behaglichkeit. Bei dem geplanten Gebäude soll weiterhin die Vereinbarkeit von Energieeffizienz, Nutzungsanforderungen (Forschungs- und Experimentiergebäude) und ansprechender Architektur (Funktion und Ästhetik) unter Beweis gestellt werden.

Der hoch innovative Charakter dieses Bauvorhabens erfordert eine besonders intensive Kooperation der beteiligten Partner, angefangen von dem Projektteam des ZAE Bayern, über die Fachplaner bis hin zu den beteiligten Unternehmen. So wird eine Vielzahl von Prototypen in den Fassaden und im Bereich der Gebäudetechnik verbaut. Ein zentrales Element stellt die Gebäudeautomation dar, die alle aktiven Komponenten des Gebäudes hinsichtlich eines energieoptimierten Betriebes im Zusammenwirken sinnvoll regeln und steuern muss.

Interne und externe Forschergruppen haben über eine übergeordnete Forschungsplattform die Möglichkeit, auf die Gebäudeautomation einzuwirken und Experimente an den Prototypen zu konfigurieren, Messdaten zu erfassen und auszutauschen. Damit kann mit den beteiligten Industriepartnern sehr effizient eine weitere Optimierung von innovativen Gebäudekomponenten betrieben werden und im besten Falle Zeitspannen für Innovationszyklen verkürzt werden.

Die Verbindung von kooperativer Forschung, Entwicklung, Demonstration und Information an einem Ort und die integrale Betrachtung von Gebäudethemen, angefangen von den Materialien über Komponenten bis hin zu den Systemen, ist ein viel versprechender Ansatz mit dem Ziel, eine höhere Energieeffizienzsteigerungsrate für den Gebäudebereich zu erzielen.

Das Gebäude wurde von den Architekten der Lang Hugger Rampp GmbH entworfen.

Bei der Realisierung wird das ZAE Bayern von Beginn an von dem Beratungs- und Planungsbüro für nachhaltiges und energieeffizientes Bauen Ebert-Ingenieure GmbH & Co. KG sowie dem Tragwerksplaner und Projektsteuerer SSF Ingenieure AG bei der Konzeption und Ausführung unterstützt. Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie sowie dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr, Infrastruktur und Technologie geförderte und von über 20 Industriepartnern finanziell unterstützte Projekt avanciert durch seine Zielsetzung und die technische Varianz zu einem Referenzobjekt mit internationaler Strahlkraft. Die Fertigstellung ist für Frühjahr 2013 geplant.

Literatur

- [1] www.energy-efficiency-center.de Stand Oktober 2012
- [2] Fraunhofer-Institut für Bauphysik (2012): Innovativ saniert! – mit integrierten Lüftungskanälen in der Außendämmung, Pressemitteilung, Kassel
- [3] Ziegler, M.(2012): Thermische und strömungstechnische Simulation einer Fassadendämmung mit integrierter Luftführung für die Bestandssanierung, BauSim 2012, Berlin