



# Haus der Zukunft

Impulsprogramm  
Nachhaltig Wirtschaften

**bmvit**  
Bundesministerium für Verkehr,  
Innovation und Technologie

Projektbeschreibungen:

Grundlagenstudien und

Wirtschaftsbezogene  
Grundlagenforschung

Wien, Mai 2001

---

**bmvit**

Bundesministerium für Verkehr,  
Innovation und Technologie

**Initiator, Entwickler der Programmstruktur:**

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

**Programmbetreuung (1999 bis Mai 2001):**

***TiG***

Technologie Impulse Gesellschaft m.b.H.

Technologie Impulse Gesellschaft

**Schirmmanagement bzw. Arbeitsgruppe „Haus der Zukunft:“**



Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT)

Die Projektcurzfassungen wurden von den Projektbetreibern zur Verfügung gestellt.

---

## Inhalt

<i>Gebaut 2020 Zukunftsbilder und Zukunftsgeschichten für das Bauen von morgen</i>	5
<i>Wohnräume, Nutzerspezifische Qualitätskriterien für den innovationsorientierten Wohnbau</i> .....	10
<b>NUTZERINNENSTUDIEN</b> .....	17
<i>Erfahrungen und Einstellungen von NutzerInnen als Basis für die Entwicklung nachhaltiger Wohnkonzepte mit hoher sozialer Akzeptanz</i> .....	18
<i>Subjektiver Wohnwert als soziales Akzeptanzkriterium von Nachhaltigkeit: NutzerInnen-Evaluation nach Bezug (Post Occupancy Evaluation) von Energiesparprojekten und konventionellen Bauprojekten in der Stadt Salzburg</i> ..	22
<i>Analyse des NutzerInnenverhaltens und der Erfahrungen von BewohnerInnen bestehender Wohn- und Bürobauten mit Pilot- und Demonstrations-charakter</i> ...	26
<b>FAKTOREN DER MARKTEINFÜHRUNG UND AKZEPTANZ INNOVATIVER TECHNOLOGIEN</b> .....	32
<i>Fördernde und hemmende Faktoren nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen</i> ..	33
<i>Analyse fördernder und hemmender Faktoren bei der Markteinführung von innovativen Wohn- und Bürobauten</i> .....	35
<i>Akzeptanzverbesserung von Niedrigenergiehaus-Komponenten als wechselseitiger Lernprozess von Herstellern und AnwenderInnen</i> .....	43
<b>INNOVATIVE GEBÄUDE UND NEUE BEWERTUNGSSYSTEME</b> .....	48
<i>Solare Niedrigenergiehaussiedlung SUNDAYS (Gleisdorf)</i> .....	49
<i>Das Ökologische Passivhaus</i> .....	54
<i>Internationales Umweltzeichen für nachhaltige Bauprodukte</i> .....	57
<i>ECO-Building - Optimierung von Gebäuden</i> .....	61
<b>NEUE BAUWEISEN UND DÄMMSYSTEME</b> .....	65
<i>Kostenbewusste Entwicklung neuer Bauweisen für den hochverdichteten Wohnungsbau in Holz unter besonderer Berücksichtigung künftiger Bauordnungen (am Beispiel einer fünfgeschoßigen Wohnhausanlage in Wien)</i> .....	66

---

<i>Grundlagenarbeiten zur Erstellung allgemeingültiger Konstruktionsrichtlinien für mechanisch hochbelastbare Verbindungstechniken von Dämmprodukten an Befestigungselementen.....</i>	<i>71</i>
<i>Grundlegende bauphysikalische und werkstofftechnische Untersuchungen zu aufgespritzten Zellulosedämmschichten mit Putzauflage für Außenfassaden.....</i>	<i>78</i>
<i>Wandsystem aus nachwachsenden Rohstoffen.....</i>	<i>84</i>
<b>ERNEUERBARE ENERGIE .....</b>	<b>88</b>
<i>Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf.....</i>	<i>89</i>
<i>Untersuchungen zur Regelung von Biomasse-Feuerungen zur emissions- und effizienzoptimierten Beheizung von Wohn- und Bürobauten .....</i>	<i>92</i>
<i>Solarunterstützte Wärmenetze .....</i>	<i>97</i>
<i>Systemtechnische und bauphysikalische Grundlagen für die Fassadenintegration von thermischen Sonnenkollektoren ohne Hinterlüftung.....</i>	<i>99</i>

# Gebaut 2020 Zukunftsbilder und Zukunftsgeschichten für das Bauen von morgen

**Einreicherin und Projektleiterin:**

Dipl.-Ing. Karin Walch  
Österreichisches Ökologie-Institut für angewandte  
Umweltforschung

**Projektteam:**

Robert Lechner, DI Inge Schrattenecker, Georg Stafler, DI  
Manfred Koblmüller, Petra Oswald, Mag. Susanne Geissler, DI  
Georg Tappeiner, Robert Korab, Mag. Bernhard Huber, Mag.  
Philipp Sutter; Österreichisches Ökologie Institut

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Karin Walch  
Österreichisches Ökologie-Institut für angewandte  
Umweltforschung ÖÖI  
Seidengasse 13  
A-1070 Wien  
Tel.: +43 1 523 61 05 - 18  
Fax: +43 1 5235843  
E-mail: [oekeinstitut.plan@ecology.at](mailto:oekeinstitut.plan@ecology.at)  
Internet: <http://www.ecology.at/>

## Projektbeschreibung

### **„gebaut 2020“**

#### **Zukunftsbilder und Zukunftsgeschichten für das Bauen von morgen**

„gebaut 2020“ thematisiert die Zukunft des Bauens in Form der Auswertung von mittlerweile umfangreich vorhandenen Trends und Prognosen, vom Lifestyle bis zu Technologien, von der Bevölkerungsentwicklung bis hin zum Kühlschrank von morgen. Die Ergebnisse daraus wurden durch Interviews mit einer bunt und attraktiv zusammengesetzten Runde von Bauträgern, Trend- und Zukunftsforschern, Architekten, Wohnbauforschern und Wohnbauexperten ergänzt und in ein Zukunftsszenario „gebaut 2020“ mit Collagen und Geschichten umgesetzt. Aus dem umfassenden Bild des zukünftigen Bauens werden für relevante Entscheidungsträger Maßnahmenempfehlungen entwickelt. Trends zum Wohnen und Bauen, gesellschafts- und wirtschaftspolitische Veränderungen sowie neue Technologieentwicklungen sind die entscheidenden Vorgaben für das Bauen und Wohnen von morgen.

Für „gebaut 2020“ wurde aus dem „Basisszenario Österreich 2020“, das im Rahmen des Kulturlandschaftsforschungsprojektes SU2 „Infrastruktur und Kulturlandschaft“ erstellt wurde, Entwicklungstrends für den Bau- und Wohnbereich herangezogen. Nach dem Durchleuchten zahlreicher Fachzeitschriften, Bücher, Bibliotheken, Prognosen, des Internets und der Einbeziehung externer Experten mit qualitativen Interviews wurden die recherchierten Ergebnisse verglichen und zu bau- und wohnrelevanten Trends erweitert.

Die für „gebaut 2020“ wesentlichen Bereiche wurden in folgende Themenbereiche gegliedert:

- Trends in Gesellschaft und Politik
- Demographische Trends
- Technologische Trends
- Trends im Bereich Mobilität und Infrastruktur und
- Trends im Bereich Arbeit.

#### *Trends in Gesellschaft und Politik*

Information und Wissen werden zum Kapital der Zukunft und bestimmen immer stärker die Wettbewerbsfähigkeit und den Wohlstand unserer Gesellschaft. Die individuellen Erfolgchancen werden sehr stark vom Zugang zu Information und Wissen abhängen und nicht für jeden gleich sein. Die Abhängigkeit von Informations- und Kommunikationstechniken führt zu einer Spaltung der Gesellschaft in „Informierte“ und

„Uninformierte“ bzw. „Desorientierte“. Die Überwindung dieses "digital gap" stellt für die Politik eine große, vielleicht DIE größte Herausforderung für die Zukunft dar.

Der Trend zur Individualisierung der Gesellschaft bedeutet für immer mehr Menschen ein selbständigeres, aber auch ein auf sich selbst gestelltes Leben. Gleichzeitig nimmt die Isolation und damit die Sehnsucht zu, in neuen Gemeinschaftsformen zusammenzufinden. Der Staat nimmt sich aus diesem Transformationsprozess zurück, eher erwartet man sich durch eine erneuerte Zivilgesellschaft die Überwindung der sozialen Distanzen.

Vor diesem Hintergrund wird sich die Wohnungswirtschaft zu global agierenden Immobilienunternehmen verändern. Öffentliche Investitionen in den gemeinnützigen Wohnbau werden deutlich reduziert. Dadurch kommt es tendenziell zu einer Erhöhung der Wohnungspreise, worauf die Bauwirtschaft mit steigender Kosteneffizienz bei der Errichtung und dem Betrieb von Gebäuden reagieren wird. Zu erwarten sind in diesem Zusammenhang generell differenziertere Angebote der Wohnungswirtschaft gegenüber der Gegenwart, aber auch ein Ansteigen der Wohnfläche insgesamt.

#### *Demographische Trends*

In den nächsten 20 Jahren werden tiefgreifende demographische Entwicklungen erwartet, die sich auch deutlich im Bauen von morgen abzeichnen werden. Da der Anteil der Menschen über 60 Jahre stetig wächst, werden Wohnformen für diese Bevölkerungsgruppe ein neuer Zukunftsmarkt. Demgegenüber schrumpft die Gruppe der Jungen. Herausragend ist auch der enorme Zuwachs an Haushalten bis 2020, trotz einer gleichzeitig geringen Bevölkerungszunahme. Die Bevölkerung Österreichs zieht es weiterhin ins Suburbane der Agglomerationsräume, nur für einige wenige eröffnet sich die Möglichkeit eines „Neuen Lebens auf dem Land“.

#### *Technologische Trends*

Für die nächsten Jahre zeichnen sich im Technologiesektor vor allem Trends in Richtung kostengünstiger Technologien und kostensparender Systeme, eines erhöhten Einsatzes innovativer Gebäudetechnologien sowie einer teilweisen Ökologisierung der Bauwirtschaft ab. Hervorzuheben ist hierbei insbesondere die Zunahme an rationellen Bautechnologien wie Vorfertigung und haustechnischen Modullösungen. Aber auch die verstärkte Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und „smarter“ Gebäudetechnologien auf Basis digitaler Netzwerke wird ein technologiespezifisches Zeichen des Bauens von morgen sein. Die Ökologisierung der Bauwirtschaft betrifft vor allem den Einsatz energieeffizienter Bautechniken sowie die verstärkte Verwendung nachwachsender Rohstoffe.

#### *Trends im Bereich Mobilität und Infrastruktur*

Künftig werden wir in einer Gesellschaft leben, in der immer mehr Menschen „unterwegs“ sind, nicht nur physisch, sondern auch auf elektro-nischen Wegen. Neue Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) heben herkömmliche Zeit- und Raumstrukturen auf und lösen in Teilbereichen auch die physische Mobilität ab. Dennoch kommt es zu einer höheren Lebensmobilität als Ergebnis veränderter ökonomischer und gesellschaftlicher Lebenskonstrukte, unzureichender Qualität der

gebauten Umwelt und dem gestiegenen Freizeitbedürfnis. Was die Mobilität in bezug auf den Wohnortwechsel betrifft, besitzen wir in Österreich jedoch lange nicht die Flexibilität „amerikanischer“ BewohnerInnen. Unsere Verkehrsinfrastruktur wird auch in Zukunft extrem Zentren dominiert sein: Agglomerationen und Ballungsräume verfügen demnach über hochrangige Verkehrsnetze in sämtlichen Kategorien, periphere Regionen geraten jedoch aufgrund prognostizierter Bevölkerungsverluste hinsichtlich ihrer Infrastruktur (Erhaltung, Ausbau) zunehmend unter Druck. Dieser generelle und nun schon seit Jahrzehnten andauernde Trend wird auch durch die Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnologien (Telearbeit, Homeworking) nicht zugunsten der Peripherie korrigiert werden können.

#### *Trends im Bereich Arbeit*

Die Entwicklung zur Dienstleistungs-, Wissens- und Kommunikations-gesellschaft bringt große Veränderungen am Arbeitsmarkt mit sich. Neue Erwerbsfelder, neue Zeit- und Arbeitsformen und neue Arbeitsorte entstehen.

Diese Veränderungen beeinflussen auch das Wohnen und Bauen von morgen: Neue Technologien ermöglichen das Arbeiten von zu Hause oder von beliebigen Orten aus. Wohnen und Arbeiten verschmelzen zunehmend. Der Arbeitsmarkt muss zukünftig nicht mehr zwingend die eigentliche „driving force“ bei der Wohnortwahl sein.

Über die Geschwindigkeit dieser Veränderungen gibt es differenzierte Zukunftsprognosen. Ein nicht unwesentlicher Teil der Berufstätigen wird auch im Jahr 2020 aus traditionellen Erwerbstätigkeiten Einkommen generieren, allerdings mit einem erweiterten Wissenshintergrund, höherem Dienstleistungsanteil und größerer zeitlicher und örtlicher Flexibilität.

#### *Und was gibts noch*

Die Wohnformen von morgen werden zum bunten Spiegelbild der vielfältigen, individuellen Lebensstile. Flexibilität gewinnt auch im Wohnbereich an Stellenwert. Es werden Wohnungen bevorzugt, die sich den differenzierten Lebensabläufen ihrer Bewohner anpassen können und stärker interpretierbar, veränderbar und adaptierbar sind. Lebensqualität definiert sich zunehmend über den Wohnkomfort. Dazu zählt auch der Zugang zu wohnungseigenen Freiräumen sowie Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten im Wohnumfeld.

Eine besondere Herausforderung für die Zukunft stellt sich durch die in die Jahre gekommen Häuser und Wohnungen der Nachkriegszeit, die teils einen Renovierungsboom auslösen werden, an nicht wertbeständigen Standorten jedoch auch zu einer Abrisswelle und anschließendem Neubau führen werden.

#### *Der Rahmen zum Bauen von Morgen*

Aus der vergleichenden Recherche ergaben sich folgende Vorgaben:

- wir werden alt und bleiben aktiv
- wir wohnen zwischen Stadt und Land

- wir leben alleine oder zu zweit
- nach wie vor gilt: born to move
- wir arbeiten anders und länger
- wir sind auf uns selbst gestellt und
- es wird ein steigender Technologieeinsatz zur Effizienzsteigerung erwartet.

#### *Grundregeln für „gebaut 2020“*

Daraus wurden Grundregeln für das Zukunftsbild „gebaut 2020“ abgeleitet: Die eine lautet: das „patchwork an lebensformen“ führt zu einem „patchwork an architekturen“. Denn, die Vielfalt an Lebensstilen führt dazu, dass sich Pluralismus und Individualität zukünftig stärker im Wohnbausektor durchsetzen.

Die andere lautet: „öko-optimierung ja, aber wo bleibt die nachhaltigkeit?“ Es ist also mit einer Ökooptimierung der Bauwirtschaft zu rechnen, dies betrifft jedoch in erster Linie den Heizenergiebedarf, eingeschränkt die Versorgung des Gebäudes mit regenerativen bzw. alternativen Energien und in manchen Bereichen den verstärkten Einsatz von nachwachsenden und umweltschonenden Baumaterialien. Das Haus der Zukunft wird also standardmäßig einem Niedrigenergiehaus lt. heute gegebener Definition entsprechen. Doch es wird sich nicht um eine nachhaltige Bauwirtschaft handeln, bezieht man Faktoren ein wie graue Energie, Transport von Baumaterialien, Entsorgung- und / oder Wiederverwertung oder die Schließung regionaler Stoffkreisläufe. Und das Haus der Zukunft wird eher „zusammengesetzt“ werden, als „gebaut im engeren Sinne“, denn der Vorfertigungsgrad von Bauteilen wird stark zunehmen.

# Wohnräume, Nutzerspezifische Qualitätskriterien für den innovationsorientierten Wohnbau

## **Einreicher und Projektleiter:**

Dipl.-Ing. Georg Tappeiner  
Österreichisches Ökologie-Institut für angewandte Umweltforschung

## **Projektteam:**

DI Inge Schrattenecker, Robert Lechner, DI Karin Walch, Georg Stafler, Mag.  
Philipp Sutter, Petra Oswald, DI Manfred Koblmüller; Österreichisches  
Ökologie Institut  
Mag. Margarete Havel; Wohnbund Wien

## **Bauträger:**

Mischek-Wiener Heim Wohnbaugesellschaft m.b.H  
ÖSW Österreichisches Siedlungswerk Gemeinnützige Ges.m.b.H.  
Wien Süd, Gemeinnützige Bau- und Wohnungsgenossenschaft

## **Kontakt:**

Dipl.-Ing. Georg Tappeiner  
Österreichisches Ökologie-Institut  
Seidengasse 13  
A-1070 Wien  
Tel.: +43 1 523 61 05 - 36  
Fax: +43 1 5235843  
E-mail: [tappeiner@ecology.at](mailto:tappeiner@ecology.at)  
Projekt-Website: <http://www.iswb.at/openspace/wohntraeume>

## Projektbeschreibung

### Wohnräume

#### Nutzerspezifische Qualitätskriterien für den innovationsorientierten Wohnbau

Das Projekt „wohnräume“ stellt Bedürfnisse und Zufriedenheit von Bewohnern in bereits realisierten innovativen Wohnbauten in den Mittelpunkt. Ziel von „wohnräume“ ist die Entwicklung von praxisorientierten Kriterien, Handlungsempfehlungen und Maßnahmenvorschlägen für Fördergeber und Bauträger zur Erhöhung der Akzeptanz des innovationsorientierten Wohnbaus. Ausgangspunkt dafür ist eine gezielte und detaillierte Auseinandersetzung mit von BewohnerInnen definierten Qualitätskriterien. Dazu wurden umfangreiche standardisierte Fragebogenerhebungen und auch qualitative Interviews mit Bewohnern durchgeführt und ausgewertet.

Aufgrund der umfangreichen Struktur des Projektes gibt es einen Hauptbericht, fünf Teilberichte sowie einen Materialienband.

Die Ergebnisse sollen einen Beitrag leisten zur

- Erhöhung des Wissensstandes zu nutzerspezifischen Markthemmnissen im innovationsorientierten Wohnbau
- Besseren Förderung innovationsorientierter Projekte
- Akzeptanzsteigerung für den innovationsorientierten Wohnbau
- Ökologisierung des Wohnbausektors

#### *Arbeitsablauf und Methode*

Zu Beginn des Projektes wurde eine projektbezogene Literaturlauswertung erstellt. Dabei wurden verschiedene Wohnzufriedenheits- und Wohnwunschnntersuchungen recherchiert und dokumentiert.

Bei der darauffolgenden Auswahl und Dokumentation der Referenzprojekte als Untersuchungsobjekte war das zentrale Kriterium die Innovationsorientierung im Hinblick auf die Bewohnerzufriedenheit sowie das Interesse und die Kooperationsbereitschaft der jeweiligen Bauträger. Die wesentlichen Entscheidungskategorien der Projektauswahl waren Soziale Innovation, Wirtschaftliche Innovation und die Ökologische Innovation.

Die fünf ausgewählten Referenzprojekte in Wien sind:

- Mischek-Tower (1220 Wien, Mischek GmbH)
- Niedrigenergiehaus Engerthstrasse (1020 Wien, Wien Süd)
- Thermensiedlung Oberlaa (1100 Wien, ÖSW)
- Selbstbausiedlung Leberberg (1110 Wien, Bauteil GEWOG)
- Autofreie Mustersiedlung (1210 Wien, GEWOG und Mischek GmbH)

Ziel der Befragungen war die Ermittlung jener subjektiven Kriterien, die für die Standortwahl bzw. Wohnzufriedenheit des jeweiligen Bewohners entscheidend war bzw. ist. Die standardisierte Befragung war schriftlich und richtete sich an alle Erwachsenen. Für jede Wohnhausanlage gab es einen im Kern gleichbleibenden Fragebogen, der jeweils um spezielle Schwerpunkte ergänzt wurde. Insgesamt wurden an 1087 Haushalte Fragebögen ausgesendet. Von diesen wurden 494 Fragebögen ausgefüllt retourniert und ausgewertet. Der Rücklauf liegt, bezogen auf die Anzahl der Haushalte bei 33 Prozent und ist somit im Vergleich zu anderen Untersuchungen relativ hoch. Durch die Unterstützung von drei Bauträgern (Kofinanzierung des durch das bmvit geförderten Projektteiles) konnten bei den Wohnhausanlagen "Mischek-Tower", "Niedrigenergiehaus Engerthstrasse" und der "Thermensiedlung Oberlaa" zusätzlich Interviews mit BewohnerInnen durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Bewohnergespräche in den drei oben angeführten Wohnhausanlagen fanden lebensstilbezogene Gesichtspunkte besondere Berücksichtigung. Die Bewohnergespräche wurden thematisch, in Form von Bewohnergeschichten sowie als Originalzitate in die Auswertung der Wohnbefragung eingearbeitet

Im Rahmen eines e3-building Workshops wurden die Ergebnisse der Bewohnerbefragung mit Praxis-Experten aus dem Wohnbausektor rückgekoppelt.

Die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für die beiden Haupt-Zielgruppen Bauträger und Wohnbaufördergeber stellt den inhaltlichen Abschluss des Projektes dar.

### *Befragungsergebnisse*

Die folgende thematisch gegliederte Ergebnisdokumentation und -Interpretation der quantitativen und qualitativen Bewohnerbefragungen gibt einen vergleichenden Überblick über die untersuchten Wohnhausanlagen.

### *Motive*

Das durchgehende Befragungsergebnis zu den Motiven der Wohnungswahl über alle untersuchten Wohnhausanlagen zeigt die herausragende Bedeutung bestimmter gleichbleibender Kriterien. Diese beziehen sich vorrangig auf Aspekte des Wohnumfeldes mit seinen Folgeeinrichtungen sowie dem Themenbereich Freizeit und Naherholung. Das Befragungsergebnis weist diese Kriterien als „harte Standortfaktoren“ für die individuelle Wohnungsentscheidung aus. Den genannten harten Standortfaktoren folgt der Kostenaspekt in der Motivenhierarchie zur Wohnungswahl. Wohnanlagenspezifische Besonderheiten (wie zB Niedrigenergiekonzept oder ein besonderes Angebot an Gemeinschaftsräumen) spielen in der individuellen Entscheidung für oder gegen eine Wohnung einen durchaus mitbestimmenden Aspekt dar. Er kommt jedoch erst nach Realisierung der harten Standortkriterien als Höherqualifizierung der Wohnanlage zum Tragen.

### *Wohnzufriedenheit*

Als ein für alle untersuchten Wohnhausanlagen gültiges Ergebnis der Befragungen lässt sich die grundsätzlich hohe Zufriedenheit der BewohnerInnen mit ihrer Wohnung festhalten. Wenn Kritik geäußert wird, so betrifft dies in erster Linie Details der Planung.

Markant ist die über alle Wohnhausanlagen annähernd gleiche Reihung der Zufriedenheitsaspekte. Der Belichtung der Wohnung ist jener Aspekt, welcher in allen Wohnanlagen am besten beurteilt wird. Die Größe, der Grundriss und die Lage der Wohnung erhalten mehrheitlich "sehr gute" und "gute" Bewertungen. Die große Bedeutung des wohnungseigenen Freiraumes bei der Auswahl der Wohnung spiegelt sich auch in der Wohnzufriedenheit der BewohnerInnen wider. Die Qualität der Materialien und die Abstellmöglichkeiten sind bei allen Wohnhausanlagen Unzufriedenheitsaspekte. Die tendenziell eher geringe Zufriedenheit mit den Kosten (Miete und Betriebskosten) einerseits und die zentrale Bedeutung des Kostenaspektes bei den Motiven zur Wohnungswahl stellen diesen Aspekt als weiteres zentrales Handlungsfeld für Wohnbaupolitik und Bauträger in den Mittelpunkt der Befragungsergebnisse.

### *Gesamtbeurteilung*

Bei der Beurteilung der Wohnanlage als Gesamtheit spiegeln sich die Motive der Wohnungsentscheidung sowie die Hierarchie der Zufriedenheitsaspekte wider. Wohnumfeld, Wohnfolgeeinrichtungen, ÖV-Anschluss oder die Freizeit- und Erholungsmöglichkeiten stehen bei der Gesamtbeurteilung im Vordergrund und erreichen entsprechend den Ergebnissen in den vorangegangenen Fragenblöcken in den untersuchten Wohnanlagen durchwegs positive Werte. Ein interessanter Aspekt sowohl bei den Motiven zur Wohnungswahl als auch bei den Ergebnissen zur Wohnzufriedenheit ist die vordergründig geringe Bedeutung der Architektur für die befragten Bewohner. Im Gegensatz dazu werden funktionale Aspekte, wie bspw. Erschließungen, Garagenstellplätze, Abstellräume, Materialwahl im Wohnbereich nicht mit dem Begriff Architektur in Zusammenhang gebracht, jedoch einer auffallend starken Kritik unterzogen. Die Schlussfolgerung liegt nahe, eine veränderte Gewichtung architektonischer Aspekte, von rein ästhetischen Kategorien hin zu funktionalen, nutzerzentrierten Aspekten zu fördern. Die Gestaltung wohnungsnaher Grün- und Freiflächen wird bei allen untersuchten Wohnanlagen kritisiert. Wohingegen ihre Größe durchwegs als ausreichend empfunden wird. Die Interpretation des Innovationsbegriffes durch die Bewohner eröffnet bzw. verdeutlicht das Spannungsfeld zwischen expertenorientierten und nutzerorientierten Wohnbaukonzepten.

### *Soziales Klima*

Der ideale Nachbar ist offen für gelegentliche Besuche, ist grundsätzlich kontaktfreudig und hilfsbereit, ruhig und ordentlich. Dieses über alle Wohnhausanlagen konsistente Bild des erwünschten sozialen Klimas lässt sich charakterisieren mit dem Wunsch nach der prinzipiellen Option Kontakte und Freundschaften zu pflegen, bestimmt von dem Bedürfnis nach Ruhe, Intimität und Sicherheit im engsten Lebensbereich, der Wohnung. Die zunehmende Individualisierung der Gesellschaft wird künftig zu neuen Bedürfnissen der Verbundenheit, des Zusammenhalts bzw. des persönlichen Kontakts führen. Bauträger und Planer sind vor diesem Hintergrund gefordert, auf die Realisierung „Kommunikativer Wohnformen“ größere Bedeutung beizumessen.

### *Mobilität und Alltagsorganisation*

Ein leistungsfähiger ÖV-Anschluss beeinflusst die Verkehrsmittelwahl wesentlich und wird von den Bewohnern der untersuchten Wohnhausanlagen als entscheidend mitbestimmender Faktor für die Wohnungs- bzw. Standortwahl genannt. Die von einer Wohnhausanlage erreichbaren Qualitäten im Bereich der harten Standortfaktoren – Wohnumfeld, Wohnfolgeeinrichtungen, Freizeit und Naherholung – werden entscheidend von den Erreichbarkeitsverhältnissen mitbestimmt.

Der Umstand, dass das Bedürfnis der Bewohner nach Freizeitgestaltung in den „eigenen vier Wänden“ (Wohnung, wohnungseigener Freiraum, Wohnhausanlage) bzw. im näheren Wohnumfeld steigt, unterstreicht als Befragungsergebnis zum wiederholtem Male die zentrale Bedeutung der Umsetzung der „harten Standortfaktoren und Objektkriterien“. Nur dann sind aus Sicht der Bewohner optimale Rahmenbedingungen zur Verwirklichung ihrer Bedürfnisse in Wohnung und Wohnumfeld gewährleistet.

### *Wohnwunsch*

Mit 45 Prozent stellt das Eigenheim im Grünen unter den befragten Bewohnern die beliebteste Wohnform dar. Es ist davon auszugehen, dass die Idealvorstellung vom „Wohnen im Grünen“ auch in Zukunft an erster Stelle der Wohnungswünsche steht. Eine der möglichen Strategien ist ein verstärktes Eingehen auf ökologische, naturnahe und Kinder- und familienfreundliche Wohnprojekte.

### *Handlungsempfehlungen*

Als wichtigste Grundlage für die Entwicklung der in der Folge angeführten Handlungsempfehlungen, sind die umfassenden Erhebungen und Befragungen in den einzelnen Wohnhausanlagen zu nennen.

Die Handlungsempfehlungen verfolgen in ihrer Gesamtkonzeption einen umfassenden und mehrzielorientierten Lösungsansatz. Durch diese Vorgehensweise will das Projektteam zum Ausdruck bringen, dass

- der Wohnbau grundsätzlich eine umfassende gesellschaftspolitische Aufgabe darstellt,
- welche durch die Berücksichtigung von Zielsetzungen der nachhaltigen Entwicklung zusätzliche Komplexität erfährt und
- somit nicht ausschließlich durch Lösungsansätze eines einzigen Politik- oder Aktionsfeldes im Form des Bauwesens eine qualitative Weiterentwicklung erreichen kann.

### *Innovation*

Der Bausektor allgemein und der Wohnbau im speziellen brauchen eine stärkere Innovationsorientierung. Die Entwicklung von Demonstrationsprojekten mit hohem Innovationsgehalt kann sich nicht auf Sonderprogramme (wie beispielsweise „Haus der Zukunft“) reduzieren. Gefragt ist hier grundsätzlich neben „mutigen“ Bauherren eine innovationsfreudige Förderlandschaft. Entscheidend aus der speziellen Sicht des Projektes „wohnräume“ ist die Realisierung eines nutzerorientierten Innovationsbegriffes. Dieser kann sich entscheidend von einem planerisch-technischen Innovationsbegriff unterscheiden.

Aufgrund der Arbeiten an bzw. Erkenntnisse aus „wohnräume“ bieten sich grundsätzlich drei „Innovationsebenen“ mit unterschiedlichen Handlungsschwerpunkten an.

Innovation als programmatische Zielvorstellung:

- Orientiert an internationalen Entwicklungen im Baugeschehen wird versucht den „state of the art“ entscheidend zu überschreiten.

Innovation als Vermarktungskriterium

- Derartige Bauvorhaben entsprechen in etwa dem „Themenwohnen“ und orientieren sich stark an aktuellen gesellschaftlichen Mainstreams und Lebensstilen.

Innovation als bleibender Faktor

- Die letzte und für die Zufriedenheit von Bewohnern wichtigste Innovationsebene im Bausektor stellen jene Innovationen dar, die sich manchmal bereits als seit Jahrzehnten stabile Faktoren der Wohnqualität etablieren konnten. Die hohe Zufriedenheit und der von den Bewohnern damit einhergehend definierte Innovationsgehalt in den untersuchten Objekten resultiert zum Großteil aus der Erfüllung eher altbekannter Qualitätskriterien wie Standortqualität und guter Grundriss.

Der Unterschied der Betrachtungsweise nach Innovationsebenen soll sich zukünftig direkt in den hier vorgeschlagenen Fördermöglichkeiten mit unterschiedlicher (aber vor allem bewusster) öffentlicher Beteiligung niederschlagen. Alle drei Ebenen besitzen eine eindeutige Legitimation aus der Sicht ihrer jeweiligen Zielsetzung und professionellen Interessenten.

### *Stadt Bau verstehen*

Brauchen wir im qualitätsvollem Wohnbau in Hinblick auf die Bewohner verständnisvolle Planer und Wohnbaupolitiker oder brauchen wir Bewohner mit Bauverstand ?

Im Hinblick auf die Zielsetzungen eines qualitätsvollen Wohnbaus stellt das grundsätzliche Verständnis bei Bewohnern zu Fragen der Stadtplanung und des modernen Wohnbaus eine wesentliche Rahmenbedingung dar. Die daraus ableitbaren Notwendigkeiten in zahlreichen Sparten der (Weiter-)Bildung dürfen aber auch nicht über die wichtigen Aufgaben einer offenen Informationspolitik auf Seiten der Bauträger und der Stadtplanung hinweg täuschen. Mehr noch: Planer, Bauträger und die generelle Stadtplanung müssen eine zentrale Rolle im Bildungsfeld „Wohnen“ einnehmen.

### *Informationsaufgabe Wohnen*

In direktem Zusammenhang mit einer „Bildungsinitiative Wohnen“ ist die zentrale Verantwortung für eine transparente und offensive Informationspolitik bei Bauträgern und der generellen Stadtplanung zu sehen. Die Informationsaufgaben im Wohnbausektor beinhalten nach Meinung von „wohnräume“ folgende Hauptaufgaben:

- Offensives Herangehen

- Transparenz in der Vermittlung
- Hard Facts & Soft Stories

#### *Harte Standortfaktoren*

Ein noch so ehrgeiziges und innovationsorientiertes Wohnbauvorhaben wird ohne die Erfüllung zumindest guter Standortkriterien in der Vermarktung Probleme haben.

Die Nachfrager am Wohnungsmarkt orientieren sich mit höchster Priorität an dem urbanen Wohnumfeld mit hochwertigen Wohnfolgeeinrichtungen, an der Verfügbarkeit von Naherholungs- und Freizeiteinrichtungen und an den Erreichbarkeitsverhältnissen (ÖV). Von allen in den Befragungen genannten Wahlmotiven werden diese Kriterien nur mehr vom Kriterium „guter Grundriss“ (allerhöchste Priorität) und vom „ausgewogenen Preis-Leistungsverhältnis“ übertroffen.

Die genannten harten Standortfaktoren sind eine Grundvoraussetzung für den qualitativ hochwertigen Wohnbau und dies auch aus der Sicht von Bewohnern.

#### *Harte Objektkriterien*

Das Bedürfnis nach der Erfüllung harter Standortfaktoren hat auf der Gebäudeebene eine Entsprechung in „Harten Objektkriterien“. Diese sind Grundriss, Freiraum, Belichtung / Raumklima, Gemeinschaftsräume, Garagen und Abstellräume, Erschließung und Materialien und ein ausgewogenes Preis-/Leistungsverhältnis

#### *Individuelle Zufriedenheitsaspekte*

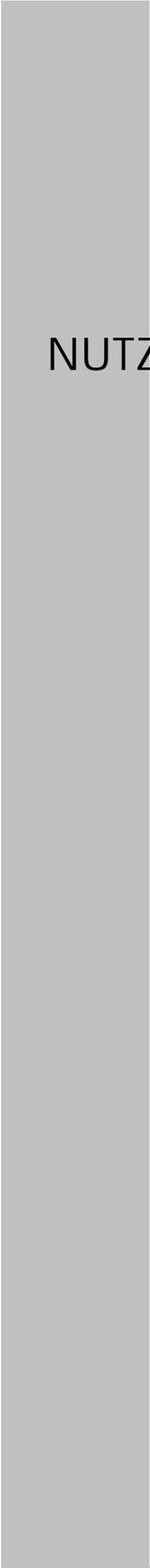
Die Fokussierung auf individuelle Zufriedenheitsaspekte in Form des Themenwohnens und/oder vergleichbarer Schwerpunktsetzungen (siehe „Service Wohnen“) stellt vielmehr die Möglichkeit für eine zusätzliche Höherqualifizierung innovativer Bauvorhaben mit stark lebensstilorientierten Zusatzqualifikationen dar (siehe „Innovation“).

#### *Service Wohnen*

Die Entwicklung neuer Dienstleistungen im Zusammenhang mit individuellen Wohnaspekten führt zu einer umfassenden Neudefinition des Wohnbegriffs: Wohnen als die Summe individueller Bedürfnisbefriedigung, realisiert durch die Ausformung der gebauten Umwelt und das Angebot lebensstilspezifischer und zielgruppenorientierter Dienstleistungen. Gefragt sind in diesem Zusammenhang innovative Bauträger (oder auch davon unabhängige Anbieter) die extrem kunden- und verbraucherorientiert ihre Dienste anbieten und auch ständig weiter entwickeln.

#### *Sonderfall Peripherie*

Mit überwiegender Mehrheit wünschen sich die befragten BewohnerInnen auch bei hohen Zufriedenheitswerten in Hinblick auf ihren aktuellen Wohnstandort das Eigenheim im Grünen als Wohnwunsch Nr. 1. Diese besondere Form einer nachfrageseitigen Schizophrenie am Wohnungsmarkt („Urbanität auf der grünen Wiese“) ist sicherlich nach wie vor ein ordnungspolitisches Problemfeld.



# NUTZERINNENSTUDIEN

# Erfahrungen und Einstellungen von NutzerInnen als Basis für die Entwicklung nachhaltiger Wohnkonzepte mit hoher sozialer Akzeptanz

## **Einreicher und Projektleiter:**

Mag. Dr. Michael Ornetzeder  
Zentrum für Soziale Innovation (ZSI)

## **Projektteam:**

Mag. Irene Schwarz, Mag. Bernd Kumpfmüller (ZSI)  
DI Mag. Harald Rohrer, Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik,  
Arbeit und Kultur (IFF/IFZ)

## **Kontakt:**

Mag. Dr. Michael Ornetzeder  
Zentrum für Soziale Innovation (ZSI)  
Koppstraße 116/11  
A-1160 Wien  
Tel.: +43 1 49 50 442 - 54  
Fax: +43 1 49 50 442 - 40  
E-Mail: ornetzeder.zsi@mail.boku.ac.at  
Internet: <http://www.zsi.at>

## Projektbeschreibung

### **Erfahrungen und Einstellungen von NutzerInnen als Basis für die Entwicklung nachhaltiger Wohnkonzepte mit hoher sozialer Akzeptanz**

Der ökologisch orientierte Wohnbau steht vor einer neuen Herausforderung: Aufbauend auf die Erkenntnisse und Erfolge primär technischer Ökologisierungstrategien der letzten beiden Jahrzehnte sollen nun Wege gefunden werden, den zentralen Lebensbereich 'Wohnen' stärker mit dem Konzept der nachhaltigen Entwicklung in Verbindung zu bringen.

Das vorliegende Forschungsprojekt befasst sich zu diesem Zweck mit NutzerInnen ökologisch optimierter Wohngebäude in Österreich, mit deren Einstellungen und Verhaltensweisen und mit den spezifischen Erfahrungen, die mit der Praxis ökologischen Wohnens einhergehen. Die Ergebnisse sollen als sozialwissenschaftlicher Beitrag die Entwicklung nachhaltiger Bau- und Wohnkonzepte im Forschungsschwerpunkt 'Haus der Zukunft' des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie unterstützen.

#### *Methoden und Arbeitsschritte*

Das Themenfeld 'Nutzererfahrungen' wurde von drei unterschiedlichen Perspektiven aus bearbeitet:

- (1) Im Rahmen einer österreichweiten schriftlichen Befragung wurden die Erfahrungen und Einstellungen von 350 NutzerInnen ökologisch optimierter Wohngebäude erhoben ('Post-Occupancy Evaluation').
- (2) Zwei innovative Wohnhauskonzepte aus dem Forschungsschwerpunkt 'Haus der Zukunft' wurden von erfahrenen NutzerInnen in Fokus-Gruppendiskussionen bewertet.
- (3) Auf Basis dieser beiden Zugänge wurde ein Beteiligungsmodell erarbeitet, das konkrete Möglichkeiten aufzeigt, wie NutzerInnen zukünftig an verschiedenen Phasen der Entwicklung, Planung und Umsetzung nachhaltiger Wohnkonzepte beteiligt werden könnten.

#### *Befragungsergebnisse*

Die in den letzten 10 Jahren errichteten Gebäude entsprechen zwar umwelttechnisch gesehen immer besser den Anforderungen für ökologisches Bauen, durch deutlich größere Wohnflächen und die klare Tendenz zu extensiven Bebauungsformen werden diese Vorteile jedoch deutlich reduziert (Rebound-Effekte i. w. S.). Bei den NutzerInnen ökologischer Wohngebäude handelt es sich um 'klassische' innovators und early adopters mit hohem Bildungsniveau und entsprechend hohem Einkommen. Es dominieren technische, soziale und pädagogische Berufe. Selbst ÖkohausbewohnerInnen begründen die Entscheidung für das neue Haus oder die neue Wohnung in erster Linie mit traditionellen Motiven, im Vordergrund steht der Wunsch nach mehr Wohnraum, meist ausgelöst durch familiäre Veränderungen. Während bei EigentümerInnen, die sich intensiv mit ökologischen Fragestellungen auseinandersetzen, auch ökologische Motive eine entscheidende Rolle im

Entscheidungsprozess spielen, trifft dies auf MieterInnen nur in wenigen Fällen zu. Ein Vergleich von großvolumigen Wohnungsbauten, Gruppenwohnprojekten und Einfamilienhäusern zeigt, dass die allgemeine Wohnsituation in diesen drei Typen äußerst unterschiedlich bewertet wird. Am höchsten ist die Zufriedenheit im Einfamilienhausbereich, etwas weniger zufrieden sind BewohnerInnen von Gruppenwohnprojekten und die relativ geringste Zufriedenheit und die meisten technischen Probleme treten im Geschosswohnungsbau auf. In Gruppenwohnprojekten und beim Bau von Einfamilienhäusern bestehen im Vergleich zum großvolumigen Wohnungsbau weitgehende Mitbestimmungsmöglichkeiten für die späteren NutzerInnen. Durch die Auseinandersetzung mit technologischen Fragen des ökologischen Bauens werden auf Nutzerseite Lernprozesse in Gang gesetzt, die sich positiv auf die Akzeptanz innovativer Technik und auf einen adäquaten Umgang mit der Haustechnik in der Nutzungsphase auswirken.

### *Exemplarische Nutzerbeteiligung*

Mit der Durchführung der beiden Fokus-Gruppendiskussionen wurden zwei Zielsetzungen verfolgt: (1) sollten aktuelle Erfahrungen mit NutzerInnenpartizipation bei der Entwicklung von Gebäudekonzepten gesammelt werden, wobei die Frage im Vordergrund stand, ob eine derart frühzeitige Partizipation zu brauchbaren Ergebnissen führen kann; (2) sollten konkrete, anwendbare Feedback-Ergebnisse für den Themenschwerpunkt 'Haus der Zukunft' erarbeitet werden. Die zur Bewertung ausgewählten Baukonzepte (HY3GEN – Ein nachwachsendes Haus, Anwendung der Passivhaustechnologie im sozialen Wohnbau in Wien; beide aus dem Programm 'Haus der Zukunft') sind im Bereich des großvolumigen Wohnungsbaus angesiedelt und zeichnen sich durch ein hohes Innovationspotenzial aus. Bei den Diskussions-TeilnehmerInnen handelte es sich ausnahmslos um NutzerInnen mit mehrjährigen Erfahrungen mit ökologischen Wohnformen und Interesse am Thema 'ökologisches Bauen'. Die Diskussionsbeiträge bezogen sich sowohl auf die Konzepte an sich als auch auf einzelne Aspekte und mögliche Konstruktionsdetails, die auf der Basis eigener Erfahrungen besprochen und bewertet wurden. Sämtliche TeilnehmerInnen vertraten die Meinung, dass gerade bei innovativen Gebäudekonzepten die Möglichkeit zur Mitbestimmung von großer Bedeutung ist, da auf diese Weise eine wesentliche Voraussetzung für einen bewussten Umgang mit dem Gebäude und der Haustechnik geschaffen werden kann. Mit den beiden exemplarisch durchgeführten Fokus-Gruppendiskussionen konnte gezeigt werden, dass es möglich und sinnvoll ist, innovative Hauskonzepte, die sich in einer noch sehr frühen Entwicklungsphase befinden, aus Nutzerperspektive bewerten zu lassen.

### *Beteiligungsmodell*

Auf Basis der Befragung und den Erfahrungen mit exemplarischen NutzerInnenbeteiligungsprojekten wurde ein Modell für zukünftige Beteiligungsstrategien ausgearbeitet. Die im Impulsprogramm ausgewählten Baukonzepte sollen nicht nur erforscht, sondern letztlich auch realisiert und bewohnt werden. Aus diesem Grund umfasst der Vorschlag die vier Phasen (1) Forschung und Entwicklung, (2) Planung, (3) Errichtung und (4) Nutzung der Gebäude. Bei der Anwendung des Modells muss für jede Entwicklungsphase geklärt werden, welche Themenstellungen sich für ein Beteiligungsverfahren eignen, welche Methoden zu brauchbaren Ergebnissen führen können und schließlich welche NutzerInnengruppen

jeweils einbezogen werden sollen. In Bezug auf die TeilnehmerInnen der vorgeschlagenen Partizipationsformen kann prinzipiell davon ausgegangen werden, dass in frühen Entwicklungsphasen eine Beteiligung von erfahrenen NutzerInnengruppen angebracht ist. Je weiter das Projekt in Richtung Realisierung fortschreitet, desto eher wird es sinnvoll sein, zukünftige NutzerInnen am Planungsprozess zu beteiligen. Beide Beteiligungsformen sollen die soziale Einbettung innovativer Gebäudekonzepte unterstützen.

### *Schlussfolgerungen*

Die Erfahrungen der ÖkohausbewohnerInnen zeigen, dass die Akzeptanz von und die Zufriedenheit mit neuen Lösungen weitaus weniger mit dem tatsächlichen Funktionieren von Technik zu tun hat, als mit Sinnzuschreibungen seitens der NutzerInnen und der sozialen Organisation des Bauens und Wohnens. Zufrieden ist man, wenn man die mit den technischen Konzepten verfolgten Zielsetzungen befürwortet, Möglichkeiten der individuellen Beeinflussbarkeit gegeben sind, wenn man das Gefühl hat, kompetent informiert zu werden, und im Fall von Problemen gut beraten und betreut wird.

Nachhaltiges Bauen und Wohnen hat dann hohe Umsetzungschancen, wenn für alle beteiligten Akteure Lernprozesse ermöglicht werden. Bauvorhaben sind dann sozial innovativ und im Sinn einer nachhaltigen Entwicklung erfolgreich, wenn entsprechende Lernmilieus mitgeplant und von den Beteiligten entsprechend genutzt werden. Solche Lernmilieus können sich auf a) dauerhafte Verhaltensänderungen, b) die soziale Einbettung (sinnhafte Aneignung) neuer Technik oder c) die Verbesserung der eingesetzten Technologien beziehen.

Parallel zur technischen Weiterentwicklung zukünftiger Baukonzepte sollten daher soziale Experimentier- und Lernfelder geschaffen werden, die

- eine Aneignung und Reinterpretation des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung für den Wohnbereich ermöglichen;
- im Sinne von 'Constructive Technology Assessment' dazu beitragen, technische Entwicklungen bereits frühzeitig an Nutzerinteressen anzubinden;
- Ökologisches Lernen sowohl auf Seiten der Hersteller von Wohngebäuden als auch auf der Nutzerseite fördern und unterstützen.

Nachhaltige Wohngebäude mit hoher sozialer Akzeptanz und damit einem hohen Verbreitungspotenzial werden eine große Vielfalt aufweisen (müssen). Je nach NutzerInnengruppe werden unterschiedliche Vorstellungen und Wünsche die Art der Gebäude und die damit verbundenen Lebensformen bestimmen. Nachhaltigkeit ist dabei ein inhaltlicher Bezugspunkt, der sich mit den entwickelten Konzepten selbst weiterentwickelt.

# Subjektiver Wohnwert als soziales Akzeptanzkriterium von Nachhaltigkeit: NutzerInnen-Evaluation nach Bezug (Post Occupancy Evaluation) von Energiesparprojekten und konventionellen Bauprojekten in der Stadt Salzburg

## **Einreicher und Projektleiter:**

Ass.-Prof. Dr. Alexander G. Keul  
Institut für Psychologie, Universität Salzburg

## **Projektteam:**

Dr. Anton Kühberger, Psychologe  
Verena Trifich, Psychologie-Studentin  
Marina Wimmer, Psychologie-Studentin

## **Kontakt:**

Ass. Prof. Dr. Alexander G. Keul  
Institut für Psychologie  
Universität Salzburg  
Egger Lienz Gasse 19/8  
A-5020 Salzburg  
Tel.: +43 662 453689  
Fax: +43 662 453689  
E-mail: alexander.keul@sbg.ac.at

## Projektbeschreibung

### Subjektiver Wohnwert als soziales Akzeptanzkriterium von Nachhaltigkeit

Aufgabenstellung: "Haus der Zukunft" realisierte die vorliegende Untersuchung in der Themengruppe "NutzerInnen-Studien" als Schirmprojekt "NutzerInnenverhalten und -bewertung nachhaltiger Wohnkonzepte" gemeinsam mit zwei weiteren Projekten von Mag. Dr. Michael Ornetzeder, Soziologe am Zentrum für Soziale Innovation Wien, und DI Dr. Karin Stieldorf, Architektin am Institut für Hochbau der TU Wien. Die Grundlagenforschung kooperierte besonders bei Literatursuche und Fragebogenentwicklung. Gemeinsame Projektpräsentationen fanden an der TU Wien am 10. November 2000 und im SIR Salzburg am 7. Dezember 2000 statt.

Wohnen und Energiesparen ist zu Zeiten instabiler Ölpreise ein aktuelles Thema, Nutzerforschung zu diesem Thema war aber bisher im deutschsprachigen Raum eher dünn gesät. Derartige Forschung ist unbedingt notwendig, da nur eine breite soziale Akzeptanz technischer und organisatorischer Lösungen das mögliche Einsparungspotenzial in Richtung Nachhaltigkeit wirklich ausschöpft.

Zielsetzung: Erhöhen energiesparende Baumaßnahmen neben ihrem Beitrag zu Nachhaltigkeit und Umweltschutz auch das Wohlbefinden der NutzerInnen, also den subjektiven Wohnwert? Oder ist eine Wohlbefindenssenkung durch Energiesparen, also mangelnde Akzeptanz durch manche NutzerInnen, möglich? Die bisher übliche psychologische Energiesparforschung diagnostizierte generelle Werteinstellungen zum Energiesparen und gab Durchsetzungshilfen zu bestimmten Sparmaßnahmen, ließ aber den Überschneidungsbereich Energiesparen und Wohnerleben weitgehend außer Acht.

Nach welchen subjektiven und objektiven Kriterien beurteilen BewohnerInnen energiesparender und konventioneller Siedlungen ihren Wohnstandard? Das Projekt verfolgte eine Wohnwerterhebung, die über einen Methoden-Mix (qualitatives Interview, Semantisches Differential, Siedlungsbegehung) qualitative und quantitative Schätzwerte kombinierte ("triangulierte").

Methodischer Ansatz: Die vorliegende Grundlagenstudie befragte 114 BewohnerInnen von vier energiesparenden und von zu vier konventionellen Neubausiedlungen in Salzburg-Stadt (energiesparend/ E = über 10 Landes-Energiepunkte: Glantreppelweg, Stabauergasse, Nissenstraße und Finkenstraße; konventionell/K = 3 Landes-Energiepunkte: Bolaringgründe, Kleßheimer Allee, Gaisbergstraße und Village Nonntal). Die Auswahl der acht Siedlungen erfolgte zusammen mit Landesregierung, SIR und Wirtschaft. Die Neubauten waren im Schnitt seit ein bis drei Jahren bewohnt.

Die umfangreichen Feldinterviews (167 Variablen) wurden von den Fachstudentinnen Marina Wimmer und Verena Trifich durchgeführt. Zusätzlich wurden Siedlungsdaten erhoben, in ausgewählten Siedlungen Begehungen durchgeführt, am Glantreppelweg (AK-Projekt) auch Videointerviews mit Kindern/Jugendlichen und einem Bewohner.

Zufallsstichproben von 10 bis 100 % der SiedlungsbewohnerInnen ermöglichten repräsentative Wohnqualitätsvergleiche. Diese international übliche Form einer NutzerInnenstudie (post-occupancy evaluation, P.O.E.), in Wien ab 1993 an einem 25

Siedlungs-Großprojekt praktisch erprobt, erstellt ein umfassendes Stärken-Schwächen-Profil der Gebäude aus NutzerInnensicht. Entscheidungsträger und Berater, denen bisher nur Architekturkritik, Pressenotizen oder Einzelbeschwerden zur Verfügung standen, gewinnen ein differenziertes Projekt-Feedback.

Ergebnisse: Soziodemografisch unterschieden sich E- und K-Siedlungen kaum, in E gab es mehr Kinder pro Haushalt, in K wurde höhere Betriebskosten berichtet.

Der erste Interviewteil beschäftigte sich mit subjektiver Wohnqualität und Sozialem. Haupt-Qualitätsmerkmal war bei allen BewohnerInnen die Raumaufteilung und die Zimmerzahl der Wohnung; dies war auch der häufigste Umzugsgrund. Attraktiv macht eine Wohnung vor allem ihre Wohnlage und Ruhe. Heizung und Energie wurden dabei (anders als beim Pkw) kaum genannt. 80-90% wollen sehr lange in ihrer derzeitigen Wohnung bleiben. 25% der K-Siedlungen werden als lärmbelastet geschildert, in E weniger. 60-70% der BewohnerInnen hatten keinen Planungseinfluss, 30-40% davon hätten aber gerne einen gehabt. Defizite bei der Wohngesundheit berichten in K 20% (vor allem Feuchte und Schimmel), in E keiner. Gesundes Wohnen beginnt für die Meisten bei den Materialien und bei Licht und Sonne (auch hier kommt Heizen und Energie kaum vor).

Zum Thema Soziales: In beiden Siedlungstypen sind im Mittel acht Nachbarn persönlich bekannt, 40% haben Nachbarn schon in ihrer Wohnung besucht. Eine "Hausgemeinschaft" sehen in E 50%, in K 30%. Konflikte berichten 10-20%. Unsicher fühlen sich in ihrer Wohnumgebung 5% aus E, 13% aus K (v.a. wegen Sachdelikten). Zufrieden mit ihrer Hausverwaltung sind 60 bis 70%.

Der zweite Interviewteil widmete sich thematisch Heizen, Energie, Energiesparen. Wie erwähnt, ist das für die Mehrheit trotz Ölschock kein Hauptthema, was an der nach wie vor geringen Information und Transparenz liegt. So sind existierende Warmwasserzähler unbekannt oder es werden nicht existierende phantasiert. 80-90% geben Betriebskosten-Gutschriften an, die Energiekosten sind darin eingebettet, schlecht vergleichbar. In einer K-Siedlung schwankten die Quadratmeter-Heizverbrauchskosten 1999 um 700%. Das scheint nicht zu beunruhigen, denn nur 20-25% wußten im Interview, dass Raumheizung und Warmwasser mit über 50% den Hauptfaktor bei den Energiekosten bilden.

Umweltschutz bedeutet für die befragten Haushalte vor allem Abfalltrennung (kommunal seit Jahren gut beworben) und Stromsparen. Energiesparende Wohnungen machten über 80% ihrer BewohnerInnen nicht umweltbewusster. Der thermische Komfortbereich (Temperaturmittel Wohnzimmer 21°, Schlafzimmer 17-18°) ist in E und K identisch, aber nicht dessen Kontrolle: Während in E-Siedlungen mehr als ein Drittel mit Thermostat und Thermometer regulieren, sind es in K gerade 13%. 25-30% regulieren nach wie vor (in E wie K) "im Blindflug". Weitere Angaben: Teilbeheizung 70%, Nachregelung der Heizung 60-70%, Drosselung 40-60%, vor allem tagsüber. 60% lüften energetisch korrekt per Stoßlüftung, nur 2-6% neigen noch zur energiefressenden Spaltlüftung (Fenster dauernd gekippt).

Ihr Heizungs- und Energiewissen haben die Meisten in Eigenregie und aus den Medien erworben, weit weniger vom Bauträger oder via Behörde/Beratungsstelle. Über 80% der konventionellen SiedlerInnen äußern keinen Wunsch nach energiesparendem Wohnen. 60-70% erscheint ihr Wissen über Heizung und Energie "genug", mehr als 80% finden den Umgang damit "einfach", nur ein einziger "schwer" (Interpretation: overconfidence, zu hohe subjektive Sicherheit).

Schlussfolgerungen: Während sich die Projekte Ornezeder und Stieldorf vorwiegend mit energiesparenden Einzelhäusern beschäftigten, war die Untersuchungsgruppe des Projekts Keul in Geschoßwohnbauten, also im verdichteten Wohnen, zu Hause.

Der Projektleiter plädiert in dieser Wohnform für eine kundenfreundlichere und transparentere Information bei Betriebskosten und Energie als weiteren Schritt in Richtung energiesparendes Wohnen. Das Heizkostenabrechnungsgesetz (HeizKG 1992) schreibt zwar vor, jedem Wärmeabnehmer eine Abrechnungsübersicht zu übermitteln und vollständige Abrechnung/Belege aufzulegen, aber wer versteht schon, was dort abgerechnet/belegt ist? Während der kritische Preisvergleich an Lebensmittelwaagen oder Zapfsäulen alltäglich ist, erscheinen Wohnnebenkosten in Österreich vielfach noch als "Schicksal", unklar und bedrohlich. Diffuse Bereiche sind laut Wirtschaftspsychologie anfälliger für Kundenbeschwerden. Leidtragende sind dabei die MitarbeiterInnen der Verwaltungen.

Bei wachsendem Wunsch der KundInnen nach Dienstleistungsqualität in allen Bereichen, stark zunehmendem Energieversorgerwettbewerb (Stichwort Liberalisierung) und instabilen Rohstoffpreisen wäre es an der Zeit, Heizkosten, Energiekosten und Betriebskosten nutzerfreundlich zu visualisieren, den Zugriff über Internet zu ermöglichen und über den grafischen Vergleich mit den Vorjahren und der Kostenspanne der Nachbarn die Grundlage für ein modernes Energiekostenbewusstsein zu schaffen.

# Analyse des NutzerInnenverhaltens und der Erfahrungen von BewohnerInnen bestehender Wohn- und Bürobauten mit Pilot- und Demonstrations-charakter

## Einreicher und Projektleiter:

Dipl.-Ing. Dr. Karin Stieldorf  
Institut für Hochbau und Entwerfen für Architekten, Technische Universität Wien

## Projektteam:

DI. Dr. Peter Biermayr, DI. Ernst Schriefl, Bernhard Baumann, Harald Skopetz,  
Institut für Energiewirtschaft, TU-Wien

DI Robert Haider, DI Helga Juri, Ute König, Institut für Hochbau, TU-Wien

## Konsulenten:

Ass.Prof. Dr.Klaus Krec, Institut für Hochbau, TU-Wien

o.Univ.Prof. Jens Dangschat, Institut für Stadt- und Regionalforschung, TU-Wien

## Kontakt:

Dipl.-Ing. Dr. Karin Stieldorf  
Institut für Hochbau und Entwerfen für Architekten  
Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13  
A-1040 Wien  
Tel.: +43 1 58801 - 27031  
Fax: +43 1 58801 - 27093  
E-mail: [kstield@email.archlab.tuwien.ac.at](mailto:kstield@email.archlab.tuwien.ac.at)  
Internet: <http://www.hb2.tuwien.ac.at/>

## Projektbeschreibung

### **Analyse des NutzerInnenverhaltens und der Erfahrungen von BewohnerInnen bestehender Wohn- und Bürobauten mit Pilot- und Demonstrationscharakter**

#### *Inhalt, Methodik und Daten*

Für 12 Niedrigenergie- bzw. Passivhäuser erfolgt einerseits die Berechnung des theoretischen Heizwärmebedarfs und andererseits die Erhebung der tatsächlichen Heizenergieverbräuche. Die zu erwartenden Abweichungen dieser Werte werden im Hinblick auf das Nutzerverhalten untersucht. Mittels umfassender Nutzerbefragungen (soziologischer Ansatz) und der Nachmodellierung der Energieverbräuche mit geänderten „Nutzungs“-Programm-Modulen des Simulationsmodells (technischer Ansatz) werden die aufgetretenen Bedarfs-/ Verbrauchsdifferenzen erklärt. Weiterführend werden die Motive für den Einzug, die Zufriedenheit, die Akzeptanz der eingesetzten Technologien und die Informiertheit der NutzerInnen analysiert. Ein weiterer Projektteil behandelt energetisch – ökologische Vergleiche der Pilot- und Demonstrationsprojekte. Anhand der gesammelten Daten werden Aufspaltungen in die Energiedienstleistungsbereiche Heizen und Lüften, Warmwasser, Haushaltsgeräte und Mobilität vorgenommen sowie CO<sub>2</sub>-Bilanzen aufgestellt. Aus den gewonnenen Erkenntnissen werden Schlußfolgerungen bezüglich einer effektiven Informationsvermittlung an die NutzerInnen, der gebäudespezifischen Belange, aber auch energiepolitisch-strategischer Ansatzpunkte abgeleitet.

Der methodische Ansatz basiert auf der detaillierten Analyse von 12 bestehenden Pilot- und Demonstrationsanlagen, wobei jeweils die Parameter des Gesamtprojektes und einzelne Haushalte aus dem Gesamtprojekt erfaßt werden. Zur Analyse der Haushalte werden standardisierte Erhebungsbögen und qualitative Interviews eingesetzt (40 Haushalte aus 12 Projekten). Meßreihen verfügbarer Energieverbrauchsdaten sowie detaillierte Informationen bezüglich der Bausubstanz werden mittels einem validierten dynamischen Berechnungsmodell (WaeBed) zur Wärmebedarfsberechnung und für eine Bedarfs – Verbrauchsgegenüberstellung herangezogen. In einem ersten Schritt wird der Heizwärmebedarf unter Zugrundelegung standardisierter Nutzungsparameter berechnet. Darauf aufbauend folgt die Berechnung mit Nutzungsparametern, die aus den NutzerInnenbefragungen abgeleitet werden (Personenanzahl, mittlere Aufenthaltsdauer, Innenlufttemperaturen) sowie eine Berechnung mit standardisierten Nutzungsparametern und erhöhter Raumtemperatur (22°C). Die Ergebnisse dieser Parameterstudie ermöglichen, gemeinsam mit den qualitativen Zusatzinformationen, umfangreiche Interpretationen bezüglich dem NutzerInnenverhalten.

Hinsichtlich der Auswahl der 12 Projekte wurde versucht, eine möglichst große Streuung bezüglich verschiedener Aspekte wie regionale Verteilung im Bundesgebiet, eingesetzte Technologien, realisiertes Gesamtkonzept sowie Haustyp bzw. Eigentümerstruktur (Einfamilienhaus, Reihenhauses, mehrgeschossiger Wohnbau) zu erreichen.

*Wesentliche Ergebnisse*

- Motive der NutzerInnen, die untersuchten Projekte zu bewohnen: Wesentlich sind für die BewohnerInnen von mehrgeschossigen Wohnbauten und Reihenhäusern unter den untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen die Lage des Projektes (Lage zum Arbeitsplatz, zum Anschluß an urbane Infrastruktur, zu Verwandten und Bekannten), die Leistbarkeit sowie Raumaufteilung und Helligkeit der Wohnungen. Im Bereich des sozialen Wohnbaus spielt auch die fehlende bzw. eingeschränkte Wahlmöglichkeit (Besiedlung durch Zuteilung) eine Rolle. Erst in zweiter Linie, vor allem jedoch im Bereich geringer Verdichtungsgrade, treten ökologische oder energetische Motive in den Vordergrund.
- Die Motivlage und Zufriedenheit in den untersuchten Einfamilienhäusern ergibt ein homogenes Bild: Die NutzerInnen sind ausnahmslos hoch zufrieden, weisen ein relativ hohes Ökologiebewußtsein und –verständnis auf, das oft mit Technikinteresse und -faszination gepaart ist, und betonen den hohen Wohnkomfort und die hohe Lebensqualität in ihren Wohnungen.
- Kritische Aspekte in Mehrfamilienhäusern kommen in Einfamilienhäusern nicht zur Sprache: Problempunkte wie die eingeschränkte Temperaturregelbarkeit der Wohnung insgesamt oder der Räume untereinander, die Luftqualität (Luft wird im Winter oft als zu trocken empfunden) sowie die Geräusentwicklung von Lüftungsanlagen, welche in Mehrfamilienhäusern oft beklagt werden, sind in den untersuchten Einfamilienhäusern kein Thema.
- Die Rolle der Identifikation: Der Grad der Identifikation mit dem jeweiligen Bau kann für die stark unterschiedliche subjektive Empfindung und Bewertung von technischen Problemen oder Randerscheinungen in den untersuchten Pilot- u. Demonstrationsanlagen mit verantwortlich gemacht werden. Eine daraus resultierende Schlußfolgerung ist die Empfehlung eines höheren Mitbestimmungsmaßes der zukünftigen NutzerInnen bei Projekten sowie das jeweilige Anbieten einer konventionellen Alternative bei der Vergabe (oder Zuteilung) von Wohnprojekten, speziell im Bereich des sozialen Wohnbaus.
- Nicht alle Probleme können a priori auf subjektives Nutzerempfinden zurückgeführt werden: Technische Systemanforderungen sind im Mehrfamilienhaus komplexer und empfindlicher als im Einfamilienhaus (kleinere Luftvolumina, größere Belegungsdichte, kleinere Speichermassen für Wärme und Wasser(dampf), direktere Schallübertragung). Weiters wurde deutlich, daß auch die mangelhafte Einregulierung (Justierung der technischen Systeme) von Wohnungen zu großer Nutzer-unzufriedenheit führen kann.
- Informationsangebot und Informationsstand der NutzerInnen: Die Nutzerinformation wird in den untersuchten Projekten mit unterschiedlichem Engagement betrieben. Neben Mieterversammlungen als Ort der Informationsweitergabe oder direkter mündlicher Information durch eine Kontaktperson kommt auch schriftliche Information zum Einsatz. Trotz aller Probleme bei der Informationsweitergabe ist aber bei den untersuchten Passivhaus-Mehrfamilienhäusern allen Befragten der grundlegende Umstand bewußt, daß während der Heizperiode weitestgehend auf Fensterlüftung verzichtet werden sollte. Die mangelnde Umsetzung dieser Forderung ist nicht auf mangelnde Information, sondern auf individuelle Bedürfnisse und Gewohnheiten zurückzuführen. In diesem

Sinne muß die Fensterlüftung für eine kurzfristige Akzeptanz der kontrollierten Lüftung erlaubt bleiben, und neben der Informationsvermittlung muß mittel- bis langfristig vor allem auf die Motivation der NutzerInnen wert gelegt werden, die erhaltene Information auch umzusetzen.

- Die Broschüre "Komfortabel Wohnen im Niedrigenergiehaus" welche unter Einbeziehung der Projektergebnisse erstellt wurde, stellt eine Ausgangsbasis für die wesentlichen Themen bezüglich der Nutzung innovativer Wohnbauten und die Gestaltung von Informationsmaterial für den Nutzer dar.
- Der Informationsstand bezüglich Bedienung der Stell- und Regelmöglichkeiten ist sehr unterschiedlich ausgeprägt, am besten kommen technisch interessierte NutzerInnen damit zurecht. Viele NutzerInnen der untersuchten Pilot- und Demonstrationsanlagen beklagen die unzureichende Wirkung der Regelungseinrichtungen (z.B. Raumthermostate, Lüftungsregelungen); einige sind mit der Bedienung der Steuergeräte überfordert. Die NutzerInnen äußern durchwegs das Bedürfnis, "aktiv" und mit einfachen Mitteln (ein/aus) die Raumheizung bedienen zu wollen.
- Verbrauchs- u. Kostentransparenz für die NutzerInnen: Es kann oft beobachtet werden, daß es den NutzerInnen selbst nicht möglich ist, ihre Energieverbräuche auf Meßeinrichtungen zu bestimmen, oder die oft codierten Meßanzeigen zu interpretieren. Die NutzerInnen haben in diesem Sinne keine Möglichkeit eines kurzfristigen Feedbacks bezüglich ihrer Verbräuche, was wiederum einem sparsamen oder angepaßten NutzerInnenverhalten entgegenwirkt. Weiters wird kritisch angemerkt, daß bei zentralen Wärmeversorgungen die tatsächlichen Kosten, welche den NutzerInnen für den Wärmebezug erwachsen, oftmals zum überwiegenden Teil aus Fixkosten bestehen (wohnflächenspezifischer Anteil) und nur zu einem geringeren Anteil von NutzerInnen selbst mittels seines tatsächlichen Verbrauchs beeinflusst werden können. Dieser Umstand ist ebenfalls als kontraproduktiv bezüglich des NutzerInnenverhaltens zu sehen. Weiters ist die Transparenz der Energieverbrauchsabrechnungen zu verbessern. Aus diesen ist oft nicht in einfacher Weise ersichtlich, wofür wieviel verbraucht wurde und wieviel Kosten dafür anfallen.
- Probleme der Datenverfügbarkeit und -qualität: Ein nicht unerheblicher Teil der erforderlichen Energieverbrauchs-Meßdaten war im Zuge der Studie nicht bzw. nicht in der erforderlichen Qualität verfügbar. Verfügbarkeitsprobleme sind sowohl bei aggregierten Verbrauchsdaten (Gesamtverbräuche pro Projekt) als auch im disaggregierten Bereich zu beobachten. Besonders problematisch gestaltet sich die Aufgliederung der Endenergieverbräuche in einzelne Energiedienstleistungssektoren (Raumheizung und -lüftung, Warmwasserbereitung, elektrische Haushaltsgeräte und Kochen). Besonders in Passivhäusern mit allelektrischer Energieversorgung tritt diese Problematik aufgrund fehlender Subzähler gehäuft auf. Es besteht somit ein großer Bedarf an ganzheitlichen Meßkonzepten. Zu bemängeln sind vor allem die mangelnde Kontrolle bei Durchführung und Aufzeichnung von Meßreihen, fehlende Datentransparenz und zu eng fokussierte Messungen. Eine Evaluierung einzelner Projekte hinsichtlich der tatsächlich aufgetretenen Energieverbräuche wird durch diese Praxis erschwert und zum Teil verhindert.
- Trend zu allelektrischer Energieversorgung: Aus technologisch-strukturellen aber auch kurzfristig-ökonomischen Gründen ist bei zahlreichen untersuchten Pilot- u. Demonstrationsanlagen, vor allem im Passivhausbereich, ein Trend zu einer

allelektrischen Energieversorgung zu beobachten. Dieser Umstand ist aus ökologischer Sicht höchst bedenklich, da im Falle eines Strukturwandels in diese Richtung ein zusätzlicher Verbrauch an elektrischem Strom induziert werden würde. Diese zusätzlich (zum aktuellen Verbrauch) nötigen Strommengen müssen kalorisch produziert werden und verursachen somit den gegenteiligen Effekt, den man durch die Forcierung energetisch innovativer Gebäude erreichen wollte, nämlich die Reduktion von klimarelevanten CO<sub>2</sub>-Emissionen. "Versteckte" Heizenergieverbräuche wie Lüfterströme, elektrischer Strom für Pumpen und Zusatzaggregate sowie nachträglich installierte Widerstandsheizungen (Heizlüfter, Konvektoren) dürfen bei Heizenergiebilanzen nicht vergessen werden und sind jedenfalls bei einer ökologischen Bewertung oder bei einem Vergleich mit beispielsweise Biomasseheizsystemen mit zu berücksichtigen.

- Ökologisch – volkswirtschaftlich sinnvoller Einsatz von (Forschungs)mitteln: Bei der Analyse der untersuchten Pilot- u. Demonstrationsanlagen wird deutlich, daß mit zunehmender Gebäudequalität und bei einer ökologisch sinnvollen Restwärmebedarfsdeckung sehr rasch andere Verbrauchssektoren an Bedeutung gewinnen. Die alleinige Fokussierung auf den Raumwärmesektor ist daher mittelfristig in Frage zu stellen, da im Fall von Haushalten, welche in entsprechend innovativen Gebäuden angesiedelt sind, bereits die Energieverbräuche für die Energiedienstleistungssektoren des Individualverkehrs oder auch der elektrischen Haushaltsgeräte bei weitem überwiegen. Dies wird bei einer Analyse der Emissionsbilanzen noch deutlich unterstrichen.

#### *Schlußfolgerungen und Empfehlungen*

- Informationsvermittlung: Der Bereitstellung und Verbreitung von zielgruppenspezifisch aufbereiteten Informationen wird ein hoher Stellenwert beigemessen. Entsprechende Themen sind auf der Ebene der Schulbildung in den Lehrplänen ebenso implementierbar, wie auf der Ebene der Erwachsenenbildung, beispielsweise im Rahmen der Wohnbauförderungsvergabe. Neue Wege in der Wissensvermittlung, basierend auf Kommunikations- und Motivationsforschung sind hierbei zu nutzen. Speziell im Bereich des innovativen verdichteten Wohnbaus sind Informationsträger zu identifizieren, entsprechend zu schulen und zu unterstützen. Diese Personen wirken durch den guten Zugang zu ihren MitbewohnerInnen als Informationsmultiplikatoren und beeinflussen ihre soziale Umgebung positiv.
- Die vermehrte Berücksichtigung von NutzerInnenenerfahrungen bei der Planung neuer Projekte sollte verpflichtender Bestandteil einer zukünftigen Planung werden, um die vielfältigen, bereits aufgetretenen Problematiken mit zu berücksichtigen.
- Ein unmittelbares Feedback bezüglich Energieverbräuche über, für NutzerInnen verständliche, leicht erreichbare und leicht ablesbare Zähler in verständlichen Energie-, Emissions- und Währungseinheiten, läßt eine positive Rückwirkung auf einen sorgsamen Energieeinsatz und ein sparsameres Nutzerverhalten erwarten.
- Bei einem wertenden Vergleich von Projekten ist auch eine Primärenergiebewertung und CO<sub>2</sub>-Bilanz der eingesetzten Energieträger anzustellen, um vermeintlich niedrige Endenergieverbräuche nicht fälschlicher Weise mit niedrigen Treibhausgasemissionen gleichzusetzen (z.B. elektrischen Strom vs. Biomasse)
- Für einen umfassenden Vergleich von Projekten und konzeptuellen Ansätzen sind weiters gesamtheitliche Bilanzierungen nötig, welche auch kumulierte

Energieinhalte (graue Energie) berücksichtigen und Lebensdauer-Energie- und Emissionsbilanzen bilden.

- In der Pilot- und Demonstrationsphase innovativer Wohnbauten ist auf die Entwicklung einer gewissen Vielfalt an Konzepten (z.B. Ansätze, welche ohne kontrollierte Lüftung auskommen) zu achten, um den Innovationsprozeß nicht zu hemmen oder einzuengen. Diesem Aspekt ist vor allem im Rahmen verdichteter Bauformen in Zukunft vermehrt Aufmerksamkeit zu schenken.
- Die Gestaltung der (Wohnbau)förderungspolitik muß als ein eindeutiges Signal zur Forcierung nachhaltiger Wohnbauten an alle Akteursgruppen ergehen. Die Gestaltung der Förderungen sollte neben einer optimalen Auslegung der Gebäudehülle und einer nachhaltigen Restwärmebedarfsdeckung mittels erneuerbarer Energieträger auch Aspekte der Informationsvermittlung und raumplanerische Aspekte wie den induzierten Mobilitätsbedarf und dessen Deckung berücksichtigen.
- Die Evaluierung von realisierten Projekten erbringt wichtige Erkenntnisse für zukünftige Ansätze, wobei die Kultur einer kritischen Evaluierung und deren breite Nutzung für Folgeprojekte erst begründet werden muß.
- Zukünftige öffentlich finanzierte Forschungsaktivitäten im Bereich des privaten Energieverbrauches sind vor allem als umfassende oder hochgradig vernetzte Betrachtungen auszulegen. Energieverbräuche bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen unterschiedlicher Energiedienstleistungssektoren (Raumwärme, Warmwasserbereitung, Individualverkehr, Reiseverhalten, ...) sind nicht unabhängig voneinander zu sehen. Erfolgen sektoral fokussierende Forschungsaktivitäten, so sind die jeweiligen volkswirtschaftlichen Grenznutzen je Investition in Forschung für die jeweiligen Sektoren im Auge zu behalten (z.B. weiteres Optimierungspotential eines Niedrigstenergie- oder Passivhauses vs. Emissions-Einsparpotential im Bereich des steigenden Individualverkehrs).



# FAKTOREN DER MARKTEINFÜHRUNG UND AKZEPTANZ INNOVATIVER TECHNOLOGIEN

# Fördernde und hemmende Faktoren nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen

**Einreicher:**

Dipl.-Ing. Robert Wimmer  
GrAT - Gruppe angepasste Technologie an der Technische Universität Wien

**Kooperationspartner:**

Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Wien

**Kontakt:**

Dipl.-Ing. Robert Wimmer  
GrAT - Gruppe angepasste Technologie an der Technische Universität Wien  
Wiedner Hauptstrasse 8-10  
A-1040 Wien  
Tel.: +43 1 58801 - 49523  
Fax: +43 1 786 42 05  
E-mail: [r.wimmer@grat.tuwien.ac.at](mailto:r.wimmer@grat.tuwien.ac.at)  
Internet: <http://www.grat.tuwien.ac.at/>

## Projektbeschreibung

### **Fördernde und hemmende Faktoren nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen**

Der verstärkte Einsatz von Nachwachsenden Rohstoffen - den „Ressourcen von Morgen“ - ist als wesentliche Strategie für Nachhaltiges Wirtschaften unbestritten. Gerade im Baubereich lassen sich durch einen intelligenten Einsatz der Materialien Synergien zwischen optimaler Funktionalität und der Vermeidung von Umwelt- und Entsorgungsproblemen realisieren.

Der Anspruch, der sich aus der Leitidee Nachhaltigen Bauens ableitet, ist demnach, durch das Gebäude und die eingesetzten Baukomponenten gegenwärtigen Bedürfnissen (Ansprüchen an die Nutzung) optimal zu entsprechen, ohne künftigen Generationen eine Nachnutzung aufzuzwingen oder Entsorgungsprobleme zu hinterlassen.

Bauprodukte und Systemlösungen auf der Basis von Nachwachsenden Rohstoffen können in hohem Maße zu diesen Zielen beitragen. Ihre Vorteile liegen dabei nicht nur in funktionellen und ökologischen Aspekten, sondern auch in der Stärkung regionaler Wirtschaftsstrukturen.

Die durchgeführten Analysen hemmender und fördernder Faktoren dienen dem Ziel, die Grundlage zu einer verbesserten Marktdurchdringung von Bauprodukten aus Nachwachsenden Rohstoffen zu schaffen. Aus den Ergebnissen aus technischer, rechtlicher und organisatorischer Sicht wurden Maßnahmen für eine marktgerechte Technologieentwicklung und eine zielgerichtete Veränderung der Rahmenbedingungen abgeleitet.

Die Ergebnisse aus den umfangreichen Recherchen zu den technischen Einsatzmöglichkeiten von Produkten wurden in einem nach Einsatzgebieten gegliederten Katalog dargestellt. Darüber hinaus wurden in einer Reihe von Workshops wesentliche organisatorische und rechtliche Aspekte beleuchtet und mit maßgeblichen Akteuren aus den Bereichen Rohstoffbereitstellung, Produktion, Marketing, Planung sowie mit Rechtsexperten und Baufachleuten reflektiert.

### **SCHWERPUNKTBEREICHE**

Aus der Vielzahl von Einsatzgebieten für Nachwachsende Rohstoffe wurden drei besonders vielversprechende Bereiche als Schwerpunkte ausgewählt und näher untersucht. Die entscheidenden Kriterien für die Auswahl der Schwerpunktthemen waren ihre Marktrelevanz, das Innovationspotenzial und das Potenzial zur Substitution von Problemstoffen.

Folgende Schwerpunktbereiche wurden ausgewählt und im Detail auf fördernde und hemmende Faktoren untersucht:

<b>Schwerpunktbe- reic he</b>	<b>Technische Argumente</b>	<b>Ökonomische und ökologische Argumente</b>
<b>Strohballenbau</b>	ausgezeichnete bauphysikalische Werte  geeignet für Niedrighaus- und Passivhaustechnologie	Verwertungschancen für landwirtschaftliche Neben-produkte  gute Verfügbarkeit  geringer Rohstoffpreis
<b>Oberflächenvergüt- ung</b>	interessante Forschungsaktivitäten  funktionelle Verbesserungen durch neue Rohstoffbasis	Minimierung toxischer Inhaltsstoffe  Verbesserung des Raumklimas
<b>Wärme- und Schalldämmung</b>	breites Rohstoffspektrum  ausgereifte Lösungen	hohe Absatzmengen (Tendenz steigend)  „Energiesparende Funktion“ regionale Marktchancen

## Analyse fördernder und hemmender Faktoren bei der Markteinführung von innovativen Wohn- und Bürobauten

35

Tabelle 1: Auswahlargumente für die Schwerpunktbereiche

### Einreicher und Projektleiter:

DI Dr. Peter Biermayr  
Institut für Energiewirtschaft, Technische Universität Wien

### Projektteam:

DI Dr. Karin Stieldorf, Institut für Hochbau, TU-Wien

DI Ernst Schriefl, Bernhard Baumann, Harald Skopetz, Hans Zelenka, Institut für  
Energiewirtschaft, TU-Wien

DI Dr. Michael Ornetzeder, Zentrum für Soziale Innovation

### Kontakt:

DI Dr. Peter Biermayr  
Institut für Energiewirtschaft  
Technische Universität Wien  
Gusshausstraße 27-29/357  
A-1040 Wien  
Tel.: +43 1 58801 - 35718  
Fax: +43 1 58801 - 35799  
E-mail: [biermayr@risc.iew.tuwien.ac.at](mailto:biermayr@risc.iew.tuwien.ac.at)  
Internet: <http://info.tuwien.ac.at/iew/>

## Projektbeschreibung

### Analyse fördernder und hemmender Faktoren bei der Markteinführung von innovativen Wohn- und Bürobauten

#### *Inhalt, Methodik und Daten*

In der vorliegenden empirischen Arbeit werden Hemmnisse und fördernde Faktoren bei der Markteinführung von innovativen Wohnbauten analysiert. Das Spektrum der betrachteten Wohnbauten erstreckt sich über unterschiedliche Grade der baulichen Verdichtung vom frei stehenden Einfamilienhaus bis zum mehrgeschoßigen Wohnbau. Zur Erforschung der Hintergründe der Diffusion innovativer Wohnbauten in den Markt kommen unterschiedliche methodische Ansätze zur Anwendung, welche von standardisierten Nutzerbefragungen bis zu qualitativen Experteninterviews und von der Diskussion einzelner innovativer Technologien bis zur detaillierten Untersuchung einzelner Fallstudien realisierter innovativer Wohnbauten reichen. Der methodische Ansatz erweist sich als praktikables und effektives Instrument, um wesentliche hemmende und fördernde Faktoren für die Markteinführung innovativer Wohnbauten zu detektieren und Strategien zur Ausräumung von Hemmnissen und zur Unterstützung von fördernden Faktoren zu entwickeln.

Die der gegenständlichen Studie zugrundeliegenden Daten basieren auf 212 verwertbaren, standardisierten NutzerInnenbefragungen von StandardgebäudenutzerInnen, ca. 50 qualitativen Interviews mit Technologieproduzenten ausgewählter Branchen, sowie aus weiteren ca. 50 qualitativen Interviews mit wesentlichen Akteuren im Rahmen von 6 Gebäudefallstudien, welche dem Bereich des innovativen Wohnbaus zuzuordnen sind. Die für die Auswertung erstellte Datengrundlage erwies sich für die Analyse der Hemmnisse und fördernden Faktoren für die Markteinführung innovativer Wohnbauten als hinreichend, wobei auf die Qualität der gewonnenen Daten besonderes Augenmerk gelegt wurde.

Untersuchungsgegenstand der Analyse sind einerseits die Hemmnisse und fördernden Faktoren bei der Markteinführung ausgewählter innovativer Technologien und Themen (integrale Planung, extreme Wärmedämmung, kontrollierte Lüftung, passive Solarenergienutzung, energieeffiziente Beleuchtung, Kachelofen als Ganzhausheizung, Pellets-Einzelofen und Pelletskessel kleinster Leistung) welche in Kombination unterschiedliche Systeme ergeben, die den Kriterien der Nachhaltigkeit Rechnung tragen. Andererseits fällt das Augenmerk auf Hemmnisse und fördernde Faktoren bei der Markteinführung innovativer Wohnbauten anhand bereits realisierter Pilot- und Demonstrationsprojekte.

#### *Hemmnisse für die Markteinführung innovativer Wohnbauten*

Als ein zentrales Hemmnis, welches sowohl im Bereich einzelner Technologien, als auch bei gesamten innovativen Projekten wirksam wird, kann mangelnde Information angeführt werden. Informationsdefizite erstrecken sich von der Gruppe der Gebäudenutzer über die ausführenden Gewerke bis zu den Planern. Die Nutzer von Standardgebäuden weisen bezüglich innovativer Technologien einen äußerst geringen Informationsgrad auf, welcher im Mittel der Einstufung "habe ich schon einmal gehört" gleichkommt. Der Bekanntheitsgrad verschiedener Technologien ist stark unterschiedlich, wobei nur die Bereiche der energieeffizienten Beleuchtung (Energiesparlampen; allgemein Gasentladungslampen), der solar-thermischen Warmwasserbereitung, der Kachelofen-Ganzhausheizung und der Wärmepumpentechnologie signifikant über das obige Maß hinausgehen. Zahlreiche Technologien (dies betrifft beispielsweise auch die Pellets-Heizsysteme) sind unter den Standardgebäudenutzern fast gänzlich unbekannt und können somit in individuellen Planungen gar nicht mit berücksichtigt werden. Im Bereich der privaten GebäudenutzerInnen ist beobachtbar, daß das spezifische Informationsniveau im wesentlichen vom Bezug zum Baugeschehen abhängt. NutzerInnen, welche selbst gebaut haben, weisen das höchste Informationsniveau auf, wobei das spezifische Wissen erst während der Baudurchführung entsteht und keinesfalls bereits in der Planungsphase vorhanden ist. Eine Abhängigkeit des Informationsniveaus von der Schulbildung ist nicht gegeben. Weiters ist das Wissen über vorhandene Förderungen im Zusammenhang mit innovativen Technologien im Wohnbau äußerst gering und hauptsächlich durch die Intuition der NutzerInnen geprägt, welche jedoch nicht mit den tatsächlichen Gegebenheiten korreliert.

Das Informationsdefizit bei den ausführenden Gewerken stellt ein Hemmnis im Zuge der Baudurchführung dar. Der (bautechnische) Einsatz innovativer Technologien stellt Anforderungen an die Gewerke, welche stark von den üblichen Gepflogenheiten bei der Errichtung konventioneller Wohnbauten abweichen. So stellt die, bei Niedrigstenergie- u. Passivhäusern geforderte Luftdichtheit der Gebäude, einen hohen Anspruch an die Bauausführung, wobei hierbei der lückenlosen Bauaufsicht durch einen entsprechend geschulten Bauleiter ein besonders hoher Stellenwert zukommt. In der Gruppe der PlanerInnen stellt Informationsmangel ebenfalls ein wesentliches Hemmnis für eine breite Markteinführung innovativer Wohnbauten dar. Viele Technologien und Möglichkeiten, welche verfügbar, erprobt und erfolgreich einsetzbar wären, werden aus Mangel an Kenntnis derselben nicht in Betracht gezogen. Viele PlanerInnen, die im konventionellen Wohnbau betriebswirtschaftlich erfolgreich agieren, sehen in der Erweiterung Ihrer Planungstätigkeit auf innovative Komponenten bloß möglichst zu vermeidende Transaktionskosten.

Hemmnisse, welche aus dem marktwirtschaftlichen Umfeld und den damit in Zusammenhang stehenden Randbedingungen des Wohnbaus resultieren, sind wesentlich und stellen die größte Barriere für eine breite Markteinführung dar. Projekte des Wohnbaus, welche den Richtlinien der Nachhaltigkeit genügen, sollten, dem Fokus der Studie entsprechend, energetisch und stofflich optimierte, das heißt minimierte Systeme darstellen, welche den Servicebedarf der NutzerInnen befriedigen. Die wesentlichen Akteure im Zuge der Planung und Realisierung von Wohnbauprojekten sind jedoch privatwirtschaftlich orientierte, gewinnmaximierende Unternehmen, welche an minimalen Systemen nicht interessiert sind. Es führen diese Umstände beispielsweise zur Überdimensionierung von Kesseln, zur Installation von entbehrlichen redundanten Parallelsystemen und der Tendenz, konventionelle, bewährte und für den Anbieter

kostengünstige Systeme mit hohen Gewinnspannen ohne Transaktionskosten einzusetzen. Es besteht systembedingt weiters die legitime Tendenz, eine abgeschätzte oder exakt vorgegebene Zahlungsbereitschaft eines privaten oder öffentlichen Bauherren unter den Gesichtspunkten der eigenen Gewinnmaximierung stets optimal auszuschöpfen.

Innovative GebäudeplanerInnen sind aus ökonomischer Sicht mit dem Problem konfrontiert, ihre gestiegenen Planungskosten bei entsprechend innovativen Wohnbauten nicht decken zu können, zumal die im Bereich (öffentlicher) Auftraggeber übliche flächenspezifische Preisdeckelung meist sehr restriktiv formuliert ist. In diesem Bereich besonders ambitionierte PlanerInnen müssen entsprechende Projekte zumeist aus wesentlich lukrativeren, konventionellen Projekten quersubventionieren. Der Sektor der (innovativen) Einfamilienhäuser wird aus Gründen der geringen Gewinnspannen von professionellen GebäudeplanerInnen zumeist gemieden. Die "Planung" von Einfamilienhäusern reduziert sich nicht zuletzt aus diesem Grund in den meisten Fällen auf Überlegungen der Innenraumaufteilung und die Abnahme der Statik durch den späteren Baustofflieferanten.

Ökonomische Hemmnisse werden auch für den Einsatz eines wesentlich erhöhten Wärmeschutzes wirksam. Diese zweifelsohne erstzureihende Maßnahme zur Minimierung des Wärmebedarfes eines Wohngebäudes, welche in Kombination mit weiteren innovativen Technologien gangbare Wege zu nachhaltigen Wohngebäuden eröffnet, wird in der Praxis abseits von Pilot- und Demonstrationsanlagen nicht angewandt. Die jeweils existierende Bauordnung setzt hierbei die Richtlinien für den Wärmeschutz und nur selten sind geringe Anreize seitens der Förderungsmodelle erkennbar, welche eine Veranlassung für einen wesentlich erhöhten Wärmeschutz darstellen könnten. Wenn für ein Wohngebäude ein Vollwärmeschutz vorgesehen wird, so ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht für die befaßten Gewerke nur wesentlich, daß gedämmt wird, aber nicht wie dick die Ausführung der Dämmung erfolgt. Der zusätzliche Zentimeter Dämmdicke weist sehr geringe Grenzkosten auf, und erbringt somit nur eine marginale Umsatz- und Gewinnsteigerung, dafür jedoch Probleme mit nicht zugelassenen Bauteilen, Unsicherheiten und Transaktionskosten. Die mit dem Einsatz eines wesentlich erhöhten Wärmeschutzes einhergehende Reduzierung der späteren Betriebskosten stellt im Regelfall weder für den Planer/die Planerin noch für die Baudurchführung einen spezifischen Anreiz dar, wobei dies im allgemeinen auch für öffentliche und private Bauträger, abgesehen vom Einfamilienhaussektor, gilt.

#### *Fördernde Faktoren für die Markteinführung innovativer Wohnbauten*

Wesentliche fördernde Faktoren für die Markteinführung innovativer Wohnbauten sind im Bereich der Gebäudenutzer vor allem im Hinblick auf die Erwartung von Komfort, Wohngefühl und -erlebnis und Gesundheitswert zu beobachten. Weitere Anreize, welche vor allem den Einsatz nach außen sichtbarer Technologien wie solar passiver Elemente oder großflächiger solar-thermischer Kollektoren fördern, sind Präsentations- und Prestigestreben. Die geringen Betriebskosten sind kaum ein Anreiz für die Nachfrage nach innovativen Wohnbauten. Die Betriebskosten werden von den zukünftigen Nutzern als unsicher gesehen und nicht geglaubt. Der Energiespar- oder Ökologiedanke an sich besitzt für die meisten potentiellen NutzerInnen von innovativen Wohnbauten im Vergleich zu den erstgenannten Anreizen keine besondere Attraktivität.

Das intensive Engagement einzelner Akteure bei der Planung und Durchführung innovativer Projekte ist von wesentlicher Bedeutung für deren Gelingen. Die Motive für den besonderen persönlichen Einsatz dieser Akteure sind hierbei vielgestaltig. Im Bereich innovativer Einfamilienhäuser sind ökologische Gesinnungen, die Technikbegeisterung, aber auch die Bastelleidenschaft oder das Präsentationsstreben von Bauherren maßgeblich, im verdichteten innovativen Wohnbau ist oft das Streben von Bauträgern nach einer entsprechenden Marktstellung oder auch das Engagement ökologisch motivierter ArchitektInnen entscheidend. Einen weiteren fördernden Faktor stellt eine geringe Anzahl von beteiligten Akteursgruppen dar, da gleichsam auch die Anzahl der problematischen Schnittstellen und die damit verbundenen Aufwände sinken. Die Förderung einer Zusammenarbeit der Akteursgruppen beginnend von der Planungsphase und ein entsprechendes Management der Schnittstellen ist für das Gelingen von entsprechenden Projekten von entscheidender Bedeutung.

Der Grad der Identifikation des Nutzers/der Nutzerin mit dem Gebäude, dessen Lage, der Wohnung und der technischen Ausstattung ist ein wesentlicher Faktor für die Akzeptanz. Der Grad der Identifikation ist hierbei im wesentlichen vom Grad der Selbstbestimmung bei der Planung und Errichtung sowie von den Eigentumsverhältnissen abhängig. In entsprechenden untersuchten Einfamilienhäusern sehen BesitzerIn und NutzerIn in diesem Sinne leicht über jene technische Mängel hinweg, die in einem sozialen Wohnbau eine kollektive Unzufriedenheit heraufbeschwören können, wobei letztere MieterInnen auch dazu neigen, die Unzufriedenheit mit einer persönlichen Lebenssituation beispielsweise auf einzelne Technologien zu projizieren.

Bei den entscheidenden Motiven der NutzerInnen von untersuchten innovativen Wohnbauten in verdichteter Bauweise (ausgenommen Einfamilienhäuser), eine entsprechende Wohnung zu mieten oder zu kaufen, stand stets die örtliche Lage eines Projektes, die verfügbare Wohnfläche, die Raumaufteilung und natürlich die finanzielle Leistbarkeit im Vordergrund. Bei dem Argument der örtlichen Lage wird einer Grünruhelage mit einer günstigen Anbindung zu einem städtischen Bereich ein besonders hoher Stellenwert beigemessen, wobei auch die Nähe zum Arbeitsplatz, die Nähe zu Verwandten, Bekannten und Freunden einfließt. Der Umstand, daß es sich bei den entsprechenden Gebäuden um Niedrigenergiehäuser oder Passivhäuser handelt, spielt für die NutzerInnen für die Entscheidung für oder wider eine bestimmte Wohnung in jedem Fall eine untergeordnete Rolle. Die durchschnittliche Einstellung der entsprechenden NutzerInnen kann mit einem Zitat eines Standard-Einfamilienhausbewohners zusammengefaßt werden: „Ich baue um zu wohnen, nicht um Energie zu sparen“.

#### *Schlußfolgerungen und Maßnahmenempfehlungen*

Soll aus einer volkswirtschaftlich orientierten Sichtweise heraus die zögerliche Markteinführung innovativer Wohnbauten im Sinne von energetisch und ökologisch optimierten Gebäuden forciert werden, so werden vor allem zur Überwindung von systembedingten, oft marktwirtschaftlich argumentierbaren Hemmnissen, Maßnahmen von öffentlicher Seite zu treffen sein.

Als Grundlage und auch als Triggertechnologie im weitesten Sinne ist in diesem Zusammenhang die Implementierung von wesentlich erhöhten Wärmeschutzbestimmungen zu nennen. Zahlreiche technologische Ansätze zur Deckung eines minimalen Restwärmebedarfes, wie der Einsatz von kontrollierten Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und integriertem Back-up System, solarthermische Kollektoren oder/und einzelne Formen der (individuellen) Biomassebeheizung, können erst im Falle eines minimierten Restwärmebedarfes durch eine entsprechende Gebäudehülle eingesetzt werden, drängen sich dann allerdings geradezu auf. Die Optimierung der Gebäudehülle vor der Deckung des Restwärmebedarfes mit nachhaltigen, CO<sub>2</sub>-neutralen Energiesystemen ist von entscheidender Bedeutung, wenn an ein langfristig lebensfähiges, nationales oder internationales Energie- und Gesellschaftssystem gedacht wird, da das technisch und wirtschaftlich nutzbare Potential an entsprechenden erneuerbaren Energieträgern langfristig eine Deckelung des Gesamtenergieumsatzes darstellt. Die Aufrechterhaltung des Gesamtsystems ist langfristig nur auf der Basis höchster (Gebäude)effizienz denkbar.

Die Bereitstellung von erprobten und zugelassenen technischen Komponenten und Gesamtlösungen (energetisch und ökologisch optimierte Wandaufbauten, angepaßte Heizsysteme und Lüftungsanlagen, erfolgreiche Standard-Gesamtkonzepte mit einem definierten Variationsspielraum) würde zahlreichen hemmenden Faktoren begegnen. Ökonomische Aspekte wie teure Gebäudesimulationen für jedes einzelne Projekt, Unsicherheiten bezüglich der zuverlässigen Funktionalität und Bedenken bezüglich Garantieansprüche und Unzufriedenheit der NutzerInnen bei technischen Problemen würden somit entschärft.

Der Individualität der nachhaltigen Restwärmebedarfsdeckung durch dezentrale Einheiten kommt hierbei aus der Sicht der persönlichen Identifikation, vor allem aber auch aus der Sicht der Kostentransparenz und der Förderung eines entsprechenden Verhaltens der NutzerInnen ein hoher Stellenwert zu. Es hat sich gezeigt, daß zentralisierte Formen der Wärmeversorgung von den NutzerInnen kritisch gesehen werden. Ein hoher Anteil an wohnflächenspezifischen Fixkosten bedingt in solchen Systemen einen geringen Einfluß der NutzerInnen und deren Verhalten auf die Heizkosten. Weiters wird ein zentraler Wärmeversorger aus betriebswirtschaftlicher Sicht immer versuchen, die verkaufte Wärmemenge zu maximieren, wobei automatisch eine Konkurrenzsituation zur technischen (Gebäude)effizienz gegeben ist. Ein möglicher zukünftiger Ansatz wäre hier von einer Versorgung mit Endenergie auf eine entsprechende Versorgung mit Energiedienstleistungen umzudenken.

Durch den geringen Grad an Identifikation, Selbstbestimmung und der zumeist unbefriedigenden persönlichen Situation der NutzerInnen fällt die Markteinführung innovativer Wohnbauten im sozialen Wohnbau besonders schwer. Die BewohnerInnen werden den entsprechenden Projekten mehr oder weniger, direkt oder indirekt, zugeteilt, und sehen sich in diesem Zusammenhang oft als Versuchsobjekte. Eine Möglichkeit, diese für die spätere Akzeptanz entscheidenden Umstände zu verbessern, stellt das gleichzeitige Anbieten einer gleichwertigen Wahlmöglichkeit dar, wobei durchaus ein Anreiz für die innovative Variante durch geringere Betriebskosten gegeben sein sollte. Die Entscheidung ist dann jedenfalls eine persönliche und schafft durch einen höheren Grad an Identifikation eine bessere Ausgangsposition für eine entsprechende Systemakzeptanz. Hemmenden gruppen-dynamischen Prozessen in

innovativen Wohnbauten mit einem höheren Verdichtungsgrad, welche durch die Negativpropaganda einzelner frustrierter BewohnerInnen immer auftreten können, kann mit regelmäßigen Mieterversammlungen, in denen Probleme diskutiert werden und professionell aufbereitete Informationen weitergegeben werden können, begegnet werden.

Das Förderungswesen im Wohnbau, sowohl für den Neubau als auch für den Sanierungsfall, sollte entsprechend einer least-cost Strategie überarbeitet, zusätzlich zumindest national harmonisiert und übersichtlich und transparent gestaltet werden. Ein eindeutiger Lenkungseffekt in Hinblick auf die Errichtung nachhaltiger, innovativer Wohnbauten sollte durch entsprechende Fördermodelle gegeben sein, wobei dies zur Zeit nicht oder nur ansatzweise zu beobachten ist. Zur Sicherstellung der tatsächlichen Ausführung eingeplanter Maßnahmen sollten weiters Kontrollen der selben, sowie Projektevaluierungen als Förderungsbedingung vorgesehen werden. Momentan existierende Wohnbau-Förderungsmodelle fördern zum größten Teil nur den Umstand, daß ein Gebäude nach den momentanen Bestimmungen der Bauordnung errichtet wird, sowie einzelne Technologien, unabhängig davon, ob aus deren Einsatz sinnvolle Gesamtsysteme entstehen oder nicht. Ein deutlicher Impuls für die Markteinführung nachhaltiger innovativer Wohnbauten ist durch die aktuelle nationale Wohnbau-Förderungslandschaft nicht gegeben.

Zur Bereitstellung und Verbreitung von zielgruppenspezifisch aufbereiteten Informationen ist ein unabhängiges, offensiv auftretendes Kompetenznetzwerk zu schaffen. Der absoluten Unabhängigkeit kommt dabei ein besonderer Stellenwert zu, da anderenfalls betriebswirtschaftliche Interessen von Firmen entsprechend selektierte Informationen bewirken, zumal durch die Liberalisierung und Privatisierung der entsprechenden Energiemärkte auch der, vielleicht zu früheren Zeiten mögliche politische Auftrag unterschiedlicher Unternehmen nicht mehr in vollem Umfang gegeben ist und in Zukunft vermutlich völlig verloren geht. In diesem Zusammenhang wäre auch die Vergabe von Informationsgutscheinen an (private) Bauherren als fixer Bestandteil der Wohnbauförderung ein vielversprechender Ansatz, wobei die Aufnahme der Information bereits in der Planungsphase erfolgen muß, was ein logistisch-administratives Problem darstellt.

Zahlreiche Hemmnisse für die Markteinführung innovativer Wohnbauten lassen sich auf Marktfehler oder Marktversagen zurückführen. Wesentliche Faktoren sind hierbei die hohen auftretenden Transaktionskosten und die mangelnde oder nicht vorhandene Abbildung externer Kosten auf Produkt- und Energiepreise. Zur Abschwächung oder Beseitigung dieser übergeordneten Hemmnisse muß mittel- bis langfristig die Ökologisierung des Steuersystems zu jener Kostenwahrheit für den Einsatz unterschiedlich energieeffizienter Technologien und unterschiedlicher Energieträger führen, welche auch einen objektiven, ökologisch relevanten, ökonomischen Vergleich konventioneller und entsprechend innovativer Ansätze ermöglicht.

# Akzeptanzverbesserung von Niedrigenergiehaus-Komponenten als wechselseitiger Lernprozess von Herstellern und AnwenderInnen

## **Einreicher und Projektleiter:**

DI Mag. Harald Rohracher  
Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur (IFZ)

## **Projektteam:**

DI Mag. Harald Rohracher (Projektleitung), Brigitte Kukovetz; IFF/IFZ

Mag. Dr. Michael Ornetzeder; Zentrum für Soziale Innovation (ZSI)

DI Thomas Zelger, Gerhard Enzenberger, (IBO)

Dr. Johannes Gadner, Univ.-Prof. Dr. Josef Zelger; Institut für Philosophie, Uni  
Innsbruck

Dr. Renate Buber; Institut für Handel und Marketing, WU Wien

## **Kontakt:**

DI Mag. Harald Rohracher

Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur

Schlögelgasse 2

A-8010 Graz

Tel.: +43 316 81 39 09 - 24

Fax: +43 316 81 02 74

E-mail: [rohracher@ifz.big.ac.at](mailto:rohracher@ifz.big.ac.at)

Internet: <http://www.ifz.tu-graz.ac.at/>

## Projektbeschreibung

### **Akzeptanzverbesserung von Niedrigenergiehaus-Komponenten als wechselseitiger Lernprozess von Herstellern und AnwenderInnen**

In Gebäuden mit sehr niedrigem Energiebedarf ( $<30 - 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ ) wird das Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung zu einem zentralen Bestandteil der Haustechnik. In manchen Fällen (insbesondere bei Passivhäusern) erfolgt auch die Raumheizung zu einem Großteil über die Lüftungsanlage. Der Akzeptanz der kontrollierten Wohnraumlüftung und dem Zusammenspiel von Lüftung und Heizung bei Niedrigenergiehäusern kommt daher eine maßgebliche Bedeutung für die zukünftigen Verbreitungschancen solcher Gebäude zu.

Gegenstand des vorliegenden Projekts ist es, die bisherigen Erfahrungen von BewohnerInnen von Gebäuden mit kontrollierten Lüftungsanlagen zu evaluieren, Bedingungen für die Herstellung einer höheren Akzeptanz zu untersuchen und Perspektiven für die Unterstützung einer größeren Verbreitung und nutzergerechten Weiterentwicklung von Lüftungsanlagen in Kombination mit Niedrigenergiehausheizungssystemen aufzuzeigen.

Eine erfolgreiche Verbreitung von Lüftungsanlagen und Niedrigstenergiehäusern wird nicht zuletzt davon abhängen, ob es gelingt, diese Komponenten im Rahmen weiterer Innovationen optimal an die Bedürfnisse der NutzerInnen anzupassen. Für solche Anpassungsleistungen ist ein wechselseitiger Lernprozess zwischen Herstellern und AnwenderInnen (in diesem Fall nicht nur GebäudebewohnerInnen, sondern auch Bauträger, Architekten oder Haustechniker) eine wichtige Voraussetzung. In Anlehnung an das in den Niederlanden entwickelte Programm eines 'Constructive Technology Assessment (CTA)' und das aus der Innovationsforschung stammende Konzept der 'Lead User', werden im Bericht auch Überlegungen zu den Möglichkeiten einer Verbreitung des Designprozesses von Technologien durch die aktive Einbeziehung von AnwenderInnen angestellt.

#### *Methoden und Arbeitsschritte*

1. Exemplarische Akzeptanzstudie bei BewohnerInnen von Niedrigenergiehäusern mit kontrollierter Lüftung; standardisierte Befragung von 144 NutzerInnen ergänzt durch ca. 30 offene Interviews

2. Expertenbefragung von PlanerInnen, Haustechnikern, ArchitektInnen, Herstellern und Bauträgern zu Hemmnissen und weiteren Perspektiven für die Verbreitung von kontrollierter Wohnraumbelüftung
3. Akzeptanzanalyse und marketingbezogene Auswertung der offenen Interviews mit NutzerInnen und Nicht-NutzerInnen (KundInnen, die sich für Lüftungsanlagen interessiert haben, sich allerdings gegen einen Einbau entschieden haben) durch das qualitative Auswertungsverfahren GABEK (Ganzheitliche Bewältigung von Komplexität)
4. Entwicklung von Strategien zur verstärkten Einbindung von AnwenderInnen in den Technologieentwicklungsprozess.

### *Ausgewählte Ergebnisse*

Das Segment der NutzerInnen von kontrollierten Be- und Entlüftungsanlagen ist derzeit hauptsächlich auf eine kleine Gruppe ökologisch hochmotivierter EinfamilienhausbesitzerInnen und vereinzelte Geschosswohnbauprojekte - oft im Bereich des sozialen Wohnbaus - beschränkt. Der Anteil solcher Wohnungen im Neubau dürfte derzeit in der Größenordnung von einem Prozent liegen. Die BewohnerInnen von Gebäuden mit kontrollierter Lüftung gehören signifikant zur höher gebildeten (und damit auch finanziell besser gestellten) Bevölkerungsschicht (z.B. 37% Universitäts/Fachhochschulabschluss gegenüber 7% im Bevölkerungsdurchschnitt).

Das Hauptmotiv zum Kauf einer Lüftungsanlage ist Energiesparen und Umweltschutz, wobei auch die erwartete Luftqualität und der Komfort einen hohen Stellenwert einnehmen. Die grundsätzliche Zufriedenheit mit Lüftungsanlagen ist vor allem im Einfamilienhausbereich sehr hoch (beinahe alle Befragten würden sich wieder eine Anlage installieren lassen), doch berichten viele BewohnerInnen über Probleme wie Geräusentwicklung (41% der befragten EinfamilienhausbewohnerInnen), zu trockener Luft (49% der Geschosswohnbauten) oder schlechte Regelbarkeit der Lüftungsanlage (48% der Befragten). Problematischer als in Einfamilienhäusern ist die Situation offenbar im Bereich der Geschosswohnbauten, wo sich die BewohnerInnen nicht bewusst für Lüftungsanlagen entschieden haben und unter Kostendruck manchmal schlecht funktionierende Anlagen errichtet wurden. Hier kommt das Problem der oft mangelhaften Information der MieterInnen (drei Viertel fühlen sich nicht ausreichend informiert) über Funktion und Umgang mit der Anlage hinzu. Ein positives Zeichen ist jedoch, dass sich Zufriedenheit und Erfahrung hin zu jüngeren Anlagen sowohl bei Einfamilien- als auch Mehrfamiliengebäuden verbessert. Die positiven oder negativen Erfahrungen korrelieren allerdings kaum mit den Errichtungskosten der Anlagen.

Lüftungsanlagen werden von BewohnerInnen vor allem mit Komfort, Ökologie und Gesundheit identifiziert. In Geschosswohnbauten stehen Wohnraumlüftungen allerdings eher für eine moderne Haustechnik als für Komfort und Ökologie.

Im Gegensatz zu den Zufriedenheitsfaktoren fällt auf, dass die Nicht-NutzerInnen – zum Teil durch mangelnde Information über und wenig direkte Erfahrungen mit Lüftungsanlagen – die meisten Eigenschaften der Produktgruppe negativ konnotieren. Interessanterweise handelt es sich bei diesen wahrgenommenen Nachteilen einer Lüftungsanlage primär um technische Aspekte (Angst vor schlechtem Funktionieren, Einschränkung bei Fensterlüftung, Unsicherheit wegen Wartung, hohe Kosten). Diese wirken allerdings auf zentrale Bedürfnisse wie Behaglichkeit und Gesundheit. Die von den Nicht-NutzerInnen wahrgenommenen technischen Problemfaktoren werden von den BewohnerInnen von Einfamilienhäusern bis auf einzelne Ausnahmen praktisch nicht als Probleme wahrgenommen. Ein wesentlicher Anteil an BewohnerInnen von Mehrfamilienhäusern lebt dagegen mit einem Großteil all derjenigen Probleme, die von den NichtnutzerInnen befürchtet werden. Das von den Nicht-NutzerInnen allerdings als sehr relevant empfundene Problem der Zugluft stellt sich den NutzerInnen meist gar nicht.

Ein Großteil der Probleme mit kontrollierter Wohnraumlüftung hängt nicht mit unausgereiften technischen Komponenten zusammen, sondern mit der Planung und Ausführung der Anlage, der Integration in das Gesamtgebäude, der Information der NutzerInnen, dem Kostendruck, der Einregulierung der Anlage nach Fertigstellung etc. Zwar lassen sich deutliche Lernprozesse und ein Know-how Zuwachs bei spezialisierten PlanerInnen, ArchitektInnen und Herstellern konstatieren, doch ist für einen großen Teil der einschlägigen Professionisten die Planung und Errichtung von Lüftungsanlagen im Wohnbau - insbesondere wenn über die Lüftungsanlage teilweise oder vollständig geheizt werden soll - ein Aufgabenfeld, in dem sie noch nicht über ausreichende Erfahrungen und Kompetenzen verfügen.

Auch wenn neue Anlagen verhältnismäßig ausgereift sind, gibt es auch auf der technisch-ökonomischen Ebene noch großes Verbesserungspotenzial. Dabei geht es etwa um die bessere Anpassung der Anlagen (z.B. des Preis-Leistungsverhältnisses) an die Erfordernisse des Wohnbaus, generell um Kostenreduktion durch höhere Stückzahlen, bessere Regelmöglichkeiten (Nutzerschnittstelle, Einzelraumregelungen) bzw. um die Entwicklung einfach handhabbarer Module, die eine einfachere Anlagenerrichtung ermöglichen. Das letzte Wort scheint auch bei der Art der Kombination von Lüftung und Heizung noch nicht gesprochen zu sein. Derzeit wird an einer Reihe von individuellen Lösungen zur Heizungsunterstützung der teilweisen Heizung über die Lüftungsanlage 'gebastelt'. Solche kostengünstigen Kombinationen von Luftheizungen mit anderen Heizsystemen dürften auch weiterhin ein wichtiges Segment neben alleinigen Luftheizungen (z.B. mit Kompaktgeräten) oder einer

kompletten Trennung Lüftung - Heizung darstellen. Ein großer Bedarf wird auch für gut abgestimmte Kombinationen mit Holzheizungen (z.B. Kachelöfen) gesehen, wobei es hier bereits spezifische Entwicklungsarbeiten in diese Richtung gibt.

### *Schlussfolgerungen*

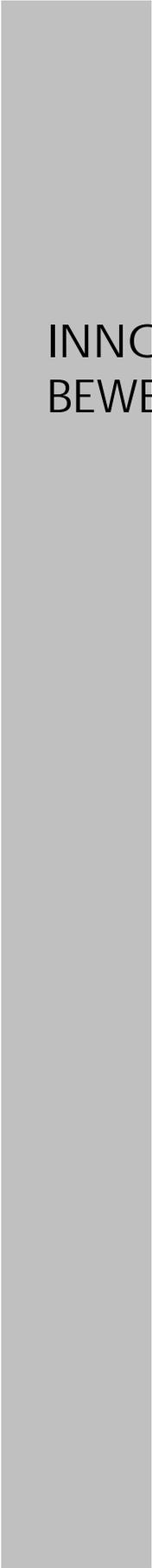
Strategien zur besseren Verbreitung von Lüftungsanlagen sollten drei Ebenen besonders berücksichtigen:

Die Weiterentwicklung des rechtlichen, ökonomischen und organisatorischen Umfelds von Lüftungsanlagen, d.h. des Know-hows der Anlagenerrichter (Weiterbildungsmaßnahmen; Zertifizierung spezialisierter Anbieter), der regulatorischen und Förderrahmenbedingungen (Wohnbauförderungen, ÖNORM - z.B. Senkung des höchstzulässigen Schallpegels, Honorarordnungen für PlanerInnen etc.), der Planungskultur für Niedrigenergiegebäude (integrierte Planung), Erhöhung der Nachfrage bei Wohnbauträgern und von NutzerInnen durch gezielte Marketing- und Informationsprogramme.

### *Die systematische Einbeziehung der Erfahrungen der bisherigen AnlagennutzerInnen in die weitere Entwicklung der Anlagen*

Diese Einbeziehung kann auf der Ebene der Technologieentwicklung durch Befragungen, Fokusgruppen oder 'Lead user'-Workshops erfolgen, oder auf der Ebene der Planung, Errichtung und Nutzung entsprechender Gebäude, wo erfahrene externe NutzerInnen oder künftige NutzerInnen des Gebäudes möglichst intensiv in den Planungsprozess einbezogen werden sollten.

Einbindung der Produktwahrnehmung der KundInnen, die sich gegen den Kauf einer Lüftungsanlage entschieden haben (Nicht-NutzerInnen), in die Marketing- und Informationskonzepte von Lüftungsunternehmen, Installateuren und Beratungsinstitutionen. Diese Erfahrungen unterscheiden sich zum Teil markant von denjenigen der bisherigen AnlagennutzerInnen: So ist das erwartete Problem der Zugluft ein starkes Hindernis für den Einbau einer Lüftungsanlage, das weder von den NutzerInnen noch von den ExpertInnen wahrgenommen wird, d.h. in realisierten Anlagen im Wohnbau praktisch nicht auftritt.



# INNOVATIVE GEBÄUDE UND NEUE BEWERTUNGSSYSTEME

# Solare Niedrigenergiehaussiedlung SUNDAYS (Gleisdorf)

**Projektteam:**

Bauherr: Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE

Bauträger: Lieb Bau, Weiz

Architekt: DI Georg W. Reinberg

Haustechnik: Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE

Ansprechpartner: Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE

Feldgasse 19

A 8200 Gleisdorf

Tel.: +43 3112 5886-0

Fax: +43 3112 5886-18

E-Mail: [office@aee.at](mailto:office@aee.at)

## Projektbeschreibung

### Solare Niedrigenergiehaussiedlung SUNDAYS (Gleisdorf, Steiermark)

Das Gesamtprojekt besteht aus drei Bauteilen: dem Bürogebäude der Arge ERNEUERBARE ENERGIE und zwei Reihenhauszeilen mit je drei Häusern und ist ein Musterprojekt für die Entwicklung des Fertigteilhauskonzepts "SUNDAYS".

Alle Baukörper sind mit der Längsfassade nach Süden orientiert. Besonnungsstudien verhalfen eine Bebauung zu finden, bei der eine gegenseitige Beschattung vermieden wird. Das Bürohaus der Arge ERNEUERBARE ENERGIE ist an der Südkante des Grundstückes angeordnet, die Wohnhäuser nachfolgend.

Bebaute Fläche: 792,83 m<sup>2</sup>

Nutzfläche: 929 m<sup>2</sup>, davon 292 m<sup>2</sup> Bürogebäude, die zwei weiteren Baukörper mit 290 m<sup>2</sup> bzw. 347 m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche beherbergen sechs Wohneinheiten mit Größen zwischen 80 - 105 m<sup>2</sup>.

#### *Wohnbau*

Die zwei zweigeschoßigen Reihenhäuser sind in drei Klimazonen geteilt:

1. die Erschließung im Norden
2. die Wohnbereiche und
3. die Wintergärten im Süden.

#### *Bürobau*

Die technische Ausstattung, Baumaterialien und das Fertigteilssystem sind gleich wie im Wohnbau. Der Erschließungsbereich - Wintergarten bietet durch schwankende Temperaturen und Belichtungen hohe Erlebnisqualitäten.

Das Bürogebäude ist in zwei thermische und funktionelle Zonen gegliedert. Zwischen der Solar- Kollektorzone im Süden und den Büroräumen befindet sich eine massive und mit Lehm verputzte Solarspeicherwand um passiv gewonnene Sonnenenergie zu

speichern und für das Raumklima ausgleichend zu wirken. Ergänzend dazu sind alle tragenden Wände und Decken in Massivholzplatten ausgeführt.

Die zentralen Energieeinrichtungen (Kollektoren, Speicher, Photovoltaik, Biomasseheizung, usw.) werden gemeinsam von den Wohngebäuden und dem Büro betrieben und es werden besondere Synergieeffekte erwartet.

### *Energiekonzept*

Die hoch wärme gedämmten Gebäude werden mit einer solaren Raumheizungsanlage und einer zentralen Pelletsanlage über ein Nahwärmenetz versorgt. Die Wärmeabgabe erfolgt über ein Wandheizsystem. Eine netzgekoppelte Photovoltaikanlage produziert einen Teil des benötigten elektrischen Stromes.

### *Energiekennwerte*

Gegenüberstellung des berechneten und gemessenen spezifischen Heizwärmebedarfs pro Jahr und m<sup>2</sup> beheizter Nettonutzfläche:

	Wohnung	Büro
Berechnung (TRNSYS)	33 kWh/m <sup>2</sup> a	20 kWh/m <sup>2</sup> a
Messung (Saison 1999/2000)	13 kWh/m <sup>2</sup> a	8 kWh/m <sup>2</sup> a

### *Konstruktion*

#### Konstruktionsweise

Entwicklung eines neuen Holzbausystems mit Vollwärmeschutz:

Massivholzbauweise kombiniert mit Betonspeicherwand im Gebäudezentrum. Wintergarten in Holzkonstruktion. Die Montage der Massivholzplatten erfolgt über Stahlwinkel bzw. Verschraubungen über die Stirnseite. Dämmstoff: Holz-Weichfaserplatten.

Die Elemente selbst wurden sowohl in Decken als auch im Wandbereich (lasttragend, luftdicht, dampfbremmend und queraussteifend) eingesetzt. Die eingesetzten Holzplatten sind in 3 Schichten (Wand 10 cm) bzw. 5 Schichten (Decke 12 cm) baubiologisch unbedenklich verleimt.

#### *Außenwand*

Speziell entwickelte Sandwichkonstruktion: Sie besteht (von innen nach außen) aus einer Gipskartonbauplatte, aus einer fünfschichtigen Dickholzplatte (KLH-Platte der Firma Weirer), 20 cm Holz-Weichfaser-Dämmplatten und Silikatputz.

#### *Decken und Dach*

Auch die Decken- und Dachaufbauten bestehen im Wesentlichen aus einer Dickholzplatte und 35 cm Holz-Weichfaser-Dämmstoff. Durch diesen Aufbau kann einerseits der geforderte Wärmedämmstandard kosten- und flächensparend erreicht werden und andererseits ermöglicht dies einen weitgehenden Vorfertigungsgrad. Einen weiteren Vorteil bietet die völlig wärmebrückenfreie Wandkonstruktion.

#### *Fenster*

- Holzfenster mit überdämmtem Rahmen und 2-fach Wärmeschutzglas (U-Wert 0,9 W/m<sup>2</sup>K)
- Wintergartenverglasung: 3-fach-Wärmeschutzverglasung mit Silberbeschichtung und Kryptonfüllung (U-Wert 0,7 W/m<sup>2</sup>K)
- Außenwand: 0,17 W/m<sup>2</sup>K
- Kellerdecke: 0,25 W/m<sup>2</sup>K
- Dach: 0,11 W/m<sup>2</sup>K
- Verglasung: 0,7 (0,9) W/m<sup>2</sup>K

#### *Haustechnik*

##### Heizung:

zentraler Pelletsofen mit 40 kW, Niedertemperatur-Heizsystem mit Wand- und Fußbodenheizung; passive Sonnenenergienutzung durch den Wintergarten

##### *Lüftung*

Kontrollierte Be- und Entlüftungsanlage mit Erdreichwärmetauscher. Die aus den Erdkollektoren kommende Frischluft kann wahlweise direkt in die Wohnräume oder in den Wintergarten geführt werden.

### *Warmwasser, Solaranlage*

Solaranlage nach dem Low-Flow-Prinzip mit Heizungseinbindung. Von den insgesamt 233 m<sup>2</sup> Kollektoren (großflächige Elemente, Absorber: Titan-Nitrit-Oxid-Beschichtung) befinden sich ca. 1/3 am Bürogebäude und bilden mit den Kollektoren der Wohngebäude eine gemeinsame Anlage. Die Anlage deckt ca. 80% des Warmwasserbedarfes und 50% des Heizungsbedarfes. 14 m<sup>3</sup> Pufferspeicher.

Eine netzgekoppelte Photovoltaikanlage mit 1,4 kWp bringt einen Ertrag von etwa 1300 kWh pro Jahr.

Brauchwassernutzung durch gesammeltes Regenwasser.

### *Beleuchtung*

Bewußte Tageslichtnutzung durch eine vollverglaste Südfassade, vorgebauter Wintergarten

### *Fertigstellung*

Planungszeit: 1996 - 1998

Bauzeit, Fertigstellung: 1999

Finanzielle Daten / Förderungen

Bauwerkskosten lt. ÖNORM B 1801-1: 18.200,- ATS/(m<sup>2</sup>WNF)

### *Förderungen*

- Gebäudeentwicklung: Innovations- und Technologiefonds (ITF)
- Wissenschaftsabteilung des Landes Steiermark

# Das Ökologische Passivhaus

## **Einreicher und Projektleiter:**

Mag. Gerhard Schuster  
Zentrum für Bauen und Umwelt, Donau-Universität Krems

## **Kooperationspartner:**

Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Wien

Univ.-Doz. DI Dr. Peter Maydl, Unternehmensberater für F&E, Zivilingenieur für Bauwesen, Wien

Spektrum - Zentrum für Umwelttechnik & -Management, Technisches Büro für Physik Ges. m.b.H., Dornbirn

ECOTECH Software GmbH, Linz

## **Kontakt:**

Mag. Gerhard Schuster  
Zentrum für Bauen und Umwelt  
Donau-Universität Krems

Dr. Karl Dorrek Straße 30

A-3500 Krems

Tel.: +43 2732 893 - 2651

Fax: +43 2732 893 - 4650

E-mail: [schuster@donau-uni.ac.at](mailto:schuster@donau-uni.ac.at)

Internet: <http://www.donau-uni.ac.at/umwelt/zbau/index.html>

## Projektbeschreibung

### Das Ökologische Passivhaus

Ausgelöst durch die Arbeiten von Dr. Wolfgang Feist vom Darmstädter Passivhaus-Institut steht das Passivhaus für hocheffiziente Energienutzung im Hochbau. In Österreich hat vor allem das Vorarlberger Energieinstitut (Prof. DI Helmut Krapmeier) intensiv auf diesem Gebiet geforscht.

Österreich hat eine vieljährige ununterbrochene Tradition in Fragen des ökologischen Bauens durch die Arbeiten und Publikationen des Österreichischen Institutes für Baubiologie und -ökologie (IBO), welches 1995 auch die Gründung des Zentrums für Bauen und Umwelt an der Donau-Universität Krems anregen konnte.

Mit dem eingereichten Projekt soll unter Experten die Synergien oder auch die Koexistenz der beiden Ansätze diskutiert und eine gemeinsame Lösung gesucht werden. Die Konzeption und Durchführung des Fachsymposiums sowie die anschließende redaktionelle Auswertung der Diskussionsbeiträge und entsprechende Aufbereitung derselben soll in einem engen Abstimmungsprozess zwischen dem Zentrum für Bauen und Umwelt und dem IBO stattfinden. Dabei sollen sowohl die fördernden als auch hemmenden Faktoren zur Umsetzung eines ökologischen Passivhauskonzeptes dargestellt und der Bauindustrie und den PlanerInnen als Arbeitsunterlagen zur Verfügung gestellt werden.

Auf Basis der Diskussionen der Veranstaltung soll von einem Redaktionsteam ein Proceedingband redigiert und erstellt werden.

Spezifikation der Themenkreise des Fachsymposiums:

*Themenkreis 1: Bewertungskriterien und Methoden für ökologische Passivhäuser*

Diskussion der Möglichkeiten von ökologischen Bauteilbewertungsmethoden zum bestehenden Passivhauskonzept und Darstellung des aktuellen Bewertungsniveaus. Eine Methodendiskussion wird erwartet.

*Themenkreis 2: Ökologische Detaillösungen*

Diskussion der Problemstellungen von ökologischen Bauteillösungen im Passivhaus

*Themenkreis 3: Lebenszykluskosten von Bauteilen (umweltbezogene Defensivkosten) in Passivhäusern*

Hier sollen Wirtschaftlichkeitsaspekte unterschiedlicher Systeme dargestellt und verglichen werden und hinsichtlich ihrer Lebenszykluskosten dargestellt werden. Außerdem sollen die ökologischen Zusatznutzen durch regional verfügbare Baustoff(-systeme) diskutiert werden

*Themenkreis 4: Marktpotenziale und Kundennutzen für ökologische Passivhäuser*

Diskussion der Marktpotenziale für mehrgeschossigen geförderten Wohnbau und Problematik des Benutzerverhaltens in diesem Segment

*Themenkreis 5: Strategien zur wirtschaftlichen und politischen Umsetzung*

Akzeptanzdiskussion, Maßnahmen der Wohnbauförderung, Maßnahmen der Bautechnik-VO und der Bebauungsbestimmungen

*Themenkreis 6: Diskussion*

zum Know-how-Transfer für ökologische Passivhäuser, Präsentation bestehender Einrichtungen, Informationsquellen und -netze (national und international).

# Internationales Umweltzeichen für nachhaltige Bauprodukte

## **Einreicherin und Projektleiterin:**

Mag. Hildegund Mötzl  
Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie

## **Kooperationspartner:**

Siegfried Camana, ANAB - Associazione Nazionale Architettura Bioecologica,  
via G. Morelli 1, I- 20129 Milano

Michiel Haas, NIBE – Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie bv,  
Postbus 229, NL-1400 AE Bussum

Michael Fischer, IUG – Institut für Umwelt und Gesundheit, Petersgasse 27, D-  
36037 Fulda

Dr. Michael Köhler, Bremer Umweltinstitut - Gesellschaft für Schadstoffanalytik  
und Begutachtung mbH., Wielandstr. 25, D- 28203 Bremen

Thomas Schmitz-Günther, ecoCasa BetriebsberatungsgmbH., Kleppergasse 3,  
D-69151 Neckargemünd

Dr. Ulrich Schubert, TÜV Süddeutschland, Bau und Betrieb GmbH., Gruppe  
Umwelt-Service - Ökologische Produktprüfung, Westendstr. 199, D-80686  
München

Dr. Gerd Zwiener und Ursula Lahr, eco-Umweltinstitut GmbH., Sachsenring  
69, D-50677 Köln

**Kontakt:**

Mag. Hildegund Mötzl  
Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie  
Alserbachstraße 5/8  
A-1090 Wien  
Tel.: +43 1 319 20 05-32  
Fax: +431/319 20 05-50  
Email: [hmoetzl@ibo.at](mailto:hmoetzl@ibo.at)  
Internet: <http://www.ibo.at/>

## Projektbeschreibung

### Internationales Umweltzeichen für nachhaltige Bauprodukte

Sechs renommierte ökologisch orientierte Prüfinstitute aus Deutschland und Österreich haben die Arbeitsgemeinschaft „ecoNcert“ gegründet mit dem Ziel, die Prüfkriterien der Institute zu harmonisieren, zu erweitern und darauf basierend ein gemeinsames Umweltzeichen zu vergeben. Ziel des Umweltzeichens ist es, den Einsatz solcher Bauprodukte zu fördern, die dem Prinzip der Nachhaltigkeit in besonderem Maße gerecht werden. Die Initiative für dieses Projekt wurde vom Bundesverband Deutscher Baustoff-Fachhändler ergriffen, der sich für die Einführung eines Naturbaustoff-Sortiments einheitliche Auswahlkriterien wünschte. Der österreichische Baustoff-Fachhandel hat am 4.10.99 seine Beteiligung beschlossen. NIBE, ein niederländisches Institut und die italienische ANAB sind inzwischen ebenfalls der Gruppe beigetreten. Innerhalb von „ecoNcert“ wurden die drei Prüfinstitute mit der längsten Erfahrung, das IBO, das eco -Umweltinstitut und die TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb, mit der Abstimmung ihrer Prüfkriterien und -methoden beauftragt. Somit spielt Österreich eine ganz zentrale Rolle in der Entwicklung des Umweltzeichens.

Ergebnis des vorliegenden Forschungsantrags ist die Schaffung der Voraussetzungen für die Vergabe des Umweltzeichens insbesondere die Abstimmung der Prüfkriterien und -methoden von österreichischer Seite für 6 Produktgruppen. Das Umweltzeichen soll die Anforderungen der ISO 14020ff erfüllen: Das Zeichen soll präzise, nachprüfbar, treffend und nicht irreführend sein. Es soll den internationalen Handel nicht unnötig beeinträchtigen. Die Vergabe soll auf wissenschaftlicher Grundlage verständlich und exakt erfolgen. Das Zeichen soll den interessierten Kreisen zugänglich sein, kein Hersteller darf a priori ausgeschlossen werden. Das Zeichen soll alle Aspekte berücksichtigen, die im Lebenszyklus des Produkts auftreten, darf sich nicht nur auf einen Aspekt beschränken. Das Zeichen soll Innovation und technischen Fortschritt nicht behindern. Bei der Entwicklung des Zeichens soll ein offener und gleichberechtigter Dialog aller interessierten gesellschaftlichen Gruppen geführt werden. Alle Interessenten müssen Informationen über die Kriterien der Zeichenvergabe bekommen können.

Schon bald stellte sich im Zuge des Projekt heraus, dass für diesen von der ISO verlangten Pluralismus ein Trägerverein gegründet werden musste, der alle wesentlichen gesellschaftlichen Gruppierungen (Sparten) vereint:

- Händler mit Bauprodukten und deren Verbände
- Hersteller und Importeure von Bauprodukten und deren Verbände
- Umweltorganisationen
- Verbraucher- und Gesundheitsorganisationen
- PlanerInnen, BeraterInnen und Ausführende von Bauleistungen

- Prüfinstitute

Dem Trägerverein sollen alle wesentlichen Aufgaben obliegen: er vergibt die Prüfungen, entscheidet über Prüfkriterien und Richtlinien, er vergibt das Umweltzeichen und überwacht dessen Nutzung, er akkreditiert und kontrolliert die Prüfinstitute, er sorgt für Öffentlichkeit und Vermarktung des Umweltzeichens. Die Prüfinstitute, als „Gründerväter und -mütter“ dieser ganzen Idee, bürgen für die Wissenschaftlichkeit und Neutralität der Vergabe und für die ständige Weiterentwicklung entsprechend dem Stand der Technik und des Wissens.

Nach einem halben Jahr Vorbereitung wurde der Trägerverein mit dem Namen "Internationaler Verein für zukunftsfähiges Bauen und Wohnen - ecoNcert" am 20. April 2001 im Ökohaus in Frankfurt gegründet. Die Arbeitsgemeinschaft der Prüfinstitute findet sich nun teilweise im Vorstand des Trägervereins und im Kriterienausschuss des Trägervereins wieder. Die im Kriterienausschuss abgestimmten Kriterien müssen dem Vorstand zur Abstimmung vorgelegt werden.

# ECO-Building - Optimierung von Gebäuden

**Einreicherin und Projektleiterin:**

Mag. Susanne Geißler  
Österreichisches Ökologie-Institut für angewandte Umweltforschung

**Kooperationspartner:**

Kanzlei Dr. Bruck, Wien  
Energieinstitut Vorarlberg, Dornbirn  
Gemeinnützige Bau- und Wohnungsgenossenschaft Wien Süd, Wien  
Zentrum für Bauen und Umwelt, Donau-Universität Krems, Krems

**Kontakt:**

Mag. Susanne Geißler  
Österreichisches Ökologie-Institut für angewandte Umweltforschung  
Seidengasse 13  
A-1070 Wien  
Tel.: +43 1 523 61 05 - 16  
Fax: +43 1 523 58 43  
E-mail: [geissler@ecology.at](mailto:geissler@ecology.at)  
Internet: <http://www.ecology.at/>

## Projektbeschreibung

### ECO-Building - Optimierung von Gebäuden

#### Ausgangslage

*Ökonomisch, ökologisch und sozial relevanter Sektor Bauen*

Gebäude sind ein wesentlicher Bestandteil jener Infrastruktur, welche die Gesellschaft zum Wohnen und Arbeiten benötigt. Gleichzeitig ist der Gebäudesektor einer der wichtigsten Arbeitgeber in Österreich, verursacht mehr als ein Drittel des Endenergieverbrauchs und hat einen massiven Anteil an den in Österreich umgesetzten Stoffströmen: Der gesamte Materialinput in das Bauwesen beträgt mehr als 40% des Gesamtmaterialinputs in die österreichische Wirtschaft, 77% davon gehen in den Hochbau.

#### Zielsetzung

*Total Quality Assessment für Gebäude als Instrument zur Reduktion von Umweltbelastungen und Steigerung der Nutzerfreundlichkeit sowie Kosteneffizienz*

Die integrierte Gebäudebewertung kann als Instrument genutzt werden, die Nachfrage nach kostengünstigen, nutzer- und umweltfreundlichen Gebäuden zu steigern, um so eine Reduktion von Umweltbelastungen zu erreichen und gleichzeitig die Gebäudequalität zu verbessern. Integrierte Gebäudebewertungssysteme machen die ökologischen, ökonomischen sowie nutzerbezogenen Vor- und Nachteile eines Gebäudes transparent: Die Bewertungskriterien werden als Planungsziele formuliert, die in der Ausführungsplanung in die Ausschreibungen übernommen werden. Die abschließende Bewertung des gebauten Objekts überprüft somit die Einhaltung der Planungsziele und dokumentiert die erreichte Gebäudequalität.

Im Rahmen des Projektes soll der Kriterienraster zur integrierten Gebäudebewertung, der im Rahmen des internationalen Projekts „Green Building Challenge“ erarbeitet wurde, in Richtung „Total Quality“-Bewertung weiterentwickelt und breit anwendbar gemacht werden. Dieses Total Quality Assessment-Tool wird im Projektverlauf mit potentiellen AnwenderInnen des Kriteriensystems, nämlich mit VertreterInnen der Immobilienbranche, der Bundes- und Landesbaudirektionen, der einschlägig tätigen Sachverständigen sowie der Wohnbauförderungsstellen diskutiert und abgestimmt.

#### Projekthalt

*Entwicklung von Planungszielen, Bewertungstool und Qualitätszertifikat*

Ein Schwerpunkt des Projekts ist die Erarbeitung von Planungszielen und die Zusammenstellung von Planungshilfsmitteln (Planungstool) zu den einzelnen Kriterien. Anleitungen, wie die einzelnen Kriterien erfüllt werden können, werden zum Teil zusammengestellt und verfügbar gemacht, zum Teil erarbeitet. Das Planungstool soll Bauherrn, Bauträgern und PlanerInnen die Erreichung umfassender Qualitätsziele erleichtern, die Vergleichbarkeit der Bewertungsergebnisse gewährleisten und die ohnehin im Planungsprozess entstehende Information nutzbar machen, um den Aufwand für die Bewertung möglichst gering zu halten.

### *Bewertung von Pilotprojekten*

Die Bearbeitung des Planungs- und Bewertungstools erfolgt anhand von Fallbeispielen, die im Rahmen des Projekts bewertet werden. Die Bewertungsergebnisse werden zu einem Total Quality Zertifikat für das Gebäude weiterverarbeitet. Die enge Zusammenarbeit mit den Planungsteams der Fallbeispiele soll die Praxisrelevanz der Ergebnisse sichern; ergänzend ist auch eine enge Kooperation mit anderen Schlüsselakteuren, wie beispielsweise mit VertreterInnen von Landesregierungen und Immobilienverwaltungen, vorgesehen. Eine KonsumentInnenbefragung deckt die Nachfrageseite hinsichtlich der Anforderungen an ein Total Quality Zertifikat ab.

### **Ergebnisse**

*Bewertungsinstrument - Planungstool - Bewertung von Pilotprojekten und Total Quality Zertifikat - Info-Raum im Internet*

Das Projekt soll folgende Ergebnisse liefern:

- Bewertungsinstrument für die integrierte Gebäudebeurteilung, bestehend aus einem leicht zu handhabenden Kriterienrahmen und einem Planungstool zur Unterstützung bei der Planung (vorhandene Teil-aspekte wie beispielsweise Energieausweis etc. werden in das Total Quality-Konzept integriert)
- Bewertung und Dokumentation von Fallbeispielen
- Weiterverarbeitung der Bewertungsergebnisse zu einem Total Quality Zertifikat, aufbauend auf den Ergebnissen einer KonsumentInnenbefragung zur erwünschten Struktur und zum erwünschten Inhalt eines Zertifikats
- Info-Raum „Gebäudebewertung“ im Internet-Service ISwb (Informationsservice Wohnen und Bauen) mit sämtlichen frei zugänglichen Projektergebnissen und Diskussionsforum zum Thema Total Quality Assessment von Gebäuden

Projektdokumentation zur Veröffentlichung im Rahmen der Forschungsdokumentation „Haus der Zukunft“

### **Aktuelle Projektinformationen**

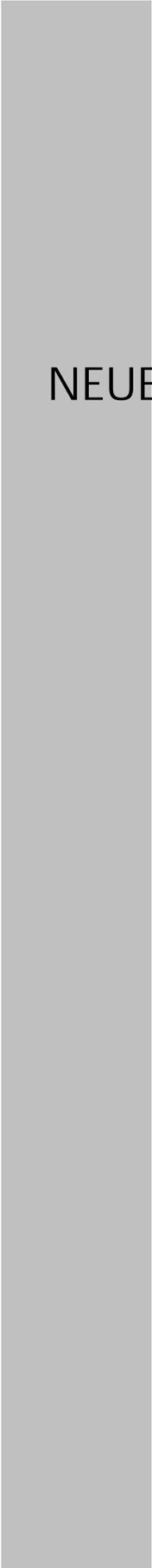
Aktuelle Informationen zum Projekt erhalten Sie unter [geissler@ecology.at](mailto:geissler@ecology.at).

Ab Ende März 2000 wird der Info-Raum zum Thema Total Quality Assessment von Gebäuden im Internet unter [www.iswb.at](http://www.iswb.at) eingerichtet und das Diskussionsforum eröffnet.

### **Finanzierung und Unterstützung des Projekts**

Wir danken dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, dem Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, dem Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und dem Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, deren Finanzierungsbeiträge dieses Vorhaben ermöglichen.

Des weiteren bedanken wir uns bei allen Kolleginnen und Kollegen, deren Diskussionsbeiträge wertvollen Input für die erfolgreiche Durchführung des Projekts liefern.



# NEUE BAUWEISEN UND DÄMMSYSTEME

# Kostenbewusste Entwicklung neuer Bauweisen für den hochverdichteten Wohnungsbau in Holz unter besonderer Berücksichtigung künftiger Bauordnungen (am Beispiel einer fünfgeschoßigen Wohnhausanlage in Wien)

## **Einreicher und Wissenschaftlicher Leiter:**

O. Univ.-Prof. DI Wolfgang Winter  
Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau, Technische Universität  
Wien

## **Projektteam:**

Andreas Kirchsteiger, Univ. Ass. DI Kamyar Tavoussi-Tafreshi, Univ. Ass. DI  
Marjan Maftoon-Kebriai; Institut für Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau, TU-  
Wien

O.Univ.Prof. DI DDr. Jürgen Dreyer, Univ. Ass. DI Dr. Thomas Bednar, Univ.  
Ass. DI Michael Vodicka; Institut für Baustofflehre, Bauphysik und Brandschutz,  
TU-Wien

DI Helmut Schöberl, Schöberl & Pöll OEG, Wien

Bmst. DI Heinrich Lester

Mag. Jörg Habenicht

## **Konsulenten:**

Bauphysik: DI Heinz J. Ferk

Brandschutz: SR i.R. DI Ferdinand Schmid (ehemals MA 35B)

Qualitätssicherung: Univ.Lektor DI HTL Klaus Peter Schober; Holz forschung  
Austria

Statik: Univ.Lektor DI Dr. Richard Woschitz; RW Tragwerksplanung

Zimmerei: MA 24 Städtischer Wohnbau ; Fwkm. Arnold Edelhofer

## **Beteiligte Unternehmen:**

Projektbau Projektierungs- und Baugesellschaft m. b. H., Wien

Bmst. Ing. Mag. Franz Sperker

Firma Mach Holzbau GmbH & Co KG

## **Kontakt:**

Schöberl & Pöll OEG

Ybbsstrasse 6/30  
A-1020 Wien  
Tel.: +43 1 726 45 66  
Fax: +43 1 726 45 66 - 18  
E-mail: [office@schoeberlpoell.at](mailto:office@schoeberlpoell.at)  
Internet: <http://www.schoeberlpoell.at>

## Projektbeschreibung

### **Kostenbewusste Entwicklung neuer Bauweisen für den hochverdichteten Wohnungsbau in Holz unter besonderer Berücksichtigung künftiger Bauordnungen (am Beispiel einer fünfgeschoßigen Wohnhausanlage in Wien)**

#### *Aufgabenstellung*

Seit kurzem können in Wien 5-geschossige Holzmischbauten errichtet werden. Damit dürfen in der Bundeshauptstadt nun Österreichs höchste und größte Holzbauten gebaut werden. Somit steht ein neuer Abschnitt bei der Planung und Errichtung von mehrgeschossigen Holzbauten bevor. Im Mietwohnbau können sich derartige Bauweisen allerdings nur dann durchsetzen, wenn das Preis-Leistungsverhältnis der zur Tradition gewordenen Ziegel-Stahlbetonbauweise entspricht.

Entsprechend wurden in einem einjährigen Forschungsprogramm, das im Rahmen der wirtschaftsbezogenen Grundlagenforschung des Förderprogramms „Haus der Zukunft“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert wurde, bautechnische Varianten für tragende Wand- und Deckenkonstruktionen untersucht und kostenmäßig verglichen.

Als Ausgangspunkt für die Entwicklung der Konstruktionsvarianten wurde das 5-geschossige Wohnbauprojekt der Sozialbau, der größten österreichischen Wohnbaugenossenschaft, gewählt. Das Bauvorhaben, mit einer Größenordnung von 150 Wohneinheiten, soll in Wien (21. Bezirk, Spöttlgasse) realisiert werden. Die tragenden Wohnungstrennwände (Tragwand) und Decken bilden das Hauptinteresse der Untersuchung, wobei im Speziellen die Errichtungskosten betrachtet werden. Diese Elemente sind derzeit Schlüsselfaktoren bei der Planung eines mehrgeschossigen Holzwohnbaus.

#### *Arbeitsweise*

In Summe arbeiteten insgesamt acht Forschungseinrichtungen, PlanerInnen und Behörden zusammen. Hinzu kamen Kooperationen mit Holzbauunternehmen. Die Beteiligten wurden in den verschiedenen Arbeitsphasen in gruppen- und individuellen Projektbesprechungen zur Reflexion eingebunden.

#### *Ablauf*

Erste Arbeitsphase (Definition der Bauweisen, Kompatibilität)

Zweite Arbeitsphase (Bauphysikalische Gesamtperformance, Kostenrelevanz, Vergleich mit dem Betonmassivbau, Entscheidungsfindung)

Dritte Arbeitsphase (Optimierung, Einzelversuche am Prototyp, Gesamtauswertung)

*Bisheriger Ergebnisstand*

Erstmalig wurden auf Kalkulationsebene Holzbaukonstruktionen mit Betonbaukonstruktionen verglichen, um Bau- und Entscheidungsträgern vergleichbare Relationen zu bieten. Aufgrund der detaillierten Untersuchungen ist die wichtigste Erkenntnis, dass einschalige tragende Wohnungstrennwände aus Holz preislich im Durchschnitt der untersuchten Konstruktionen gleich mit den Betonmassivwänden liegen, unter Berücksichtigung gleicher bauphysikalischer und konstruktiver Benchmarks.

Im Zuge des Forschungsprojekts wurde ein Prototyp (1:1) errichtet und untersucht. Durch die detaillierte Messung der Schallausbreitung, insbesondere der Übertragung über Flankenwege, konnte erstmals eine Datenbasis für Schallschutzberechnungen bei Konstruktionen dieses Typs gemäß Euronorm 12354 (Schallschutz in Gebäuden) geschaffen werden.

Verschiedene Konstruktionsvarianten (Rahmenbau, Skelettbau und Holzmassivbau) wurden untersucht und entwickelt und daraus resultierend speziell im Bereich des Massivholzbaus alternativ zu den bestehenden verleimten Plattenprodukten eine Bauweise entwickelt, die unter Verwendung marktgängiger Holzrohstoffe von Zimmereien mit einfachsten Abbundmaschinen ohne spezielle Verleimtechnik hergestellt werden können.

Im Zuge der Untersuchungen am Prototyp wurde bewiesen, dass diese Konstruktion die Schallschutzanforderung und die Belastungsversuche erfüllt. Die Konstruktion zeigt ein ausgeprägtes plastisches Verhalten bei den großen statischen Lasten.

Im Zuge des Forschungsprojekts wurden Richtlinien für die brandschutztechnische Anforderungen an Wohn- und Bürogebäude mit hölzernen Tragkonstruktionen diskutiert. Diese sind im Forschungsbericht dokumentiert.

Durch die Analyse der feuchtetechnischen Performance der verschiedenen Aussenwand-Decken-Anschlüsse konnte gezeigt werden, dass eine unkritische Übertragung von Konstruktionen aus dem Bereich der Einfamilienhäuser in den mehrgeschossigen Wohnbau zu problematischen Zuständen in den Holzbauteilen führen kann. Mit Hilfe der Simulation des Wärme- und Feuchtefeldes innerhalb des Decken-Wand-Anschlusses konnten Varianten gefunden werden, die trotz hoher Innenraumluftfeuchten, eine ausgeglichene Feuchtebilanz innerhalb der zulässigen Holzfeuchten besitzen.

*Tabellarische Gegenüberstellung*

Nr.	Konstruktion für Tragwand	ATS/m2 Bauteil
	<i>Holzrahmenbau</i>	
RW2/1	Zweischalige Tragkonstruktion (eine Schale ATS 713,--/m2)	1.426,--
RW3/1	Einschalige Tragkonstruktion mit Doppelständerwänden (beidseitig)	1.365,--
RW4/1	Einschalige Tragkonstruktion mit Scheibe	1.037,--
RWkb	System Kohlbacher (eine Schale ATS 631,--/m2)	1.261,--
	<i>Massivholzbauweise</i>	
	1-schalige Pfostenwand mit beidseitigen Vorsatzschalen	
MW3/1	mit geschosshohen Kleintafeln (Montage: ATS 151,--/m2)	1.329,--
MW3/2	mit geschosshohen Großtafeln (Montage: ATS 66,--/m2)	1.244,--

MW3/3	mit geschossweisem Aufbau mit Halbrahmen (Montage: ATS 100,--/m2)	1.278,--
MW4	mit haushohen Bauelement (Montage: ATS 47,--/m2)	1.225,--
MW5	mit haushohen Bauelement mit Mehrschichtplatte (Massivskelettbau)	1.189,--
MWklh	System KLH	1.386,--
	<i>Betonmassivbau</i>	
BW1	Stahlbetonwand 20cm mit einseitiger Vorsatzschale 4 cm WD	1.285,--
BW2	Mantelbetonmauerwerk 25 cm gesamt	1.287,--
BW3	Katzenberger Fertigteilmwand 25 cm mit einseitiger Vorsatzschale 4 cm WD	1.079,--
	<i>Rahmenbaudecke</i>	
	Rohdecke mit Untersicht (Federschiene mit 2 Lagen Gipskarton): 830,--	
RD1	mit Beschwerung auf Rohdecke und Trockenestrich (Aufbau: ATS 445,--/m2)	1.275,--
RD2	mit leichtem, biegesteifen Sandwich-Trockenestrich (Aufbau: ATS 481,--/m2)	1.319,--
RD3	mit elementiertem schwerem Trockenestrich (Aufbau: ATS 497,--/m2)	1.327,--
RD4	mit Fließestrich in profiliertes Pappschalung (Aufbau: ATS 466,--/m2)	1.296,--
RD5	mit Fließestrich (Aufbau: ATS 372,--/m2)	1.202,--
	<i>Brettstapeldecke</i>	
	Rohdecke ohne Untersicht (Materialpreis ATS 4.800,--m3): 947,--	
	Rohdecke mit Untersicht (Federschiene mit 1 Lage Gipskarton): 1.109,--	
MD1	mit Zementestrich (Aufbau: ATS 417,--/m2)	1.526,--
MDkb	Brettstapeldecke Kohlbacher Type D4-01	1.481,--
	<i>Stahlbetondecke</i>	
	Rohdecke, 18 cm: 783,--	
BD1	mit Zementestrich (Aufbau: ATS 399,--/m2)	1.182,--

# Grundlagenarbeiten zur Erstellung allgemeingültiger Konstruktionsrichtlinien für mechanisch hochbelastbare Verbindungstechniken von Dämmprodukten an Befestigungselementen

**Einreicher und Projektleiter:**

DI Reinhard Hafellner  
Zentrum für angewandte Technologie, Montanuniversität Leoben

**Kooperationspartner:**

Peter Reithofer, Zentrum für angewandte Technologie  
Bernd A. Mlekusch, advanced polymer engineering – Zentrum für angewandte  
Technologie

**beteiligtes Unternehmen:**

Wopfinger Baustoffindustrie GmbH

**weiteres unterstützendes Unternehmen:**

Wienerberger Ziegelindustrie AG

**Kontakt::**

DI Reinhard Hafellner  
Zentrum für angewandte Technologie  
Montanuniversität Leoben  
Peter Tunner Straße 19  
A-8700 Leoben  
Tel.: +43 3842 47 0 44 - 15  
Fax: +43 3842 47 0 44 - 78  
E-mail: reinhard.hafellner@unileoben.ac.at

## Projektbeschreibung

### **Grundlagenarbeiten zur Erstellung allgemeingültiger Konstruktionsrichtlinien für mechanisch hochbelastbare Verbindungstechniken von Dämmprodukten an Befestigungselementen**

Die gegenständliche Arbeit befaßt sich mit verschiedenen Möglichkeiten zur Auslegung von Befestigungselementen. Die Befestigung von Dämmstoffen an Wände einerseits, sowie die Befestigungsmöglichkeit von Elementen an Dämmstoffe andererseits stellt ein wesentliches Kriterium für den Einsatz und die Benutzerfreundlichkeit derselben dar.

Nach der Durchführung einer Literaturrecherche werden übliche, aber auch unkonventionelle Einbindungsmöglichkeiten des Verbindungselementes in den Dämmstoff systematisch aufgearbeitet. Im nächsten Schritt werden wesentliche Elemente der Verbindung anhand von Versuchsaufbauten auf ihre Belastungsfähigkeit hin getestet, wobei wesentliche Parameter wie Schlußart, Material, Abmessungen und Belastungsgeschwindigkeiten variiert werden. Simultan zur praktischen Prüfung werden durch Simulation mit Hilfe der Methode der finiten Elemente die mechanischen Zusammenhänge bei der Belastung sowie beim Bruch analysiert. Als Eingabeparameter für die Simulationen dienen Kennwerte, welche an den verwendeten Materialien selbst durch Prüfung ermittelt werden. Im letzten Projektabschnitt werden Versuchswandaufbauten in Form eines Systems mit verloraener Schalung hergestellt. Wiederum wird eine Variation der Verbindungsmöglichkeiten durchgeführt. Die Prüfung der Wandaufbauten erfolgt durch Belastung durch den Betondruck bei Verfüllung, durch schalltechnische Untersuchungen anhand der Wandaufbauten sowie durch statische Analysen.

Die durchgeführte Literaturrecherche gibt einen umfassenden Überblick über den Stand der Technik. Es zeigt sich, daß der Materialeinsatz für die Dämmstoffverwendung sich derzeit weitgehend auf die Systeme Mineralwolle und Polystyrol-Hartschaum beschränkt, welche gemeinsam Marktanteile über 95 % aufweisen. Die Weiterentwicklung von Alternativmaterialien läßt jedoch alle Perspektiven offen. Zur Dämmstoffbefestigung auf der Fassade besitzen heute verschiedene Tellerdübelssysteme ausgedehnte Verbreitung. Schienenbefestigungen finden ebenso Verwendung. Im allgemeinen werden die Dämmstoffe zusätzlich mit der Fassade verklebt. Nur in wenigen Ausnahmefällen findet eine rein mechanische Befestigung statt. Eine Reihe von unkonventionellen Befestigungssystemen und -elementen sind in der Patentliteratur und teilweise auch in der veröffentlichten Fachliteratur zu finden. Auf diese Bereiche wird gesondert eingegangen, da sie das Ideenpotential für neue Entwicklungen aufzeigen und die Findung neuer Ideen fördern. Bei Verwendung des Dämmstoffes als verlorene Schalung werden an die Festigkeit des Dämmstoffes und an die Konstruktion der Krafteinleitung durch das Befestigungselement aufgrund der hohen Belastungen erhöhte Anforderungen gestellt. Es werden verschiedene marktgängige Systeme in der veröffentlichten Literatur beschrieben. Unterschiedlich konzeptionierte Verbindungselemente zwischen Schalungsaußen- und -innenwand finden hier Verwendung.

Durch systematische Aufarbeitung der aufgezeigten Möglichkeiten lassen sich zusammenfassend nachfolgende Schlüsse ziehen: Die Befestigungstechnik an

Dämmstoffe reduziert sich immer auf die selbe Problematik. Kräfte sollen möglichst sanft und spannungsspitzenfrei in den Dämmstoff, der eine geringe Steifigkeit und Festigkeit aufweist, eingeleitet werden. Die konstruktive Ausführung läßt eine Fülle an Möglichkeiten zu, welche in Kategorien eingeteilt werden können. Die Gliederung in Kraftschluß, Formschluß und Stoffschluß stellt die wichtigste Möglichkeit zur Kategorisierung konstruktiver Ausführungsvarianten dar.

Aufbauend auf Untersuchungen zum Stand der Technik sowie der systematischen Einteilung des Arbeitsbereiches und der theoretischen Analyse verschiedener Ansätze werden Versuchspläne erstellt. Hier sind insbesondere Versuche mit vereinfachtem Formschluß als auch solche mit vereinfachtem Reibschluß anzuführen. In der Wahl der Untersuchungen wird auf eine breite Anwendbarkeit der Ergebnisse geachtet. Die Ergebnisse werden kontinuierlich mit theoretischen Ansätzen und Resultaten aus Simulationen verglichen.

Der Bereich der praktischen Versuche läßt sich im wesentlichen in drei Gruppen teilen. Der erste Bereich dient der Ermittlung der Materialeigenschaften der zu untersuchenden Werkstoffe. Hier werden mit werkstoffwissenschaftlichen Methoden Kennwerte für den Dämmstoff ermittelt, welche später in theoretischen Ansätzen zur Auslegung der

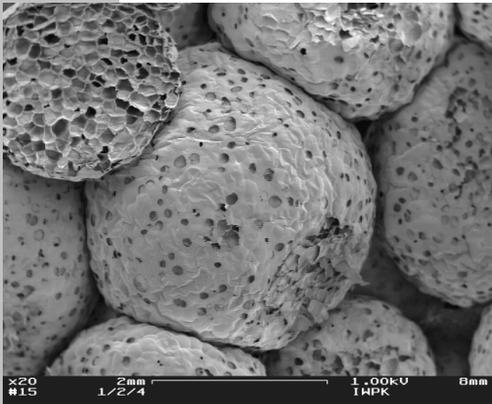


Abbildung 1: Mikrostruktur eines Hartschaumdämmstoffes auf Basis von Polystyrol.

des grundsätzlichen Verhaltens von Befestigungslösungen gefördert werden. In Abbildung 2 ist die Reduktion von verschiedenen Formschlußanwendungen auf die verwendete einfache Geometrie für Versuch und Simulation dargestellt. Gemeinsam mit den ermittelten Materialeigenschaften werden die Ergebnisse verwendet um einfache Modelle für die Auslegung zu entwickeln. Die Versuche zeigen, daß der Einfluß von Geometrieparametern das Niveau der Ausziehkräfte stark verändert. Das Erhöhen der Eindringtiefe in den Dämmstoff zeigt eine deutlich Vergrößerung der Ausziehkräfte, während eine höhere Anzahl an Platten, die als Formschluß wirken, nur Verbesserungen bringt. Dies ist in Abbildung 3 dargestellt.

Das Auftreten von Bruchkegeln mit einer

Befestigungselemente herangezogen werden. Untersuchungen der Mikrostruktur der Dämmstoffe dienen dem Verständnis der bruchmechanischen Eigenschaften. Es zeigt sich, daß die Fehlstellenstruktur und größere Partikelzwischenräume im Material deutliche Einflüsse auf die Festigkeit des Werkstoffes, jedoch sehr geringe Auswirkungen auf die Steifigkeit bewirken (siehe Beispiel Abbildung 1).

Im nächsten Untersuchungsfeld werden die Grundgeometrien von Konstruktionen erarbeitet, die aus der systematischen Analyse resultieren. Es werden möglichst einfache Geometrien als Befestigungselemente verwendet und auf ihr Verhalten bei mechanischer Belastung hin geprüft. Durch diesen Schritt soll das Verständnis

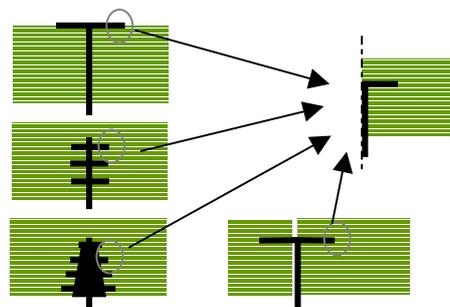


Abbildung 2: Reduktion auf eine vereinfachte Geometrie am Beispiel des Formschlußverhaltens.

Neigung von 45 ° läßt ein Versagen zufolge Schub vermuten. Tatsächlich kann ein klarer Zusammenhang durch Berücksichtigung der Mantelfläche des unter der Kreisplatte eingeschlossenen Zylinders, der maximalen Ausziehkraft und der Schubfestigkeit des Materials gezeigt werden.

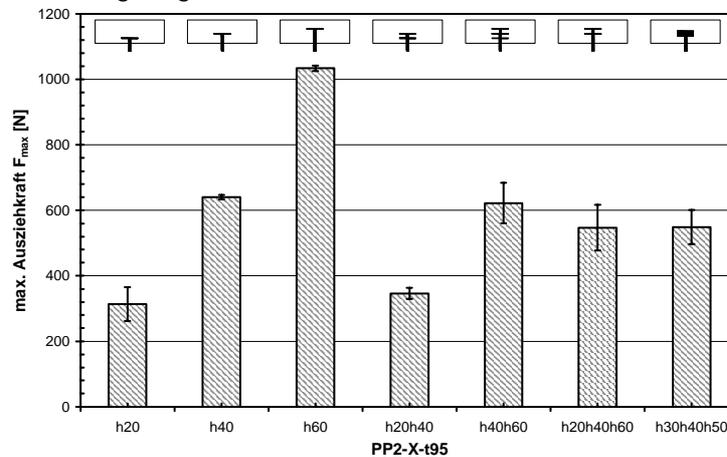


Abbildung 3: Versuche mit 2-fach und 3-fach eingebrachter Platte, entsprechende Ausbruchkegel nach erfolgter Prüfung sowie Ergebnisseübersicht.

Mit Hilfe der Simulation mittels der Methode der finiten Elemente ist es möglich Kraftflüsse und Spannungen für komplexe Geometrien und Materialmodelle zu analysieren. Ein einfaches Modell für den Formschluß, auf das viele Verbindungsvarianten reduziert werden können, wird dargestellt. Es zeigt sich Optimierungspotential durch Variation verschiedener durch die Konstruktion gewählter Parameter. Das gewählte Beispiel anhand des Formschlußelementes soll auf die Möglichkeiten dieses Analyseverfahrens aufmerksam machen. Die Gegenüberstellung von Simulation und Versuch ist in Abbildung 4 dargestellt.

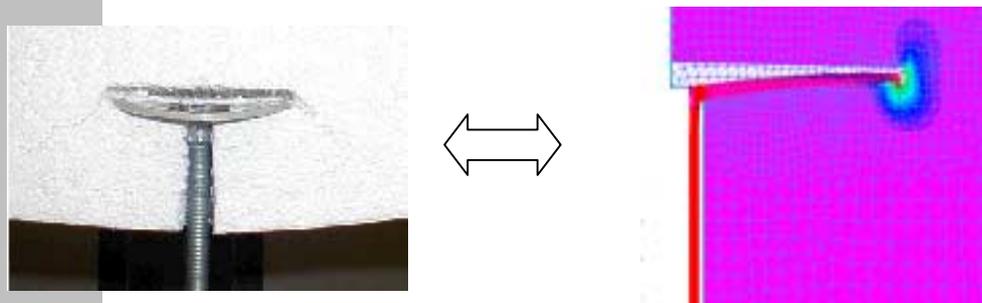


Abbildung 4: Gegenüberstellung von Simulation und realem Versuch.

Aus den Versuchen geht hervor, daß der Einfluß der Materialeigenschaften auf die Ausziehkräfte weitgehend durch die Kennwerte vorhergesagt werden kann. Weiters kann gezeigt werden, daß die Entwicklung empirischer Modelle auf Basis von Materialkennwerten und Geometrieparametern, als ein Ziel dieser Arbeit möglich ist. Die Einführung von Abminderungsfaktoren infolge von auftretenden Spannungsspitzen ist jedoch notwendig. Die Ermittlung der Abminderungsfaktoren ist sowohl durch Versuche als auch durch die Simulation möglich.

Im Reibschlußversuch ergibt sich der Zusammenhang zwischen Druckfestigkeit und Reibbeiwert. Beim Einbringen von zylinderförmigen Stiften in den polymeren Schaum

entsteht ein Halt durch die Druckkraft auf den Zylinder in Kombination mit den Reibbeiwerten der Materialien. Für die Versuche werden die Stiftmaterialien als auch die Dämmmaterialien und die Verweilzeiten im Dämmstoff variiert. Die Druckspannungen im Dämmstoff bauen sich aufgrund von Relaxationseffekten sehr schnell ab und können daher nur sehr kurz genutzt werden. Bei der Auslegung von Befestigungselementen für polymere Hartschäume ist daher eine zusätzliche Nutzung des Formschlusses immer anzustreben, da Reibeffekte nur kurzfristig wirksam bleiben. Eine widerhakenförmige Ausführung wird als Beispiel angeführt. Abbildung 5 zeigt die Darstellung von Meßkurven und eine Abbildung des Versuchsaufbaus.

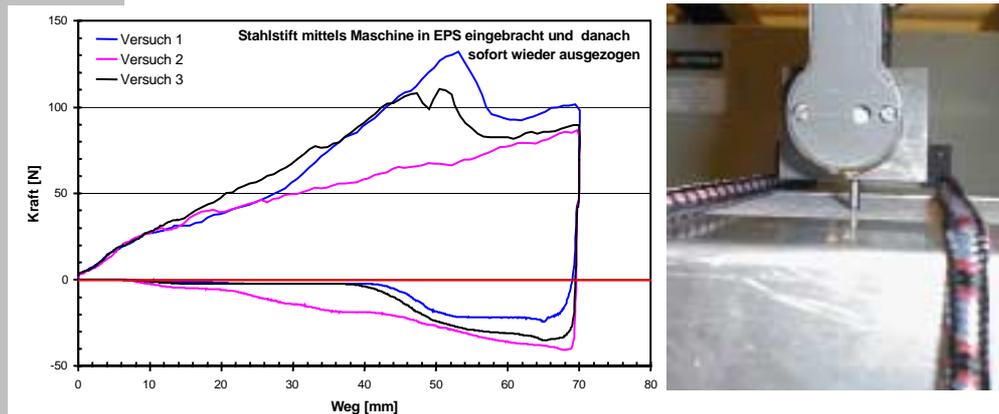


Abbildung 5: Kraft-Wegkurven der durchgeführten Reibschlußversuche.

Den geometriebasierenden Analysen liegt ein bedeutender Aufwand bei der Herstellung von Probekörpern und Prototypen zugrunde.

Zusätzlich zu den grundlegenden Analysen der vereinfachten Geometrien werden komplexere Geometrien von bestehenden Lösungen für Befestigungselemente getestet. Auf diese Weise wird die Übertragbarkeit der zuvor ermittelten Erkenntnisse untersucht. Bei Schraubverbindungen können nur zum Teil Erkenntnisse übertragen werden. Es stellen sich noch einige Fragen, die im weiteren Projektablauf ergründet werden.

Im dritten Untersuchungsfeld werden Wandaufbauten analysiert. Insbesondere betrifft dies die Untersuchung der Anwendbarkeit von Verbindungselementen für verlorene Schalungen. Hier werden zwei Kunststoffvarianten und eine Metallvariante untersucht. Der Gebäudeinnenseite zugewandte Schalungsteil wird durch ein Ziegelement verwirklicht. Auf der Außenseite kommt EPS mit einer Dichte von  $30 \text{ kg/m}^3$  zum Einsatz. Die Belastung erfolgt durch den Betondruck bei geschoßhoher Verfüllung. Die verwendeten Verbindungselemente halten den Druck bei mäßigen Verdichtungsmaßnahmen (Stochern und Kopfen) und bei Verwendung eines Betons mit Konsistenz K4 problemlos stand. Beim Verfüllen wird der Druck des Betons durch einen geeigneten Versuchsaufbau mitgemessen. Dadurch kann die wirkliche Belastung der Elemente errechnet werden.

Durch die Wandaufbauten werden Schnitte mit Betonschneidergeräten geführt um die Verfüllqualität zu analysieren. Der Querschnitt ist vollkommen ausgefüllt. Im ausgehärteten Material zeigt sich jedoch, daß das unterschiedliche Setzungsverhalten auf die statischen Eigenschaften bestimmte Einflüsse ausübt. Im Schnittbild ist das Auftreten von schubspannungsbedingten Rissen zu beobachten, deren Auswirkungen es

noch weiter zu untersuchen gilt. Anhand der Wandaufbauten werden derzeit am Institut für Hoch- und Industriebau in Graz schalltechnische Untersuchungen durchgeführt. Der Einfluß der Verbindungselemente und der Schichtdicken werden analysiert und theoretischen Untersuchungen gegenübergestellt.

Unabhängig von den Bereichen der Konstruktion werden in einem gesonderten Kapitel die Anforderungen an Befestigungssysteme besprochen. Eigenlast, hygrothermische Belastungen, Windkräfte und Wärmebrücken sind hier die wesentlichen Themen. Für die Ermittlung des entstehenden Betondrucks bei Verwendung von Dämmstoff als verlorene Schalung wird im Verfüllversuch der Fülldruck mitgemessen. In den Ergebnissen zeigen sich massive Abweichungen von Angaben aus der Literatur. Auf Basis der eigenen Erkenntnisse wird ein mathematisches Modell für die Ausbildung des Druckes entwickelt.



Abbildung 6: Bild des Projektteams sowie Querschnitt durch eine der Versuchswandaufbauten.

Das Projekt ist derzeit noch nicht abgeschlossen. Diese Zusammenfassung bezieht sich auf die erstellten Zwischenberichte und beinhaltet daher noch nicht letzte Erkenntnisse. Es folgen noch Untersuchungen am Wandaufbau als auch klärende Ausziehversuche. Die bisherigen Erkenntnisse haben jedoch bereits wesentliche Erkenntnisse gebracht, die in Produktentwicklungen bereits zum Einsatz kommen.

# Grundlegende bauphysikalische und werkstofftechnische Untersuchungen zu aufgespritzten Zellulosedämmschichten mit Putzauflage für Außenfassaden

## **Einreicher und Projektleiter:**

DI Michael Mandl  
Regionale Innovations- und Forschungsstelle Hartberg  
Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH

## **Kooperationspartner:**

a.o.Univ. Prof. DDr. Peter Kautsch, DI Herwig Hengsberger Institut für Hochbau  
für Architekten; TU Graz

Dr. Arnold Stuhlbacher, Michael Koinigg, Institut für Umweltgeologie und  
Ökosystemforschung, JOANNEUM RESEARCH

## **Beteiligtes Unternehmen:**

CPH Zelluloseproduktion Hartberg

## **Kontakt:**

DI Michael Mandl  
Regionale Innovations- und Forschungsstelle Hartberg  
Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH  
Gartengasse 6  
A-8230 Hartberg  
Tel.: +43 03332 65085 - 53  
Fax: +43 03332 65085 - 55  
E-mail: michael.mandl@joanneum.ac.at  
Internet: <http://www.joanneum.ac.at/rif>

## Projektbeschreibung

### Grundlegende bauphysikalische und werkstofftechnische Untersuchungen zu aufgespritzten Zellulosedämmschichten mit Putzauflage für Außenfassaden

#### *Ziele des Projektes*

Das Forschungsvorhaben war auf folgende Fragestellungen ausgerichtet:

- Ermittlung konkreter bauphysikalischer und mechanischer Parameter zu aufgespritzten bindemittelverstärkten Zellulosedämmschichten. Durchführung von Simulationsberechnungen zur Abschätzung des hygrischen Verhaltens
- Beurteilung der grundsätzlichen Eignung des Aufsprühverfahrens für Zellulosedämmstoffe zur Herstellung von geeigneten Dämmschichten an Außenfassaden
- Ermittlung des weiteren Forschungs- und Entwicklungsbedarfes für den Anwendungsfall Außenfassade mit Putzauflage

#### *Methodik*

Durch eine umfangreiche Fachrecherche (Literatur, Patente und Internet ) sowie durch eine Vielzahl von Detailgesprächen mit Know-how Trägern aus der Praxis wurde eine grundlegende Informationsbasis geschaffen. Die Herstellung der Probeflächen erfolgte auf Basis der in der Praxis verwendeten Gerätschaften bzw. angewandten Verfahrenstechnik. Darauf aufbauend waren Adaptionen der Gerätschaften notwendig, um eine Verbesserung der Homogenität angespritzter Zellulosedämmschichten zu erreichen. Die materialbezogenen Eigenschaften wurden durch geeichte Werkstoff-Prüfmaschinen ermittelt. Die geltenden Prüf- bzw. Produktnormen wurden in diesem Zusammenhang berücksichtigt.

#### *Ergebnisse des Projektes*

##### *Grundlagen*

Die Grundlagenrecherche ergab, dass die meisten Entwicklungen zu Zellulosedämmschichten im Ausland - insbesondere in den USA und Finnland - gemacht wurden. In diesen Ländern sind gegenwärtig auch zwei Forschungsprojekte im Gange, welche sich mit aufgespritzten Dämmschichten beschäftigen, in Finnland allerdings ohne Putzauflage. Über aufgespritzte Zellulosedämmschichten wurden bis dato relativ wenig systematische Untersuchungen durchgeführt, was die verfügbare

Fachinformation bzw. Literatur stark eingrenzt. Eine Reihe von Entwicklungen für Zellulosedämmstoffe ist durch Patente geschützt. Im Zuge der praktischen Versuche wurde - soweit möglich - auf die in der Praxis üblichen Techniken und Geräten aufgebaut. Ein Wärmedämmverbundsystem auf Basis aufgespritzter Zellulosedämmstoffe mit darüberliegendem Deckputz stellt im Prinzip eine Neuheit dar.

#### *Simulationsberechnungen*

Ziel dieses Arbeitsschrittes war die Abschätzung des eindimensionalen instationären hygrothermischen Verhaltens der Verbundkonstruktion Mauerwerk – Dämmung – Putz.

Da sowohl für den Anwendungsfall der außenliegenden, bindemittelverstärkten Zellulose-Dämmschichte als auch für die verwendeten Spezialputze nicht alle Materialkennwerte zur Verfügung stehen, wurden die Simulationsberechnungen in einem ersten Schritt mit denjenigen Kennwerten durchgeführt, die aus der Literatur für gewöhnliche „loose fill“ Zellulose bzw. herkömmliche Außenputze bekannt sind.

Da diese die speziellen Eigenschaften der neuartigen Baustoffe nur unzureichend beschreiben, können die Ergebnisse nur bedingt als aussagekräftig bezeichnet werden. Es sind weitere Laboruntersuchungen des endgültigen Dämmstoffes und des vermutlich speziell für diesen Anwendungsfall zu optimierenden Außenputzes unabdingbar, um das hygrothermische Verhalten des zu entwickelnden Wärmedämmverbundsystems beurteilen zu können.

Mit den gewonnenen Messdaten sollten anschließend die ersten Simulationsberechnungen wiederholt und mittels Klimakammer-Messungen an einer 1:1 Versuchswand überprüft werden.

#### *Bindemittel und Anspritzversuche*

Nach einer grundlegenden Recherche im Bereich Kleber und Bindemittel wurde für den konkreten Anwendungsfall eine Reihe geeigneter Bindemittel ausgewählt. Besonderes Augenmerk wurde auf die Umweltverträglichkeit der verwendeten Zusätze gelegt.

Mit den Bindemitteln Guar-Gum, Jaguar, diversen Stärken, CMC (Carboxy-Methyl-Cellulosen), Casein, PVA (Polyvinylalkohol), Spezialzement, Magnesiumoxid und Wasserglas wurden Anspritzversuche durchgeführt. Die Anwendbarkeit von Thermoplasten als Bindemittel wurde für den Anwendungsfall „Dämmplatte“ ansatzweise getestet.

Für die Anspritzversuche wurden übliche Fördermaschinen für Zelluloseflocken in Kombination mit Spritzköpfen oder Mischdüsen verwendet. Es zeigt sich, dass die in der Praxis verwendeten Spritzdüsen des CSO-Verfahrens nur bedingt für die Herstellung von bindemittelverstärkten Dämmstoffschichten geeignet sind. Ein homogener Eintrag von Wasser oder Bindemittellösung in den luftgeförderten Flockenstrom war durch die üblichen Sprühköpfe nicht erzielbar. Die Folge waren aufgespritzte Dämmschichten, welche lokal stark unterschiedliche Eigenschaften aufwiesen und deutliche Marmorierungseffekte zeigten. Eine unzureichende Förderung des Dämmstoffes durch die Einblasmaschinen sowie ein „pfropfenweiser“ Transport der Flocken im Luftstrom waren Auslöser der schlechten Vermischung und Homogenisierung am Sprühkopf.

Aus diesem Grund wurden verschiedene Mischköpfe und Düsen aus teilweise verwandten Anwendungsgebieten getestet und Adaptionen durchgeführt.

Durch Erhöhung der Drehzahl der Zellradschleuse in der Einblasmaaschine konnte eine Verbesserung der Fördertechnik erreicht werden. Im Rahmen der verschiedenen Versuche mit unterschiedlichen Bindemitteln traten eine Reihe von verfahrenstechnischen Problemen bei der Einmischung von Bindemittelpulver sowie der Zerstäubung von Bindemittellösungen auf. Verstopfungen von feinen Zerstäuberdüsen, Verkrustungen und Anlagerungen bei innenliegenden Mischsystemen sowie eine zu hohe Beanspruchung der verwendeten Pumpen waren die Folge.

Um diese Probleme zu beseitigen, wurden Bindemittel in Pulverform vor dem Anspritzen möglichst gleichmäßig in die Flockenmatrix eingebracht und mit reinem Wasser aktiviert. Durch Veränderung der Düsengeometrie und die Erhöhung des Wasserdruckes konnte die Einbringung von Wasser in den Flockenstrom verbessert werden.

Die Anspritzversuche mit mineralischen Bindemitteln ergaben hinsichtlich der erzielten mechanischen Festigkeiten enttäuschende Ergebnisse. Durch das starke Wasseraufnahmevermögen der Zelluloseflocken wurden die mineralischen Lösungen zu stark entwässert, um gute Bindekräfte zu entwickeln. Eine vorangehende Hydrophobierung der Zelluloseflocken wurde nicht durchgeführt, da es umfangreicher Untersuchungen und Experimente bedurft hätte, die nicht Gegenstand dieses Forschungsprojektes waren.

Untersuchungen zum Trocknungsverhalten einer aufgespritzten Zellulosedämmschicht zeigten, dass eine Schicht von 8 cm Dicke bei einseitiger Lufttrocknung etwa vier Wochen für ein vollständiges Austrocknen benötigt.

#### *Bauphysikalische und mechanische Laborversuche*

Für die Probe 0 wurden die Wärmeleitfähigkeit, die Druck-, Scher- sowie die Zugfestigkeit in und normal zur Probenebene gemessen. Nach Verbesserung des Aufspritzverfahrens wurden insgesamt 20 weitere Rohling-Serien für die Gewinnung von Prüfkörpern hergestellt. Es wurden verschiedene Bindemittel in unterschiedlichen Konzentrationen eingesetzt. Die Proben wurden in einer Trockenkammer bei 38 °C Durchschnittstemperatur auf ca. 10 % Wassergehalt getrocknet. Aus den getrockneten Rohlingen wurde eine Vielzahl einzelner Prüfkörper der Größe 8 x 8 cm mit einer Dicke von 3,5 cm gewonnen, aus welchen die „besten“ für die Laborprüfung ausgewählt wurden. Für den Vergleich von 17 ausgewählten Proben-Serien untereinander wurde die Zugfestigkeit normal zur Probenebene als das sensibelste Kriterium ermittelt.

Die Auswertungen zeigen, dass angespritzte Zellulosedämmstoffe durchaus jene Zugfestigkeiten normal zur Probenebene (12,0 kPa) erreichen können, die für Mineralfaserplatten für den Fassadenbereich (MW-PT) gefordert werden. Die Dichten der aufgespritzten Zellulosedämmschichten betragen dabei 70 bis 150 kg/m<sup>3</sup>. Kann die Homogenität der aufgespritzten Schichten durch eine Verbesserung der Aufspritztechnik gesteigert werden, ist eine weitere Verbesserung der mechanischen Parameter zu erwarten.

In Anputzversuchen wurde die grundsätzliche Eignung der Zellulosedämmschichten als Putzgrund für Fassadenputze untersucht. Die Putze ThermoPutz, ThermoExtra und der FaserLeichtPutz wurden unmittelbar auf die trockenen Zellulosedämmschichten aufgetragen.

Die Versuche zeigten, dass ein kraftschlüssiger Auftrag von Putzen auf Zellulosedämmstoffe bei ausreichender Härte der Dämmschicht möglich ist. Nach der vorgeschriebenen Trocknungszeit wurde die Verbundwirkung des Systems Ziegel -

Dämmstoff - Putz durch Abzugsversuche an den verputzten Probeflächen geprüft. Die Ergebnisse zeigten, dass der Wassergehalt an der Anputzfläche vor allem wegen der stark saugenden Eigenschaften der Dämmschicht optimiert werden muss, um einen guten Haftverbund zwischen Putz und Dämmschicht herzustellen. Weitere systematische Untersuchungen sind in diesem Zusammenhang erforderlich.

*Weiterer Forschungsbedarf für aufgespritzte Zellulosedämmstoffe für die Außenfassade mit Putzauflage*

Die durchgeführten Aufspritzeversuche und die Ergebnisse der Materialuntersuchungen zeigen deutlich, dass weiterer Entwicklungsbedarf hinsichtlich der Verbesserung der Homogenität der aufgespritzten Zellulosedämmschichten besteht. Die in der Praxis üblichen Techniken bzw. Gerätschaften (Förderanlagen, Spritzdüsen bzw. Mischköpfe) sind kaum zur Herstellung von homogenen Dämmschichten geeignet. Die im Rahmen des Projektes durchgeführten Adaptionen der Verfahrenstechnik haben zwar eine deutliche Steigerung der Homogenität der aufgespritzten Schichten erzielt, jedoch ist bei zukünftigen Untersuchungen eine verbesserte Homogenisierung anzustreben. Begleitende mechanische Labormessungen sind für die Entwicklung der Verfahrenstechnik unbedingt erforderlich, um eine Evaluierung der Verbesserung der Aufspritzechnik anhand konkreter Messwerte zu ermöglichen.

Die Ergebnisse haben auch gezeigt, dass die Kraftübertragung an den Grenzflächen zwischen Wand und Dämmstoff bzw. Dämmstoff und Putzschicht weitere systematische Untersuchungen erfordert. Einen besonderen Stellenwert nimmt in diesem Zusammenhang die Abstimmung des Putzes auf den Putzgrund Zellulosedämmung ein. Um diese Problemstellung erfolgreich zu lösen, ist die Einbindung eines Know-How-Trägers aus der Putzbranche in die weiteren Forschungstätigkeiten erforderlich. Die Eigenschaften der Deckputzschicht haben wesentlichen Einfluss auf den Feuchtehaushalt der Dämmschicht sowie auf die Wärmeleitfähigkeit des Gesamtsystems. Die bereits vorhandenen Ergebnisse der Simulationsberechnung sollen mit den aktuellen Kennwerten sowie durch einen Klimakammer-Versuch evaluiert werden. Anhand einer großflächigen Pilotfassade sind Versuche im Zusammenhang mit der Verbundwirkung zwischen den einzelnen Bestandteilen des Dämmsystems sowie betreffend Witterungs- und Alterungsbeständigkeit durchzuführen.

*Weitere Anwendungsbereiche für anspritzbare Zellulosedämmstoffe*

Neben dem Anwendungsfall Wärmedämmung für die Außenfassade gibt es für aufgespritzte Zellulosedämmstoffe weitere interessante Verwendungsmöglichkeiten. Aufgespritzte Zellulosedämmschichten haben eine sehr gute schallabsorbierende Wirkung, wodurch bei offenliegender Anwendung die Raumakustik verbessert werden kann. Besonders bei der Althaus-Modernisierung ist die Dämmung von gewölbten Kellerdecken und der obersten Geschossdecke als Einsatzgebiet für aufgespritzte Zellulosedämmstoffe zu nennen. In beiden Fällen ist ein rasches Austrocknen der Dämmschicht unter Umständen nicht notwendig.

Ein weiteres interessantes Anwendungs- und Forschungsgebiet ist die Innendämmung ohne Dampfsperre von zB. denkmalgeschützten Fassaden. Vor allem die hohe Pufferfähigkeit von ev. anfallendem Kondensat zeichnet die Zellulosedämmstoffe in diesem Zusammenhang aus.

### *Schlußfolgerungen*

Die umfangreichen Untersuchungen haben gezeigt, dass sich bindemittelverstärkte, aufgespritzte Zellulose-Dämmschichten prinzipiell zur Applikation auf Wänden aus Mauerwerk und Beton eignen. Die erzielten Festigkeitswerte erfüllen zum Teil bereits jetzt die mechanischen Anforderungen an einige plattenförmige Wärmedämm-Verbundsysteme.

Eine weitere Steigerung der Werte durch verbesserte Homogenisierung im Zuge des Aufspritzvorganges erscheint durchaus möglich.

Die Dämmstoffdicken sind zur Zeit zwar mit rund acht Zentimetern begrenzt. Jedoch ist die Weiterentwicklung der Förder- und Anpritztechnologie zur Homogenisierung der Dämmschichten sowie die Optimierung der Austrocknungszeit realistisch.

Zahlreiche Bauschaffende haben ein aufgespritztes Wärmedämm-Verbundsystem auf Basis nachwachsender Rohstoffe als wirkliche Innovation bezeichnet und großes Interesse an einer weiteren Forschungstätigkeit gezeigt.

# Wandsystem aus nachwachsenden Rohstoffen

**Einreicher und Projektleiter:**

DI Robert Wimmer  
GrAT - Gruppe Angepasste Technologie an der Technischen Universität Wien

**Kooperationspartner:**

Global 2000 Umweltforschungsinstitut, Wien

**Kooperationspartner und beteiligtes Unternehmen:**

StrohTec Forschungs-, Entwicklungs- und VertriebsgmbH, Eichgraben

**Kontakt:**

DI Robert Wimmer  
GrAT - Gruppe Angepasste Technologie an der Technischen Universität Wien  
Wiedner Hauptstrasse 8-10  
A-1040 Wien  
Tel.: +43 1 58801 - 49523  
Fax: +43 1 786 42 05  
E-mail: [rwimmer@mail.zserv.tuwien.ac.at](mailto:rwimmer@mail.zserv.tuwien.ac.at)  
Internet: <http://www.grat.tuwien.ac.at/>

## Projektbeschreibung

### Wandsystem aus nachwachsenden Rohstoffen

Die erfolgreiche Markteinführung neuer Bauprodukte hängt, neben einem guten Marketing Konzept wesentlich von technischen Zertifizierungen ab.

Ziel dieses Projekts ist es, die Überleitung der innovativen Strohballen- Bauweise von einer experimentellen Phase in eine professionelle Phase durch die erforderlichen technischen Zertifizierungen, durch Hilfsmittel für eine effektive Qualitätssicherung und durch optimierte Passivhaus- taugliche Konstruktionen, zu unterstützen.

Dafür wurde Forschungs- und Entwicklungsarbeit in den folgenden drei Bereichen geleistet:

Technische Tests und Prüfzertifikate hinsichtlich Feuerbeständigkeit und Wärmeleitfähigkeit in Übereinstimmung mit österreichischen und europäischen Baustandards

Erarbeitung konstruktiver Lösungen für Wandaufbau und Anschlussdetails,

Entwicklung eines mobilen Prüflabors zur Qualitätssicherung vom Strohballen am Feld bis zum fertigen Haus

Die untersuchten strohgefüllten Holzständerkonstruktionen wurden von der Magistratsabteilung 39-VFA: Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien - Akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle, durchgeführt und führten zu außerordentlich guten Ergebnissen, sowohl hinsichtlich der Wärmedämmeigenschaften als auch hinsichtlich der Brandbeständigkeit.

Auf Grund von vorliegenden in den USA durchgeführten Wärmeleitests lagen die erwarteten Werte der spezifischen Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ ; SI-Einheit: W/mK) bei ca. 0,05W/mK<sup>1</sup>. Das bedeutet, dass mit dem für Nachwachsende Rohstoffe vorgesehenen 20%igen Feuchtezuschlag Strohballen ein  $\lambda$  von ca. 0,06W/mK zu erwarten war. Die tatsächlichen Ergebnisse der durchgeführten Messungen zeigten sogar deutlich bessere Werte. Die spezifischen Wärmeleitfähigkeiten der getesteten Strohballen mit Dichten von 83kg/m<sup>3</sup> bzw. 100kg/m<sup>3</sup> lagen bei 0,0337 W/mK bzw. 0,0380 W/mK. Diese Prüfwerte ( $\lambda_P$ ) entsprechen mit dem 20% Feuchtezuschlag Lambda Rechenwerten von

$$\lambda_R = 0,0404 \text{ W/mK bzw. } 0,0456 \text{ W/mK}$$

Der erste Wert wurde nach ISO 8301 und der zweite Wert nach ÖNORM B 6015 Teil 1 gemessen (Prüfzertifikate siehe Anhang).

<sup>1</sup> Die Dichte der gemessenen amerikanischen Strohballen lag bei 130 kg/m<sup>3</sup>. Die in Österreich am häufigsten verwendeten Kleinballenpressen erzeugen Strohballen mit Dichten zwischen 90 und 110 kg/m<sup>3</sup>. Die niedrigere Dichte ließ einen schlechteren Dämmwert erwarten.

Getestet wurde auch die Brennbarkeitsklasse des Baustoffs Stroh und der Brandwiderstand des ganzen Bauteils, des kompletten Wandaufbaus.

Baumaterialien sind hinsichtlich ihrer Brennbarkeit in vier Baustoffklassen unterteilt:

A	nicht brennbar
B1	schwer brennbar
B2	normal brennbar
B3	leicht brennbar

Für einen weitreichenden Einsatz von Strohballen im Bauwesen im Rahmen der rechtlichen Vorschriften ist die Baustoffklasse B2 – normal brennbar -erforderlich.

Bauteile werden in Kategorien (F30, F60, F90) eingeteilt, die den Brandwiderstand des jeweiligen Bauteils in Minuten ausdrücken.

Die in den USA durchgeführten Brandtests zeigten, dass der geringe Sauerstoffgehalt im Ballen für die schlechte Brennbarkeit von gepresstem Stroh verantwortlich ist. Diese Ergebnisse wurden von den im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Brandtests bestätigt. Die verwendeten Strohballen und der untersuchte Stroh-Wandaufbau wurden gemäß ÖNORM B3800 getestet.

Die Strohballen aus unbehandeltem Weizenstroh der Rohdichten  $120\text{kg/m}^3$  und  $90\text{kg/m}^3$  erreichten die

Baustoffklasse B2 – normal brennbar.

Für den getesteten Wandaufbau (mit Strohballen gedämmte Holzständerkonstruktion, beidseitig verputzt) wurde die

Brandwiderstandsklasse F90 erreicht .

Diese ausgezeichneten Ergebnisse beweisen, dass Konstruktionen mit hoher Feuerbeständigkeit auch ohne chemische Brandschutzmittel realisiert werden können.

Vermeidung von Fehlerquellen und Optimierung der Anschlussdetails sind entscheidend für Funktionalität von Niedrigenergie- und Passivhauskonstruktionen. Im Projekt wurden acht verschiedene Varianten von Wandaufbauten auf der Basis strohgefüllter Holzständerkonstruktionen berechnet und optimiert:

Konstruktion 1: Strohwand hinterlüftet, innenseitig Gipsfaserplatten

Konstruktion 2: Strohwand hinterlüftet, innenseitig verputzt

Konstruktion 3: Strohwand hinterlüftet, innenseitig Hourdisziegel

Konstruktion 4: Strohwand hinterlüftet, innenseitig Lehmbauplatten

Konstruktion 5: Strohwand mit Putzfassade, innenseitig Gipsfaserplatte

Konstruktion 6: Strohwand mit Putzfassade, innenseitig verputzt

Konstruktion 7: Strohwand mit Putzfassade, innenseitig Hourdisziegel

Konstruktion 8: Strohwand mit Putzfassade, innenseitig Lehmbauplatte

Alle Aufbauten haben hohe Funktionalität und erfüllen durch die exzellente Wärmedämmung Passivhausstandard. Die vorhandenen Speichermassen gegen sommerliche Überhitzung erreichen mittlere Werte. Die diffusionsoffene Bauweise verhindert Probleme mit Feuchte in der Wand. Durch das hohe Austrocknungspotenzial

solcher Bauweisen verursachen selbst kurzfristige unvorhersehbare Wassereintritte (z.B. Wasserrohrbruch) keine bleibenden Bauschäden. Den Schallschutz betreffend, kann davon ausgegangen werden, dass mit zweischaliger Bauweise ein ausreichender Schallschutz zu erzielen ist, einschalige Gebäude müssen in diesem Punkt noch verbessert werden.

Die winddichte Ausführung der Gebäudehülle kann ohne Probleme konstruktiv gelöst werden.

Der Brandschutz stellt keine bautechnischen Probleme dar. Strohballenwandaufbauten können ohne zusätzlichen Aufwand für Brandschutzmaßnahmen in F90 ausgeführt werden.

Die Konstruktionen für die Anschlüsse können wärmebrückenfrei ausgeführt werden, eine eigene Installationsebene vermeidet Beeinträchtigungen der Luftdichtigkeitsebene. Fensteranschlüsse, sowie Decken und Kelleraufbauten können ebenfalls passivhaustauglich ausgeführt werden.

Für die Überprüfung der Qualität der Strohballen und als Grundlage für den Aufbau eines Qualitätssicherungssystems wurde ein mobiles Prüflabor entwickelt, konstruiert und bereits in der Praxis getestet. Die adäquateste Lösung ist eine Mischung aus high-tech und low-tech Messgeräten die in einem Messkoffer montiert und daher leicht transportierbar sind. Abmessungen, Gewicht, Temperatur und Feuchte der Ballen werden ermittelt, um Maßhaltigkeit, Dichte und weitere bauphysikalische Faktoren feststellen zu können. Eine optische Beurteilung erfolgt in Bezug auf Farbe, Form, Homogenität, Reinheit (Korngehalt und Fremdpflanzen im Strohballen) und Schimmelbefall. Damit kann die Qualitätsbeurteilung der Strohballen vervollständigt werden.

Mit dem Praxistest konnten Einsatzfähigkeit und Tauglichkeit des mobilen Prüflabors überprüft und Erweiterungen des Messequipments vorgenommen werden.



# ERNEUERBARE ENERGIE

# Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf

## **Einreicher und Projektleiter:**

DI Kurt Könighofer  
Institut für Energieforschung, Joanneum Research

## **Kooperationspartner:**

Institut für Wärmetechnik, Technische Universität Graz  
Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur, Graz

## **Kontakt:**

DI Kurt Könighofer  
Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH  
Institut für Energieforschung  
Elisabethstrasse 5  
A-8010 Graz  
Tel.: 0316/876 1324  
Fax: 0316/876 1320  
E-mail: [kurt.koenighofer@joanneum.ac.at](mailto:kurt.koenighofer@joanneum.ac.at)  
Internet: <http://www.joanneum.ac.at/ief>

## Projektbeschreibung

### Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf

Ziel des Projekts war es, Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zu erstellen, die in Objekten mit niedrigem Energiebedarf eingesetzt werden können. Betrachtet wurden Mehrfamilienwohnbauten und Bürobauten.

Einerseits handelte es sich dabei um technische Fragestellungen, die in Form von technischen Parametern zu beantworten sind: es wurde festgestellt, welche Heizanlagen bereits am Markt sind und wie noch zu entwickelnde Biomassefeuerungen gestaltet werden müssen, um die gestellten Anforderungen zu erfüllen.

Andererseits handelt es sich um eine sozialwissenschaftliche Fragestellung: hierzu wurden die Meinungen und die Einstellungen derjenigen, die mit der Heizanlage in ihrem täglichen Leben konfrontiert sind, untersucht.

Die Bearbeitung erfolgte durch ein multidisziplinäres Team bestehend aus Technikern und Soziologen. Die inhaltlichen Schwerpunkte waren die Erstellung einer Marktübersicht, die Befragung der NutzerInnen (Bewohner-Innen, Wohnbauträger und Heizungsbetreuer), die Simulationsrechnungen zum Wärmebedarf der untersuchten Gebäude und die Festlegung von Anforderungsprofilen. Energieexperten, Heizanlagenhersteller und Wohnbauträger wurden mittels Workshops eingebunden.

Als Ergebnisse liegen nun Anforderungsprofile vor:

- Geringer Bedienungsaufwand, geringe Lärm- und Schmutzmissionen sowie größtmögliche Betriebssicherheit und hoher Automatisierungsgrad.
- Optimierung in Bezug auf Wirkungsgrad und Emissionen für Betriebszustände, in denen der Wärmebedarf des Gebäudes unter 30% der Heizlast liegt, unter Berücksichtigung eines Taktbetriebs.
- Häufigkeit der Takte möglichst klein, das heißt, das Verhältnis zwischen „Brennzeit“ und „Pausenzeit“ möglichst groß halten; im allgemeinen Ausstattung mit einem Pufferspeicher.
- Brauchwassererwärmung im Sommer durch Einsatz einer zusätzlichen Wärmequelle (z. B. Solaranlage).
- Die Feuerungsanlagen sollen für eine möglichst große Bandbreite von Brennstoffen geeignet sein.
- Die Biomassefeuerungen soll so konzipiert werden, dass eine kostengünstige Serienfertigung von Standardkomponenten erreicht wird.

Damit lässt sich folgender Forschungsbedarf ableiten:

- Anlagenkonzepte für unterschiedliche Brennstoffe („Multi-fuel-Konzepte“).

- Neue Auslegungsstrategie für Feuerungen in Bezug auf Teillastverhalten.
- Messprogramm von Teillastzuständen hinsichtlich Wirkungsgrade und Emissionen.
- Einfache Rechenhilfe zur Auslegung von optimierten Pufferspeichern.

# Untersuchungen zur Regelung von Biomasse- Feuerungen zur emissions- und effizienzoptimierten Beheizung von Wohn- und Bürobauten

## **Einreicher und Projektleiter:**

DI Dr. Reinhard Padinger  
Joanneum Research, Institut für Energieforschung

## **Projektteam:**

Ing. Anton Wenzel, Joanneum Research, Institut für Energieforschung  
Peter Enzinger, Joanneum Research, Institut für Energieforschung  
Hans Dermouz, Joanneum Research, Institut für Energieforschung

## **Beteiligtes Unternehmen:**

Herz Feuerungstechnik GmbH., Sebersdorf

## **Kontakt:**

DI Dr. Reinhard Padinger  
Institut für Energieforschung  
Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH  
Steyrergasse 17  
A-8010 Graz  
Tel.: +43 316 876 1338  
Fax: +43 316 876 1320  
E-mail: reinhard.padinger@joanneum.ac.at  
Internet: <http://www.joanneum.ac.at/ief>

---

## Projektbeschreibung

### Untersuchungen zur Regelung von Biomasse-Feuerungen zur emissions- und effizienzoptimierten Beheizung von Wohn- und Bürobauten

Das Projekt hat im September 2000 begonnen und wird im Oktober 2001 abgeschlossen sein. Es liegen daher zur Zeit nur Zwischenergebnisse vor.

Das Projekt umfasst folgende Arbeitsschritte:

*1. Anpassung der bei Antragstellung vorhandenen Einrichtungen zum Aufbau eines Regelungs-Versuchsstandes für eine Versuchsfeuerungsanlage mit einer auf Basis der Ergebnisse des Projekts „Biomassefeuerungen für das Haus der Zukunft programmierten Wärmesenke („Gebäudesimulator“)*

In diesem Arbeitsschritt wird durch Anpassung bzw. Ergänzung der beim Antragsteller vorhandenen Einrichtungen (Feuerungs-Versuchsstand) ein Regelungs-Versuchsstand realisiert. Die Regelung erfolgt zunächst mit Hilfe eines mit den entsprechenden elektrischen Aus- und Eingängen bestückten PC, später mit Hilfe einer SPS-Steuerung. Der Regelungs-Versuchsstand ist weiters mit einer regelbaren bzw. in ihrem Leistungsverlauf programmierbaren Wärmesenke ausgestattet. Mit dieser Wärmesenke kann das wärmetechnische Verhalten verschiedener Gebäude in Bezug auf den Wärmebedarf aus der Feuerung simuliert werden. Die regelnden Komponenten werden weiters mit elektrischen Aus- und Eingängen für die in der Heizanlage des „Hauses der Zukunft“ zu erwartenden Signalgrößen (Außentemperatur, Zustand der anderen Komponenten der Heizanlage, Benutzer-Interface etc.) versehen, sodass letztendlich in Bezug auf die Wärmetechnik vollständig simulierte Gebäude an die Versuchsfeuerungen angeschlossen werden können („Gebäudesimulator“).

Zwischenergebnis dieses Arbeitsschritts (Milestone MS1) ist die Bereitstellung eines Regelungs-Versuchsstandes, mit dem mit einer Versuchsfeuerungsanlage anhand eines simulierten „Referenzbaues“ die Tests bzw. Experimente zur Optimierung der Feuerungs- und der Leistungsregelung durchgeführt werden können.

Dieser Arbeitsschritt wurde plangemäß mit Dezember 2000 abgeschlossen. Bild 1 zeigt den angepassten Regelungs-Versuchsstand.



Bild 1: Regelungs-Versuchsstand mit der für die weiteren Untersuchungen verwendeten 50 kW-Biomassefeuerung, die von der Fa. Herz als beteiligtem Industriepartner für die Dauer des Projekts zur Verfügung gestellt wurde.

## *2. Test und Optimierung der Verbrennungsregelung anhand einer ausgewählten Feuerungsanlage*

Dieser Arbeitsschritt ist zwischen Jänner und August 2001 durchzuführen.

In diesem Arbeitsschritt werden am Regelungs-Versuchsstand verschiedene Regelungsstrategien bzw. -algorithmen anhand einer auf Basis der Ergebnisse des ebenfalls im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Haus der Zukunft“ durchgeführten Projekts „Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf“ ausgewählten Feuerungsanlage erprobt.

Zwischenergebnis dieses Arbeitsschritts (Milestone MS2) werden Erkenntnissen zur Übertragung fortschrittlicher Regelungstechniken von Großfeuerungsanlagen auf die verwendete Kleinf Feuerungsanlage sein. Die bisher durchgeführten experimentellen Untersuchungen zeigen insbesondere, dass die verwendete Kleinf Feuerungsanlage eine sehr gute, mit Großfeuerungsanlagen vergleichbare Charakteristik der relevanten Verbrennungsgrößen in Bezug auf die Verbrennungsluftmenge hat. Bild 2 zeigt die Charakteristik der CO-Emissionen, der O<sub>2</sub>-Konzentration und der Brennkammertemperatur in Bezug auf die Drehzahl des Saugzugventilators als Stellglied für die Verbrennungsluftmenge. Man erkennt, dass sowohl die mit einem Analysator gemessene CO-Konzentration im Rauchgas, wie auch das entsprechende Signal eines

kostengünstigen sogenannten „Figaro-Sensors“ bei einem bestimmten Stellwert für den Frequenzumformer des Saugzuggebläses, ähnlich wie in Großfeuerungsanlagen, ein ausgeprägtes Minimum aufweisen. Es kann somit erwartet werden, dass die in Großfeuerungsanlagen eingesetzten Verbrennungsregelungen, die so ausgeführt sind, dass sie ständig diesem Minimum zustreben, auch in der betrachteten Kleinfeuerungsanlage eingesetzt werden können. Natürlich muss die Regelungshardware auch so kostengünstig realisiert werden können, dass ihr Einsatz in Kleinfeuerungsanlagen wirtschaftlich sinnvoll ist. Dies scheidet jedoch aus jetziger Sicht mit moderner Elektronik realisierbar.

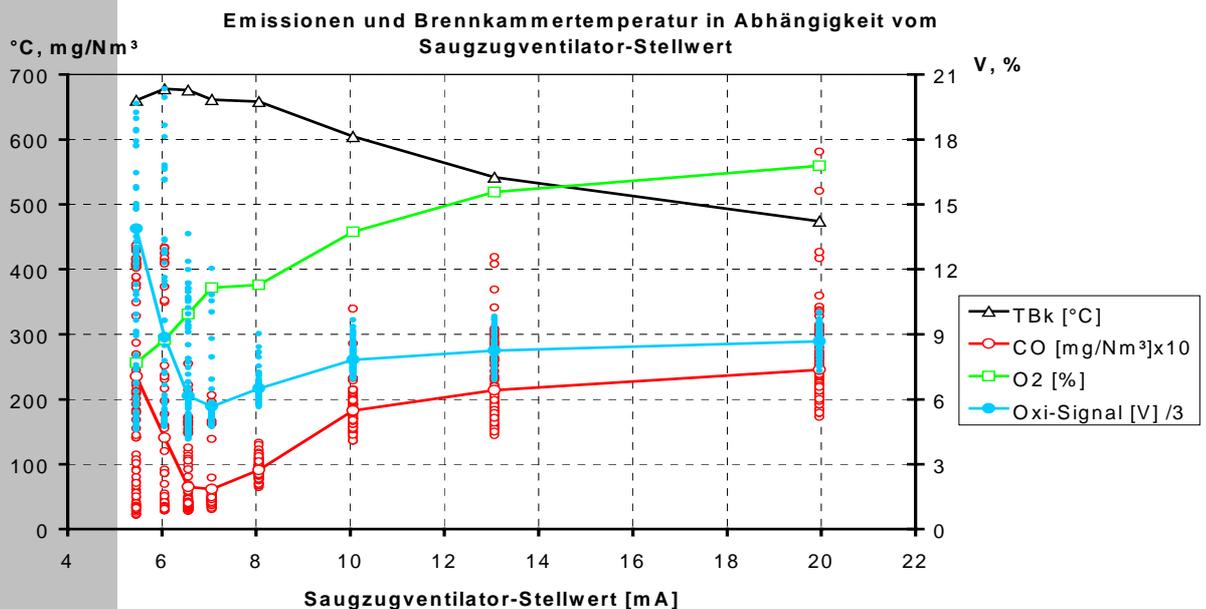


Bild 7: Charakteristik der Brennkammertemperatur (TBk), der O<sub>2</sub>-Konzentration (O<sub>2</sub>), der CO-Konzentration (CO) und des Signal eines "Figaro-Sensors" (hier als "Oxi-Signal" bezeichnet) einer Hackgutf Feuerung in Bezug auf das Ausgangssignal zum Frequenzumformer des Saugzugventilators als Stellglied für die Verbrennungsluftmenge. Die Linien verbinden die Mittelwerte der - jeweils aus stationären Betriebszuständen stammenden - Messwerte.

### 3. Test und Optimierung der Leistungsregelung anhand eines simulierten Referenzbaus

Dieser Arbeitsschritt ist - so wie Arbeitsschritt 2 - zwischen Jänner und August 2001 durchzuführen.

In diesem Arbeitsschritt werden mit Hilfe des Regelungs-Versuchsstandes grundlegende Untersuchungen zum optimalen Wärmemanagement des „Hauses der Zukunft“ durchgeführt. Hierzu wird die Feuerungsanlage des Regelungs-Versuchsstandes anhand eines im oben bereits erwähnten Projekts „Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf“ ermittelten Szenarios in Bezug auf die optimale Leistungsregelung von „Referenzbauten“ untersucht. In diesem Szenario wird insbesondere das Verhalten folgender Komponenten der Heizungsanlage des „Hauses der Zukunft“ einbezogen:

- Wärmesenken (Heizkörper, Brauchwasserboiler etc.)
- Wärmequellen (Solarkollektoren, Wärmerückgewinnungsanlagen, Wärmepumpen, elektrische Anlagen etc.) und

- speichernde Komponenten (Pufferspeicher etc.).

Mit dem solcherart simulierten „Haus der Zukunft“ soll, zusammen mit der realen Versuchsfeuerungsanlage und einem realen in seinem Verhalten dem „Haus der Zukunft“ entsprechenden Wärmeabnehmer das zu erwartende Szenario betreffend die Wärmeströme im Labor durchgespielt und in Bezug auf die Regelung untersucht werden.

Zwischenergebnis dieses Arbeitsschritts (Milestone MS3) werden Erkenntnisse in Bezug auf die Leistungsregelung von Biomassefeuerungen unter Berücksichtigung größtmöglicher Effizienz der Heizanlage bei geringstmöglichen Schadstoffemissionen sein.

Das Projekt „Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem Energiebedarf“ konnte vor Kurzem erfolgreich abgeschlossen werden, sodass die benötigten Ergebnisse bereits vorliegen. Zur Optimierung der Regelung der Feuerungsanlage ist jedoch noch die genaue Ermittlung des Nutzungsgrades der Feuerung bei verschiedenen Lastzuständen insbesondere im kontinuierlichen Teillastbetrieb sowie im Taktbetrieb erforderlich. Die hierfür erforderlichen experimentellen Untersuchungen sind derzeit noch im Laufen.

#### *4. Zusammenstellung von Empfehlungen für die optimale Ausführung der Heizungsregelung für das „Haus der Zukunft“*

Dieser Arbeitsschritt ist im September und im Oktober 2001 durchzuführen.

In diesem Arbeitsschritt werden anhand der Ergebnisse der vorangegangenen Arbeitsschritte Empfehlungen für die optimale Ausführung der Heizungsregelung für das „Haus der Zukunft“ erarbeitet bzw. zusammengestellt werden.

Ergebnis dieses Arbeitsschritts (Milestone MS4) und zugleich Endergebnis des Projekts wird die Zusammenfassung aller gewonnenen Erkenntnisse in einer für die späteren NutzerInnen geeigneten Form, sowie die Zusammenstellung aller sich hieraus ergebenden Empfehlungen sein.

---

# Solarunterstützte Wärmenetze

**Einreicher und Projektleiter:**

Ao. Univ.-Prof. Wolfgang Streicher  
Institut für Wärmetechnik, Technische Universität Graz

**Kooperationspartner:**

keine

**Beteiligte Unternehmen:**

S.O.L.I.D. Gesellschaft für Solarinstallation und Design mbH, Graz  
Europäisches Zentrum für Erneuerbare Energie, Güssing  
KWB Kraft & Wärme aus Biomasse GmbH, St. Margarethen  
Landeskammer für Land- u. Forstwirtschaft Steiermark, Graz

**Kontakt:**

Ao Univ.-Prof. DI Dr. techn. Wolfgang Streicher  
Institut für Wärmetechnik, Technische Universität Graz  
Inffeldgasse 25  
A-8010 Graz  
Tel.: +43 316 873-7301  
Fax: +43-316 873-7305  
E-mail: [streicher@iwt.tu-graz.ac.at](mailto:streicher@iwt.tu-graz.ac.at)  
Internet: <http://wt.tu-graz.ac.at/>

---

## Projektbeschreibung

### Solarunterstützte Wärmenetze

In Österreich werden in zunehmendem Maße sowohl Nahwärmenetze als auch Wärmenetze in Mehrfamilienhäusern durch Solaranlagen unterstützt. Kleine und mittlere Nahwärmenetze werden in Österreich primär mit Biomasse betrieben. Ende 1998 waren 444 Biomasse-Nahwärmenetze in Betrieb, wovon 12 im Sommer durch eine Solaranlage unterstützt werden. Im Geschoßwohnbau wurden in den letzten Jahren rund 300 bis 350 thermische Solaranlagen realisiert. Beide Arten der Nutzung der Solarenergie bieten neue, über den bereits gut abgedeckten Markt der Einfamilienhäuser hinausgehenden, Märkte für Sonnenkollektoranlagen.

Für solarunterstützte Biomasse-Nahwärmenetze ergeben sich aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen andere Fragestellungen als für Solaranlagen für die Mehrfamilienhäuser. Aus diesem Grund ist das Projekt auch zweigeteilt.

#### *Nahwärmenetze*

- Technisch sind (sollten) die Solaranlagen auf gutem Stand sein, da sie zumeist groß genug sind, um von einem spezialisierten Planer (ev. im Subauftrag für den Generalplaner) ausgelegt zu werden.
- Da Nahwärmenetze vorwiegend mit Biomasse betrieben werden sind CO<sub>2</sub> und erneuerbare Energieträger keine Entscheidungskriterien für oder gegen eine Solaranlage sind.
- Nahwärmenetze müssen als Ganzes vorwiegend wirtschaftlich betrieben werden.
- Daher ergibt sich als die in dem vorliegenden Projekt behandelte Fragestellung die ökonomische und ökologische (Schadstoffe außer CO<sub>2</sub>) Sinnhaftigkeit der Koppelung von Biomasse-Nahwärmenetzen mit Solaranlagen.

Das **Ziel** des Projektteiles Biomasse-Nahwärmenetze ist, einen Kriterienkatalog zu erstellen, unter welchen Umständen (Anlagengröße, Anlagenkonzeption und Art und Höhe der Anlagenförderung) eine Solarunterstützung von Biomasse-Nahwärmenetzen ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist. Die Ergebnisse stehen primär den öffentlichen Förderstellen und PlanerInnen zur Verfügung

Im Projektteil solarunterstützte Biomasse-Nahwärmenetze wurde seit dem letzten Zwischenbericht eine Analyse der Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung der vier Referenzanlagen und 3 Varianten des Brennstoffeinsatzes (reine Biomasseanlage ohne Ölkessel, Biomasseanlage mit Öl-Spitzenkessel im Sommer der auch mit Solaranlage den Restheizenergiebedarf liefert und eine Anlage welche die Sommerdeckung vor dem Bau der Solaranlage mit Biomasse und danach mit einem bestehenden Ölkessel

durchführt) durchgeführt. Zur Abschätzung von solarem Jahresdeckungsgrad, solarem Sommerdeckungsgrad und der eingesparten Wärmeenergie aus Biomasse wurde ein einfacher Berechnungsalgorithmus unter Verwendung von Nomogrammen und Anpassungsfaktoren für die Bestimmung erarbeitet. Die Faktoren wurden mit Hilfe des Simulationspaketes SHWwin errechnet.

Im Projektteil thermische Solaranlagen für Mehrfamilienhäuser wurden seit dem letzten Zwischenbericht die Referenzgebäude sowie die Referenzhydraulikkonzepte mit dem dynamischen Simulationsprogramm TRNSYS modelliert. Für drei der vier Referenzhydraulikkonzepte wurde bereits eine benutzerfreundliche Simulationsoberfläche (TRNSED) erstellt. Erste Simulationsergebnisse konnten bereits erzielt und die Modellvalidierung gestartet werden. Der zweite Schwerpunkt in diesem Projektteil ist neben der energetischen Simulation die umfassende Kostenermittlung der Referenzhydraulikkonzepte. 11 Solarsysteme zwischen 20 und 400 m<sup>2</sup> wurden ausgelegt und Musterausschreibungen erstellt. bzw. durchgeführt. Musterausschreibungen zu den Wärmeverteilungskonzepten der Referenzgebäude wurden erarbeitet, der Ausschreibungsvorgang ist zum Zeitpunkt der Berichtlegung noch im Gang. Für die wirtschaftliche Betrachtung bzw. die Ermittlung von Wärmepreisen wurde ein Rechenmodell erstellt und entsprechende Bewertungsgrößen definiert.

## Systemtechnische und bauphysikalische Grundlagen für die Fassadenintegration von thermischen Sonnenkollektoren ohne Hinterlüftung

### **Einreicher und Projektleiter:**

DI Irene Stadler  
Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie

### **Kooperationspartner:**

Technisches Büro Leiler, TB für Bauphysik und Technischen Umweltschutz  
Technische Büro für Bauphysik DI Dr. Karl Höfler

### **Beteiligte Unternehmen:**

GREENoneTEC, Ebental  
Doma Solartechnik, Satteins

### **Kontakt:**

DI Irene Stadler  
Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie  
Feldgasse 19  
A-8200 Gleisdorf  
Tel.: +43 3112-5886-16  
Fax: +43 3112-5886-18  
E-mail: [office@aee.at](mailto:office@aee.at)  
Internet: [http://www.datenwerk.at/arge\\_ee/](http://www.datenwerk.at/arge_ee/)

---

## Projektbeschreibung

### Systemtechnische und bauphysikalische Grundlagen für die Fassadenintegration von thermischen Sonnenkollektoren ohne Hinterlüftung

Bei Anwendungen von thermischen Solaranlagen in den Bereichen solare Raumheizung, große Anlagen im städtischen Wohnbau, Hotels und solare Nahwärmenetze stehen nicht immer entsprechend geneigte und orientierte Dachflächen für die Montage von Sonnenkollektoren zur Verfügung. Beim Aufbau auf bestehende Dächer oder Aufständigung auf Flachdächern bilden die Anlagen oft auch einen Fremdkörper, weil sie nicht integraler Bestandteil der Architektur sind. Daher stoßen Solaranlagen teilweise auch noch auf Ablehnung bei Architekten und Städteplanern. Hier ist es für eine breite Marktdurchdringung notwendig, Kollektorsysteme zu entwickeln, die eine Integration der Kollektoren in Fassaden ermöglichen. Das vorliegende Projekt beschäftigt sich mit den systemtechnischen und bauphysikalischen Grundlagen für die Fassadenintegration von thermischen Sonnenkollektoren ohne Hinterlüftung. Die Fassadenintegration eröffnet ein weites und bisher relativ ungenutztes Marktsegment für die Solarthermie.

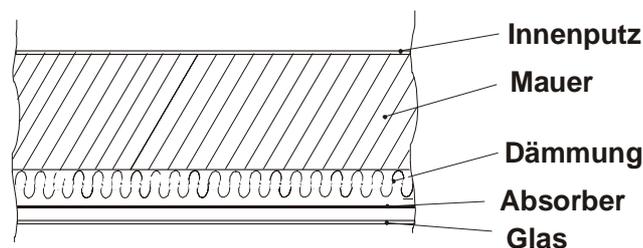


Abbildung 1: Wandaufbau mit integriertem Kollektor ohne Hinterlüftung

Unter einem fassadenintegrierten Sonnenkollektor wird ein direkt in die Fassade aufgenommenes Kollektorelement verstanden, bei dem die Wärmedämmung Bestandteil sowohl des Gebäudes als auch des Kollektors ist. Zwischen beiden ist keine thermische Trennung in Form einer Hinterlüftung vorhanden. Dieser – nicht hinterlüftete – Fassadenkollektor stellt gegenüber dem derzeitigen Stand der Technik eine wesentliche Verbesserung hinsichtlich Ressourcen- und Energieeffizienz dar, da der Kollektor verschiedene Funktionen in einem Bauteil übernimmt:

- Funktion als thermischer Flachkollektor
- Verbesserung der Wärmedämmung des Gebäudes
- Passiv solares Element, bei geringer Einstrahlung (Kollektor ohne Durchfluss)
- Witterungsschutz der Fassade durch die Kollektorverglasung
- Gestaltungselement der Fassade

Vorteile von nicht hinterlüfteten fassadenintegrierten Kollektoren sind demnach:

- Kostenersparnis durch gemeinsame Nutzung von Bauteilen
- vereinfachte Fassaden-Anschluss technik an die konventionelle Gebäudehülle
- Ersatz der konventionellen Fassade
- sowohl für den Neubau als auch für Altbausanierungen geeignet

In Österreich wurden bereits fassadenintegrierte Kollektoranlagen errichtet, die allerdings überwiegend hinterlüftet ausgeführt wurden. Es wurden realisierte Fassadenkollektoranlagen unterschiedlicher Bauart dokumentiert und auf mögliche Schwachstellen hinsichtlich Bauphysik, bautechnische und architektonische Integration und Systemtechnik untersucht, um bei der Entwicklung des Fassadenkollektors ohne Hinterlüftung die bisher aufgetretenen Problempunkte identifizieren zu können.

Für die Errichtung von Fassadenkollektoranlagen, insbesondere in mehrgeschossiger Ausführung gelten grundlegend andere bautechnische Anforderungen als bei der Aufdachmontage oder Dachintegration von thermischen Kollektoranlagen. Daher wurden alle für diesen Bauteil bzw. für Glasfassaden in Frage kommenden Bauvorschriften, Normen sowie Brand- und Schallschutzanforderungen erhoben, auf ihre Anwendbarkeit auf Fassadenkollektoren überprüft und dokumentiert.

#### *Architektonische Aspekte*

Thermische Kollektoren können in der Fassade eines Gebäudes als Gestaltungselement eingesetzt werden. Mit der Rasterung der Gläser, der Art (Metall, Holz) und Farbe der Glasabdeckleisten und der Farbe des Kollektors lassen sich unterschiedliche Effekte erzielen.



Abbildung 2: 28 m<sup>2</sup> Kollektorfläche in der Fassade eines Holzriegelbaus, Brauchwasserbereitung und Raumheizung. Die Glasabdeckleisten sind aus Holz. (Foto: DOMA Solartechnik)

Um das Anforderungsprofil für Fassadenkollektoren von Seiten der ArchitektInnen zu erheben, wurde in Österreich unter ArchitektInnen eine Fragebogenerhebung durchgeführt. Die Betrachtung der Ergebnisse legt den Schluss nahe, dass

ArchitektInnen grundsätzlich eine große Freiheit bezüglich der Abmessungen und des Designs von Fassadenkollektoren haben möchten:

85% der befragten ArchitektInnen wünschen sich eine andere Absorberfarbe als schwarz, wobei eine Verringerung des Ertrages in Kauf genommen wird. 86% der ArchitektInnen vertreten die Ansicht, dass das zukünftige vorrangige Einsatzgebiet von Fassadenkollektoren im Bereich Neubau liegt. Lediglich 14% sehen das vorrangige Einsatzgebiet im Bereich der Althausanierung. Dies ist insofern bemerkenswert, als nach allgemeiner Einschätzung der Neubau in Zukunft eine untergeordnete Rolle spielen wird. Die Auswirkungen auf das Projekt ergeben sich insofern, als im Bereich der Althausanierung die Vorgaben durch das Projekt wesentlich ausgeprägter sind, während im Bereich des Neubaus, im Zuge der Planung wesentlich mehr auf die Besonderheiten von Sonnenkollektoren Rücksicht genommen werden kann.

28% der ArchitektInnen vertreten die Ansicht, dass Kollektoren mit Standardabmessungen den Anforderungen genügen und die Behinderung bei der Gestaltung der Fassade nicht wesentlich ist. Die relative Mehrheit von 46% hält Rastermaße für zweckmäßig. 26% wünschen sich, dass ArchitektInnen über die Abmessungen entscheiden und somit der Kollektor mit beliebigen Abmessungen lieferbar sein muss.

#### *Dimensionierung von Fassadenkollektoranlagen*

Um Dimensionierungsrichtlinien für Fassadenkollektoranlagen geben zu können, wurden Ertragssimulationen durchgeführt und im Vergleich zu dachmontierten Kollektoranlagen dargestellt. Dabei wurde deutlich, dass Fassadenkollektoren ihre wesentlichen Vorteile bei Kombianlagen (Raumheizung und Warmwasserbereitung) haben. Dies ergibt sich aus dem niedrigen Sonnenstand in den Übergangszeiten bzw. im Winter und dem sich daraus ergebenden günstigen Einstrahlungswinkel in die Fassade.

Je höher der solare Gesamtdeckungsgrad (Raumheizung und Warmwasser) einer Kombianlage ist, desto geringer ist im Vergleich zu einer dachmontierten Anlage die zusätzlich benötigte Kollektorfläche in der Fassade (nur etwa 20% mehr Kollektorfläche in der Fassade im Vergleich zum Dach bei einem Gesamtdeckungsgrad von 60%). Umgekehrt verhält es sich bei Anlagen zur reinen Warmwasserbereitung: je größer der Deckungsgrad, desto größer ist das Verhältnis der benötigten Fläche in der Fassade zur benötigten Fläche mit 45° Neigung.

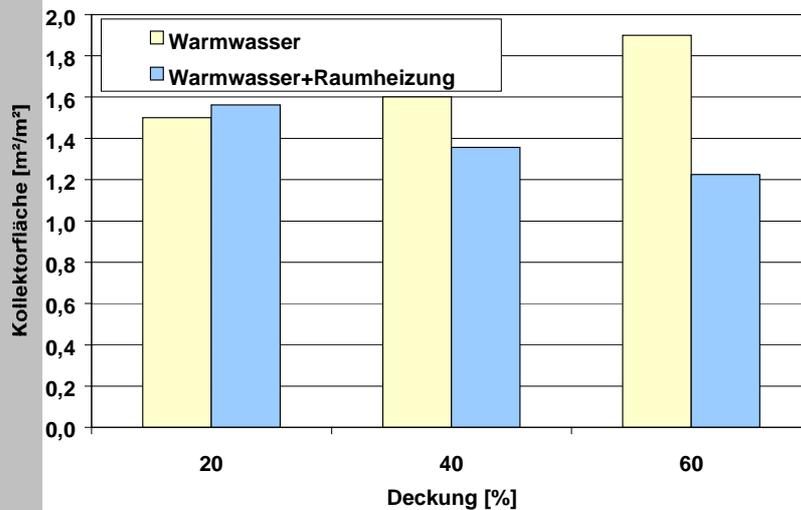


Abbildung 3: Vergrößerung der Kollektorfläche: Fassadenintegration zu Dachintegration

Ein Aspekt, der bei der bisherigen Diskussion nicht berücksichtigt wurde, ist der Einfluss der Reflexion auf den Ertrag. Gerade bei senkrechten Kollektoren ist die verstärkte Reflexion der Sonneneinstrahlung bei Schneelage ein wichtiger Einflussfaktor: in der Heizsaison wird die Einstrahlung in die Fassade dadurch höher, als in eine 45° geneigte Fläche.

#### *Wärmedurchgang*

Um das dynamische Verhalten des Systems Wand-Kollektor beurteilen zu können, wurden Wärmestromberechnungen für verschiedene Wandaufbauten (Massiv- und Leichtbauten) durchgeführt. Um eine Aussage über die sommerliche Überhitzung treffen zu können, wurde anschließend mit TRNSYS die Temperaturerhöhung in einem Raum mit Fassadenkollektor im Vergleich zu einem Raum ohne Kollektor in der Fassade in Abhängigkeit von der Dämmstärke berechnet, wobei das Überschreiten von 1 °K Temperaturdifferenz zum Vergleichsraum als unzulässige Überhitzung definiert wurde. Dadurch kann für einen bestimmten Wandaufbau mit Kollektor die nötige Dämmstärke in der Fassade bestimmt werden.

Die Simulationen zeigten weiters, dass sich der fassadenintegrierte Kollektor im Winter positiv auf die Reduktion der Transmissionswärmeverluste auswirkt. Auch außerhalb der Zeiten, in denen der Kollektor von Medium durchflossen wird, also an strahlungsarmen Tagen, wirkt er durch die direkte Integration als „passiv solares“ Element.

#### *Testanlagen*

Im Rahmen des Projekts werden Testfassaden mit integriertem Kollektor errichtet, um das Anlagen- und das bauphysikalische Verhalten untersuchen zu können. Beispielhaft wird hier eine Testfassade in Holzriegelbauweise dargestellt. Der Kollektor hat eine Rückwand aus Holz, die mit Stahlwinkeln an den Holzriegeln befestigt ist. Diese Art der Montage bewirkt nur sehr geringe Wärmebrückeneffekte.

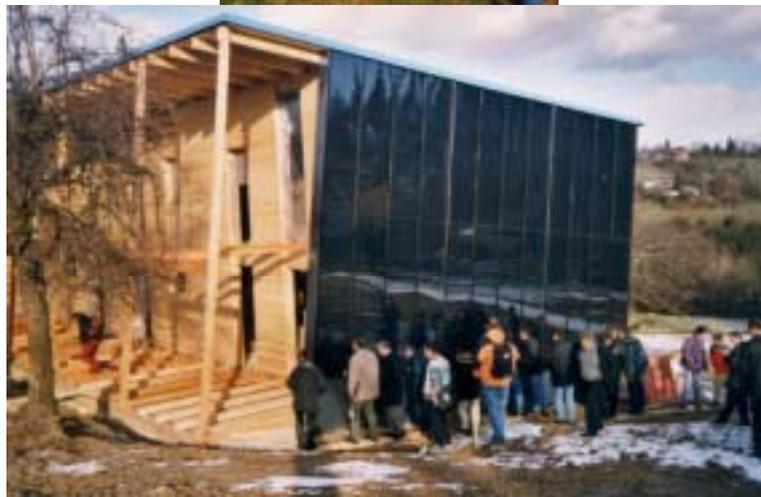


Abbildung 4: Testanlage Zweifamilienhaus, 55 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche, 3570 l Schichtspeicher, 500 l Brauchwasserspeicher, 12 kW Heizlast, 240 l/d Warmwasser mit 60°C

Für Kombianlagen zur Warmwasserbereitung und Raumheizung wurde ein neues **Speichermanagement** entwickelt, das die speziellen Gegebenheiten von Fassadenkollektoranlagen berücksichtigt. Das Ziel ist, außerhalb der Heizsaison möglichst rasch ein hohes Temperaturniveau für die Warmwasserbereitung zur Verfügung zu stellen und dabei den Nachheizbedarf gering zu halten. Dafür wird in dieser Zeit der Solarrücklauf vorrangig aus dem oberen Bereich des Speichers entnommen, wobei die Drehzahl der Pumpe auf die vorgegebene Vorlauftemperaturen geregelt wird. Der durch die höheren Rücklauftemperaturen etwas geringeren Kollektorwirkungsgrad wird kurzfristig in Kauf genommen, da so verhindert wird, dass eine Nachheizung zur Warmwasserbereitung notwendig ist. Das erwärmte Heizungsmedium wird über Lanzen in den Speicher eingeschichtet. Erst wenn eine einstellbare Solltemperatur erreicht ist, erfolgt durch Umschalten eines Ventils die Beladung des gesamten Speichers.

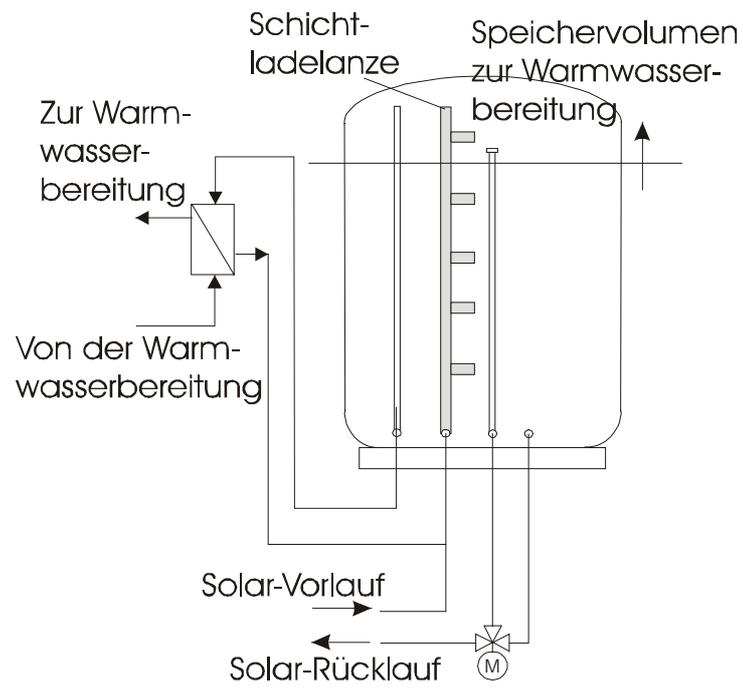


Abbildung 5: „Speicherteilung“ bei Fassadenkollektoranlagen zur Gewährleistung einer effizienten Warmwasserbereitung im Sommer