
NACHHALTIGKEITS-MONITORING AUSGEWÄHLTER PASSIVHAUS-WOHNANLAGEN IN WIEN

(Projekt NaMAP)

ZUSAMMENFASSUNG

Wien, Dezember 2009

Wissenschaftliche Evaluierung von Nutzerzufriedenheit, Energieperformance und Klimaschutzbeitrag von geförderten Wiener Wohnhausanlagen in Passivhausstandard. Analyse aller Passivhaus-Wohnhausanlagen in Wien, die seit mindestens zwei Jahren bewohnt werden. Vergleich mit ausgewählten Niedrigenergiehaus-Wohnhausanlagen aus derselben Errichtungszeit. Ableitung von Empfehlungen für die zukünftige Wohnbauförderung großvolumiger Gebäude.

Finanzierung: Magistrat Wien, Abteilung Wohnbauforschung MA50

Projektteam:

Projektleiter: Univ.-Prof. Arch. DI Dr. Martin Treberspurg

Projektmitarbeiter: DI Roman Smutny

DI Dr. Ulla Ertl-Balga

DDI Roman Grüner

DI Christoph Neururer MSc

Arbeitsgruppe Ressourcenorientiertes Bauen,
Institut für Konstruktiven Ingenieurbau,
Department für Bautechnik und Naturgefahren,
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU),
Peter-Jordan Straße 82, A-1190 Wien

Projektpartner sozialwissenschaftliche Evaluierung:

Ass.Prof. Hon.Prof. Dr. Alexander Keul,
Fachbereich Psychologie, Universität Salzburg



Projektlaufzeit: 01.2009 - 12.2009

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Bautechnik und Naturgefahren,
Institut für Konstruktiven Ingenieurbau,
Arbeitsgruppe Ressourcenorientiertes Bauen
++43-(0)1-47654-5260

Peter Jordan Straße 82
1190 Wien

Univ.-Prof. Arch. DI Dr. Martin Treberspurg, E-Mail: martin.treberspurg@boku.ac.at

DI Roman Smutny, E-Mail: roman.smutny@boku.ac.at

DI Ulla Ertl, E-Mail: ulla.ertl@boku.ac.at

DDI Roman Grünner, Email: roman.gruenner@boku.ac.at

Christoph Neururer MSc

Es bestand enge Zusammenarbeit mit dem parallel laufenden Projekt „Vergleichende Analyse von Errichtungs- und Bewirtschaftungskosten großvolumiger Wohngebäude in Passivhaus- und Niedrigenergiehausqualität in Wien“. Dieses Projekt wurde geleitet durch Mag. Andreas Oberhuber von der Forschungsgesellschaft für Wohnen, Bauen und Planen (FGW) in Wien. Die Ergebnisse beider Projekte wurden gemeinsam bei den Wiener Wohnbauforschungstagen am 17.11.2009 (www.wohnbauforschung.at) und der UNECE-Konferenz am 23. und 24.11.2009 (www.energy-housing.net) präsentiert und sind auf den angegebenen Websites abrufbar.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Erstmals wurde in Österreich ein interdisziplinäres Gebäude-Monitoring nach dem Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung durchgeführt. Neue Ansätze und wertvolle Erkenntnisse für Bauherrn, Planer und Förderstellen wurden gewonnen. Diese werden im Rahmen eines bereits laufenden Folgeprojekts "Passivhaus-Akademie" mit relevanten Akteuren des Baubereichs diskutiert um Lerneffekte und Innovationssteigerungen im Wohnbau zu bewirken.

Die grobe Analyse der Energieperformance war ausreichend für die Beantwortung der gestellten Fragen und geeignet um grobe Mängel zu erkennen und Grobjustierungen der Haustechnikanlagen durchzuführen. Für Feinjustierungen sind zusätzliche Messungen erforderlich.

Die Bestandsanalyse der Gebäude war mit einem überraschend hohen Aufwand verbunden. Es besteht keine einheitliche Dokumentation der Wohngebäude, der Haustechnikanlagen und insbesondere der Regelungseinstellungen. Dies betrifft auch die Errichtungskosten und Betriebskosten. Sehr unterschiedlich ist auch die Energieverbrauchserhebung der Energieversorger. Bei Gebäuden mit Wärmepumpenanlagen wird meistens kein separater Verbrauchswert für Raumheizung und Warmwasser gemessen. Der Stromverbrauch für allgemeine Gebäudebereiche wird sehr unterschiedlich und nur einmal im Jahr dokumentiert.

Eine Standardisierung wäre für alle hier angesprochenen Bereiche sehr wünschenswert und wertvoll für Planer, Entwickler und Förderstellen (Feedback-Loop für die Weiterentwicklung von nachhaltigen Gebäuden). Dies könnte durch eine Gebäudedatenbank ermöglicht werden, in welche die Kennwerte der geförderten Gebäude einzugeben sind. Dadurch können auch Instandhaltungsmaßnahmen wie z.B. Kesselinspektionen und zukünftige Sanierungen reguliert werden. Das Rückbaupotential und Verwertungspotential der Gebäude wäre damit ebenfalls dokumentierbar.

Ergebnisse der Studie

Der Passivhausstandard im geförderten großvolumigen Wohnbau bietet im Vergleich zu konventionellen Gebäuden Vorteile hinsichtlich Energieeffizienz, Klimaschutz, Komfort und Energiekosten bei vertretbaren Mehrkosten für die Errichtung.

Erreichen Passivhäuser die hochgesteckten Planungsziele? Wie zufrieden sind die BewohnerInnen? Wie hoch ist die tatsächliche Energieeinsparung im Vergleich zu konventionellen Wohnhausanlagen? Diese Fragen stellte sich die Arbeitsgruppe für Ressourcenorientiertes Bauen rund um Univ. Prof. Arch. Dr. Martin Treberspurg an der BOKU Wien mit Unterstützung durch den Umweltpsychologen und Evaluationsforscher Ass. Prof. Dr. Alexander Keul von der Uni Salzburg.

Es wurden alle Wiener Wohnhausanlagen in Passivhausstandard analysiert, die seit etwa zwei Jahren bewohnt werden. Die Wohnzufriedenheit und reale Energieperformance dieser Gebäude wurde mit ausgewählten Wohnhausanlagen derselben Bauperiode 2005 bis 2007 verglichen. Die Referenzgebäude erfüllen bereits den Niedrigenergiehausstandard, da die Stadt Wien dieses Energieniveau seit etwa einem Jahrzehnt als Mindestkriterium für geförderte Wohnbauvorhaben festgelegt hat und seit Einführung der Bauträgerwettbewerbe 1994 eine hohe thermische Qualität im Wohnbau erzielt wurde. Das Energiemonitoring umfasst insgesamt 1.367 Wohnungen, wobei 492 Wohnungen in Passivhausstandard ausgeführt wurden und die Ergebnisse der Messungen der AEE INTEC berücksichtigt wurden. Die sozialwissenschaftliche Analyse umfasst insgesamt 581 Wohnungen wovon 425 Wohnungen den Passivhausstandard erreichen.

Wie zufrieden sind die BewohnerInnen mit ihrem Passivhaus?

Fünf von sechs Passivhausanlagen hatten bessere Wohnzufriedenheitswerte als die konventionellen Gebäude, eines (Kammelmweg C) lag auf demselben Niveau. Alter und Geschlecht spielten bei der Passivhausbeurteilung keine Rolle. Von der Umwelteinstellung her sind Wiener Passivhaus-BewohnerInnen keine „Grünwählergruppe“, sondern sozialer „Mainstream“. Einige Projekte erreichten, gemessen an Sympathiewerten und Weiterempfehlung, sogar Markenqualität. Als sensibel erwies sich die Einstellphase der Lüftung und Heizung direkt nach dem Einzug. Hier war gute Kommunikation mit Technik und Verwaltung gefragt, um Unzufriedenheit (Kammelmweg C) zu vermeiden. Einfache schriftliche Informationen zur Bauweise wurden von den BewohnerInnen meist positiv beurteilt, persönliche sind verbesserungsfähig. Hilfreich wäre auch eine einfache Gebrauchsanweisung für das Lüftungs- und Heizungssystem mit „troubleshooting“-Teil. So gesehen ist das Passivhaus ein Kommunikations-Prototyp für Informationen im modernen Wohnbau insgesamt.

Mit längerer Wohndauer wird das Leben im Passivhaus besser beurteilt: In der Utendorfgasse stieg der Anteil hoher Sympathie für die Wohnform von 2007 auf 2008 von 84 % auf 94 %. Besonders hohe Wohnzufriedenheit äußerten BewohnerInnen am Mühlweg, in der Utendorfgasse und Roschégasse.

Wie hat sich der Energieverbrauch von Wohnhausanlagen bis heute entwickelt?

Durch die engagierten Qualitätsanforderungen der Stadtverwaltungsgruppe „Wohnen, Wohnbau und Stadterneuerung“ – geleitet vom Wiener Stadtrat Dr. Michael Ludwig – verbesserte sich die mittlere Energieeffizienz bei neu errichteten Wohnhausanlagen in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich. Je jünger eine Anlage ist, desto weniger Heizenergie wird verbraucht – die Reduktion beträgt etwa 20 kWh/(m².a) an Fernwärme im Zeitraum von 1985 bis 2005.

Welchen Mehrwert liefert das Passivhaus?

Die gemessenen Heizwärmeverbrauchswerte stimmen im Durchschnitt sehr gut überein mit den berechneten Planungswerten. Die Planungswerte wurden für diesen Vergleich auf realistische Innen- und Außenklimaverhältnisse umgerechnet. Die Anlagenverluste der Raumheizung wurden bei der Planung von Passivhäusern meist zu optimistisch angesetzt.

In den zwei Wohnhausanlagen am Kammelmweg misst die TU-Wien seit 2008 den Energieverbrauch und diverse Komfortparameter. Durch die Feinjustierung der Anlagen konnten mittlerweile etwa 8 kWh/(m².a) an Heizwärme und etwa 10 kWh/(m².a) an Strom eingespart werden.

Passivhaus-Wohnhausanlagen verbrauchen für die Raumheizung insgesamt etwa 17 kWh/(m².a) gelieferte Fernwärme pro Bruttogrundfläche und damit um rund 30 kWh/(m².a) oder etwa zwei Drittel weniger als vergleichbare Wohngebäude derselben Errichtungsperiode. Das bedeutet eine durchschnittliche jährliche Einsparung pro Haushalt von etwa 2,5 MWh, 500 kg CO₂-Äquivalente und 230 € Energiekosten (Kostenbasis Sept. 2009). Da die Preissteigerung der Energieträger über der allgemeinen Preissteigerung liegt werden die Kosteneinsparungen kontinuierlich zunehmen und auch einen relevanten Beitrag für die Pension der BewohnerInnen liefern.

Bei einem Vergleich verschiedener Konzepte für energieeffiziente Gebäude ist zu beachten, dass diese Effizienz definiert wird, als Verhältnis von eingesetzter Energie zu Qualität des geschaffenen Raumklimas. Der Mehrwert von Passivhäusern hinsichtlich Energieeffizienz beruht also auch auf

einem höheren Wohlbefinden, einem höheren thermischen Komfort und einer besseren Ausnutzung der Wohnfläche durch Fenster-Komfortzone und keine Heizkörper.

Die Komfortlüftungsanlage in Passivhäusern bewirkt ebenfalls eine höhere Qualität z.B. hinsichtlich Schimmelvermeidung, Feinstaub- und Pollenbelastung und Erholungsfaktor von Schlafphasen durch geringere CO₂-Konzentration. Der Stromverbrauch für die Komfortlüftung liegt bei den am sorgfältigsten geplanten Anlagen auf einem vergleichbaren Niveau wie für konventionelle Sanitär- und Lüftungsanlagen in Niedrigenergiehäusern. Üblicherweise werden etwa 3-6 kWh/(m².a) an elektrischer Energie für die Komfortlüftung benötigt. Eine Wohnhausanlage hatte anfangs einen deutlich höheren Verbrauchswert, welcher dank einem detaillierten Monitoring der TU-Wien wieder auf ein übliches Niveau gesenkt werden konnte. Dies unterstreicht die Forderung nach einer sehr sorgfältigen Planung der Lüftungsanlagen mit abschließender Qualitätssicherung durch ein Energiemonitoring.

Passivhäuser mit Fernwärmeversorgung bieten einige Vorteile

Die Wiener Fernwärme ist ein geeigneter Energieträger für das ökologische Gesamtkonzept von Passivhäusern. Primärenergiebedarf und Treibhausgasemissionen von Fernwärme liegen auf einem vergleichbaren Niveau wie von erneuerbaren Energieträgern, da die Fernwärme zu 97 % aus dem Energieinhalt kommunaler Abfälle und industrieller Abwärme besteht. Passivhäuser bieten auch Vorteile für den Wärmeversorger, da der eher ausgeglichene Energieverbrauch, über ein Jahr betrachtet, das Wärmeangebot effizienter nutzen kann. Aufgrund des niedrigeren Heizenergieanteils sind Passivhäuser besser geeignet, die für die Fernwärme Wien typischen Potenziale aus Abwärme und regenerativen Energien zu nutzen.

Welche Maßnahmen bewirken eine deutliche Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz?

Das Wärmeflussdiagramm zeigt, dass der mengenmäßig wichtigste Energiefluss konventioneller Wohngebäude – nämlich der Transmissionswärmeverlust – durch das Passivhauskonzept höchsteffektiv um etwa 23 kWh/(m².a) reduziert werden kann. Eine weitere effektive Wärmeverbrauchssenkung von etwa 10-15 kWh/(m².a) ist mit einer optimierten Heiz- und Warmwasseranlage möglich. Ausgeführte Solarthermieanlagen liefern bis zu 10 kWh/(m².a) und noch höhere Erträge sind mit teilsolaren Raumheizungssystemen und großflächigen Kollektoren möglich. Weitere Einsparungspotenziale können realisiert werden durch ein Energiemonitoring in der Besiedelungsphase, durch die Information und Motivation der BewohnerInnen und durch eine angepasste Tarifgestaltung der Energieversorger.

Welchen Beitrag liefert das Passivhauskonzept für den Klimaschutz?

Der Passivhausstandard im Neubau bewirkt einen merkbaren gesamt-regionalen Klimaschutzeffekt im Zeitraum der Gebäudelebensdauer. Ein wichtiger kurzfristiger Klimaschutzbeitrag der Passivhaus-Neubauten sind Lerneffekte hinsichtlich Sanierung auf Passivhausstandard. Mittelfristig können beachtliche Effekte durch Sanierung auf ein möglichst hohes Qualitätsniveau und durch Energieträgerwechsel von Gas auf Fernwärme realisiert werden. Jedoch ist auch im Neubau eine höchste energetische Qualität in Richtung Passivhaus anzustreben, da ansonst die jetzt errichteten Gebäude sehr schnell die Sanierungsfälle der Zukunft werden und damit die Lebenszykluskosten dieser Gebäude deutlich höher liegen als die von Passivhäusern.

Zusammenfassung der Stärken und Schwächen des Passivhausstandards für den Wohnbau

Tabelle: SWOT-Analyse Passivhaus. Stärken (Strengths), Schwächen (Weaknesses), Chancen (Opportunities), Risiken (Threads)

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hohe Wohnzufriedenheit • Thermischer Wohnkomfort: Kein Zuggefühl, keine kalten Oberflächen, Fenster-Komfortzone • Bessere Flächenausnutzung: keine Heizkörper • Kühlung: Lüftungsanlage mit Sommer-Box (minus 1-2 °C) und Erdwärmetauscher (minus 1 °C) • Frischluftqualität, erholsamere Schlafphasen • Keine Schimmelbelastung • Reduzierte Lärmbelastung (z. B. Straßenlärm), da Fenster nicht geöffnet werden müssen • Geringere Pollenbelastung u.a. externe Allergene • Geringere Feinststaubbelastung (mit F7+F8-Filter) • Energieversorgungssicherheit • Gesicherte Kapitalanlage • Geringere Lebenszykluskosten als konvent. Neubau, der wieder thermisch saniert werden muss • Günstigere Ausnutzung des Fernwärmeangebots im Jahresverlauf 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhter Aufwand für hochwertige Planung und Ausführung inkl. Qualitätssicherung • Höhere Investitionskosten ca. 4-12 %. Meist höher als Passivhaus-Förderung • Anfälliger auf Planungs- und Ausführungsfehler • Kommunikationsaufwand in Besiedelungsphase • Anfällig auf Überhitzung wenn interne oder externe thermische Lasten höher als geplant
CHANCEN + GELEGENHEITEN	RISIKEN + GEFAHREN
<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Wohnzufriedenheit • Beitrag zu „Energie-Unabhängigkeit“ • Essentieller Beitrag zum Klimaschutz (besonders bei Sanierung) • Erhöhung des Erholungsfaktors von Schlafphasen und der Leistungsfähigkeit in Schulungs- und Arbeitsräumen • Beitrag zur Erhöhung der Gesundheit • Beitrag zur privaten Pensionsvorsorge (besonders bei Sanierung) • Preise für dezentrale Komfortlüftung sind stark gesunken. Preissenkungen für Passivhaus-Fenster sind möglich (Vakuum-Verglasung, rahmenlose Fenster). 	<ul style="list-style-type: none"> • „Fake-Passivhäuser“ durch unerfahrene Planer, die das Image des Passivhauses schädigen • Enttäuschungen bei geringer Qualitätskontrolle • Eingeschränkte Sommertauglichkeit, bei sorgloser Planung • Hoher Stromverbrauch bei sorgloser Planung der Lüftungsanlage und ungedrosseltem Betrieb • Geringe Luftfeuchte in der Heizsaison bei Lüftungsanlage ohne Feuchterückgewinnung • Enttäuschung: Übliche Pollen- und Lärmbelastung wenn sommerliche Nachtlüftung notwendig ist • Kleine Wärmeabgabeflächen: Geringer Komfort (Aufheizzeiten) und höhere Fernwärmetarife aufgrund geringem Ausnutzungsgrad (Volllaststunden) der Fernwärmeleistung • Reale Einsparung und Komfort stark abhängig vom Nutzerverhalten

Welche Energiekennzahlen sind für die Beurteilung von energieeffizienten Gebäuden geeignet?

Die Monitoringergebnisse der Wiener Passivhäuser hinsichtlich Heizwärme, Endenergie und Klimaschutz führten zur Frage, welche Kennzahlen für die Förderung und Zertifizierung von zukünftigen, hochenergieeffizienten und klimaschonenden Gebäuden geeignet erscheinen.

Tabelle 1: Vor- und Nachteile ausgewählter Kennzahlen für die Energieeffizienz von Gebäuden

HEIZWÄRMEBEDARF (HWB): Nutzenergiebedarf für Raumheizung	
VORTEILE	NACHTEILE
Zeigt die Qualität der Bauteile mit der längsten Lebensdauer.	Betrifft nur einen Teilaspekt der Gesamtenergieeffizienz.
Realtiv einfache und zuverlässige Berechnungsmethodik.	Aktive Solarenergienutzung wird nicht berücksichtigt.
HEIZENERGIEBEDARF (HEB): Netto Endenergiebedarf für Raumheizung + Warmwasser (= gelieferte Energiemenge)	
VORTEILE	NACHTEILE
Zeigt die Gesamtenergieeffizienz für Heizung und Warmwasserbereitung.	Wertunterschiede (Verfügbarkeit, Ökologie, Kosten) der Energieträger werden nicht berücksichtigt.
Aktive Solarenergienutzung einkalkuliert (Netto-Endenergie-Kennzahl).	Gebäude mit Wärmepumpenanlagen erscheinen viel günstiger.
Politische Gewichtung möglich, welche die regionale ökologische / nachhaltige Bedeutung der Energieträger (z.B. hinsichtlich Verfügbarkeit, Kosten, Arbeitsplätze, etc.) einkalkuliert.	Eingeschränkte Vergleichbarkeit von Gebäuden unterschiedlicher Energieversorgung.
PRIMÄRENERGIEBEDARF (PEB): Rohstoffbedarf	
VORTEILE	NACHTEILE
Gewinnung, Umwandlung und Transport der Energieträger werden berücksichtigt.	Bedeutung bislang oft unklar: Gesamtwert oder nur nicht erneuerbarer Anteil.
Aktive Solarenergienutzung einkalkulierbar (Netto-Primärenergie-Kennzahl).	Unterschiedliche Verfügbarkeit der Energieträger wird nicht berücksichtigt (1 kWh Rohöl = 1 kWh nuklearer Brennstoff = 1 kWh Biomasse).
Lebenszyklusbewertung möglich.	
TREIBHAUSGASEMISSIONEN (CO₂-Äquivalente)	
VORTEILE	NACHTEILE
Kennzahl für Klimaschutzbeitrag.	Bei Einsatz von Biomasseheizungen bleibt die Qualität der Bauteile unberücksichtigt.
Aktive Solarenergienutzung einkalkuliert.	
Lebenszyklusbewertung möglich.	

Nach derzeitigem Stand des Wissen [ÖN EN 15217, 2007] kann die Energieeffizienz eines Gebäudes auf drei unterschiedliche Weisen dargestellt werden: Primärenergie, CO₂-Emissionen oder Netto-Endenergie, wobei jeweils der bislang in Österreichischen Energieausweisen übliche Bezug auf Heizwärme als ergänzende Kennzahl dienen kann. Der Netto-Endenergie-Kennwert hat den

Vorteil, dass eine zusätzliche Gewichtung mit politischen Faktoren möglich ist, um die regionale Bedeutung der Energieträger hinsichtlich z.B. Verfügbarkeit, Kosten, Arbeitsplätze, Klimaschutz zu berücksichtigen. Daher muss neben der Angabe der Endenergiekennzahl auch die Angabe des Energieträger-Mixes erfolgen.

Der Recast (Umgestaltung) der EU Richtlinie für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden beinhaltet ebenfalls eine neue Dynamik hinsichtlich Energiekennzahlen. Im Österreichischen Energieausweis wird der Heizwärmebedarf also voraussichtlich nicht das einzige Entscheidungskriterium bleiben.

Schlussfolgernd können folgende Empfehlungen hinsichtlich Kennzahlen abgegeben werden:

- Keine der Kennzahlen erscheint geeignet als alleinige Bewertungsgrundlage für die Energieperformance von Gebäuden.
- Eine Kombination mehrerer Kennzahlen ist zielführend.
- Der Heizwärmebedarf hat eine hohe Aussagekraft aufgrund der langfristigen Wirkung der Gebäudehülle.
- Eine Kennzahl für Endenergie ist nur dann aussagekräftig, wenn die Energieträger bekannt sind. Ziel- und Referenzwerte sollten je nach regionalem Energieträger(-Mix) festgelegt werden.
- Die begrenzte Verfügbarkeit von Biomasse wird derzeit von keiner Kennzahl berücksichtigt (Dies war einst der Ausgangspunkt für Nachhaltigkeitskonzepte).
- Eine Kennzahl für Treibhausgasemissionen ist aufgrund der Bedeutung des Problems sehr zu empfehlen (und mit anderen Kennzahlen zu kombinieren).
- Bei neuen Gebäuden wird der Strombedarf durch zusätzliche Kraftwerke oder zusätzliche Stromimporte gedeckt. Daher ist bei den Kennzahlen für Primärenergie und CO₂ der Strom mit den Faktoren für Importstrom, für durchschnittlichen UCTE-Strom oder für inländischen Strom aus fossilen Energieträgern zu gewichten.

Wie hoch liegen die Errichtungskosten von Wohnhausanlagen in Passivhausstandard?

Die Errichtungskosten sind im Allgemeinen sehr stark von der Größe und der Kompaktheit einer Wohnhausanlage abhängig. Mehrkosten von etwa 10-20 % waren für Wohnhausanlagen mit weniger als 2.000 m² zu beobachten. Ein ungünstiges Oberflächen-Volumen-Verhältnis bewirkte Mehrkosten von etwa 15-25 %. Wenig ausgeprägt ist der Einfluss des Baujahrs (2003 – 2008) und der Energieeffizienz – also ob Niedrigenergiehausstandard oder Passivhausstandard. Die Mehrkosten der ersten Wiener Passivhaus-Wohnhausanlagen lagen bei etwa 4-12 % wobei in Zukunft durch kosteneffizientere dezentrale Haustechnikanlagen eher von einer Bandbreite von 4-6 % ausgegangen werden kann. Zusätzliche Preissenkungen durch günstigere Passivhausfenster sind durchaus denkbar. Allerdings ist wie bei jedem Produkt eine höhere Qualität mit einem höheren Preis verbunden.

Empfehlungen und Ausblick

Um die Auswirkungen des Klimawandels in einem zu bewältigendem Rahmen zu halten ist es erforderlich, dass die globalen Treibhausgasemissionen möglichst bald reduziert werden. Laut Expertenrat ist Peak-CO₂ vor 2020 zu erreichen, um zu verhindern, dass abrupte Klimaänderungen auftreten. Die internationale Energieagentur (IEA) vertritt die Auffassung, dass Maßnahmen hinsichtlich Energieeffizienz die wichtigsten und am schnellsten umsetzbaren Aktivitäten für Energieversorgungssicherheit und Klimaschutz sind.

Für den Gebäudebereich, der knapp die Hälfte des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen verursacht, sind wirkungsvolle Maßnahmen für die Steigerung der Energieeffizienz bereits bekannt und erprobt. Das „1-Liter-Haus“ wurde in Österreich bereits über 5.000-mal ausgeführt, während das „1-Liter-Auto“ immer noch ein Prototyp ist. Aufgrund der relativ kurzen Lebensdauer von Verkehrsmitteln (etwa 12 Jahre für Kfz) können Technologiesprünge in diesem Bereich viel rascher verbreitet werden. Der Gebäudebereich hat aufgrund der längeren Lebensdauer und längeren Erneuerungszyklen eine höhere langfristige Bedeutung und eine viel höhere Trägheit aufzuweisen. Für die thermische Sanierung ist es daher von Bedeutung, eine möglichst hohe Einsparung zu realisieren, da ansonsten Versäumnisse erst wieder in drei bis vier Jahrzehnten aufgeholt werden können.

Die Stadt Wien sowie auch Österreich gesamt verfügen über den größten Erfahrungsschatz betreffend energieeffizienter Gebäude weltweit. Dies betrifft sowohl das Know-How der Planer als auch die Erfahrung der handwerklichen Betriebe und die erfolgreich in der Praxis getesteten Passivhäuser. Für die Zukunft gilt es, den bestehenden Erfahrungsschatz zu nutzen und verbreitet anzuwenden. Um keine weiteren Chancen zu verspielen ist der Passivhausstandard als Mindestkriterium für Neubauten möglichst rasch einzufordern. Für Sanierungen sind ebenfalls Mindestkriterien einzuführen. Diese sollten sich am Passivhausstandard orientieren und das maximal mögliche Energieeinsparpotenzial jedes Sanierungsobjekts berücksichtigen.

Die derzeitige Sanierungsrate für Wohnhausanlagen in Wien beträgt knapp über 1 %. Bei konstanter Sanierungsrate sind in annähernd 100 Jahren alle Gebäude saniert. Die Lebensdauer von Fassaden beträgt im Durchschnitt etwa 40 Jahre. Um alle Fassaden in Schuss zu halten, müsste eine konstante Sanierungsrate von etwa 2,5 % eingehalten werden. Um die Sanierung verstärkt und möglichst rasch für Energieeffizienzsteigerung und Klimaschutz wirken zu lassen, müsste kurzfristig eine noch höhere Sanierungsrate angestrebt werden. Der Präsident der CECODHAS¹ David Orr fordert diesbezüglich eine Sanierungsrate von 4 % [Orr, 2009].

Die folgende Abbildung ermöglicht eine Orientierung über verschiedene Ansatzpunkte um eine möglichst hohe Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zu erreichen. Zukünftig muss eine umfassende Betrachtung der Gesamtenergiebilanz von Gebäuden zur Anwendung kommen. Ausgehend vom Passivhausstandard - als erfolgreich getestetes Basiskonzept - muss zusätzlich die Effizienz der Heiz- und Lüftungsanlage sowie der Einsatz erneuerbarer Energieträger und ökologischer Baustoffe stärker berücksichtigt werden. Beispielweise wird für die Wärmeverteilung als Mindestdämmstärke der 2-fache Rohrdurchmesser empfohlen, was bereits in der Planung von Haustechnik

¹ CECODHAS: European Committee for Social Housing representing 39,000 public, voluntary and cooperative social housing enterprises in 19 countries and providing over 22 million homes across the EU.

nikschächten und dergleichen zu berücksichtigen ist. Ventilatoren und Zirkulationspumpen sollten die beste Energieeffizienzklasse aufweisen und die aktive Nutzung von Solarenergie sollte verstärkt werden. Für langfristige Energieversorgungs- und Klimaschutzstrategien ist sehr sorgfältig zu analysieren ob und unter welchen Voraussetzungen Strom (z.B. für Wärmepumpenanlagen) ein geeigneter Energieträger für die Raumheizung und Warmwasserbereitung sein kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Gebäudesektor ein wesentliches Potenzial zur Einsparung thermischer Energie bietet, jedoch derzeit nur geringe Einsparpotenziale für elektrische Energie bestehen.

RELEVANZ VON HOHEN ZIELSETZUNGEN
weil Versäumnisse erst langfristig aufholbar

POTENZIAL FÜR RASCHE UMSETZUNG
wegen kurzfristiger Diffusion und kurzer Lebensdauer

GEBÄUDE- KRITERIUM	Bauplanung: 1. Hauptsatz der Bauphysik*				Gebäudebetrieb		
	Zuerst klimagerecht bauen, dann...		...gebäudegerecht klimatisieren		Anreizsystem	Monitoring	Anreizsystem
	KONSTRUK- TION	GEBÄUDE- HÜLLE	HAUS- TECHNIK	BE- LEUCHTUNG	HAUS- HALTS- GERÄTE	REGELUNG	BEWUSST- SEIN
LEBENS- ZEIT (An- näherung)	ca. 80-100 J.	Allgemein 40 J. Kunstharzputz 20 J. Anstriche 10 J.	Allgemein 25 J.	Anlage 10 J. Glühbirne 2 J. Leuchtstoff 20 J. LED 20-100 J.	Allgemein 5-15 J.	Update jederzeit möglich	Update jederzeit möglich
ZIELE + KRITERIEN	Hohe Kompaktheit	PH-Standard	Verlustmini- mierung z.B. Dämmung 2 x Rohr-Ø	Höchste Energie- effizienz- klasse	Höchste Energie- effizienz- klasse	Außen- temperatur geführte Vorlauf- temperatur	Öffentlicher Aushang: Heizwärme+ Endenergie- bedarf
hinsichtlich GESAMT- ENERGIE- EFFIZIENZ	Angepasste Orientierung	Bauökologie, Baubiologie	Strom- vermeidung	Geringe Betriebszeit	Geringe Betriebs- zeit	Niedrige Rücklauf- temperatur, Monitoring	Info: Wöchen- tlicher Energie- verbrauch
	Optimierter Fensteranteil	Verschattung	Solarener- gienutzung und andere Erneuerbare	Robustheit ge- gen Dimmen und Ein-Aus- Schalten	Standby- Opti- mierung	Raum- / Heizkörper- Thermostat	Anreiztarife für Energie- sparen

*Der 1. Hauptsatz der Bauphysik stammt aus einem Artikel betreffend Gebäudebewertungen [Gertis et al., 2008]

Abbildung: Kriterien und Zielsetzungen für energieeffiziente Wohngebäude

In jedem Fall ist eine hohe Qualität in Planung und Ausführung erforderlich, um die Ziele hinsichtlich Energieeffizienz und Komfort zu erreichen und Enttäuschungen zu vermeiden. Für die Planungsphase wird empfohlen, von Anfang an integrale Planung zu betreiben und Nachhaltigkeitszertifikate (z.B. Passivhausinstitut, BREEAM, ÖGNI, TQ) anzustreben. Für die Errichtungsphase werden die folgenden Qualitätssicherungstools empfohlen: Blower-Door-Test, Thermografie, Chemikalienmanagement, Qualitätssicherung auf der Baustelle, Bestandsdokumentation (Energieausweis-Ausführung, Regelungseinstellungen, Gebäudeinventar), Energie-Monitoring (separat für Raumheizung, Warmwasser, Solarertrag, Strom für Lüftung, Strom für Heizung und Warmwasser, Strom für Garage, Strom für Waschküche, Strom für Gemeinschaftsräume, Strom für Stiegenhausbeleuchtung) und Zertifikat des Passivhausinstituts. Um die Qualität von Passivhäusern zu sichern können die genannten Maßnahmen innerhalb eines Nachhaltigkeits-Audits nach DGNB-Methode planungsbegleitend berücksichtigt werden.

Die wichtigsten Beiträge eines Nachhaltigkeits-Monitorings sind:

- Information für Bauherr und Förderstelle, ob Geldmittel zielführend eingesetzt wurden
- Effizienzsteigerung. Beispielsweise wird für ein Monitoring von Solaranlagen eine mittlere Ertragssteigerung von etwa 20 % angenommen.
- In der Besiedelungsphase kann ein energietechnisches und sozialwissenschaftliches Monitoring wichtige Beiträge für Technikmediation und Komfortsteigerung liefern.
- Die Kombination mit sozialwissenschaftlichen und wirtschaftswissenschaftlichen Untersuchungen bietet Synergieeffekte und liefert neue Erkenntnisse für Bauherrn, Planer, Energieversorger und Förderstellen. Dadurch wird die Feedbackschleife für die weitere Evolution von nachhaltigen Wohngebäuden geschlossen.

Aufgrund der niedrigen Forschungsquote im Baubereich - 0,03 % des Produktionswerts und davon das Meiste in der Baumaterialentwicklung - ist die Lernkurve sehr flach. Fortschrittliche Erkenntnisse für die Planung und Förderung zukünftiger Wohn-Projekte können durch ein ganzheitliches Monitoring den AkteurlInnen näher gebracht werden. Ein Monitoring für alle mit öffentlichen Geldern geförderten Bauwerke erscheint sehr sinnvoll, da sich dieser Aufwand durch die Feinjustierung der Haustechnik in sehr kurzer Zeit amortisiert.

Energieeffizienz ist in den seltensten Fällen sichtbar. Es bestehen jedoch einige Möglichkeiten um mit geringstem Aufwand dieses Thema stärker in das Bewusstsein der Bevölkerung zu bringen. Ein Vertreter eines belgischen Bauträgers [Stijnen, 2009] berichtete über Sanierungsprojekte, die damit starteten, dass einige BewohnerInnen motiviert wurden, wöchentlich ihre Energiezähler auswerteten und über mögliche Einsparpotenziale informiert wurden. Die Ergebnisse wurden unter den Nachbarn ausgetauscht, bis schließlich nahezu alle BewohnerInnen die Sanierungsmaßnahmen unterstützten.

Die Bedeutung einer „Energy-Aware-Culture“ und verstärkter Kommunikation über das Thema wurde ebenfalls mehrfach bei der Wiener UNECE-Tagung 2009 für Energieeffizienz im Wohnbau hervorgehoben (siehe www.energy-housing.net). Einige Ergebnisse des vorliegenden Projekts wurden in den sehr umfangreichen und detaillierten „Action Plan for Energy Efficient Housing“ [Golubchikov, 2009] übernommen, dessen Entwurf bei der Tagung präsentiert und diskutiert wurde. Eine der wichtigsten Anregungen für den Action Plan war es, die energetische Qualität der Wohngebäude transparent zu machen, indem ein öffentlich einsehbarer Aushang des Heizwärmebedarfs und Endenergiebedarfs für alle geförderten Gebäude verpflichtend vorgeschrieben wird.

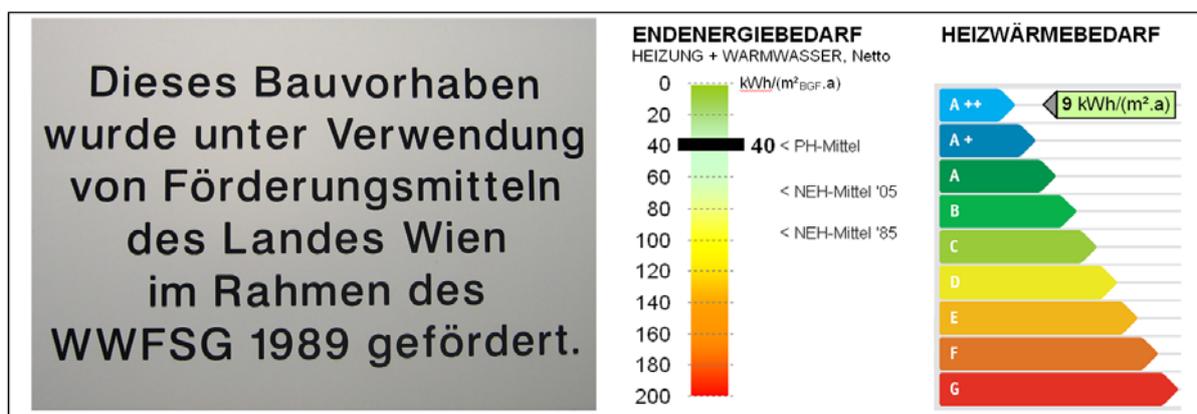


Abbildung: Öffentlicher Aushang des Heizwärmebedarfs und Netto-Endenergiebedarfs

Literaturhinweise:

- GERTIS, K., HAUSER, G., SEDLBAUER, K., SOBEK, W. (2008) Was bedeutet „Platin“? Zur Entwicklung von Nachhaltigkeitsbewertungsverfahren. *Bauphysik*. 30, Heft 4, S. 244-256.
- GOLUBCHIKOV, O. (2009) Presentation of the draft Action Plan for Energy Efficient Housing. University of Oxford, School of Geography. UNECE International Forum 2009 - Energieeffizienz im Wohnbau. 23.-25. November 2009, Wien
- ORR, D. (2009) Welcome and introductory remarks. President of CECODHAS (The European Liaison Committee for Social Housing). UNECE International Forum 2009 - Energieeffizienz im Wohnbau. 23.-25. November 2009, Wien
- STIJNEN, L. (2009) Energieeffizienz im sozialen Wohnbau: Die Bedeutung des Mieterverhaltens. C.V. Zonnige Kempen, Westerlo. UNECE International Forum 2009 - Energieeffizienz im Wohnbau. 23.-25. November 2009, Wien

Kontakt:

NACHHALTIGKEITS - MONITORING		
ÖKOLOGISCHE NACHHALTIGKEIT Analyse der Energieperformance  Univ.Prof. Arch. Dr. Martin Treberspurg DI Roman Smutny, BOKU Wien, AG-RB	SOZIALE NACHHALTIGKEIT Post-Occupancy-Analyse Zufriedenheit  UNIVERSITÄT Ass.Prof. Dr. Alexander Keul, Uni Salz- SALZBURG burg FB Psychologie, Umweltpsychologie	ÖKONOMISCHE NACHHALTIGKEIT Kostenanalyse  Mag. Andreas Oberhuber DI Birgit Schuster, Kerstin Götzl B.A., FGW Wien

Die Ergebnisse des Nachhaltigkeits-Monitorings wurden bei den Wiener Wohnbauforschungstagen am 17.11.2009 präsentiert. Präsentationsunterlagen sind auf www.wohnbauforschung.at unter „Veranstaltungen“ abrufbar.

Energiemonitoring:

Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Bautechnik und Naturgefahren,
 Institut für Konstruktiven Ingenieurbau,
 Arbeitsgruppe Ressourcenorientiertes Bauen
 ++43-(0)1-47654-5260
 Peter Jordan Straße 82
 1190 Wien

Univ.-Prof. Arch. DI Dr. Martin Treberspurg, martin.treberspurg@boku.ac.at
 DI Roman Smutny, roman.smutny@boku.ac.at, +43-(0)1-47654-5264
 DI Ulla Ertl, ulla.ertl@boku.ac.at
 DDI Roman Grüner, roman.gruener@boku.ac.at
 DI Christoph Neururer MSc, christoph.neururer@boku.ac.at