

Bild 1: Bildungszentrum, Untere Talgasse 8



1. Die Ausgangslage

Energieeinsparung ist die beste Alternativenergie. Insbesondere die bautechnischen Verbesserungen der Altbausubstanz bewirken relevante Energieeinsparungen. Positive Folgen sind die Verringerung der Betriebskosten und weniger Schadstoffemissionen. Baulicher Wärmeschutz verbessert zudem den Nutzungs- bzw. Wohnkomfort und vermeidet Schäden am Gebäude.

Sollen Außenfassaden von Gebäuden im Originalzustand erhalten bleiben, wie dies zumindest bei den etwa 40% denkmalgeschützter Gebäude der Stadt Nürnberg der Fall ist, können solche Ziele derzeit lediglich mit Hilfe des Einbaus von Innendämmungen erreicht werden. Nachträgliche Innendämmungen an Bestandsgebäuden werden bisher kaum angewandt, insbesondere weil die Gefahr von Bauschäden, bei nicht durchdachten Lösungen groß und die Vorbehalte dementsprechend sind.

2. Projektbeschreibung

Im Kommunalen Energiemanagement beim Hochbauamt der Stadt Nürnberg entstand die Idee, bauphysikalisch wirksame Innendämmkonstruktionen für nürnbergtypische Gebäude zu entwickeln. Das Projekt sollte zeigen das es geht, wie es geht und wie Musterlösungen aussehen.

Im Rahmen eines Kooperationsvertrages mit dem renommierten Institut für Bauklimatik der Technischen

INNENDÄMMUNG IN DENKMALGESCHÜTZEN GEBÄUDEN

- Energieeinsparung
- wirksame Wärmedämmung
- keine Feuchteprobleme

Universität Dresden beteiligte sich die Stadt Nürnberg an einem EU-Forschungsprojekt zum Thema Innendämmung im Bestand. Die TU Dresden lieferte dabei das Know-how, d. h. Wissen, Erfahrung, Hard- und Software. Die Stadt Nürnberg stellte in zwei nürnbergtypischen denkmalgeschützten Gebäuden je zwei Testräume zur Verfügung und übernahm deren gemeinsam geplante wärmeschutztechnische Sanierung. Die in das Projekt einbezogenen Gebäude sind für den Gebäudebestand der Stadt Nürnberg repräsentativ, stammen aus verschiedenen Bauzeiten und bestehen aus unterschiedlichen Konstruktionen und Baustoffen. In den Gebäuden waren ohnehin Sanierungsmaßnahmen geplant, dadurch konnte der finanzielle und zeitliche Aufwand optimiert werden. Ausgewählt wurden das Gemeinschaftshaus in Langwasser und ein Gebäude des Bildungszentrums (Herrenschließhaus). Projektdauer war von 2000 bis 2003.

Prinzipieller Projektablauf:

§ Ermittlung der vorhandenen Konstruktionen aller relevanten Bauteile,

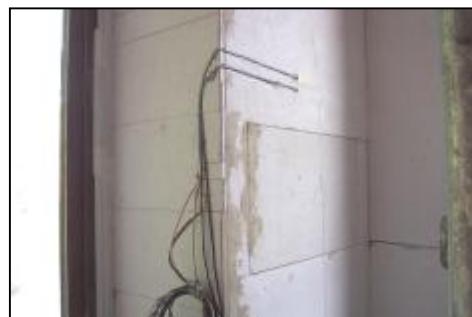


Bild 2: Einbau der Messfühler vor dem Kleben der Innen-dämmung

§ Auswahl des Innendämmmaterials sowie Bemessung mittels numerischer Simulationsberechnungen



für die Regelquerschnitte und für problematische Bereiche, wie Innenwandanschlüsse, Deckeneinbindungen, Holzbalkendecken, Fensteranschlüsse, Stahlbetonstützen, Heizkörpernischen, u. ä.,

- detaillierte Planung der Innendämmmaßnahmen und Koordinierung mit den ohnehin geplanten Sanierungsmaßnahmen,
- § Ausschreibung, Vergabe und Durchführung der Baumaßnahmen,
- § Installation von Messfühlern an den kritischen Stellen der Konstruktionen,
- § kontinuierlicher Vergleich der Messdaten mit den Simulationsdaten über den gesamten Zeitraum,
- § Bewertung und Ergebnisdokumentation.

3. Das Gemeinschaftshaus Langwasser in Nürnberg, Glogauer Straße 50



Bild 3: Gemeinschaftshaus Langwasser

Bei dem Gebäude handelt es sich um einen Sichtbetonbau aus dem Jahr 1968, der mit einem BDA-Preis ausgezeichnet wurde. Die Sichtbetonaußenwände sind teilweise um Ziegelmauerwerk ergänzt. Außenseitig dürfen an diesem Gebäude keine Veränderungen vorgenommen werden. Das Gebäude erfüllt nur minimale Wärmeschutzanforderungen. Die ausgewählten Testräume im Erdgeschoss weisen jeweils drei Außenwände auf; der kritischste Bereich ist die nach Nordost orientierte fensterlose Wand. Hier wurde die Messtechnik installiert.

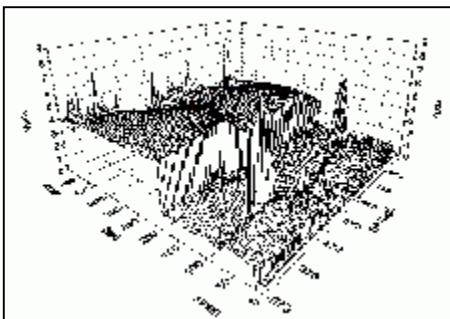


Bild 4: Simulationsberechnung Gemeinschaftshaus

Für die Auswahl des Innendämmmaterials und des genauen Wandaufbaus wurden mit Hilfe der Simulationssoftware DIM Berechnungen durchgeführt.

Bild 4 zeigt, wie sich der Feuchtegehalt innerhalb der Außenwand, über etwa zwei Jahre verteilt, verhält. Die Konstruktion entspricht dem Aufbau gemäß Bild 5, jedoch ohne die Anordnung einer Dampfbremse.

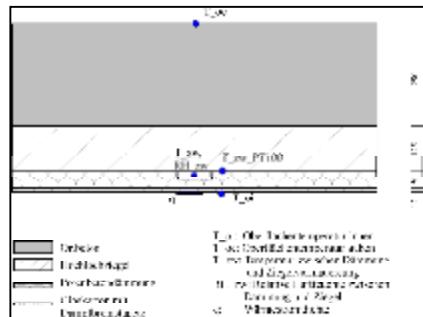


Bild 5: Wandaufbau mit Innendämmung

Nach der Bewertung verschiedener Innendämmssysteme wurden hier 6 cm dicke Porenbetondämmplatten (WLG 045), verkleidet mit Gipskarton und die Anordnung einer Dampfbremstapete ausgewählt. Um die aus der Deckenauskragung resultierende geometrische Wärmebrücke zu entschärfen, wurde über den Fenstern extrudierter Polystyrol-Hartschaum angeordnet, der an der Decke 50 cm weitergeführt wird.



Bild 6: Innendämmung der Wärmebrückenbereiche

Wichtige Daten:

- Ausführungszeit: August bis September 2000,
- Gruppenräume G05 und G06 im Erdgeschoss,
- gedämmte Wandfläche: 125 m², NGF: 110 m²,
- Kosten: etwa 90 EUR/m²,
- $U_{\text{alt}} = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $U_{\text{neu}} = 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$,
- rechn. Einsparungen: je m² gedämmte Wandfläche Heizenergie: 80 kWh/m²/a, Energiekosten: 4 EUR/m²/a, CO₂-Emissionen: 20 kg/m²/a.

Die vorliegenden Messdaten zu Wärmestrom, Temperaturen sowie Luftfeuchte in der Konstruktion stimmen mit den simulierten Daten relativ gut überein. Durch das vorhandene sehr trockene Innenklima findet in der Konstruktion keine Feuchteanreicherung statt. Auch unter kritischen Belastungen mit einem Innenklima von konstant 20°C/60% bewegen sich Kondensatmenge und Luftfeuchte der Zwischenschicht unterhalb zulässiger Grenzwerte, so dass die Konstruktion auch im Falle des Einbaus dichterer Fenster noch zuverlässig funktionieren kann.

4. Das Bildungszentrum (Herrenschießhaus) in Nürnberg, Untere Talgasse 8

Das Gebäude ist ein denkmalgeschützter Renaissance-Sandsteinbau aus den Jahren 1582/83. Zur Zeit wird das Gebäude durch das städtische Bildungszentrum genutzt. Früher diente es als Herrenschießhaus, in dem schon 1797 J. W. v. Goethe während seines Nürnberg-Aufenthalts speiste.



Bild 7: Herrenschießhaus

Die hier ausgewählten Testräume liegen im Erdgeschoss über einem offenen Gewölbe. Die Messfühler wurden an der Nord- und Ostwand installiert. Bild 8 zeigt den simulierten Feuchteverlauf in der ungünstigsten Außenwandkonstruktion (Heizkörpernische Ostfassade) mit aufgebrachter Innendämmung über ein Jahr. Es ist ersichtlich, dass das Feuchteprofil Kondensatspitzen in den Wintermonaten an der Grenzschicht zwischen Sandsteinwand und Innendämmeschicht, vor allem im Klebemörtel, von bis zu 3 Vol% aufweist. Dies ist jedoch unkritisch. Da der Sandstein flüssiges Wasser schlecht leitet, wird er fast nicht nass. Zu sehen ist ebenfalls, wie der aufgebrachte Innendämmstoff, das Calciumsilikat, in der Kondensationsperiode die Feuchte nach innen "absaugt".

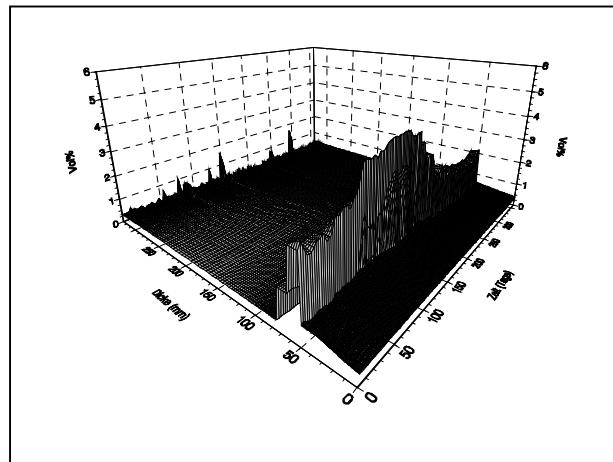


Bild 8: Simulationsrechnung Herrenschießhaus

Für das Herrenschießhaus wurden als Innendämmmaterial 5 cm dicke Calciumsilikatplatten (WLG 060) ausgewählt. Der realisierte Wandaufbau ist im Bild 9 dargestellt.

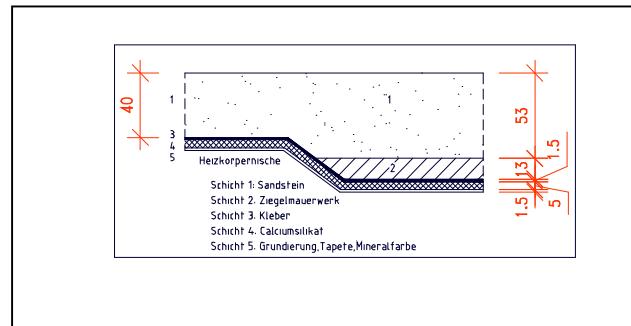


Bild 9: Wandaufbau mit Innendämmung

Calciumsilikat ist ein mineralischer Baustoff, der aus Sand und Kalk besteht. Er hat eine etwas schlechtere Dämmwirkung als herkömmliche Dämmstoffe, ist jedoch schadstofffrei, schimmelresistent, nicht brennbar und problemlos recycelbar. Als Innendämmstoff ist es deshalb so gut geeignet, weil es diffusionsoffen ist und eine hohe kapillare Saugfähigkeit besitzt. Mögliches Tauwasser hinter der Dämmschicht wird durch diese kapillaraktive Eigenschaft verteilt und entspannt.

Dampfbremsen sowie diffusionsdichte Anstriche oder Beläge sind deshalb nicht erforderlich bzw. dürfen nicht aufgebracht werden. Calciumsilikat kann direkt gestrichen oder nach Aufbringen einer Grundierung tapetiert werden.

Die Fensterleibungen wurden mit 1,5 cm dicken Calciumsilikatplatten gedämmmt.

Sehr sorgfältig mussten die Fensterleibungen der Rundbogenfenster gedämmt und der Bogen in den ursprünglichen Proportionen ausgearbeitet werden.



Bild 10: Innendämmung der Fensterleibungen

Der ursprüngliche Bodenaufbau wurde bis zu einer Betonschicht, mit der das Gewölbe aufgefüllt war, abgebrochen. Zwischen die vorhandenen Lagerhölzer wurde 12 cm Dämmschüttung eingebracht sowie Trockenestrich und Teppichboden verlegt. Anspruchsvoll und sehr erfolgreich verlief das Freilegen der historischen Holzdeckenkonstruktion, bestehend aus zwei Unterzügen mit aufliegenden Deckenbalken.



Wichtige Daten:

- Ausführungszeit: Juli bis September 2001,
- Gruppenräume 7 und 8 im Erdgeschoss,
- gedämmte Wandfläche: 90 m², NGF: 80 m²,
- Kosten: etwa 160 EUR/m²,
- U alt = 1,5 W/(m²K), U neu = 0,7W/(m²K),
- rechn. Einsparungen: je m² gedämmte Wandfläche Heizenergie: 60 kWh/m²/a, Energiekosten: 3 EUR/m²/a, CO₂-Emissionen: 15 kg/m²/a.



Bild 11: Fußboden- und Innendämmung Herrenschießhaus

Die simulierten Temperaturen und Feuchten hinter der Innendämmung sowie die berechneten Wärmestromdichten durch die Außenwand stimmen sehr gut mit den gemessenen Werten überein. Die geringe hygrische Belastung (trockenes Büroklima) verursacht keinerlei hygrische Überlastungen oder Probleme. Die Konstruktion bleibt auch bei höheren hygro-thermischen Belastungen durch das Raumklima unbedenklich. Das liegt vor allem an der kapillarwasserleitenden Wirkung der Calciumsilikatdämmung.

5. Ergebnisse und Fazit

Die Auswertungen der Messdaten belegen, dass die Innendämmkonstruktionen in beiden Gebäuden schadensfrei geblieben sind und die erwarteten Wirkungen hinsichtlich des Feuchteverhaltens der Konstruktion, Nutzerkomfort und Energieeinsparung erzielt werden konnten.

Im Ergebnis der wissenschaftlichen Erprobung und praktischen Tests verfügt die Stadt Nürnberg über bauphysikalisch wirksame, d. h. gut dämmende und ohne Schäden funktionierende Innendämmlösungen, die auf gleichartige Gebäude angewandt werden können und die Energieeinspareffekte bei den städtischen Gebäuden potenzieren können.

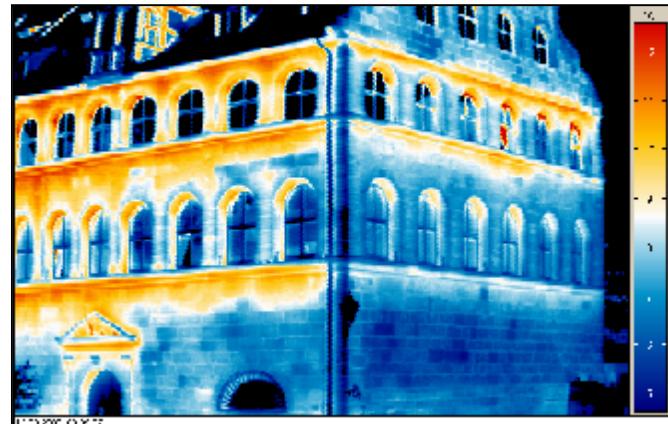


Bild 12: Wärmebildaufnahme Herrenschießhaus nach der Sanierung der zwei Räume im Erdgeschoss

Gleichzeitig sichert das Wissen über die theoretisch machbaren Systeme und die praktischen Probleme bei der Ausführung sowie deren Lösungen am konkreten Objekt Lerneffekte für alle Beteiligten (Wissenschaftler, Planer, Bauleiter, ausführende Handwerksbetriebe).

In Würdigung besonderer Bemühungen um innovative Ideen und Techniken zur Reduzierung des Energieverbrauchs in historischer Bausubstanz erhielt das Hochbauamt der Stadt Nürnberg im Rahmen des Wettbewerbs "Energie sparen in Baudenkmalen" für die Sanierung des denkmalgeschützten Herrenschießhauses eine Auszeichnung und gehört damit zu den insgesamt 11 bundesweiten Preisträgern.



Bild 13: Herrenschießhaus nach der Sanierung

Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg
Erschienen: November 2003
Redaktion: Kommunales Energiemanagement
Dipl.-Ing. (BA) Eva Anlauf

Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg
Kommunales Energiemanagement
Marientorgraben 11, 90402 Nürnberg
h-t-kem@h.stadt.nuernberg.de