

Tagungsband

# Alles plus?

Das muntere Sprießen der  
Gebäudekonzepte



**BauZ!**

Wiener Kongress für  
zukunftsfähiges Bauen

17.–18. Februar 2011  
Messezentrum Wien

IBO Verlag

# Bauen und Wohnen nachhaltig - ökologisch - energieeffizient



Der Bau.Energie.Umwelt Cluster NÖ steht für energieeffiziente Althausanierung, Wohnkomfort & gesundes Innenraumklima, mehrgeschossigen Neubau in Passivhausqualität.

Wir sind ein Netzwerk für

- Unternehmen & Professionisten
- Wirtschaft & Forschung
- Innovation & Kooperation

Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich  
ecoplus. Die Wirtschaftsagentur des Landes Niederösterreich  
[www.bauenergieumwelt.at](http://www.bauenergieumwelt.at) | [www.ecoplus.at](http://www.ecoplus.at)

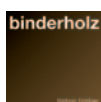


## Eine Veranstaltung von:



IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie  
1090 Wien, Alserbachstraße 5/8  
fon: +43 (1)319 20 05-0,  
email: kongress@ibo.at, www.ibo.at

## in Kooperation mit:



# Tagungsband

## Alles plus?

Das muntere Sprießen der Gebäudekonzepte

**BauZ!**

Wiener Kongress für  
zukunftsfähiges Bauen

17.-18. Februar 2011  
MessezentrumWien

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Die Inhalte der Referate stellen ausnahmslos die persönliche Meinung der ReferentInnen dar. Eine Instituts-Meinung oder -Empfehlung kann nicht zwingend abgeleitet werden. Für die Inhalte und die Bildrechte zeichnen die jeweiligen VerfasserInnen verantwortlich.

© 2011 IBO-Verlag, Wien  
Printed in Austria

Redaktion: Barbara Bauer, Ulla Unzeitig; IBO GmbH  
Layout und Gestaltung: Ulla Unzeitig, Gerhard Enzenberger, IBO  
Druck: gugler cross media, Melk  
Klimaneutral gedruckt mit Pflanzenfarben auf Desistar

ISBN 978-3-900403-40-9



## Vorwort



Alles plus? Das kann bedeuten, über die Energieeffizienz hinaus ein Plus an Energiegewinn durch Gebäude einzuplanen. Es bedeutet auch, ein Plus an Aspekten für Wohnkomfort, -zufriedenheit und Umweltschutz, ein Plus an langfristigen Finanzierungsmöglichkeiten, ein Plus an Verwendungsmöglichkeiten ausgedienter Baustoffe, Bauteile, Bauten zu planen und umzusetzen. Was uns in der Folge ein Plus an Planungs- und Bewertungsinstrumenten beschert.

Nach Jahren, in denen Minimierung als Synonym für Ökologie gesehen wurde, in denen Erfahrungen mit Niedrig- und Niedrigstenergiehäusern gesammelt wurden, ist nun anscheinend die Zeit reif für umfassendere Ansätze im Bauwesen. Der „Wiener Kongress für Zukunftsfähiges Bauen“ kurz BauZ! versammelt Fachleute mit ihren unterschiedlichen Sichtweisen. Allen gemeinsam ist, dass der Gedanke der Nachhaltigkeit immer mitgedacht wird, sei es als energieeffiziente Haustechnik oder als erneuerbare Energieträger, sei es als nachwachsender Rohstoff oder als raumluftneutraler Massivbaustoff. Wie die Anforderung „Nachhaltigkeit“ in der Baupraxis umgesetzt wird, werden wir in großer Vielfalt erleben. Aus Impulsvorträgen erfahrener Experten, Berichten über Forschung, gebauten Beispielen, Bewertungssystemen, aus Diskussionen mit VertreterInnen unterschiedlicher Überzeugungen werden wir viele Anregungen für die eigene, immer nachhaltiger werdende Baupraxis mitnehmen können.

Barbara Bauer  
IBO GmbH



## Vorwort



Die Klimaproblematik, der ansteigende Energiebedarf und die Ressourcenknappheit führen nicht nur zu einem Wandel im Bereich Infrastruktur und Industrie, auch der Gebäudebereich muss künftig seinen Beitrag zur Lösung dieser Herausforderungen leisten.

Die Gebäude der Zukunft sollen von Energieverbrauchern zu Energieproduzenten werden. Um diese Vision realisieren zu können, sind umsetzbare und einheitliche Gebäudekonzepte bzw. -standards notwendig. Das Forschungs- und Technologieprogramm „Haus der Zukunft Plus“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie soll eine Unterstützung bei der Schaffung der technologischen Basis für das Plus-Energie-Haus sein.

Der heurige Wiener Kongress für zukunftsfähiges Bauen hat sich mit „Alles plus? – Das muntere Sprießen der Gebäudekonzepte!“ einem brisanten Thema gewidmet, das viele Diskussionen und Anregungen für künftige Maßnahmen liefern wird. Diese sollen dazu beitragen, eine Richtung zur Entwicklung eines einheitlichen österreichischen Standards aufzuzeigen.

In diesem Sinne wünsche ich der Veranstaltung viel Erfolg sowie den Teilnehmerinnen und Teilnehmern spannende und anregende Diskussionen!

Doris Bures  
Bundesministerin  
für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorwort



### Umweltgerechtes Bauen und Sanieren für ein energieautarkes Österreich

Klimawandel ist eine Bedrohung, Klimaschutz hingegen eine Chance. Meine Vision ist ein energieautarkes Österreich. Das bedeutet im besten Fall, dass die gesamte Energie, die wir benötigen, in Österreich erzeugt wird. Auch in der Energiestrategie Österreich ist dies als klares Ziel festgelegt. Die Vorteile eines energieautarken Österreichs liegen auf der Hand: Man wird nicht nur unabhängiger von erdölimportierenden Ländern, sondern belässt auch Wertschöpfung im eigenen Land. Darüber hinaus entstehen dadurch viele neue green jobs.

Dazu müssen wir alle Quellen für erneuerbare Energie und Energieeffizienz auch wirklich nutzen. Ich appelliere an die aktive Verantwortung von jeder und jedem Einzelnen. Denn für eine Trendwende im Energiebereich und aktiven Klimaschutz müssen wir darüber hinaus alle etwa beim Autokauf, im Alltag und auch beim Hausbau und der Sanierung klimabewusst und ressourcenschonend planen und handeln.

Im Gebäudesektor gibt es derzeit vor allem bei älteren Gebäuden noch Nachholbedarf im Klimaschutz. Eine spürbare Senkung des Energieverbrauchs ist hier durch thermische Sanierung möglich. Daher wird die thermische Sanierung von bestehenden Gebäuden weiterhin gefördert, und zwar von 2011 bis 2014 mit jährlich 100 Millionen Euro.

In Österreich gibt es bereits viele gute Beispiele zu energieeffizienten Neubauten und Sanierungen. Sie zeigen: Energieautarkie ist möglich – und Österreich ist auf einem guten Weg.

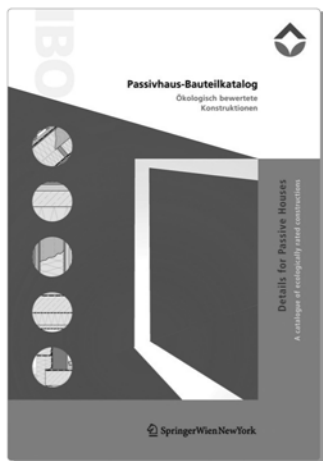
Ich wünsche dem BauZ!-Kongress viel Erfolg und der weiteren Entwicklung Österreichs in Richtung Energieautarkie einen kräftigen Impuls!

DI Niki Berlakovich  
Umweltminister



# Inhaltsverzeichnis

	Seite
Nachhaltigkeitsstrategien im Wettbewerb – Wie ökologisch kann Bauen sein? Karl Torghelle, Spektrum – Zentrum für Umwelttechnik & -management GmbH.; IBO	1
Zukunft: Passivhaus Wolfgang Feist; Universität Innsbruck und Passivhaus Institut Darmstadt	5
Das Wohnhaus als dezentraler Energieproduzent – kritische Aspekte von „Plus-Energiehäusern“ Robert Hastings, Donau-Universität Krems	15
Vergleichende Lebenszyklusanalyse unterschiedlicher Haustechniksysteme Peter Holzer, Department für Bauen und Umwelt, Donau-Universität Krems	21
Komfort im Passivhaus-Büro – Erste Ergebnisse eines Forschungsprojekts: Tageslichtsimulationen Tobias Waltjen, Bernhard Lipp, IBO; Andreas Lahme, ALWare	25
Zufriedenheit im Passivhaus Alexander G. Keul, Universität Salzburg; TU Wien	43
Raumlufthygiene in unterschiedlichen Gebäudekonzepten Peter Tappler, IBO Innenraumanalytik OG	47
Das Solar-Aktivhaus – Mechanische Lüftung und Fensterlüftung im Vergleich Georg W. Reinberg, Architekturbüro Reinberg; Leo Obkircher, Technisches Planungsbüro Obkircher	53
Potenziale der Solarenergienutzung im urbanen Raum Susanne Geissler, ÖGNB; Maria Amtmann, Thomas Barth, Österreichische Energieagentur	59
ÖNORM Plus-Energie – genormte Rechenverfahren für die Bemessung von Plus-Energiehäusern Helmut Schöberl, Schöberl & Pöll GmbH	65
Nearly Zero Energy Buildings und Plusenergie-Gebäude: Definitionen für den urbanen Raum Christian Pöhn, MA 39	67
Net Zero Energy Buildings – Aktuelle internationale Entwicklungen Sonja Geier, AEE INTEC	73
ÖGNB – Bewertung von Pilotprojekten Robert Lechner, Österreichisches Ökologie-Institut	77
Das Passivhaus als energiewirtschaftliches Optimum Reinhard Weiss, drexel und weiss energieeffiziente haustechniksysteme gmbh	85
Kosten-Nutzen-Tool – Kosten und Nutzen energie-effizienter und ökologischer Gebäude Susanne Supper, ÖGUT	89
Entwurfsbedingte Optimierungspotentiale in der Energiebilanz von Gebäuden, Forschungsprojekt „GEBINT“ Karin Stieldorf, TU Wien	99
Kostentreiber & langfristige Kostenprognosen für Eigentumswohnanlagen Siegfried Garzon, GEDESAG	103
Gebäudekonzepte und Energiekennzahlen im Vergleich Gerhard Koch, Verband Österreichischer Ziegelwerke	109
Sonnenhaus Eferding – 100% solare Wärme Isabella Hofer, Bautechnisches Institut Linz	117
Plusenergiegebäude in Holzbauweise: JUWI-Zentrale Harald Sauer, GriffnerHaus AG	123
Das Raiffeisen-Klimaschutz-Hochhaus am Donaukanal Christian Steininger, Vasko + Partner	129
Mit Holz hoch hinaus – Der LifeCycle Tower von Cree Hubert Rhomberg, Cree GmbH	133
Nachhaltig Heizen und Kühlen mit Beton – Ergebnisse des Innovationspreises Energiespeicher Beton 2010 Gerhard Hofer, e7 Energie Markt Analyse GmbH; Frank Huber, Zement+Beton Handels- u. Werbeges.m.b.H	139
Sunlighthouse – Ein Beispiel des Active-House-Konzeptes Heinz Hackl, Velux Österreich GmbH	147
Referentinnen und Referenten	153



**SpringerArchitektur**  
Dritte korrigierte Auflage  
2009. 348 Seiten  
310 großt. farbige Abb.  
Format: 23,5 x 34 cm  
Text: deutsch/englisch  
Geb. EUR 99,95; SFr 158.–  
ISBN 978-3-211-99496-2

## **Passivhaus-Bauteilkatalog** Ökologisch bewertete Konstruktionen

### **Details for Passive Houses** A Catalogue of Ecologically Rated Constructions

Die erste Auflage des ökologischen Bauteilkataloges erschien 1999 in deutscher Sprache. Das große Interesse an einer Sammlung ökologischer Bewertungen und Detaildarstellungen, detaillierten baupraktischen Beschreibungen und bauphysikalischen Kennwerten machten das Buch schnell zu einem konkurrenzlosen Klassiker. Die zweite Auflage dieses einzigartigen Nachschlagewerks bietet raschen Zugriff auf Basisdaten des ökologischen Bauens. Im neuen Bauteilkatalog wurden die aktuellen Ökowerte aus internationalen Quellen und den Daten der IBO-Produktprüfung verknüpft und auf passivhaustaugliche Konstruktionen angewendet. Planende und Auslobende finden rund 100 Regelquerschnitte und 75 Anschlussdetails – mit vierfarbigen maßstäblichen Zeichnungen – für den Passivhaus-Standard, Kriterien für den Nachweis ökologisch optimierter Planung, Baustoffberatungswissen sowie Kriterien für die Ausschreibung.

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie (Hrsg.)  
Bestellungen: [www.ibo.at](http://www.ibo.at); email: [ibo@ibo.at](mailto:ibo@ibo.at)



## Nachhaltigkeitsstrategien im Wettbewerb – Wie ökologisch kann Bauen sein?

Karl Torghele, Spektrum – Zentrum für Umwelttechnik & -management GmbH.;  
IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie

### Ausgangslage

Mit der Umsetzung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) im Jahre 2008 wurde versucht, einer zentralen Forderung des Ökologischen Bauens zu entsprechen, nämlich den Betriebsenergieaufwand zu beschränken. Das derzeit angewandte Instrument – der Gebäudeenergieausweis – wirft diesbezüglich aber eine Reihe von Fragen auf, da dieser auch einfach nur als Gebäudeausweis und Maßgröße der Gebäudequalität verstanden wird.

Besonders problematisch ist, dass die zentrale, baurechtlich relevante Bemessungsgröße der Heizwärmebedarf und nicht der Energieverbrauch ist. Zudem ist der Grenzwert für den HWB für alle Gebäudekategorien gleich. Der volkswirtschaftlich und ökologisch eigentlich relevante Primärenergiebedarf sowie die durch den Betrieb des Gebäudes verursachten Treibhausgasemissionen werden erst gar nicht berechnet und ausgewiesen – geschweige denn begrenzt. Dieser Kritik wird aktuell mit der Überarbeitung der OIB Richtlinie Rechnung getragen. Man darf auf die Ergebnisse der Überarbeitung gespannt sein. Die Fachdiskussion um die Ökologisierung des Bauens geht aber bereits deutlich weiter. Dies spiegelt sich auch in den unterschiedlichsten ökologischen Gebäudekonzepten und -zertifikaten wider. Energieeffizienz in unterschiedlichsten Facetten steht dabei aktuell im Mittelpunkt.

### Entwicklungen

In den 1990 Jahren begann der Siegeszug des Passivhauses.

Auf Grundlage grundsätzlicher, bauphysikalischer Überlegungen – Beheizbarkeit der Wohnräume mit dem hygienisch sowie erforderlichen Luftwechsel – wurde ein Grenzwert für die Heizlast und damit in Abhängigkeit des Standortklimas ein jährlicher spezifischer Heizwärmebedarf abgeleitet. Das Passivhaus ist damit eigentlich ein Behaglichkeitskonzept.

Auch beim Passivhaus wurde aber als ergänzender Grenzwert zu Heizlast und Heizwärmebedarf stets der Primärenergiebedarf ermittelt und beschränkt. Dieser Wert liegt bei 120 kWh/m<sup>2</sup>a. Leider geht das bis heute sehr oft in der Diskus-

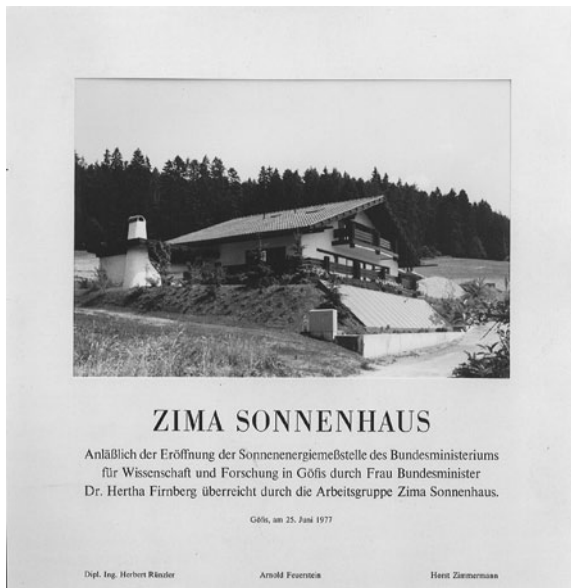
Abb. 1: Kapellenweg Feldkirch – Passivhaus 1996



sion unter. Das Passivhaus nur über den spezifischen Heizwärmebedarf zu definieren, führt jedenfalls zu Missverständnissen und kann auch in Sackgassen enden.

Historisch gesehen geht dem Passivhaus das Sonnenhaus bzw. das voll solar beheizte Haus voraus. Pilotprojekte mit Ganzjahresspeicher wurden bereits in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts umgesetzt.

Abb. 2: Sonnenhaus in Göfis – Staatspreis 1977



Die Idee der Sonnenhäuser ist, die erforderliche Heizwärme allein mit der durch die Sonne bereit gestellte Energie abzudecken. Hierfür werden entsprechend große Wärmepuffer (Wasser, Stein, Erdreich, Paraffine) eingesetzt. Hilfsenergie zur Bewirtschaftung der Speicher wird dabei „zugekauft“. Zwischenzeitlich sind die ersten Häuser etwa 35 Jahre in Betrieb und erfreuen sich dankbarer Nutzer.

Null-Energiehäuser gehen weiter. Hier steht die Überlegung, die gesamte End-Energie, die für den Betrieb des Gebäudes erforderlich ist, vor Ort zu erzeugen und bereit zu stellen. Dabei sollte zwischen Energieautonomie und Energieautarkie unterschieden werden. Im Fall der Energieautonomie ist das Gebäude in die Energie-Infrastruktur der Umgebung eingebunden und stellt temporäre Überschüsse zur Verfügung, um im Bedarfsfall bei lokaler Unterversorgung aus dem Netz Energie zu beziehen. Über eine Periode betrachtet wird aber gleich viel

Energie produziert wie verbraucht wird. Unter energieautarken Lösungen versteht man abgekoppelte „Insellösungen“, die stets „Selbstversorger“ sind.

Die Idee der dezentralen Energieproduktion wird vor allem durch die PV-Technik beflügelt. Wenn heute ein durchschnittlicher Haushalt etwa 3.000 kWh Strom verbraucht und dieser in einem Gebäude mit geringem Heizwärmebedarf liegt, kann der gesamte Energiebedarf mit

Abb. 3: Velux Sunlighthouse, Pressbaum 2010. Foto © Adam Mork



einer etwa 45 bis 50 m<sup>2</sup> großen PV-Anlage energieautonom betrieben werden. Jeder m<sup>2</sup> mehr PV-Fläche macht aus dem energieautonomen Haus ein Plus-Energiehaus – übers Jahr betrachtet wird mehr Energie produziert als verbraucht wird. Mit zusätzlichen 25 bis 30 m<sup>2</sup> lässt sich auch noch das durchschnittliche Mobilitätsbedürfnis mit einem E-Mobil abdecken (etwa 10.000 bis 15.000 km pro Jahr).

Energieeffizienzstrategien bringen zunächst vor allem Unabhängigkeit. Aus ökologischer Sicht bleibt aber vor allem die Thematik des Klimawandels, getrieben durch die vom Menschen verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Nicht der Verbrauch von Energie ist proble-

matisch - provokant gilt, dass wir kein Energieproblem haben. Wir „verbrauchen“ nur 2 % der täglich auf die Erde einstrahlenden Sonnenenergie. Wir verwenden die falschen Energien und blasen dabei Unmengen CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre. Sowohl durch den Betrieb als auch durch die Errichtung von Gebäuden. Insgesamt macht dieser Bereich etwa 40 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der europäischen Union aus. Nachhaltigkeitsstrategien führen damit zwangsläufig zu CO<sub>2</sub>-Effizienzstrategien.

Wenn ausreichend viele Baustoffe eingesetzt werden, die CO<sub>2</sub> binden (zB Holz oder andere nachwachsende Rohstoffe), kann eine CO<sub>2</sub>-Bilanz über die Lebensdauer des Gebäudes ausgeglichen oder sogar positiv sein. Damit wäre das Gebäude als CO<sub>2</sub>-Senke oder als „Klimaschutzbeitrag“ zu verstehen.

## Rechtliche Grundlagen

In der Neufassung der RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden Gebäuderichtlinie (kurz EPBD):

Abb. 4: Aus Amtsblatt der Europäische Union L153/14, Absatz (9) und L153/21, Artikel 9

(9) Die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sollte nach einer Methode berechnet werden, die national und regional differenziert werden kann. Dabei sollten zusätzlich zu den Wärmeigenschaften auch andere Faktoren von wachsender Bedeutung einbezogen werden, z.B. Heizungssysteme und Klimaanlage, Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, passive Heiz- und Kühlelemente, Sonnenschutz, Raumluftqualität, angemessene natürliche Beleuchtung und Konstruktionsart des Gebäudes. Bei der Methode zur Berechnung der Energieeffizienz sollte nicht nur die Heizperiode eines Jahres, sondern die jährliche Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes zugrunde gelegt werden. Die Methode sollte die geltenden europäischen Normen berücksichtigen.

### Artikel 9

#### Niedrigstenergiegebäude

- (1) Die Mitgliedstaaten gewährleisten, dass
- a) bis 31. Dezember 2020 alle neuen Gebäude Niedrigstenergiegebäude sind und
  - a) eine ausführliche Darlegung der praktischen Umsetzung der Definition der Niedrigstenergiegebäude durch die Mitgliedstaaten, in der die nationalen, regionalen oder lokalen Gegebenheiten erläutert werden, einschließlich eines numerischen Indikators für den Primärenergieverbrauch in kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr. Die für die Bestimmung des Primärenergieverbrauchs verwendeten Primärenergiefaktoren können auf nationalen oder regionalen Jahresdurchschnittswerten beruhen und den einschlägigen europäischen Normen Rechnung tragen.

Die Effizienzbewertung soll also deutlich über das hinausgehen, was derzeit praktiziert wird. Es geht explizit um Niedrigstenergiegebäude im Sinne des Primärenergieeinsatzes und nicht des Heizwärmebedarfs. Sofern man bereit ist, den Absatz 9 ernst zu nehmen und etwas breiter zu interpretieren, geht es in Zukunft auch darum, den Aufwand für die Errichtung des Gebäudes (Konstruktion) zu berücksichtigen. Die Diskussion allein um den HWB erscheint in Anbetracht der rechtlichen Anforderungen als klar unzureichend.

## Errichtung, Betrieb und Entsorgung beachten

Berechnungen zeigen, dass für die energieeffizientesten Gebäude etwa gleich viel Energie für die Errichtung investiert wird, wie diese Gebäude in 50 Jahren für den Betrieb benötigen. Bereits in den frühen 90er Jahren wurden diese Erkenntnisse publiziert und bestätigen sich auch durch aktuelle Forschungs- und Untersuchungsergebnisse.

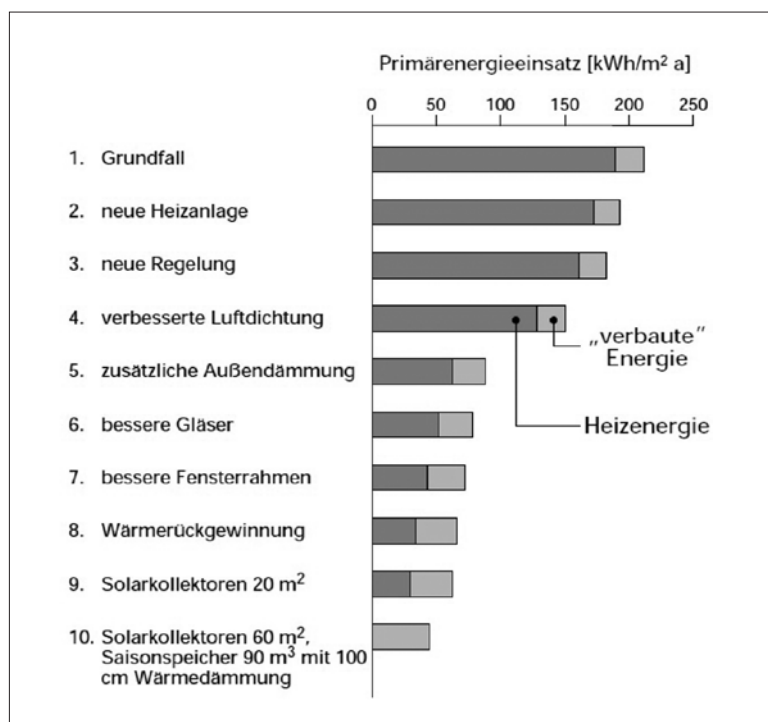


Abb. 5: Primärenergieaufwand für die Errichtung und den Betrieb von Gebäuden aus „Energiegerechtes Bauen und Modernisieren; Birkhäuser 1996

Nachhaltigkeitsstrategien müssen sich auch mit den durch das Bauen verursachten Stoff- und Energieströmen befassen. Die Bedeutung wird klar, wenn man beachtet, dass nicht weniger als 50 % der auf der Straße abgewickelten Tonnenkilometer durch das Bauen bedingt sind. Weiters gilt: Aspekte der Behaglichkeit, Sicherheit und Gesundheit nicht zu berücksichtigen würde bedeuten, die eigentliche Aufgabe und Motivation des Bauens zu ignorieren. Dieser Erkenntnis tragen die gängigen Gebäudekonzepte in unterschiedlicher Weise bereits Rechnung. Das wohl verbreitetste und umfassendste Konzept ist hierbei in Österreich wahrscheinlich das klima:aktiv Haus.

### Technisch möglich – was ist sinnvoll und notwendig?

In der Diskussion der Gebäudekonzepte für nachhaltige Gebäude werden die unterschiedlichsten Schwerpunkte und Ansätze propagiert. Aus der Sicht des IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie sind diese aber keineswegs als gegensätzlich, sondern vielmehr komplementär zu verstehen.

Im Wettbewerb der Ideen wird es verstärkt darum gehen, Nutzen (ökonomisch, ökologisch und emotional) dem Aufwand gegenüber zu stellen.

Rein technisch sind auch die ambitioniertesten Gebäudekonzepte keine Phantasie mehr. Viele dieser Gebäude sind bereits seit Jahrzehnten erprobt und haben sich bewährt. Trotzdem bleibt die Diskussion offen.

Nachhaltige Gebäude dürfen die eigentlichen Funktionen des Bauen und Wohnens nicht vergessen und nicht nur die Betriebsenergie bewerten. Es geht darum, ein Grundbedürfnis zu decken. Es geht darum, Rückzugsraum, Schutzraum, Erholungsraum, Lebensraum für jede/n zu schaffen. Damit rücken andere, zusätzliche Qualitäten ins Zentrum.

Wo wird Raum geschaffen? Welche Sicherheit wird geboten (Brand, Einbruch, Statik,...)? Welche Qualitäten werden geboten – thermische Behaglichkeit im Winter und im Sommer, Licht und Beleuchtung, Raumluftqualität, Schallschutz, Haptik,...? Um welche Kosten kann Wohn- und Lebensraum geschaffen werden – ist dieser überhaupt leistbar? Unter der Prämisse der beschränkten (Kapital)ressourcen stellt sich auch die Frage, wo liegt das volkswirtschaftliche Optimum bei Qualitätsstandards von Gebäuden.

In diesem Sinne soll der Kongress 2011 Positionen, Ideen, Motivation und konkrete Lösungen bieten.

## Zukunft: Passivhaus

Wolfgang Feist; Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen der Universität Innsbruck und Passivhaus Institut Darmstadt

### 1 Hintergründe

In wenigen Wochen wird die Erdbevölkerung die 7-Milliardengrenze überschreiten – vielfach wird uns eingeredet werden, dass es die schiere Zahl der Menschen ist, die „das Problem“ erzeugt. Zu leicht könnten wir auf diese einfache Sicht hereinfliegen, wenn wir die Zusammenhänge nicht tiefer analysieren. Etwa 5000 Watt beträgt der Energiekonsum im Durchschnitt pro Kopf in der EU, nur 2000 Watt im Durchschnitt weltweit. Setzt man Wohlstand und Energiekonsum gleich,<sup>1</sup> so müsste sich der Energieverbrauch der Welt bis 2050 mehr als verdreifachen, wenn alle Menschen „nur“ die gleichen Ansprüche an den Wohlstand stellen würden wie wir Europäer (zum Vergleich: der Energiekonsum in den USA ist noch einmal doppelt so hoch wie der in Europa).

Ein ganz entscheidender Teil der Nachhaltigkeitsaufgabe betrifft die Inanspruchnahme von Energie. Eine dauerhaft stabile Lösung für die Energieversorgung ist tatsächlich der Schlüssel zur Nachhaltigkeit – da Energie ein universelles Substitut für nahezu alle Ressourcen darstellt.<sup>2</sup>

Alarmierend ist jedoch, dass sich nun gerade Energie als die entscheidende „knappe Ressource“ erweist.<sup>3</sup> Und zwar, weil die menschliche Zivilisation im vergangenen Jahrhundert einen extremen hohen Anspruch auf die Verfügbarkeit von billiger Energie entwickelt hat. Billig und leicht verfügbar ist die einfach und nahezu kostenfrei aus fossilen kohlenstoffhaltigen Rohstoffen gewinnbare Energie – sowie einige der einfach gewinnbaren erneuerbaren Energiequellen (mit jedoch begrenzter Verfügbarkeit: Wasserkraft und direkt verbrannte Biomasse). Billig verfügbare Energie hat in einigen Teilen der Welt einen sehr schnell vermehrten Wohlstand ermöglicht – und zwar zu über 90% auf Basis der fossilen Quellen. Die Abgabe des dabei entstehenden Verbrennungsproduktes CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre stellt zugleich die größte Gefährdung für den Fortbestand unserer Gesellschaft dar.

### 2 Ziele

Für eine stark bevölkerte Welt ist Nachhaltigkeit unverzichtbares Ziel, denn sie ist Voraussetzung für das Überleben: „Nachhaltiges Wirtschaften kann dauerhaft in der Zukunft fortgesetzt werden, ohne dass bedeutende Nachteile für Mitwelt, Umwelt und Nachwelt entstehen“ [Feist 2002]. Angesichts aktueller Diskussionen ist es notwendig, an dieser Stelle auf Fehlinterpretationen hinzuweisen:

- Keinesfalls setzt Nachhaltigkeit zwingend die Bereitschaft zum Verzicht voraus. Es ist diese Auffassung, die auch heute noch starke ablehnende Reaktionen der Öffentlichkeit provoziert – und genau dies ist eines der größten Hindernisse für die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung in der Praxis. (vgl. ebenda [Feist 2002])
- Keinesfalls erzwingt Nachhaltigkeit in Bezug auf die Energieversorgung, dass überhaupt keine fossilen Energieträger mehr eingesetzt werden dürfen. Dieser Irrtum liegt z.B. der Argumentation von Bill Gates in [Gates 2010] zu Grunde. Ein gewisser (immer kleiner wer-

1) Zur Einordnung der Gleichsetzung von Wohlstand und Energiekonsum: Der durchschnittliche physiologische Energieumsatz einer Person beträgt etwa 100 Watt, in Europa wird derzeit von jeder Person durchschnittlich das 50fache ihrer eigenen Körperleistung an technischer Energie in Anspruch genommen – das erscheint gigantisch viel im Verhältnis zur gewonnenen Dienstleistung, und so verhält es sich auch; die bisher verwendeten technischen Systeme sind noch immer extrem ineffizient.

2) Beweis: steht genügend Energie zur Verfügung, so lässt sich jedes gewünschte Material aus nahezu jeder beliebig kleinen Konzentration (z.B. aus Müll oder aus Meerwasser) heraussortieren und es lassen sich so andere materielle Engpässe beheben.

3) In der letzten Zeit gab es dazu widersprechende Aussagen: Diese erweisen sich aber als irreführend – in der Regel wird die thermodynamische Verfügbarkeit (Exergie) nicht beachtet oder es werden Technologien voraus gesetzt, die noch weit von einer ökonomischen Nutzung entfernt sind (Kernfusion). Oft bestehen auch schlicht falsche Vorstellungen von der Dimension der in der Zivilisation technisch genutzten Energieströme.



dender) Anteil von fossilem Energieeinsatz ist vielmehr sowohl von der Ressourcenlage als auch von der Klimaverträglichkeit her durchaus erlaubt (vgl. die Analyse in [Feist 1999] – kurz gefasst: das bis ins Unendliche geführte Integral über  $e^{-t/\tau}$  ist endlich).

- Schon gar nicht ist eine Forderung nach Energieautarkie von Regionen oder gar einzelner Gebäude zielführend (das folgt schon aus dem letzten Punkt; noch bedeutender ist aber die ungleiche geographische Verteilung und zeitliche Abfolge der Verfügbarkeit von erneuerbarer Energie). Vielmehr ist der Handel mit Energie eine sinnvolle und wünschenswerte Sache – gerade der mit der Energie, die aus erneuerbaren Quellen kommt. Es ist sogar leicht erkennbar, dass dies eine Voraussetzung für eine ökonomisch einigermaßen verträgliche Entwicklung hin zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft ist [Feist 2005]. Autarkie ist kein Ziel an sich – eine möglichst hohe (nachhaltig vertretbare) Produktion der in der eigenen Region erzeugten erneuerbaren Energie jedoch durchaus, gerade für Österreich müsste das Ziel der Export von erneuerbar gewonnener Energie (auf Grund der stark bevorzugten Lage in den Alpen bzgl. Wasserkraft) [Vallentin 2008].
- Ebenfalls ein Irrtum ist die Ansicht, dass Energieeinsatz in jedem Einzelfall und bei jeder Einzelaktion um jeden Preis zu vermeiden sei: Z.B. hört man das Argument, dass „unter hohem Energieaufwand erzeugte Wärmedämmstoffe“ möglichst wenig eingesetzt werden sollten. A. a. Stelle hat der Autor gezeigt [Feist 1997], dass solche Einschätzungen gefährlich oberflächlich sind: Konventionelle Wärmedämmstoffe als Außenbauteildämmung (auf Passivhausniveau) sparen z.B. während ihre Nutzungszeit mehr als das 100fache an Primärenergie ein als zu ihrer Erzeugung erforderlich war. Vernünftige Bewertungen solcher Fragen können grundsätzlich nur auf der Basis von Lebenszyklusbilanzen erfolgen.

### 3 Erfahrungen

Schon auf der 10. Passivhaustagung 2006 konnte festgehalten werden: In Mitteleuropa kann heute jede Neubaufgabe für Gebäude, die für den längeren Aufenthalt von Menschen geeignet sein sollen, als Passivhaus<sup>4</sup> realisiert werden. Das ist ein gewaltiger Fortschritt – wenn wir bedenken, dass Anfang der 90er Jahre noch nahezu alle technischen Register gezogen werden mussten, um ein ideal nach Süden orientiertes Reihenhaus zu einem Passivhaus zu machen. Gegenüber dem Durchschnitt im Gebäudebestand verbraucht ein Passivhaus nur noch etwa ein Zehntel an Heizenergie.

In den letzten Jahren sind wir noch ein bedeutendes Stück voran gekommen: Im großvolumigen Wohnungsbau ist der Passivhausstandard heute in Deutschland und in Österreich wirtschaftlich.

Darüber hinaus hat sich eine rasante Entwicklung in Europa ergeben: In allen Ländern der Europäischen Gemeinschaft gibt es inzwischen realisierte Passivhäuser. Partner in diesen Ländern arbeiten an regionalen Adaptionen des Konzeptes: Die Prinzipien sind klar und eindeutig – die funktionale konkrete Umsetzung kann sich umso besser dem regionalen Klima und den unterschiedlichen Bautraditionen anpassen. Dabei bleibt die umfassend verbesserte Energieeffizienz invariant<sup>5</sup>; die Bau- und Gebäudetechnik erfährt aber die erforderliche Anpassung an die jeweilige Baukultur.

Noch stürmischer war die Entwicklung im internationalen Raum: Gleich mehrere Projekte in Russland und in China wurden angegangen, die Lösungen für heiße Klimate stehen mit der Studie [Schnieders 2009] bereit, in den USA wurde ein amerikanisches Passivhaus Institut ge-

4) Der Passivhaus-Standard ist funktional definiert. Für Wohngebäude und ähnliche Bauaufgaben darf der Heizenergiebedarf nicht größer als 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) sein.

Nebenbedingungen an Luftdichtheit und Primärenergie sind ebenfalls zu erfüllen, um kontraproduktive Auslegungen auszuschließen.

5) Leider gibt es in einigen Regionen Ansätze, unter den international eingeführten Anforderungen zu bleiben. Das schadet aber vor allem dem Fortschritt in diesen Regionen, weil sich dann die Vorteile des Passivhaus Standards (nämlich die möglichen Systemvereinfachungen, der exzellente Komfort) nicht entfalten können.

gründet (PHIUS) und das Beispiel der belgischen Polarstation [De Coninck 2007] zeigt, dass die Grundzüge des Konzeptes für alle Klimazonen der Erde greifbar sind. Die technische Realisierbarkeit steht nirgendwo mehr in Frage – das schließt aber Weiterentwicklungen und künftige fruchtbare Ideen nicht aus.

Für die Realisierung von hocheffizienten Gebäuden bedarf es hochwertiger, die üblichen durchschnittlichen Qualitäten um ein Vielfaches überbietende Komponenten. Es ist die Qualität dieser Komponenten, die über das Spektrum der realisierbaren Lösungen entscheidet. Eine Effizienz auf dem Niveau des Passivhausstandards kann man in Mitteleuropa nicht erreichen ohne

- Sehr gute Wärmedämmung und Wärmebrückenreduktion bei allen Außenbauteilen.
- Fenster, die behagliche Innenoberflächentemperaturen auch bei klirrendem Frost garantieren,
- sehr gute Luftdichtheit der Gebäudehülle und
- hocheffiziente Wärmerückgewinnung aus der Abluft.

Diese Komponenten sind es, deren Verfügbarkeit und Preis das Realisationspotential und die Wirtschaftlichkeit von Passivhäusern bestimmen. Hier gab es in den vergangenen Jahren beachtliche Fortschritte – hier liegen aber auch, wie ich noch zeigen werde, bedeutende Aufgaben für die Zukunft.

Die baulichen Investitionen von Passivhäusern und von Sanierungen mit „Faktor 10“ sind i.a. höher als durchschnittliche Vergleichskosten mit konventionellen Maßnahmen. Dafür jedoch sind die Betriebskosten spürbar geringer. Eine ganze Reihe gut dokumentierter Beispiele belegen, dass unter gegenwärtigen Bedingungen der Passivhaus-Standard für den mehrgeschossigen Wohnungsbau bereits wirtschaftlich rentabel erstellt werden kann – trotz spürbar höherer Investitionskosten bei einigen Komponenten [Treberspurg, Smutny 2010]. Bei Reihen- und Einfamilienhäusern wird eine Wirtschaftlichkeit derzeit für den Bauherren noch nur unter Inanspruchnahme der bestehenden Förderkonditionen in Deutschland bzw. den österreichischen Bundesländern erreicht. Allerdings: Wie unsere derzeitigen Analysen verschiedenster Alternativen der CO<sub>2</sub>-Reduktion zeigen, ist der Preis je eingesparter Kilowattstunde fossiler Energie durch sehr guten Wärmeschutz, Dreischeibenverglasungen, Warmfenster und Wärmerückgewinnung mit Abstand günstiger als die meisten sonst diskutierten Technologien mit nennenswertem Potential. Entscheidend ist jedoch, dass die Kosten für die effiziente Technologie entlang der üblichen Lernkurven bei Innovationen fallen – schon heute sind die Mehrinvestitionen für Passivhäuser gegenüber 1991 auf weniger als ein Viertel reduziert. Eine weitere Halbierung ist dann möglich, wenn die Komponenten dieser Qualität in der Breite am Markt angeboten werden.

Gerade junge Architekten haben die Bedeutung des energieeffizienten Bauens für die Zukunft Ihrer Profession erkannt. Energie, die durch energieeffizientes Bauen und Sanierung gewonnen werden kann, wird schon im nächsten Jahrzehnt einen höheren Versorgungsbeitrag leisten können als jeder heute gehandelte Energieträger. Architekten sind die Schlüsselexperten, welche diese Potentiale umsetzen helfen. Richtig angegangen, bietet die Verwirklichung gerade in den Beständen die einmalige Chance, hier auch gestalterisch prägend zu sein – und dies gelingt in vielen Fällen heute bereits vorbildlich. Energieeffizienz und Gestaltung stehen sich nicht im Weg – gerade in ihrer Verbindung liegen die Chancen. Dazu allerdings müssen Kompetenzen erworben werden [Bähr 2010].

## 4 Aufgaben

### 4.1 Information verbreiten

Beim gegenwärtigen Entwicklungsstand ist die öffentliche Verbreitung der Information die wichtigste Aufgabe. Die inzwischen vorhandenen Informationsgemeinschaften sind hierfür die wichtigsten Agenten – sie müssen dabei tatkräftig unterstützt werden von ihren Mitgliedern.

Welche Information?	Warum ist dies wichtig?	Wie verbreiten?
Das Passivhaus ist ein in der Praxis verfügbarer Energiestandard; er ist aus der Experimentierphase längst heraus.	In der Öffentlichkeit wird das energiesparende Bauen überwiegend noch als „exotische“ Möglichkeit mit vielen Unsicherheiten wahrgenommen.	Internet, Zeitungsartikel, Anzeigen, Veranstaltungen, Tag des Passivhauses
Das Passivhaus ist durch die bestehenden Förderangebote heute für alle, die neu bauen, wirtschaftlich.	Weit verbreitet ist die Auffassung, dass energiesparendes Bauen deutlich teurer als konventionelles Bauen ist und weit entfernt von Wirtschaftlichkeit für die Baufamilie.	Beispieldokumentation, Beispielrechnung, Broschüren, Veranstaltungen, Seriöse Kalkulation!!
Guter Wärmeschutz verbessert die Behaglichkeit und den Bautenschutz.	Noch immer wird behauptet, dass es hier einen Zielkonflikt mit dem Energiesparen gäbe. Behaglichkeit und Bau-schadensfreiheit sind im Zweifel höher zu bewerten.	Internet, Beispieldokumentation, Veranstaltungen, Messen, Demon-strationsmaterial, Tag des Passiv-hauses, Berichte von Bauherren
Komfort-Wohnungslüftung ist der Garant für gute Luftqualität und hohe Wohngesundheits.	Die Luftqualität in Neubauten und Sanierungen ohne Lüftungsanlagen hat sich wiederholt als unzureichend erwiesen. Komfortlüftung ist hier die erprobte Lösung.	Publikationen, Internet, Zeitungs-artikel, Veranstaltungen, Messen, Demonstrationsmaterial
Energie bleibt auch in Zukunft teuer – es lohnt sich, in höhere Effizienz zu investieren	Viele Investoren sind verunsichert: Sie scheuen Ausgaben für bessere Effizienz, weil sie auf eine künftig „billige“ Energieversorgung hoffen.	Publikationen, Internet Veranstaltungen
Wenn schon, denn schon.	Weit verbreitet ist die Einstellung, mit ein bisschen mehr Dämmung sei der Pflicht genüge getan. Dabei ist es gerade wichtig, jede Gelegenheit optimal zu nutzen.	Veranstaltungen, Beispielprojekte, Beispieldokumentationen, Internet

### 4.2 Das Know how festigen

Jeder von uns ist überzeugt, die jeweils besten, kostengünstigsten und geeignetsten Lösungen zu beherrschen. Das ist aber ein Trugschluss! Wir alle können nur besser werden, und wir haben die Pflicht, uns darum auch zu bemühen. Die Grundzüge des Passivhaus-Konzeptes sind klar und einfach, aber die Entwicklung der Details ist noch immer stark im Fluss. Der Erfolg kann potenziert werden, wenn wir in der Lage sind, die vielfach übliche Eigenbrötelei, Eitelkeit und überzogenes Wettbewerbsdenken zu überwinden. Dies ist ein auf Jahre vorgezeichneter, sicherer und allseits anerkannter Wachstumspfad. Die Akteure sind aufeinander angewiesen wie auf kaum einem anderen Sektor. Es ist Platz für viele – und die gemeinsame Arbeit lohnt sich.

- **Lernen aus eigenen Fehlern und aus den Erfahrungen anderer**

Letztes ist so nicht weit verbreitet; die Passivhaus-Informationsgemeinschaften und die International Passive House Association bieten dafür den Erfahrungsaustausch. Der Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, gerade in die V. Phase gestartet, bietet substantielle Informationen über die praktische Anwendung der neuesten Erkenntnisse. Jede/r kann dazu beitragen, jede/r kann davon profitieren.

- **Weiterbildungsangebote wahrnehmen**

Die Vielfalt der bestehenden Weiterbildungsangebote ist groß. Neben den fachlichen Informationen bieten diese Veranstaltungen auch hervorragende Möglichkeiten zum Austausch mit anderen Aktiven [Bähr 2010].



- **Projekte dokumentieren**

Wir möchten Sie ganz herzlich bitten: Nehmen Sie sich die Zeit, Ihre Passivhaus-Neubauprojekte und energieeffizienten Sanierungen zumindest in die Datenbank [www.Passivhaus-Projekte.de](http://www.Passivhaus-Projekte.de) einzutragen. Nur etwa ein Fünftel der bisher gebauten Passivhausprojekte ist hier vertreten. Es sollten weit mehr werden. Die Projekte dort einzutragen macht nicht viel Arbeit, bringt aber hohen Nutzen.

### 4.3 Die Komponenten weiterentwickeln, verbessern, vereinfachen

In der Arbeit „Passivhäuser in Mitteleuropa“ (1992) heißt es im Vorwort: „So, wie das Passivhaus hier dargestellt wird, wird es späteren Betrachtern vielleicht erscheinen wie uns heute eines der ersten Kraftfahrzeuge, entwickelt aus Kutschen. In den kommenden Jahrzehnten wird sich die Technik weiterentwickeln, es wird neue, noch effizientere Komponenten und optimalere Gesamtsysteme geben, als hier vorgedacht.“

Nun könnte man von der folgenden Entwicklung fast ein wenig enttäuscht sein: Noch immer sind es im wesentlichen die gleichen Technologien, dieselben baulichen Tricks und die fast gleichen Baukomponenten, die für gegenwärtige, 20 Jahre später gebaute Passivhäuser eingesetzt werden. Das hat aber nichts mit Innovationsträgheit zu tun; vielmehr können wir heute mit einigem Recht erkennen, dass es eben genau diese Grundprinzipien und genau diese Qualitäten sind, die zum Erfolg führen. Dies wurde im Übrigen immer wieder unabhängig überprüft und bestätigt. Welche Prinzipien sind es? Hier in kompakter Darstellung, jeweils mit Begründung und dem empfohlenen Qualitätsniveau für Mitteleuropa.

- **Vorfahrt für die passive Reduktion von Wärmeverlusten**

Denn: dies ist sehr kostengünstig, es ist durch einfache Maßnahmen an ohnehin immer benötigten Bauteilen möglich, es verbessert zugleich die Behaglichkeit und den Bautenschutz [Kah, Feist 2007].

(Niveau für Mitteleuropa: opake Bauteile  $U=0,1$  bis  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ; Fenster  $U=0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ; Luftdichtheit mit  $n_{50} \leq 0,5 \text{ h}^{-1}$ )

- **Lebensqualität hat Vorrang: keine energieeffizienten Gebäude ohne Lüftung**

Denn: Bauschäden durch unzureichende Verdünnung der Innenluftfeuchtigkeit<sup>6</sup> sind ein hoher gesundheitlicher und volkswirtschaftlicher Schaden. Der Nutzen einer gesicherten Innenluftqualität übersteigt den Zusatznutzen bei der Energieeffizienz bei weitem. Energieeffizienz und Komfortlüftung können andererseits Hand in Hand gehen. (Niveau für Mitteleuropa: Luftmengen bei 20 bis  $30 \text{ m}^3/(\text{hPers})$ ; Wärmebereitstellungsgrade  $\geq 75 \%$ , besser um 90 %; Elektroeffizienz der Lüftung  $e_{\text{spez}} \leq 0,4 \text{ Wh}/\text{m}^3$ )

- **Nutze die sich anbietenden Synergieeffekte**

In einem sehr energieeffizienten Gebäude wird der Aufwand für die Technik geringer und es bietet sich an, die verschiedenen gebäudetechnischen Funktionen zu integrieren, wie dies z.B. mit dem Kompaktgerät geschieht.

Es ist bereits gelungen, diese Prinzipien für eine Vielfalt ganz unterschiedlicher Lösungen zu nutzen – und sie haben sich durchgängig bewährt. Wir haben es mit einer hohen Stabilität des Grundansatzes zu tun, der es den Akteuren erlaubt, mit guter Erfolgssicherheit ihre Entwicklungen einzubringen. Die Entwicklung ist jedoch keinesfalls abgeschlossen – zwar sind bereits sehr viele der benötigten Komponenten inzwischen problemlos am Markt verfügbar. Aber,

6) Das darf natürlich auch nicht übertrieben werden: Zu hoch eingestellte Luftmengen führen zu zu geringen Luftfeuchtigkeiten (< 30 % sind nicht zuträglich) im Raum, vor allem bei kaltem Außenklima. Leider liegen die Vorgaben herkömmlicher Normen und Empfehlungen oft weit zu hoch bzgl. der Außenluftmengen. Die Abhilfe besteht in einem Betrieb der Anlagen mit niedrigeren Volumenströmen.

auch dies ist leicht erkennbar, noch immer handelt es sich überwiegend um in kleinen Stückzahlen hergestellte „Spezialprodukte“ (manche Kritiker sprechen von einer „Nische“). Dass diese heute bereits in der Lage sind, mit den industriellen Massenprodukten von weit schlechterer Energieeffizienz im Wettbewerb mitzuhalten, ist ein positives Zeichen.

Nun heißt es wieder einmal Ärmel hochkrepeln: Die verfügbaren Komponenten müssen weiterentwickelt werden. Ohne Abstriche an der Qualität, aber mit folgenden klaren Zielsetzungen:

- Verbesserung des Handling: Nichts ist bedeutender als die Handhabbarkeit des Einsatzes der Komponenten bei der Planung und an den Baustellen. Die schon lange vom PHI geübte Anforderung, nicht nur Komponenteneigenschaften, sondern auch Schnittstellen zu den anderen Bauteilen zu fordern, hat sich hier bewährt.
- Vereinfachung bei Produktion und Anwendung. Einfachere Produktion heißt geringere Produktionskosten – und damit bessere Wettbewerbsfähigkeit. Einfachere Anwendung heißt geringere Installationskosten und damit ebenfalls bessere Wettbewerbsfähigkeit.

#### 4.4 Mitstreiter gewinnen

Schon gibt es an einigen Stellen Ängste beim Auftreten von neuen Mitbewerbern am Passivhausmarkt. Derweil ist aber kaum eine Aufgabe wichtiger als die Erweiterung der Zahl und des Spektrums der Mitstreiter. Dies ist nicht gefährlich für die „alten Hasen“; diese Entwicklung wird nur dann erfolgreich sein können, wenn sie zügig weiter wächst. Die Kosten der Komponenten hängen an den Stückzahlen, die Akzeptanz bei den Investoren, die Relevanz als Lösungsbeitrag zum Klimaschutz. In dem zu erwartenden sich erweiternden Markt werden viele Platz haben; das oft bemühte Gesetz der Konzentration gilt hier nicht: Das zeigt die Geschichte der Bauwirtschaft in Deutschland, in der die ganz Großen nicht unbedingt die erfolgreichsten waren. Und dies wird in Zukunft gerade auf diesem Gebiet verstärkt so sein. Denn in der Vergangenheit bestehende objektive Nachteile kleinerer Unternehmen schwinden: Kommunikationstechnik ist gerade beim energieeffizienten Bauen wichtiger als Energie- und Massentransport. Durch die moderne IT-Technik wird es aber immer einfacher für alle, an der Kommunikation teil zu haben. Und auch hier ergeben sich wieder Vorteile durch Mitstreiter.

#### 4.5 Die Qualität halten!

Immer wieder sind wir aufgefordert worden, es doch nicht gar so streng mit „unseren“ Anforderungen zu halten. Es sei doch am Ende egal, ob ein Fenster bei 0,85 oder 0,9; ein Haus bei 15 oder bei 18; ein Wärmerückgewinnungsgerät bei 70 oder 76 jeweiliger Einheiten liegt. Auch wenn die manchmal wohlgemeint ist – dem nachzugeben wäre nicht nur schädlich, sondern sinnlos. Wer dies vorschlägt, hat die elementaren Grundlagen des Passivhaus-Prinzips nicht verstanden. Es steht nicht in unserer Willkür, die Qualitätskriterien des Passivhausstandards nach Belieben abzuändern – so wenig, wie man durch Willkür den Wert der Zahl  $\pi$  abändern kann. Solange wir Kreise ziehen, wird das Verhältnis von Kreisumfang zu -durchmesser gleich  $\pi$  sein. Wenn wir komfortable Räume ohne ausgleichende beheizte Flächen realisieren wollen (das sind Passivhäuser), so werden wir darauf achten müssen, dass die Oberflächentemperatur nicht mehr als 4,2 Grad unter der Raumtemperatur sinkt (...d.h. bei mitteleuropäischen Wintern einen U-Wert von 0,85 W/(m<sup>2</sup>K) unterschreiten – alle weiteren Kenngrößen lassen sich ebenfalls auf solche grundlegenden Bedingungen zurück führen, vgl. [Feist 2007]).

Dies wird im Übrigen auch unterstrichen durch eine ganze Reihe von misslungenen Versuchen,

Passivhaus-Technik in dafür nicht geeigneten, weil nicht hinreichend effizienten Gebäudehüllen einzusetzen - dies kann scheitern! Und, es ist nicht gerade eine gute Werbung für das Konzept. Weil hier alle aufeinander angewiesen sind, ist es umso wichtiger, dass auch alle Projektbeteiligten sich an der Sicherung der erforderlichen Qualität konstruktiv beteiligen. Das beginnt mit der Qualität im eigenen Verantwortungsbereich, endet dort aber nicht.

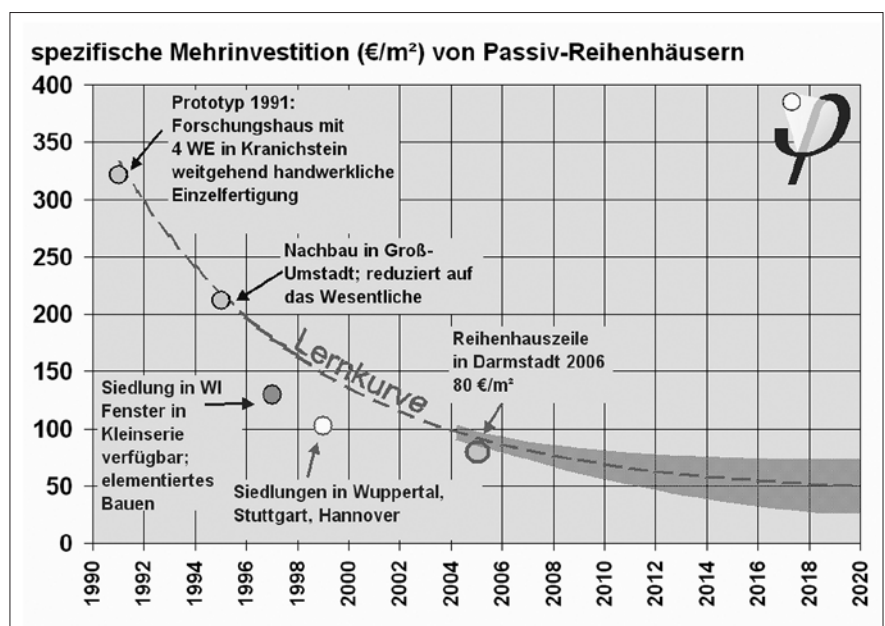
Das Passivhaus Institut hat bewusst darauf verzichtet, den Begriff „Passivhaus“ einem Markenschutz zu unterziehen. Es handelt sich um eine Qualitätsklasse, nicht um ein Produkt. Jedem Bauherrn, Architekten und Unternehmer soll der Zugang offen bleiben. Nur so war es möglich, die Umsetzung nicht auch noch zusätzlich durch Lizenzkosten und hohe Qualitätssicherungsgebühren zu belasten. Qualitätssicherung, die ihrem Namen gerecht wird, muss einen höheren Nutzen abwerfen, als sie kostet. Wir sind überzeugt, dass dies bei einer großen Zahl der Angebote zur Zertifizierung der Fall ist; und wir sollten nichts dagegen haben, wenn es in Zukunft noch weitere Anbieter von Qualitätssicherungsmaßnahmen gibt. Vor diesem Hintergrund wünschen wir uns einen künftig deutlich höheren Anteil der zertifizierten Passivhaus-Projekte.

### 5 Herausforderungen

Derzeit ist der Neubau mit Effizienzqualitäten auf Passivhaus-Niveau für großvolumige Gebäude einzelwirtschaftlich rentabel; das gilt für die gegenwärtigen Energiepreis-, Zins- und Steuerkonditionen [AkkP 42]. Für den Bau kleinerer Objekte ist die einzelwirtschaftliche Rentabilität noch von bestehenden Förderangeboten abhängig: In Deutschland ist es die KfW, in Österreich sind es die Bundesländer und in der Schweiz die Kantone, die diese Förderungen anbieten. Die Höhe der Förderungen beträgt etwa 20 bis 30 % des investiven Mehraufwandes für die verbesserte Energieeffizienz; Förderungen in dieser Größenordnung sind als Anstoßsubventionen für innovative Technologien mit ausschließlich oder überwiegend positiven Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt, die Versorgungssicherheit und den Umweltschutz für eine Übergangszeit gerechtfertigt. Sie sind aber nur dann sinnvoll, wenn zumindest auf mittlere Sicht eine Rentabilität der betreffenden Technologie auch ohne spezifische staatliche Subventionen möglich ist.

Dieser Grundsatz wird mit Sicherheit in absehbarer Zukunft seitens der Politik eingefordert werden, und er ist ebenso als gerechtfertigt anzusehen wie das Bestehen entsprechender Anstoßförderprogramme. Die Passivhaustechnologie bietet genau die zur Erfüllung einer solchen Rücknahme der Förderung erforderlichen Kostendegressionspotentiale. Schon in den vergangenen Jahren haben sich die investiven Mehrkosten des Passivhausstandards im Mittel um 7 %/a reduziert; der Verlauf der Lernkurve ist in Abbildung 1 dargestellt [AkkP 42].

Abb. 1: Verlauf der Lernkurve für die investiven Mehrkosten von Passivhaus-Reihenmittelhäusern zwischen 1991 und 2010 sowie Extrapolation bis 2020. Die Grenze für einzelwirtschaftliche Rentabilität auch beim Reihenhaus (ohne Förderung) könnte bei anhaltender Entwicklung bereits in nächster Zeit erreicht werden (aus [AkkP 42]).



Eine Herausforderung an alle Aktiven ist, jetzt entscheidend zur weiteren Verbesserung der Rentabilität des Passivhaus-Standards beizutragen. Nur dadurch ist zugleich eine stärkere Durchdringung gerade bei den besonders wichtigen Modernisierungen zu erzielen. Die bestehenden Förderprogramme erleichtern diese Aufgabe: Sie sind aber vor allem als Anreiz dafür zu verstehen, das Ziel der einzelwirtschaftlichen Attraktivität in nicht zu ferner Zukunft zu erreichen.

- Reduzierung der Fenster-Einbaukosten: Sowohl Vereinfachungen bei der Montage als auch beim luftdichten Anschluss sind ohne Verschlechterung der Qualität möglich.
- Reduzierung des Aufwandes bei Sonderlösungen zur Wärmebrückenreduktion: Entscheidende Hilfen dafür können Protokollband 35 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser entnommen werden [AkkP 35].
- Reduzierung des Montageaufwandes bei Lüftungssystemen durch konsequente Platzierung der Anlagen nahe an der Gebäudehülle und volle Ausnutzung des Coanda-Effektes. Hier bedarf es vor allem einer weiteren Verbreitung der Kenntnisse über verfügbare Lösungen.
- Kostenreduktion bei den entscheidenden Komponenten „Passivhaus-Fenster“ und „hoch-effiziente Wärmerückgewinnung“ um jeweils 5% pro Jahr durch rationellere Fertigung bei gleichzeitig verbesserter Qualität.

Natürlich bin ich mir bewusst, dass viele Teilnehmer der Tagung eine Aufforderung zur zeitgleichen Qualitätsverbesserung und Preissenkung – gerade in der gegenwärtigen Zeit der anziehenden Baukonjunktur – nicht gern hören. Das ist aber jetzt genau der richtige und notwendige Ansatz: Nur durch steigende Nachfrage wird sich die Rentabilität der Investition in die Fertigung von hoher Energieeffizienz besser lohnen. Die Zeichen für eine stark steigende Nachfrage stehen andererseits gut, aber nur dann, wenn die Preise stimmen.

## 6 Perspektiven

Die wichtigsten Erkenntnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Passivhaus-Standard und Modernisierungen mit Passivhaus Komponenten (EnerPHIT) sind heute nicht mehr exotische Sonderlösungen .
- Architekten haben diese Qualitäten als bedeutende Anreize für ihre Entwürfe entdeckt (Vgl. Passivhaus-Architekturwettbewerb).
- Hochwertige Bauprodukte, die für das Passivhaus benötigt werden, stehen (zumindest in Europa) am Markt zur Verfügung. Das Wachstum bei der Vielfalt dieser Komponenten hat 2010 zusätzlich Fahrt aufgenommen.
- Die für Energieeffizienz auf Passivhaus-Niveau erforderlichen Einzelkomponenten können bereits in den nächsten Jahren so kostengünstig angeboten werden, dass sie im Vergleich zu den realistisch zu erwartenden Energiepreisen für die meisten Neubaufgaben rentabel eingesetzt werden können.
- Zahlreiche umgesetzte Beispiele zeigen, dass für den Mehrgeschosswohnungsbau und andere großvolumige Bauaufgaben die einzelwirtschaftliche Rentabilität des Passivhaus-Standards bereits heute erreicht ist.
- Beispiele für besonders attraktive regionale Programme zeigen, dass es möglich ist, den Anteil der Passivhaus-Neubauten in kurzer Zeit um ein Vielfaches zu steigern. Inzwischen haben viele Gemeinden in ihrem eigenen Einflussbereich den Passivhaus-Standard bei

Neubauten verbindlich gemacht (Frankfurt, Freiburg, Nürnberg, Hannover, Bremen).

- Die volkswirtschaftliche Analyse zeigt, dass mit hoher Energieeffizienz gleich mehrere Aufgaben positiv beeinflusst werden: Dem Klimawandel wird entgegengewirkt, die regionale Wertschöpfung wird erhöht, es werden zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen, die Lebensqualität wird verbessert und eine nachhaltige Energieversorgung wird ermöglicht.
- Die internationale Verbreitung des Ansatzes macht große Fortschritte. Der Passivhaus-Standard bietet schon heute die Möglichkeit, die Zielsetzungen der EU (EBPD recast 2010: „Nearly Zero Energy Buildings“) zu erfüllen.

## 7 Literatur

- [AkkP 35] Wärmebrücken und Tragwerksplanung; Protokollband Nr. 35 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, 1. Aufl., PHI, Darmstadt 2007
- [AkkP 42] „Ökonomische Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen“, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase V, 1. Aufl., Passivhaus Institut, Darmstadt (Protokollband erscheint 2011)
- [Bähr 2010] A. Bähr: Weiterbildung zum „zertifizierten PassivhausPlaner“, im Tagungsband der 14. Internationalen Passivhaustagung, Darmstadt/Dresden 2010
- [De Coninck, Roel 2007] “Design of the self-supporting Belgian Antarctic station: a passive building running on sun and wind energy“, Tagungsband der 11. Internationalen Passivhaustagung, Darmstadt 2007
- [Feist 1997] Feist, Wolfgang: „Lebenszyklusbilanzen im Vergleich: Niedrigenergiehaus, Passivhaus, Energieautarkes Haus“, In: Arbeitskreis Kostengünstige Passivhäuser, Protokollband Nr. 8: “Materialwahl, Ökologie und Raumlufthygiene“, Hrg.: Wolfgang Feist, Passivhaus Institut, Darmstadt, 1997, S. V/1 – V/11
- [Feist 2005] W. Feist: Vom Passivhaus zum energieautarken Haus? Perspektiven für das Bauen in der Zukunft - Vortrag auf der Fachtagung Energieeffizientes Bauen, St. Gallen 2005
- [Feist 2007] Feist, Wolfgang: Praxis Passivhaus, im Bauphysik Kalender 2007
- [Feist 2008] Feist, Wolfgang: „Lebenszyklusbewertung von Gebäudekonzepten“, in: 14. Internationales Holzbau-Forum, Garmisch-Partenkirchen, 2008
- [Gates 2010] Bill Gates: “Innovating to zero!“, [http://www.ted.com/talks/lang/eng/bill\\_gates.html](http://www.ted.com/talks/lang/eng/bill_gates.html), www.TED.com 2010.
- [Kah, Feist 2007] O. Kah, W. Feist et al: Bewertung energetischer Anforderungen im Lichte steigender Energiepreise für die EnEV und die KfW-Förderung, Passivhaus Institut 2007
- [Schnieders 2009] Schnieders, Jürgen: “Passive Houses in South West Europe – A quantitative investigation of some passive and active space conditioning techniques for highly energy efficient dwellings in the South West European region“ 2nd ed., Passivhaus Institut, Darmstadt 2009
- [Treberspurg, Smutny 2010] Prof. Arch. DI Martin Treberspurg, DI Roman Smutny et al, Energy Monitoring in Existing Passive House Housing Estates in Austria, Proceedings of the 14th International Passive House Conference, Darmstadt/Dresden 2010
- [Vallentin 2008] Vallentin, Rainer: Herleitung belastbarer Klimaschutzstandards im Wohnungsbau, 12. Internationale Passivhaus Tagung, Nürnberg (2008)



# ÖGNB

## Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen



Mit der Gründung der Österreichischen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - ÖGNB wird ein neues Kapitel der Bauwirtschaft in Österreich begonnen: Im Zentrum steht der Wissensaustausch und die Kommunikation für mehr Nachhaltigkeit im Bauwesen. Ein Ziel, welches durch das Vorantreiben von Qualitätsstandards für den Hochbau erreicht werden soll. Mit "Total Quality Building" wird dabei ein umfassendes Gebäudebewertungsinstrument verwendet, welches speziell für den österreichischen Hochbau entwickelt wurde und seit dem Jahr 2002 am Markt ist.

Unterstützen Sie den österreichischen Weg und werden Sie Mitglied bei der ÖGNB.

**ENERGY base**

**ÖGNB**  
Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

**GEBÄUDEAUSWEIS**

- Standort & Ausstattung
- Wirtschaft & Technik, Qualität
- Energie & Versorgung
- Gesundheit & Komfort
- Ressourceneffizienz

**886**  
von 1.000 möglichen  
Qualitätspunkten

**Bürogebäude  
ENERGYbase**

Architektur: pos Architekten  
Haustechnik: KWI Engineers  
Tragwerksplanung: RWI plus  
Simulation/Monitoring: arsenal research

Bauherr:  
Wiener Wirtschaftsförderungsfonds  
Ebendorferstr. 2  
A-1010 Wien

Total Quality Building  
Geprüfte Qualität

Weiterführende Informationen: [www.oegnb.net](http://www.oegnb.net)

## Das Wohnhaus als dezentraler Energieproduzent – kritische Aspekte von „Plus-Energiehäusern“

Robert Hastings, Donau-Universität Krems



### Zusammenfassung – Abstract

Plus-Energiehäuser gibt es als Pilotprojekte seit Jahrzehnten. Die heutige Generation solcher Häuser hat es leichter, dank besserer Kenntnisse, den notwendigen Komponenten, um den Energiebedarf zu senken, und großzügiger PV-Einspeistarife der Elektrizitätswerke. Um Plus zu erreichen wird ein hoher Primärenergiefaktor für PV-Strom angenommen, um den Energiebedarf für Wärme auszugleichen. Der hohe PV-Einspeisepreis wird durch alle, die am Netz angeschlossen sind, getragen. Dabei sind einige Fragen offen: Ist die kommunale Übernahme der hohen PV-Investitionen der günstigste Weg, um den Verbrauch fossiler Energieträger und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken? Ist das Stromnetz tatsächlich ein Tages- oder Saisonspeicher? Wie stark leidet die PV-Leistung durch die „architektonische Integration“? Wie wichtig ist die Solar-Thermie bei solchen Häusern? Kann die Investition in Wärmeschutzmaßnahmen etwas gekürzt werden, wenn die Energie aus erneuerbaren Quellen kommt? Welche zukünftigen externen Faktoren werden die Planung von Plus-Energiehäusern beeinflussen? Gedanken diesbezüglich werden hier zur Diskussion vorgelegt.

Plus-energy houses as pilot projects have been around for decades. The current generation of such houses has profited from two major developments: know-how and new components to reduce energy demand, and generous utility feed-in prices making large PV investment economically feasible. Net plus energy performance typically assumes a large credit for the primary energy value of produced electricity to offset space and water heating energy demands. The overcost of the pv-feed-in tariff is carried by all consumers connected to the grid. These facts raise several questions: Is this communal sharing of PV-investment the most cost effective way to reduce fossil fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions? Is the electric grid really diurnal or seasonal „storage“? How great is the penalty from „architectural integration“? What is the role of solar thermal systems in such houses? Can the investment in energy conservation measures be somewhat reduced when the energy comes from renewable sources? Finally, what future external factors are likely to influence the progression from pilot to mainstream plus energy housing? Responses to these questions are presented here for discussion.



## 1 Ausgangslage

Netto-Nullenergiehäuser sind im Trend. Dabei handelt es sich um Häuser, in denen die Energieproduktion minus eigener Bedarf  $\geq 0$  ist. Zwei Trends sind heute ersichtlich:

**Schwerpunkt auf Energiesparen wie z.B.:**

- Das Passivhaus (DE, ...)
- Das klima:aktiv-Haus und klima:aktiv-Passivhaus (AT)
- Das Klimahaus-Goldhaus (IT)
- Das Minergie-P und Minergie-P-Ecohaus (CH)

**Schwerpunkt auf Energieproduktion wie z.B.:**

- Die Aktiv-Solarhäuser
- Die Carbon-neutral Häuser
- Die Plus-Energiehäuser

Die Erreichung einer Netto-Nullenergiebilanz benötigt sowohl eine Minimierung des Wärme- und Energiebedarfs als auch eine großflächige Energiegewinnung von der Sonne.

## 2 Vorgehen

Der häufige Schlüssel zur Carbon-Neutralität bzw. Netto-Nullenergiebilanzen bei heutigen Projekten ist, so viel PV einzubauen, dass  $PV_{\text{elek}} \geq \text{eigener Strombedarf} + \text{Wärmebedarf}$ .

Dabei gibt es einige Annahmen, die genauer unter die Lupe genommen werden sollten. Literaturrecherche, Durchsicht von Statistiken und eigene Berechnungen mit einem PV-Planungstool bieten Anhaltspunkte für weitere Diskussionen über die aktuellen Lösungswege zu den Plus-Energiehäusern.

## 3 Resultate

### 3.1 Annahme: Wert des PV-Stroms gewichtet mit einem Primärenergiefaktor 2.6.

(EnEV 2009 Anlage 1 Abschnitt 2.1.1) und sogar 3.2 [10].

*Kommentar:*

Schweiz: Strom fast 100 % CO<sub>2</sub> neutral (60 % Wasserkraft und 40 % Kernkraft)

Österreich: Jahresmix sogar 83 % Wasserkraft

### 3.2 Annahme: PV-Einspeisvergütung > Verkaufspreis zu Lasten aller Stromkonsumenten.

*Kommentar:*

PV-Einspeisvergütung wird von allen Stromkonsumenten getragen, z.B. in der Schweiz mit einem Zuschlag von 0,003 Euro/kWh (siehe Abb. 1).

Bei einem Unternehmer bzw. einer nachhaltigen Wirtschaft muss der Einkauf (PV-Einspeisvergütung) billiger sein als der Verkauf (Strompreis an den Konsumenten)! Das Gegenteil ist hier der Fall.



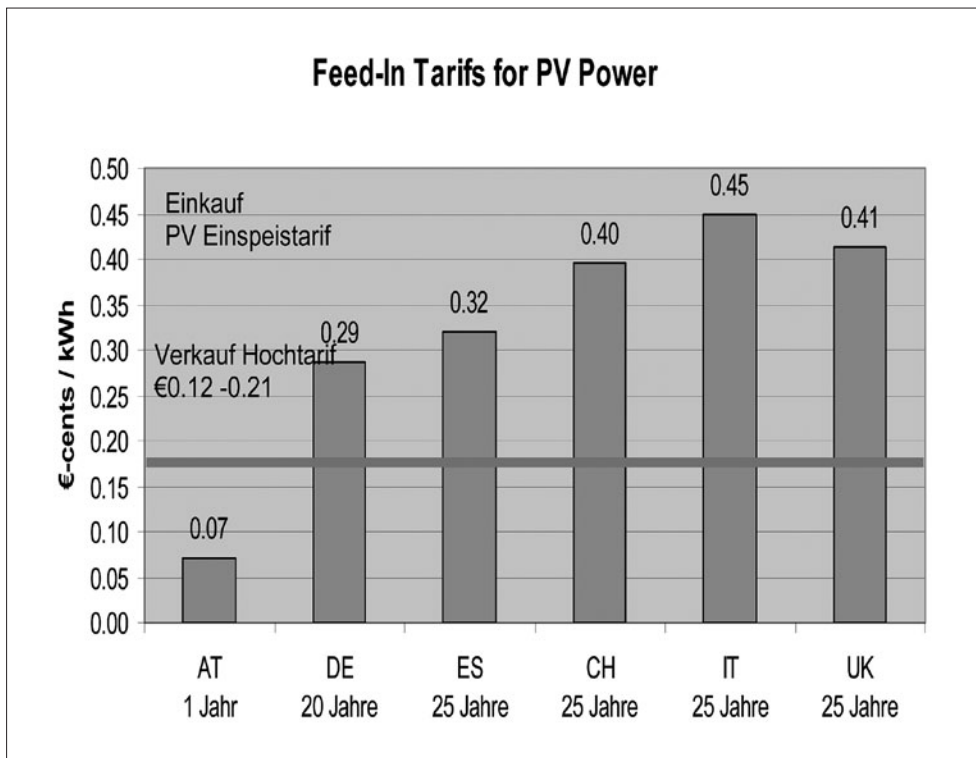


Abb. 1: PV-Einspeisvergütung zu Gunsten der PV-Hausbesitzer, zu Lasten des Konsumenten (Quellen: Rullkötter, Stefan, Euro, s.84, Nov. 2009 und für die UK: Renewable Energy Focus, elsevier.com, Feb. 2010) [2]

### 3.3 Annahme: Nullsumme basiert auf dem Jahr, Stromnetz dient als „Jahresspeicher“.

Kommentar:

Beispiel Wien: Im Winter entsteht ein maximaler Heizbedarf, wenn die PV-Energieproduktion am geringsten ist. Im Sommer liefert die PV den größten Anteil des Jahresenergieertrags, wenn kein Heizbedarf entsteht (siehe Abb. 2).

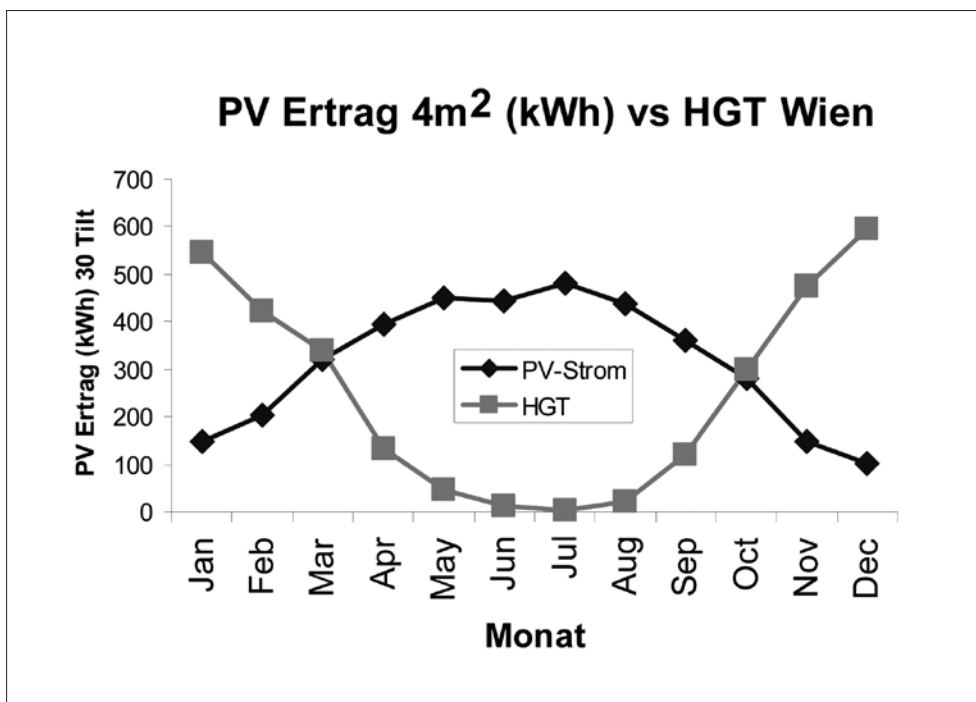


Abb. 2: Verlauf der Jahresstromproduktion von PV gegenüber dem Heizbedarf nach Heizgradtagen (Basis: 20/12C), berechnet mit: „PV-Berechnungstool“: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php>

Beispiel Schweiz: Im Sommer ist der Stromverbrauch am niedrigsten, wenn die PV- Produktion maximal ist, im Winter besteht der höchste Stromverbrauch, wenn sowohl PV als auch Wasserkraft am wenigsten Strom liefern können (Siehe Abb. 3).

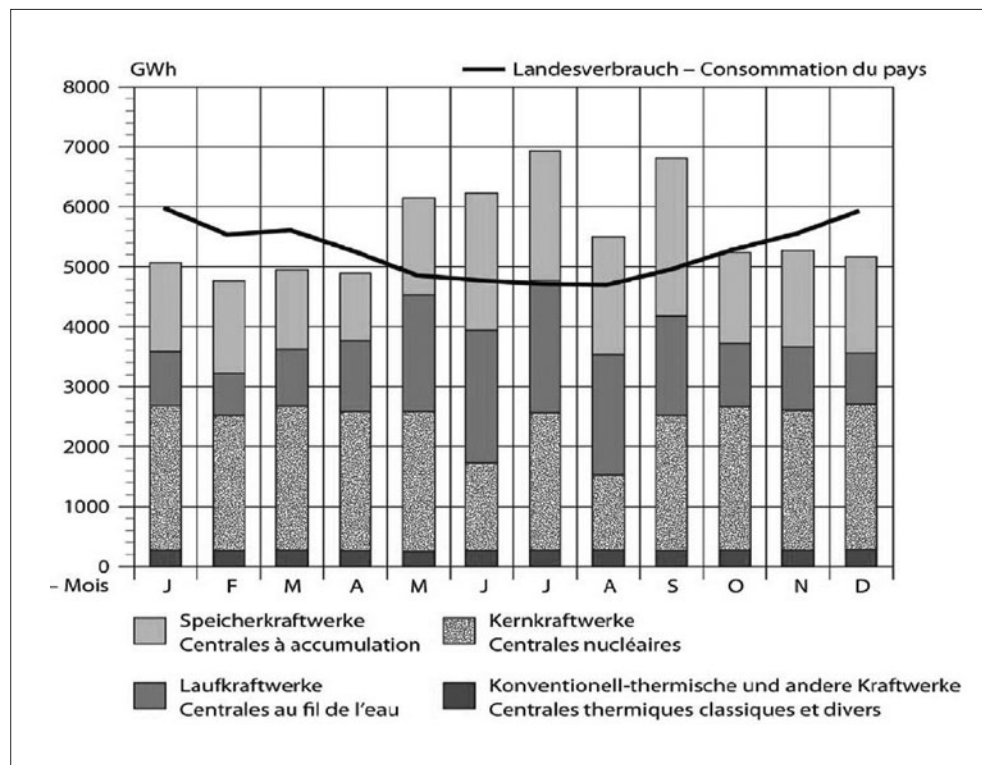


Abb. 3: Monatliche Erzeugungssan-teile und Landesverbrauch im Ka-lenderjahr 2008 (Quelle: BFE, Schweizerische Elektrizitätsstati-stik 2008) [3].

### 3.4 Annahme: PV + WP + Speicher können als Raum- und Brauchwasserheizung dienen.

*Kommentar:*

Exergie-Vernichtung: Strom hat die höchste Exergie (Fähigkeit, Arbeit zu leisten).

Er wird verwendet, um eine Lufttemperatur von ca. 22° C zu erreichen, in einer Zeit wenn sogar die PV minimal (Winter) bis gar keinen (nachts) Strom liefern kann.

Bei Passivhäusern steht die Investition für soviel Technik in keinem Verhältnis zu den geringen benö-tigten Wärmemengen von maximal 15kWh/m²a.

### 3.5 Annahme: PV-Integration in Fassaden kann auch zur Stromproduktion beitragen.

*Kommentar zu den Ausrichtungen:*

Ost + West: bis zu 50 %-Minderung des Ertrags

Süden im Winter: gleicher Ertrag wie eine optimal geneigte Fläche (ca. 30°), aber der Jah-resertrag ist markant geringer

Fazit: Eine PV-Anlage ist teuer und soll deshalb optimal ausgerichtet werden, d.h. auf einem leicht geneigten Dach nach Süden ausgerichtet sein (siehe Abb. 4 und 5).

## 4 Ausblick

Die Verbreitung und vor allem Lösungswege für Plus-Energiehäuser werden durch zwei Fakto-ren stark beeinflusst:

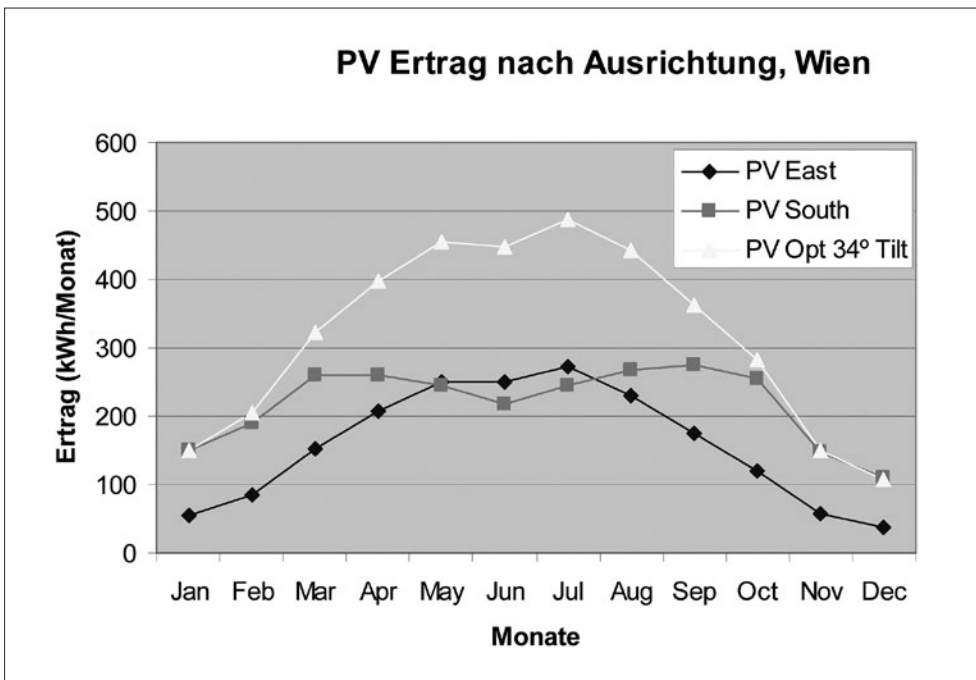


Abb. 4: PV-Ertrag nach Ausrichtungen in Wien, gemäß Berechnungen mit <http://re.jrc.ec.europa.eu/pv-gis/apps3/pvest.php> [4]

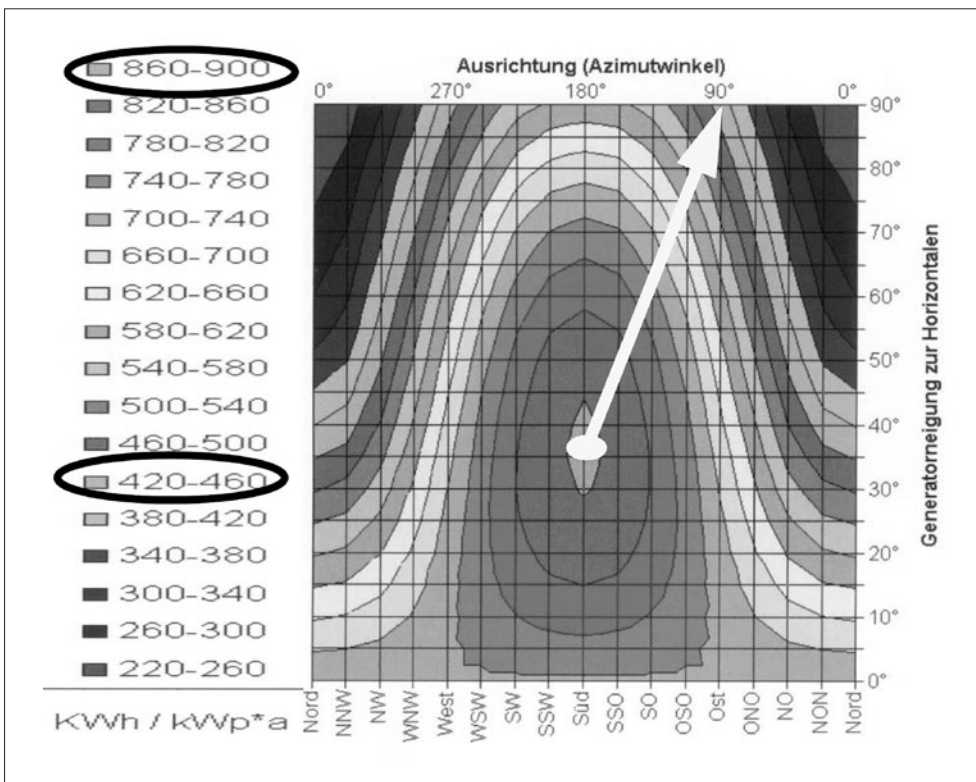


Abb. 5: Wirkung der Neigung und Ausrichtung eines PV-Panels auf die Leistung, Beispiel Nordrhein-Westfalen DE. (Quelle [www.energieagentur.nrw.de](http://www.energieagentur.nrw.de)) [5]

#### 4.1 Technologische Entwicklungen

Die Kosten von PV-Zellen werden bei leicht steigender Effizienz weiter sinken. Allerdings werden weniger effiziente, aber preisgünstige Zellen einen zunehmenden Marktanteil gewinnen. Nicht zu vernachlässigen ist jedoch die Weiterentwicklung von Windenergie wie Windparks auf dem Meer und Mikro-Windkraftwerke. Schlussendlich muss Strom nicht auf Häusern ge-

wonnen werden, wenn er ins Netz eingespeist bzw. geholt wird. Gleichzeitig sind weitere Entwicklungen in der Solarthermie zu erwarten wie z.B. im Bereich von Solar-Wärmepumpen mit einer Steigerung der Jahresarbeitszahl von 3,75 auf > 6 (Quelle: Sonne Wind & Wärme, 6/2009) [9]. Da die Solarthermie einen direkten Ersatz der Verbrennung von fossilen Brennstoffen bietet, um Wärme bereitzustellen, soll sie nicht bei der Definition von Nullenergiehäusern vernachlässigt werden.

#### 4.2 Demografische und wirtschaftliche Entwicklungen

Die zukünftige Nachfrage nach Wohnformen wird aus zwei Gründen ganz anders als heute sein:

- Der Anteil der Bevölkerung an über 60ig-Jährigen wird stark zunehmen und dadurch auch die Nachfrage nach kompakten, kostengünstigen Wohneinheiten.
- Die verfügbaren Mittel für Wohnkosten werden aufgrund der Zunahme an Rentner einerseits und steigender Preise für fossile Brennstoffe andererseits, bescheidener. Dadurch wird alles teurer, nicht nur Energie.

Aufgrund dieser zwei Faktoren muss das Wohnen weniger kosten. Höhere Kosten für Wohnen sind einfach nicht tragbar. Das bedeutet, dass Wohneinheiten in Zukunft kleiner und gleichzeitig weniger teuer in den Beschaffungs- und Unterhaltskosten sein müssen.

### 5 Literatur / Referenzen

- [1] PHELIX, „European Energy Exchange AG, Preise und Handelsvolumen, EPEX Spot“, <http://www.eex.com/de/>.
- [2] Rullkötter, Stefan: „Dach-Vorsprung“, EURO, , s. 84, Gruner + Jahr AG & Co KG, DE-20080 Hamburg, Nov.2009.
- [3] BFE: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2008, Monatliche Erzeugungsteile und Landesverbrauch für das Jahr 2008, CH-3003 Bern, [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch).
- [4] Huld, Thomas and Dunlo: Ewan D: PVGIS Photovoltaic Geographical Information System, EC Joint Research Centre, Inst. for Energy Renewable Energy Unit Via E. Fermi 1, TP 450 IT-21020 Ispra.
- [5] EnergieAgentur NRW: Photovoltaik in der Gebäudegestaltung, DE-40213 Düsseldorf, [www.energieagentur.nrw.de](http://www.energieagentur.nrw.de), 2007.
- [6] EPIA European PV Industry Assoc.: „Set for 2020“, BE-1040 Brussels, [www.epia.org](http://www.epia.org)
- [7] Laird, Joyce: „The science behind innovation“, Renewable Energy Focus, Renewable Energy Focus, [elsevier.com](http://elsevier.com), Nov. 2009.
- [8] Weingärtner, Anette: Farbstoffsolarzellen – Technologie für Gebäudeintegrierte PV, Das Projekt Solar Cool“, Sicht und Sonnenschutz, Hofmann Bauverlag GmbH, DE-73614 Schorndorf, p22-24, Jan. 2010.
- [9] Trojek, S. & Augsten, E.: „Sie Finden Zusammen, WP in Verbindung mit Solaranlagen, Sonne Wind & Wärme, Bielefelder Verlag GmbH, DE-33602 Bielefeld, p. 62-71, Jun. 2009.
- [10] Torcellini, Paul; Pless, Shanti and Deru, Michael, Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition, National Renewable Energy Laboratory, U.S. Department of Energy, [www.nrel.gov/docs/fy04osti/36276.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/36276.pdf). (2006)

# Vergleichende Lebenszyklusanalyse unterschiedlicher Haustechniksysteme

Peter Holzer, Department für Bauen und Umwelt, Donau-Universität Krems

## Zusammenfassung

Der gegenständliche Beitrag dokumentiert einen grundsätzlichen Vergleich unterschiedlicher Haustechniksysteme zur Wärmeversorgung hinsichtlich deren Potenziale im Sinne des Klimaschutzes, der Ressourcenschonung und der Wirtschaftlichkeit.

Zum Zwecke dieses Vergleichs werden

- a) insgesamt vier geeignete Kennzahlen zur Quantifizierung der oben genannten Qualitäten festgelegt,
- b) Varianten von drei thermischen Gebäudequalitäten, fünf Haustechnikkonfigurationen und drei Baualtern der Anlagenkomponenten definiert und schließlich
- c) diese 45 Varianten hinsichtlich ihrer Performance in den oben genannten Qualitäten untersucht und die Ergebnisse diskutiert.

## Kennzahlen

Unter den Zielen nachhaltigen Bauens stehen Klimaschutz und Ressourcenschonung zu Recht an vordersten Positionen. Mit den grundflächenbezogenen, jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen und mit dem ebenfalls grundflächenbezogenen, jährlichen Primärenergiebedarf existieren zwei Kennzahlen zur Quantifizierung dieser beiden Qualitäten und stehen vor dem Einzug in die einschlägige Normung.

Die Maßzahl der CO<sub>2</sub>-Emissionen, genauer der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen, beschreibt treffsicher die Summe der klimarelevanten Emissionen und somit den Beitrag zum Klimawandel.

Der Primärenergiebedarf quantifiziert die Energiemengen am Ursprung der technischen Nutzungsketten und ist somit eine brauchbare Maßzahl für den Verbrauch energetischer Ressourcen. Eine sinnvolle Differenzierung wird mit der Unterscheidung von einerseits dem gesamten Primärenergiebedarf und andererseits seinem erneuerbaren Anteil erreicht:

Der nicht erneuerbare Anteil des Primärenergiebedarfs beschreibt den Verbrauch unwiederbringlicher Energieressourcen und adressiert somit das gravierendste Problem der Energieversorgung.

Der gesamte Primärenergiebedarf mit seiner Zusammenfassung aller Energiequellen, auch der erneuerbaren, quantifiziert die Gesamtheit des Energieressourcenverbrauchs. Er lenkt den Blick damit auf die vielfältigen Problematiken von nicht nachhaltiger Nutzung auch erneuerbarer Energieträger und auf den Wert des Prinzips der grundsätzlichen Sparsamkeit im Umgang mit Ressourcen.

Mit diesen drei Kennzahlen lassen sich haustechnische Systeme bereits relativ treffsicher hinsichtlich ihrer ökologischen Komponente der Nachhaltigkeit analysieren und bewerten. Mit einer zusätzlichen wirtschaftlichen Bewertung, etwa mittels der jährlichen Gesamtkosten, der Annuitäten, für Investition, Energie und Wartung, kann auch die ökonomische Nachhaltigkeit quantifiziert werden.

Eine Bewertung der sozialen Nachhaltigkeit entzieht sich der Methodik einfacher Kennzahlen. Qualitäten wie Versorgungssicherheit, Verteilungsgerechtigkeit, Gesundheitsförderlichkeit lassen sich nicht einfach quantifizieren.

Für den gegenständlichen Vergleich werden somit als quantifizierende Kennzahlen festgelegt:

- Die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen, bezogen auf die konditionierte Bruttogrundfläche
- Der gesamte jährliche Primärenergiebedarf, bezogen auf die konditionierte Bruttogrundfläche
- Der erneuerbare Anteil des jährlichen Primärenergiebedarfs, bezogen auf die konditionierte Bruttogrundfläche
- Die annuitätischen Kosten für Investition, Energie und Wartung, bezogen auf die konditionierte Bruttogrundfläche

Die Berechnung der Kennzahlen erfolgt im Fall der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Multiplikation der jeweiligen Endenergiemengen mit den passenden Konversionsfaktoren. Im Fall der annuitätischen Gesamtkosten wird die vereinfachte Annuitätenmethode angewandt. Hinsichtlich Details siehe Kapitel „Methodik“.

## Varianten

Bewusst wird ein grundsätzlicher Vergleich vorgenommen und wird daher wegen ihrer deutlich größeren Aussagekraft die Definition archetypischer Konstellationen einer Analyse realer Beispiele vorgezogen.

Es werden Varianten definiert von drei thermischen Gebäudequalitäten, fünf Haustechnikkonfigurationen und drei Baualtern der Anlagenkomponenten.

- Thermische Gebäudequalitäten werden festgelegt mit dem Heizwärmebedarf (HWB) von 70, 40 und 10 kWh/(m<sup>2</sup>a).
- Archetypische Haustechnikkonfigurationen werden festgelegt als stets Wasser führende Zentralheizungen mit einem Ölkessel, einem Gaskessel, einem Biomassekessel, einer Sole-Wasser-Wärmepumpe und einem Fernwärmeanschluss
- Das Baualter der haustechnischen Varianten und daraus abgeleitet die Qualität der Wärmeerzeuger und der -verteilung wird definiert mit den angenommenen Baujahren von 1990, 2000 und 2010.

Es ergeben sich somit 45 Varianten, die mit der nachfolgend beschriebenen Berechnungsmethodik untersucht und vergleichend ausgewertet werden.

## Berechnungsmethodik

### Bedarfsannahmen

#### Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf wird als Eingangsgröße des Variantenvergleichs definiert mit 40, 25 und 10 kWh/(m<sup>2</sup>a). Die Abstufung lehnt sich an den Baustandards der Niedrig-, Niedrigstenergie-Gebäude und Passivhäusern laut ÖNORM B 8110-1 an.

#### Nutzwärmebedarf Warmwasser (WWWB)

Der Nutzwärmebedarf für Warmwasser (WWWB) wird laut ÖNORM B 8110-6 mit 10 kWh/(m<sup>2</sup>BGFa) angesetzt.

### Heiztechnik Energiebedarf (HTEB)

Der Heiztechnikenergiebedarf (HTEB), die Summe aller Wärmeverluste aus Wärmeerzeugung, -verteilung und -abgabe, wird auf der Basis von Erfahrungswerten aus zahlreichen normgemäßen Berechnungen mittels eines spezifischen Jahresnutzungsgrades, also des Verhältnisses von HTEB und der Summe aus dem Nutzwärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser (HWB+WWWB) angesetzt, abhängig von Art und Alter des Wärmeerzeugers (siehe Tabelle 1).

	1990	2000	2010
Ölkessel	0,65	0,75	0,80
Gaskessel	0,70	0,80	0,85
Biomassekessel	0,60	0,70	0,80
Wärmepumpe	3,00	3,50	4,00
Fernwärme	0,75	0,80	0,85

Tab. 1: Kalkulatorische Jahresnutzungsgrade von Wärmeerzeugung, -verteilung und -abgabe

### Haushaltsstrombedarf

Der Haushaltsstrombedarf wird laut unveröffentlichtem Entwurf der Neufassung der OIB RL 6 mit  $13 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{BGF}}\text{a})$  angesetzt.

### Hilfsstrombedarf zum Antrieb haustechnischer Komponenten

Der Strombedarf für den Antrieb der Umwälzpumpen, Ventilatoren und Regelung der Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung wird mit  $2,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  angenommen, was einer Jahresdauerleistung aller Verbraucher von etwa 77 W entspricht.

### Beschreibung der haustechnischen Systeme

#### Ölkessel

Der Ölkessel wird als Gebläsekessel mit Zerstäubungsbrenner angenommen. Der Anlagen-Jahresnutzungsgrad wird mit dem Baualter von 65 bis 80 % variiert (siehe Tabelle 1).

#### Gaskessel

Der Gaskessel wird als Gebläsekessel angenommen, im neuesten Baujahr bereits als Brennwertgerät. Der Anlagen-Jahresnutzungsgrad wird mit dem Baualter von 70 bis 85 % variiert (siehe Tabelle 1).

#### Biomassekessel

Der Biomassekessel wird als Gebläsekessel angenommen, im neuesten Baujahr bereits als Brennwertgerät. Der Anlagen-Jahresnutzungsgrad wird mit dem Baualter von 60 bis 80 % variiert (siehe Tabelle 1).

#### Wärmepumpe

Die Wärmepumpe wird als monovalente Sole-Wasser-Wärmepumpe angenommen. Die Jahresarbeitszahl wird mit dem Baualter von 3,00 bis 4,00 variiert (siehe Tabelle 1).

#### Fernwärme

Es wird ein Anschluss an ein Sekundärnetz eines städtischen Fernwärmeversorgers angenommen. Der Anlagen-Jahresnutzungsgrad wird mit dem Baualter von 75 bis 85 % variiert (siehe Tabelle 1).

### Festlegung der Konversionsfaktoren

Die Konversionsfaktoren für CO<sub>2</sub> und Primärenergie werden der wissenschaftlichen Datenbank Gemis entnommen. Folgende Konversionsfaktoren werden herangezogen (siehe Tabelle 2):

	g/kWh CO <sub>2</sub>	kWh/kWh PE	kWh/kWh PEne
Ölkessel	321	1,19	1,18
Gaskessel	251	1,15	1,15
Biomassekessel	19	1,03	0,03
Wärmepumpe	381	2,62	2,17
Fernwärme	200	1,00	0,80

Tab. 2: Konversionsfaktoren

### Berechnungen

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Multiplikation der jeweiligen Endenergiemengen mit den jeweiligen Konversionsfaktoren. Analog die Berechnung des Primärenergiebedarfs. Im Fall der annuitätischen Gesamtkosten wird aus der angesetzten Investitionssumme durch Multiplikation mit dem Annuitätenfaktor die jährliche Belastung aus Kapitaltilgung und Zinsendienst errechnet. Es wird dabei von einer vollständigen Fremdfinanzierung über die Lebensdauer der Anlage, einer statistischen Lebensdauer aller Anlagenkomponenten von 15 Jahren und von einem deckungsgleichen Verlauf von Zinssatz und Inflation ausgegangen. Energiekosten werden in Form jährlicher Werte auf der Basis von aktuellen Mittelwerten berücksichtigt; ebenso Wartungskosten.

### Ergebnisse

Zum Zeitpunkt der Drucklegung des Tagungsbandes befanden sich die Ergebnisse noch im Stadium der Prüfung durch externe ExpertInnen und müssen daher nachgereicht werden. Vom Zeitpunkt des Kongresses an werden sie unter [www.donau-uni.ac.at/dbu/bauZ](http://www.donau-uni.ac.at/dbu/bauZ) für vier Monate unentgeltlich zur Verfügung gestellt.



# Komfort im Passivhaus-Büro – Erste Ergebnisse eines Forschungsprojekts: Tageslichtsimulationen

Tobias Waltjen, Bernhard Lipp, IBO

Andreas Lahme, ALware

## Kurzfassung

Auch in Büros in Passivhaus-Bauweise können Komfortmängel auftreten, besonders im Sommer. Ursache können Fenstergrößen, Verglasungsarten, Beschattungseinrichtungen, Kühl/Heizdecken und Lüftungseinrichtungen sein, die aufeinander und auf die inneren Wärmelasten nicht genügend abgestimmt sind und so die Ziele des thermischen Komforts, eines ausreichenden Tageslichtangebots und eines passivhaustypisch niedrigen Betriebsenergiebedarfs nicht erreichen können.

Systematische Studien zur Abstimmung dieser Größen sind daher der Inhalt des Projekts.

Am Beispiel von Modellräumen sollen durch eine Serie von Tageslichtsimulationen, thermischen Gebäudesimulationen und nachgeschalteten Ermittlungen der Luftgeschwindigkeiten mittels CFD-Simulationen (CFD, computer fluid dynamics) schrittweise der Einfluss der Fassade auf das Tageslichtangebot und die thermische Qualität im Innenraum unter Annahme verschiedener Zu- und Abluftführungen sowie einer Deckenkühlung ermittelt werden.

Dieser Artikel referiert ausgewählte Ergebnisse der Tageslichtsimulationen.

Die Ergebnisse werden in Form eines Handbuchs aufbereitet. PlanerInnen können diesem Leitfaden entnehmen, welche Parameterkombinationen sicher zu thermischem Komfort und ausreichendem Tageslichtangebot führen werden, wann eine Absicherung durch Gebäudesimulationen anzuraten ist und welche Grenzen nicht überschritten werden dürfen, ohne Komfortdefizite zu riskieren.

## Abstract

Comfort problems occur also in office spaces built according to the passive house building standard, especially in summer. Proportions and types of glazing, shading devices, radiant cooling and heating ceilings, and ventilation appliances are factors that may or may not be properly adjusted to each other and to the internal heat loads. This may result in rooms with thermal comfort deficiencies, poor daylight supply or energy demand for cooling and lighting above the level expected in passive house buildings.

Systematic studies on appropriate parameter combinations for office space design are therefore the aim of this project.

The influence of the key parameters mentioned above on thermal comfort, daylight supply and energy demand should be studied using model spaces in a stepwise optimizing process, taking into account also different ventilation options and radiant heating/cooling ceilings. Methods to be employed are daylight simulations (3D-Solar, Rayfront) and thermal building simulation (TRNSYS) coupled with CFD (computational fluid dynamics) simulations.

In this paper we present selected findings from the daylight simulations.

Results will be made up to a handbook. Planners will be given guidelines to design office spaces

with parameter combinations that provide safe solutions for thermal comfort, good daylighting and low energy demands. It will be outlined which critical situations demand building simulation and which limits cannot be exceeded without risking comfort deficiencies.

### Ausgangslage

Die Ausgangslage im Bürobau, was Energieverbrauch und Tageslichtangebot betrifft, ist durch großzügige Verglasungen gekennzeichnet, die in Verbindung mit interner Wärmeproduktion durch Personen (hohe Belegungsdichten) und Bürogeräte zu enormen Kühllasten führen. Ein Mittel, die Kühllasten zu reduzieren und gleichzeitig Blendwirkungen des übergroßen Tageslichtangebots in Fensternähe zu verringern, sind außen angebrachte Verschattungseinrichtungen. Diese bewirken, gemeinsam mit den üblichen sehr großen Trakttiefen, einen hohen Bedarf an künstlicher Beleuchtung, der den Energiebedarf wieder nach oben treibt.

Niedrigstenergiekonzepte wie der Passivhausstandard, der nun auch im Bürobau Fuß zu fassen beginnt, ändern an diesem Befund zunächst wenig. Mit Forderungen nach hoher Wärmedämmung, Wärmebrückenfreiheit, Luftdichtheit der Gebäudehülle und der grundsätzlichen Einbringbarkeit des im Heizfall minimalen verbleibenden Energiebedarfs durch eine kontrollierte mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung liefert er eine glänzende Lösung für den Winterfall, ohne aber den Sommerfall zu adressieren. Der im Passivhausstandard festgelegte maximale Primärenergiebedarf von 120 kWh/m<sup>2</sup>a ist, im Gegensatz zu den anderen Kenngrößen für Transmissionswärmeverluste durch Bauteile, Wärmebrückenverlustkoeffizienten, maximale flächenbezogene Heizlast und maximalen jährlichen spezifischen Heizwärmebedarf, nicht mit technischen Lösungen hinterlegt, wenn man vom empfohlenen Einsatz energiesparender Geräte absieht. Die Behandlung des Sommerfalls erschöpft sich weitgehend in der Begrenzung der verglasten Flächen, der Verschattungseinrichtungen und der Betonung der Wichtigkeit wirksamer Speichermassen als Wärmepuffer in Kombination mit Lüftungsstrategien.

Es verwundert daher nicht, dass z.B. die dynamische Gebäudesimulation am IBO fast ausschließlich zur Berechnung von Kühllasten und zur Behaglichkeitsbeurteilung im Sommerfall eingesetzt wird.

Der Sommerfall ist im Bürogebäude schwieriger zu beherrschen als im Wohnbau:

1. Die Architekturmode verlangt im Bürobau generell hohe Verglasungsanteile, die im Wohnbau meist aufs Wohnzimmer beschränkt bleiben.
2. Die Ansprüche an gute Beleuchtungsqualität sind im Büro höher und betreffen die gesamte Nutzfläche über den gesamten Bürotag. Tageslichtdefizite durch zu große Trakttiefen werden in Kauf genommen. Kunstlicht spielt eine dominante Rolle.
3. Auch in Fensternähe wird Tageslicht wegen seiner großen und raschen Intensitätsschwankungen, seiner Blendwirkungen und seines Wärmeeintrags durch Verschattungseinrichtungen abgeschirmt. Nur zu oft wird das nunmehr fehlende Licht dann durch Kunstlicht ersetzt.
4. Die inneren Wärmelasten durch Personen und vor allem elektrische Geräte sind höher als im Wohnbau

Die Herausforderung des Sommerfalls, vor allem im Bürobau, besteht also darin, den Tageslichtanteil an der Beleuchtung zu maximieren, dabei die Blendwirkungen und den Kunstlichtanteil zu minimieren, den Wärmeeintrag auf das thermisch erwünschte Maß zu reduzieren und

die verbleibende Kühllast zu minimieren. Allgemein anwendbare Lösungen für die Probleme des Sommerfalls zu erarbeiten ist das Ziel des vorliegenden Projekts.

Aus den Haus der Zukunft-Projekten, die sich mit der Anwendung des Passivhausstandards im Bürobau beschäftigen, namentlich „sunny research“ und „ENERGYbase“ sowie „Lichtblicke“ folgt ein Stand des Wissens, der sich folgendermaßen darstellt:

Mit sunny research wurden anhand eines Bauvorhabens Optimierungen erarbeitet, die unter anderem das Tageslichtangebot betreffen. Tageslichtoptimierung erwies sich bei dem Bauvorhaben als wesentlich wirksamere Maßnahme zur Energieeinsparung (durch ersparte künstliche Beleuchtung) als die Aufrüstung der Wärmedämmung und der Fensterqualität vom Niedrigenergiehausstandard auf den Passivhausstandard (50 % mehr Aufwand für denselben Effekt). Im Projekt sunny research wurden auch Strömungssimulationen durchgeführt, die Komfortdefizite der geplanten Lösungen aufdecken sollten. Der Begriffsrahmen der ISO 7730:2003 zum thermischen Komfort zieht neben Temperaturgrößen auch Luftbewegungen heran, um zu den Komfortbewertungen PMV (Predicted mean vote) und PPD (Predicted percentage of dissatisfied) zu gelangen. Von diesen Größen werden die Komfortklassen A, B und C abgeleitet (Tabelle 1).

Kategorie	Thermischer Zustand des Körpers insgesamt		Lokale Unbehaglichkeit			
	Vorausgesagter Prozentsatz an Unzufriedenen	Vorausgesagtes mittleres Votum	Prozent an Unzufriedenen auf Grund von Zugluft	Prozent an Unzufriedenen auf Grund vertikaler Temperaturunterschiede	Prozent an Unzufriedenen auf Grund warmer oder kalter Fußböden	Prozent an Unzufriedenen auf Grund von asymmetrischer Strahlung
	PPD %	PMV	DR %	%	%	%
A	< 6	-0,2 < PMV < 0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	-0,5 < PMV < +0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	-0,7 < PMV < +0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

Tab. 1: Behaglichkeitskategorien mit ihren Kriterien aus dem Anhang der EN ISO 7730:2003

Eine Arbeit der TU Dresden, (I. Müller, W. Richter, M. Rösler: Influence of the cooling method on thermal comfort in residential and office buildings under summer conditions) macht darauf aufmerksam, dass bei höheren Kühllasten (kein Sonnenschutz angenommen) auch eine Kühldecke unkomfortable Luftströmungen erzeugt. Beide Arbeiten zeigen, dass auch unter Komfortgesichtspunkten der Kühlaufwand begrenzt werden muss.

„Lichtblicke“ hat Lichtlenksysteme unter ökonomischen Gesichtspunkten untersucht. Die Ergebnisse sind wichtig, weil Lichtlenksysteme evt. Büros mit großen Trakttiefen mit natürlichem Licht versorgen können, die sonst künstlich beleuchtet werden müssten.

Die Ergebnisse und Ansätze der zitierten Arbeiten, die den Sommerfall in Büros mit (zumindest) Niedrigenergiestandard behandeln, sollen für typische Büroräume in Passivhausstandard verallgemeinert werden.

## Lösungswege

1. Annahme von Modell-Büroräumen mit erwartbar guter Tageslichtversorgung, die den Passivhausstandard erfüllen, mit Varianten folgender Parameter:

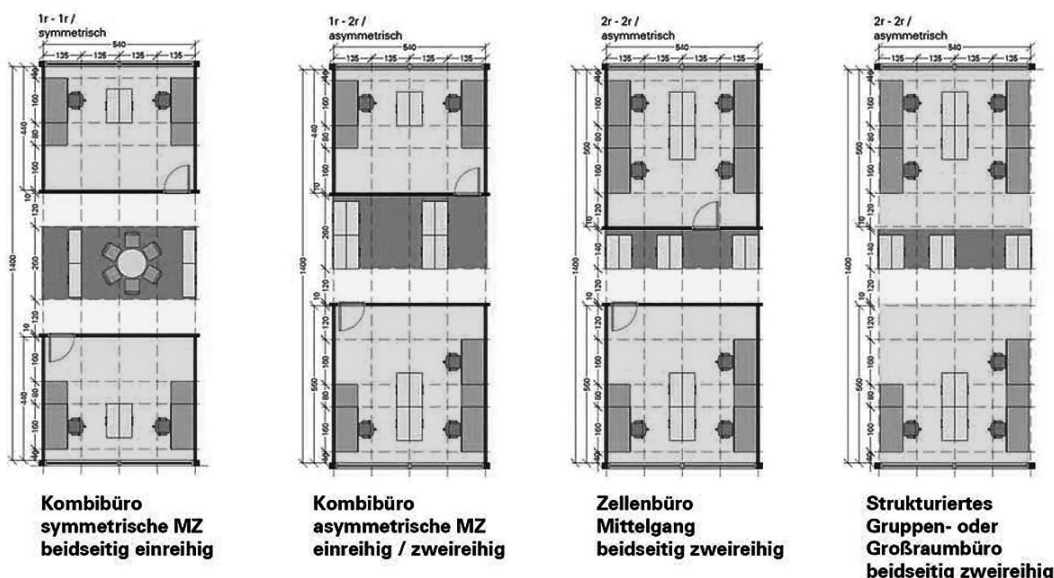
- Orientierung Himmelsrichtung der Fenster
- Verschattung durch Nachbargebäude etc.
- Fensterart (Lochfassade, Bandfassade, Vollverglasung)
- Verglasungsqualität

- Verschattungseinrichtungen (außen, innen, Lichtlenkeinrichtungen)
  - Raumtiefe
  - speicherwirksame Massen
  - Zuluftführung (Quelllüftung, Schlitzventile, Weitwurfventile)
  - Kühlen/Heizen (Zulufttemperierung, Fancoil, Kühldecke)
2. Ermittlung von Variantenkombinationen durch Simulation, die gute Tageslichtnutzung bieten mit Sensitivitätsuntersuchungen für die einzelnen Parameter.
  3. Untersuchung der im Schritt 2 ermittelten geeigneten Varianten bezüglich thermischer Behaglichkeit und Sensitivitätsuntersuchungen zu den wirksamen Faktoren.
  4. Detailliertere Untersuchung der interessantesten und instruktivsten Fälle (Optimalfälle und Grenzfälle)
  5. Ergebnisaufbereitung zu einem Handbuch für PlanerInnen

### Modellräume<sup>1</sup>

Prinzipiell ist es aufgrund der sehr unterschiedlichen Anforderungen von Organisationen kaum möglich, ein allgemein gültiges Planungsraaster für ein nutzerneutrales Bürogebäude zu entwickeln. Aufgrund der Erfahrungen aus vielen umgesetzten Projekten als auch aufgrund von Trends und Entwicklungen der letzten Jahre soll ein für möglichst viele Büroobjekte gültiges Planungsraaster als Basis des Forschungsprojektes herangezogen werden.

Abb.1: Modellräume. Achsraster: Deutschland 150 cm; Österreich: 135 cm. Quelle: bene consulting (= moocon).



### Gewählte Versuchsräume

Zellenbüro Mittelgang, beidseitig zweireihig, (siehe Abbildung 1, drittes Bild von links)

Achsraster: 135 cm

Oberlichte zum Mittelgang optional verglast

weitere Planung Fassade: siehe Tageslichtsimulationen

<sup>1</sup> Dank an Bernhard Herzog, moocon, der die Grundrisse der Modellräume für dieses Projekt zur Verfügung gestellt hat!

## Tageslichtsimulationen<sup>2</sup>

In dieser Teilstudie wurden vorgegebene Parameter verändert, um den Einfluss des jeweiligen Parameters auf die Tageslichtversorgung zu ermitteln.

Vorgegebene Parameter:

- Tageslichtangebot/Ort
- Himmel
- Orientierung des Raumes
- Verschattung durch externe Bebauung
- Fassadentyp
- Sturzhöhe
- Verglasungsart
- Reflexionsgrade der Innenraumoberflächen
- Blendschutz
- Raumtyp/-größe

Die Tageslichtversorgung der Modellbüro Räume wurde bei bedecktem Himmel analysiert. Nur für die Parameter „Orientierung des Raumes“ und „Blendschutz“ wurde die Tageslichtversorgung stattdessen bei Besonnung analysiert. (Bei „Himmel“ wurde die Untersuchung für bedeckten Himmel und für Besonnung durchgeführt.)

## Methode der Untersuchung

### Modellbildung und Berechnung

Für die Studie wird ein parametrisierbares 3D-Modell des Büroraumes für die Lichtsimulation aufgebaut. Für jeden Simulationslauf wird jeweils ein Parameter den Vorgaben entsprechend verändert.

### Informationen zum Projekt (Basis-Modell) Modell-Büroraum

Ort: Wien

Nutzung: Gruppenbüro

Orientierung: Süd (Südfassade)

Fassade: Lichtband, ohne Sturz

Raumtiefe 5,60 m

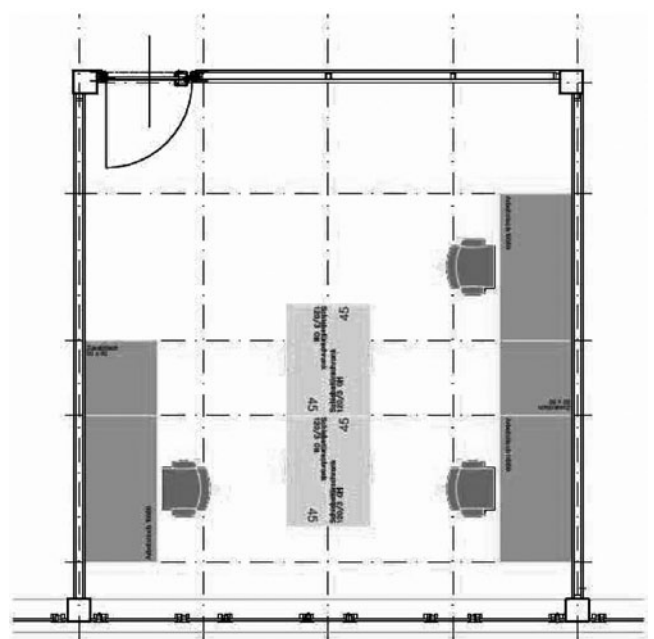
Raumbreite 5,40 m

Lichte Raumhöhe 3,00 m

Aus den lichttechnisch wirkenden Oberflächen wird ein 3D-Modell für den Büro Raum mit Berücksichtigung der Möblierung aufgebaut. Den Oberflächen werden die optischen Eigenschaften für den Reflexionsgrad und Transmissionsgrad zugewiesen. Durch die Tageslichtsimulation können die Lichtverteilung im Raum berechnet und daraus optische Kenngrößen (Tageslichtquotienten, Leuchtdichten) als auch energetische Kenngrößen (Tageslichtnutzung) abgeleitet werden.

<sup>2</sup> Die Tageslichtsimulationen wurden von ALware Andreas Lahme, Braunschweig, durchgeführt.

Abb. 2: Grundriss des Modellbüro-raums



**Eingabe: Lichttechnische Eigenschaften (Basis-Modell)**

Das Simulationsmodell wird den Vorgaben entsprechend aufgebaut.

Reflexionsgrade:

- Fußboden (innen) = 20 % (blau)
- Wand (innen) = 50 %
- Decke (innen) = 80 %
- Schrank = 27 % (braun)
- Tisch = 27 % (braun)
- Tür (innen) = 27 % (braun)
- Fensterrahmen = 35 %

Lichttransmissionsgrade:

- Verglasung (Fenster) = 60 % (70 % x Verschmutzungsfaktor 0,85)

Anmerkungen: Für den bedeckten Himmel wird der Zeitpunkt am 21. März um 10:30 Uhr stellvertretend für einen mittleren Tag im Jahr simuliert.

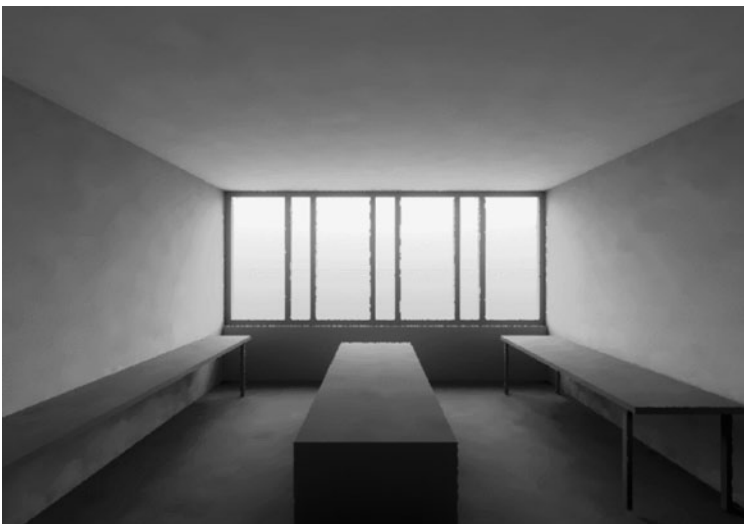
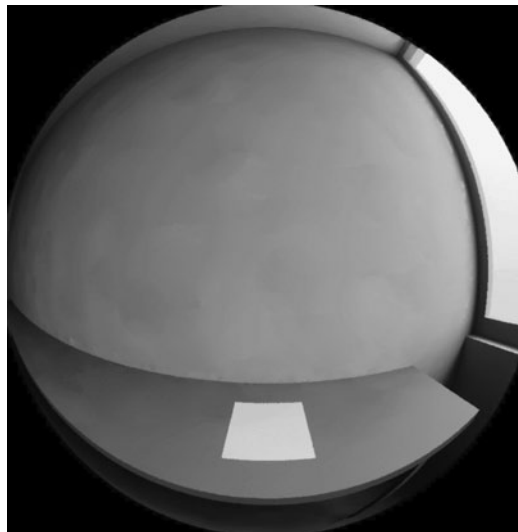
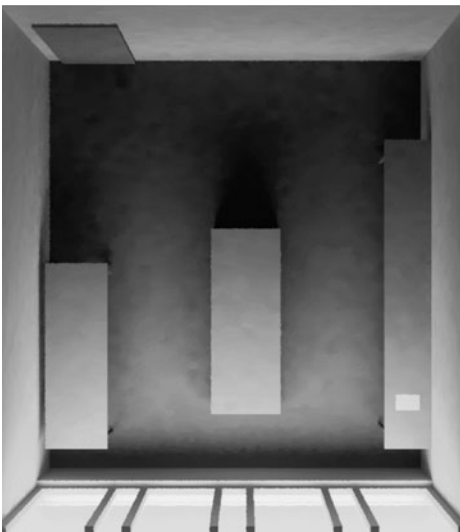
Abb. 3: Schnittansicht von oben

Abb. 4: Blick am Arbeitsplatz, sitzend (Punkt 2) (Fischaugen-Darstellung)

Abb. 5: Blick zur Fassade, stehend

**Simulationsmodell (Basis-Modell)**

Die folgenden Abbildungen dokumentieren auszugsweise das Simulationsmodell.



### Rechenverfahren Tageslichtsimulation

Die Simulation von Tageslicht im Gebäude wird über 3D Lighting<sup>3</sup> mit Rayfront (enthält die international anerkannte Rechensoftware Radiance<sup>4</sup>) durchgeführt. Das Berechnungsverfahren der Lichtsimulation per Strahlverfolgung mit dem Rechenkern Radiance rechnet physikalisch korrekt. Radiance dient zur Vorhersage der Verteilung sichtbarer Strahlung in beleuchteten Räumen. Als Eingabe wird ein dreidimensionales Geometrie-Modell verwendet. Als Ausgabe wird eine Karte mit spektralen Strahlungswerten in einem farbigen Bild erzeugt. Dabei wird die Ray-Tracing-Methode (Strahlverfolgung) verwendet, womit diffuse und spektral reflektierende Oberflächen simuliert werden können.

Radiance generiert realitätsnahe Bilder: Aus 3D-Beschreibung und gewählter Blickrichtung wird ein zweidimensionales Leuchtdichten-Bild (z.B. auch als Iso-Linien- und Falschfarbendarstellung) erzeugt. Auch Beleuchtungsstärke und Tageslichtquotienten auf einer Fläche können berechnet und als Bild dargestellt werden. Außerdem kann für jeden beliebigen Punkt die Beleuchtungsstärke bestimmt werden.

### Bewertungskriterien nach DIN 5034 Teil 4

Für diese Untersuchung werden die Büroräume nach den Kriterien für ausreichendes Tageslicht aus der DIN 5034 bewertet. Die DIN 5034-4 (Tageslicht in Innenräumen) gibt folgende Kriterien für eine ausreichende Tageslichtversorgung an:

- Der Tageslichtquotient an den Referenzpunkten P1 und P2 (in halber Raumtiefe jeweils 1,00 m Abstand von der Seitenwand) ist mindestens 0,75 % und
- der Mittelwert der Tageslichtquotienten beträgt mindestens 0,90 %.

### Verfahren zur Bewertung der Tageslichtnutzung

Auf Basis stündlicher Diffusstrahlungsdaten<sup>5</sup> wird die Tageslichtnutzung berechnet. Der alleinigen Verwendung der diffusen Einstrahlung zur Berechnung der Tageslicht-Autonomie liegt die Annahme zugrunde, dass ein geeignetes Verschattungssystem die direkte Einstrahlung gerade in diesem Maße reduzieren würde. Ein gutes Verschattungssystem könnte mit Sonne vielleicht mehr Tageslicht nutzen.

Abb. 6: Begründung der Verwendung von Diffusstrahlungsdaten für die Untersuchung der Tageslichtnutzung. Quelle: ALWare



Die Umrechnung der stündlichen Diffusstrahlungsdaten (W) mittels der Lichtausbeute für natürliches Tageslicht:  $100 \text{ lm/W}$  bzw.  $1 \text{ W/m}^2 = 100 \text{ lx}$  ermöglicht die Zuordnung von Bestrahlungsstärken (lx) zu jedem Ort im Raum, dessen Tageslichtquotient aus der vorangegangenen Untersuchung (siehe Abb. 9 Basissimulation) bekannt ist.

### Nutzungsprofil

Diesem Potential an Tageslichtnutzung wird im nächsten Schritt ein angenommener Bedarf gegenübergestellt, der sich aus dem Büronutzungsprofil ergibt. Das Büronutzungsprofil gibt die Wahrscheinlichkeit für Anwesenheiten/Nutzungen der Räume im Tageslauf an. Bei Gruppenbüros und Großraum-

<sup>3</sup> [www.alware.de](http://www.alware.de)

<sup>4</sup> <http://radsite.lbl.gov/>

<sup>5</sup> Stündliche Wetterdaten nach ASHRAE für Wien



Büros sind diese Wahrscheinlichkeiten jeweils etwas höher, weil bereits bei nur einer anwesenden Person die künstliche Beleuchtung eingeschaltet werden muss (falls die natürliche Belichtung zum betrachteten Zeitpunkt nicht ausreicht). Es werden 250 Arbeitstage im Jahr angenommen. Referenzen über das bei uns verwendete Büronutzungsprofil fehlen noch.

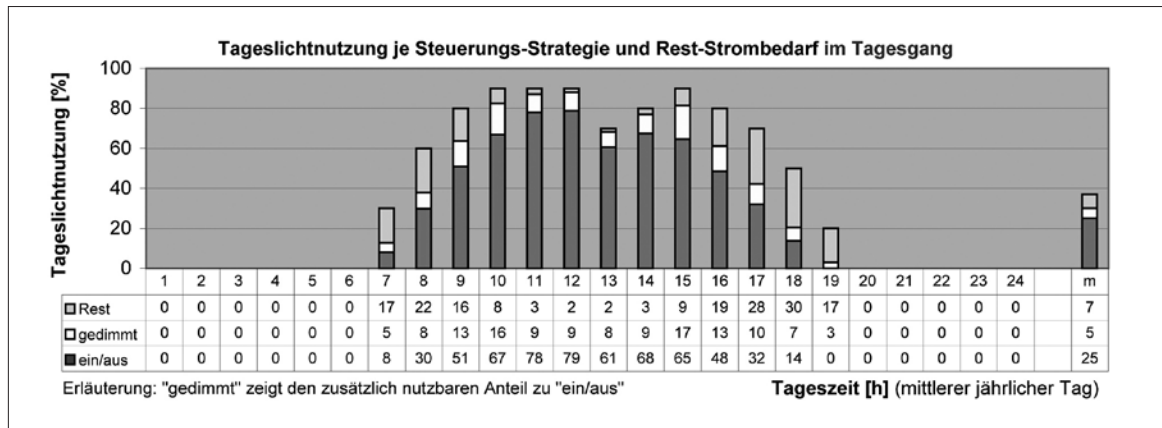


Abb. 7: Nutzungsprofil des Modellbüros mit Häufigkeiten (%) der alleinigen Tageslichtnutzung (schwarz), der teilweisen künstlichen Beleuchtung durch gedimmtes Licht (weiss) und der künstlichen Beleuchtung (grau).

### Beleuchtungsstärkeniveau und installierte Leistung

Die zweite Anforderung für das Tageslichtangebot ist das erforderliche Beleuchtungsstärkeniveau für Büroarbeitsplätze (EN 12464:1) : 500 lx.

Für die natürliche Belichtung sind 300 lx ausreichend (DIN 5034), da das natürliche Licht die Wände und Decken besser belichtet und dadurch der Raum als hell genug wahrgenommen wird. Im Gegensatz zur künstlichen Beleuchtung, die mehr auf die Arbeitsflächen fokussiert ist.

Die installierte Leistung für die künstliche Beleuchtung wird mit 15 W/m<sup>2</sup> angenommen. Für andere Annahmen können die Ergebnisse der Tageslichtnutzung leicht umgerechnet werden.

### Wie wird geschaltet?

Lichtsensoren werden in 2/3 der Raumtiefe angenommen, damit auch die fensterfernen Bereiche des Raums gut beleuchtet werden. Die Sensoren schalten (in der Simulation) ein, wenn die Sollbeleuchtungsstärke von 300 lx für natürliches Licht unterschritten wird. In der Praxis sollten die NutzerInnen manuell einschalten, was sie erfahrungsgemäß erst dann tun, wenn 200 lx unterschritten werden. Die Sensoren schalten im Ein/aus-Modus aus, wenn 800 lx überschritten werden, so dass 300 lx Tageslicht übrigbleiben. Im Dimm-Modus halten sie die Sollbeleuchtungsstärke für künstliche Beleuchtung (500 lx) aufrecht, bis der Anteil der künstlichen Beleuchtung unter 200 lx sinkt. Dann schalten sie aus, 300 lx natürliche Beleuchtung bleiben übrig.

### Berechnung der Tageslichtnutzung

Der flächenbezogene jährliche Strombedarf für künstliche Beleuchtung ohne Tageslichtnutzung ergibt sich als Produkt der installierten Leistung (15 W/m<sup>2</sup>) mal durchschnittlicher täglicher Nutzungsdauer (37,5 %) mal Jahresnutzungsdauer (250 d) zu 33,8 kWh/m<sup>2</sup>a.

Dieser Jahresbedarf wird durch Tageslichtnutzung vermindert. Die Verminderung wird als verbleibender Prozentanteil des jährlichen Strombedarfs ohne Tageslichtnutzung angegeben.

Die Absolutwerte der Tageslichtnutzung sind vom gewählten Büronutzungsprofil abhängig. Ebenso Vergleiche mit demselben Büronutzungsprofil und Variation gebäudebezogener Größen wie Fensterposition und -größe.



Für den Tageslichtquotienten kann, abhängig von der Steuerung des Kunstlichtes, die Tageslichtnutzung abgelesen werden.

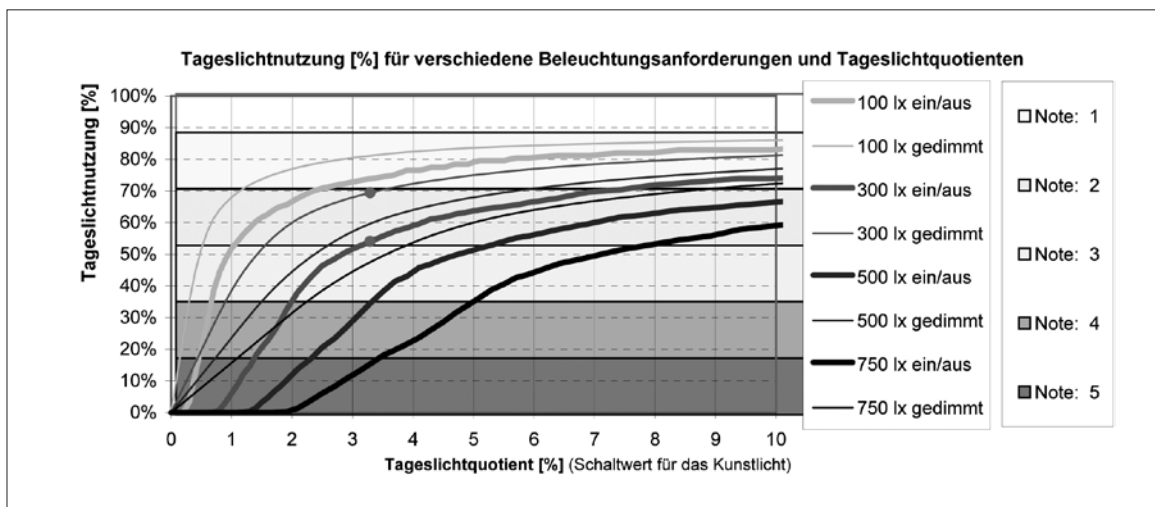


Abb. 8: Tageslichtnutzungskurven in Abhängigkeit vom Tageslichtquotienten (TQ %) für verschiedene Sollbestrahlungsstärken (lx) für das verwendete Büronutzungsprofil Abb. 7.

Die Benotung bezieht sich auf die maximal mögliche Tageslichtnutzung, anders gesagt: Nur wenn Tageslicht angeboten wird kann man es nutzen. Damit ist die Note eine Bewertung der Architektur, die unabhängig vom Zeitprofil der Nutzung ist. Man kann der Architektur nicht anlasten, dass Nutzungszeiten in der Nacht liegen und dadurch die absolute Tageslichtnutzung ebenfalls gering ist.

Je höher die Anforderung an die Sollbeleuchtungsstärke oder je geringer der TQ, desto größer ist der Vorteil für eine Beleuchtungssteuerung mit Dimmung. Je geringer die Anforderung an Sollbeleuchtungsstärke oder je größer der TQ, desto geringer wird die zusätzliche Ersparnis durch gedimmte Beleuchtungssteuerung. Es kann dann eine Eine/Aus-Steuerung empfohlen werden, wenn die zusätzliche Ersparnis bei gedimmter Beleuchtungssteuerung bei > 10 % liegt (ALware).

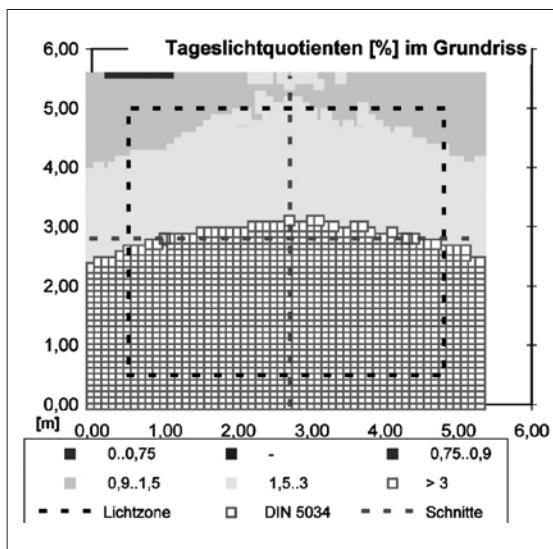
### Bewertung der Ergebnisse

#### Basis-Modell

Die Tageslichtversorgung des Büroraums ist sehr gut.

- Der mittlere Tageslichtquotient  $D_m$  liegt bei etwa 4,8 %.
- In halber Raumtiefe beträgt der Tageslichtquotient (in Raummitte) ca. 3,6 %.
- Die Anforderungen nach DIN 5034 werden gut erfüllt.

Abb. 9: Grundriss des Modellraums (Basisversion) mit TQ-Zonen



### Empfehlungen zur Nutzung des Raumes

Das Tageslicht sollte so lange wie möglich genutzt werden. Bei automatischen Systemen sollte sich also das Kunstlicht nicht von alleine einschalten. Der Nutzer sollte bei Bedarf das Kunstlicht manuell einschalten.

Vom Gesichtspunkt der Tageslichtnutzung aus sollten die Arbeitsplätze geblockt (zueinander blickend), nicht geklappt (zur Wand blickend) angeordnet sein, zumal der Tageslichtquotient zu den Raumwänden hin absinkt.

### Variationen

Die Auswirkungen der Variationen des Modellraums zeigen folgende zusammenfassende Tabellen 2 + 3.

Varierte Größe	Stromersparnis durch Tageslichtnutzung bei ein/aus (%)	Differenz zur Basisvariante	erweiterte Stromersparnis durch gedimmte Beleuchtung (%)	Differenz zur Basisvariante
Ort: Athen statt Wien	78,5	11,9	88,5	8,0
<b>Basismodell Wien, Bebauung 0 °</b>	<b>66,6</b>	-	<b>80,5</b>	-
Bebauung 15 ° statt 0 °	61,1	-5,5	78,0	-2,5
Ort: Hamburg statt Wien	54,4	-11,9	72,6	-7,9
Ort: Oslo statt Wien	54,1	-12,5	69,5	-11,0
Bebauung 30 ° statt 0 °	45,1	-21,5	71,2	-9,3
Verbauung 45 ° statt 0 °	20,9	-45,7	56,5	-24
Verbauung 60 ° statt 0 °	18,5	-48,1	54,2	-26,3

Tab. 2: Wirkung standortabhängiger Größen auf die Tageslichtnutzung

**Geographische Breite:** Der Nachteil bei der Tageslichtnutzung an nördlichen (bzw. polnahen) Orte liegt in den langen Sommertagen, die durch die üblichen Bürozeiten nicht ausgenützt werden können und den kurzen Wintertagen, die nur eine geringe Tageslichtnutzung erlauben.

Beschattung durch benachbarte Bebauung: Ausgehend von dem Wiener Büro (ohne Verschattung) wird der Effekt äußerer Verschattung durch Bebauung simuliert. Der Höhenwinkel, unter dem der Himmel durch Bebauung verdeckt wird, nimmt zu mit

- zunehmender Höhe der gegenüberliegenden Bauten oder Geländeformationen
- mit abnehmendem Abstand dieser Hindernisse zur betrachteten Fassade
- mit abnehmender Höhe vom obersten Stockwerk bis zum Erdgeschoß.

Die Wirkung ist drastisch!

Ein Bebauungswinkel von weniger als 15 ° beeinträchtigt die Tageslichtnutzung noch wenig. Darüber nimmt die Tageslichtnutzung schnell ab, besonders schnell im Intervall 30–45 °. Bei Winkeln größer 45 ° passiert nicht mehr viel (es ist fast alles schon passiert). Dennoch ist in unserem Modellraum Tagesbelichtung lt. DIN 5034 auch bei 60 ° Verbauungswinkel noch gegeben.

**Reflexionsgrade der Raumboflächen:** Für die Basisvariante wurden durchschnittliche Reflexionsgrade von 20 % für den Boden, 50 % für die Wand und 80 % für die Decke angenommen. Wie ändern sich Tageslichtquotienten, wenn die Annahmen in Richtung heller oder dunkler abgewandelt werden?

heller: Reflexionsgrade Boden: 30 %; Wand: 65 %; Decke 85 %

dunkler: Reflexionsgrade Boden 10 %; Wand 40 %; Decke: 70 %

Varierte Größe	Stromersparnis durch Tageslichtnutzung bei ein/aus (%)	Differenz zur Basisvariante	erweiterte Stromersparnis durch gedimnte Beleuchtung (%)	Differenz zur Basisvariante
Reflexionsgrade Inneneinrichtung größer (heller)	69,3	2,7	81,7	1,2
Vollverglasung statt Bandfenster	67,8	1,2	81,4	0,9
2fach Vakuumverglasung statt 3fach WSV	67,2	0,6	81,1	0,6
<b>Basismodell</b>	<b>66,6</b>	-	<b>80,5</b>	-
Reflexionsgrade Inneneinrichtung kleiner (dunkler)	64,2	-2,4	79,2	-1,3
Sturz: 40 cm statt kein Sturz	53,8	-12,8	74,8	-5,7
Lochfassade 20 % statt Bandfenster	44	-22,6	71,0	-9,5
Lochfassade 20 % mit 40 cm Sturz statt Bandfenster ohne Sturz	36,8	-29,8	67,7	-12,8
Lochfassade 10 % statt Bandfenster	10,1	-56,5	46,2	-34,3
Lochfassade 10 % mit 40 cm Sturz statt Bandfenster ohne Sturz	6,6	-60,0	42,6	-37,9

Tab. 3: Wirkung von der Planung beeinflussbarer Größen auf die Tageslichtnutzung

Wie in der Tabelle gezeigt, ist die hellere Inneneinrichtung eine wirksamere Maßnahme zur Verbesserung der Tageslichtversorgung als z.B. ein Ersatz der Bandfenster durch eine Vollverglasung!

**Vollverglasung** ist Architekturmode. Wie effizient ist das Tageslicht für die Raumbelichtung, das unterhalb der Höhe des Parapets (85 cm) einfällt? Mit einer besseren Tageslichtversorgung und den resultierenden Beleuchtungstromersparnissen ist eine Vollverglasung nicht zu rechtfertigen. Sie hat aber Vorteile bei Situationen wie Wohnzimmern oder Versammlungsräumen, wenn die Tagesbelichtung des Fußbodens (nicht nur der Arbeitsebene in Höhe 85 cm) direkt ab Fenster gewünscht ist (hier nicht gezeigt).

**Lichtdurchlässigkeit der Verglasung:** Dreifachverglasung ist der Standard für Passivhausbauweisen. Zweifachverglasungen mit Vakuum statt Gasfüllung zwischen den Scheiben ist eine in Entwicklung befindliche Alternative mit Vorteilen beim Lichtdurchlass (73 statt 70 %). Die Tageslichtnutzung zeigt nur minimal unterschiedliche Werte.

**Sturz:** Wird die Verglasung von oben durch einen Fenstersturz von 40 cm Dicke eingeschränkt, ist der Verlust an Tageslicht sehr deutlich. Die Tageslichtnutzung zeigt einen Effekt des 40 cm dicken Fenstersturzes oben, der rund 10mal so groß ist wie der Effekt eines 85 cm Parapets. Allerdings ist die Fensterfläche der Variante mit Sturz um die Fläche des Sturzes geringer (31,3 % der Grundfläche gegenüber 38,4 %). Deswegen wurden auch zwei Varianten mit Lochfenstern verglichen, die sich durch einen Sturz unterscheiden, dabei aber dieselbe Größe (20 % der Grundfläche) besitzen. Dieselbe Fensterfläche, nur günstiger positioniert (ohne Sturz) generiert eine Stromersparnis/Tageslichtnutzung von 44–36,8 % = 7,2 %!

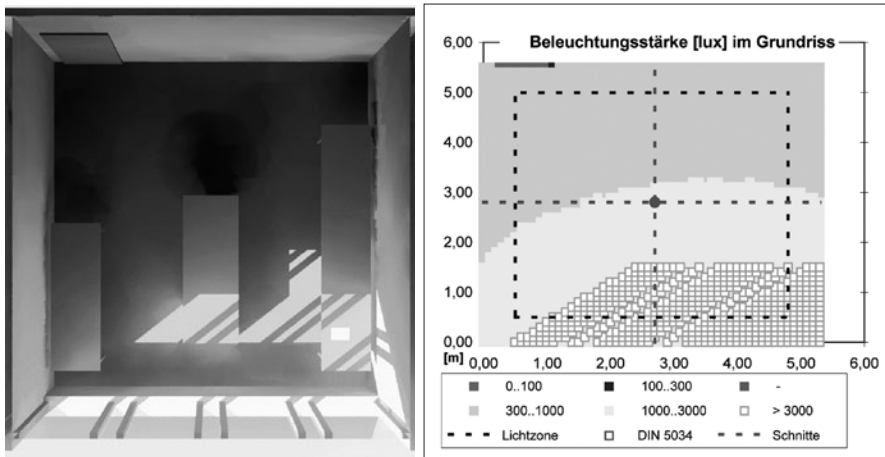
**Einschränkung der Fensterfläche:** Ausgehend von Vollverglasung kann man die Wirkung einer Einschränkung der Verglasungsfläche durch Übergang zu einer Lochfassade untersuchen. Erst bei 10 % Verglasungsfläche ist das Tageslicht-Kriterium nach DIN 5034 (Mittelwert TQ > 0,9) nicht mehr erfüllt.

## Ergebnisse Besonnung und Sonnenschutz

### Osten

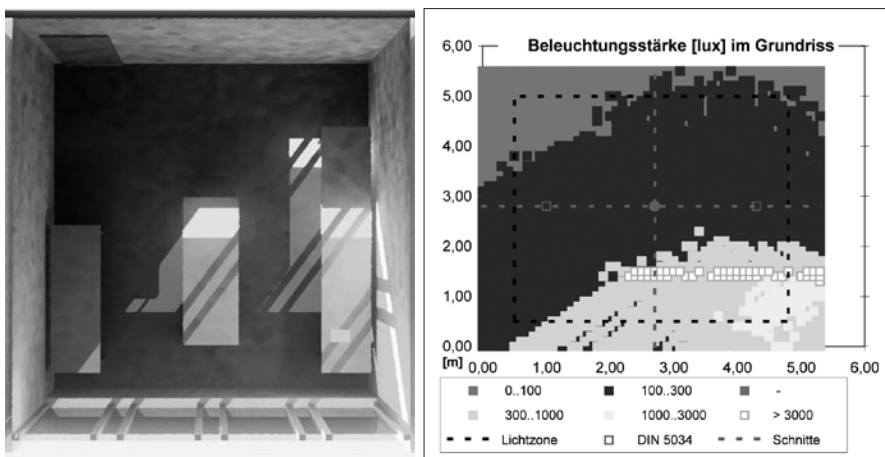
Bei Besonnung aus Osten am 21. März kommt es im Bereich bis 1,5 m ab Fenster zu Beleuchtungsstärken  $> 3000$  lx, die sich um 10 Uhr schon asymmetrisch zeigen: Lichteinfall süd-östlich.

Abb.: 10: 20 Ost\_Sonne (21. März, 10 Uhr)



Mit einem von unten nach oben schließenden und zu 80 % geschlossenen Rollo ist die Zone der Beleuchtungsstärke  $> 3000$  lx nach hinten in die Raummitte (3 m ab Fenster) verschoben. Die fensternahen Zonen weisen Beleuchtungsstärken von 300–1000 lx auf: optimal! Dafür ist der ganze hintere Bereich des Raumes ( $> 3$  m ab Fenster), vor allem entlang der Süd-wand des Raumes, mit 100–300 lx ungenügend beleuchtet. Hier wurde also nur für fenster-nahe Arbeitsplätze eine Verbesserung erzielt!

Abb. 11: 36 Ost\_Rollo\_Sonne (21. März, 9 Uhr)



Jalousien zeigen ein wesentlich besseres Ergebnis. Ausreichende Belichtung bis in 4–5 m Raumtiefe, keine Blendung.

Jalousien scheinen auch an Ostfenstern die Sonnenschutzeinrichtung der Wahl zu sein. Nach Vorschreibung der Bauphysik, innen oder außen.

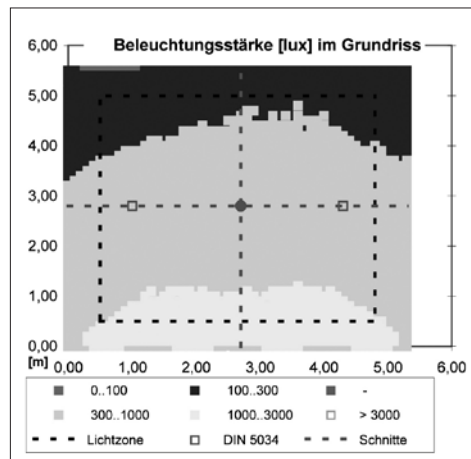
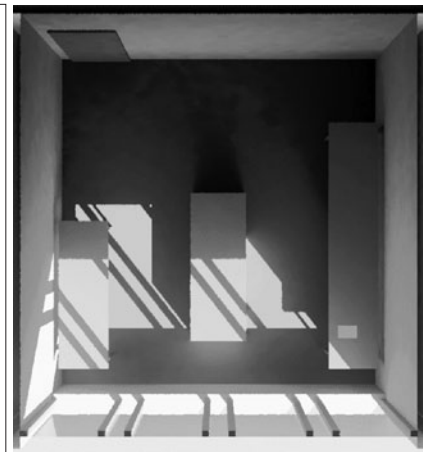
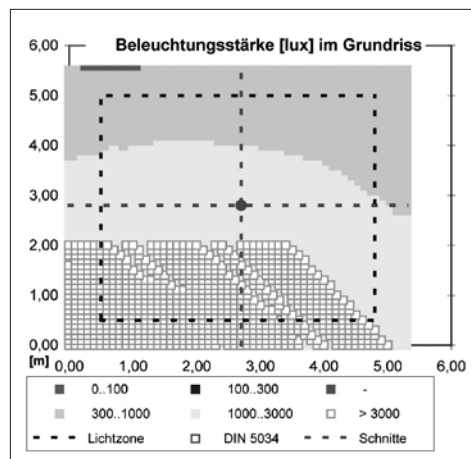


Abb.: 12: 38 Ost\_Lamellen\_Sonne (21. März, 10 Uhr)

### Süden

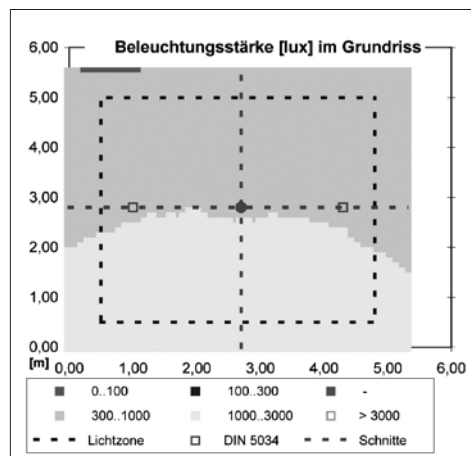
Bei Besonnung aus Süden kommt es im fensternahen Bereich bis 2 m zu Beleuchtungsstärken > 3000 lx.

Abb.: 13: 18 Süd\_Sonne (21. März 10 Uhr)



Mit Lamellen wird die Beleuchtungsstärke in der fensternahen Raumhälfte auf < 3000 lx gesenkt, in der Raumtiefe sind 300–1000 lx gewährleistet: perfekt!

Abb.: 14: 27 Süd\_Lamellen\_Sonne (21. März, 10 Uhr)



6 eine Markisenart, die im oberen Drittel scheibenparallel verläuft und erst unterhalb ausgestellt wird.

7 Nachweis durch thermische Simulation!

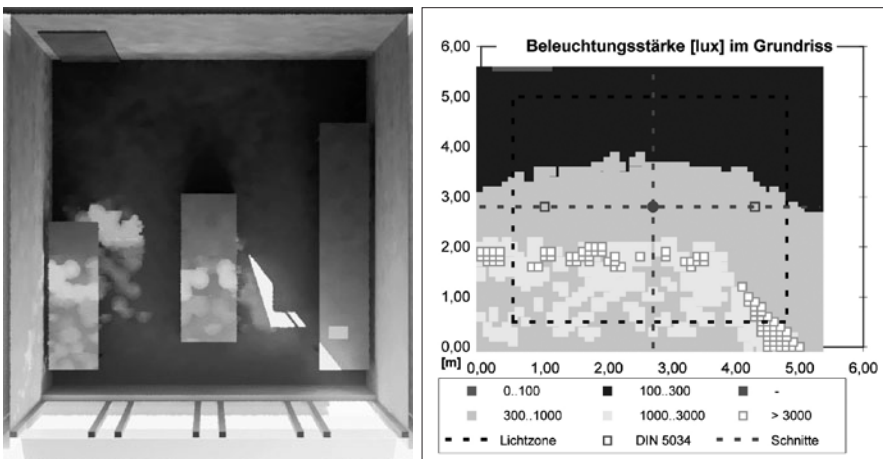
Wird das Südfenster alternativ durch eine Markisolette<sup>6</sup> verschattet (Lichtdurchlässigkeit 15 %) so ist der fensternahe Bereich bis 3,50 m Raumtiefe ausreichend beleuchtet. Gleichzeitig entstehen aber in der Ostecke des Raumes und über die ganze Breite des Raumes in einer Tiefe von ca. 2 m Lichtflecke, die evt. Blendwirkung haben könnten.

Vorteile einer Markisolette (oder Markise) sind:

- ganz unbeschränkter Ausblick nach draußen im unteren Teil
- Fassade wird weniger aufgeheizt als auch bei einer außenliegenden Jalousie, da die Strahlung schon vor der Verglasung abgefangen wird<sup>7</sup>
- Markisen und Markisoletten machen eine vielseitigere, lebendigere Lichtverteilung als Jalousien.

Markisoletten scheinen für Besprechungs-, Versammlungsräume, Kantinen usw. geeignet zu sein, Jalousien sind dagegen die bessere Wahl für Räume mit Büroarbeitsplätzen.

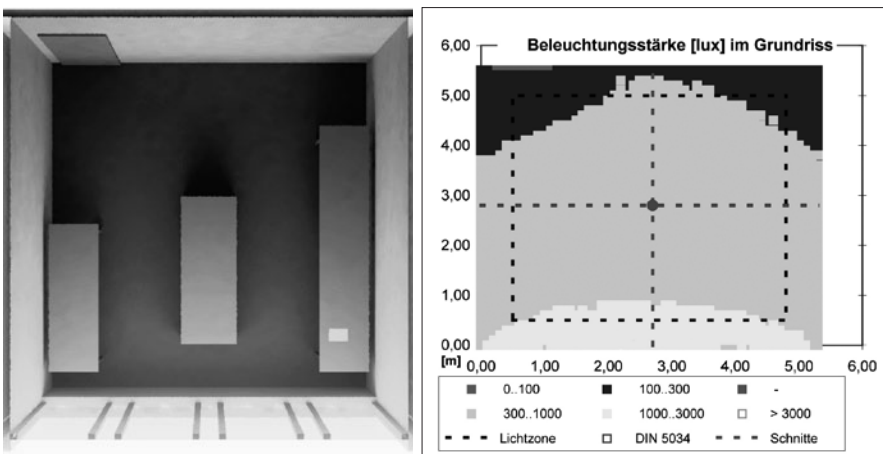
Abb.: 15: 29 Süd\_Markisolette\_Sonne (21. März., 10 Uhr, Anstellwinkel 60 °).



### Westen

Bei Besonnung aus Westen am 21.März um 10 Uhr kommt es zu einer optimalen Tagesbelichtung 300–1000 lx, die nur fensternah über- und an der Rückwand unterschritten wird. Das ist nicht überraschend, da um 10 Uhr die Sonne im Osten steht und es zu keiner direkten Besonnung des Raumes kommen kann.

Abb. 16: 21 West\_Sonne (21. März, 10 Uhr)

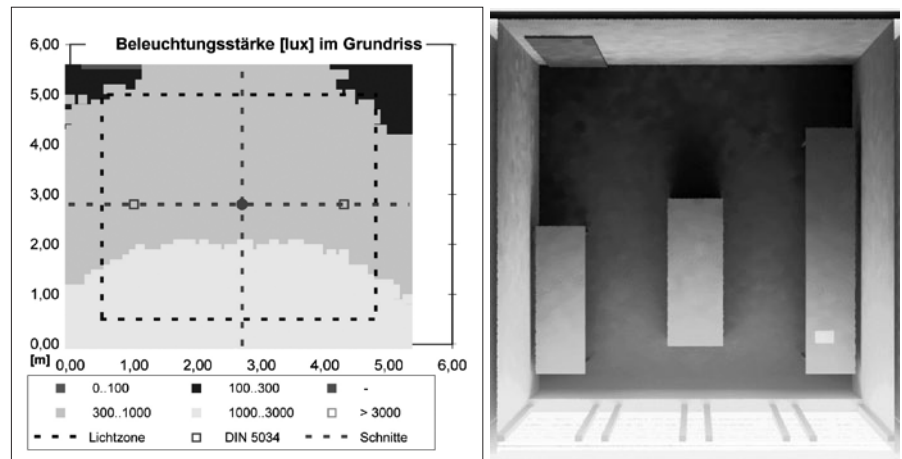




Um 15 Uhr, bei Benutzung der Lamellen, ergibt sich eine Zone mit Beleuchtungsstärken von 1000–3000 lx bis in 2 m Raumtiefe. Bis an die Rückwand ist der Raum mit Beleuchtungsstärken > 300 optimal tagesbelichtet.

Jalousien sind optimale Lösungen für Westfenster in Büros.

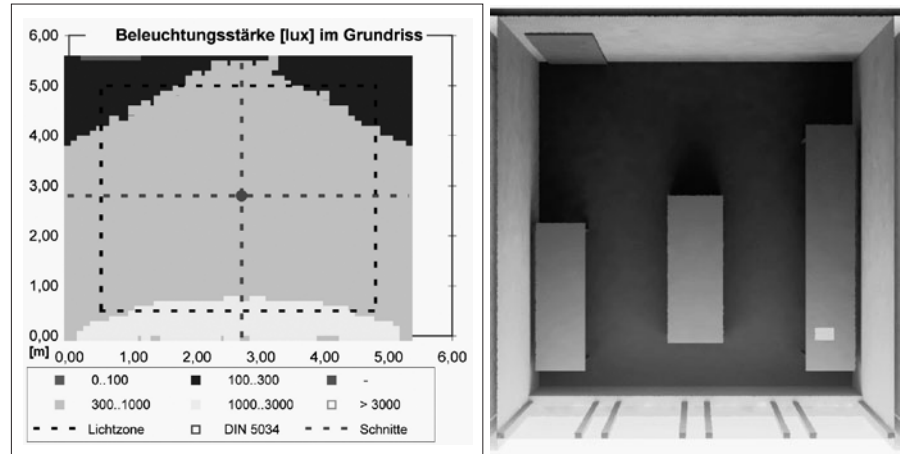
Abb. 17: 24 West\_Lamellen\_Sonne (21. März, 15 Uhr)



### Norden

Bei Sonne am 21. März 10 Uhr ist die Tageslichtversorgung perfekt: fast überall, außer in den hinteren Raumecken > 300 lx, fensternah < 50 cm: 1000–3000 lx

Abb. 18: 19 Nord\_Sonne (21. März, 10 Uhr)



Unter welchen Umständen ist an Nordfenstern ein Sonnenschutz vorzusehen?

- Wenn die Sonne im Sommer morgens und abends schräg hereinscheint
- Wenn eine gegenüberliegende Fassade blendet

Dies zeigen die folgenden Simulationen:

Die untersuchte Extremsituation zeigt direktes Sonnenlicht im Sommer morgens und abends im Norden. Dabei kommt es fensternah zu hohen Leuchtdichten (> 3000 cd/m<sup>2</sup>) und damit zu Blendung. Deswegen wäre ein (innenliegender) Sonnenschutz sinnvoll. Im Übrigen ist der Raum um diese Jahres- und Tageszeit auch noch bis in 3–4 m Raumtiefe ausreichend mit Tageslicht versorgt – abhängig von der Einfallsrichtung des direkten Sonnenlichtes, das hier einen notwendigen Beitrag leistet, der sonst durch künstliches Licht ersetzt werden müsste.

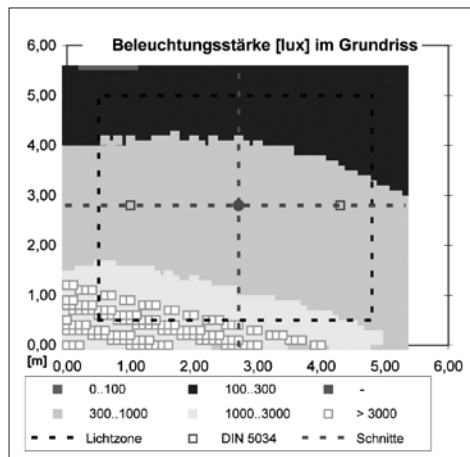


Abb. 19: 32 Nord\_Sonne (21. Juni, 18 Uhr)

Ein Rollo mit 70 % Lichtdurchlässigkeit ist aufgezogen und die Blendwirkung wird auf dem direkten Sonnenlicht bestrichenen Arbeitsplatz gezeigt. Mit dem Rollo gelingt es nicht, die Blendung durch das direkte Sonnenlicht zu vermeiden: Lichtstreifen mit Leuchtdichten  $> 2000 \text{ cd/m}^2$  befinden sich (nach wie vor) im Blickfeld des Arbeitsplatzes. Andererseits verschlechtert das Rollo die Belichtung der hinteren Raumhälfte. Bereits ab 2–3 m Raumtiefe werden 300 lx unterschritten. Das innenliegende Rollo ist ungeeignet, die dargestellte Situation zu moderieren.

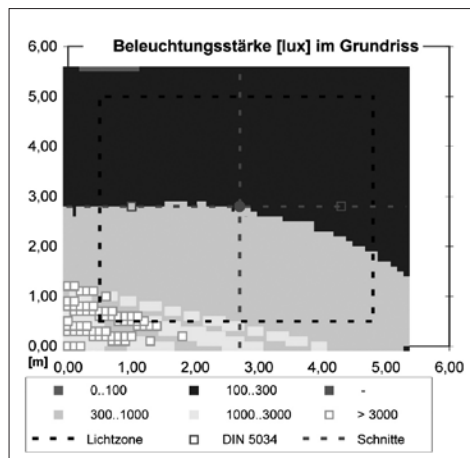


Abb. 20: 33 Nord\_Rollo\_Sonne (21. Juni, 18 Uhr)

Benachbarte Bebauung, die Teile der Himmelskuppel verdeckt, vermindert normalerweise, nämlich bei bedecktem Himmel, wie ausführlich gezeigt, das Tageslichtangebot. Wird ein gegenüberliegendes Gebäude aber von direkter Sonne angestrahlt, wird dessen Fassade zu einer sekundären Lichtquelle und kann die Tageslichtversorgung (vorübergehend) verbessern. Dies kann bei Ostfenstern abends und bei Westfenstern morgens der Fall sein. Bei Nordfenstern, wie hier gezeigt, mittags. Ein Höhenwinkel der Bebauung von  $15^\circ$  wird angenommen. Die Belichtung des Raumes ist gut, am dargestellten Arbeitsplatz blendet aber am Rande des Blickfeldes die sichtbare Fassade des gegenüberliegenden Gebäudes. Darauf reagiert die folgende Variante.



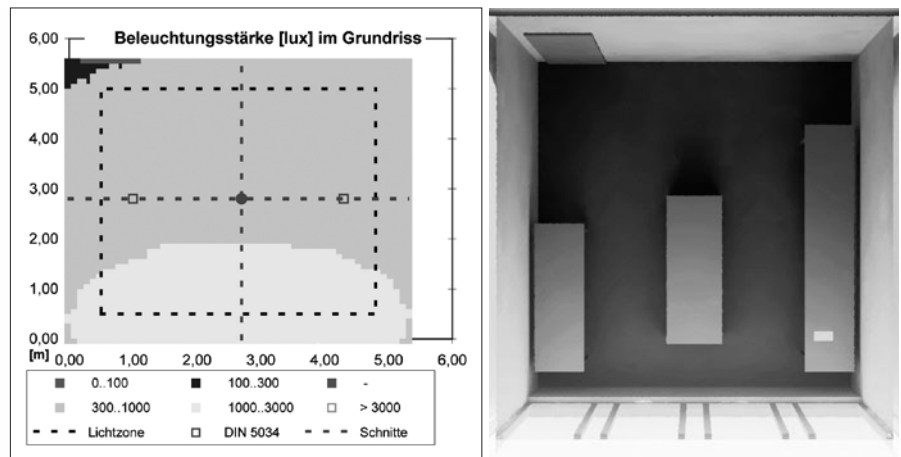


Abb. 21: 35 Nord\_Bebauung\_Sonne (21. Juni., 12 Uhr)

Hier ist das Rollo mit 70 % Lichtdurchlässigkeit bis zur Hälfte der Fensterhöhe aufgezogen. Die Belichtung der Tiefe des Raumes wird dadurch vermindert, bleibt aber auf ausreichendem Niveau. Die Blendung des Arbeitsplatzes wird vermindert. Auch hier ist die Funktion des Rollos nicht überzeugend, zuwenig Leuchtdichteminderung bei Blendung, zuviel Minderung der Bestrahlungsstärke in der Raumtiefe, wo keine Minderung erwünscht wäre.

Das Rollo ist in allen gezeigten Varianten unbefriedigend. Voraussichtlich ist auch an Nordfenstern die Jalousie die bessere Lösung.

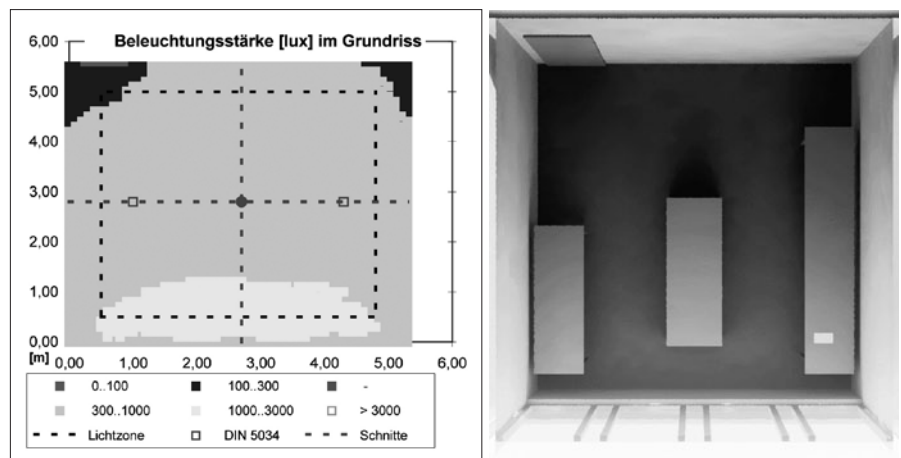
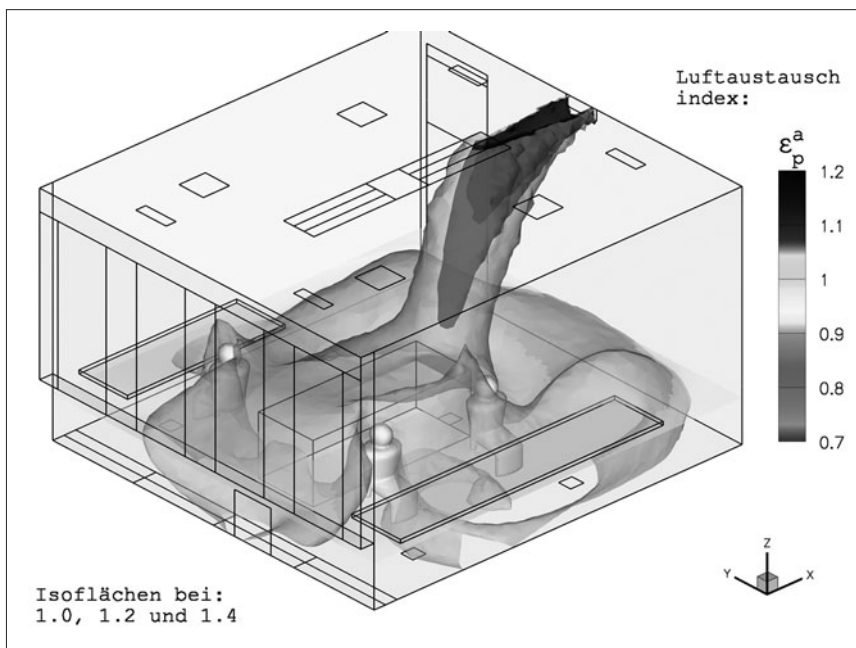


Abb. 22: 34 Nord\_Bebauung\_Rollo\_Sonne (21. Juni., 12 Uhr)

### Ausblick

An die vorgestellten Ergebnisse der Tageslichtsimulationen schließen sich die übrigen Teilstudien des Projekts an: Thermische Gebäudesimulation, dynamische Strömungssimulation (siehe Abbildung 23), Raumakustik und Farbgestaltung. Die Ergebnisse werden demnächst in geeignetem Rahmen vorgestellt werden.

Abb. 23: Beispiel einer dynamischen Strömungssimulation



### Danksagung

Wir danken den Förderern des Projekts Komfort-Büro! Handbuch für behaglichkeitsoptimierte Passivhausbüros: bm:wa und bm:vit über Energie der Zukunft, 1. Ausschreibung 2007. Programmmanagement: FFG

Ebenso danken die Autoren allen weiteren MitarbeiterInnen des Projekts, das hier nur in einem Teilaspekt präsentiert wurde: Thomas Zelger, Erna Motz, Wolfgang Huber, Maria Fellner, Astrid Scharnhorst (IBO), Bernhard Herzog (moon), Jürgen Obermayer (newenergy consulting), Sascha Buchholz (ALware), Markus Rösler, Ralf Gritzki, Wojciech Kozak, Alf Perschk (TU Dresden), Karl Torghelle (Spektrum), Pia Anna Buxbaum (archicolor).

## Zufriedenheit im Passivhaus

Alexander G. Keul, Universität Salzburg, FB Psychologie; TU Wien, Dept. f. Raumentwicklung, Infrastruktur- und Umweltplanung

In Österreich wird für geförderte Wohngebäude der Passivhausstandard [1] als Zielwert bis zum Jahr 2015 angestrebt. Sozialwissenschaftliche Evaluationsforschung [8] befragt dazu BewohnerInnen, die in Passivhaus-Projekte eingezogen sind, und gibt strukturierte Rückmeldungen über Stärken und Schwächen an Planung, Verwaltung und Bautechnik.

Für 492 Wiener Wohnungen in Passivhausstandard wurde die technische Erreichung der Planungs- und Energieeinsparungsziele überprüft [10]. Parallel erfolgte eine Untersuchung der Nutzerzufriedenheit in sechs Wiener Passiv-Wohnhausanlagen (Mühlweg, Utendorfsgasse - siehe Abb.1,2 -, Roschégasse, Kammelmweg B und E, „Melone“ Dreherstraße, Bezug 2006/07) mit zusammen 425 Wohneinheiten [3,4]. Fragebögen des Autors zur Nutzerzufriedenheit füllten 225 BewohnerInnen (53 %) aus. Das Projekt „Melone“ Dreherstraße wurde vom Bauträger direkt evaluiert [6]. Als statistische Vergleichsgruppe dienten 156 Häuser und Wohnungen im Wiener Altbestand.

Abb. 1: PH-Anlage Am Mühlweg, Wien 21.

Abb. 2: PH-Anlage Utendorfsgasse, Wien 14.



Tabelle 1 zeigt ausgewählte Technik-, BewohnerInnen- und Evaluationsdaten der sechs Siedlungen und damit verglichener Altbauten. Bis auf Mühlweg und Kammweg E (Holzmischbau) handelt es sich um Massivbauten. Technik- und Energiedaten wurden der Passivhaus-Objektdatenbank [7] entnommen. Alle Objekte wurden rund ein halbes Jahr nach Bezug evaluiert. BewohnerInnenalter, Haushaltsgrößen und Wohnungsgrößen waren in Passivhäusern und Altbestand vergleichbar; die Kinderzahl schwankte stärker. Das mittlere Wohlbefinden war in drei Siedlungen überdurchschnittlich hoch und dabei proportional zur Technikvermittlung und Sympathie für die Wohnform. Das Passivhaus als Hauptgrund für die Wohnungswahl erreichte nur in drei Siedlungen 40 % und mehr – die Wohnlage war bei weitem wichtiger. Probleme mit der Heizung wurden in der ersten Wohnzeit häufiger berichtet als Lüftungsprobleme.

Siedlungen	Mühlwg	Utendorf	Roscheg	KammB	KammE	Dreher	Altbau
Bauträger	BAI	HÖ	AH	Mischek	Mischek	BUWOG	-----
Wohneinheiten	70	39	114	88	87) 61	27	156
Geschoße	5	5	5	7	7	5	versch.
Nutzfläche	9.050	2.987	9.900	8.260	7.104	2.405	versch.
Energiekennzahl kWh/m <sup>2</sup>	13,1	14,5	7,3	13	11	13	-----
Heizlast W/qm	11,4	9,13	7,2	7,9	8,6	10	-----
Mechanische Lüftung	zentral	zentral	dezentral	zentral	dezentral	zentral	keine
Heizung*	NHR	NHR	WP	NHR	NHR	NHR	versch.
Bezug Wohnung im	Nov.06	Nov.06	Dez.06	Okt.07	Okt.07	Sep.07	versch.
Evaluation	Apr.07	Mai 07	Mai 07	Mai 08	Mai 08	Apr.08	08/09
Rücklauf %	65,7	79,5	39,5	63,6	49,2	63,0	-----
Alter MW	38,4	34,5	36,3	37,3	37,6	-----	41,4
Alter Range	19-74	20-55	21-60	23-60	22-70	-----	19-88
Haushaltsgröße	2,2	2,4	2,7	2,5	2,1	-----	2,9
Rechtsform	Miete	Miete	Miete	Miete	Eigentum	Miete	versch.
Wohnfläche m <sup>2</sup> MW	87	73	87	94	90	89	90
<b>Wohlbefinden MW</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>2,1</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>
Passivhaus-Info %	78,3	83,9	91,1	82,1	73,3	(94) <sup>a</sup>	34,5
Passivhaus-Wahlgrund %	40,0	6,9	29,5	24,1	40,0	53	-----
<b>PH sympathisch %</b>	<b>73,9</b>	<b>83,9</b>	<b>75,0</b>	<b>63,6</b>	<b>30,0</b>	<b>(65)<sup>a</sup></b>	<b>67,3</b>
<b>Technik-Vermittlung gut %</b>	<b>54,3</b>	<b>54,8</b>	<b>73,3</b>	<b>28,6</b>	<b>14,3</b>	<b>(59)<sup>a</sup></b>	-----
Kommunik. Hausverw. gut %	30,2	32,1	24,4	47,8	0,0	-----	37,0
Probleme mit Heizung %	39,1	29,0	17,8	10,7	13,3	35,3	-----
Probleme mit Lüftung %	15,6	13,0	17,8	14,3	23,3	47,0	-----

Tab. 1: Ausgewählte Technik-, BewohnerInnen- und Evaluationsergebnisse.

Anmerkungen:  
 Energiekennzahl (PHPP) und Heizlast (PHPP) aus [7];  
 Heizung\* NHR = Nachheizregister, WP = Wärmepumpe;  
 (Dreherstraße) <sup>a</sup> – andere Frageform

Laut Abbildung 3 hatten fünf Wiener Passivhausprojekte bessere hohe Wohnzufriedenheitswerte als der Altbestand, nur eines (Kammelweg E) lag dabei in etwa niveaugleich.

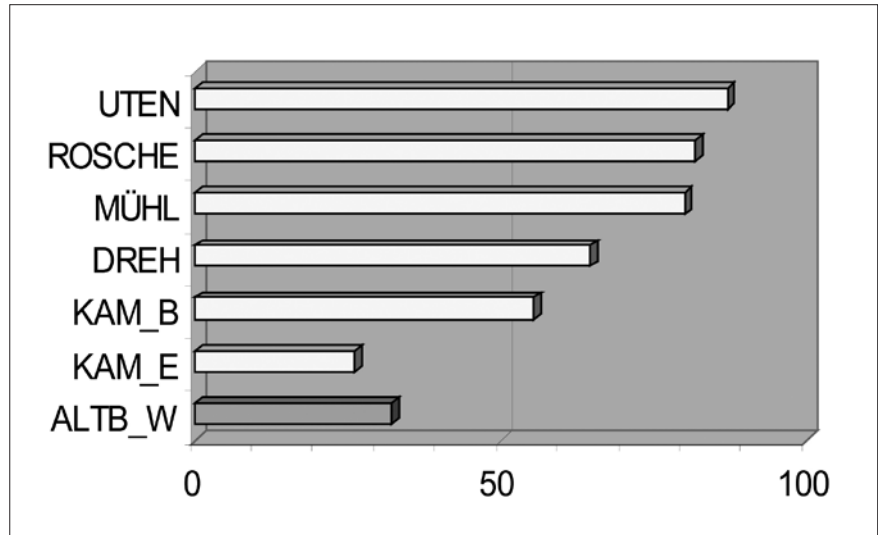


Abb. 3: Anteil sehr hoher subjektiver Wohnzufriedenheit (in Prozent)

Von ihrer Umwelteinstellung her sind Wiener Passivhaussiedler keine „Grünpuppe“, sondern im „Mainstream“. Einige Projekte erreichten nach ihren Sympathiewerten sogar Markenqualität. Sensibel war die Einstellphase von Lüftung und Heizung direkt nach dem Einzug. Schriftliche Informationen zum Haus wurden von den BewohnerInnen meist positiv beurteilt, persönliche Erläuterungen erscheinen noch als verbesserungsfähig.

Für Bewohner hilfreich ist eine simple Gebrauchsanweisung für das anfangs ungewohnte Lüftungs-Heizungssystem. Mit längerer Wohndauer wird das Leben im Passivhaus besser beurteilt: In der Utendorfgasse stiegen die hohen Sympathiewerte von 2006 auf 2008 von 77 % auf 94 %. Auch deshalb sollten Evaluationsuntersuchungen nicht nur einmal kurz nach Bezug des Gebäudes (in der sensiblen Einstellphase!), sondern als Längsschnitt über die Nutzungsdauer angesetzt werden, wie beim PH Am Mühlweg bereits realisiert.

Ähnlich wie in Hessen [2] zeigte sich auch in Wien, dass Passiv-Wohnanlagen durchaus mehrheitsfähig sind [3], wenn Verständnis und Information durch gute Technikvermittlung wachsen. So ist auch die Einstellphase der Haustechnik kein Imageschaden. Die „Diffusion der Innovation“ Passivhaus [9] erfolgt in jedem Fall nicht automatisch, sondern erfordert sensible Kommunikationsarbeit.

Die Evaluation Mühlweg wurde von „Haus der Zukunft“, BM:VIT Wien, beauftragt. Die Wiener Wohnbauforschung unterstützte das Forschungsprojekt NaMAP. Detaillerggebnisse sind unter [www.wohnbauforschung.at](http://www.wohnbauforschung.at) abrufbar. Eine ausführlichere Darstellung des Passivhaus-Evaluationsprojektes findet sich in [3].

## Literatur

- [1] Feist, W. (1992). Das Passivhaus. Heidelberg: C.F.Müller.
- [2] Hallmann, S., Mack, B. (2004). Wohnen in Passivhäusern – Verzicht oder Luxus? *Umweltpsychologie*, 8, 124-135.

- [3] Keul, A.G.. (2008). Wiener Passivhäuser erfolgreich im Mainstream. 12.Internationale Passivhaustagung, Nürnberg, 11.-13.4.
- [4] Keul, A.G., (2010). Analyse der Nutzerzufriedenheit bestehender Wiener Passiv-Wohnhausanlagen. 14.Internationale Passivhaustagung, Dresden 28.-29.5.
- [5] Keul, A.G. (2010). Zur Akzeptanz des Passivhauses im Massenwohnbau. Evaluation (POE) acht österreichischer Siedlungen und Vergleich mit konventionellen Bauten. *Umweltpsychologie*, 14, 66-88.
- [6] Kurzmann, G. (2008). Kundenbefragung Passivhausbauweise 1110 Dreherstraße 66, Objekt 01201. Wien: Internes BUWOG-Papier.
- [7] Lang, G. (2006). 1000 Passivhäuser in Österreich, Passivhaus-Objektdatenbank, Interaktives Dokumentations-Netzwerk Passivhaus, 2.Dokumentationsperiode 2004-2005. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- [8] Preiser, W.F.E. & Vischer, J.C. (Eds.). (2005). *Assessing Building Performance*. Amsterdam: Elsevier.
- [9] Rogers, E.M. (1995). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- [10] Treberspurg, M., Smutny, R. & Grüner, R. (2010). Energiemonitoring der bestehenden Passiv-Wohnhausanlagen in Wien. 14.Internationale Passivhaustagung, Dresden 28.-29.5., AG.4.

## Raumlufthygiene in unterschiedlichen Gebäudekonzepten

Peter Tappler, IBO Innenraumanalytik OG

### Einleitung

Der erfolgreichen Verbreitung neuer, innovativer Gebäudekonzepte steht die Meinung gegenüber, dass die in modernen Gebäuden eingesetzten Technologien zu zahlreichen technischen Problemen und in der Folge zu gesundheitlichen Risiken führen könnten. Aus diesem Grund besteht der Bedarf an belastbaren Fakten über den Zusammenhang zwischen Gesundheitsstatus der Nutzer und Gebäudekonzept.

Unterschiedliche Gebäudekonzepte (Passivhaus, Niedrigenergiehaus, Plusenergiehaus etc.) lassen sich in Bezug auf die Innenraumhygiene in jeweils zwei nicht streng abgrenzbare Kategorien gliedern, die eine Orientierung ermöglichen:

- Eine Kategorisierung orientiert sich an der Art der Lüftung, wobei Gebäude mit meist zentraler, mitunter auch dezentraler mechanischer Lüftung mit Wärmerückgewinnung und solche, bei denen auf andere Art versucht wird, die notwendige Frischluftmenge in die Räume einzubringen (Fensterlüftung, reine Abluftsysteme), unterschieden werden.
- Eine andere mögliche Kategorisierung unterscheidet zwischen Gebäuden, bei denen bei Errichtung und Betrieb explizit Wert auf eine schadstoffarme Ausführung gelegt wird und solchen, in denen dies kein Thema ist. Eine derartige Unterscheidung wird beispielsweise in ÖNORM EN 15251 (2007) ausgeführt.

### Parameter für die Raumlufthygiene

Die Hygiene der Raumluft wird von vielen unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Dazu gehören unter anderem der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft, der wiederum abhängig von Belegung und Größe der Räume ist, sowie klimatische Einflüsse wie die Luftfeuchtigkeit oder die Lufttemperatur, deren Zusammenspiel bspw. die Schimmelbildung beeinflussen kann. Auch VOC- und Formaldehydgehalt, der von der Art und Zusammensetzung der Oberflächenbeschichtungen und Möblierung beeinflusst wird, tragen wesentlich zur Raumlufthygiene bei.

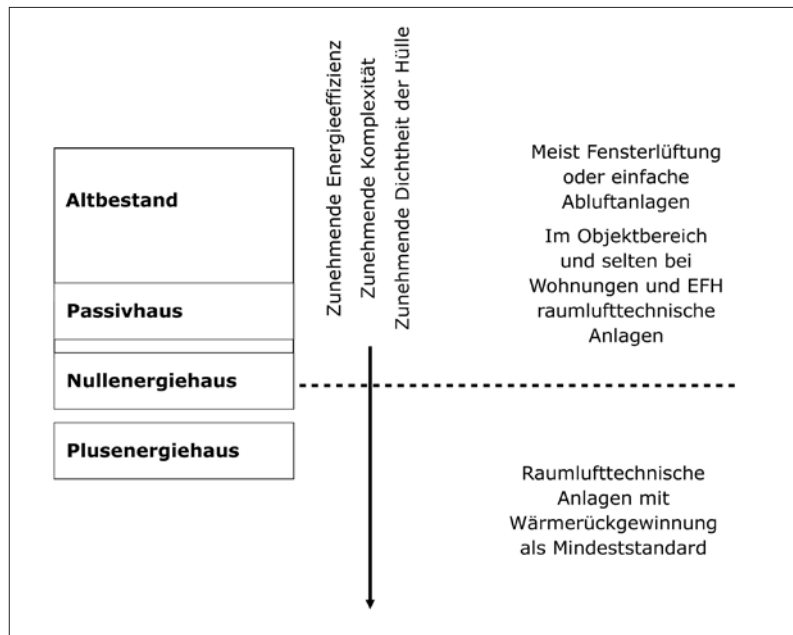
Vor allem die Art der Lüftung als auch das Schadstoffmanagement bei Errichtung und Betrieb üben einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit, die Gesundheit und das Wohlbefinden der Nutzer aus. Dies ist der Grund dafür, dass sich beide Punkte in nahezu allen Gebäudelabels als Vorgaben prominent wiederfinden. Die meisten innovativen Gebäudekonzepte – das bekannteste Beispiel ist das Passivhaus – sind fix mit Mindestanforderungen an die Lüftung der Räume verbunden. Der Grund dafür ist unter anderem, dass diese Art von Gebäuden nur mit sehr effizienter Wärmerückgewinnung, die es lediglich in Verbindung mit einer raumluftechnischen Anlage gibt, die entsprechenden Kennzahlen erreichen kann.

Für die Innenraumluftqualität ist es nicht von Belang, ob diese Gebäude nun „CO<sub>2</sub>-neutral“ oder „passiv“ genannt werden, Plusenergie versprechen oder zusätzlich beheizt werden: für

die Behaglichkeit und Gesundheit der Nutzer ist die notwendige Luftmenge und -qualität, deren Einbringung in die Räume sowie die Auswahl und Emission vor allem der Innenausstattung von zentralem Interesse.

Innenraumhygiene geht aber über die Raumluft hinaus: sie umfasst z.B. sauberes Trinkwasser, Reinigung von Objekten und Oberflächen sowie das weite Gebiet der Krankenhaushygiene.

Abb. 1: Gebäudekonzepte und Lüftungsanforderungen



### Vorgaben für die Innenraumhygiene

Vor allem in den letzten 10 Jahren stiegen die Anforderungen an die Raumluft signifikant an, es wurde eine erhebliche Zahl von Normen und Richtlinien, die sich mit Innenraumhygiene beschäftigen, veröffentlicht.

Tab. 1: Milestones für die Innenraumlufthygiene in Österreich (Auswahl)

Jahr	Publikation
1996	Deutsche Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema
1997	Wegweiser für eine gesunde Raumluft, Umweltministerium (BMLFUW)
1999	Gründung Arbeitskreis Innenraumluft am BMLFUW
2003	Erste österreichische Richtwerte für die Innenraumluft der Österreichischen Akademie der Wissenschaften/ BMLFUW
2005	ÖNORM EN 13779: Grundlagen für Lüftung von Objekten (2008 aktualisiert)
2006	ÖNORM H 6038: Grundlagen für Lüftung von Wohnungen
2007	ÖNORM EN 15251: Kategorisierung von Gebäuden in Bezug auf Schadstoffe
2007	OIB Richtlinie 3: Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz
2008	ÖNORM H 6039: Grundlagen für Lüftung von Schulräumen
2010	Gemeinsame Richtlinie der AGÖF und des BMLFUW zur Bewertung von Gerüchen in Innenräumen(Entwurf)



Gesetzliche Vorgaben für den Neubau und die Sanierung von Gebäuden wurden in den OIB-Richtlinien niedergelegt, die 2007 unter Anwesenheit der Vertreter aller Bundesländer einstimmig beschlossen wurden. Sie basieren auf den Beratungsergebnissen der von der Landesamtsdirektorenkonferenz zur Ausarbeitung eines Vorschlags zur Harmonisierung bautechnischer Vorschriften eingesetzten Länderexpertengruppe. Die OIB-Richtlinien dienen als Basis für die Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften und wurden mittlerweile von fast allen Bundesländern zu diesem Zweck herangezogen und rechtlich verbindlich gemacht.

Für die Innenraumluft ist vor allem die OIB Richtlinie 3: Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz relevant. In den Bundesländern, in denen die OIB Richtlinie 3 in die jeweiligen Bauordnungen übernommen wurde (dies sind mittlerweile fast alle in Österreich), sind die entsprechenden Vorgaben sowohl bei Neubau als auch bei größeren Sanierungen zu beachten und umzusetzen. Details findet man in den Erläuterungen zur OIB Richtlinie 3 ([http://www.oib.or.at/RL3\\_250407.pdf](http://www.oib.or.at/RL3_250407.pdf)).

Link zu den Erläuterungen zur OIB Richtlinie 3: [http://www.oib.or.at/EB3\\_250407.pdf](http://www.oib.or.at/EB3_250407.pdf)

Um die eher allgemein gehaltenen Vorgaben der Bauordnungen in Bezug auf Schadstoffe und Lüftung mit konkreten Inhalten zu füllen und zu präzisieren, wurden seit 2003 vom Lebensministerium (BMLFUW) und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für Innenräume (z.B. Büros, Schulen und Wohnräume) Richtwerte zur Bewertung der Innenraumluft erstellt. In den Erläuterungen der OIB Richtlinie 3 wird auf diese Richtwerte als Beurteilungsgrundlage verwiesen. Es werden zum Teil die gleichen Substanzen behandelt wie in der Liste gesundheitsschädigender Arbeitsstoffe, die Richtwerte liegen jedoch aus Vorsorgegründen weit unter den Arbeitsschutzgrenzwerten. Innenraum-Richtwerte gelten für Wohnungen, aber auch für Büros und Schulen und andere Innenräume. Diese Richtwerte sind in der Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft enthalten und wurden auf der Website des Lebensministeriums (BMLFUW) veröffentlicht. Zusätzlich wurden Empfehlungen zu aktuellen Innenraumthemen, genannt „Positionspapiere“, vom Arbeitskreis Innenraumluft des BMLFUW auf der Website des Lebensministeriums veröffentlicht.

Für manche Schadstoffe, z.B. CO<sub>2</sub> oder VOC (flüchtige organische Verbindungen) werden auf Grund der Tatsache, dass keine definierten Grenzen für das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit beeinträchtigende Konzentrationen vorliegen, sondern steigende Konzentrationen

Tab. 2: Klassifizierung der Innenraumluftqualität in Hinblick auf Schadstoffe laut Akademie der Wissenschaften/ BMLFUW

Substanz	Bezeichnung	Raumluftkonzentration [mg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkungen
Formaldehyd	WIR – wirkungsbezogener Innenraumrichtwert	0,10	Halbstunden-Mittelwert
		0,06	24h-Mittelwert
Tetrachlorethen (TCE, PER)	WIR – wirkungsbezogener Innenraumrichtwert	0,250	7-Tages Mittelwert
Styrol	WIR – wirkungsbezogener Innenraumrichtwert	0,040	7-Tages Mittelwert
		0,010	Stunden-Mittelwert, bei Unterschreitung keine 7-Tages Messung nötig
Toluol	WIR wirkungsbezogener Innenraumrichtwert	0,075	Stunden-Mittelwert

kontinuierliche Verschlechterungen der Raumluftqualität anzeigen, Kategorien gebildet, die die Luftqualität bezeichnen. In der Beurteilung in Bezug auf Mindest- und Zielvorgaben für den Parameter CO<sub>2</sub> wird zwischen natürlich und mechanisch belüfteten Innenräumen unterschieden.

Mindest- und Zielvorgaben für dauernd von Menschen genutzte Innenräume	
natürlich belüftete Innenräume	mechanisch belüftete Innenräume
Zielbereich für die Innenraumluft < etwa 1000 ppm	Zielbereich für die Innenraumluft < etwa 800 ppm
Mindestvorgabe 1-MWg < etwa 1400 ppm	Mindestvorgabe 1-MWg < etwa 1000 ppm
Mindestvorgabe Alle Einzelwerte im Beurteilungszeitraum: < etwa 1900 ppm	Mindestvorgabe Alle Einzelwerte im Beurteilungszeitraum: < etwa 1400 ppm

Tab. 3: Klassifizierung der Innenraumluftqualität in Hinblick auf CO<sub>2</sub> laut Akademie der Wissenschaften/BMLFUW. 1-MWg = maximaler gleitender Stundenmittelwert

Die Vorgaben sind auch deshalb als Bereiche mit fließenden Übergängen formuliert, da auch die je nach Standort des Gebäudes unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Konzentration der Außenluft Einfluss auf die CO<sub>2</sub>-Konzentration innerhalb der Räume hat. Es existiert nach Ansicht der Kommission auch keine scharfe Grenze, ab der ein Raum als „zu hoch belastet“ einzustufen ist, sondern es zeigt sich vielmehr ein fließender Übergang zwischen guter, akzeptabler und unzureichender Raumluft.

Link zu österreichischen Richtwerten: <http://www.umwelt.net.at/article/archive/7277/>

Für eine Umsetzung von Wohnraumlüftungen wurden vor allem Normen und normähnliche Regelwerke (z.B. die vom Verein Deutscher Ingenieure herausgegebenen VDI-Richtlinien) herausgegeben. In zunehmendem Ausmaß gleichen sich die nationalen Regelwerke an bzw. werden durch EU-weite Regelungen ersetzt.

Eine Zusammenstellung innenraumrelevanter Normen findet man im Teil „Normen und Regelwerke“ der „Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft“, herausgegeben als lose Blattsammlung vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften Normen und VDI-Richtlinien sind am Österreichischen Normungsinstitut erhältlich.

Orientierungswerte zu durchschnittlich in Innenräumen auftretenden Konzentrationen erhält man bei der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF), hier wurde auch eine Richtlinie zur Bewertung von Gerüchen publiziert.

Link zu den AGÖF-Werten: <http://agoef.de/agoef/oewerte/orientierungswerte.html>

### Raumluftqualität in neuen Gebäudekonzepten

Eine Reihe von Studien zeigt, dass die bessere Belüftung von Räumen, die in neuen Gebäudekonzepten Standard ist, zu signifikanter Verbesserung der subjektiven Einschätzung der Luftqualität, zur Reduktion von Beschwerden und zur Steigerung der Leistungsfähigkeit führt. Neueste Ergebnisse von Untersuchungen an mechanisch belüfteten Einfamilienhäusern in Kanada und Deutschland bestätigen die Einschätzung, dass Lüftungsanlagen im Vergleich zu natürlich belüfteten Gebäuden eher positive als negative gesundheitliche Auswirkungen ha-

ben. Die Radonkonzentration ist durch einen effektiveren Luftaustausch ebenfalls eher niedriger als in den Vergleichsobjekten. Hinsichtlich der Schadstoffkonzentration zeigt sich, dass hohe Konzentrationen während der Bauphase innerhalb weniger Monate nach dem Bezug der Wohnungen generell deutlich reduziert werden konnten. Die Schadstoffkonzentrationen liegen deutlich unter denen von Häusern ohne Lüftungsanlagen, in denen dieselben Baustoffe eingesetzt wurden. Auch hinsichtlich mikrobieller Belastungen zeigten sich geringere Keimzahlen. Eine geeignete Filterung der Außenluft, wie sie bei aufwändigen kontrollierten Wohnraumbelüftungsanlagen üblich ist, bewirkt eine Reduktion vor allem saisonaler Allergene sowie biogener Luftverunreinigungen und Stäube (Feinstäube) aus der Außenluft (Hutter et al. 2005: Auswirkungen energiesparender Maßnahmen im Wohnbau auf die Innenraumluftqualität und Gesundheit). Ein Irrtum wäre es jedoch, zu glauben, dass allein durch Lüftung Schadstoffprobleme vermieden werden können, dies zeigt beispielsweise eine Studie aus der Schweiz (Coutalides et al. 2007: Livotev).

Mit zunehmender Energieeffizienz steigen jedoch in der Regel auch die Komplexität und die Kosten für die Haustechnik überproportional an. Gleichzeitig verstärken sich die Anforderungen an die Qualität der Innenraumluft. Die hohen Anforderungen an ausreichende personen- und flächenbezogene Luftmengen und Schadstofffreiheit können sowohl im Objektbereich als auch im Wohnbau nur durch raumlufttechnische Anlagen, die den neuesten hygienischen Standards entsprechen, in Verbindung mit einem funktionierenden Chemikalienmanagement gewährleistet werden. Dies gilt verstärkt für den Sanierungsbereich.

In Befragungen von Nutzern zeigt sich, dass Hygiene- und Behaglichkeitsargumente bei raumlufttechnischen Anlagen ein zentrales Argument ihrer Annahme oder auch Ablehnung sind. Bei komplexer Haustechnik, vor allem in Verbindung mit Nutzern, die darauf nicht vorbereitet sind, treten bisweilen unangenehme Probleme auf: zu hohe Luftmengen bei Wohnungen im Winter und dadurch trockene Luft, laute Lüftungsgeräte und Strömungsgeräusche oder verschmutzte Luft-Erdwärmetauscher. Als problematisch wird bei Anlagen ohne Befeuchtung vor allem die mitunter recht trockene Luft in der kalten Jahreszeit empfunden, die erhöhte Krankheitsanfälligkeit und Materialschäden zur Folge haben kann.

Als bekannte Probleme bei Klimaanlage in größeren Objekten haben sich als stagnierend empfundene Luft (Monotonie) und ein als nicht kontrollierbar empfundenes Umfeld (nicht zu öffnende Fenster und individuell nicht veränderbare Lufttemperaturen bei Klimaanlage) erwiesen. Auch die sommerliche Überwärmung stellt häufig ein Problem dar.

### **Projekt Raumlufte 2020**

Um zumindest qualitativ messbare Werte in Bezug auf Raumluftequalität in Zusammenhang mit Lüftungsanlagen darstellen zu können, führt das IBO zur Zeit eine Studie zur Erhebung der Raumluftequalität und Bewohnergesundheit in neu errichteten Häusern und Wohnungen durch. Diese Studie wird im Rahmen der 1. Ausschreibung des Programms „Neue Energien 2020“ des Klima- und Energiefonds vom IBO gemeinsam mit dem Institut für Umwelthygiene der Medizinischen Universität Wien und der IG Passivhaus durchgeführt und im Herbst 2012 abgeschlossen. Im Rahmen der Studie werden sowohl Raumluftemessungen in Passivhäusern und konventionell errichteten Häusern ohne Lüftungsanlage als auch Erhebungen der Bewohnergesundheit durchgeführt und einander gegenübergestellt.

### **Ausblick**

Nur hoffnungslose Retroromantiker träumen noch immer von einer Rückkehr zu einem fantasierten Idealzustand, als der manch ein Gebäudemodell aus der Vergangenheit angesehen wird – dies meist ohne sich mit den Beschränkungen dieser aus gutem Grund in der Versenkung verschwundenen Modellen auseinanderzusetzen. Da unsere Raumbedürfnisse wachsen und Energie immer knapper und sicher nicht billiger wird, wird es keinen Weg zurück zu einfachen Gebäudekonzepten geben.

Der Weg geht vielmehr zu Entwicklung von Detaillösungen und technischen Innovationen. Das Konzept der Komfortlüftung (unabhängige Infos dazu unter <http://www.komfortlüftung.at>) ist Lichtjahre von den ersten Gebäuden mit damals so bezeichneten „Zwangslüftungen“ entfernt.

### **Trends, Thesen und Ausblicke zu Raumluftqualität und modernen Gebäudekonzepten:**

- Die größte Herausforderung für neue Gebäudekonzepte ist die Altbausanierung
- Gesunde Innenräume und Wirtschaftlichkeit sind kein Widerspruch
- Nachhaltiges Bauen bedeutet Behaglichkeit, ausreichende Luftzufuhr und Freiheit von Schadstoffen
- Bedürfnisse der Nutzer müssen berücksichtigt werden – sie sind wesentlich für die Akzeptanzverbesserung der RLT Anlagen
- Gebäudelabels werden zum Verkaufsargument im Objektbereich
- Gebäude ohne raumlufttechnische Anlagen entsprechen (bis auf wenige Ausnahmen) nicht den Bauordnungen der Länder und erleiden einen Wertverlust
- Schlecht geplante und betriebene Gebäude mit raumlufttechnische Anlagen fügen der Branche einen schwer wieder gutzumachenden Imageschaden zu
- Hygiene- und Behaglichkeitsstandards sind bei raumlufttechnischen Anlagen ein zentrales Argument ihrer Annahme oder auch deren Ablehnung
- Feuchterückgewinnung, aktive Befeuchtung und nutzerabhängige Regelung treten bei Lüftungsanlagen in den Fokus der Aufmerksamkeit
- Schadstoffarme Bauweise und Lüftungsanlagen werden zum Standard für alle Gebäudekonzepte und erhöhen den Wert des Gebäudes
- Zunehmend spezielle Anforderungen neuerer Gebäudekonzepte verlangen massive Spezialisierung im Bereich Haus- und Lüftungstechnik sowie Materialauswahl bei Professionisten
- Es gibt unüberschaubar viele Möglichkeiten für Hygiene-, Bau- und Ausführungsmängel vor allem in der Haus- und Lüftungstechnik, diese Mängel treten auch in der Praxis auf
- Es besteht massiver Schulungsbedarf vor allem bei Detaillösungen, die auf breiter Basis Professionisten zu vermitteln sind
- Fachkompetenz „Innenraumhygiene“ wird bei Handwerkern und Bauexperten zum Verkaufsargument

Literatur beim Verfasser erhältlich:

DI. Peter Tappler, [p.tappler@innenraumanalytik.at](mailto:p.tappler@innenraumanalytik.at), [www.innenraumanalytik.at](http://www.innenraumanalytik.at)

# Das Solar-Aktivhaus – Mechanische Lüftung und Fensterlüftung im Vergleich

Georg W. Reinberg, Architekturbüro Reinberg

Leo Obkircher, Technisches Planungsbüro Obkircher

## Einleitung

Das Passivhaus gilt inzwischen als etabliert und wird zunehmend zum Standard. Nun gilt es, die Entwicklung weiterzutreiben und nicht nur den Heizenergiebedarf zu minimieren, sondern auch den Warmwasserbedarf und den Strombedarf durch das Gebäude selbst zu decken. Das zukünftige Gebäude sollte selbst so viel Energie produzieren, dass es den eigenen Jahresbedarf decken kann und im Weiteren auch die Herstellungsenergie kompensiert.

In diesem Sinne wurde Architekt Georg W. Reinberg von Sonnenkraft beauftragt ein neues Hauskonzept zu entwickeln, das verstärkt auf aktive Solarnutzung setzt. Ziel war es, ein Haus zu entwickeln, das auf höchste Effektivität ausgerichtet ist. Bewusst sollten weder „neue Techniken“ auf alte, traditionelle Architektur aufgesetzt werden, noch die ökologischen Fragen rein formalistisch und vordergründig beantwortet werden.

Das Gebäude ist nunmehr seit über einem Jahr in Nutzung und wird im Rahmen des MIMA Projektes vermessen und gemonitort.

## Die Vorgaben

Das Gebäude sollte sowohl beim Bau, im Betrieb und beim Recycling einen sehr geringen Energieverbrauch aufweisen. Durch die Verwendung möglichst ökologischer Baustoffe und von Solarenergie als möglichst einziger Energiequelle sollte die Umweltbelastung minimiert werden. Zugleich sollte durch optimierte Tageslichtnutzung, hochwertige Architektur und baubiologisch vorteilhafte Baustoffe beste Luft- und Wohnqualität erzielt werden. Zusätzlich sollte das Haus durch eine Offenheit und Transparenz die Umgebung einbeziehen. Ein weiterer wichtiger Punkt war die finanzielle Leistbarkeit für Durchschnittsbürger. Die Mehrkosten gegenüber einem konventionellen Niedrigenergiehaus sollen durch verringerte Energiekosten unter Berücksichtigung der üblichen Förderbestimmungen innerhalb von 10 bis 15 Jahren wieder eingespart werden können.

## Architekturkonzept

Im Entwurf war es dem Architekten wichtig, die neuen Techniken jeweils in der optimalen Position anzubringen und das Konzept und die Qualität der Solarstrategien selbst als „Architekturelemente“ zu nutzen. Das Potenzial der Südseite wird für die einzelnen Solarstrategien unterschiedlich genutzt: z.B. stehen die gleichen besonnten Flächen, die die Wintersonne (passiv) nutzen (nämlich die Südfenster) im Sommer für die Stromerzeugung zur Verfügung. Da die PV Elemente im Winter nur sehr wenig Strom liefern würden, im Sommer aber den Großteil ihres Produktionspotenzial besitzen, sind sie flachgeneigt zur Sommersonne orientiert. Die Solarfenster sind größtenteils vertikal angeordnet, da sie ja nur im Winter Wärme liefern sollen.

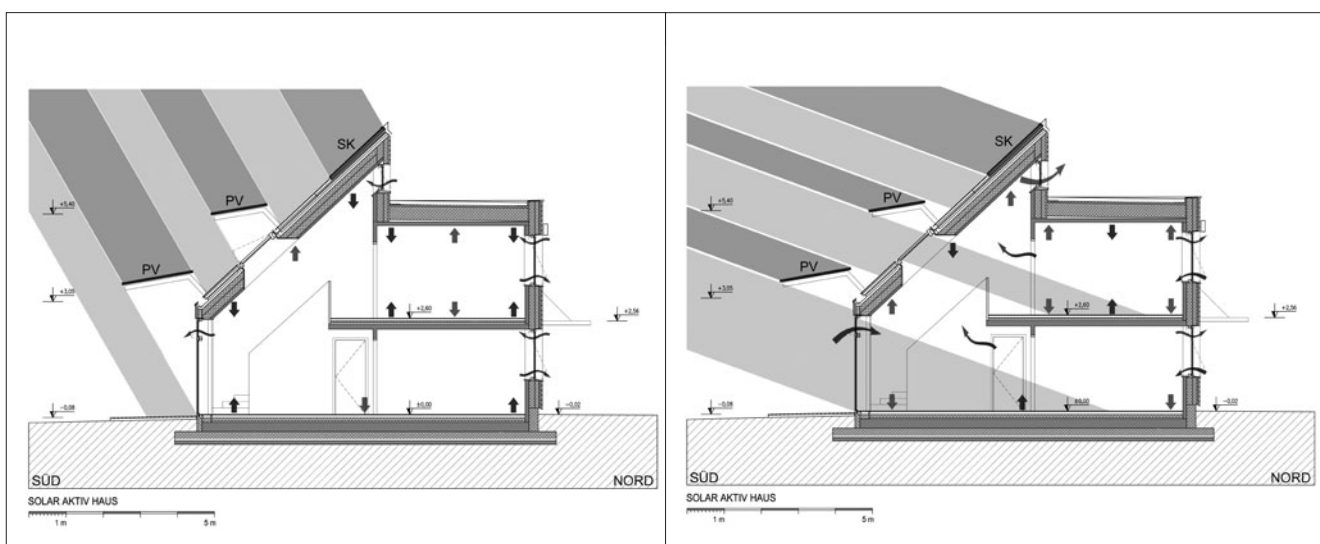
Die thermischen Solarkollektoren sind zur Steigerung der Effizienz ins Gebäude integriert. Die Zahl der Kollektoren ist dabei je nach Bedarf der Bewohner und entsprechend dem Standort variabel. Im gegebenen Fall, Bauplatz Kärnten und 600 m Seehöhe sind relativ gute Solarstrahlungswerte gegeben. Wesentlich bei der Entwicklung dieses Haustyps war jedenfalls, dass man sich nicht auf ein rein technisches Konzept und Energielimits reduziert, sondern die Architektur selbst dazu verwendet, um die technischen Systeme so zu optimieren, dass deren Produktion voll genutzt wird. Bei der Entwicklung des Gebäudetyps wurde zudem darauf geachtet, dass er nicht nur als Einfamilienhaus, sondern auch als Reihenhaus verwendet werden kann.

### Konzept der Gebäudetechnik

Grundlage für den Einsatz der Haustechnik ist eine sehr gute Gebäudehülle, die nur in Details vom Passivhausstandard abweicht. Zum Einsatz kamen ausschließlich bereits bewährte Produkte. Die Technikkomponenten zielen auf eine ganzjährige energetische Selbstversorgung des Gebäudes. Beispiele für Elemente des Haustechnikkonzeptes sind:

- Passive Solarnutzung: durch guten sommerlichen Überhitzungsschutz werden Überwärmungen ausgeschlossen. Dadurch können die üblichen Limits für die passive Solarnutzung (Tageslichtführung) wesentlich überschritten werden.
- Das System „Solar Complete“ besteht aus ca. 20 m<sup>2</sup> thermische Kollektoren, einem Speicher und einer Wärmepumpe. Speicher, Wärmepumpe und alle Verschaltungselemente sind vorgefertigt.
- 35–40 m<sup>2</sup> PV Elemente sollen den Jahresstrombedarf des Gebäudes decken und dienen zugleich der Beschattung.
- Für die kontrollierte Lüftung wurden testweise zwei Systeme erarbeitet: Entweder wird die Frischluft über ein Kompaktgerät mit Erdkollektor und Gegenstromstromwärmetauscher eingebracht, das mittels CO<sub>2</sub>-Sensor drehzahlregelt ist, oder die Frischluftzufuhr erfolgt über eine automatisch gesteuerte Fensterlüftung.

Abb. 1: Fensterlüftung Sommer-Tag, Winter-Tag



- Gesteuert wird das Raumklima über einen Niedrigenergie-PC, die Regelungstechnik dazu stammt von WindowMaster und ist im Bürobau seit Jahren erprobt. Die Beheizung erfolgt über im Lehmputz integrierte Wandheizflächen (bzw. in kleinen Bereichen Fußbodenheizung). Abgestimmt auf die Solarheizung beträgt die Spreizung zwischen Vorlauf- und Rücklauf nur 5 Grad. Der Überhitzungsschutz erfolgt durch vollständige Beschattung der Südverglasungen mittels PV-Elementen und zusätzlich mittels außen liegender Jalousien.
- Eine Wärmepumpe nutzt die unterschiedlichen Wärmequellen (Luft, thermische Kollektoren, Speicher, Erdkolektor) in optimierter Weise.
- Erdregister: Überschüsse aus den thermischen Kollektoren werden in ein Erdregister eingespeist (ca. 900 lfm Soleleitung und Grabenkollektor unterhalb des Gebäudes) und mittels Wärmepumpe genutzt („Energieschaukel“). Dank einer dadurch um einige wenige Grad erhöhten Erdtemperatur können Zeiten, in denen die sonstigen Wärmequellen knapp sind, überbrückt werden.
- Um den Betrieb von Geschirrspüler und Waschmaschine zu optimieren, werden diese Geräte aus dem thermischen Speicher versorgt. Die Warmwasserversorgung erfolgt nach dem Durchlaufprinzip. Um auch der Zukunft Raum zu geben, wurde auf solare Reserveflächen und Raumreserven geachtet, damit neue Solartechniken wie thermische Kollektoren zur Kühlung oder thermische Kollektoren zur Stromerzeugung später integriert werden können.

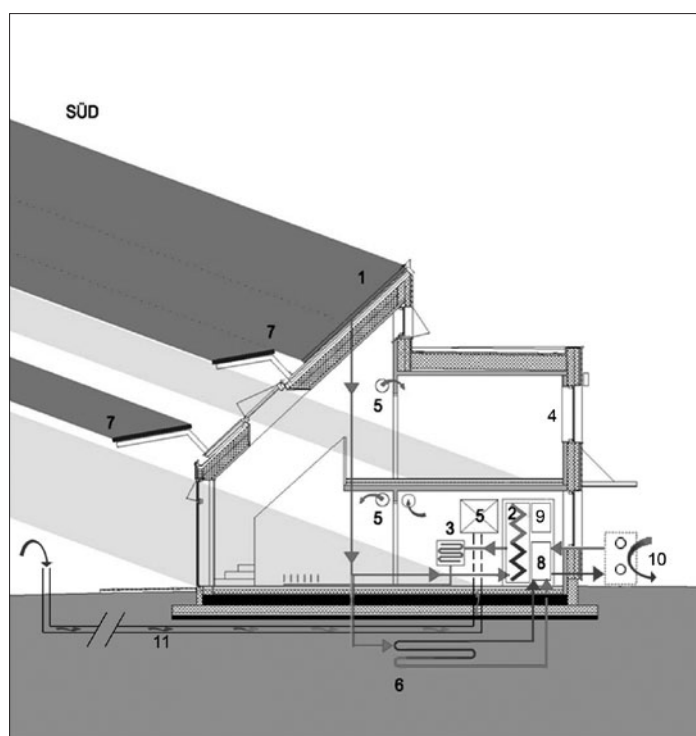
### Das Musterhaus

Das in der Gemeinde Kraig (bei St. Veit/Glan) errichtete 150 m<sup>2</sup> große Musterhaus wurde aus vorgefertigten Holz-Wandelementen (40 cm) erstellt, die mit Zellstoff gefüllt sind. Innenseitig befindet sich eine zusätzliche Dämmebene (5 cm) die ebenfalls mit Zellstoff gefüllt ist und der Leitungsführung dient. Diese Ebene ist raumseitig mit Lehmputzplatten bzw. mit einem Putzträger für Lehmputze (mit integrierter Heizung) verschlossen. Im Norden, Osten und Westen sind die Außenseiten mit Holz verschalt. Die Südflächen werden entweder für passive oder aktive Solargewinne genutzt. Die Fenster sind ein neu entwickelter, erstmals eingesetzter Fenstertyp, mit besonders schlanke Rahmen trotz einer 3-fach Verglasung, wodurch der Bezug zwischen Innen und Außen verbessert wird. Außerdem ermöglichen die nach außen schwenkenden Flügel (im EG) eine besonders effektive Belüftung. Das Musterhaus in Kärnten wurde als Fertigteilhaus erstellt. Das System ist aber für unterschiedliche Ausführungsvarianten (Massivbau, Brettsperrholzbau etc.) offen.

Das Wohnzimmer ist zweigeschoßig und bringt durch hoch liegende Dachflächenfenster und nördliche Oberlichter besonders hohe Tageslichtqualitäten. Im Erdgeschoß befinden sich neben dem Wohnraum ein

Abb. 2: Überblick des Haustechniksystems (Schnitt Winter):

- 1 Sonnenkollektoren
- 2 Wasserspeicher
- 3 Solarheizung
- 4 Windowmaster (automatische Fensterlüftung)
- 5 Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung (als Alternative)
- 6 Soleleitung
- 7 Photovoltaik
- 8 Wärmepumpe
- 9 Vorgefertigte Verschaltung
- 10 Wärmepumpe
- 11 Erde-Luft Wärmetauscher





kleiner Sanitärraum, ein Haustechnikraum, der Vorraum, eine Küche und ein Arbeitsraum. Über eine Galerie gelangt man in das Obergeschoß mit 3 Zimmern und einem Nassraum.

Das Solar Aktiv Haus in Kraig ist eines von insgesamt acht Demo-Häusern, die die VKR Holding errichtet. Entwickelt wurde das Konzept von Architekt Reinberg gemeinsam mit den Firmen Sonnenkraft Österreich/ General Solar, Solar Cap, AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE Intec) und in der Ausführungsphase Griffner Haus. Das Haus wird nun ausführlich vermessen und wissenschaftlich ausgewertet. Nach Abschluss dieser Evaluierung wird das Gebäude für rund 330.000 Euro erwerbbar sein.

### Vergleich Mechanische Lüftung – Fensterlüftung

Die Energiebewahrung im Gebäude stößt über die Wärmedämmung der Gebäudehülle (Wände, Dächer, Fenster, Details usw.) an eine wirtschaftliche und auch ökologisch sinnvolle Grenze, die in etwa durch den Passivhausstandard definiert ist. Wird diese Grenze erreicht, so ist es sinnvoll, Verluste von Wärme (oder Kühle) durch die Rückgewinnung der Wärme aus der Lüftung zu vermeiden. Diese Strategie wird im Passivhauskonzept sehr erfolgreich verfolgt und es kann im Passivhaus die traditionelle Heizung eingespart und die fehlende Heizenergie über die Zuluft dem Gebäude zugeführt werden.

Die Erfahrung zeigt nun, dass in Österreich im Einfamilienhausbau oder im verdichteten Flachbau fast durchgehend in den Passivhäusern nicht nur mit der Luft (obgleich möglich) geheizt wird, sondern mit konventionellen hydraulischen Heizflächen. Zudem steht üblicherweise in diesen Gebäudeformen pro Person wesentlich mehr Luftvolumen zur Verfügung als im städtischen Wohnbau. Stehen im sozialen Wohnbau Wohnbauten z.B. 84 m<sup>2</sup> bei einer Raumhöhe von 2,50 m für 4 Personen zur Verfügung (= 210 m<sup>3</sup>), so ist es relativ einfach, im Rahmen des hygienisch erforderlichen Luftwechsel die benötigte Wärme zum Heizen einzubringen.

Im gegebenen Fall stehen den gleichen 4 Bewohnern ca. 490 m<sup>3</sup> zur Verfügung (also mehr als doppelt so viel). Daher müsste, wenn man mit Luft heizen wollte – auch bei Einhaltung des Passivhausstandards für die Gebäudehülle – für den Fall der Beheizung über die Luft viel mehr Luft umgesetzt werden, als hygienisch nötig. Zudem sind die internen Wärmequellen in dem

Abb. 3+4: Nordwest und Südwestansicht. Fotos: © Sonnenkraft





größerem Haus nicht höher als in der kleineren Wohnung und es ist – in beiden Fällen – zu erwarten, dass die Bewohner relativ häufig nicht zu Hause sind (wenn beide Eltern arbeiten, die Kindern in die Schule gehen, viele Wochenendausflüge und Urlaube gemacht werden).

Zusätzlich wurde im gegebenen Projekt verlangt, dass möglichst viel Tageslicht ins Haus kommt und eine großzügige Öffnung in die sehr attraktive südliche Alpenlandschaft erfolgt. Die Fensterflächen im südlichen Wohnraum betragen daher 74 % der zugehörigen Fußbodenfläche. Aus diesen Gründen wäre eine Beheizung über die Belüftung aufgrund der erhöhten Heizlast sehr teuer und schwer möglich gewesen. Daher wurde eine Wandheizung ausgeführt.

Auf dieser Grundlage entstand die Überlegung, das Gebäude nicht nur über die zentrale Lüftungsanlage zu belüften, sondern alternativ dazu eine reine Fensterlüftung zu testen. Dies lag auch deshalb nahe, da die ausgeführten Fenster (Velfac) nicht nach innen kippen, sondern Gleitflügel sind, die nach außen schwenken und gleichzeitig im oberen Bereich öffnen, was eine sehr effektive Belüftung erlaubt (siehe Abb 6).

Diese Fenstertechnik wurde vom Hersteller in Verbindung mit der Steuerung von Window-Master schon sehr lange und erfolgreich im Bürobau eingesetzt. Die Öffnung dieser Fenster ist über einen zentralen Computer gesteuert und die Fenster öffnen sich immer dann, wenn im entsprechenden Raum die gemessenen CO<sub>2</sub>- oder Feuchtwerte überschritten werden. Die kalte Luft gelangt so über die untere Fensterhälfte in den Raum und wird über die Wandheizung (die sich unterhalb der Fenster befindet) beheizt.

Die Überlegung über die Fenster zu lüften erscheint auch deshalb interessant, weil über die CO<sub>2</sub>- und Feuchtemessung gesteuerte Lüftung – statt einer permanenten Belüftung – auf den tatsächlichen Bedarf (und nicht auf einen berechneten, voreingestellten) reagiert wird und damit die Lüftungswärmeverluste deutlich reduziert werden und eher – als bei permanenter Belüftung – mit Solargewinnen und Alternativenergien kompensiert werden können (größere Südfenster, etwas mehr Kollektoren udgl).

Abb 5+6: Von den Voltaikerelementen beschattetes Erdgeschoß im Sommer.

Automatisch gesteuerte Fensterlüftung: Die Fenster öffnen und schließen sich automatisch abhängig vom CO<sub>2</sub>-Gehalt, der Temperatur der Innenluft und der Außentemperatur (links).



Da detaillierte Berechnungen und Simulationen der Luftbewegungen (CFD Simulation) nur relativ teuer angeboten wurden, entschied man sich, diese Belüftungsart im Praxistest zu erproben und zu messen.

Die Philosophie der Firma WindowMaster in Bezug auf natürliche Belüftung von Räumen durch automatisierte Fensterlüftung fußt auf folgenden Überlegungen:

- Lüftung nur bei Bedarf (CO<sub>2</sub>-Konzentration, prozentuelle Luftfeuchtigkeit)
- Öffnungswinkel und Öffnungsdauer abhängig von der Windgeschwindigkeit (Windsensor notwendig)
- Minimaler Stromverbrauch durch Wegfall von Ventilatoren
- Kein Luftverteilnetz im Gebäude erforderlich (Hygieneaspekt in den Luftleitungen)
- Geringere Investitionskosten gegenüber dem Einbau einer kontrollierten Lüftungsanlage

Beim Einsatz dieses Systems im Solar Aktivhaus sollte herausgefunden werden, ob es möglich ist die oben erwähnten Vorteile auch im Wohnbereich zu erreichen. Durch den Einbau von zwei getrennt arbeitenden Lüftungssystemen kann nun empirisch ein Vergleich gezogen werden.

Die Fragestellung geht in die Richtung:

- Investitionskosten
- Energieverbrauch elektrisch (Betrieb der Anlage)
- Energieverbrauch thermisch (durch Luftwechsel)
- Benutzerfreundlichkeit
- Komfortverhalten (Geräusche, Luftbewegung)

In der Praxis stellte sich bis jetzt heraus, dass es für – nicht hochspezialisierte – Techniker sehr schwierig ist, ein derartiges System auch tatsächlich optimal zu verschalten. Im Bürobetrieb völlig unproblematische Motorengeräusche stellen im Wohnbau eine wesentliche Belästigung dar, wenn sie z.B. um 3 Uhr in der Nacht hörbar sind. Es müssen daher derartige Motoren völlig geräuschfrei funktionieren. Zur Belüftung dürfen nur senkrechte Fensteröffnungen verwendet werden: Die Öffnung der Dachflächenfenster ergeben unangenehme Zuglufterscheinungen für die gerade darunter sitzenden Personen. Die Steuerungssysteme, die üblicherweise noch nicht in Richtung Energiesparen optimiert sind, müssen sorgfältig ausgewählt werden und es ergab sich für die Steuerungseinrichtungen in der ersten Messperiode ein zu hoher Stromverbrauch.

Nun geht es darum die Schaltungen der Fensterlüftung zu optimieren und die natürliche Lüftung gezielt alternativ zur kontrollierten Lüftung zu betreiben, um verwertbare und aussagekräftige Messergebnisse zu erzielen und die oben gestellten Fragen zu beantworten.

# Potenziale der Solarenergienutzung im urbanen Raum

Susanne Geissler, ÖGNB – Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

Maria Amtmann, Thomas Barth, Österreichische Energieagentur

## Abstract

Am Beginn dieses Beitrags werden die IEA SHC Task 41 Solar Energy and Architecture und das österreichische Projekt Solarenergie Urban, dessen Ergebnisse in IEA SHC Task 41 eingebracht werden, kurz vorgestellt. IEA SHC Task 41 befasst sich im Programm Solar Heating and Cooling (SHC) der Internationalen Energieagentur (IEA) auf internationaler Ebene mit dem Thema Solarenergienutzung in Gebäuden.

Der zweite Abschnitt dieses Beitrags befasst sich mit einem Teilbereich von Solarenergie Urban: Es wird ein in Solarenergie Urban entwickeltes Tool („Solarbilanz-Tool“) vorgestellt, das zur Erstellung vereinfachter Energiebilanzen von Beispielgebäuden entwickelt wurde und der Diskussion bezüglich der Definition „(Nearly) Zero Energy Building“ dient. Das „Solarbilanz-Tool“ könnte in weiterer Folge in der frühen Planungsphase zur Anwendung kommen und eine erste Abschätzung der für die Solarnutzung erforderlichen Flächen zur Erreichung eines bestimmten CO<sub>2</sub>- und Primärenergiebedarfs erlauben.

## 1 Einleitung

Dieser Beitrag beruht auf den Arbeiten, die im Rahmen des Projekts Solarenergie Urban 2009-2010 durchgeführt wurden. Solarenergie Urban - Analyse und Bewertung der energetischen, ökonomischen und architektonischen Qualität urbaner Solarenergiebauten (Projektleitung: Österreichische Energieagentur) wird im Rahmen der ersten Ausschreibung des Programms Haus der Zukunft Plus gefördert und 2011 abgeschlossen.

Die Beschäftigung mit der Solarenergienutzung im urbanen Raum ist aus folgenden Gründen notwendig:

### **(1) Gebäude als Teile der städtischen Infrastruktur sollen möglichst wenig Energie verbrauchen und gleichzeitig Energie bereitstellen.**

Die Neuauflage der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD 2010/31/EU, Energy Performance of Buildings Directive) wurde am 18. Juni 2010 im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht. Während in den ersten Entwürfen des Recast Zero Energy Buildings angestrebt wurden, führt die Neuauflage der EPBD 2002/91/EU nun als Verhandlungskompromiss den Begriff Nearly Zero Energy Building ein, lässt aber offen, was darunter zu verstehen sei. Die Konkretisierung erfolgt auf nationaler Ebene. Das ursprünglich angestrebte Ziel der Verankerung von Zero Energy Buildings im EPBD Recast weist jedoch darauf hin, dass die Anforderungen an den Gebäudesektor in Zukunft weiter verschärft werden: „Art. 9. Buildings of which both carbon dioxide emissions and primary energy consumption are low or equal to zero“<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Commission of the European Communities: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings (recast). COM(2008) 780 final, 2008/0223 (COD) Brussels, 13.11.2008

**(2) Die Effizienz der Flächennutzung insgesamt muss verbessert werden, die Gebäudehülle wird daher vermehrt zum Energieumwandler.**

Solarenergie ist zwar im Überfluss vorhanden; für die Umwandlung in nutzbare Formen sind jedoch Flächen erforderlich und diese sind grundsätzlich begrenzt. Hinsichtlich Biomasse als gespeicherte Form von Sonnenenergie besteht eine Nutzungskonkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Nutzung. Gemäß dem Prinzip der Kaskadennutzung<sup>2</sup> sollte Biomasse – wenn es die Qualität erlaubt – stofflich genutzt werden (z.B. Fasern für die Herstellung von Papier- und Textilien, Verwendung als Bau- und Möbelholz), und erst dann, nach dem Ende der Lebensdauer, einer energetischen Verwertung zugeführt werden. Vor dem Hintergrund einer gesamtheitlichen Ressourcenoptimierung ist es daher sinnvoll, Gebäude neben grundlegenden Funktionen wie z.B. der Schutzfunktion mit einer weiteren Funktion auszustatten und auch zur Umwandlung von Sonnenergie zu nützen.

**(3) Schauplatz der (nachhaltigen) Entwicklung der nächsten 20 Jahre sind die Städte.**

Städte sind einerseits infrastrukturelle Zentren und Wissenszentren, die für den ökonomischen Erfolg der global agierenden Unternehmen notwendig sind, und andererseits Anziehungspunkte für die Bevölkerung des ländlichen Raums, die sich mehr und bessere Erwerbsmöglichkeiten erhofft. Seit 2007 leben weltweit mehr Menschen in urbanen Ballungsräumen als in ländlichen Regionen. 2008 waren es 3,3 Milliarden Menschen, und 2030 sollen es 5 Milliarden Menschen sein.<sup>3</sup> Die Notwendigkeit der Bearbeitung des urbanen Raums mit der Zielsetzung der optimierten Ressourcennutzung und Verminderung von Emissionen wird durch die Smart Cities Initiative auf EU-Ebene und die entsprechenden nationalen Programme wie auch durch Programme wie Habitat auf internationaler Ebene verdeutlicht.<sup>4,5</sup>

Das folgende Kapitel stellt das Projekt Solarenergie Urban kurz vor und geht zu Beginn auch auf die IEA SHC Task 41 Solar Energy and Architecture ein. Die Ergebnisse des österreichischen Projekts Solarenergie Urban werden in IEA SHC Task 41 eingebracht.

In den weiteren Kapiteln dieses Beitrags wird ein Teilbereich von Solarenergie Urban behandelt: es werden die Systemgrenzen der Energiebilanzierung von Gebäuden diskutiert, und ein in Solarenergie Urban entwickeltes Tool zur vereinfachten Energiebilanzierung von Beispielgebäuden wird vorgestellt. Das „Solarbilanz-Tool“ wurde für die Diskussion von Bilanzierungsergebnissen im Projekt entwickelt. Nach Projektabschluss könnte es in der frühen Planungsphase zur Anwendung kommen und eine erste Abschätzung der für die Solarnutzung erforderlichen Flächen zur Erreichung eines bestimmten CO<sub>2</sub>- und Primärenergiebedarfs erlauben.

## **2 Kurzvorstellung von IEA SHC Task 41 und Solarenergie Urban**

IEA SHC Task 41 befasst sich in erster Linie mit Fragestellungen der Solarenergienutzung aus architektonischer Sicht. Seit wenigen Jahren sind Solartechnologien zur Warmwasserbereitung und Strombereitstellung nicht mehr ausschließlich als Energiebereitstellungssystem zu betrachten sondern gleichzeitig auch architektonisches Gestaltungselement: ArchitektInnen nehmen somit eine Schlüsselrolle ein, wenn es zu einer verstärkten Anwendung von Solartechnologien kommen soll. Unter dem Schlagwort „Gebäudeintegration“ sind vermehrt Photovoltaiksysteme und thermische Solarmodule zu finden, die im Gebäude als multifunktionale Komponenten

2 Arnold, K.; von Geibler, J.; Bienge, K.; Stachura, C.; Borbonus, S.; Kristof, K. (2009): Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen: Ein Konzept zur Verbesserung der Rohstoffeffizienz und Optimierung der Landnutzung. Wuppertal Papers Nr. 180, August 2009, ISSN 0949-5266. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

3 <http://www.unfpa.org/swp/2007/english/introduction.html> (UNFPA, the United Nations Population Fund, 2007: Unleashing the Potential of Urban Growth, Zugriff 2011-01-04)

4 [http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2010\\_setplan\\_brochure.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2010_setplan_brochure.pdf) (European Union, 2010: The European Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) Towards a low-carbon future, Zugriff 2011-01-04)

5 <http://www.unhabitat.org/> (The United Nations Human Settlements Programme, UN-HABITAT, Zugriff 2011-01-04)

zur Anwendung kommen, wie beispielsweise Photovoltaik-Module als Teil von Verschattungseinrichtungen oder thermische Fassadenkollektoren.<sup>6</sup>

Die Nutzung von Solartechnologien bei Bestandsgebäuden und im städtischen Umfeld stellt eine besondere Herausforderung dar. Wesentliche Ziele des österreichischen Beitrags in Form des Projektes Solarenergie Urban sind die Identifikation geeigneter Gebäudehüllenflächen zur Integration von solaren Energiesystemen aus Sicht der Architektur, Bautechnik und ganzjähriger Verfügbarkeit der solaren Einstrahlung im urbanen Raum, die Ermittlung des solaren Deckungsbeitrags am Jahresenergiebedarf für Heizen und Warmwasserbereitstellung sowie die Ermittlung von Kennwerten der energiebezogenen Lebenszykluskosten, Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Indikatoren für Wärme, Warmwasser und elektrischen Strom als Beitrag zur Bildung der Definition eines (Nearly) Zero Energy Building.<sup>7</sup>

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Null-Energie Gebäude (Net Zero Energy Building, NZEB), da diese Definition den Bezugspunkt für die Darstellung von Energieüberschüssen oder Energiedefiziten repräsentiert. Die Definition des Nearly Zero Energy Building ist in Relation dazu zu sehen. Die Diskussion der für die Definition erforderlichen Bewertungsskala ist nicht Gegenstand dieses Beitrags.

### 3. Überlegungen zur Energiebilanz eines Null-Energie Gebäudes (Net Zero Energy Building, NZEB)

Im Wesentlichen versteht man unter Null-Energie-Gebäude ein Gebäude, das zumindest gleich viel Energie produziert wie es an Energie verbraucht. Die genaue Betrachtung zeigt, dass viele Fragen offen sind.<sup>8</sup>

- Räumliche Systemgrenzen: Wird ein Gebäude bilanziert, ein Gebäudekomplex oder eine Siedlung?
- Zeitliche Systemgrenzen: Wird die Energiebilanz auf ein Jahr bezogen betrachtet oder ist es das Ziel, dass das Gebäude zu jedem Zeitpunkt ausgeglichen bilanziert?
- Energetische Systemgrenzen: Wird auf Endenergieebene oder Primärenergieebene bilanziert? Werden CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren berücksichtigt? Fließt der Exergieanteil in die Bilanzierung ein? Wird nur die Betriebsphase berücksichtigt, oder auch die Herstellung und der Rückbau des Gebäudes?

Diese Aspekte kommen zum Teil auch in den sogenannten Mismatches (Diskrepanzen) zum Ausdruck, die nach Voss et al. (2010) bei der Energiebilanzierung berücksichtigt werden müssen. Ziel ist die Minimierung der folgenden Mismatches:<sup>9</sup>

1. Zeitliche Diskrepanz zwischen Nachfrage und Erzeugung von Energie am Gebäudestandort
2. Zeitliche Diskrepanz zwischen Einspeisung von Energie in ein Netz und der Nachfrage dieses Netzes
3. Diskrepanz zwischen der Art der Energie, die das Gebäude bezieht und der Art der Energie, die das Gebäude liefert

In Solarenergie Urban wurden die unterschiedlichen Möglichkeiten von Definitionen für Net Zero Energy Buildings behandelt. Daraus resultierten folgende Festlegungen für die gebäude-

6 <http://www.iea-shc.org/task41/> (Solar Heating and Cooling Programme International Energy Agency, Zugriff 2010-01-04)

7 <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id5971> (Haus der Zukunft Plus, Zugriff 2010-01-04)

8 ECEEE European Council for an energy efficient economy: Steering trough the maze#2: Net zero energy buildings: definitions, issues and experience. Updated September 2, 2009

9 Voss, K.; Mussal, E. (2009): Poster presentation "Towards Net Zero Energy Solar Buildings", ST A – Definitions Research Spreadsheet, tested with NorONE detached house, SØrum, near Oslo, Norway. Solar Heating and Cooling Programme Task 40 and Energy Conservation In Buildings And Community Systems Annex 52

bezogene Energiebilanzierung im Projekt Solarenergie Urban:

1. Systemgrenzen (räumlich)
  - Es können mehrere Gebäude als Cluster zusammengefasst bilanziert werden
  - Es wird angenommen, dass das Gebäude die am Standort produzierte Energie selbst verbraucht (Netz wird als Speicher betrachtet)
2. Ebene der Bilanzierung (energetisch)
  - Berücksichtigt wird die Energie für den Betrieb des Gebäudes: Heizen, Kühlen, Lüften, Beleuchtung, elektrische Geräte
  - Gesamtbilanzierung der Energie für die Gebäudenutzung: nicht erneuerbare und erneuerbare gelieferte Energie versus am Standort produzierte erneuerbare Energie
  - Bilanzierung der Energie für die Gebäudenutzung auf Endenergieebene, Primärenergieebene und auf CO<sub>2</sub>-Ebene; Strom und Wärme werden getrennt ausgewiesen
  - Energie-Überschuss (erneuerbar), der am Standort produziert wird, wird in kWh Endenergie und als CO<sub>2</sub>-Einsparung ausgewiesen; für die Berechnung werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen jenes Energiesystems herangezogen, das ersetzt wird; als Standard bei Wärme wird ein Gasbrennwertkessel und bei Strom der Energiemix angenommen
  - Optional: Grobe Gesamtbilanzierung inklusive Primärenergieaufwand für die Gebäudeerrichtung (Keller, Hülle, Haustechnik inklusive Energieerzeugungsanlagen)
3. Bilanzperiode (zeitlich)
  - Jährliche Bilanz
  - Kein Ausgleich der auf ein NZEB fehlenden erneuerbaren Energiemenge (der überschüssigen CO<sub>2</sub>-Menge) durch Zukauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten
4. Einspeisen von Energie ins Netz
  - Anrechenbarkeit aller erneuerbarer Energieträger; die Bilanzierung auf CO<sub>2</sub>-Ebene ermöglicht die Verrechnung
  - Berücksichtigung des Mismatch 2 (Energieangebot und Energienachfrage im Netz) und die damit zusammenhängende Belastung der Stromnetze; d.h. dass das Energieangebot und die Energienachfrage auf Gebäudeebene (oder Clusterebene) so gut wie möglich synchronisiert werden muss (Minimierung von Mismatch 1)
5. Anforderungen an die Energieeffizienz
  - Anforderungen an den Heizenergiebedarf und Strombedarf; notwendig, um Mismatch 1 zu begrenzen; damit wird auch Mismatch 2 minimiert
6. Komfortkriterien und Anlagenleistung
  - Werte für Komfort im Winter und im Sommer werden eingehalten; notwendig, da NZEB nicht auf Kosten des Komforts realisiert werden sollen (Akzeptanzmangel)
  - Energiedienstleistungen nach zeitgemäßem Standard

Grundlage dieses Bilanzierungskonzeptes ist es, die größtmögliche Energieeffizienz von Gebäuden zu forcieren.

#### 4 Solarbilanz-Tool – Anwendungsbeispiel

Auf der Basis des oben beschriebenen Bilanzierungskonzepts wurde ein Tool („Solarbilanz-Tool“) für die energetische Bilanzierung von Beispielgebäuden erstellt, um die Auswirkungen der gewählten Systemgrenzen mit Hilfe von Bilanzierungsergebnissen unterschiedlicher Ge-



bäude zu veranschaulichen. Zusätzlich wurde ein Kostenmodul implementiert, das die Gegenüberstellung der Investitions- und Betriebskosten von erneuerbaren Energiesystemen mit den erzielbaren finanziellen Erträgen ermöglicht.

Abb. 1: Solarbilanz und Kostenbilanz eines Mehrfamilienwohnhouses

Allgemeine Angaben zum Objekt:		Testgebäude		<b>Solarbilanz</b>	
Eingabe:	Bezeichnung	NF	BGF		
	Bezeichnung	1840,00 m <sup>2</sup>	2.300,00 m <sup>2</sup>		
	NF	0,80			
	Faktor				
	BGF				
WÄRME			STROM		
<b>Bedarfskennzahlen des Objekts:</b>			<b>Bedarfskennzahlen des Objekts:</b>		
Eingabe:	spez. Hw/B	8,50 kWh/m <sup>2</sup> a	Eingabe: spez. Stromverbrauch	32.600,00 kWh/a	
	spez. Vw/VB	16,30 kWh/m <sup>2</sup> a	Eingabe: wass. Stromverbrauch beheizt:		
	Hw/B	19.550 kWh/a	elektr. Energie	32.600 kWh/a	
	Vw/VB	37.490 kWh/a			
	Vwärmebedarf	57.040 kWh/a			
<b>Energiequellen des Objekts:</b>			<b>Energiequellen des Objekts:</b>		
Eingabe:	Solarthermie	100 m <sup>2</sup>	Eingabe: Photovoltaik:	12 kWh/p sind ca. 93m <sup>2</sup>	
	Ertrag bereinigt	150 kWh/m <sup>2</sup>	Ertrag bereinigt	1.100 kWh/kVp	
	Solaretrag:	15.000 kWh/a	Solaretrag:	12.760 kWh/a	
<b>Restwärmebedarf des Objekts:</b>			<b>Restenergiebedarf des Objekts:</b>		
	Vwärmebedarf inkl. Verluste	74.152 kWh/a	Strombedarf	32.600 kWh/a	
	- Solaretrag	15.000 kWh/a	- Solaretrag	12.760 kWh/a	
	restlicher Vwärmebedarf	59.152 kWh/a	restlicher Strombedarf	19.840 kWh/a	
	Solarer Deckungsgrad	20,23%	Solarer Deckungsgrad	39,14%	
<b>Abdeckung der Lieferenergie Wärme:</b>			<b>Abdeckung der Lieferenergie Strom:</b>		
	Gas (Ertragswert) Kessel		Energiemix		
	Jahresnutzungsgrad	0,25			
	spezifischer Energieinhalt	9,76 kWh/m <sup>3</sup>			
<b>Lieferenergie gesamt:</b>			<b>Lieferenergie gesamt:</b>		
		62.265 kWh		19.840 kWh	
		6.380 m <sup>3</sup> Erdgas/a			
<b>CO<sub>2</sub> -</b>			<b>CO<sub>2</sub> -</b>		
Faktor	247,00 g/kWh		Faktor	617,00 g/kWh	
Emissionen	15.379,52 kg/a		Emissionen	12.241,28 kg/a	
<b>PE</b>			<b>PE</b>		
Primärenergiefaktor	1,36		Primärenergiefaktor	3,31	
Primärenergie	84.630,78 kWh/a		Primärenergie	65.670,40 kWh/a	
Aufteilung Wärme/Strom					
CO <sub>2</sub> pro Jahr:	27.621,00 kg/a				
CO <sub>2</sub> pro m <sup>2</sup> :	12,01 kg/m <sup>2</sup> a				
PE pro Jahr:	150.351,00 kWh/a				
PE pro m <sup>2</sup> :	65,37 kWh/m <sup>2</sup> a				

Allgemeine Angaben zum Objekt:		Testgebäude		<b>Kostenbilanz</b>	
Eingabe:	Bezeichnung	NF	BGF		
	Bezeichnung	1840,00 m <sup>2</sup>	2.300,00 m <sup>2</sup>		
	NF	0,80			
	Faktor				
	BGF				
WÄRME			STROM		
<b>Investitionskosten Wärmeherzeugung:</b>			<b>Investitionskosten Stromversorgung:</b>		
Eingabe:	Solarthermie	100 m <sup>2</sup>	Eingabe: Photovoltaik	12 kWh/p	
	Investitionskosten real	23.750,00	Investitionskosten real	3.000	
	Sonstige Värmelieferung	Ertragswert Kessel	Sonstige Stromlieferung	Energiemix	
Eingabe:	Investitionskosten real	19.090,00	Investitionskosten real	3.000	
	Summe Investitionskosten	48.840	Summe Investitionskosten	48.936	
<b>Kapitalgebundene Kosten:</b>			<b>Kapitalgebundene Kosten:</b>		
Eingabe:	Solarthermie	1842  /a	Photovoltaik	2.388  /a	
	Sonstige Värmelieferung	1.499  /a	Sonstige Stromlieferung	136  /a	
	Hypothekenzinssatz	2,165% %	Hypothekenzinssatz	2,165% %	
	Summe Kapitalkosten	3.341  /a	Summe Kapitalkosten	2.524  /a	
<b>Betriebsgebundene Kosten:</b>			<b>Betriebsgebundene Kosten:</b>		
Eingabe:	Solarthermie	700  /a	Photovoltaik	600  /a	
	Sonstige Värmelieferung	249  /a	Sonstige Stromlieferung	30  /a	
	Summe betriebsgebundene Kosten	949  /a	Summe betriebsgebundene Kosten	630  /a	
<b>Verbrauchsgebundene Kosten:</b>			<b>Verbrauchsgebundene Kosten:</b>		
Eingabe:	Verbrauch	Gas (Ertragswert) Kessel	Verbrauch	19.840,00 kWh	
	Einkaufspreis	0,17  /kWh	Eingabe: Einkaufspreis	0,17  /kWh	
Eingabe:	Verkaufspreis	0,00  /kWh	Verkaufspreis	0,00  /kWh	
	Summe verbrauchsgebundene Kosten	4.172  /a	Summe verbrauchsgebundene Kosten	3.444  /a	
<b>Externe Kosten:</b>			<b>Externe Kosten:</b>		
	CO <sub>2</sub> pro Jahr	15.379,52 kg/a	CO <sub>2</sub> pro Jahr	12.241,28 kg/a	
	CO <sub>2</sub> Kosten	35,00  /Tonne CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> Kosten	35,00  /Tonne CO <sub>2</sub>	
	Summe der externen Kosten	538,28  /a	Summe der externen Kosten	428,44  /a	
<b>Gesamtkosten Wärme</b>			<b>Gesamtkosten Strom</b>		
		8.461,66 €/a		6.597,53 €/a	
<b>Gesamtkosten pro Jahr</b>			<b>Gesamtkosten pro Jahr</b>		
		15.059,18 €/a			
<b>Externe Kosten</b>			<b>Externe Kosten</b>		
		966,73 €/a			



## 5 Diskussion der Ergebnisse und Ausblick

Die Tabelle 1 zeigt Kenndaten ausgewählter Gebäude, von denen Energiebilanzen mit dem Solarbilanz-Tool erstellt wurden.

	Gebäude 1	Gebäude 2	Gebäude 3	Gebäude 4	Gebäude 5	Gebäude 6
Gebäudetyp	MFH	MFH	NWG	EFH	MFH	EFH
BGF [m <sup>2</sup> ]	2.300	720	810	180	340	210
Heizungssystem (Raumwärme und Warmwasser)	Gasbrennwert- kessel, Solaran- lage, kontrollierte Wohnraumlüf- tung mit WRG	Fernwärme, Solaranlage, kontrollierte Wohnraumlüf- tung mit WRG	Grundwasser- Wärmepumpe, Solaranlage, kontrollierte Wohnraumlüf- tung mit WRG	Wärmepumpe- Kompaktgerät, Solaranlage, kontrollierte Wohnraumlüf- tung mit WRG	Wärmepumpe- Kompaktgerät, kontrollierte Wohnraumlüf- tung mit WRG	Pelletsessel, Solaranlage, kontrollierte Wohnraumlüf- tung mit WRG
HWB <sub>BGF</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	8,50	10,37	9,32	18,43	22,40	16,71
Solarthermie [m <sup>2</sup> ]	100	24	31	15	0	16
Photovoltaik [m <sup>2</sup> ]	93	0	109	24	119	24
Photovoltaik [kWp]	11,6	0	13,66	3	14,85	3
Wärmebedarf [kWh/a]	74.150	20.020	22.510	9.390	14.800	8.890
Solarertrag [kWh/a]	15.000	6.000	7.750	4.500	0	4.960
Strombedarf [kWh/a]	32.600	6.150	26.540	7.350	11.620	2.960
Solarertrag [kWh/a]	12.760	0	16.390	3.600	17.820	3.340

Tab. 1: Beispielgebäude zur Veranschaulichung der Auswirkungen der Wahl der Systemgrenzen auf das Bilanzierungsergebnis

Legende:

EFH: Einfamilienhaus

MFH: Mehrfamilienhaus

NWG: Nicht-Wohngebäude

WRG: Wärmerückgewinnung

Die dargestellten Gebäude erreichen solare Deckungsgrade im Bereich Warmwasser und Heizung zwischen ~20 % und ~53 %. Ein Gebäude verzichtet zugunsten einer großen PV-Anlage kombiniert mit einer Wärmepumpe auf die solarthermische Anlage. Dieses Gebäude erreicht dadurch einen solaren Deckungsgrad von ~105 %, da der gesamte Stromverbrauch der Wärmepumpe erzeugt wird und darüber hinaus noch ein Überschuss ins Netz gespeist wird. Die anderen Gebäude mit Photovoltaik-Anlage (vier von fünf) erreichen einen solaren Deckungsgrad im Strombereich von ~39 bis ~113 %.

Die Analysen mit dem Solarbilanz-Tool zeigen, dass die Gebäude Primärenergie-Kennwerte zwischen -0,01 und 98,49 kWh/m<sup>2</sup>a und CO<sub>2</sub>-Kennwerte zwischen -1,67 und 18,36 kg/m<sup>2</sup>a erreichen. Um hier zu endgültigen, vergleichbaren Ergebnissen zu kommen, müssen akkordierte Konversions- und Emissionsfaktoren verwendet werden. Diese werden derzeit im Zuge der Überarbeitung der OIB-Richtlinie 6 festgelegt. Die vorläufig für die Berechnungen verwendeten Konversions- und Emissionsfaktoren sind im Tool leicht auszutauschen und werden an die Anforderungen der überarbeiteten OIB-Richtlinie 6 angepasst, sobald diese veröffentlicht ist.

Die vorläufigen Ergebnisse der Untersuchungen unterstützen die These, dass sich die Definition „Null-Energie Gebäude“ nicht auf isolierte Gebäude beschränken kann, sondern dass die Systemgrenze zu erweitern ist, um die örtlichen Gegebenheiten bezüglich Angebot an erneuerbaren Energieträgern und hinsichtlich des Nachfrageprofils. Hier stellt sich jedoch die Frage nach der Standardisierung der Methode und der Machbarkeit der praktischen Umsetzung.

## ÖNORM Plus-Energie – genormte Rechenverfahren für die Bemessung von Plus-Energiehäusern

Helmut Schöberl, Schöberl & Pöll GmbH

Derzeit existiert in Österreich und ganz Europa keine Normung für Passiv- und Plus-Energiehäuser. PlannerInnen greifen derzeit auf verschiedene Planungsinstrumente bzw. Rechenverfahren (z.B. PHPP) zurück. Das PHPP liefert gute Ergebnisse, bietet aber nicht die von den PlannerInnen und Behörden geforderte Rechtssicherheit. Andere Tools weichen in der Regel von der Realität ab. Ziel ist es, die Normung hinsichtlich Gebäudetechnik und Bauphysik anzupassen und weiterzuentwickeln, damit validierte, genormte und vereinheitlichte Rechenverfahren für die Bemessung von Plus-Energiehäusern zur Verfügung stehen. Damit erlangen die PlanerInnen erstmals Rechtsschutz beim Planen, Bauen und Sanieren von energieeffizienten Gebäuden bis zu Plus-Energiegebäuden.

Für Sanierungen und Neubauten sind die für Energieeinsparung und Wärmeschutz relevanten ÖNORMEN insbesondere über die OIB Richtlinien in allen österreichischen Bauordnungen und Förderrichtlinien verbindlich. Daher sind die ÖNORMEN die Basis der österreichischen Energie- und Klimaschutzziele im Gebäudebereich. Derzeit sind Änderungen in folgenden ÖNORMEN vorgesehen: H 7500 (EN 12831), B 8110-Serie, H 5055, H 5056, H 5057, H 5058, H 5059 usw.

Im Rahmen des Projekts werden neue Rechenverfahren anhand von dynamischen Computersimulationen, theoretischen Untersuchungen und Erfahrungen in enger Zusammenarbeit entwickelt. Zur Anwendung kommen selbst entwickelte, validierte und beliebig anpassbare Simulationstools. Mit den fortschreitenden Simulationsarbeiten an den virtuellen Gebäudemodellen werden gleichzeitig die Möglichkeiten der Vereinfachung der einzelnen Rechenregeln untersucht. Die Rechenverfahren werden unter anderem anhand von detaillierten Messungen an „Haus der Zukunft“-Projekten validiert und weiterentwickelt.

Im Fokus sind die Heizlastnorm H 7500 (EN 12831) und deren Überarbeitung für Passivhäuser. Aktuelle Normen liefern bei der Berechnung der Heizlast Ergebnisse, die zur Überdimensionierung der Anlagen in Passiv- und Plusenergiehäusern führen. Ein Konzept für die Umsetzung soll an der aktuell in Überarbeitung befindlichen ÖNORM H 7500 gezeigt werden, welche sich stark an der EN ISO 13791 und der in Arbeit befindlichen B 8110-3 orientiert.

Im Gegensatz zur derzeitigen Situation (Bilanzverfahren) werden als Grundlage für die Randbedingungen standortbezogene Klimadatensätze herangezogen. Diese Datensätze werden auf Grund eines Testreferenzjahres geschaffen, welches in der Lage ist aus langjährigen meteorologischen Messungen den charakteristischen Wetterablauf eines Jahres abzubilden. Für die Heizlastberechnung ergeben sich draus zwei maßgebende Tage: ein kalter, trüber Tag und ein sehr kalter, sonniger Tag.

Tab.1: Maßgebende Tage für die Heizlastberechnung

	$T_e$ °C	$P_{sol}$ Süd W/m <sup>2</sup>	$P_{sol}$ Ost/West W/m <sup>2</sup>	$P_{sol}$ Nord W/m <sup>2</sup>
Sehr kalt, sonnig	-14	60	23	9
Kalt, trüb	-4	6	6	6

Innere Wärme- und Feuchtegewinne werden in Form von Tagesverläufen berücksichtigt, somit können unterschiedliche Nutzungsprofile besser eingebunden werden. Grundlage für die Annahmen zu den inneren Lasten liefert ein Projektbericht der Statistik Austria (Strom- und Gastegebuch 2008). Dabei werden auch energieeffiziente Haushaltsgeräte berücksichtigt. Die Auswertung zeigt, dass für die Berechnung der Heizlast  $1,6 \text{ W/m}^2$  als innere Lasten angesetzt werden können.

Die Berechnung der solaren Bestrahlungsstärken erfolgt analog nach dem Verfahren, wie es auch in der EN ISO 13791 zu finden ist und wird für den 1. Jänner durchgeführt. Die Wärmeverluste durch Transmission und Infiltration werden berücksichtigt und müssen durch die Wärmemenge der Zuluftheizung und den solaren und inneren Gewinnen abgedeckt werden. Dafür wird der für Haushalte notwendige hygienische Luftvolumenstrom angesetzt. Für die tatsächliche Einblastemperatur im Raum wird die Zulufttemperatur nach dem Heizregister auf Grund der Leitungsverluste abgemindert.

Auch die Auswirkung der Nutzung angrenzender Wohnungen soll in die neue H 7500 mit einfließen. Für erste Untersuchungen wurden vereinfachte Rechenansätze erstellt mit welchen sich der Einfluss von beheizten und unbeheizten Nachbarn auf die Heizlast darstellen lässt. Derzeit werden im Bau befindliche Objekte untersucht, um die Daten über die Auswirkungen des Nachbarn zu vervollständigen. Unter Berücksichtigung aller genannten Aspekte ist eine Heizlastberechnung mit Berücksichtigung der Gebäudedynamik möglich.

Begleitend zu ersten Arbeiten mit den neu entwickelten Programmen wurden Heizlastberechnungen mit PHPP durchgeführt. In PHPP erfolgt diese mit einer wohnungsweisen Raumtemperatur von  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Erfahrungen haben gezeigt, dass dieser Wert zu niedrig ist. Mit dieser Temperatur ergeben sich zu niedrige Heizlasten. Die Realität kann mit einer Raumtemperatur von  $22 \text{ }^\circ\text{C}$  in PHPP besser abgebildet werden und die Berechnung liegt auf der sicheren Seite.

Die Vereinheitlichung und Aktualisierung der Normen für Passiv- und Plusenergiehäuser ist ein wesentlicher Schritt bei der Verbreitung dieser neuen Technologie. Die Rechtssicherheit für PlanerInnen und die Weiterentwicklung von Rechenverfahren bilden einen wichtigen Teil der Grundlage für eine erfolgreiche Zukunft des Passivhauses in Europa.

Diese Studie läuft im Rahmen des Projekts ÖNORM Plus Energie mit Hilfe von Fördermitteln des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie und befindet sich derzeit im Anfangsstadium.

Das Projekt wurde von der Bundesinnung Bau beauftragt, beteiligt sind: Forschungsbereich für Bauphysik und Schallschutz (TU Wien), Institut für Energietechnik und Thermodynamik (TU Wien), Schöberl & Pöll GmbH, AEE – Institut für nachhaltige Technologien, MA 39: Prüf-, Überwachungs- u. Zertifizierungsstelle der Stadt Wien und Umweltbundesamt GmbH.

## Nearly Zero Energy Buildings und Plusenergie-Gebäude: Definitionen für den urbanen Raum

Christian Pöhn, MA 39

Ausgangspunkt der Entwicklung ist das Jahr 2002, in dem man einerseits die Verpflichtung, die man im Rahmen des Kyoto-Protokolls übernommen hat, einhalten wollte und andererseits aufgrund der Tatsache, dass bereits die erste Hälfte des Entwicklungszeitraums von 1990 bis 2010 abgelaufen war, bemerkbar war, dass das Einhalten der Kyoto-Ziele nicht besonders einfach werden wird. Verschiedene Mitgliedsstaaten Europas hatten zwar den zweifelhaften Vorteil, dass Teile ihrer Wirtschaft mit geringeren Energieaufwänden aus dem fossilen Bereich auskommen konnten, was aber für Österreich nicht zutreffend war. Vielmehr sind sowohl die Bereiche Verkehr und Industrie trotz höchster Energieeffizienzanstrengungen hinsichtlich ihrer Emissionen einem steigenden Trend gefolgt.

### Gesamtenergieeffizienzrichtlinie für Gebäude 2002 (GEEG I / EPBD:2002)

Just in diesem Zeitraum hat sich der Fokus naturgemäß auf den Gebäudesektor gerichtet. Dies vor allem deshalb, weil die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden den unmittelbaren Vorteil beinhaltet, dass Investitionen, unmittelbar durch die NutzerInnen des Gebäudes positiv durch sinkende Energiekosten wahrgenommen werden können. Die wesentlichsten Eckpunkte der GEEG I bzw. deren Umsetzungsaufträge an die Mitgliedsstaaten waren:

- Festlegung einer Berechnungsmethode für die Gesamtenergieeffizienz,
- Festlegung von Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz im Neubau,
- Festlegung von Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz bei der umfassender Sanierung großer Gebäude,
- Schaffung des Energieausweises, mit dem die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes transparent dargestellt werden soll und
- Festlegung von Vorschriften für die Inspektion von Heiz- und Klimaanlage.

### Kyoto-Protokoll

Im Rahmes des Kyoto-Protokolls hat sich Österreich dazu verpflichtet, die Treibhausgasemission von 1990 bis zum Beobachtungszeitraum der Jahre 2008 bis 2012 um 13 % zu verringern. Betrachtet man diese Zielsetzung kritisch für den Gebäudebereich, so ergeben sich zwei gegenläufige Trends:

- Zuwachs von Treibhausgasemissionen durch Neubau (auch bei noch so ambitionierten Anforderungen)
- Abnahme von Treibhausgasemissionen durch Sanierung von Gebäuden

Anhand dieser beiden Trends ist leicht zu erkennen, dass allein zum Gleichhalten der Treibhausgasemissionen eine gewisse Anzahl von Sanierungen durchgeführt muss – mit einhergehender Abnahme der Treibhausgasemissionen – um sicherzustellen, dass die Wirkungen des Neubaus – mit einhergehender Zunahme der Treibhausgasemissionen – kompensiert werden. Dabei werden leider in letzter Zeit von vielen ExpertInnen die möglichen Einsparungen im Raumwärmebereich insoferne überschätzt, als bei heute als energieeffizient angesehenen

Gebäuden der Raumwärmebedarf, der Warmwasserwärmebedarf und der Strombedarf im Verhältnis von 2:1:1 bis minimal 1:1:1 stehen. Daraus ist zu erkennen, dass das Einsparpotential für den gesamten Energiebereich nur eingeschränkt ist.

### Milleniumsziele

Trotz des Erkennens dieser Schwierigkeit hat man bereits rund um die Jahrtausendwende im Rahmen der Milleniumsziele der Vereinten Nationen festgelegt, bis zum Jahr 2050 in den industrialisierten Ländern jedenfalls wenigstens 50 % Treibhausgaseinsparungen zu erreichen. In heutigen Betrachtungen zum Klimawandel wird sehr oft bereits von 80 % notwendiger Treibhausgasemissionseinsparungen für die erste Welt gesprochen, zumal durch die Schwellenländer derzeit unheimlich hohe Treibhausgasemissionszuwächse erfolgen. Stellt man die obigen möglichen Entwicklungen zur Erhöhung der Energieeffizienz diesen wünschenswerten Entwicklungen zur Verminderung von Treibhausgasemissionen gegenüber, so kann zweifelsfrei erkannt werden, dass eine weitere Maßnahme die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie bzw. das Nutzen von bisher nicht genutzter Energie – insbesondere von Abwärmen – sein muss.

### Methoden

Die bisher genannten Randbedingungen haben folgende drei Methodenentwicklungen bedingt:

- In den Jahren 2003 bis 2006 (OIB-Richtlinie 6 - Fassung 2007 und Normenfassungen 2007) wurde quasi die erste Generation von Energiekennzahlnormen entwickelt. Dabei konnte für die Nutzenergie (Heizwärmebedarf) auf Entwicklungen aus den 90er-Jahren des letzten Jahrhunderts zurückgegriffen werden, allerdings mussten für die Endenergie (Heizen, Kühlen, Lüften, Warmwasser, Beleuchten) sämtliche Methoden neu entwickelt werden. Neudeutsch könnte man dies die Methodengeneration 1G bezeichnen.
- In den Jahren 2007 und 2008 erfolgte dann die Entwicklung von zahlreichen Softwarepaketen, die von der Validierung (Erstellung von Validierungsnormen) begleitet wurde.
- In den Jahren 2009 und 2011 wurden und werden die Erstfassungen redaktionell überarbeitet und korrigiert. Diese Änderungen werden davon begleitet, dass just in diesen beiden Jahren die Nachfolgefassung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäude erschienen ist. Daher versucht man natürlich bereits in dieser Fassung, die wesentlichsten – und öffentlichkeitswirksamsten – Änderungen, die für die zweite Generation von Ermittlungsmethoden für Energiekennzahlen vorgesehen sein wird, zu integrieren. Dies sind die Angabe des Primärenergiebedarfs und der Kohlendioxidemissionen. Neudeutsch könnte man dies die Methodengeneration 2G bezeichnen.
- Bis zum Jahr 2012 soll die nächste Generation von Ermittlungsmethoden für Energiekennzahlen entstehen. Neben der sauberen Umordnung der Ermittlungsschritte zwischen Nutzenergie und Endenergie wird diese Generation davon gekennzeichnet sein, den neuen Begriff der Lieferenergie einzuführen (siehe dazu weiter unten). Neudeutsch könnte man dies die Methodengeneration 3G bezeichnen.

### Nutzenergiekennzahlen

Derzeit werden durch die existierenden Normen im engeren Sinne zwei Nutzenergiekennzahlen – der Heizwärmebedarf und der Kühlbedarf – und im weiteren Sinne zwei zusätzliche

Nutzenergiekennzahlen – der Warmwasserwärmebedarf und der Beleuchtungsenergiebedarf – ermittelt bzw. durch Defaultwerte ausgedrückt. In einem ersten Ergänzungsschritt fehlen für Wohngebäude der Haushaltsstrombedarf und für Nicht-Wohngebäude der Betriebsstrombedarf. Uneleganterweise beinhaltet die Ermittlung des Heizwärmebedarfs traditionsgemäß die Reduktion des Heizwärmebedarfs durch kontrollierte Raumluftechnik mit Wärmerückgewinnung. Betrachtet man diese technische Maßnahme etwas genauer, erkennt man darin die anlagentechnische Komponente des Ersatzes der Fensterlüftung (gepaart mit einem zusätzlichen Energiebedarf, nämlich dem Strombedarf für Luftförderung) als ersten Teil(-nutzen bzw. -aufwand) und erst in zweiter Linie die Verringerung von Verlusten infolge Ventilation durch die Wärmerückgewinnung. Diesem Gedankengang folgend wird in der zukünftigen Fassung der Normen (zweite Generation) die Raumluftechnik vom „Wärmebedarf“ (Normenserie ÖNORM B 8110) zum „Energiebedarf“ (Normenserie ÖNORM H 505x) wechseln.

### Endenergiekennzahlen

Neben diesen bereits genannten Änderungen wird die Endenergiekennzahlberechnung für die Bereiche Heizen, Befeuchten, Lüften, Kühlen, Entfeuchten, Beleuchten und Warmwasser wesentliche Erweiterungen erfahren müssen, zumal bislang nur weit verbreitete konventionelle technische Prozesse, die in den Normen abgebildet wurden und man sich hinkünftig zweifelsohne auch neueren Entwicklungen bzw. nicht so verbreiteten Lösungen widmen wird müssen. Insbesondere trifft dies darauf zu, dass die wesentlichste Erweiterung der Endenergiekennzahlberechnung wohl jene Methoden beinhalten wird müssen, mit denen „Energieproduktionen“ vor Ort dargestellt werden. Also neben der schon erwähnten Wärmerückgewinnung und der bereits bisher enthaltenen Solarthermie auch Kraft-Wärme-Kopplung, Photovoltaik, Geothermie, Windkraft und so fort.

An dieser Stelle sei angeführt, dass alle diese Maßnahmen bei der Methodenerweiterung von wichtigen Zielsetzungen aus dem Bereich der Anforderungen begleitet werden. Geht man davon aus, dass heute bereits eine hohe Anzahl von Passivhäusern in Wien errichtet wird, ist es wohl legitim, den Wunsch auszusprechen, dass diese Technologie auch normativ erfasst wird. Bislang erfolgen Nachweise von Passivhäusern in der überwiegenden Zahl mittels Passivhausprojektierungspaket (PHPP) vom Deutschen Passivhausinstitut (PHI). Nun gibt es just bei den Passivhäusern zwei grundsätzliche Lösungen zur Erreichung des Passivhausstandards:

- Es wird standortbezogen der spezifische Heizwärmebedarf von 15 kWh/m<sup>2</sup>a bezogen auf die Nutzfläche günstig unterschritten und raumweise eine Heizlast von 10 W/m<sup>2</sup> ebenfalls günstig unterschritten. Werden beide dieser Bedingungen eingehalten, so führt dies dazu, dass man auf Flächen- oder Radiatorenheizung verzichten kann und ein „luftbeheizbares Niedrigstenergiehaus“ erreicht. Logischerweise setzt dies voraus, dass zur Erzielung des angeführten niedrigen Heizwärmebedarfs eine raumluftechnische Anlage mit Wärmerückgewinnung installiert wurde, die einerseits das Lüften übernimmt und andererseits die notwendige Restenergie mittels Luftheizung zur Verfügung stellt.
- Es wird standortbezogen „nur“ der spezifische Heizwärmebedarf von 15 kWh/m<sup>2</sup>a bezogen auf die Nutzfläche unterschritten und die restlichen Anforderungen unter Umständen nicht. Dies bedeutet, dass üblicherweise in derartigen Gebäuden neben der raumluftechnischen Anlage mit Wärmerückgewinnung auch noch beispielsweise eine Flächenheizung vorhanden sein sollte.

Energetisch kann von beiden Varianten ein ähnlicher Endenergiebedarf erwartet werden, jedoch sind die Investitionen bei der ersten Variante infolge der nicht vorhandenen wassergeführten Flächen- oder Radiatorenheizung etwas geringer.

Darüber hinaus sind andere Konzepte wie beispielsweise das Sonnenhaus hochaktuell. Dabei soll der Endenergiebedarf während der Heizperiode zur Hälfte bzw. außerhalb dieser zur Gänze durch Solarthermie gedeckt werden. Naturgemäß braucht es dazu mächtige Speicher, um durch Perioden mit geringer Strahlungserträgen zu kommen. Auch hier braucht es dringend methodische Ergänzungen.

### **Nullenergie- und Plusenergiehäuser**

Weiters sind mittlerweile Nullenergie- und Plusenergiehäuser in aller Munde. Leider bedeutet dies in den allermeisten Fällen Unterschiedliches, zumal weder normativ noch legislativ eindeutige Definitionen dieser Begriffe existieren. Streng genommen würde man zweifelsohne unter einem Nullenergiehaus genau ein solches Haus verstehen, welches keine Energielieferung benötigt. In der überwiegenden Anzahl bisheriger Anwendungen wird unter Nullenergiehaus aber „nur“ ein Haus verstanden, das hinsichtlich der Bilanz bezüglich gelieferter Energie und exportierter Energie neutral abschneidet. Nachdem bisher das Hauptaugenmerk auf der Raumwärme gelegen ist, wird diese Bilanz auch meist nur für diesen Bereich durchgeführt. Dies bedeutet, dass zur Befriedigung von Warmwasserwärmebedarf und Strombedarf für den Wohngebäudebereich jedenfalls noch weitere Lieferenergie benötigt wird. Vor diesem Hintergrund sei angemerkt, dass rein theoretisch Nullenergiehäuser im eigentlichen Sinn – also inklusive Warmwasser und Strom – durchaus denkbar sind, allerdings hinsichtlich der geometrischen Verhältnisse beschränkt sind. An dieser Stelle ist zwischen ländlichem und urbanem Raum bzw. den zugehörigen Bauformen Einfamilienhaus und Mehrfamilienhaus zu differenzieren. Können auf dem Dach eines Einfamilienhauses flächenmäßig problemlos ausreichend viele Quadratmeter Sonnenkollektoren und Solarzellen angebracht werden, um bei hervorragender Qualität der thermischen Hülle wesentliche Anteile des Endenergiebedarfs des Gebäudes zu decken, so steht im Gegensatz dazu auf dem Dach eines Mehrfamilienhauses, bezogen auf die im Mehrfamilienhaus enthaltenen Nutzflächen, nur wenig Fläche zur Verfügung. Allerdings befinden wir uns hier unter Umständen in einem recht interessanten Spannungsfeld. Rechnet man nämlich anstelle von End- oder Lieferenergie mit Primärenergie, so kann diese bei Verwendung von Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung nicht kleiner werden als die Nutzenergie, hingegen bei Verwendung von Sonnen- oder Windenergie bzw. Umweltwärme schon. Diese Ungleichstellung gilt es methodisch zu bereinigen.

### **Gesamtenergieeffizienzrichtlinie für Gebäude 2010 (GEEG II / EPBD:2010)**

Versucht man rückblickend, die Qualität und Wirkung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäude aus dem Jahr 2002 zu bewerten, so könnten folgende Änderungen empfohlen werden:

- Wegfall der 1.000 m<sup>2</sup>-Grenze für die verpflichtende Einhaltung von Mindestanforderungen bei Sanierung: In Österreich sind ca. 90 % aller Wohngebäude Ein- oder Zweifamilienhäuser und könnten ohne jedes wohnrechtliche Problem saniert werden. Gerade diese Gebäude waren bisher unverständlicherweise von der Einhaltung der Mindestanforderungen ausgespart.



- Wegfall der Einschränkung der Aushangpflicht auf Gebäude mit großem Publikumsverkehr, nur der öffentlichen Hand: Mindestens ebenso interessant ist selbstverständlich der Aushang von Energieausweisen in großen Verkaufsstätten, Banken, Versicherungen etc.
- Wegfall aller Möglichkeiten des Ausweichens aus der Verpflichtung der Vorlage eines Energieausweises im Rahmen einer In-Bestand-Gabe: Damit ist sowohl das Verhindern von Schlupflöchern in der nationalen Umsetzung gemeint, als auch das unverständliche Aussparen von Gebäuden, auf die die Ausnahmeregelungen bezüglich des Einhaltens von Anforderungen zutreffen, bei der Vorlagepflicht (soll heißen: Auch wenn das Ergebnis schlecht ist und bei einer Sanierung eine Anforderung nicht eingehalten werden muss, kann es für ein Gebäude, das unter Denkmalschutz steht oder einen gleichwertigen Ausnahmetatbestand erfüllt, von Interesse sein, auch einen Energieausweis zu haben.).

Die meisten dieser Punkte wurden entsprechend der Möglichkeiten der europäischen Gremien in der Neuauflage der Richtlinie tatsächlich berücksichtigt. Eigentlich hätte diese Richtlinie bereits im letzten Jahr erscheinen sollen, allerdings ist der Wirkungsbeginn des Vertrags von Lissabon daran schuld, dass das Erscheinen verzögert wurde.

Wirklich innovativ in der neuen Richtlinie ist die verpflichtende Erstellung eines nationalen Plans, wie sich bis zum Jahr 2020 die Mindestanforderungen entwickeln sollen. Dabei wird seitens der Richtlinie als Ziel für das Jahr 2020 ein Fast-Nullenergiegebäude bzw. Niedrigstenergiegebäude angesehen.

Darüber hinaus ist in der neuen Richtlinie die Notwendigkeit der Angabe des Primärenergiebedarfs und der Kohlendioxidemissionen vorgesehen. Dabei wurde aus einer bisherigen Sollbestimmung eine Mussbestimmung.

### Umsetzung in Europa

Für die Umsetzung in Europa bedeutet dies unter anderem die Notwendigkeit der Abgabe dieser nationalen Pläne, wobei die Europäische Union vermutlich ein Ranking der „Ambitioniertheiten“ erstellen wird. Dies bedeutet insbesondere für die am wenigsten ambitionierten Mitgliedsstaaten, dass sie allenfalls zur Nachbesserung aufgefordert werden. Ebenso bedarf es in den Mitgliedsstaaten der Festlegung von Konversionsfaktoren für die Angabe des Primärenergiebedarfs und der Kohlendioxidemissionen. Naturgemäß wäre es hier wohl vernünftig, dies europaweit zu definieren. Leider hat sich die Europäische Union dazu nicht durchringen können, zumal die kumulierten Aufwände zum Anbot von Energieträgern sehr verschieden sein können. Man denke dabei nur an Mitgliedsstaaten mit hohem Wasserkraftanteil wie Österreich oder hohem Atomstromanteil oder anderen Besonderheiten.

### Wirkung der GEEG I

Aus meiner persönlichen Sicht würde ich an dieser Stelle gerne festhalten, dass die Wirkungen der Richtlinie aus dem Jahr 2002 außerordentlich positiv zu bewerten sind. Erstmals waren alle Beteiligten gezwungen, Methoden niederzuschreiben, mit denen die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden objektiv bewertet werden kann. Viele Scharlatane, die in den letzten Jahren davon gesprochen habe, dass irgendwelche Gebäude gar keine Energie mehr benötigen oder sogar Energie liefern, wurden selbst durch die schlechteste Methodik in die Schranken gewiesen. Damit wurde ein Diskussionsprozess in Gang gesetzt, der nunmehr auf immer festeren Fundamenten steht und für die Zukunft einerseits vernünftige Planungen von Neubauten und Sanierungen und andererseits vernünftige Potenzialabschätzungen ermöglicht.

### **Handlungsbedarf**

Als wichtigster Handlungsbedarf ist wohl die zweite Generation von Energiekennzahlnormen zu benennen. In diesen Normenkanon müssen auch Teile aufgenommen werden, die die ökologische und ökonomische Machbarkeit nachweisen helfen, zumal man sich mittlerweile erfreulicherweise in so niedrigen Anforderungsregionen befindet, für die es Wert ist, eben die ökologische und ökonomische Sinnhaftigkeit nachzuweisen.

### **Konversionsfaktoren**

Bei den Konversionsfaktoren gilt es zwei Gruppen zu definieren: Einerseits die Gruppe jener Energieträger, die in Abhängigkeit des Liefervolumens (Kohle, Öl, Gas, Strom) und andererseits jener Energieträger, die in Abhängigkeit der Wärmemenge abgerechnet werden (insbesondere Fernwärme). Für die erste Gruppe wären möglichst gemeinsame europäische Faktoren sinnvoll und für die zweite Gruppe sollte der technologische Standard der Wärmebereitstellung (insbesondere Kraft-Wärme-Kopplung und andere Abwärmen) berücksichtigt werden.

### **Zukünftige weitere Entwicklungen (Endenergie versus Lieferenergie)**

Nachdem wir uns auf Niedrigstenergiehaus-, Nullenergiehaus- oder Plusenergiehaus-Niveau zubewegen, erscheint es immer sinnvoller, nicht mehr die Endenergie als interessante Größe im Vordergrund zu haben – dies ist immerhin jene Größe, die auch monetär bewertet werden kann -, sondern die Lieferenergie. Die Lieferenergie ist jener Teil der Endenergie, der tatsächlich dem Gebäude zugeführt werden muss und nicht vor Ort „produziert“ oder „geerntet“ werden kann. Naturgemäß ist dabei die Definition der Systemgrenzen von besonderer Wichtigkeit, da natürlich die Produktion bzw. der energetische Aufwand für jene Technologien, die das Produzieren oder Ernten von Energien vor Ort ermöglichen, dann mitzuberücksichtigen ist.

## Net Zero Energy Buildings – Aktuelle internationale Entwicklungen

Sonja Geier, AEE INTEC



Die Idee des Null- oder Plus-Energiekonzeptes ist, dass der Verbrauch des einzelnen Gebäudes so gering ist, dass der Restbedarf durch Eigenproduktion vor Ort kompensiert werden kann. Eine Chance für eine internationale Definition – aber auch eine Herausforderung für den bisherigen Zugang zur Gebäudequalität!

Der Energieverbrauch im Gebäudesektor zeichnet weltweit für 40 % des Primärenergieverbrauches und 24 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Trotz ambitionierter Klimaschutzziele steigt der Verbrauch weiterhin. Mit der Neufassung der EPBD Energy Performance of Buildings Directive<sup>1</sup> im Juni 2010 nimmt die europäische Kommission nunmehr den Begriff des nearly zero-energy buildings auf und gibt den Ländern der Europäischen Union damit die Vorgaben für die weiteren Umsetzungen. Dabei bleibt die Umsetzung in die nationale Gesetzgebung, die Konkretisierung der Maßnahmen und auch die Abbildung in Berechnungsverfahren den einzelnen Mitgliedstaaten überlassen.

Dass Null-Energie im Gebäudesektor so viele positive Emotionen weckt und sehr attraktiv für den Markt ist, liegt auf der Hand: Keine Energie im Gebäude zu verbrauchen ist angesichts steigender Energiepreise und schwindender Ressourcen ein gut verkaufbares Ziel. Die Einfachheit der Definition „gleich viel oder mehr Energie zu produzieren als zu verbrauchen“ orientiert sich nicht an Kennwerten, die national unterschiedlich definiert und fixiert sein können. Damit kann einerseits eine Marke geschaffen werden, die länderübergreifend Gültigkeit hat – wie z.B. das „Passivhaus“. Andererseits birgt sie auch das Risiko, dass die Methodik zur Bilanzierung unterschiedlich interpretiert werden kann – und ja auch schon wird! So entstanden in den letzten Jahren eine Vielzahl an Null-Energie-, Null-Emission- oder Plus-Energiegebäuden im deutschsprachigen Raum, international findet man von net zero energy-, oder (nearly) zero energy bis zu zero carbon eine ganze Bandbreite an Gebäudekonzepten mit dem Anspruch Null Energie zu verbrauchen oder Null Emissionen zu produzieren. Die Begriffsvielfalt und das Interesse des Marktes die Marke Null- oder Plus-Energie für Gebäude zu beanspruchen, zeigt die Notwendigkeit, die Methodik der Bilanzierung zu präzisieren.

In Österreich ist das Thema Null-Energiegebäude erst seit der im März 2010 präsentierten „Energiestrategie“ ein breiteres Thema – zielt doch eine der drei Säulen auf den Baustandard Fast-Null-Energiehäuser. Zuvor wurde der Begriff nur im Technologieprogramm Haus der Zukunft Plus thematisiert: „Null-Energiegebäude als Basis für die Weiterentwicklung zum Plus-Energiegebäude.“<sup>2</sup> Wie die weitere Umsetzung der EPBD Energy Performance of Buildings Directive vom Juni 2010 in der OIB-Richtlinie aussehen werden, ist noch offen. Vor allem kommt die Neufassung dieser EPBD zu einem Zeitpunkt, zu dem die Umsetzung der ersten Richtlinie aus dem Jahr 2002 noch nicht vollständig abgeschlossen ist.

<sup>1</sup> Richtlinie 2010/31/EU vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“, Amtsblatt der Europäischen Union vom 18. Juni 2010

<sup>2</sup> bmvt – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2008): „Haus der Zukunft Plus. 1. Ausschreibung 2008 – Leitfaden für die Projekteinreichung.“ Oktober 2008

Ein genauer Blick zeigt, dass, länderunabhängig, sämtliche Null- oder Plus-Energiekonzepte eine gemeinsame Problematik haben: es gibt noch keine europäische oder international harmonisierte Begriffsdefinition und Methodik zur primärenergetischen Bilanzierung, die auf eindeutigen wissenschaftlichen Grundlagen basiert.

### Internationale Entwicklungen

Seit Oktober 2008 beschäftigt sich eine ExpertInnengruppe im Rahmen des IEA Joint Project SHC Task 40/ ECBCS Annex 52 - Towards Net Zero Energy Buildings mit der Harmonisierung der Definition und Methodik, der Entwicklung praxistauglicher Tools und der Analyse realisierter Null- oder Plusenergiegebäude, um innovative Konzepte für die Umsetzung in der Praxis aufzuzeigen. Basis für die Arbeiten in der internationalen Kooperation ist die Identifikation von nahezu 300 Null- oder Fast-Nullenergiegebäuden in unterschiedlichen Klimaten. 50 Umsetzungen werden in weiterer Folge detailliert analysiert. Parallel dazu wurde ein Excel-Tool entwickelt, um unterschiedliche Bilanzierungsmodelle vergleichen zu können.

Die Normung und Gesetzgebung konnte in Fragen der Bilanzierung oder des Gebäudestandards von Null- oder Plus-Energiegebäuden mit der aktuellen Entwicklung am Markt nicht mithalten. Der Stand der Entwicklung ist in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich und im internationalen Vergleich sieht man sehr häufig länderspezifische Ansätze in der allgemeinen Gebäudebewertung.

In der Schweiz schreibt das energieökonomische Label MINERGIE und MINERGIE-P eine Erfolgsgeschichte.<sup>3</sup> MINERGIE<sup>4</sup> definierte Gebäudestandards ähnlich dem Passivhaus in einer Zeit, in der um gesetzliche Minimalvorschriften gerungen wurde. Erst seit der Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls kamen die Bemühungen zur Verstärkung der Klimaschutz- und Energiepolitik langsam ins Rollen und die gesetzlichen Minimalanforderungen nähern sich seitdem den MINERGIE-Standards an. Das 2009 verabschiedete Energieleitbild Bau des Schweizer Ingenieur und Architektenvereins SIA stellt nunmehr einen ganzheitlichen Ansatz und die Betrachtung des Lebenszyklus eines Gebäudes in den Vordergrund. Mit MINERGIE-A sollen im Frühjahr 2011 weitere Schritte in der Gebäude- und Haustechnik und eine Antwort auf das Plus-Energiehaus erfolgen.

3 Miloni R.: „Das Plusenergiehaus – Grundlagen, Forschung und Entwicklung – internationale Beispiel.“ Bern, 16. Herbstseminar 11. Nov. 2010

4 [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

5 Voss K.: „Richtung Nullenergiehaus mit neuer Richtlinie der EU.“ Bern, 16. Herbstseminar 11. Nov. 2010

6 Torcellini P., et al: "Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition." National Renewable Energy Laboratory (NREL) USA 2006; [www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf](http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf).

In Deutschland wird erst seit der Novelle des Energieeinspeisegesetzes 2010 ein ökonomischer Anreiz zur bevorzugten Deckung des eigenen Verbrauches gegenüber der Netzeinspeisung von Photovoltaikstrom gesetzt – eine Änderung, die mit der jahrelangen Tradition der Installation von Photovoltaikanlagen in großem Ausmaß bricht. „Durch den Ausschluss des saisonalen Ausgleichs von sommerlichen Solarstromüberschüssen mit Defiziten im Winter ist ein Netto-Nullenergiehaus unter den hiesigen klimatischen Bedingungen nicht erreichbar.“ Voss K. (2010)<sup>5</sup>

In den USA fasst der Begriff Zero Energy Buildings alle Bestrebungen zur signifikanten Verbesserung der Energieeffizienz zusammen. 2006 erläutert Torcellini<sup>6</sup> basierend auf dem vom US Department of Energy (DOE) definierten Begriff net zero-energy buildings die unterschiedlichen Ansätze in der Bilanzierung: net zero site energy, net zero source energy, net zero energy costs, net zero pdg energy emissions. In weitere Folge wird auch eine Hierarchie unterschiedlicher

Quellen der Versorgung mittels erneuerbarer Energie thematisiert: Oberste Priorität hat die Erzeugung von Energie direkt in der Gebäudehülle; die Produktion mittels Solaranlagen auf Nebengebäuden, Carports oder generell am Grundstück ist in der Hierarchie eine Stufe niedriger. Das übergeordnete Ziel aller Anstrengungen ist eine größere Unabhängigkeit von Energieimporten.

### Internationale Erfahrungen in der Praxis

International dominiert das all-Electric Haus die öffentliche Null- oder Plus-Energiediskussion. Der Vormarsch der Wärmepumpentechnologie für Heizung und Warmwasser komplettiert das zu 100 % mit Strom versorgte Gebäude. Auch in Österreich werden Plus-Energiegebäude, die rein auf den Energieträger Strom setzen, realisiert (Beispiel Plusenergiewohnen Weiz<sup>7</sup>). Das Ausmaß des Einsatzes von Photovoltaikanlagen in Österreich ist aber nicht mit der Situation in Deutschland vergleichbar. Ausschlaggebend dafür ist die andere Förderpraxis von Ökostromanlagen.

Österreich ist eindeutig Vorreiter in der Konzeption von Plus-Energiekonzepten, die auf die Produktion von Strom und Wärme vor Ort setzen. Auch der Strategieprozess Energie 2050 setzt für die Vision des Gebäudes gleichermaßen auf die Integration von Gebäuden in elektrische als auch in thermische Netze.<sup>8</sup> Umsetzungen gibt es vielfach: Große Solarthermie- und Biomasseanlagen in Verbindung mit Wärmenetzen (Beispiel des Bürogebäudes der AEE Kärnten<sup>9</sup>) und bestehende wärmebasierte Energieversorgungssysteme in urbanen Räumen (Wien, Linz,...) sind seit langem erfolgreich in Betrieb. Ein besonderes Highlight ist die Einspeisung solarthermischer Energie im Megawattbereich in Wärmenetze, wie am Beispiel der Stadt Graz<sup>10</sup>.

### Ist Null- oder Plus-Energie erreichbar?

Studien an Nichtwohngebäuden in den USA zeigen, dass es einer Verbrauchsreduktion um durchschnittlich 60 % bedarf, um allein den Stromverbrauch theoretisch über eine Jahresbilanz ausgleichen zu können.<sup>11</sup> Bei Wohngebäuden belegen Auswertungen von Verbrauchszahlen<sup>12</sup>, dass der Haushaltsstrom für nahezu die Hälfte des Gesamtenergieverbrauches eines Gebäudes verantwortlich zeichnet. Dies zeigt eindeutig, dass der vordringlichste Schritt zu Plus- oder Null-Energiekonzepten über die Steigerung der Energieeffizienz in allen Bereichen (Gebäudebetrieb und Nutzung) führen muss. Während die EPBD Energy Performance in Buildings Directive im Jahr 2002 das Erfordernis der Berücksichtigung von Klimatisierung und Beleuchtung von Nichtwohngebäuden definierte, blieben ähnliche Anforderungen an Wohngebäude aus. Auch die Neufassung der EPBD European Buildings Directive im Juni 2010 lässt in diesem Punkt Interpretationsspielraum zu (Art. 2, Pkt. 4 oder Anhang I, Pkt. 3.i). Laut IPCC<sup>13</sup> wird in Wohngebäuden der 11 größeren OECD-Staaten mehr als 40 % der gesamten Primärenergie dieses Sektors für den Haushaltsstrom aufgewendet. 70 % davon benötigt das Equipment für Unterhaltung und Kommunikation. Dass die erfolgreiche Bedarfs- bzw. Verbrauchsreduktion ein entscheidender Faktor ist, liegt auf der Hand. Mit dem Wunsch der Null- oder Plus-Energiebilanz definiert die zur Verfügung stehende Hüllfläche (oder besonnte Fläche) an einem Standort den maximal zulässigen Energiebedarf eines Gebäudes. Vor allem in dichter verbauten Gebieten ist der Ausgleich des Bedarfes bzw. Verbrauches über Solarthermie oder Photovoltaikanlagen allein schwer erreichbar. Windkraftnutzung unmittelbar am Gebäude scheitert oft noch an der Skepsis von Anrainer/-innen oder Behörden.

7 [www.erwin-kaltenegger.at/projekte/wb\\_mf.php?was=090128\\_1356](http://www.erwin-kaltenegger.at/projekte/wb_mf.php?was=090128_1356)

8 Energie 2050: Strategiepapier zum Themenfeld „Energie in Gebäuden“, des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien 2007

9 [www.aee.or.at/index.php?menue3=31](http://www.aee.or.at/index.php?menue3=31)

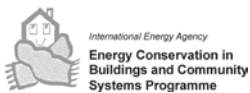
10 [www.solid.at](http://www.solid.at)

11 Griffith B., et al: „Assessment of the Technical Potential for Achieving Net Zero-Energy Buildings in the Commercial Sector.“ Technical Report NREL /TP-550-41957, 2007

12 IBK- Leitfaden. Ergebnisse der messtechnischen Begleituntersuchungen von „Haus der Zukunft“ – Demonstrationsbauten.“ Hrsg. AEE INTEC, Gleisdorf 2010

13 Intergovernmental Panel on Climate Change, Fourth Assessment Report, 2007. Page 403

Als zukunftsweisend können Kombinationen von solarthermischen Anlagen und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) auf Basis erneuerbarer Energie bezeichnet werden. Es gibt auch schon Beispiele für Mikronetze in der Praxis<sup>14</sup>, die auf Synergien von VerbraucherInnen mit unterschiedlichen Nutzungsprofilen innerhalb eines Wärmenetzes setzen (Wohn- und Bürogebäude, Freibad,...). Vorrangig wird in Zukunft jedoch eine drastische Reduktion des Verbrauches sein, um in weiterer Folge durch die intelligente Kombination innovativer Technologien, abgestimmt auf den Standort, ein erfolgreiches Null- oder Plus-Energiekonzept zu erreichen.



#### Weitere Informationen

IEA Joint Project SHC Task 40 / ECBCS Annex 52 Towards Net Zero Energy Solar Buildings

[www.iea-shc.org/task40/](http://www.iea-shc.org/task40/)

[www.aee-intec.at](http://www.aee-intec.at)

<sup>14</sup> Beispiel Mikronetz Stadt Gleisdorf (Stmk.) basierend auf Solarthermie und Biomasse BHKW.

## ÖGNB – Bewertung von Pilotprojekten

Robert Lechner, Österreichisches Ökologie-Institut

### Exkurs / Einleitung

Die seit der Immobilienblase um Imagekorrektur bemühte Immobilienwirtschaft denkt um: Nicht nur wirtschaftlich sind die neuen Bauwerke, nachhaltig sind sie auch. Um das am Markt kommunizieren zu können, bemühen Gebäudebewertungssysteme sportliche Superlativen. In Deutschland gilt das Streben nach Gold (DGNB), Nordamerika toppt mit Platin (LEED), bescheiden (aber nobel) wird im United Kingdom vom schlichten „Outstanding“ (BREEAM) gesprochen, wenngleich es dazu 5 Sterne extra gibt.

In Österreich wird das von der Österreichischen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (ÖGNB) bereit gestellte Total Quality Building (TQB) verwendet. Was aber sind die Ziele seriöser Gebäudebewertungssysteme? Und wie können diese Ziele auf hohem Niveau erreicht werden? Bei genauem Hinsehen erweist sich die Gebäudebewertung als Gratwanderung zwischen hochwertiger Qualitätssicherung und nur auf den Endzweck abzielendem Marketing-Instrument. Am Beispiel von TQB wird gezeigt, wie diese Gratwanderung seit 1998 in der Praxis gemeistert werden kann. Die mittlerweile mehr als zehnjährige Erfahrung mit umfassender Gebäudebewertung war einer der entscheidenden Gründe dafür, dass die Qualitätssicherung und Bewertung sämtlicher Demonstrations- und Pilotbauten des größten Bauforschungsprogramms in Österreich mit TQB durchgeführt wird. Im Rahmen des Forschungs- und Technologieprogramms „Haus der Zukunft PLUS“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie – BMVIT erfolgt das Monitoring aller geförderten Bauwerke mit TQB im gemeinsam mit dem IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie abgewickelten Projekt „Monitor PLUS“.

### Von der Green Building Challenge zu TQB.2010 – ein kurzer historischer Überblick

Das Österreichische Ökologie-Institut beschäftigt sich seit Mitte der 90er Jahre mit der Entwicklung von Qualitätskriterien und Bewertungssystemen für den Hochbau, das Bewertungssystem „Total Quality Building“ (frühere Kurzbezeichnung: TQ; seit 2009: TQB) ist das zentrale Ergebnis daraus. TQ wurde gemeinsam mit dem Ziviltechniker Dr. Manfred Bruck erstentwickelt, bislang wurden mit dem Bewertungssystem rund 70 Gebäudebewertungen durchgeführt. Das System steht sowohl für Wohnbauten als auch für Gebäude aus dem Dienstleistungsbereich zur Verfügung.

Ein wichtiger Meilenstein ist wie bei anderen Gebäudebewertungssystemen wie LEED<sup>1</sup> (USA, Kanada), CASBEE<sup>2</sup> (Japan, Asien), BREEAM<sup>3</sup> (United Kingdom) oder ESCOLE / HQE<sup>4</sup> (Frankreich) durch die Teilnahme von TQB an der Green Building Challenge gegeben. Das Österreichische Ökologie-Institut hat als Vertreter Österreichs TQB in diese internationale Initiative eingebracht. Letztlich kann festgehalten werden, dass nahezu alle gegenwärtig vorhandenen Gebäudebewertungssysteme im In- und Ausland im Rahmen dieser internationalen Kooperation entwickelt oder weiter entwickelt wurden.

1 LEED: Akronym für „Leadership in Energy and Environmental Design“. LEED ist die Kurzbezeichnung des Gebäudebewertungssystems des U.S. Green Building Council. Weitere Informationen unter [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org). Parallel dazu wird eine leicht adaptierte Version von LEED auch in Kanada vom Canada Green Building Council verwendet. Weitere Informationen dazu unter [www.cagbc.org](http://www.cagbc.org).

2 CASBEE: Akronym für „Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency“. CASBEE ist die Kurzbezeichnung des Gebäudebewertungssystems des „Japan GreenBuild Council“. Weitere Informationen unter [www.ibec.or.jp/CASBEE/english/overviewE.htm](http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/overviewE.htm).

3 BREEAM: Akronym für „BRE Environmental Assessment Method“, wobei BRE für die „Building Research Establishment Limited“ steht. Mit BREEAM werden seit dem Jahr 1990 Gebäude bewertet. Die BRE Group hatte im Jahr 2008 insgesamt mehr als 600 MitarbeiterInnen (Vollzeitäquivalente). Weitere Informationen zum Gebäudebewertungssystem BREEAM unter [www.breeam.org](http://www.breeam.org).

4 HQE: Akronym für „Haute Qualité Environnementale“. HQE ist das von der „Association pour la Haute Qualité Environnementale“ in Frankreich verwendete Gebäudebewertungssystem. Weitere Informationen unter [www.assoHQE.org](http://www.assoHQE.org).



Die Idee von damals war auf den ersten Blick bestechend und einfach zugleich: Die Umweltverträglichkeit von Hochbauten nahm Mitte der 90er Jahre einen immer stärker wahrnehmbaren Bestandteil der generellen Umweltdiskussion ein. Was fehlte, waren Methoden zur vergleichenden Bewertung. In der Green Building Challenge wurde auf Basis bereits vorhandener Bewertungsmethoden (v.a. BREEAM, LEED) mit dem Green Building Tool ein gemeinsames Bewertungstool entwickelt. Dieses wurde für vergleichende Benchmarks von Bauwerken in damals 15 Ländern weltweit eingesetzt. Die Ergebnisse dieser Benchmarks wurden alle zwei Jahre im Rahmen der „Sustainable Building Conference“, die bis heute das wichtigste Forum für das nachhaltige Bauen weltweit ist, diskutiert. Schon bald zeigte sich, dass eine Anwendung dieses Bewertungssystems auf nationaler Ebene auf Schwierigkeiten stößt: Zahlreiche rechtliche, aber auch qualitative Ansprüche nationaler Prägung konnten nicht zufriedenstellend abgebildet werden. Aus diesem Grunde wurden die Bewertungsmethoden immer stärker an nationale Bedürfnisse angepasst. In Österreich wurde mit „Total Quality Building“ von Beginn an ein umfassendes Bewertungssystem entwickelt: TQB zielt somit seit seiner Erstentwicklung (1998 bis 2002) auf eine umfassende Erfassung und Bewertung von Nachhaltigkeitskriterien für Gebäude ab. Es werden soziale, wirtschaftliche und umweltrelevante Aspekte (Tripple Bottom Line) des Hochbaus ebenso erfasst wie die Planungs- und Errichtungsqualität (anderswo: „Prozessqualität“). Das erst im Jahr 2007 entstandene Bewertungssystem der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) hat Ansätze wie diesen weiter entwickelt und setzt dabei ebenso wie TQB auf eine umfassende Gebäudebewertung.

### **TQB heute: Umfassende Gebäudebewertung im Gleichklang mit internationaler Normierung**

TQB wurde in den letzten Jahren umfassend weiter entwickelt, vollkommen adaptiert und auf neue Anforderungen vorbereitet. Auf internationaler Ebene ist hier insbesondere die Tätigkeit des internationalen CEN-Normengremiums TC350 „Sustainability of Construction Works“ zu nennen, welche erst vor kurzem zu ersten Ergebnissen führte. Hier ist vorerst die seit 1. November 2010 auch in Österreich gültige Rahmennorm für die umfassende Gebäudebewertung zu nennen:<sup>5</sup> Durch die Mitwirkung einzelner ExpertInnen aus dem Kreis der ÖGNB an der Normerstellung ist das Bewertungssystem der ÖGNB bereits jetzt weitgehend kompatibel mit dem internationalen Normenwerk. Für das Jahr 2011 ist mit weiteren Konkretisierungen und Ergebnissen aus CEN TC350 zu rechnen. Die Rahmennormen für die Bewertungsmethodik der wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Qualität liegen in Entwurfsform vor. Die ÖGNB und damit TQB werden laufend die relevanten Ergebnisse in die Bewertungsmethodik einarbeiten.

### **Kommunikationsformat – Nachhaltigkeit von Bauwerken messbar und kommunizierbar machen**

In Analogie zu klima:aktiv Haus verwendet TQB ein 1.000-Punktesystem bei der Bewertung von Gebäuden. Dadurch wird dem Wunsch nach mehr Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Gewichtung von Einzelkriterien zahlreicher ProjektpartnerInnen und KommentatorInnen von TQB entsprochen. Gleichzeitig eröffnet dieser Zugang vielfältige Auswertungs- und Interpretationsmöglichkeiten für die Bewertungsergebnisse. Die Vergleichbarkeit mit nationalen (klima:aktiv) und internationalen Bewertungssystemen (BREEAM, DGNB, LEED) kann mit vertretbarem Aufwand hergestellt werden. Die ÖGNB beabsichtigt, dass in absehbarer Zeit das in TQB verwendete Punktesystem unterschiedliche Kommunikationsformate in Abhängigkeit des

<sup>5</sup> ÖNORM EN 15643 – 1: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden. Teil 1: Allgemeine Rahmenbedingungen. Ausgabe: 2010-11-01.

Interessensschwerpunkts der NutzerInnen der Gebäudebewertung anbietet: Vom reinen Punktesystem (1.000 Punkte = Bestbewertung), über „olympische Medaillen“ (Gold / Silber / Bronze) bis hin zum vom Energieausweis her bekannten Kommunikationsformat (A+/A/B/C/...). In weiterer Folge sollen Schnittstellen zu anderen Bewertungssystemen wie DGNB oder BREEAM hergestellt werden. Die ÖGNB ist im Bereich der internationalen Harmonisierung der Bewertungssysteme im, von der Europäischen Kommission geförderten, Projekt SUPERBUILDINGS integriert. Hier geht es in den nächsten beiden Jahren darum, integrierte Bewertungssysteme und die internationale Vergleichbarkeit unterschiedlicher Bewertungsansätze wesentlich voran zu treiben.

Die TQB-Bewertungskategorien wurden in Anlehnung an internationale Entwicklungen auf fünf Bewertungskategorien reduziert: Standort und Ausstattung (anderswo: Wirtschaft / Soziales); Wirtschaftliche und technische Objektqualität (anderswo: Wirtschaft); Energie und Versorgung (anderswo: Umwelt); Gesundheit und Komfort (anderswo: Soziales); Baustoffe und Ressourceneffizienz (anderswo: Umwelt). Auf eine Kategorisierung nach Technischer und Funktionaler Qualität, Umwelt, Soziales und Wirtschaft wurde bislang verzichtet, da vorerst noch die Ansicht vertreten wird, dass zahlreiche der für eine umfassende Gebäudebewertung relevanten Kriterien für mehrere inhaltliche Schwerpunkte des „3-Säulenmodells“ der Nachhaltigkeit relevant sind. Beispielsweise stellt der Endenergieverbrauch eines Gebäudes sowohl eine umweltrelevante Dimension (Emissionen), als auch eine soziale Dimension (Kosten für NutzerInnen) und letztlich auch eine wirtschaftliche Dimension (Investkosten) dar. Gleichzeitig wird aber an dieser Stelle festgehalten, dass aufgrund der umfassenden Übereinstimmung der Einzelkriterien von TQB mit vergleichbaren nationalen und internationalen Gebäudebewertungssystemen es ein leichtes sein wird, „per Knopfdruck“ eine Auswertung nach Umwelt / Soziales / Wirtschaft vorzunehmen.

### **Lebenszyklusbewertung und Erweiterung der Systemgrenzen**

Der Übergang zu einer Lebenszyklusbewertung für alle relevanten Teilbereiche der Gebäudebewertung stellt einerseits einen zentralen inhaltlichen Anspruch der umfassenden Gebäudebewertung dar und ist andererseits schon deshalb notwendig, weil dies eine zentrale Vorgabe der internationalen Normierungsbemühungen unter CEN TC350 ist. Bislang wurde in TQB lediglich bei Sonderauswertungen auf die Lebenszyklusbetrachtungen des Bauwerks (bzw. der darin vorhandenen Baumaterialien) Rücksicht genommen. Energieverbrauch und die optionale Bewertung und Darstellung von Lebenszykluskosten hingegen waren bereits bisher in TQB enthalten. In Zukunft wird im Rahmen von TQB das gesamte Bauwerk einer Lebenszyklusbetrachtung unterzogen.

Ebenso wird wie bisher im Rahmen von TQB folgende Systemgrenze für die umweltbezogene Bewertung von Gebäuden heran gezogen: Thermische Hülle, Zwischendecken, Innenwände, Tiefgeschoße (Keller und ggf. Garagenplätze), innere Erschließung. Operativ wird dabei eine OI3-Berechnung (über den gesamten Lebenszyklus) heran gezogen, wobei neben den im Rahmen dieser Berechnung berücksichtigten Indikatoren auch jene Umweltindikatoren dokumentiert werden müssen, die letztlich auf Basis internationaler normativer Vorgaben (Stichwort: CEN TC350) und der Umlegung dieser CEN-Norm in nationales Recht als relevant erachtet werden. Beispielhaft sind hier zu nennen: Primärenergie erneuerbar, Eutrophierung, boden-

nahes Ozon, Verwendung nicht erneuerbarer / erneuerbarer Ressourcen außer Primärenergie usw. Eine endgültige Festlegung der zu dokumentierenden Indikatoren soll gegenwärtig nicht vorweg genommen werden und ist laufend an die Entwicklung internationaler und nationaler normativer Vorgaben anzupassen.

### **Monitor PLUS: Evaluierung sämtlicher Demonstrationsbauten**

Die Bewertungssysteme der ÖGNB werden neben ihrem Einsatz in zahlreichen Hochbauvorhaben für die Qualitätssicherung der Demonstrationsbauten von „Haus der Zukunft PLUS“ eingesetzt. Das Österreichische Ökologie-Institut evaluiert gemeinsam mit dem IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie sämtliche Demonstrationsbauwerke und Leitprojekte dieses Forschungsprogramms des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie – BMVIT im Rahmen des Forschungsprojektes „Monitor PLUS“.

Im Rahmen von „Monitor PLUS“ kommt es zur Fortsetzung der bereits in der Programmlinie „Haus der Zukunft“ begonnenen Evaluierung von Demonstrationsbauten. Das dabei durchgeführte Monitoring dient dabei sowohl dem Benchmark der Projekte mit Bauvorhaben außerhalb des Programms „Haus der Zukunft PLUS“ als auch der Qualitätssicherung bei der Projektumsetzung. Monitor PLUS will somit sowohl einen Beitrag zur nationalen und internationalen Vergleichbarkeit innovativer Bauwerke leisten, als auch projektbegleitend dazu beitragen, dass die Demonstrationsbauten des Programms umfassend optimiert werden.

Damit die Vergleichbarkeit zwischen Demonstrationsbauten aus Haus der Zukunft und den nun hinzu kommenden Bauwerken gegeben ist, werden im Bereich des kompletten Energiemonitorings und der Erhebung der Akzeptanz durch NutzerInnen die vorhandenen Methoden fortgesetzt: Das Resultat sind neben der Gebäudebewertung mit TQB umfangreiche und detaillierte Energiebilanzen für die evaluierten Gebäude und Erkenntnisse hinsichtlich der Akzeptanz der umgesetzten Technologien und Bauweisen bei NutzerInnen.

Das Energiemonitoring übernimmt die methodische Vorgehensweise aus der bisherigen Begleituntersuchung zu den Demonstrationsbauten. Dabei kommt es zur vollständigen Erfassung sämtlicher Energieverbräuche und Energieerträge im Gebäude:

- die Einhaltung der Grenzwerte für die Komfortparameter Raumtemperatur und Raumfeuchte
- den Jahresendenergiebedarf für das Gebäude
- den Jahresheizenergiebedarf für das Gebäude
- den Jahreskühlenergiebedarf für das Gebäude
- die thermischen und elektrischen Energieströme innerhalb des Gebäudes
- so differenziert wie möglich den elektrischen Jahresenergiebedarf einzelner Verbrauchergruppen (Arbeitsmittel / Ausstattung, Kühlen, Beleuchtung, Unterhaltungselektronik, Lüftung, Nachheizung, Hilfsenergie)

Ergänzend dazu müssen sämtliche Erträge aus dem Objekt zugeordneten Energieversorgungstechnologien (PV, Solarthermie, Geothermie, ...) gemessen werden. Damit eine vergleichende Beurteilung der Objekte möglich ist, muss zudem eine Klimabereinigung der Messergebnisse durchgeführt werden (Messung Globalstrahlung (bei Verwendung PV, Solarkollektoren), Außentemperatur).

Auf Ebene der sozialwissenschaftlichen Erhebung kommt es nach Fertigstellung der Objekte zu einer standardisierten Befragung der NutzerInnen der Gebäude (getrennt nach Gebäudenutzung). Dabei werden sowohl Erwartungshaltungen, etwaige Probleme mit den eingesetzten Technologien in der Nutzung als auch die Akzeptanz der Bauwerke bei NutzerInnen erhoben und ausgewertet.

Alle Gebäude werden mit TQB erfasst und bewertet, erhalten sowohl Planungszertifikate als auch Fertigstellungszertifikate inklusive der in TQB obligatorischen Qualitätsmessungen zu Schallschutz, Innenraumluftqualität und Luftdichtheit.

Mit Hilfe von Monitor PLUS soll der Nachweis erbracht werden, dass die im Programm Haus der Zukunft PLUS entwickelten Demonstrationsbauten ihren hochwertigen Qualitätsansprüchen im Bereich der energetischen Performance, der umfassenden Gebäudequalität und der Akzeptanz bei den NutzerInnen gerecht werden können. Ergänzend dazu wird versucht werden, einen Vergleich mit anderen Bauwerken mit Innovationsanspruch in Österreich, Deutschland und der Schweiz anzustellen. Letztendlich ist es das erklärte Ziel des Programms „Haus der Zukunft PLUS“ im internationalen Vergleich mit den „Besten der Besten“ eine führende Rolle im Bereich des nachhaltigen Bauens einzunehmen. Dafür ist es notwendig, bei höchsten Ansprüchen an die Bauwerksqualität auch höchste Ansprüche an die transparente Ergebnisdarstellung zu stellen. Sämtliche Projektergebnisse werden deshalb der Öffentlichkeit in Form einer eigenen Webplattform, einer repräsentativen Abschlusspublikation und den üblichen Präsentationen auf Fachkongressen zur Verfügung gestellt.

Folgende Demonstrationsbauten bzw. Leitprojekte sind derzeit Gegenstand des Monitorings:

- Seestadt Aspern: Aspern IQ sowie Bauträgerwettbewerb Phase 1
- Stadtumbau Lehen: Zwei Pilotbauten
- GdZ - Gründerzeit der Zukunft: fünf Sanierungsobjekte
- E80 hoch3: Sanierung auf Plusenergiestandard
- BIGMODERN: Amtshaus Bruck an der Mur
- Leuchtturm Gugler: Neubau einer Druckerei
- ECR Energy City Graz Reininghausgründe
- Open Living: Flachbauten in Plusenergiebauweise
- Plus-Energie-Büro: TU Wien
- Sowie einzelne weitere Demonstrationsbauten des Programms außerhalb der Leitprojekte

Die Projektlaufzeit des begleitenden Monitorings orientiert sich naturgemäß an den Realisierungszeiten der einzelnen Bauwerke und wird demnach bis ins Jahr 2013 gehen.

# Nachhaltiges Bauen und Wohnen - Innovation durch Kooperation

Der Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich ist Wirtschaftsdrehscheibe und Netzwerk der innovativsten niederösterreichischen Unternehmen aus allen Bereichen des nachhaltigen Bauens und Wohnens - unabhängig von Materialien und Werkstoffen. Das Clusterteam besteht aus Architekten, Energieexperten sowie Fachleuten aus dem Errichtungs- und Einrichtungsbereich. Arbeitsschwerpunkte sind die Themen „Althausanierung auf Niedrigenergiehausstandard“, „mehrgeschossiger Neubau in Passivhausqualität“ und „Wohnkomfort / Innenraumklima“. Das Motto „Innovation durch Kooperation“ begleitet alle Cluster der ecoplus, der Wirtschaftsagentur des Landes Niederösterreich. Die folgenden Projekte zeigen erfolgreiche Kooperationen von Partnerbetrieben des Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich.

## Solare Wärmedämmung mit Aktivierung der Speichermassen von Außenwänden



Die patentierte Kooperationsidee beinhaltet die Integration der Wärme- und Kälteverteilung in die Dämmung. Damit wird der Einsatz von Solarenergie zum Heizen und für Nachtkühlung auf breiter Basis möglich - und zwar nicht nur bei Neubauten, sondern auch im Rahmen

einer Sanierung.

Die Innovation besteht darin, dass die Außenmauern mit einer bereits patentierten Solardämmung einerseits gedämmt und gleichzeitig von Solarhybridkollektoren beheizt werden. Auf diese Weise lassen sich Gebäude, die sich energietechnisch auf schlechtem Niveau befinden, deren Bausubstanz aber noch gegeben ist, kostengünstig energietechnisch aufrüsten, ohne gleichzeitig die komplexen Anforderungen eines Passivhauses erfüllen zu müssen.

Dazu kann durch die Masse der thermisch aktivierten Außenwände kostengünstig ein Speicher für den Nieder-temperaturbereich der Luftkollektoren erstellt und der Solarertrag von Solarhybridkollektoren weiter erhöht werden.

Daraus ergibt sich eine Vernetzung mehrerer Bereiche wie der Dämmplattenherstellung, der Klebe- und Befestigungstechnik, Verputztechnik, Heiz- und Kühltechnik, Lufttechnik und Automatisierungstechnik.

### Projektteilnehmer:

- Ing. Kleebinder Ges.m.b.H., Ing. Karl Kleebinder (Projektkoordinator)
- Ing. Horst Faller ([www.swisspoor.at](http://www.swisspoor.at))
- Ernstbrunner Kalktechnik GmbH ([www.profibaustoffe.com](http://www.profibaustoffe.com))

## Nachhaltiges Massivhaus

Diese Unternehmenskooperation hat zum Ziel eine ökologisch nachhaltige Bauweise (nature plus zertifizierte Baustoffe und Bauteile) für Passivhäuser zu entwickeln und hochwertige Ein- bis Zweifamilienhäuser in Massivbauweise anzubieten. Umfassend werden Potentiale zur Einsparung von Herstellungsenergie (Ziel -50%) und CO<sub>2</sub> (Ziel - 80%) in der Gebäudehülle genutzt.

Hier werden energieintensive Produkte durch innovative Produkte und Produktionsverfahren ersetzt.

Slagstar von Baunit Wopfing ist eine wesentliche Komponente zur Reduktion von CO<sub>2</sub>. Auch die Mineralschaumdämmung von Xella multi-por, trägt zur Verringerung von mineralölbasierenden Rohstoffen am Bau bei.



Prototypen werden im Fertigteilwerk Leitner in Kleinseerieden getestet. Das langjährige Know-how des Unternehmens im Bereich der Passivhausplanung bildet das solide Fundament der Kooperation.

2010 werden erste Musterhäuser realisiert. Mittelfristig sollen durch die Kooperationsgruppe 20-30 Einheiten pro Jahr erstellt werden, bei größerem Erfolg ist die Einbeziehung regionaler Partner (Franchising) angedacht.

### Projektteilnehmer:

- Ing. Franz Leitner GmbH, Melk
- Baunit Wopfing
- Xella multi-por, Loosdorf

## Zertifizierung Strohballen als Bau- und Dämmstoffe

In diesem – von 3 Clusterpartnern durchgeführten Kooperationsprojekt, geht es darum, Stroh als Bau- und Dämmstoff zu zertifizieren.

Die Hauptproblematik beim Einsatz von Stroh in der Baubranche war und ist die fehlende Zertifizierung. Durch diese Zertifizierung soll der Einsatz im Alltag und die Verwendung von Stroh in der Fertigteilhausindustrie erleichtert werden. Die Zertifizierung ist wichtig, weil Strohballen unterschiedliche Materialeigenschaften aufweisen können. Dadurch widersetzt sich Stroh den Anforderungen der Baustoffliste nach homogenen und gleichmäßigen Materialeigenschaften. Mit dem erfolgreichen Abschluss des Kooperationsprojektes wird die Grundlage für die breitere Verwendung dieses in Niederösterreich in großen Mengen verfügbaren Rohstoffs gelegt. Die Projektgruppe hat sich das engagierte Ziel gesetzt, dem ökologisch effizienten und ressourcenschonenden Material Stroh den Weg als Bau- und Dämmstoff zu ebnet.

### Projektteilnehmer:

- Waldland Vermarktungs-GmbH, Ing. Franz Tiefenbacher ([www.waldland.at](http://www.waldland.at)) (Projektkoordinator)
- Bauatelier Schmelz & Partner ([www.buatelier.at](http://www.buatelier.at))
- Kreativer Holzbau Kastner GmbH ([www.kreativerholzbau.at](http://www.kreativerholzbau.at))

## Passivhaus Modulbauweise

Die Firma Lopas - Hersteller von ökologischen Passivhäusern - verbindet Wohnkomfort und ansprechende Architektur mit moderner Modulbauweise.

Das ganzheitliche Konzept fokussiert in enger Kooperation mit Architekten auf die Errichtung schlüsselfertiger Ein-, Doppel-, Reihen- und Mehrfamilienhäuser.

Die organischen Stoffe, die beim Bau von Lopas-Häusern eingesetzt werden, stellen nicht nur umfassende Wohngesundheits sicher, sondern reduzieren auch den CO<sub>2</sub> Ausstoß in der Baustoffgewinnung sowie in der Produktion.



Von dem Einsatz natürlicher Baustoffe wie Lehm, Stroh und Holz profitieren nicht nur Menschen mit gesundheitlichen Beschwerden, wie beispielsweise Allergien.

Mit dem Projektpartner Holzbau Willibald Longin GmbH werden eine rasche und verlässliche Produktion und Montage in höchster Qualität sichergestellt.

## System I haus I bau

Das Systemhaus überzeugt durch einen sehr geringen Primärenergiehaushalt. Dieser wird durch die Kombination von Holz, zertifizierten Baustrohballen und Lehm herbeigeführt. Das Systemhaus zeichnet sich außerdem durch seine CO<sub>2</sub>-neutrale Bauweise und seine Dämmung in Passivhausqualität aus. Die Entwicklungsphase des Projektes ist bereits abgeschlossen, sodass 2010 mit der Produktion des ersten Hauses begonnen werden kann.

Kostenmäßig orientiert sich das System an herkömmlichen Fertighauspreisen für ökologische Einfamilienhäuser. Neben der Fertigteilproduktion werden die strohballengedämmten Module auch als Einzelteile für Zimmereien angeboten. Darüberhinaus soll ein Planungstool Architekten die Möglichkeit bieten, mit den Modulen zu planen.

### Projektteilnehmer:

- Bauatelier Schmelz & Partner ([www.buatelier.at](http://www.buatelier.at))
- Kreativer Holzbau Kastner GmbH ([www.kreativerholzbau.at](http://www.kreativerholzbau.at))
- d.sign Gruber & Partner



**bau.energie.umwelt cluster  
niederösterreich**

## Kontakt

Bau.Energie.Umwelt Cluster Niederösterreich  
ecoplus. Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH  
Niederösterreichring 2, Haus A  
3100 St. Pölten  
Tel.: +43 (0)2742 9000-19650, Fax: DW 19684  
E-Mail: [bauenergieumwelt@ecoplus.at](mailto:bauenergieumwelt@ecoplus.at)  
[www.bauenergieumwelt.at](http://www.bauenergieumwelt.at)



# baubook

Die Datenbank für  
ökologisches Bauen & Sanieren

## www.baubook.info

Die Web-Plattform baubook unterstützt die Umsetzung von nachhaltigen Gebäuden.

Sie bietet dazu:

### Für Hersteller und Händler

- ▶ Zielgruppenspezifische Werbeplattformen
- ▶ Leichte Nachweisführung bei Förderabwicklungen und öffentlichen Ausschreibungen
- ▶ Einfache Online-Produktdeklaration

### Für Bauherren, Kommunen und Bauträger

- ▶ Ökologische Kriterien zur Produktbewertung
- ▶ Unterstützung in der Umsetzung nachhaltiger Gebäude
- ▶ Kostenlose Produktdatenbank mit vielfältigen Informationen

### Für Planer, Berater und Handwerker:

- ▶ Kostenlose Kennzahlen für Energie- und Gebäudeausweise
- ▶ Online-Rechner für Bauteile
- ▶ Vertiefte Informationen zu Technik, Gesundheit und Umwelt von Bauprodukten

Themenspezifische und tagesaktuelle  
**Informationen per Newsletter!**

baubook wird betrieben von:



Energieinstitut Vorarlberg<sup>®</sup>



IBO – Österreichisches Institut  
für Baubiologie und -ökologie



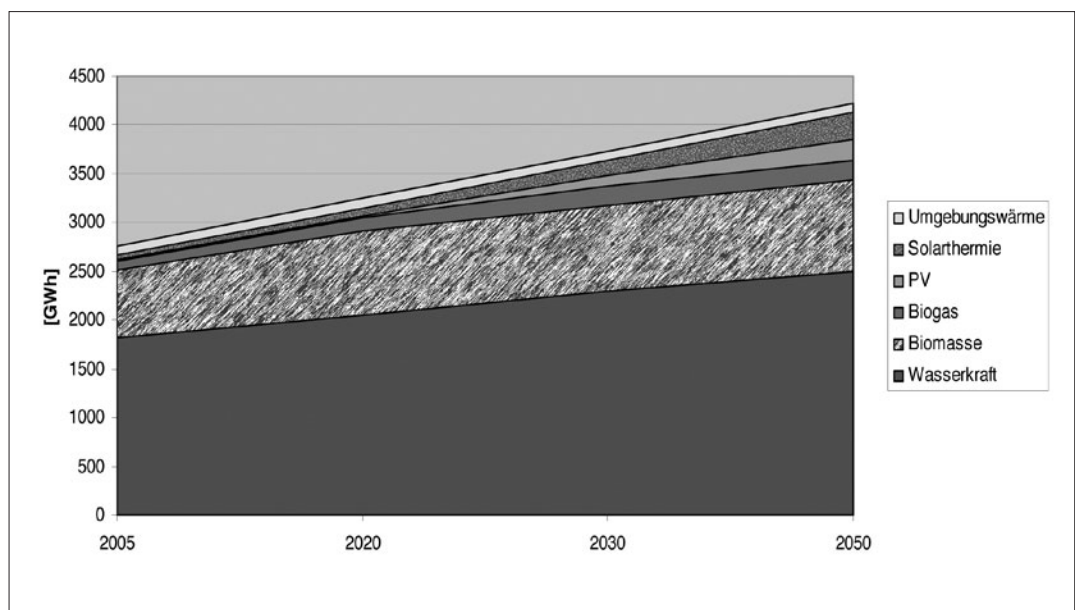
## Das Passivhaus als energiewirtschaftliches Optimum

Reinhard Weiss, drexel und weiss energieeffiziente haustechniksysteme gmbh

Der Status quo einer extrem unausgeglichene Energiehandelsbilanz ist kein Dauerzustand. Da der vorhersehbaren Ressourcenverknappung ein weiteres Wachstum im Verbrauch (Stichwort Schwellenländer) gegenüber steht, wird sich jede Volkswirtschaft darauf einstellen müssen, nicht mehr Energie zu verbrauchen, als ihr zur Verfügung steht.

Hierzu kann der Ausbau der erneuerbaren Energien einen Teil beitragen; bei angenommenem konstantem Verbrauch ist aber das Potenzial nach einer Erhöhung von 30 auf 40 % erschöpft (die zwei größten Positionen Wasserkraft und Biomasse sind im Ausbau mit ca. 25 % am meisten beschränkt. Die anderen Positionen (Solarenergie, Biogas starten praktisch bei null (<1 %)).

Abb. 1: Prognose erneuerbare Energieträger, Vorarlberg [Quelle: Energieinstitut Vorarlberg]



Für eine ausgeglichene Bilanz ist demnach eine Reduktion des Istverbrauches um 60 % erforderlich. Um auch quantitatives Wachstum zuzulassen, ist ein Wert von 70–75 % anzustreben, jedoch nicht nur im Segment der Raumwärme, sondern als Mittelwert über alle Verbrauchssektoren (im Wesentlichen Mobilität und Industrie).

Betrachtet man die Kategorien Wärme und Strom, so muss für letztere bedacht werden, dass vor allem die Mobilität nach deutlich mehr Strom verlangt, sodass insgesamt nur ein geringes Reduktionspotenzial bleibt (siehe Abbildung 2).

Auf der Bedarfsseite liegt ein Konzept für die erforderliche Reduktion mit Abstand am konkretesten im Raumwärmesegment vor. Es ist nicht zu erwarten, dass in den Sektoren Mobilität und Industrie Einsparungen von deutlich über 75 % zu erzielen sind, deshalb ist diese Reduk-

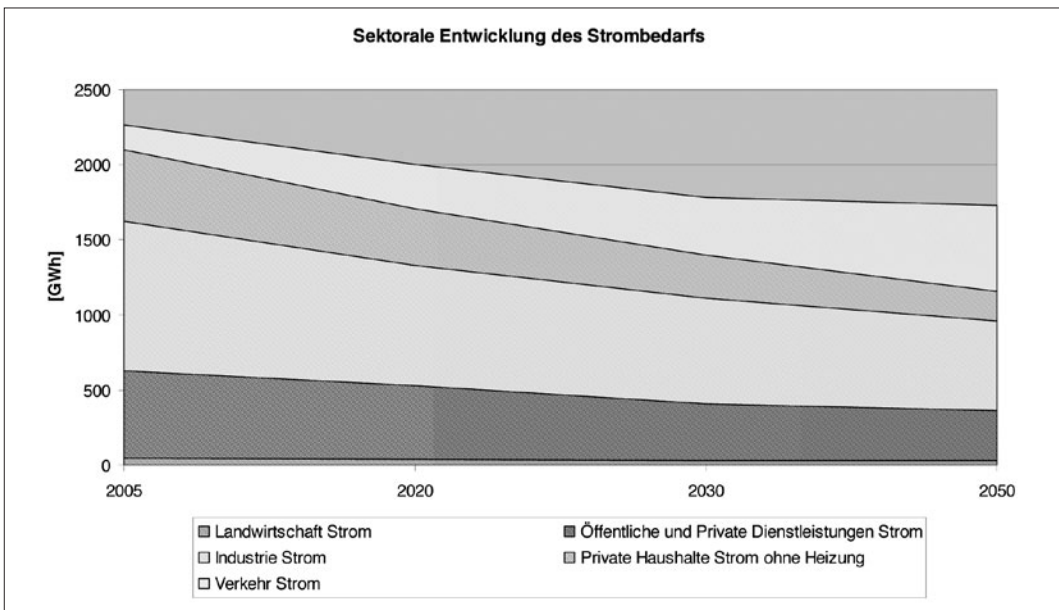
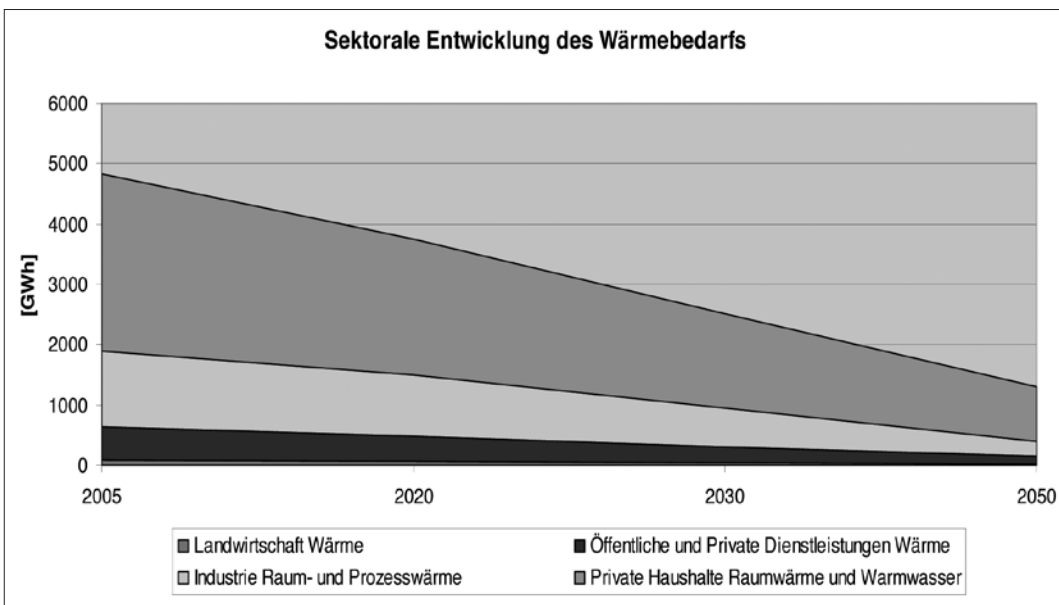


Abb. 2: Prognose Entwicklung Strombedarf, Vorarlberg [Quelle: Energieinstitut Vorarlberg]

tion im Bereich der Raumwärme auch unbedingt anzustreben. Allerdings dauert hier die Reduktion auch am längsten, da Gebäude die längsten Nutzungsdauern aufweisen. Um den Istverbrauch innert 3–4 Dekaden um 75 % zu reduzieren, muss die Sanierungsrate auf 3 %/a angehoben und die mittleren Ist-Verbrauchswerte (nicht Rechenwerte) auf ca. 20 (Neubau) bis 25 (Sanierung) kWh/m<sup>2</sup>a reduziert werden. Das erfordert weitestgehend und alternativlos Passivhausstandard.

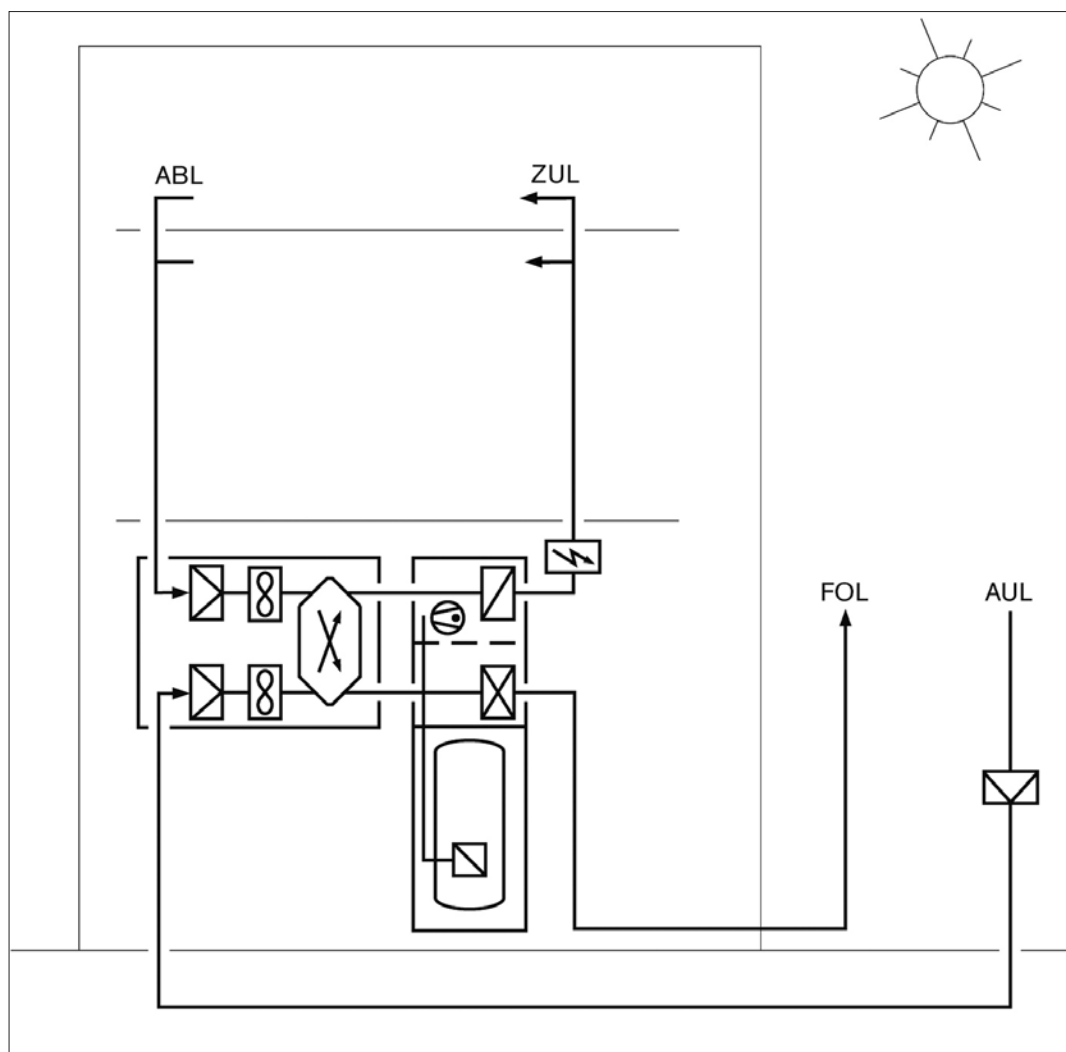
Welche Energieträger werden nun in Zukunft zur Verfügung stehen? Nach dem Ende der billigen fossilen Brennstoffe steht ein Großteil der Energie in Form von elektrischem Strom zur Verfügung – in Österreich allem voran durch Wasserkraft und Photovoltaik. Nur ein Viertel der Energie steht in Form von Biomasse zur Verfügung und ist somit für hohe Temperaturen geeignet. Ein großer Teil dieser Energie wird für Prozesswärme in der Industrie benötigt werden.

Abb. 3: Prognose Entwicklung Wärmebedarf, Vorarlberg [Quelle: Energieinstitut Vorarlberg]



Dementsprechend wird sich für die Raumwärme die Wärmepumpe weiter verbreiten und durchsetzen. Wirtschaftliche Gesichtspunkte werden aber in den Vordergrund gelangen; gefordert sind einfache All-in-one Systeme mit geringen Investitionskosten. So kann z.B. die Nutzung der Erdwärme mit der Außenluftvorwärmung kombiniert und das Luft- und Wärmeverteilsystem zusammengefasst werden – der Grundgedanke des Passivhauses.

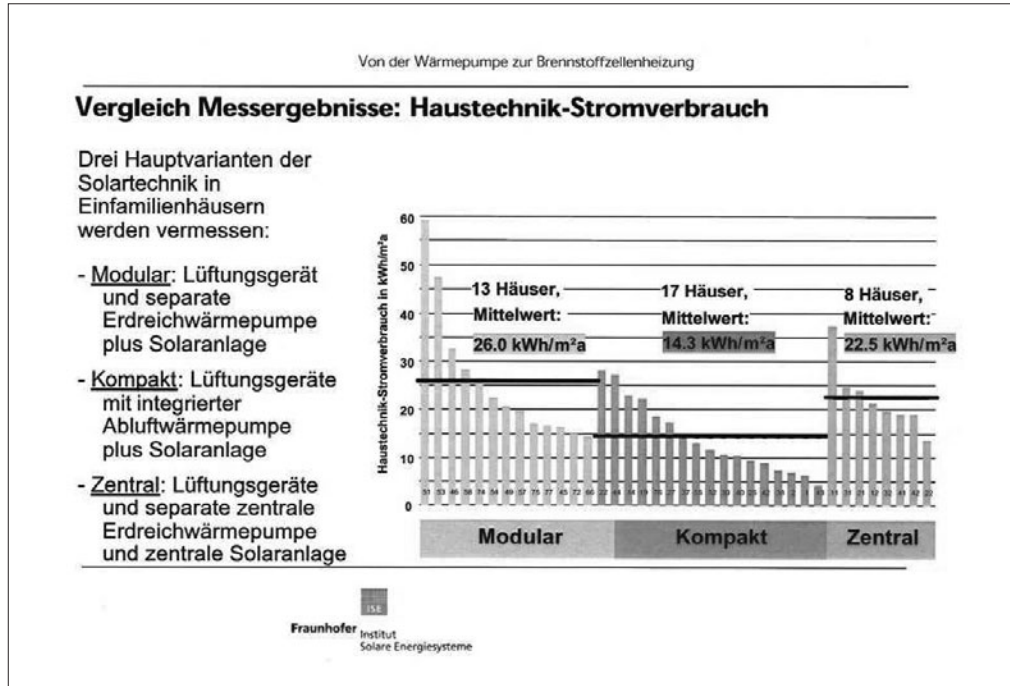
Abb. 4: schematische Darstellung der „klassischen“ Passivhaustechnik



Der Stromverbrauch für diese gesamte Haustechnik liegt je nach Größe der Einheit zwischen 1000 und 2500 kWh pro Wohneinheit und Jahr. Dieser Strom kann mit einer Fläche von 10-20 m<sup>2</sup> via PV erzeugt werden. Thermische Solarenergie kann den Verbrauch von regenerativem Strom verringern, muss aber nicht; letztlich ist es eine rein wirtschaftliche Frage, welche Form von regenerativer Energie angewandt wird. Entscheidend sind zwei Dinge: niedriger Verbrauch und vollständige regenerative Abdeckung. Dabei darf der elektrische Strom in keiner Variante vernachlässigt werden – selbst bei scheinbar ausschließlich erneuerbaren Energieträgern ist der Hilfsstromanteil keineswegs irrelevant. Abgesehen davon stellt in Passivhäusern der Haushaltsstrom den größeren Anteil dar – warum also diesen vernachlässigen?

Abb. 5: Messergebnisse verschiedener Haustechniksysteme in 40 Passivhäusern [Quelle: Fraunhofer ISE, Freiburg]

Diese einfache Technologie bietet nicht nur den Vorteil geringer Investitionskosten, sondern auch der gesamthaft höchsten Effizienz. Bereits eine breit angelegte Feldstudie aus den Jahren 1998-2000 brachte die deutlichen Unterschiede zu „modularen“ Systeme zu Tage.



### Zusammengefasst

Mittelfristig ist die ausschließliche Abdeckung unseres Energiebedarfs durch erneuerbare Energieträger aus vielerlei Gründen erforderlich. Um dieses Ziel zu erreichen, muss der Verbrauch auf rund ein Viertel eingedämmt werden. Im Segment der Raumwärme liefert das Passivhaus hierzu die geeignete Technologie, weil zunächst der Verbrauch und nicht die Bereitstellung im Vordergrund steht.

Letztere ist im Passivhaus grundsätzlich beliebig, der zukünftig verfügbare Energieträger-Mix schränkt aber ein: keine fossilen Brennstoffe; Biomasse ist nur beschränkt für die Raumwärme verfügbar und vorzugsweise für hohe Temperaturen (Prozesswärme) einzusetzen. (Kleinst-) Wärmepumpen nutzen Ab- und Umgebungswärme und benötigen hierzu einen Anteil elektrischen Stroms. Eine Frage der Dosis: Technik- und Haushaltsstrom zusammen können über ein „Hausdach-Äquivalent“ PV regenerativ erzeugt werden.

Diese Technologie steht seit mehr als einem Jahrzehnt zur Verfügung; der breiten Umsetzung steht nichts im Wege – außer der unzulässigen Frage, ob es nicht vielleicht doch etwas Besseres gäbe und darum vielleicht noch etwas gewartet und geforscht werden sollte?

## Kosten-Nutzen-Tool – Kosten und Nutzen energieeffizienter und ökologischer Gebäude

Susanne Supper, ÖGUT

Das Kosten-Nutzen-Tool ermöglicht eine systematische Gegenüberstellung der Kosten und des Nutzens von Gebäuden. Durch die Einbeziehung von Qualitätsparametern bzw. von „Nutzen-Indikatoren“ in den Vergleich verschiedener Gebäude wird eine zusätzliche Argumentationsgrundlage für die Errichtung qualitativ hochwertiger Gebäude geschaffen.

### Hintergrund und Zielsetzung

Bau- und Kaufentscheidungen fallen oftmals nicht zu Gunsten energieeffizienter, ökologischer und behaglicher Gebäude, sondern zu Gunsten billiger Immobilien – im Vordergrund stehen hierbei die Errichtungs- bzw. Investitionskosten.

Gebäude anhand ihrer Errichtungskosten zu vergleichen ist einfach. Nimmt man die Kosten über die Nutzungsperiode – also beispielsweise Kosten für Heizung, Warmwasser, Wartung etc. – in die Beurteilung hinzu, wird der Vergleich verschiedener Gebäude bereits deutlich aussagekräftiger, aber auch komplexer. Dennoch bleiben wesentliche Parameter wie Komfort, Behaglichkeit, Versorgungssicherheit oder Schadstoffbelastungen ausgeblendet.

Diese Parameter beeinflussen jedoch die Qualität eines Gebäudes wesentlich, sodass jeder Gebäudevergleich ohne ihre Berücksichtigung wenig Aussagekraft besitzt. Werden Qualitätsaspekte nämlich nicht berücksichtigt, wäre immer das Gebäude das Beste, dessen Kosten am geringsten sind – ungeachtet seines Nutzens in Bezug auf Komfort, Gesundheit und ähnlicher Aspekte. Darüber hinaus liegt der Schluss nahe, dass sich bestimmte Qualitätsparameter auf den Preis eines Gebäudes niederschlagen, sichtbar beispielsweise anhand der erzielbaren Mieteinnahmen oder Wiederverkaufspreise.

Ziel des Projekts war es daher, ein Instrument zu entwickeln, das den systematischen Vergleich der Kosten und des Nutzens von Gebäuden erlaubt. Dazu war es notwendig, diese Qualitätsparameter eines Gebäudes, die nicht von vornherein monetär vorliegen, erstens zu identifizieren und zweitens auf eine vergleichbare Basis zu bringen.

Gerade der Nutzen, der den Qualitätsparametern beigemessen wird, ist in hohem Maße von individuellen Vorlieben und Bedürfnissen abhängig. Aus diesem Grund definieren sich die Qualitätsparameter aus einer Kombination zweier Bewertungsansätze: das eine fußt auf bereits bekannten umfassenden Gebäudebewertungssystemen (insbesondere TQB – Total Quality Building und klima:aktiv Gebäudestandard) und das andere basiert auf einer Wertematrix, die es den NutzerInnen des Kosten-Nutzen-Tools erlaubt, die für sie relevanten Qualitätsparameter zu identifizieren und zu gewichten. Diese Wertematrix ist eine Komponente des Tools, die sich darüber hinaus sehr gut für Befragungen (Zahlungsbereitschaftsanalysen) verwenden lässt, da sich darin die persönlichen Wohnvorstellungen der ausfüllenden Person ausdrücken. Dieses Instrument gibt auch Investoren und Bauträgern Aufschluss darüber, welche Qualitätsparameter von den NutzerInnen geschätzt werden, d.h. wofür diese bereit sind, entsprechend zu bezahlen.

Nicht zuletzt wurde durch die Einbeziehung von Qualitätsparametern in den Vergleich verschiedener Gebäude eine zusätzliche Argumentationsgrundlage für die Errichtung qualitativ hochwertiger, nachhaltiger Gebäude (Passivhäuser, klima:aktiv Häuser,...) geschaffen und ein Beitrag dazu geleistet, die Akzeptanz, Transparenz und Verbreitung der Gebäudebewertung zu erhöhen.

Die Kostenseite wurde auf Grundlage von gängigen Normen zur Kostenbeurteilung im Bauwesen erfasst und basierend auf tatsächlichen Kosten, die aus der Analyse realer Gebäudebeispiele abgeleitet wurden, dargestellt. Somit finden unterschiedliche Gebäudequalitäten und Bauweisen (z.B. Passivhausstandard, Standard gemäß Bauordnung etc.), die sich in unterschiedlichen Folgekosten (d.h. Kosten über einen bestimmten Betrachtungszeitraum, wie etwa Energie- oder Wartungskosten) niederschlagen, Berücksichtigung.

Die beiden Ansätze – Kosten- und Nutzenseite – wurden im Rahmen des Kosten-Nutzen-Tools zusammengeführt. Da das Schwergewicht im gegenständlichen Beitrag auf der systematischen Untersuchung der Nutzenseite liegt, wird im Folgenden darauf verstärkt eingegangen.

### Was ist Wohnnutzen?

Wohnraum zählt zu den Grundbedürfnissen eines jeden Menschen. Gemäß der Maslowschen Bedürfnispyramide gehört Wohnraum – genauso wie etwa Atmung, Schlaf, Nahrung, Gesundheit, Kleidung und Bewegung – zu den körperlichen Existenzbedürfnissen und ist auf der untersten Stufe der Bedürfnispyramide einzuordnen.

Die Stufen darüber stellen Sicherheits- und soziale Bedürfnisse dar, welche ebenfalls durch einen engen Zusammenhang mit dem Thema Wohnen gekennzeichnet sind. Dies zeigt sich beispielsweise bei „Wohnkriterien“ wie „Einbruchschutz“ oder „Qualität der sozialen Infrastruktur“. Die Individual- oder Anerkennungsbedürfnisse, die auf Wohlstand, Status und Erfolg ausgerichtet sind, weisen im Allgemeinen ebenfalls einen starken Zusammenhang mit dem Thema Wohnen auf. Die Ebene der Selbstverwirklichungsbedürfnisse zielt auf Motive wie Perfektion und Selbstverbesserung ab.

Um dieses allgemeine Modell von Maslow auf das Thema Wohnen zu übertragen, wurde die Bedürfnispyramide Wohnen (siehe Abbildung 1) entwickelt.

Abb. 1: Bedürfnispyramide Wohnen



Jeder Ebene der Bedürfnispyramide Wohnen können Motive zugeordnet werden, die bei der Wahl und Nutzung des Wohnraums verfolgt werden, um das jeweilige Bedürfnis zu befriedigen. Die den jeweiligen Ebenen der Bedürfnispyramide Wohnen zugeordneten Motive sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Ebenen der Bedürfnispyramide Wohnen und zugeordnete Motive

Bedürfnisebene	Zugeordnete Motive
Grundbedürfnis Wohnen	Motiv: „Ein Dach über dem Kopf haben.“
Sicherheit	Unbefristete Wohnverhältnisse, Sicherheit in Bezug auf Einbruchschutz, Naturgefahren, Brandschutz, Kosten / Leistbarkeit (auch Betriebskosten, Wertbeständigkeit), Versorgungssicherheit (Energie, Wasser), Barrierefreiheit und Nutzungssicherheit, Adaptierbarkeit (Nutzungsflexibilität) etc.
Soziale Bedürfnisse	Teilhabe am sozialen Leben, Erreichbarkeit von Nahversorgung, Schulen, Kindergärten, Ärzten, Freizeit- und Erholungseinrichtungen, öffentlichen Verkehrsmitteln etc.
Spezielle Wohnwünsche	Motiv: „Die Wohnung als Statussymbol“, Komfort (thermischer Komfort, Raumluftqualität, Schallschutz, Tageslicht und Besonnung, besondere Ausstattungsmerkmale) etc.
Idealismus	Motiv: „Eigenes Verhalten beim Wohnen soll andere nicht beeinträchtigen.“, Umweltschutz (CO <sub>2</sub> -Emissionen, Ressourceneffizienz, Vermeidung umweltschädlicher Baustoffe,...), Baustellenmanagement, das Störungen der Umgebung (AnrainerInnen, Umwelt) vermeidet etc.

Schließlich wurde – ausgehend von den Kriterien des österreichischen Gebäudebewertungssystems TQB – eine Verbindung zwischen den Nutzen-Indikatoren (entsprechen TQB-Kriterien) und der korrespondierenden Bedürfnisebene aus der Bedürfnispyramide Wohnen (siehe Abbildung 2) hergestellt.

Abb. 2: Nutzen-Indikatoren und korrespondierende Bedürfnisebene gemäß der Bedürfnispyramide Wohnen

Nutzen-Indikatoren (entsprechen TQB-Kriterien)	Bedürfnisebene Wohnen
A 1 Infrastrukturqualität	Soziale Bedürfnisse
A 2 Standortsicherheit und Baulandqualität	Sicherheit
A 3 Ausstattungsqualität	Spezielle Wohnwünsche
A 4 Barrierefreiheit und Nutzungssicherheit	Sicherheit
B 1 Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus	Sicherheit
B 2 Baustellenabwicklung	Idealismus
B 3 Flexibilität und Dauerhaftigkeit	Sicherheit
B 4 Brandschutz	Sicherheit
C 1 Energiebedarf	Sicherheit
C 2 Energieaufbringung	Sicherheit
C 3 Wasserbedarf	Sicherheit
D 1 Thermischer Komfort	Spezielle Wohnwünsche
D 2 Raumluftqualität	Spezielle Wohnwünsche
D 3 Schallschutz	Spezielle Wohnwünsche
D 4 Tageslicht und Besonnung	Spezielle Wohnwünsche
E 1 Vermeidung kritischer Stoffe	Idealismus
E 2 Regionalität, Recyclinganteil, zertifizierte Produkte	Idealismus
E 3 Ressourceneffizienz Konstruktion	Idealismus
E 4 Entsorgung	Idealismus



### Wie kann der Nutzen gemessen werden?

Soll der Wert, den Wohnungssuchende oder BewohnerInnen bestimmten Qualitätsmerkmalen beimessen, bestimmt werden, stehen folgende Fragen im Mittelpunkt:

- Wahlmotive für eine bestimmte Wohnung?
- Wohnwünsche (unabhängig von der tatsächlichen Wohnsituation)?
- Wohnzufriedenheit?

Das wichtigste Instrument, Antworten auf die Fragen nach Wahlmotiven, Wohnwünschen und Wohnzufriedenheit zu finden, stellt die Befragung dar. Komplexer, aber auch aussagekräftiger in Hinblick auf die Messung des Nutzens sind jedoch Methoden der Zahlungsbereitschaftsanalyse. Diese werden grob unterteilt in Methoden der direkten und der indirekten Zahlungsbereitschaftsanalyse. Bei ersteren werden die Befragten aufgefordert, Präferenzentscheidungen über bestimmte Produktmerkmale zu treffen. Im Gegensatz dazu wird bei der indirekten Zahlungsbereitschaftsanalyse das Verhalten von Individuen am Markt beobachtet, um aus realen Kaufangeboten oder Verkäufen mittels statistischer Verfahren auf die Zahlungsbereitschaft für bestimmte Produkteigenschaften schließen zu können.

In Hinblick auf die Zahlungsbereitschaft für bestimmte Qualitätsparameter ist ein weiterer Aspekt von hoher Relevanz, nämlich die Unterscheidung in

- Kriterien mit direktem Nutzen und
- Kriterien mit indirektem Nutzen.

Als Kriterien mit direktem Nutzen werden solche bezeichnet, die für die BewohnerInnen (NutzerInnen) des Gebäudes einen direkten Nutzen bringen. Dazu zählen allen voran alle Kriterien, deren Einhaltung eine Kostenersparnis – über den Lebenszyklus betrachtet – für die NutzerInnen bedeutet, wie dies beispielsweise bei Häusern mit sehr geringem Energiebedarf und damit niedrigen Energiekosten der Fall sein kann. Aber auch die Barrierefreiheit, die Infrastruktur oder die Sommertauglichkeit sind Kriterien mit direktem Nutzen.

Im Gegensatz dazu werden als Kriterien mit indirektem Nutzen jene bezeichnet, deren Erfüllung aus gesellschaftlicher Sicht wünschenswert ist, die aber den einzelnen NutzerInnen keinen direkten bzw. exklusiven Vorteil bringen. Beispiele dafür sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die Abfallvermeidung auf der Baustelle, die Verwendung rezyklierter Baustoffe etc. Dies schließt jedoch nicht aus, dass auch Kriterien mit direktem Nutzen Vorteile für die Allgemeinheit bringen, insbesondere gilt dies für die energiebezogenen Kriterien (Heizwärmebedarf, Art des Energieträgers, Solaranlage, PV-Anlage, Warmwasserbedarf etc.).

Im Rahmen des gegenständlichen Projekts ist die Unterscheidung zwischen direkten und indirekten Kriterien vor allem in Hinblick auf die verschiedenen Zielgruppen relevant. Die primären Zielgruppen des Kosten-Nutzen-Tools sind die NutzerInnen bzw. BesitzerInnen / MieterInnen der Wohneinheiten einerseits und die Bauträger und PlanerInnen andererseits. Auf den ersten Blick handelt es sich bei diesen um konträre Zielgruppen, deren gegensätzliche Intentionen mit dem Begriff „Investor-Nutzer-Dilemma“ beschrieben werden. Das Investor-Nutzer-Dilemma führt dazu, dass Investoren sinnvolle Investitionen unterlassen, da der Nutzen dieser Investitionen lediglich den NutzerInnen zu Gute kommt und sich nicht in höheren Erträgen für die Investoren niederschlägt.

Das Kosten-Nutzen-Tool will durch Aufzeigen des „Mehr-Nutzens“, den höhere Gebäudequa-

litäten und damit auch höhere Investitionskosten mit sich bringen, die Wertschätzung nachhaltiger, hochwertiger Gebäude durch die NutzerInnen stimulieren. Wenn die NutzerInnen bereit sind, für Gebäudequalitäten, die ihnen etwas wert sind, auch entsprechend mehr zu bezahlen, dann stellt dies wiederum einen Anreiz für die Gebäudeerrichter dar, entsprechende Qualitätskriterien einzuhalten. Nicht zuletzt können sich Gebäudeerrichter dadurch auch Marktvorteile verschaffen.

Die These lässt jedoch auch den Umkehrschluss zu: Kriterien mit indirektem Nutzen – also solche, mit überwiegendem gesellschaftlichem Nutzen – brauchen einen anderen als den von den NutzerInnen ausgehenden Anreiz, damit sie erfüllt werden. Dieser Anreiz kann durch politische Ordnungs- und Lenkungsinstrumente, wie die Wohnbauförderung oder die Raumordnung gegeben werden. Damit ist gewährleistet, dass gesellschaftlich wichtige Maßnahmen umgesetzt werden, obwohl weder die WohnungsbesitzerInnen oder –mieterInnen noch die Bauträger einen direkten, exklusiven Nutzen daraus ziehen.

### Individuelle Gewichtung der Kriterien – Wertematrix

Wie bereits einleitend dargestellt wurde, sind die persönlichen Präferenzen bei den Wohnvorstellungen höchst unterschiedlich. Für manche Personen ist beispielsweise die Sommertauglichkeit enorm wichtig und die Barrierefreiheit von eher untergeordneter Bedeutung. Für andere wiederum mag die Schadstofffreiheit sehr wichtig sein und das Vorhandensein einer kontrollierten Wohnraumlüftung weniger. Es wurde daher eine Wertematrix entwickelt, mit welcher diese unterschiedlichen Präferenzen im Rahmen des Kosten-Nutzen-Tools berücksichtigt werden können. Um mit der Wertematrix operativ arbeiten zu können, ist es wichtig, dass die Kategorien der Wertematrix mit jenen der objektiven Gebäudebewertung anhand eines Bewertungssystems – in diesem Fall TQB – übereinstimmen.

Die Wertematrix orientiert sich von der Befragungsmethode her an der sogenannten kontingenten Bewertungsmethode, einem Verfahren der direkten Zahlungsbereitschaftsanalyse. Die NutzerInnen müssen dabei einen Betrag von Euro 1.000,- auf verschiedene Qualitätskriterien aufteilen – je mehr Geld auf ein Kriterium gesetzt wird, desto wichtiger ist dieses. Die Beträge pro Kriterium werden sodann in Prozentanteile umgerechnet, woraus anschließend Gewichtungsfaktoren abgeleitet werden. Für die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren wurde im Rahmen des Projekts folgende Festlegung getroffen (siehe Tabelle 2).

Prozentanteil	Gewichtungsfaktor
> 70 %	5
50 bis 70 %	4
30 bis 50 %	3
10 bis 30 %	2
< 10 %	1

Tab. 2: Ermittlung der Gewichtungsfaktoren auf Basis des Prozentanteils, der laut Wertematrix auf ein bestimmtes Kriterium gesetzt wurde.

Im Fall der 1000-Punkte Skala des Gebäudebewertungssystems TQB ist die Rechnung sehr einfach: Setzt beispielsweise eine Person Euro 250,- von den zur Verfügung stehenden Euro 1.000,- auf das Kriterium „Energiebedarf“, so bedeutet dies, dass der Energiebedarf einen Gewichtungsfaktor erhält, der den 25 % entspricht. In diesem Beispiel ist es der Gewichtungsfaktor 2.

Abb. 3: Wertematrix basierend auf den TQB-Kriterien zur Berücksichtigung der individuellen Wohnpräferenzen, welche in die Spalte „Individuelle Bewertung“ einzutragen sind. In der Spalte „TQB-Punkte“ ist die Bewertung entsprechend des Gebäudebewertungssystems TQB angegeben.

Die Punktzahl pro Kriterium, die sich aus der objektiven TQB-Gebäudebewertung ergibt, kann nun mit diesem Gewichtungsfaktor multipliziert werden. Das Ergebnis sind „Nutzenpunkte“, die die persönlichen Präferenzen der NutzerInnen berücksichtigen.

Die vorliegende Wertematrix (siehe Abbildung 3) ist nach den Kriterienkategorien und Kriterienhauptgruppen des Gebäudebewertungssystems TQB strukturiert. In Fällen, wo eine noch genauere Berücksichtigung der individuellen Präferenzen erwünscht ist, kann die Wertematrix auch in Kriterienuntergruppen strukturiert werden.

Nr	TQB-Kriterien	Individuelle Wohnpräferenzen	TQB-Punkte
A	Standort und Ausstattung		
A 1	Infrastrukturqualität	180	50
A 2	Standortsicherheit und Baulandqualität	20	50
A 3	Ausstattungsqualität	150	50
A 4	Barrierefreiheit und Nutzungssicherheit	30	50
B	Wirtschaftlichkeit und technische Objektqualität		
B 1	Wirtschaftlichkeit im Lebenszyklus	10	100
B 2	Baustellenabwicklung	0	40
B 3	Flexibilität und Dauerhaftigkeit	10	30
B 4	Brandschutz	0	30
C	Energie und Versorgung		
C 1	Energiebedarf	150	75
C 2	Energieaufbringung	60	75
C 3	Wasserbedarf	40	50
D	Gesundheit und Komfort		
D 1	Thermischer Komfort	30	50
D 2	Raumluftqualität	50	50
D 3	Schallschutz	200	50
D 4	Tageslicht und Besonnung	20	50
E	Ressourceneffizienz		
E 1	Vermeidung kritischer Stoffe	30	50
E 2	Regionalität, Recyclinganteil, zertifizierte Produkte	10	50
E 3	Ressourceneffizienz der Konstruktion	10	50
E 4	Entsorgung	0	50
	SUMME (muss 1.000 ergeben)	1000	[1000]

### Zusammenführung von Kosten und Nutzen

Die Zusammenführung der Kosten- und der Nutzenseite stellt das Kernstück des Projekts dar. Es zeigte sich, dass es zwischen Kosten und Nutzen sehr viele Schnittstellen gibt, d.h. es gibt Nutzen-Indikatoren, deren Erfüllung Einfluss auf mehrere Kostenpositionen hat und es gibt Kostenpositionen, die mit mehreren unterschiedlichen Nutzen-Indikatoren zusammenhängen. Basierend auf dem Grundprinzip, Zusammenhänge zwischen der Kosten- und der Nutzenseite herzustellen, wurde eine umfangreiche Analyse tatsächlicher Mehrkostenpositionen und ihrem Zusammenhang mit den Nutzen-Indikatoren aus TQB durchgeführt. Einige Beispiele sind in Abbildung 4 dargestellt. In den Fällen, wo es bei einer Kostenposition mehrere Schnittstellen

zu den Nutzen-Indikatoren gibt, wurden die Kosten gleichverteilt den Nutzen-Indikatoren zugeordnet. Dies ist in der Spalte „Kostenaufteilung“ der Abbildung 4 ersichtlich.

Abb. 4: Beispielhafte Zuordnung tatsächlicher Kostenpositionen zu den Nutzen-Indikatoren basierend auf TQB.

Kostenpositionen	Nutzen-Kriterien	Kostenaufteilung	Zugewiesene Kosten in EUR/m <sup>2</sup> <sub>WNFL</sub>
Außenjalousien	D 1 Thermischer Komfort	100%	12,15
Emissionsarme, ökologische Baustoffe	D 2 Raumlufqualität	50%	1,34
>>>	E 1 Vermeidung kritischer Stoffe	50%	1,34
Fahrradabstellplatz	A 3 Ausstattungsqualität	100%	0,50
Hochwärmedämmende Fenster	C 1 Energiebedarf	50%	7,30
>>>	D 1 Thermischer Komfort	50%	7,30
Innenwanddicke	D 3 Schallschutz	100%	2,38
Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	C 1 Energiebedarf	33,33%	15,00
>>>	C 2 Energieaufbringung	16,67%	7,50
>>>	D 2 Raumlufqualität	33,33%	15,00
>>>	D 3 Schallschutz	16,67%	7,50
Zusätzliche Leerverrohrung	B 3 Flexibilität und Dauerhaftigkeit	100%	1,24

Umgekehrt wurde auch ausgehend von der Nutzenseite eine Analyse durchgeführt, welche verschiedenen Kostenpositionen mit dem jeweiligen Nutzen-Indikator zusammenhängen. Im nächsten Arbeitsschritt wurde ein System entwickelt, mit dem die Zusammenhänge zwischen Kosten und Nutzen auf konkrete, quantitative Aussagen herunter gebrochen werden können. Hierzu war eine Quantifizierung auf Nutzen- und auf Kostenseite notwendig, wobei diese auf Nutzenseite durch die Nutzenpunkte (Multiplikation der Punkteanzahl laut dem TQB-Bewertungssystem mit dem Gewichtungsfaktor) erreicht wurde. Bei den Kostenpositionen ist es möglich sowohl mit konkreten Kosten als auch mit abstrakten Kostenpunkten zu rechnen. Das Kosten-Nutzen-Tool erlaubt somit eine Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen, wie sie in Tabelle 3 schematisch dargestellt ist. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis wird durch eine Division der Kosten(punkte) durch die Nutzenpunkte bestimmt. Je kleiner der Quotient Kosten / Nutzen ist, desto besser schneidet eine Immobilie im Vergleich ab.

Nutzenpunkte	Kriterium	Kosten(punkte)
$x_1$	Kriterium 1	$y_1$
$x_2$	Kriterium 2	$y_2$
$\sum x_n$	Variante A	$\sum y_n$

Tab. 3: Prinzip der Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen

Das Ergebnis kann sowohl für ein Einzelkriterium oder für eine Kriteriengruppe (z.B. alle Kriterien der Gruppe „Komfort und Gesundheit“) betrachtet werden als auch als Summe über alle Kriterien, d.h. als Variantenergebnis.

### Wie kann der Nutzen kommuniziert werden?

Besondere Qualitäten in Hinblick auf die Nachhaltigkeit eines Gebäudes – insbesondere in Bezug auf Energieeffizienz und Ökologie – können von den NutzerInnen nur als solche erkannt und geschätzt werden, wenn sie von den PlanerInnen und Bauträgern deutlich kommuniziert werden.

Aus diesem Grund wurden und werden zahlreiche Zertifikate, Gütesiegel und Labels für Gebäude entwickelt, die mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen die Qualität in Hinblick auf die Nachhaltigkeit anzeigen. Dazu zählen die in Österreich entwickelten und etablierten Gebäudebewertungssysteme klima:aktiv Gebäudestandard und TQB – Total Quality Building. Zu den internationalen Bewertungssystemen zählen u.a. LEEnSE (Label for Environmental, Social and Economic Buildings), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) und das DGNB Zertifikat (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen).

Zwar stellen diese Gebäudeausweise Instrumente dar, mit denen Gebäudequalitäten auf einen Blick vermittelt werden können, doch das Verständnis, was hinter dem jeweiligen Gütesiegel bzw. den Kriterienkategorien steckt, ist damit nicht gewährleistet.

Dieses ist jedoch Voraussetzung dafür, dass sich die NutzerInnen mit den Gebäudequalitäten identifizieren und Entscheidungen in Bezug auf den Wohnraum tatsächlich entsprechend ihrer persönlichen Präferenzen treffen können.

Um diesen persönlichen Präferenzen Rechnung zu tragen und Qualitätsmerkmale von Gebäuden entsprechend zu kommunizieren, wurden Kriterien-Checklisten entwickelt, die auf dem Gebäudebewertungssystem TQB basieren. Die Kriterien-Checklisten beinhalten Fragen zu allen TQB-Kriterien, wobei bei jeder Frage in Form einer Punkteskala von 1–10 anzugeben ist, wie wichtig der jeweilige Aspekt den befragten NutzerInnen ist. Aspekte, die mit 10 bewertet werden, werden von den NutzerInnen demnach als sehr wichtig empfunden und sollten jedenfalls bei Wohn-Entscheidungen berücksichtigt werden, Aspekte mit der Punktezahl 1 hingegen sind von untergeordneter Bedeutung.

Abb. 5: Beispiel einiger Fragen aus den Kriterien-Checklisten

	Bewertung (Punkte von 1-10)
Wie wichtig ist Ihnen, dass die nächste Haltestelle des öffentlichen Verkehrs in höchstens 5 Gehminuten erreichbar ist?	
Wie wichtig sind Ihnen einbruchhemmende Türen, Fenster und/oder Rollläden?	
Wie wichtig ist Ihnen, dass die Nutzungseinheiten bezüglich der Grundrissgestaltung leicht zusammenlegbar / trennbar sind?	
Wie wichtig ist Ihnen eine Solaranlage für die Warmwasserbereitstellung?	
Wie wichtig sind Ihnen wassersparende Duschköpfe und Handwascharmaturen?	
Wie wichtig ist Ihnen Schallschutz (Luftschall und Trittschall) bei Wohnungstrenndecken und -wänden?	
Wie wichtig ist Ihnen der Einsatz zertifizierter bzw. ökologisch optimierter Baustoffe?	

Die Kriterien-Checklisten eignen sich hervorragend für die Planung. So können PlanerInnen gemeinsam mit BauherrInnen die Checkliste durchgehen, die Bedeutung einzelner Kriterien erklären und feststellen, worauf die BauherrInnen besonderen Wert legen. Gleichzeitig erhalten die BauherrInnen einen Überblick über eine Vielzahl von Nachhaltigkeitskriterien, deren Wichtigkeit sie aus persönlicher Sicht bewerten können. Doch nicht nur bei der Errichtung von Wohnraum, sondern auch beim Kauf bzw. bei der Miete bestehender Immobilien stellen die Kriterien-Checklisten für die NutzerInnen eine wertvolle Orientierungshilfe in Bezug auf die Wohnwünsche dar. Für PlanerInnen, Bauträger, MaklerInnen etc. können die Kriterien-Checklisten ein Instrument sein, mit dem sie den KundInnen die besonderen Qualitäten nachhaltiger Gebäude näher bringen können. Auch im Fall einer anstehenden Sanierung können Hausverwaltungen und PlanerInnen die betreffenden Kriterien-Checklisten nutzen, um herauszufinden, welche Maßnahmen den BewohnerInnen besonders wichtig sind. Dies kann auch dazu beitragen, die Zustimmung zu Sanierungen – vor allem bei WohnungseigentümerInnen – zu erhöhen.

Die Kriterien-Checklisten wurden für verschiedene Anwendungsfälle und Zielgruppen erarbeitet. In Abbildung 5 sind beispielhaft einige Fragen aus den Kriterien-Checklisten dargestellt.

Das Kosten-Nutzen-Tool inkl. Wertematrix zur Berücksichtigung der persönlichen Wohn-Präferenzen und die Kriterien-Checklisten stehen als Excel-Instrumente unter <http://www.oegut.at/de/themen/bauen-energie-innovation/konu-tool.php> zur Verfügung.

Das Projekt „Kosten-Nutzen-Tool – Kosten und Nutzen energieeffizienter und ökologischer Gebäude“ wurde in Kooperation mit Schöberl & Pöll GmbH durchgeführt und vom BMVIT – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert.

# IBO ÖKOPASS

- Thermische Behaglichkeit
- Schallschutz
- Energieeffizienz
- Licht und Innenraumluft
- Ökologie der Baustoffe



Der IBO ÖKOPASS zeigt, was Ihre Wohnhausanlage kann.

Drum prüfe wer sich ewig bindet!

Grundlagen sind die Beurteilungen von Planungsunterlagen, Berechnungen, Messungen und Baubegehungen, die in einem Bewertungsbericht dokumentiert werden.



[www.ibo.at](http://www.ibo.at)





## Entwurfsbedingte Optimierungspotentiale in der Energiebilanz von Gebäuden, Forschungsprojekt „GEBINT“

Karin Stieldorf, TU Wien

Gebäudeintegration – Gebäude maximaler Energieeffizienz mit integrierter erneuerbarer Energieerschließung – Interdisziplinäres Forschungsprojekt der TU Wien, gefördert im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“, <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6074>

Der Primärenergieverbrauch in Österreich beruht zu einem großen Teil auf der Bereitstellung von Energiedienstleistungen in Gebäuden (Haushalte und Betriebe), größtenteils auf Basis fossiler Energieträger. Damit verbunden sind eine hohe Importabhängigkeit, eine kritische Versorgungssicherheit und immense Treibhausgasemissionen während des gesamten Lebenszyklus von Gebäuden. Vor diesem Hintergrund sind aus ökologischer und makroökonomischer Sicht eine nachhaltige Bereitstellung von erneuerbaren Energieträgern und energieeffiziente Systemlösungen anzustreben.

Die Konzeption energieeffizienter Bauteile der Gebäudehülle mit integrierter, erneuerbarer „Energieproduktion“ ist damit ein wichtiger Schritt und der zentrale Ansatzpunkt zur Gestaltung eines nachhaltigen Energiesystems durch Nutzung dezentral verfügbarer, erneuerbarer Energiequellen mit einer Verringerung der Treibhausgasemissionen und Verbesserung der Versorgungssicherheit sowie einer deutlichen Erhöhung der Energieeffizienz. Die langfristige Vision ist eine bebaute Umwelt, die „vom Energieverbraucher zum Lieferanten“ von Energie wird und somit dem innovativen Konzept eines „Plus-Energie-Hauses“ entspricht.

„GEBINT“ basiert auf diesem Ansatz und analysiert technische, ökonomische und ökologische Aspekte zur Implementierung eines Plusenergie-Gebäudestandards und nötiger politischer Maßnahmen zur Steuerung dieses Prozesses. Dies erfordert eine ganzheitliche Analyse des „Systems Haus“, die detaillierte Aspekte der Auslegung, Planung und Gestaltung von Gebäuden und Gebäudekomponenten umfasst. Dazu zählen unter anderem die Strom- und Wärmebereitstellung auf Basis erneuerbarer Energieträger, die thermische Energiespeicherung, konstruktive Maßnahmen zur Minimierung von Wärmebrücken und Sicherstellung langer Lebensdauer, architektonische und städtebauliche Optimierungs-Strategien im Gebäudebestand und im Neubau, Analyse der kumulierten CO<sub>2</sub>-Emissionen über die gesamte Lebensdauer, die Ermittlung von Grundlagen zur Substitution elektrischer Energie durch thermische Energie, eine sozioökonomische Beschreibung der Technologiediffusion sowie eine abschließende Gesamt-optimierung unter Berücksichtigung aller Resultate der Arbeitspakete hinsichtlich der relevanten Zielfunktionen wie Minimierung der Kosten und Treibhausgasemissionen und Maximierung der Energieerträge der Gebäudehülle in unterschiedlichen Szenarien. Durch die interdisziplinär ausgerichtete Zusammensetzung des Projektkonsortiums ist eine fundierte Abdeckung sämtlicher Forschungsbereiche dieser Grundlagenstudie gegeben.

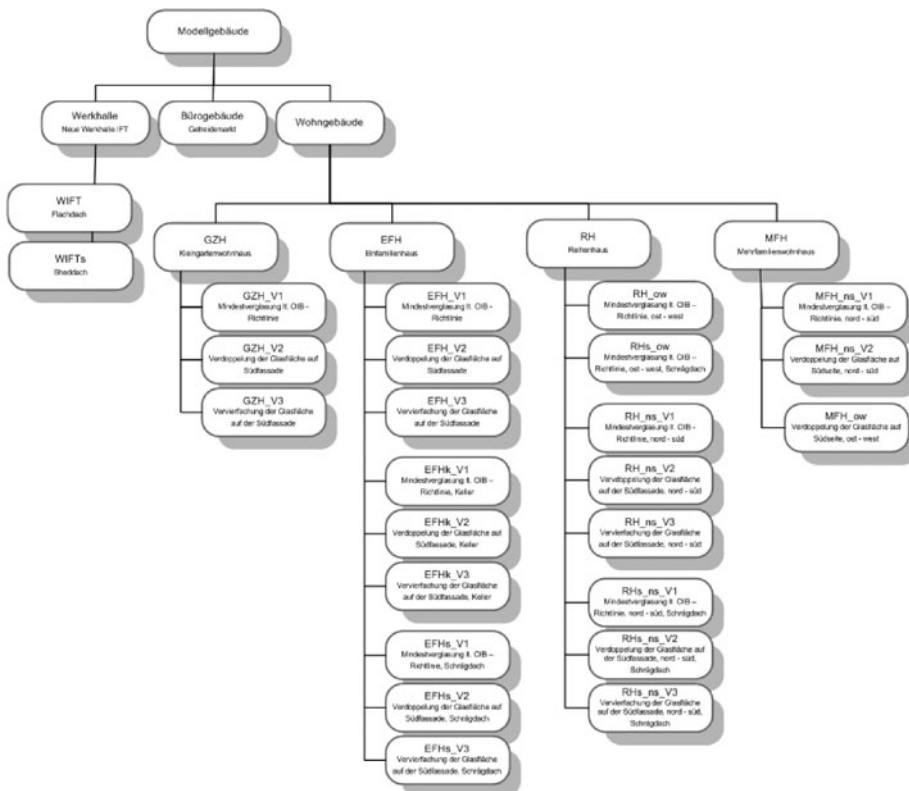
Zentrales Ziel des Projekts „Gebäudeintegration“ ist die optimale Auslegung der gesamten Gebäudehülle so, dass – nach unterschiedlichen Kriterien für Neubau und Sanierung - Wärmeverluste minimiert und Gewinne aus der Nutzung erneuerbarer Energie maximiert werden. Dabei werden ökologische (z. B. Treibhausgasminimierung), architektonische, städtebauliche

und sozioökonomische Aspekte (z.B. Diffusionsraten) berücksichtigt. Die Ableitung energiepolitischer Handlungsempfehlungen und die anschauliche Darstellung der Ergebnisse für unterschiedliche Gebäudetypen in konkreten Fallbeispielen (Wohnhaus, Büro- und Industriegebäude) sind weitere, wesentliche Ziele dieses Forschungsprojektes. Darüber hinaus werden Grundlagen für die optimale Auslegung energieproduzierender und energieverbrauchsverringender Bauteile, für die Gestaltung der entwurfsabhängigen Komponenten (sowie ihrer ökologischen Bewertung) und für effiziente Gebäudeausstattung erarbeitet.

### Entwurfsbedingte Optimierungspotentiale in der Energiebilanz von Gebäuden – Erstellung von Entwurfs- und Planungsrichtlinien

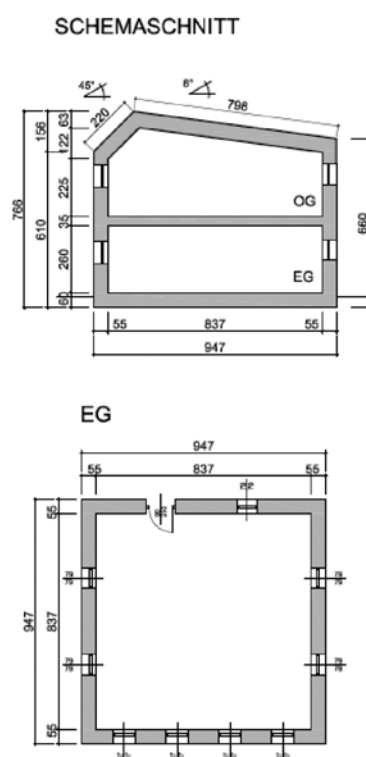
Das Arbeitspaket der Arbeitsgruppe für Nachhaltiges Bauen befasst sich mit der Untersuchung der entwurfsbedingten Optimierungspotentiale in der Energiebilanz von Gebäuden. Ziel ist die Erstellung von Entwurfs- und Planungsrichtlinien zur Optimierung der entwurfsabhängigen Gebäudekomponenten im Zuge des Planungsprozesses. Schwerpunktmäßig werden Potenziale und Grenzen in den Themenbereichen Städtebau und Raumplanung, Bestandserneuerung und Neubau untersucht und Empfehlungen für Entwurf und Planung von „Plusenergiehäusern“ aus architektonischer Sicht formuliert. Als Ergebnis und zur Einbettung und Verbreitung wird ein Konzept für einen „Planungsleitfaden Plusenergie“ entwickelt.

Zunächst wurden Optimierungspotentiale in Städtebau und Raumplanung identifiziert bzw. humanökologische Grenzen der urbanen Verdichtung. An Hand von Fallbeispielen wurden Planungsempfehlungen für den Siedlungs- und Städtebau entwickelt und zusammengestellt. Parallel wurde in Frage gestellt, welche städtebaulichen Strukturen die Entstehung von Plusenergiehäusern ermöglichen und fördern können.

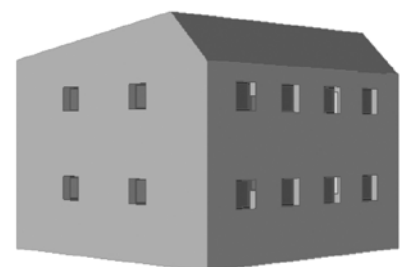


Die Untersuchung der planerischen Potenziale in der Bestandserneuerung hat gezeigt, dass in den letzten Jahren (u. a. im Rahmen der Haus-der-Zukunft Programmlinie) bereits umfangreiche Arbeiten zur energetisch hochwertigen Sanierung erfolgt sind und es sinnvoll ist, den Schwerpunkt auf die Erneuerung von Gebäudehülle und Haustechnik in Verbindung mit dem Einsatz erneuerbarer Energien zu legen. Zur Ermittlung der Optimierungspotenziale im Neubau erfolgt eine Analyse der architektonischen Rahmenbedingungen für die Konzeption hocheffizienter Gebäude-Energiesysteme mittels Simulation an vier Typen von Modellgebäuden. Am Anfang des Projektes stand die Ausarbeitung der Prototypen zusammen mit der Auswahl der zu untersuchenden Parameter und die Entwicklung einer Struktur für die vorgesehenen Simulationsreihen.

Für die Formulierung allgemeingültiger Planungsempfehlungen sind möglichst repräsentative Modellgebäude erforderlich. Daher wurden für die Prototypenentwicklung Bebauungsbestimmungen, Förderrichtlinien, Benchmarks und statistische Daten herangezogen. Zur Weiterbearbeitung wurden die Modellgebäude jeweils grafisch aufbereitet und die Gebäudehülle flächenanteilig nach Eigenschaften wie Transparenz, U-Wert, Orientierung usw. in Tabellen erfasst. Diese enthalten eine kurze Gebäudebeschreibung sowie Informationen zum Baukörper (Kompaktheit, Nutzfläche, Bruttogrundfläche), zur Nutzung, zur Personenbelegung und zu den vorgesehenen Simulationsvarianten. Bereits bestehende Nutzungsprofile wurden aktualisiert und an die Modellgebäude angepasst, wobei auch das Mikroklima am Standort einen entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse in Hinblick auf das thermisch-energetische Gebäudeverhalten als auch auf den Ertrag von Quellen erneuerbarer Energie hat.



Beispiel Einfamilienhaus mit geneigter Dachfläche, kompakter Baukörper, zwei Geschoße (RH = 2,6 m), nicht unterkellert, einhüftiges Satteldach, Wohnnutzfläche 126,11 m<sup>2</sup>



### **Halbsynthetische Klimadatenätze**

Über das ursprüngliche Vorhaben hinaus wurden halbsynthetische Klimadatenätze (HSKD) generiert, die die - im langjährigen Schnitt am Gebäudestandort zu erwartenden, außenklimatischen Verhältnisse für die Planung sehr gut wiedergeben. Die Datenbasis der HSKD bezieht sich auf 30-jährige Messreihen aus der Zeit zwischen 1978 und 2007 und berücksichtigt damit die bisher aufgetretenen Klimaveränderungen. Um einen Anhaltspunkt zur Standortabhängigkeit von Simulationsergebnissen zu erhalten, wurden die HSKD für 4 ausgewählte Orte in Österreich generiert: Wien, Innsbruck, Klagenfurt und Mallnitz. Die erzeugten Datensätze beschreiben ein für langjährige Verhältnisse repräsentatives Jahr, bestehend aus Stundenwerten der Außenlufttemperatur, der solaren Bestrahlungsstärke (getrennt nach direkter und diffuser und globaler Strahlung), der relativen Luftfeuchtigkeit, des Niederschlags, des Luftdrucks und der Windgeschwindigkeit. Damit ist in allen Berechnungsschritten des Projektes eine einheitliche, realitätsnahe Datengrundlage gewährleistet.

Ein besonderes Highlight ist die Entwicklung eines Leitfadens zur Planung von Plusenergiegebäuden. Dieser dient als Verbreitungsmaßnahme und zur Einbettung der Recherche-, Analyse- und Simulationsergebnisse. Dazu wurden Zielgruppe und Anwendungsbereich definiert, die erforderlichen und vorgesehenen Inhalte bestimmt und eine geeignete Struktur festgelegt. Der fertige Leitfaden soll Planer, Architekten und Bauherren bei Projekten mit geplantem Einsatz regenerativer Energieträger im Grundlagenermittlungsstadium, sowie in der Vorentwurfs- und Entwurfsphase bei der Entscheidungsfindung unterstützen und durch Vermittlung des erforderlichen Basiswissens die Zusammenarbeit und Kommunikation mit Fachplanern erleichtern. Ein deutlicher Themenschwerpunkt liegt dabei im Bereich der gebäudeintegrierten erneuerbaren Energieträgertechnologien. Die Grobstruktur wurde für den Leitfaden folgendermaßen festgelegt:

### **Planungsleitfaden „Plusenergie“**

1. Ausgangslage
2. Die Entwicklung vom Passivhaus zum Plusenergiehaus
3. Energieeffizienz in Städtebau und Raumplanung
4. Architektonische Rahmenbedingungen zur Erreichung des Zielstandards
5. Erneuerbare Energieträgertechnologien
  - 5.1. Vergleich und Auswahlkriterien
  - 5.2. Entwurfsleitfaden gebäudeintegrierte Photovoltaik
  - 5.3. Entwurfsleitfaden gebäudeintegrierte Solarthermie

Im Anschluss werden die ersten Ergebnisse aus den derzeit noch laufenden Simulationsreihen gezeigt und diskutiert.

# Kostentreiber & langfristige Kostenprognosen für Eigentumswohnanlagen

Siegfried Garzon, GEDESAG

## Lebenszykluskosten und deren Treiber

Die Errichtungskosten von Immobilien können heute schon in der Entwurfsphase relativ genau prognostiziert werden. Voraussetzung dafür war die durchgängige Standardisierung der Kosten in Kostenbereiche und Kostenelemente nach der DIN 276 (bzw. der ÖNORM B 1801-1).

Nach der Fertigstellung des Gebäudes entstehen die Folgekosten. Sie sind in ihren Erscheinungsformen komplexer und sie treten während des gesamten Lebenszyklus des Gebäudes auf. Darüber hinaus betreffen sie neben dem Eigentümer auch den oder die Betreiber und Nutzer. Eine aufgeschlüsselte Berechnung dieser Kosten wurde erst durch die Entwicklung von Lebenszykluskostenmodellen möglich. In der gegenständlichen Untersuchung wurde das Modell von Floegl angewandt. (Floegl, Madritsch, 2010).

## Das Modell wird im Fachbeitrag näher beschrieben werden.

Analysen von Bürogebäuden und Gesundheitsimmobilien haben ergeben, dass vor allem die Folgekosten der Gebäudetechnik und die Reinigungsflächen Lebenszykluskostentreiber sind. Der überwiegende Teil des Gebäudebestandes in Europa sind jedoch Wohnimmobilien. Die vorliegende Arbeit untersucht die Kostentreiber moderner Wohnanlagen.

Neu errichtete Wohnanlagen sind zeitgeistiger, transparenter, technischer, haben auf den Quadratmeter bezogen deutlich höhere Folgekosten und werden eine kürzere wirtschaftliche Nutzungsdauer als die bestehenden Gebäude haben.

Bei Planung und Bau von Wohnanlagen wird eine Optimierung der Errichtungskosten angestrebt. Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten finden in den Planungen der Architekten zu wenig Beachtung, da diese Kosten an die Nutzer weiterverrechnet werden können. Um dieser Entwicklung entgegensteuern zu können, ist es notwendig, dass potenzielle Folgekostentreiber möglichst frühzeitig erkannt werden. Neben den Folgekosten sollen die Lebenszykluskosten im Sinne einer ökonomischen Nachhaltigkeit prognostiziert werden, um dem Bewohner die Sicherheit einer nachhaltigen Leistbarkeit seiner Immobilie zu geben.

## Analysierte Immobilien

Es wurden 5 Mehrfamilien-Eigentumswohnanlagen mit dem Lebenszykluskostenmodell untersucht, um den Einfluss unterschiedlicher Gebäudekonzepte auf die Lebenszykluskosten aufzuzeigen und die Kostentreiber zu eruieren. (Garzon, 2010) In den analysierten, im Zeitraum von 1999 bis 2008 errichteten Wohnanlagen sind je Anlage zwischen 13 und 60 Wohnungen untergebracht.

Im Gegensatz zu gewerblich genutzten Immobilien wurden die analysierten Wohnanlagen für eine Lebensdauer auf 80 Jahre konzipiert und die Lebenszykluskosten auf diese Gesamtdauer berechnet.

Die Lebenszykluskosten werden definitionsgemäß aus der Perspektive des Eigennutzers betrachtet. Daher werden auch die Folgekosten der Nutzung in den einzelnen Wohnungen inkl. der fiktiven Kosten für die Eigenleistungen (Eigenreinigung) berücksichtigt. Die Analysen wurden nach der Barwertmethode mit leistungsbezogen unterschiedlichen Preissteigerungsraten durchgeführt.

Abb. 1: WHA „Langenzersdorf VII“



### Lebenszykluskosten und Kostentreiber im Vergleich

Der Barwert Gesamtkosten beträgt bei über die angenommene Nutzungsdauer von 80 Jahren im Durchschnitt das 4,86-fache der Errichtungskosten.

Die Folgekostentreiber der Gebäude zeigen sich sehr klar im Barwert der aufgeschlüsselten Verbrauchskosten.

Abb. 2: Beispielhafte Darstellung der Barwerte der Verbrauchskosten über 80 Jahre

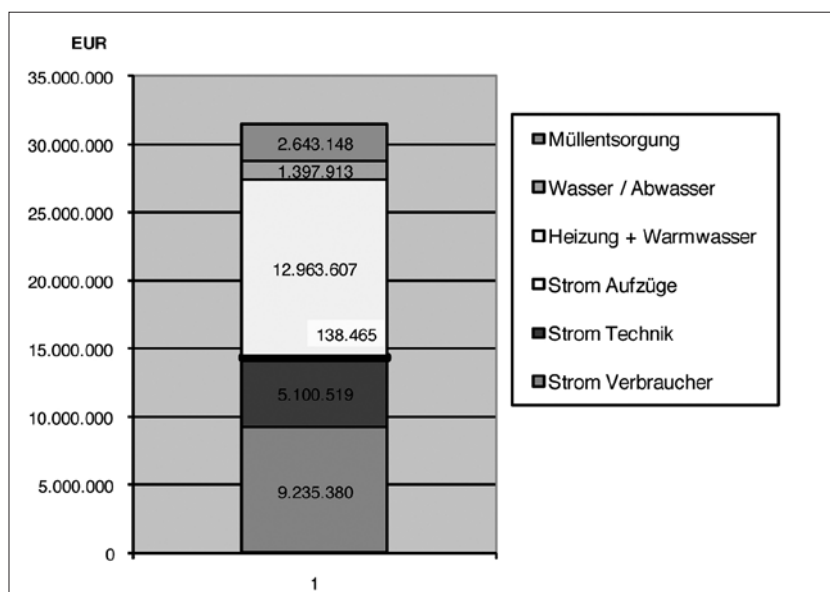
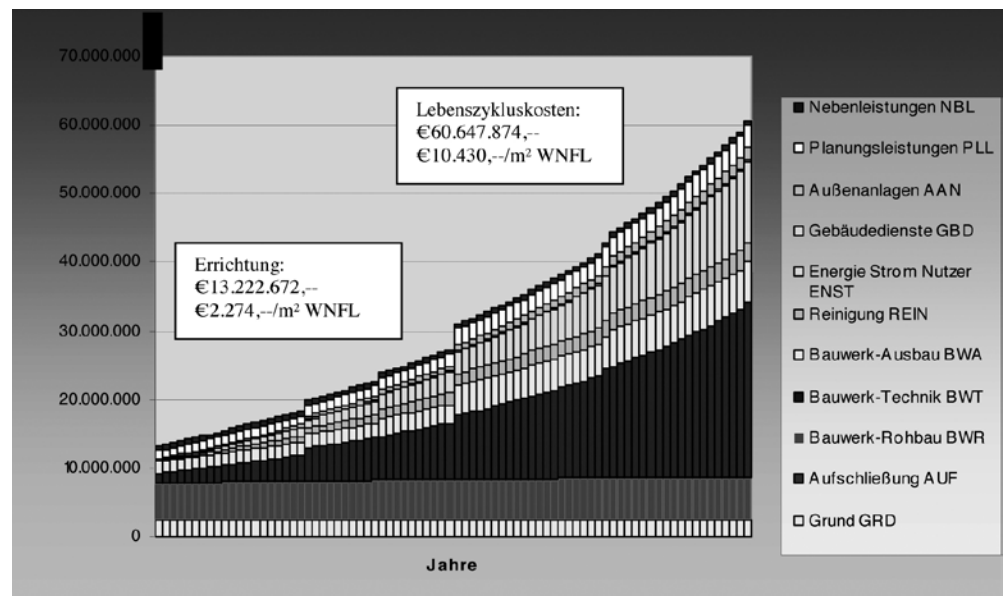


Bild 2 zeigt deutlich die Kostentreiber, nämlich die Energiekosten, welche fast 50 % der Gesamtkosten ausmachen und im Speziellen die Kosten für Strom, Heizung + Warmwasser.

Die Gebäudetechnik verursacht die anteilig höchsten Lebenszykluskosten; der Barwert der Technik-Gesamtkosten beträgt im Durchschnitt das 17-fache der Technik-Errichtungskosten.

Abb. 3: Barwerte der Lebenszykluskosten über 80 Jahre – aufgeschlüsselt nach Kostengruppen.



## Schlussfolgerung

Die analysierten Beispiele zeigen, dass die Energiekosten und die Technisierung der Gebäude als Kostentreiber anzusehen sind. Eine Lebenszykluskostenprognose hilft, Planungsentscheidungen zu treffen, die langfristig beträchtliche Einsparungen bringen.

Die Erkenntnisse aus den Analysen sind ein Anreiz, Gebäudekonstruktionen zu schaffen, die die Umwelt schonen, kostengünstig und wartungsarm sind und dabei für die Bewohner Behaglichkeit gewährleisten.

Die detaillierten Ergebnisse und Schlussfolgerungen werden im Fachbeitrag präsentiert werden.

## Literatur

Floegl, H. (2008-2009): Berechnung von Lebenszykluskosten von Immobilien, Forschungsprojekt „Nachhaltig massiv“ des Fachverbands der Stein- und keramischen Industrie der Wirtschaftskammer Österreich“, 2008-2009.

Floegl, H., Madritsch, T. (2010) Praxisnahe Analyse der Folgekostentreiber bei Gesundheitsimmobilien, Facility Management, 9.-11.03.2010, Frankfurt am Main, Paper 49

Garzon, S., (2010) Lebenszykluskosten: Prognosen und Kostentreiber in Mehrfamilien-Wohnhausanlagen, Master-Thesis



**Die massive Bauweise prägt das Bauen der Zukunft**

## **Massive Baustoffe für nachhaltige Gebäude**

**behaglich und sicher - leistbar und wertbeständig - effizient und langlebig**

Massive Baustoffe bieten die besten Voraussetzungen, um nachhaltig zu bauen. Sie überzeugen in allen drei Dimensionen der Nachhaltigkeit: sozial, ökonomisch, ökologisch.

Aus ökologischer Sicht strebt nachhaltiges Bauen für alle Phasen im Lebenszyklus eines Gebäudes – von der Planung, der Baustoffproduktion zur Errichtung über die Nutzung und Erneuerung bis hin zum Rückbau – eine Minimierung des Verbrauchs von Energie und eine möglichst geringe Belastung der Natur an.

Immer mehr an Bedeutung und Gewicht gewinnen die Aspekte der ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit. „Leistbares und wertbeständiges Qualitätswohnen bei geringen laufenden Kosten“ bringt den Anspruch auf den Punkt. Der Bau eines Massivhauses bedeutet wirtschaftlich vertretbare Kosten bei der Errichtung und im Betrieb. Und die besondere Gebäudequalität eines Massivhauses garantiert behagliches und sicheres Wohnen durch den hohen Widerstand gegen Umwelteinflüsse sowie besten Wärme-, Schall- und Brandschutz.

Die Stein- und keramische Industrie ist ein bedeutender Wirtschaftsfaktor und ein Schlüsselbereich für die Erreichung der Energieeinsparungs- und Klimaschutzziele Österreichs. Aus dieser Verantwortung heraus bringt sich der Massivbau vermehrt in die Diskussion zum Thema nachhaltiges Bauen ein.

Die Qualität der errichteten und sanierten Gebäude hat wesentliche Auswirkungen auf die ökologische, ökonomische und soziale Dimension der nachhaltigen Entwicklung Österreichs. Um diese Qualität bzw. diese Auswirkungen „greifbar“, im Sinne von quantifizierbar, vergleichbar und kommunizierbar zu machen, braucht es Methoden für eine umfassende Gebäudebewertung



Fa. Trepka Bürogebäude, © BAU!MASSIV!



Wien Kabelwerk, © BAU!MASSIV!



Villa Menti Plaza, Vorarlberg,



Mit der Forschungsinitiative „Nachhaltigkeit massiv“ legt der Fachverband der Stein- und keramischen Industrie das Fundament für die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen zur Bewertung von Gebäuden. Dabei müssen zeitgemäße Modelle für eine ganzheitliche Gebäudebewertung den gesamten Lebenszyklus erfassen.

Zur Optimierung von Bauaufgaben sind Planungstools, mit denen eine wissenschaftlich fundierte Nachhaltigkeitsperformance zum jeweiligen Planungsstand einfach erkennbar wird, von besonderer Bedeutung. Diese Planungstools erlauben es, dass die Potenziale der verschiedenen Bauweisen besser genutzt und die Eigenschaften der Bauprodukte und Bauweisen entsprechend dargestellt werden. Für die Massivbauweisen bieten ihre Langlebigkeit und Wertbeständigkeit, der geringe Wartungsaufwand sowie die hohe Speichermasse, wodurch Sommer-tauglichkeit ohne energieaufwendige Kühlung sichergestellt werden kann, besondere Chancen.

Die Auswahl der richtigen Baustoffe spielt bei der Planung von Bauprojekten eine entscheidende Rolle. Wer in dieser Situation einen kompetenten Partner zur Seite hat, spart Zeit, Nerven und letztendlich auch Geld. Vor allem der Baumeister bringt aufgrund seiner profunden Ausbildung und seiner langjährigen Erfahrung die umfassende Fachkenntnis mit, um als Wegweiser bei der Auswahl der richtigen Baustoffe zu fungieren.

Die Arbeit mit Bewertungssystemen stärkt die Kompetenz der PlanerInnen im Sinne eines kontinuierlichen Lern- und Verbesserungsprozesses. Sie übernehmen Verantwortung für das „Planungsziel Nachhaltigkeit“ und nutzen die Bewertungssysteme als Kommunikationsinstrument zwischen Bauherr/Investor und PlanerInnen, in der Immobilienwirtschaft und zwischen BürgerInnen und Verwaltung/Förderseite.



## **BAU!MASSIV!**

**BAU!MASSIV! ist die Interessensvertretung der Hersteller mineralisch gebundener Baustoffe im Fachverband der Stein- und keramischen Industrie in der Wirtschaftskammer Österreich.**

**Ziel ist es, gemeinsam mit der Bundesinnung Bau und dem Österreichischen Baustoffhandel die zahlreichen Vorteile des Massivbaus aufzuzeigen und die nachhaltige Anwendung mineralisch gebundener Baustoffe zu fördern. BAU!MASSIV! unterstützt Bauinteressierte und bündelt die Informationstätigkeit der Branche.**

**[www.baumassiv.at](http://www.baumassiv.at)**



# Gebäudekonzepte und Energiekennzahlen im Vergleich

Gerhard Koch, Verband Österreichischer Ziegelwerke

## 1 Einleitung

Durchschnittlich ist der Gebäudesektor für 40 % des Gesamtenergieverbrauchs der EU verantwortlich. In Österreich selbst entfallen laut Energiestatus Österreich 2009 28 % des energetischen Endverbrauches auf Raumheizung, Warmwasserbereitung und Klimatisierung von Gebäuden.

Die Senkung des Energieverbrauchs und die Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen im Gebäudesektor ist also ein wesentlicher Beitrag zur Verringerung der Energieabhängigkeit und der Treibhausgasemissionen der EU. Zusammen mit einer verstärkten Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen werden Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs im Gebäudesektor helfen, den weltweiten Temperaturanstieg unter 2° C zu halten.

## 2 Die Neufassung der EU Gebäuderichtlinie (EPBD II)

Die neugefasste EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 [1]) bildet den gesetzlichen Rahmen für die Beurteilung der Energieeffizienz von Gebäuden in Österreich. Die Richtlinie wurde am 18. Juni 2010 im EU Amtsblatt kundgemacht und ist daher bis Mitte Juni 2012 in österreichisches Recht zu implementieren. Aller Voraussicht nach wird die Umsetzung in Österreich durch eine Neufassung der OIB Richtlinie 6 und darauf aufbauende Novellen der Bau- bzw. Bautechnikverordnungen der Länder erfolgen. Die wesentlichsten Aspekte der Gebäuderichtlinie betreffen folgende Festlegungen:

- **Der Maßstab für die Gesamtenergieeffizienz ist der Primärenergiebedarf**

„Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes“ ist die berechnete oder gemessene Energiemenge, die benötigt wird, um den Energiebedarf im Rahmen der üblichen Nutzung des Gebäudes (u. a. Heizung, Kühlung, Lüftung, Warmwasser und Beleuchtung) zu decken.

Im Anhang I der Gebäuderichtlinie wird der Begriff der Gesamtenergieeffizienz näher definiert: Die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ist auf transparente Weise darzustellen und muss zudem einen Indikator für die Gesamtenergieeffizienz und einen numerischen Indikator für den Primärenergieverbrauch auf der Grundlage von Primärenergiefaktoren je Energieträger enthalten. Die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sollte nach einer Methode berechnet werden, die national und regional differenziert werden kann und bei der zusätzlich zu den Wärmedämmeigenschaften auch andere Faktoren von wachsender Bedeutung einbezogen werden, z.B. Heizungssysteme und Klimaanlage, Nutzung erneuerbarer Energieträger, passive Heizung und Kühlelemente, Sonnenschutz, Raumluftqualität, angemessene natürliche Beleuchtung und Konstruktionsart des Gebäudes. Bei der Methode zur Berechnung der Energieeffizienz sollte nicht nur die Heizperiode eines Jahres, sondern die jährliche Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes zugrunde gelegt werden. Die Methode sollte geltende europäische Normen berücksichtigen.

- **Das „Fast-Nullenergie Gebäude“ als Ziel**

Unter einem „Fast-Nullenergiegebäude“ wird ein Gebäude mit einer sehr hohen Gesamtenergieeffizienz verstanden. Der geringfügige Energiebedarf soll zum überwiegenden Teil durch Energie aus erneuerbaren Energiequellen – einschließlich erneuerbarer Energie, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden. Leider ist die deutsche Übersetzung des englischen Begriffs „nearly zero energy building“ als „Niedrigstenergiehaus“ – insbesondere in Österreich, wo dieser Begriff bereits normativ eindeutig besetzt ist – sehr missverständlich.

Tatsächlich stellt diese Entwicklung nämlich einen Paradigmenwechsel in der Beurteilung der Energieeffizienz von Gebäuden dar. War bis jetzt der Schwerpunkt sehr einseitig auf die Reduktion der Energieverluste der Gebäudehülle ausgelegt, so liegt der Fokus der neuen Gebäuderichtlinie jetzt auf der nachhaltigen Energieproduktion sowie auf einer gesamtheitlichen Betrachtung des Gebäudes. Nach der Senkung des Energiebedarfes auf ein kostenoptimales (nicht auf ein minimales) Niveau wird dieser durch alternative Energieversorgungssysteme abgedeckt. So ruht das „Fast-Nullenergiegebäude“ kostengünstig auf den drei Säulen: „Gebäudehülle, Haustechnik und Energieträger“. Der Anteil der „Fast-Nullenergiegebäude“ soll stetig nach Inkrafttreten der Richtlinie erhöht werden. Ab 31. Dezember 2020 sollen alle neuerrichteten Gebäude Fast-Nullenergiegebäude sein.

- **Berechnung der kostenoptimalen Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz als verpflichtende Vorgabe**

„Kostenoptimales Niveau“ ist jenes Gesamtenergieeffizienzniveau, das während der geschätzten wirtschaftlichen Lebensdauer mit den niedrigsten Kosten verbunden ist, wobei

- a) die niedrigsten Kosten unter Berücksichtigung der energiebezogenen Investitionskosten, der Instandhaltungs- und Betriebskosten (einschließlich der Energiekosten und -einsparungen, der betreffenden Gebäudekategorie und gegebenenfalls der Einnahmen aus der Energieerzeugung) sowie gegebenenfalls der Entsorgungskosten ermittelt werden und
- b) die geschätzte wirtschaftliche Lebensdauer von jedem Mitgliedstaat bestimmt wird. Sie bezieht sich auf die geschätzte wirtschaftliche Restlebensdauer eines Gebäudes, wenn Gesamtenergieeffizienzanforderungen für das Gebäude insgesamt festgelegt werden, oder auf die geschätzte wirtschaftliche Lebensdauer einer Gebäudekomponente, wenn Gesamtenergieeffizienzanforderungen für Gebäudekomponenten festgelegt werden.

### 3 Gängige Gebäudekonzepte

In Österreich sind derzeit im Wesentlichen folgende Hauskonzepte am Markt verfügbar:

- **Konventionelles Niedrigenergiehaus:** dieses Haus entspricht im Wesentlichen den heutigen normativen bzw. baugesetzlichen (Richtlinie 6 – 19er Linie) Wärmeschutz-Anforderungen an die Gebäudehülle und wird durch ein effizientes Heizsystem auf Basis fossiler Brennstoffe, wie z.B. ein Gas-Brennwertgerät, oder mittels Wärmepumpe beheizt; darüber hinaus wird in der Praxis häufig eine (kleine) Solaranlage zur Bereitung von Warmwasser in den Sommermonaten und Übergangszeiten eingesetzt, dadurch entfällt in diesen Zeiten der Betrieb der Heizanlage;
- **Passivhaus:** die Gebäudehülle des „klassischen“ Passivhauses ist extrem gedämmt. Eine kontrollierte Wohnraumlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist unbedingt notwen-

diger Bestandteil des Konzepts und reduziert die Lüftungswärmeverluste. Im klassischen Fall erfolgt die Abdeckung der verbleibenden Heizlast durch die Erwärmung der Zuluft mittels elektrischen Stroms. An besonders kalten und sonnenlosen Tagen kann eine Zusatzheizung notwendig sein - besonders wenn die Komfortansprüche der Benutzer über die Bedarfstemperatur der Berechnung hinausgehen. Häufig wird aus Komfortgründen ein Zusatzheizsystem (Flächenheizungen, Radiatoren, ...) eingesetzt. Der Entfall eines konventionellen Heizsystems wird dadurch wieder (teilweise) rückgängig gemacht. Mit Ausweitung des Heizwärmebedarfs wird nur die Gutschrift durch die kontrollierte Wohnraumlüftung angerechnet, die Betriebsaufwand wird im Heizwärmebedarf nicht eingerechnet;

- **Niedrigenergiehaus mit Biomasseheizung:** weist eine gut gedämmte Gebäudehülle auf und hat z.B. einen Holz-Pelletsessel als nachhaltige Energiequelle; dieser Haustyp wird heute häufig zur Erreichung einer optimalen Wohnbauförderung (Linie 45-25) ausgeführt;
- **Sonnenhaus:** analog Hauskonzept 3; die Biomasseheizung (Scheitholz, Pellets etc.) wird aber zusätzlich durch eine thermische Solaranlage ergänzt. Es werden mindestens 50 % der benötigten thermischen Energie für Heizung und Warmwasser durch die Sonne geliefert und in einem im Gebäude integrierten Wasserspeicher gespeichert.

In Deutschland orientiert sich der Markt an den Anforderungen der Energieeinsparverordnung EnEV. Bewertungsgröße dort ist der Primärenergiebedarf. Individuell wird für jedes Gebäude der Grenzwert für den Primärenergiebedarf mit einer Referenzausstattung (siehe Tab. 1) berechnet.

Komponente	Eigenschaft	Referenzausführung
Außenwand	U-Wert	0,28 W/m <sup>2</sup> K
Fenster	UW-Wert	1,3 W/m <sup>2</sup> K
Dach, Oberste Geschoßdecke	U-Wert	0,20 W/m <sup>2</sup> K
Wärmebrückenzuschlag	UWB	0,05 W/m <sup>2</sup> K
Heizungstechnik		Brennwert-Heizgerät mit Heizkörpern 55/45°C

Tab. 1: Referenzausstattung nach EnEV

Der Primärenergiebedarf mit der tatsächlichen Ausstattung des Gebäudes muss diesen Grenzwert unterschreiten. Das heißt, dass z.B. höhere U-Werte der Gebäudehülle durch ein regeneratives Heizsystem kompensiert werden können. Im nächsten Schritt 2012 wird der Grenzwert des Primärenergiebedarfs in Deutschland um weitere 30% abgesenkt. Für das betrachtete Hausbeispiel beträgt der Jahresprimärenergiebedarf 96 kWh/m<sup>2</sup>a. Dieser Wert wird 2012 auf 65 kWh/m<sup>2</sup>a abgesenkt.

Neben diesen verpflichtenden Anforderungen gewinnen jedoch auch in Deutschland zunehmend Konzepte wie Passivhaus, Sonnenhaus oder Plusenergiehaus an Marktbedeutung.

#### 4 Unterschiedliche Energiekennzahlen

Eine zentrale Rolle bei der vergleichenden Bewertung der unterschiedlichen Gebäudekonzepte spielen die verwendeten Kennzahlen. Die derzeit gängigsten verwendeten Kennzahlen sind:

- der Heizwärmebedarf (HWB),
- der Endenergiebedarf (EEB),
- der Primärenergiebedarf (PEB) und
- die CO<sub>2</sub>-Emissionskennzahl beim Betrieb des Gebäudes.



Die derzeit in Österreich noch am häufigsten verwendete Kenngröße ist der HWB. Insbesondere im derzeit verwendeten Energieausweis wird auf der Farbskala auf der ersten Seite nur auf den HWB Bezug genommen. Dies ist einerseits technisch völlig unzureichend – der HWB bildet nur einen kleinen Teil des gesamten Energiebedarfs eines Gebäudes ab – und andererseits entspricht dies auch weder dem heute üblichen Standard in anderen Ländern noch den Intentionen der Gebäuderichtlinie. Derzeit wird daher im Rahmen der Neufassung der OIB Richtlinie 6 darüber verhandelt, welche Kenngrößen künftig für die Beschreibung der Energieeffizienz verwendet werden sollen.

Der Energieausweis endet derzeit im informativen Bereich mit dem Endenergiebedarf. Im Endenergiebedarf ist zwar Warmwasser, Heizwärmebedarf, Hilfsstrom und Systemenergie enthalten. Strom für Lüftungsanlagen, Kühlenergie oder Beleuchtungsstrom findet derzeit aber keine Berücksichtigung bei Wohngebäuden.

Wesentlich sinnvoller – und üblicher Standard in praktisch allen anderen europäischen Ländern – wäre die Verwendung der Kennzahlen Primärenergiebedarf und/oder CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Im Falle des Primärenergiebedarfs ist es jedoch auch wichtig, den Anteil an erneuerbaren und nicht erneuerbaren Primärenergieträgern auszuweisen, da nur so die Relation zu den mit dem Energieträger verbundenen Treibhausgasemissionen gegeben ist.

Welchen geringen Anteil der Heizwärmebedarf bei modernen Häusern heute hat, zeigt die Energiebilanz des Passivhauses in der Utendorfgasse [2] (siehe Tabelle 2):

	Absolut	Prozentuell
Heizwärmebedarf	8 kWh/m <sup>2</sup> a	10%
Warmwasser	13 kWh/m <sup>2</sup> a	16,25%
Hilfsenergie (mit Stiegenhausbeleuchtung)	6 kWh/m <sup>2</sup> a	7,50%
Lüftung	6 kWh/m <sup>2</sup> a	7,50%
Heizsystemverluste	29 kWh/m <sup>2</sup> a	36,25%
Haushaltsstrom	18 kWh/m <sup>2</sup> a	22,50%

Tab. 2: Energiebilanz Passivhaus Utendorfgasse [2]

## 5 Lebenszykluskosten

Da die EU-Gebäuderichtlinie neben der Betrachtung der Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes auch das Finden der kostenoptimalen Lösung in den Vordergrund rückt, gewinnt die Frage der Lebenszykluskosten des Gebäudes enorm an Bedeutung. Für einen fairen Vergleich sollten hierbei folgende Kostenfaktoren berücksichtigt werden:

- Errichtungskosten,
- Instandhaltungskosten,
- Energiekosten im Betrieb des Gebäudes.

## 6 Aktuelle Studien

In der jüngsten Vergangenheit wurden zu diesem Themenkomplex „Gebäudekonzepte / Energiekennzahlen / Lebenszykluskosten“ eine ganze Reihe von Untersuchungen durchgeführt und veröffentlicht. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben seien insbesondere erwähnt:

- Energetische Beratungen – Projekt „Strauby“ des Büros für Bauphysik in Hannover [3]
- Berechnungen von Dipl.-Ing. Schöberl im Auftrag der Wienerberger AG in Österreich [4]



- Diplomarbeit von Katrin Koch „Sonnenhaus / Passivhaus – Vergleich zweier Baukonzepte für Minimalenergiebauweise“ an der Hochschule Esslingen [5]
- Evaluierung dieser Studie durch das Energieinstitut der Johannes Kepler Universität Linz [6]
- „Analyse und Vergleich energetischer Standards anhand eines exemplarischen Einfamilienhauses bzgl. Energiebedarf und Kosten über den Lebenszyklus“ – TU Berlin [7]
- Untersuchungen von Prof. Schleicher / WIFO bzw. Wegener Center [8]

Wesentliche Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen:

Die vom Büro für Bauphysik in Hannover durchgeführte Studie zeigt sehr anschaulich den Vergleich der verschiedenen Gebäudekonzepte bei Verwendung unterschiedlicher Energiekennzahlen (siehe Tab.3):

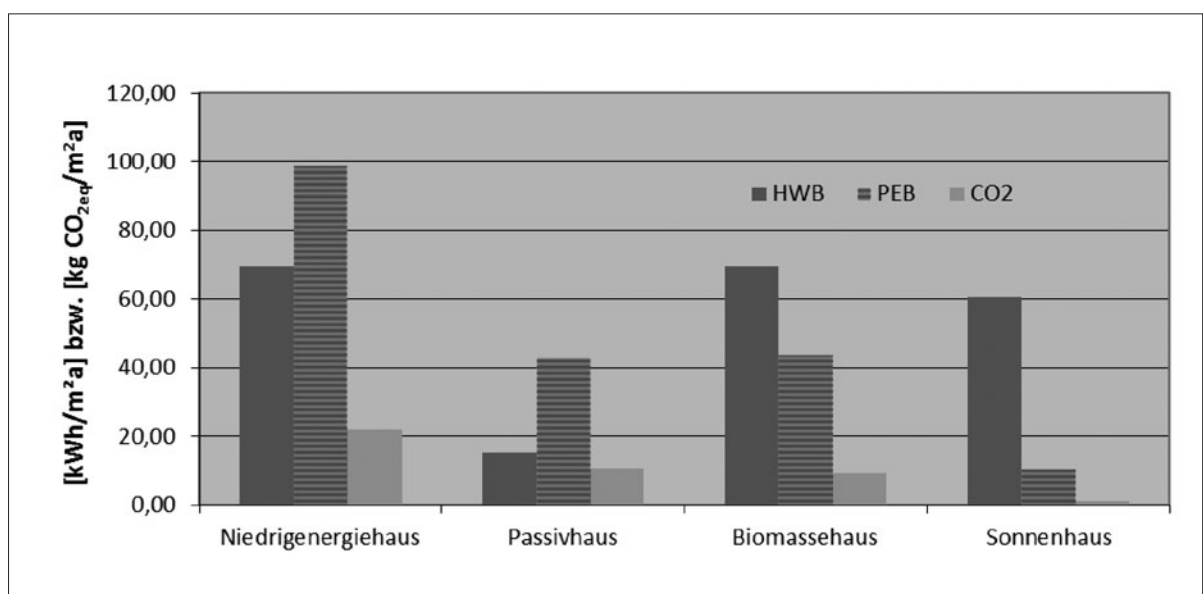
	Niedrigenergiehaus	Passivhaus	Biomassehaus	Sonnenhaus
Heizwärmebedarf	69 kWh/m <sup>2</sup> a	15 kWh/m <sup>2</sup> a	69 kWh/m <sup>2</sup> a	60 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf	99 kWh/m <sup>2</sup> a	43 kWh/m <sup>2</sup> a	44 kWh/m <sup>2</sup> a	10 kWh/m <sup>2</sup> a
CO <sub>2</sub> Emissionen	22,1 kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> a	10,8 kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> a	9,4 kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> a	1,0 kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> a

Tab. 3: Ergebnis der Vergleichsberechnungen des Büros für Bauphysik Hannover [3]

Die Vergleichsberechnungen haben klar gezeigt, dass das Konzept des Passivhauses zwar den niedrigsten Heizwärmebedarf aufweist, aber der Primärenergiebedarf und insbesondere die CO<sub>2</sub>-Emissionskennzahl beim Betrieb des Gebäudes beim Biomassehaus und beim Sonnenhaus wesentlich niedriger sind (siehe Tab. 3 bzw. Abb. 1). Neben dem Heizwärmebedarf bestimmen der Warmwasserbedarf, das Heizsystem, der Lüftungsstrom und der Heizungshilfsstrom den Energieverbrauch. Besonders elektrischer Strom wirkt sich negativ auf CO<sub>2</sub>-Emissionskennzahl beim Betrieb des Gebäudes und den Primärenergiebedarf aus. Für die Herstellung von 1 kWh Strom im Winter werden durchschnittlich 3 bis 3,5 kWh Kohle oder Gas benötigt.

Im Hinblick auf die Zielsetzung der Minimierung des ökologischen Fußabdrucks des Gebäudes und insbesondere seines Beitrags zum Treibhauseffekt sollten daher sinnvoller Weise nur die

Abb. 1: Ergebnis der Vergleichsberechnungen des Büros für Bauphysik Hannover [3]



Zielgrößen Primärenergiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionskennzahl beim Betrieb des Gebäudes herangezogen werden!

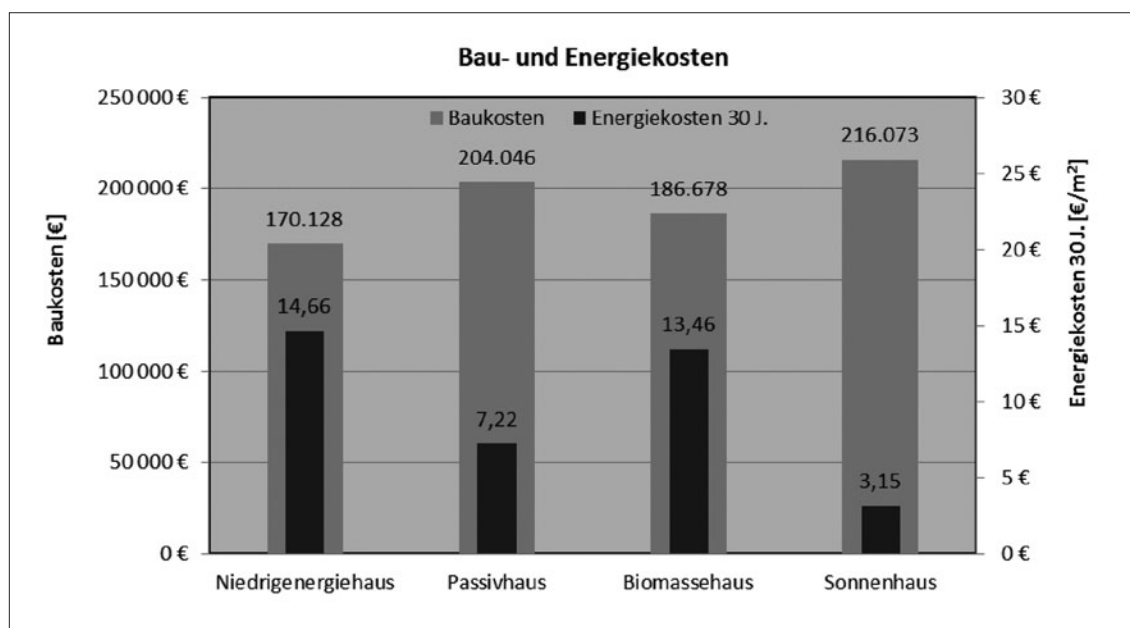
Bei der Berechnung des Primärenergiebedarfes sollte zukünftig auch zwischen fossilem und erneuerbarem Anteil unterschieden werden, denn durch den geschlossenen Stoffkreislauf emittieren erneuerbare Energieträger keine Treibhausgase. Sie sind also ökologisch unbedenklich. Diese Erkenntnisse der deutschen Studie wurden grundsätzlich auch durch die in Österreich von Dipl.-Ing. Schöberl durchgeführten Vergleichsrechnungen bestätigt. Die absoluten Zahlenwerte weichen zwar – bedingt durch andere national festgelegte Konversionsfaktoren – voneinander ab, aber der Trend ist genau der gleiche.

Auch die Diplomarbeit von Frau Koch in Deutschland sowie deren Evaluierung für österreichische Verhältnisse durch die Universität Linz kommen zu dem Ergebnis, dass der niedrigste Primärenergiebedarf für Wärme durch eine Kombination eines Sonnenhauses mit Wärmepumpe generiert wird, während die Variante eines Niedrigstenergiehauses mit Pellets den geringsten Primärenergiebedarf für Strom aufweist.

Sehr interessant sind auch die ökonomischen Analysen, die in allen oben angeführten Studien enthalten sind. Die Untersuchung des Büros für Bauphysik Hannover kommt zu dem Schluss, dass im Hinblick auf die Errichtungskosten das NEH die günstigste Lösung ist. Das Biomassehaus weist Investitionskosten auf, die um etwa 10 % höher sind, dafür sind die laufenden Energiekosten deutlich niedriger. Das Passivhaus hat Errichtungskosten, die 20 % über denen des Niedrigenergiehauses liegen, bei laufenden Energiekosten, die um ca. 50 % günstiger sind. Nebenbei verliert man bei gleichbleibenden Außenabmessungen des Referenzhauses durch die höheren Dämmstoffstärken 13 m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche. Dies bedeutet 10 % weniger Wohnnutzfläche.

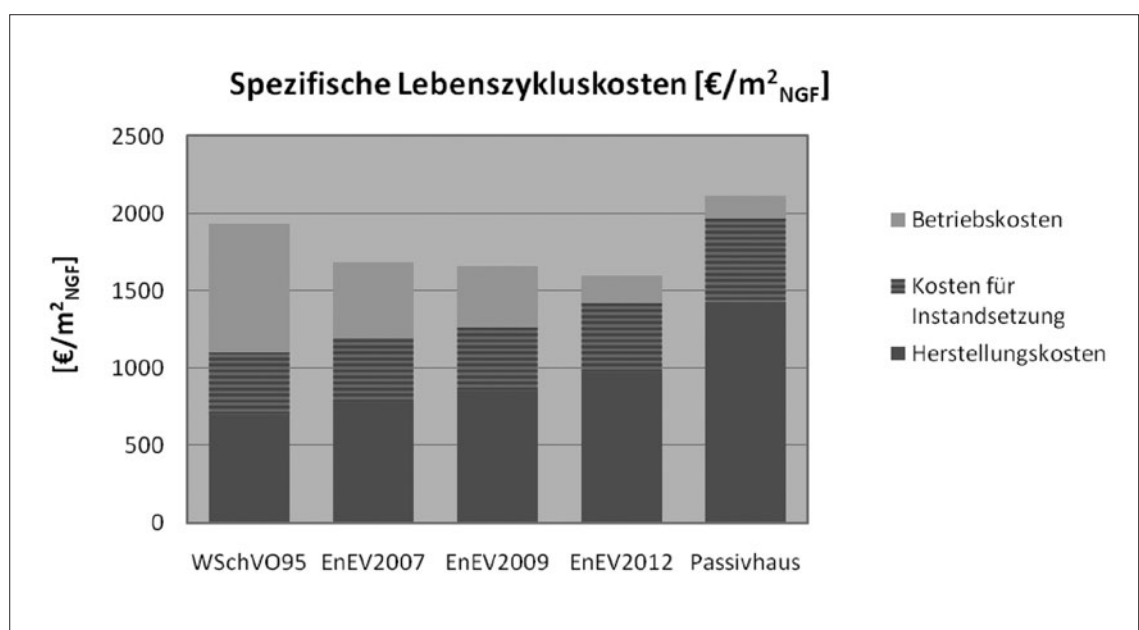
Das Sonnenhaus schließlich ist von den Investitionskosten etwa gleich mit dem Passivhaus, die Energiekosten liegen aber um 80 % niedriger als beim Niedrigenergiehaus und um etwa 55 % niedriger als beim Passivhaus (Abbildung 2).

Abb. 2: Bau- und Energiekosten gemäß Studie des Büros für Bauphysik Hannover [7]



Bei einem typischen Einfamilienhaus ergeben sich für die Variante des Biomassehauses Minderkosten im Vergleich zu einem „klassischen“ Passivhaus von ca. 17.000,- Euro. Trotz der Mehrinvestition beim Passivhaus – hauptsächlich in die Gebäudehülle – unterscheiden sich Primärenergiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionskennzahl beim Betrieb des Gebäudes kaum, sind sogar beim Biomassehaus in diesem Beispiel etwas geringer. Alle angeführten Energiekosten beziehen sich auf einen Nutzungszeitraum von 30 Jahren, unter folgenden Randbedingungen: Kalkulatorischer Zinssatz 3 %, durchschnittliche Energiepreissteigerung fossile Brennstoffe 5,5 %, erneuerbare Brennstoffe 4 %. In Summe weist das Passivhaus eindeutig die höchsten Lebenszykluskosten auf. Diese Erkenntnis deckt sich auch mit den Aussagen in der Studie der TU Berlin (siehe Abb. 3) sowie den Erkenntnissen von Prof. Schleicher.

Abb. 3: Spezifische Lebenszykluskosten gemäß TU Berlin [7]



Es sei hier festgehalten, dass es in den obigen Vergleichen nicht um die Herabwürdigung des Passivhauskonzepts geht. Durch die plakativen Beispiele wird versucht zu verdeutlichen, dass eine wärmedämmte Gebäudehülle allein kein Garant für ein Gebäude mit niedrigem Primärenergieverbrauch und niedrigen Treibhausgasemissionen ist. Hierzu ist eine gesamtheitliche Betrachtung notwendig, die ein wirtschaftliches Optimum aus Gebäudehülle, Haustechnik und Energieträger beinhaltet.

Beim Niedrigenergiehaus, das mit erneuerbaren Energieträgern versorgt wird – sei es Biomasse oder Sonnenenergie – sind keine übertrieben aufwändigen und damit teuren technischen Lösungen in der Gebäudehülle nötig. Es kann mit bewährten und sicheren bautechnischen Lösungen, wie z.B. der monolithischen Ziegelaußenwand, gearbeitet werden!

## 7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Bei Anwendung der Energiekennzahl Heizwärmebedarf ist das Hauskonzept des Passivhauses in energetischer Hinsicht der eindeutige Sieger.

Vor dem umweltpolitischen Hintergrund der EPBD II – nämlich den Beitrag des Gebäudesektors zum Globalen Klimawandel zu optimalen Kosten signifikant zu reduzieren – ist der Heizwär-

mebedarf als Energiekennzahl jedoch ungeeignet, weil er den Beitrag eines Gebäudes zum Klimawandel nur zu einem sehr geringen Teil abbilden kann.

Daher ist es für einen fairen und den politischen Zielen dienenden Vergleich unterschiedlicher Gebäudekonzepte notwendig, die Energiekennzahlen Primärenergiebedarf (differenziert in den erneuerbaren und den nicht erneuerbaren Primärenergieanteil) und/oder die CO<sub>2</sub>-Emissionskennzahl beim Betrieb des Gebäudes heranzuziehen.

Bei Anwendung dieser Kennzahlen zeigt sich eindeutig, dass Gebäude, die mit einer technisch vernünftigen, aber nicht extrem gedämmten Gebäudehülle ausgestattet sind und die mit erneuerbaren Energieträgern versorgt werden, die besten Ergebnisse bringen.

Auch hinsichtlich der Lebenszykluskosten schneiden derartige Gebäudekonzepte eindeutig am besten ab und weisen insbesondere deutlich niedrigere Gesamtkosten über den Lebenszyklus auf als Passivhäuser.

### Literatur

- [1] Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010)
- [2] Bednar T.; Dreyer J., Schöberl H.: Cost-efficient lowest-energy multifamily houses in Vienna Part 2: Measurement results and feedback of occupants, 8th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries, Copenhagen 16.06.2008 - 18.06.2008, DTU Byg Report R-189
- [3] Energetische Beratungen – Projekt „Strauby“ des Büros für Bauphysik in Hannover
- [4] Berechnungen von Dipl.-Ing. Schöberl im Auftrag der Wienerberger AG in Österreich
- [5] Diplomarbeit von Frau Katrin Koch „Sonnenhaus / Passivhaus – Vergleich zweier Baukonzepte für Minimalenergiebauweise“, 2008, Hochschule Esslingen
- [6] Evaluierung dieser Studie [5] durch Mag. Dr. Andrea Kollmann, Dipl.-Volksw. Sebastian Goers, DI (FH) Viktoria Steinmüller und Elisabeth Greibl, Oktober 2009, Energieinstitut der Johannes Kepler Universität Linz
- [7] „Analyse und Vergleich energetischer Standards anhand eines exemplarischen Einfamilienhauses bzgl. Energiebedarf und Kosten über den Lebenszyklus“, Frank U. Vogdt, Bernd Kochendörfer, Anika Dittmar – TU Berlin; Zeitschrift Bauphysik 32 (2010), Heft 5, Seiten 319 ff.
- [8] Untersuchungen von Prof. Schleicher / WIFO bzw. Wegener Center, Vortrag anlässlich der Sitzung des Umweltpolitischen Ausschusses der Industriellenvereinigung am 18. 10. 2010

## Sonnenhaus Eferding – 100 % solare Wärme

Isabella Hofer, Bautechnisches Institut Linz

### Sonnenhaus Eferding – 100 % solare Wärme

Die Gewinnung solarer Wärme mittels Kollektoren ist eine langjährig bekannte und bewährte Technologie. Die Nutzung der Sonne hat sich bisher in Österreich vor allem auf die Bereitstellung von Brauchwasser (Warmwasser) in den Sommer- und Übergangsmonaten beschränkt (nahezu 90 % der installierten Kollektorflächen im Jahr 2009).

Neu und innovativ ist die ganzjährige Nutzung der Solarenergie für Warmwasser und Heizung. Dies ist durch die exakte Ausrichtung der Kollektoren nach Süden und eine effiziente Temperaturschichtspeicherung des Wassers in den Wassertanks möglich. Warmes Wasser hat eine geringere Dichte als kaltes Wasser und schichtet sich im oberen Bereich des Tanks ein. Die Technologie von Kombianlagen zur überwiegend solaren Heizung und Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung wird im Gebäudekonzept „Sonnenhaus“ realisiert.

Die Nutzung von Sonnenenergie ist die beste Art der Erzeugung von Niedertemperaturwärme, die Technologie ist erprobt und ausgereift. Sonnenenergie steht im Gegensatz zu allen anderen Energieformen praktisch unendlich zur Verfügung und erzeugt keine CO<sub>2</sub>-Emissionen. Würde die Hälfte der in der EU benötigten Niedertemperaturwärme solar erzeugt werden, so wären Atomkraftwerke überflüssig.

Wenn die solare Wärme in Gebäuden nicht nur ausschließlich für die Warmwasserbereitstellung, sondern vermehrt auch für die Erzeugung von Heizwärme verwendet wird, können dadurch andere Energieressourcen geschont werden. Insbesondere hochwertige und knappe Energieformen, wie elektrischer Strom oder fossile Energieträger, können effizienter für andere Zwecke als für Heizwärme eingesetzt werden.

Als Sonnenhäuser werden nach der Definition des Sonnenhaus-Instituts in Straubing (Deutschland) Gebäude bezeichnet: deren Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser mindestens zu 50 % von der Sonnenenergie gedeckt wird – die Nachheizung erfolgt mittels erneuerbarer Energieträger wie Biomasse oder Holz. Ein Sonnenhaus benötigt weniger als 15 kWh/m<sup>2</sup>a Primärenergie und durch die solaren Gewinne kann der CO<sub>2</sub>-Ausstoß minimiert werden. Aus bautechnischer Sicht ist ein Sonnenhaus ein Niedrigenergiehaus mit großen Kollektorflächen (ca. 35-60m<sup>2</sup>), die südseitig am Dach oder an der Fassade angebracht sind. Die ideale Kollektorneigung liegt zwischen 60–70 °, sollte aber mindestens 40 ° betragen. Durch die steilere Kollektorneigung werden die im Sommer produzierten solaren Überschüsse minimiert und im Winter, durch die flacher eintreffenden Sonnenstrahlen, ein maximaler Energieertrag gewährleistet (siehe Abbildung 1 und Abbildung 4). Besonders im Winter muss die Sonneneinstrahlung aktiv und passiv genutzt werden (siehe Abbildung 2). Damit das Sonnenhaus auch in sonnenlosen und kalten Zeiten über mehrere Tage oder Wochen beheizt werden kann, ist ein

größerer Wassertank (ca. 5–15 m<sup>3</sup>) erforderlich. Der erforderliche Restenergiebedarf für Heizung und Warmwasser kann zB durch einen Pelletskessel oder einen wasserführenden Zentralheizungskaminofen bereitgestellt werden. Ein wasserführender Zentralheizungskaminofen gibt Wärme direkt an den Raum ab (Leistung ca. 2–4 kW) und lädt gleichzeitig den Speichertank (Leistung ca. 25 kW) auf (siehe Abbildung 3). Durch die Verwendung von massiven Bauteilen bei Sonnenhäusern wird die Wärmespeicherfähigkeit für die Energieeinsparung verbessert und es kann auf eine künstliche Kühlung im Sommer sowie auf eine Lüftungsanlage verzichtet werden.

Abb. 1: Angebot & Verbrauch (Sonnenhaus-Institut Deutschland)

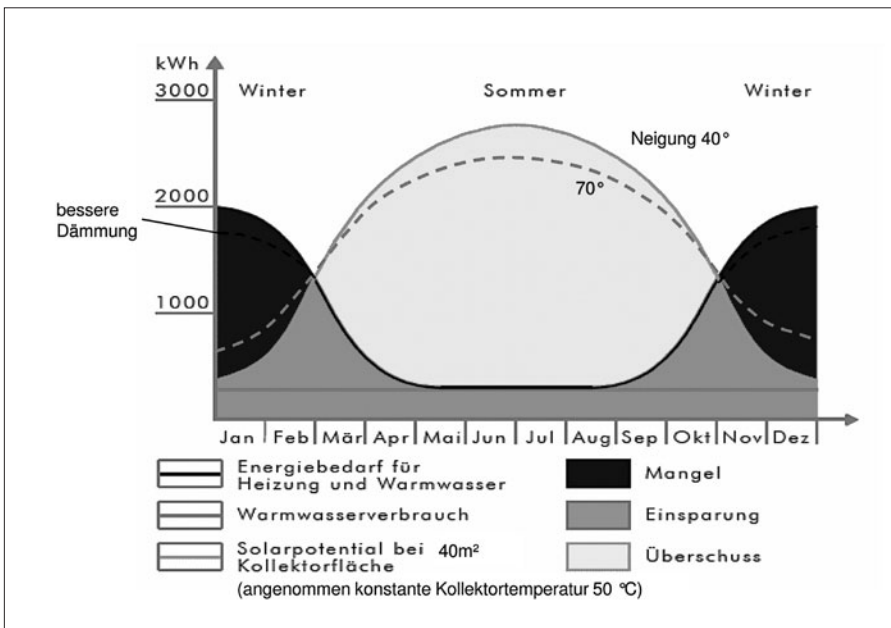
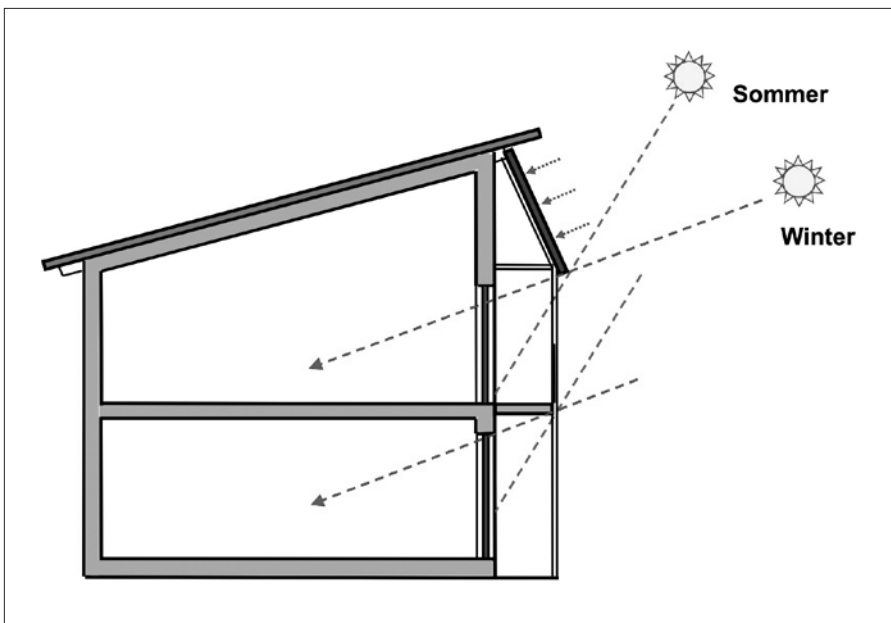


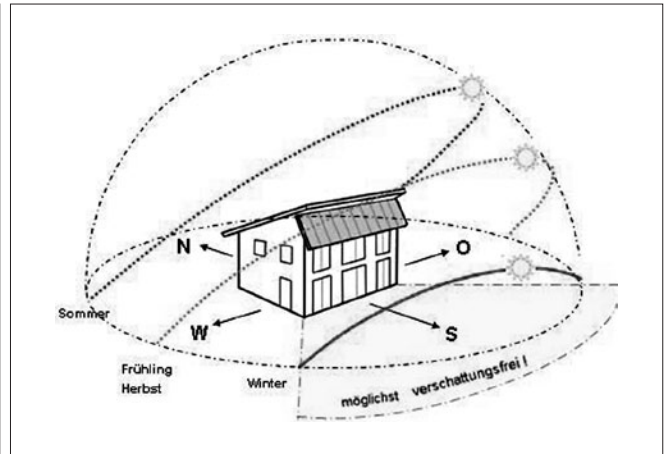
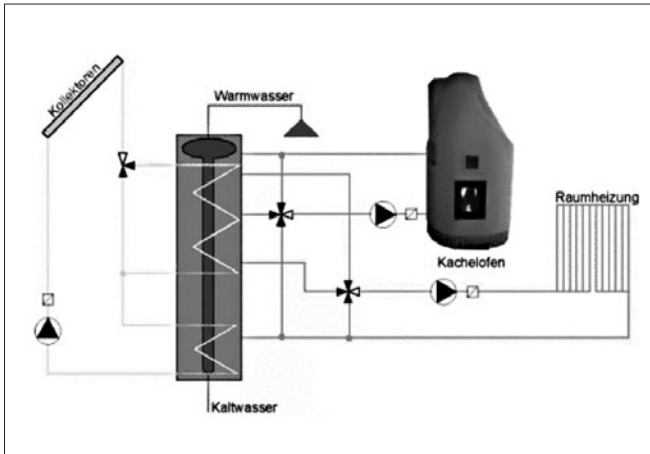
Abb. 2: Sonneneinstrahlung (Sonnenhaus-Institut Deutschland)



Um einen optimalen solaren Energieertrag im Sommer wie auch im Winter zu gewährleisten, müssen die Solarkollektoren das ganze Jahr möglichst verschattungsfrei sein. Es ist auf Bäume, nebenstehende Gebäude sowie Hügel und Berge zu achten, damit die Kollektorflächen nicht verschattet sind (siehe Abbildung 4).

Abb. 3: Anlagenschema Sonnenhaus (Sonnenhaus-Institut Deutschland)

Abb. 4: Sonnenbahnen im Verlauf der Jahreszeiten sowie Verschattung (Sonnenhaus-Institut Deutschland)

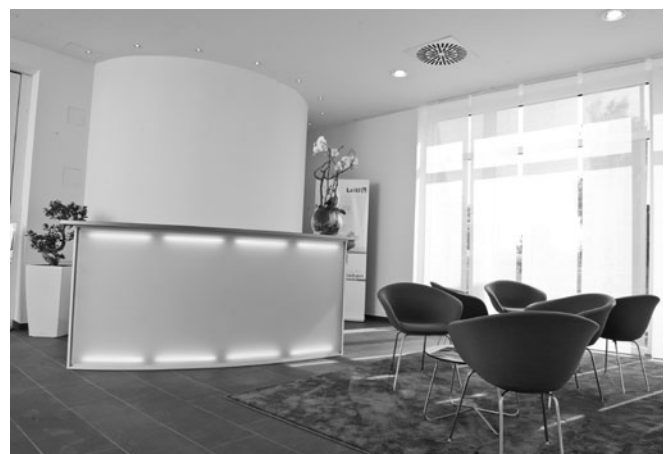


Um die praktische Umsetzbarkeit des Sonnenhauskonzeptes auch in Österreich zu demonstrieren und der Vision des solaren Heizens zum Durchbruch zu verhelfen, hat die Firma Leitl in Eferding (OÖ) ein 100%-Sonnenhaus als Schulungs-, Veranstaltungs- und Ausstellungsgebäude errichtet. Als Plusenergie- und Null-Emissionshaus bezieht es mehr Energie aus der Sonne, als es zur 100 %-Deckung seines Jahreswärmebedarfs für Heizung und Warmwasser braucht.

108 m<sup>2</sup> installierte Kollektorfläche, die in der südseitigen Fassade und im Dach integriert sind, liefern so viel Energie, dass ein Wärmeverbund mit dem benachbarten Bürogebäude möglich ist, um die Überschussenergie (siehe Abbildung 8) vor allem in den Übergangszeiten zu nutzen. In längeren kalten und sonnenlosen Zeiten wird hingegen Wärme aus diesem Bürogebäude, das mittels Gas beheizt wird, für das Sonnenhaus bezogen. Zur solaren Energiespeicherung kommen zwei unterschiedliche Solar-Speichersysteme zum Einsatz: im Gebäude befindet sich ein 27 m<sup>3</sup> großer Stahlwassertank (reicht über 2 Geschoße), vor dem Gebäude sind zwei Kunststoffkugeltanks (je 12m<sup>3</sup>) unterirdisch eingebaut und in Glasschaumschotter eingebettet. Diese Kunststoff-

Abb. 5: Haustechnikraum (Installationen Stahlspeicher) im Sonnenhaus Eferding

Abb. 6: Eingangsbereich im Sonnenhaus Eferding





kugeltanks dienen der Erforschung weiterer Speichermöglichkeiten von Sonnenenergie. Ein Vorteil dieser Kunststoffkugeltanks besteht beim Einsatz in der wärmetechnischen Sanierung von bestehenden Gebäuden, wenn im Haus selbst zu wenig Platz für einen Speicher ist.

**Die wesentlichen Komponenten dieses Sonnenhauses sind:**

- Niedrigenergiebauweise mit einschaligem 50 cm Ziegelaußenmauerwerk - ausgewogenes Verhältnis von Wärmedämmung und Wärmespeicherung.
- großflächig an der Fassade und Dach mit steilem Winkel angebrachte Solarkollektoren – ermöglichen vor allem in der Heizsaison einen optimalen Solarertrag.
- im Gebäude befindet sich ein integrierter Stahlzylindertank mit Temperaturschichtung – garantiert eine effiziente Wärmespeicherung der Sonnenenergie.
- vor dem Gebäude sind zwei Kunststoffkugeltanks unterirdisch eingebaut – dienen zur weiteren Erforschung der Wärmespeichermöglichkeiten bei bestehenden Gebäuden.
- Wärmeverbund zwischen dem Sonnenhaus und dem benachbarten Bürogebäude – solare Überschüsse werden in den Übergangszeiten dem Bürogebäude zugeführt; im Winter erhält das Sonnenhaus Heizungsunterstützung aus der Bestandsheizung des Nachbargebäudes.

Abb. 7: Ansicht Sonnenhaus Eferding (Nacht und Tag)

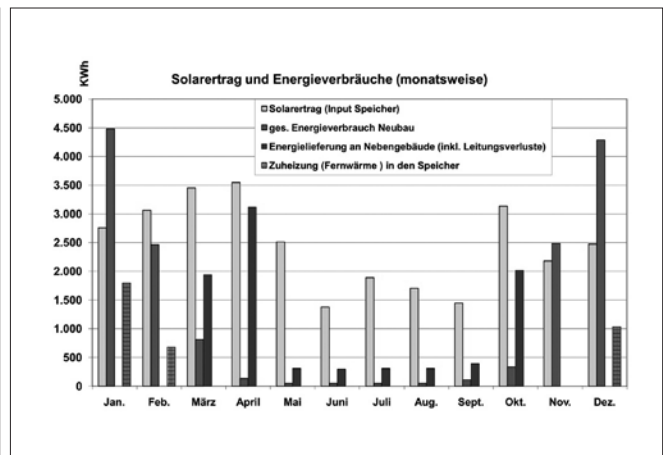
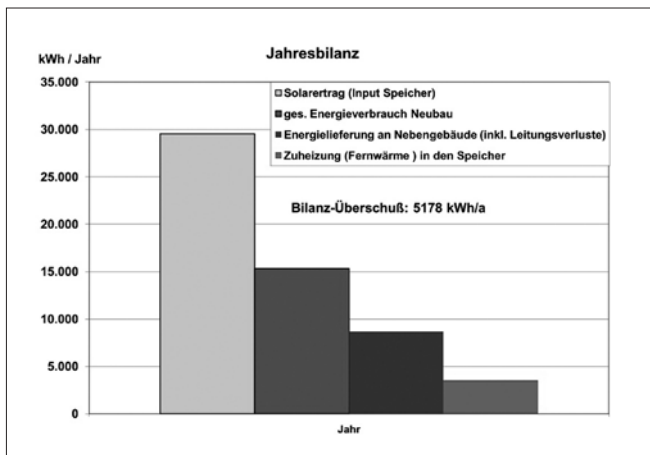


**Ergebnisse einer Simulationsrechnung**

Gemäß der Simulationsrechnung ist der jährliche Solarertrag mit etwa 30.000 kWh fast doppelt so hoch wie der Energieverbrauch des Sonnenhauses. Etwa 8.500 kWh Energie können für Warmwasser und in den Übergangszeiten für die Beheizung des Nachbargebäudes genutzt werden, umgekehrt werden von diesem Nachbargebäude im Winter etwa 3.500 kWh Energie zur Nachheizung benötigt. Es ergibt sich ein jährlicher Bilanz-Überschuss des Sonnenhauses von ca. 5.000 kWh. Da dieser Energieüberschuss den Strombedarf zB für Heizungspumpen und der Lüftungsanlage übertrifft, kann von einem Plusenergie- oder Nullemissionshaus gesprochen werden.

Ein Monitoring (Funktions- und Ertragskontrolle) der zukünftigen Energiegewinnung und des Wärmeverbrauchs wird vom Bautechnischen Institut in Kooperation mit dem Austria Solar Innovation Center, in einem Zeitraum von 3 Jahren, durchgeführt.

Das Leitl-Sonnenhaus Eferding wurde vom Land Oberösterreich als besonders energieeffizientes und innovatives Betriebsgebäude ausgezeichnet und gefördert.

Abb. 8: simulierte Jahresbilanz  
Sonnenhaus EferdingAbb. 9: simulierte Solarerträge  
und Energieverbräuche Sonnen-  
haus Eferding**Technische Daten Vital-Sonnenhaus Leitl**

Solar beheiztes Veranstaltungs- und Ausstellungsgebäude

Baubeginn: Juni 2009

Baufertigstellung und Eröffnung: Oktober 2010

Nutzfläche: 500 m<sup>2</sup>Heizwärmebedarf: 22 kWh/m<sup>2</sup>aPrimärenergiebedarf (laut Simulation): 0 kWh/m<sup>2</sup>a (bilanziell im Energieverbund mit Nachbargebäude)CO<sub>2</sub>-Emissionen (laut Simulation): 0 kWh/m<sup>2</sup>a (bilanziell im Energieverbund mit Nachbargebäude)

Keller:	„Consol“-Hohlwände (Fa. Leitl)
Bodenplattendämmung:	„Geocell“ Schaumglasschotter, Lambda 0,08 W/m <sup>2</sup> K, (Fa. ecoTechnic)
Außenwände:	Ziegel: „Vital Solex“, massiv 50 cm, verputzt U=0,15W/m <sup>2</sup> K (Fa. Leitl)
Decken:	„Spannton“ Ziegeldecke, „Spanntec“ vorgespannte Betonplattendecke, Beton-Element-Decke (Fa. Leitl)
Deckendämmung:	„Thermotec“, „Nanoestrich“, (Fa. Mixit)
Fenster:	Alu-Kunststoff „Colar Clip 91“, U = 1,1 W/m <sup>2</sup> K (Fa. Wick Norm)
Dachziegel:	Großformat Pressfalzziegel „Figaro“, (Fa. Tondach Gleinstätten)
Heizung:	108 m <sup>2</sup> Sonnenkollektoren „Futureline“, Neigung 70°, (Fa. NAU) 27 m <sup>3</sup> Stahl-Zylinder-Wasserspeicher (im Haus) 2x12 m <sup>3</sup> GFK Kugel-Wasserspeicher (im Erdreich), (Fa. NAU) Fußbodenheizung „Euroval“, Decken-Niedertemperaturheizung „Modul-Klimadecke“ und Wandheizung „Hitherm“, (Fa. Harreither GmbH)
Kühlung:	mit Brunnenwasser über Fußboden, Decke, Wand möglich
Lüftung:	Kompaktlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung „TopvexTRO4 HW“ Wirkungsgrad WT 75-85 %, Luftleistung: 2.300 m <sup>3</sup> /h
Sonnenschutz:	Raffstores, (Fa. Tritscheler)
Planung / Beratung:	Architektur: Arch. DI (FH) Georg Dasch (Sonnenhaus-Institut BRD) Energie-Technik / Simulation: DI Wolfgang Hilz (Sonnenhaus-Institut BRD) Bautechnik: Bautechnisches Institut, Puchenu

Weiter Informationen finden Sie auf den Homepage Adressen:

[www.sonnenhaus.co.at](http://www.sonnenhaus.co.at)[www.sonnenhaus-institut.de](http://www.sonnenhaus-institut.de)[www.leitl.at](http://www.leitl.at)[www.bti.at](http://www.bti.at)



## Plusenergiegebäude in Holzbauweise: JUWI-Zentrale

Harald Sauer, GriffnerHaus AG

### Effizienzwunder und Besuchermagnet

Mit dem Bau des Firmensitzes in Wörrstadt in den Jahren 2008 bis 2010 hat die juwi-Gruppe neue Maßstäbe gesetzt. Aufgrund der nachhaltigen Holzbauweise und des konsequenten Einsatzes erneuerbarer Energieträger stellt der Bürokomplex eine eindrucksvolle Verwirklichung der Vision einer rein regenerativen Energieversorgung dar: Sie ist vielerorts machbar und kann – wie in Wörrstadt mustergültig umgesetzt – schon heute Wirklichkeit werden. Architektur und Ausstattung des Gebäudes sind mit dem Ziel konzipiert worden, Energie möglichst effizient einzusetzen oder ihren Einsatz gar nicht erst erforderlich zu machen. Der über eine Fläche von 3.150 Quadratmetern erzeugte Solarstrom sowie die Sparsamkeit von Maschinen und Geräten sorgen dafür, dass das Haus mehr Energie produziert als es verbraucht. Zudem überzeugt das Konzept des Firmensitzes durch seine gelungene Mischung aus Funktionalität sowie Entspannungs- und Freizeitangeboten.

Den nördlichen Gebäudeteil hat juwi im Juli 2008, den südlichen Komplex im Juli 2010 in Betrieb genommen. Zudem hat das Unternehmen rund um den Firmensitz eine einzigartige Modelllandschaft der erneuerbaren Energien entwickelt. Der Solarpark und der Windpark Wörrstadt demonstrieren auf anschauliche Weise die Leistungsfähigkeit der modernen, regenerativen Energieerzeugung. Gemeinsam mit dem Gebäude sind sie Anziehungspunkt für zahlreiche Besuchergruppen. Die Mitarbeiterzahl wuchs so schnell, dass der Bürobau schon ein Jahr nach der Eröffnung bereits wieder aus allen Nähten platzte. Der mittlere Abschnitt des südlichen Erweiterungsbaus konnte – bautechnisch und architektonisch identisch mit dem ersten Bauabschnitt – im August 2009 eröffnet werden.

### Die Erweiterung 2009 – keine halben Sachen

juwi beschäftigt allein im Raum Wörrstadt mehr als 700 Mitarbeiter und avancierte damit zu einem der größten Arbeitgeber in der Region. Aufgrund des starken Wachstums wurde der 2009 vergrößerte Firmensitz im Jahr 2010 abermals erweitert – der südliche Erweiterungsbau wurde links und rechts des Mittelteils ergänzt. Die beiden zusätzlichen, neuen Gebäudeteile wurden wieder von der Firma Griffner in ökologischer Holzbauweise errichtet. In punkto Energieeffizienz entsprechen auch sie dem Standard eines Energieplushauses.

Lageplan



### Das Energiekonzept des juwi-Gebäudes

Für die Lüftung, Beheizung und Kühlung des Firmensitzes hat juwi ein effizientes Versorgungssystem konzipiert, das komplett auf erneuerbare Energieträger zurückgreift. Der 114.000 Liter fassende Sprinklertank erfüllt zwei Funktionen. Er ist eine wesentliche Komponente in den Systemen für den Brandschutz und die Kühlung des Gebäudes. Bei hohen Außentemperaturen wird das Wasser in der Nacht über das auf dem Gebäudedach installierte Rückkühlwerk heruntergekühlt und in diesem Tank gespeichert. Tagsüber bringt ein im Fußboden integriertes Rohrsystem die Kühle der Nacht in die Büros. Im Bedarfsfall nutzt zudem eine in alle Gebäudeteile reichende Sprinkleranlage das Wasser zur Brandbekämpfung. Mehrere Lüftungsanlagen sorgen für die nötige Be- und Entlüftung von Büros und Besprechungsräumen. Die verbrauchte, erwärmte Luft strömt von dort zurück und gibt die Wärme in einem Wärmetauscher an die frische, einströmende Luft ab.

Baustellenbilder



Bei der Planung des Firmensitzes hat juwi großen Wert auf ein ganzheitliches Energiesystem gelegt. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Sonnenenergie: Moderne Photovoltaikmodule wandeln auf einer Gesamtfläche von 3.150 Quadratmetern das Licht der Sonne in sauberen Strom um. Auf den Dächern, an den Südfassaden und im Parkplatzbereich sind alle marktüblichen Modul- und Zelltechnologien zu sehen – harmonisch eingepasst in die Architektur und das Gesamtkonzept des Gebäudes. Insgesamt decken die am Firmensitz installierten PV-Anlagen den kompletten elektrischen Energiebedarf solar ab. Die Überschüsse werden im Sommer ins Netz eingespeist, im Winter gleicht das Netz die solaren Deckungslücken aus. Ergänzend dazu kann der Solarstrom in einem innovativen Backup-Batterie-System gespeichert werden. Die Gebäudedächer sind mit Dünnschichtmodulen ausgestattet. Die insgesamt 138 Kilowatt (kWp) große Anlage ist mit einem Auflastsystem in einem Neigungswinkel von fünf Grad auf dem Dach des juwi-Gebäude als Photovoltaik-Kraftwerk verankert. Optisch ansprechend in die Südfassaden integriert wurden jeweils Dünnschichtmodule, deren Gesamtleistung bei 23 kWp liegt. Die Mensa trägt – befestigt mit einem Neigungswinkel von zehn Grad – kristalline Solarmodule (21 kWp Leistung).

Die im Dreischeiben-Isolierglas der Mensa-Südfront integrierten kristallinen Solarzellen (5 kWp) spenden bei Sonnenschein Schatten und geben dem Raum ein unverwechselbar solar geprägtes Ambiente. Eine spezielle Edelgasfüllung in der Isolierschicht erzielt einen U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) von 0,7 – es handelt sich hier um die derzeit am besten isolierenden Solarmodulgäser. Die nach Süden ausgerichteten Terrassen in den Obergeschoßen sind komplett mit Glas-Solarmodulen (27 kWp) überdacht. Sie sorgen für Wetterschutz und – durch die integrierten kristallinen Solarzellen – einen angenehmen Schattenwurf.

### Batterien für den Fall der Fälle

An die Photovoltaikanlage ist ein im Keller des nördlichen Gebäudetraktes untergebrachtes Sunny Backup-System angeschlossen. Bei einem Stromausfall übernimmt dieses batteriegestützte System die Energieversorgung wichtiger Verbraucher – zum Beispiel die der Notbeleuchtung, der Steuerung der Sprinkleranlage und der kompletten EDV inklusive der Telefonanlage. Dazu trennt das Backup-System im Fall eines Netzausfalls den Verbraucher-Stromkreis vom öffentlichen Netz und baut mit Hilfe der Batterien ein eigenes Inselnetz auf. Die PV-Module speisen den Strom autark in dieses Inselsystem ein und versorgen die Verbraucher im Haus, oder sie laden die Batterie auf, deren Speicherkapazität bei 4.800 Amperestunden liegt – das entspricht der Kapazität von 530 Autobatterien. Bei einem Netzausfall stellen die Batterien in Verbindung mit insgesamt zwölf Inselwechselrichtern (je 5 kWp) die Versorgung der genannten Elemente im juwi-Gebäude sicher. Das Backup-System sorgt dafür, dass die Batterie stets optimal geladen ist und ein für die Laufzeit der Sprinklerpumpe minimal erforderlicher Ladezustand nicht unterschritten wird. Je nach Sonneneinstrahlung und Verbrauch reicht die Kapazität von fünf Stunden bis zu mehreren Tagen. Dieses Konzept ist bisher einmalig in Deutschland und wurde speziell vom TÜV zertifiziert. Die aus Bleigel bestehenden Batterien sind wartungsfrei und werden nach Ende ihrer Lebensdauer von etwa zwölf Jahren komplett

Haupteingang





recycelt. Dabei trennt die Herstellerfirma das Blei vom Schwefel. Beide Elemente kommen dann vollständig in neuen Akkus wieder zum Einsatz.

Ein wichtiger Mosaikstein im Energiekonzept des Firmensitzes ist ein exzellenter Wärmeschutz. Fenster und Wände sind so gut gedämmt, dass das Gebäude mit einem jährlichen Heizenergiebedarf von rund 10 kWh/m<sup>2</sup> auskommt. Dies entspricht den Vorgaben des Passivhausstandards (A++). Die Zielvorgaben der aktuellen Energieeinsparverordnung (EnEV) werden um mehr als zwei Drittel unterschritten. Möglich wird dies durch den Einsatz der ökologischen Bau- und Dämmmaterialien Holz, Kork und Zellulose.

### **Wärmeschutz**

#### **Effiziente Lüftungstechnik**

Von großer Bedeutung für den niedrigen Energiebedarf ist neben dem Wärmeschutz der Einsatz effizienter Lüftungssysteme. Ausgestattet mit Wärmetauschern und Feinstaubfiltern sorgen sie zum Einen für die permanente Be- und Entlüftung von Büros und Besprechungsräumen. Zum Zweiten erzielt die Anlage einen Wärmerückgewinnungsgrad von bis zu 92 % sowie einen Feuchterückgewinnungsgrad von 65 %. Dies ermöglicht insbesondere im Winter ein entsprechend angenehmes Raumklima. Zusätzlicher Energiespareffekt: Der Betrieb der Lüftungssysteme wird den jahreszeitlichen Bedingungen angepasst und wird gegebenenfalls durch Fensterlüftung ersetzt. Der elektrische Energiebedarf der Anlagen beträgt daher lediglich 2,5 kWh/m<sup>2</sup>.

#### **Viel natürliches Licht**

Je besser ein Gebäude das Tageslicht einfängt, desto niedriger ist der Stromverbrauch. In den Bürogebäuden von juwi dient ein harmonisches Miteinander aus großen Dachfenstern, Lichthöfen, Glastüren und großflächigen Bürofenstern diesem Zweck. Notwendig ist zudem ein optimales Zusammenspiel von natürlichem und künstlichem Licht. Ausgangspunkt hierfür ist ein Tageslichtmesskopf auf dem Dach des nördlichen Gebäudetraktes. Mittels Fotozellen er-

Mensa





fasst er den Himmelszustand und die Sonnenrichtung. Eine Gebäudeleittechnik erfasst die Daten und sorgt automatisch für eine optimale und blendfreie Lichtqualität in den Innenräumen. Das Tageslicht wird so bestmöglich genutzt und bei Bedarf durch das künstliche Licht stufenlos ergänzt. Zusätzlich zur zentralen Steuerung kann jeder Mitarbeiter in seinem Büro eine an sein individuelles Bedürfnis angepasste Lichtsituation herstellen. Automatische Ein- und Ausschaltzeiten führen zu einer Energieersparnis von über 70 % im Vergleich zu herkömmlichen Beleuchtungssystemen. Das Gehirn des Firmensitzes ist eine komplexe Gebäudeleittechnik. Computer beobachten und steuern permanent die Leistung und den Verbrauch der einzelnen Geräte und Maschinen. Die nötigen Informationen liefern mehr als 20.000 Sensoren (Datapoints), die überall in den Häusern verteilt sind. So gefüttert, reguliert die Technik automatisch die Strömungsvolumina in den Lüftungsanlagen, die Warmwasserzirkulation, das Auf und Ab der Jalousien, das Heiz- und Kühlsystem und die Lichtsteuerung. So wird der Gebäudekomplex zu einem Musterbeispiel für Energieeffizienz im Büroalltag.

Auch bei hochsommerlichen Temperaturen soll das Arbeiten im juwi-Gebäude keine schweißtreibende Angelegenheit sein. Für ein angenehmes Raumklima sorgt daher ein Wasserkreislauf zwischen einem im nördlichen Gebäudekeller untergebrachten, 114.000 Liter fassenden gedämmten Stahltank, einem Rückkühlwerk auf dem Gebäudedach und einem in die Fußböden integrierten Leitungssystem. Die Kälte der Nacht wird dabei über das Rückkühlwerk aufgefangen und im gedämmten Tank gespeichert. Tagsüber befördern Pumpen diese Kälte in die Büros. Dies reduziert die Temperaturen in den Büroräumen um etwa fünf Grad. Mit nur einer Kilowattstunde pro Quadratmeter ist der Energiebedarf zudem sehr gering. Ergänzend dazu verschatten die an den Südfenstern installierten Jalousien das Gebäude so, dass der Wärmeeintrag im Sommer und damit der Kühlbedarf möglichst gering bleiben. Im Bedarfsfall nutzt zudem eine Sprinkleranlage das Wasser zur Brandbekämpfung. Ausgestattet mit 2.500 Sprinklerköpfen erreicht dieses System jeden Winkel des Gebäudes, denn auch der südliche Gebäudeteil ist mit dem Tank verbunden. Dort gibt es lediglich einen Überdruckspeicher, der allerdings nicht zur Fußbodenkühlung herangezogen wird.

Foyer



### Wasserkreislauf

Das Gebot der Sparsamkeit bezieht sich auch auf den Wasserverbrauch und die Wiederverwertung von Wertstoffen. Deshalb hat juwi einen Regenspeicher installiert, der das Regenwasser unter anderem für die Toilettenspülung auffängt. In den sanitären Anlagen beider Gebäudeteile verbrauchen moderne Vakuumtoiletten nur einen Liter pro Spülung statt der acht Liter, die herkömmliche WC-Spülungen im Durchschnitt benötigen. Insgesamt vier Vakuumpumpen saugen die Abwässer aus den Toiletten in eine 4-Kammernanlage. Hier wird das Wasser separiert, um dann vorgereinigt per Überlauf in die Kanalisation abzufließen. Zusammen mit organischen Küchenabfällen – es fallen ca. 300 Liter pro Woche an – werden die Fäkalien so einer sinnvollen Nachnutzung zugeführt.

### Mobilitätskonzept

Mit der Einrichtung eines Shuttlebus-Systems und einer Online-Mitfahrerbörse hat juwi erste Teile eines Mobilitätskonzeptes für den Firmensitz verwirklicht: Viele juwi-Mitarbeiter pendeln gemeinsam statt alleine zwischen Wohnort und Arbeitsplatz und reduzieren so Emissionen und Spritkosten. Für den Umstieg auf die Elektromobilität ist eine Infrastruktur erforderlich, die die zuverlässige Versorgung von Elektrofahrzeugen mit regenerativ erzeugter Energie gewährleistet. In einem ersten Schritt bietet juwi die Überdachung von Parkplätzen mit solaren Carports an. Beispielhaft ist dies am Firmensitz in Wörrstadt zu sehen. In einem weiteren Schritt ist der Aufbau und Betrieb einer Pilotanlage für den Betrieb von Stromparkplätzen mit innovativen Ladestationen geplant. Auf den Parkplätzen vor dem Gebäude demonstrieren die im Dezember 2008 aufgestellten Solar-carports, wie die Stromtankstelle der Zukunft aussieht. Mit der Eröffnung des Clean Mobility Centers am Firmensitz in Wörrstadt wird Geschäftspartnern, Kunden und Besuchern die Möglichkeit geboten, die Technologien der Elektromobilität erfahrbar zu machen.

#### Daten des JUWI Headquater, Wörrstadt

Büro und Verwaltungsgebäude:	Holzbau in Split-Levelbauweise
Architektur:	GriffnerHaus AG / Arch. Dipl.-Ing. Harald Sauer
Tragwerksplanung:	Lackner + Raml ZT GmbH / Dipl.-Ing. Markus Lackner,
Konstruktion:	Holzskelettkonstruktion (BSH), sichtbaren Massivholzdecken (BSP), vorgehängter Fassadenelemente in Holzständerkonstruktion
Technische Ausstattung:	Solarstromerzeugung in Aufdach-, Fassadenanlagen und Solarcarports. Gebäudelüftung mit Wärmerückgewinnung. Solare Warmwasseraufbereitung
Energiekonzept:	Eigenversorgung mit Wärme, Kälte und Strom
Energiebedarf:	(BA1)ca. 200.000 kWh/Jahr entspricht ca. 2 Euro/m <sup>2</sup> Jahr 100 % regenerativ gedeckt

Die drei Hauptgebäudeteile sind zur Gänze als sichtbare Holzskelettkonstruktion ausgeführt. Die zwischen liegenden Treppenhauskerne wurden aus Stahlbetonfertigteilen gefertigt. An der Südseite des mittleren Gebäudes ist ein Veranstaltungs- und Mensabereich vorgelagert, der mit sichtbaren Brett-schichtholz-Trägern überspannt wird. Die Zielvorgaben der Energieeinspar-Verordnung (ENEV) 2007 werden um 64 % unterschritten. Jene für den Primärenergiebedarf nach ENEV 2007 werden um 80 % unterschritten.

JUWI wurde für diese Gebäude ausgezeichnet mit dem „Deutschen Klimaschutzpreis 2008“ der Deutschen Umwelthilfe e.V. (DUH).

## Das Raiffeisen-Klimaschutz-Hochhaus am Donaukanal

Christian Steininger, Vasko + Partner

### Projektbeschreibung / Projektentwicklung

Im Jahre 2007 erwarb die Raiffeisenholding Niederösterreich Wien die neben dem bestehendem Raiffeisenhaus Wien (RHW) gelegene Liegenschaft Obere Donaustrasse 87-89 (ehemaliges OPEC Gebäude) mit dem Ziel der Schaffung von Büroflächen für den Eigenbedarf in unmittelbarer Anbindung an das RHW. Die Ausführung soll als Zubau zum RHW gestaltet werden, wobei ein Büroturm mit rund 80 m Höhe und einer Nutzfläche von rund 24.000 m<sup>2</sup> geplant ist.

Grundsätze für das Projekt Zubau sind Nachhaltigkeit, Klimaschutz, Energieeffizienz sowie erneuerbare Energien – es soll ein energieeffizientes Musterprojekt im Sinne der Plattform der Raiffeisen-Klimaschutz-Initiative verwirklicht werden.

### Energiekonzept / Umsetzung

Bürohochhäuser stellen hinsichtlich ihrer Dichte und dem damit verbundenen Energieverbrauch eine besondere Herausforderung in der Planung dar. Vielfach wird in der Planung der durch die Architektur vorgegebene Baukörper mit seinen bauphysikalischen Randbedingungen nicht in Abstimmung mit der erforderlichen Technik betrachtet. Das führt zu Gebäuden mit einem hohen Technikanteil, geringen individuellen Einflussmöglichkeiten des Nutzers, wenig Behaglichkeit und hohen Kosten sowie zu einem hohen Energieverbrauch und zu hohen Emissionen. Aus diesem Grund wird im gegenständlichen Projekt besonderer Wert auf die Abstim-

Abb. 1: Visualisierung Raiffeisen-Klimaschutz-Hochhaus

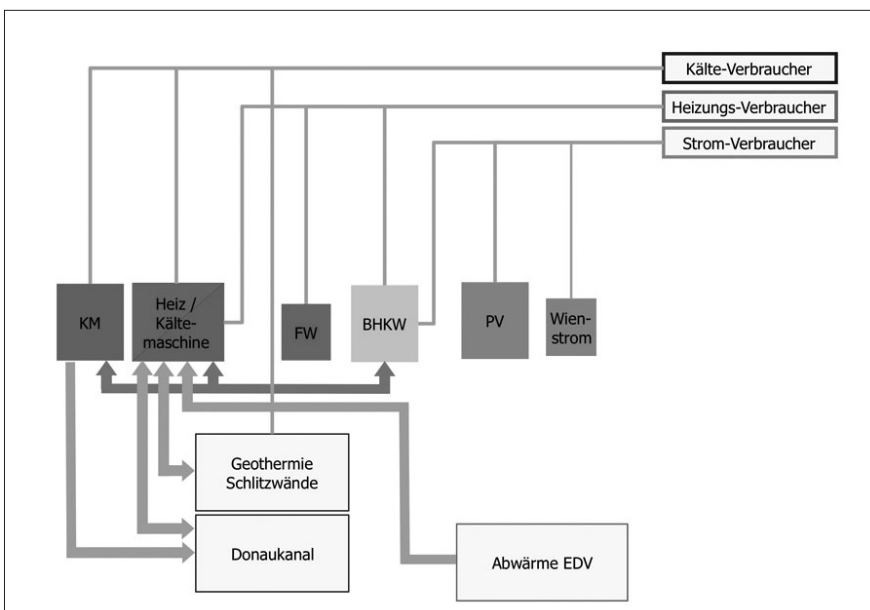


mung der Gebäudetechnik, Bauphysik, Baubiologie, Architektur mit dem zukünftigen Betrieb gelegt. Um ein auf den Standort und den speziellen Gebäudenutzen bezogenes optimales Resultat zu erzielen, ist eine geschickte Mischung unterschiedlicher Energieversorgungssysteme maßgeblich, da der Einsatz einer Haupttechnologie bei diesen Größenordnungen des Energieverbrauches und der benötigten Bereitstellungsdauer und -sicherheit nicht zielführend ist.

Erster Schritt der Planung im Projekt Raiffeisen-Klimaschutz-Hochhaus ist die allumfassende Reduktion der Energieverbräuche für die thermische Konditionierung (Lüftung, Wärme/Kälte), die Warmwasserbereitstellung und die dafür benötigten elektrisch betriebenen Hilfssysteme der technischen Gebäudeausstattung.

Herzstück der technischen Gebäudeausrüstung ist eine Kraft-Wärme-Kälte Kopplung auf Biogasbasis (ca. 300 kW elektrische Leistung), die neben der Photovoltaikanlage (projektierter Jahresbetrag der geplanten Anlage 45.000 kWh/a) einen Großteil des zu erwartenden Strombedarfs abdecken soll. Mit der Abwärme des Gasmotors der Kraft-Wärme-Kopplung wird in einer Absorptionskältemaschine Kaltwasser erzeugt und für die im Bürohochhaus erforderliche Kühlleistung verwendet. Das grundsätzliche Ver- und Entsorgungskonzept der Kälte wird durch ein System aus der Kombination von Wärmetauschern, Kältemaschinen (Spitzenlastabdeckung) mit einer Leistungszahl der Kälteanlage von größer 7, Absorptionskältemaschinen, Schlitzwand- und Fundamentplattennutzung sowie durch die Nutzung der standortbezogenen Ressource Wasser aus dem Donaukanal zur direkten Kühlung (und mittels Wärmepumpe zu Heizzwecken) komplettiert. Weiters ist die Nutzung der Abwärme des Rechenzentrums vorgesehen. Neben zahlreichen Maßnahmen der Verbrauchsoptimierung wie natürliche Belüftung über die Klimafassade in den Übergangszeiten, Tageslichtoptimierung und umfassende Optimierungen bei den Arbeitsmitteln wird in Summe ein leistungsfähiges System etabliert, welches konventionelle Energiesystem (Fernwärme, Wienstrom) nur mehr im Minimalausmaß benötigt.

Abb. 2: Blockschema Wärme- und Kälteversorgung



Die Kältemaschinen werden mit unterschiedlichen Temperaturniveaus, die auf die verschiedenen gebäudetechnischen Systeme abgestimmt sind, betrieben. Dadurch kann eine optimierte Leistungszahl und somit ein geringerer Energieverbrauch für die Kältemaschinen erreicht werden.

Die Kälteerzeugung für die Betonkernaktivierung und die Unterflurkonvektoren erfolgt über zwei wassergekühlte Kältemaschinen. Die Klimageräte sowie die internen Verbraucher des Raiffeisen-Klimaschutz-Hochhauses werden mittels zwei weiteren Kältemaschinen sowie mit einer Absorptionskältemaschine versorgt, wobei die Absorptionskältemaschine mit Heizwasser aus dem BHKW versorgt wird.

Die Rückkühlung von zwei der Kältemaschinen sowie der Absorptionskältemaschine erfolgt über Plattenwärmetauscher über den Donaukanal. Die Entwärmung der zwei weiteren Kältemaschinen erfolgt in erster Linie an die Schlitzwände, bei Bedarf ebenfalls an den Donaukanal.

Die für die Wärmepumpen erforderliche Wärmesenke wird teilweise aus der Abwärme des Rechenzentrums im Nachbargebäude (RHW) zur Verfügung gestellt. Es könnte im Bedarfsfall und bei geeigneter Temperatur ebenfalls der Donaukanal genutzt werden. Weitere erforderliche Wärmesenken werden aus den internen Verbrauchern des Gebäudes bzw. teilweise ebenfalls aus der Abwärme des Rechenzentrums des Nachbargebäudes (RHW) der Absorptionswärmepumpe zur Verfügung gestellt. Zusätzliche Wärmesenken werden im Heizfall über die Schlitzwände bereitgestellt.

Unabhängig von der optimalen Erzeugung der notwendigen Energie ist es das oberste Ziel, für die Nutzer optimale raumklimatische Verhältnisse zu schaffen.

- Die Kühlung erfolgt über Bauteilaktivierung, welche durch den hohen Strahlungsanteil einen höchstmöglichen Komfort ergibt.
- Die Regelung und Steuerung der Beleuchtung und der Außenjalousien erfolgt über Präsenzmelder und Tageslichtsensoren.
- Für die Abdeckung des Restwärmebedarfes sind Unterflurkonvektoren vorgesehen.

Insgesamt wird mit dem Zubau zum Raiffeisengebäude zweifellos ein „Musterhochhaus“ hinsichtlich Nutzerkomfort, Energieverbrauch und CO<sub>2</sub> Bilanz errichtet. Durch die vorgesehene Visualisierung der Energieverbräuche wird das Gebäude „transparent“ und ein echter Vergleich zwischen Systemen und anderen Gebäuden wird möglich.

### **Energieverbrauch**

Das Raiffeisen-Klimaschutz-Hochhaus soll einen maßgeblichen Schritt in die Richtung zukünftiger Bürobauten sein, das eine wegweisende Planung in Richtung Plus-Energie-Gebäude darstellt. Angestrebt wird eine Bewertung des Gebäudes nach der Struktur des TQB-Bewertungssystems. Die Bewertung wird nach den Kategorien

- Standort und Ausstattung
- Wirtschaftlichkeit
- Energie
- Gesundheit und Komfort
- Baustoffe und Konstruktion

durchgeführt. Im Bereich Energie wird ein Bürohochhaus mit Passivhausstandard errichtet,

wodurch unter standardisierter Büronutzung folgende Energiebedarfswerte für Wärme und Kälte bzw. folgender Primärenergiebedarf als Zielwerte angestrebt werden:

- Heizenergiebedarf: 14 kWh/m<sup>2</sup>a
- Kühlenergiebedarf: 9 kWh/m<sup>2</sup>a
- Primärenergiebedarf: kleiner 120 kWh/m<sup>2</sup>a

Für den tatsächlichen Bürobetrieb ist es erforderlich, dass die Behaglichkeitskriterien auch bei verstärkter Nutzung (dichtere Belegung, längere Betriebszeiten, abweichendes Lüftungsverhalten, ...) eingehalten werden.

Zur Abdeckung des erforderlichen Bedarfs muss die Auslegung der Anlagen auf einem höheren Standard erfolgen, wobei in erster Linie die regenerativen Energiesysteme zur Bedarfsabdeckung vorgesehen sind, die Rest- bzw. Spitzenlastabdeckung soll über Fernwärme bzw. Wienstrom erfolgen:

- Wärmepumpen: Kälteleistung 2.000 kW / Heizleistung 1.000 kW
- Blockheizkraftwerk: thermische Leistung: 414 kW / elektrische Leistung: 286 kW
- Absorptionskälteanlage: Kälteleistung: 304 kW
- Free Cooling (Donau): Kälteleistung: 800 kW
- PV-Anlage: elektrische Leistung 34 kWp

### Qualitätssicherung / Monitoring

Bereits in der Errichtung werden die relevanten Maßnahmen durch umfassende Qualitätssicherungsmaßnahmen extern begleitet – z.B. durch Bauchemikalienmanagement, Baustellenlogistikevaluierung etc.

Da Energieverbräuche sehr stark vom Nutzerverhalten abhängen und im tatsächlichen Betrieb dadurch von den errechneten Werten abweichen können, hat sich Raiffeisen zu einem umfassenden Monitoringsystem entschlossen. Zu diesem Zweck erfolgt im laufenden Betrieb eine detaillierte „real-time“ Messung aller Energieströme im Haus. Die Ergebnisse werden sowohl den Mitarbeitern als auch interessierten Personen und zu Forschungszwecken in einer adäquaten und interaktiven Form einsichtig gemacht und können das Nutzerverhalten beeinflussen.



## Mit Holz hoch hinaus – Der LifeCycle Tower von Cree

Hubert Rhomberg, Cree GmbH

Über 50 % der Weltbevölkerung lebt heute in Städten mit mehr als 1 Million Einwohnern – Tendenz steigend. Da ist es kaum verwunderlich, dass auf die globale Bauwirtschaft rund 40 % des heutigen Energie-, CO<sub>2</sub>- und Ressourcenverbrauchs sowie 40 % des Abfallaufkommens entfallen. Bislang basiert der Städtebau überwiegend auf konventionell gefertigten Prototypen mit langer, komplexer Bauabwicklung. Ein Umstand, den die Vorarlberger Rhomberg-Gruppe ändern will: mit einem Hybrid-Bausystem für Hochhäuser, welches überwiegend auf einem nachwachsenden Rohstoff basiert – Holz.

Als internationales Forschungsprojekt gemeinsam mit dem Vorarlberger Architekten Hermann Kaufmann, dem international tätigen Ingenieurbüro Arup, dem Holzbauunternehmen Wiehag und der Technischen Universität Graz gestartet, wird der von der Rhomberg-Gruppe federführend entwickelte LifeCycle Tower bald Realität. Ein Prototyp wird im Frühjahr 2011 in Dornbirn entstehen.

### Ressourcen schonen, sinnvoll bauen

In den meisten Produkten, die wir aus den Ressourcen der Erde gewinnen, steckt durch den Abbau, den Transport und die Verarbeitung weitaus mehr Material, als ihr eigentliches Gewicht

Abb. 1: Visualisierung des LifeCycle Towers





vermuten lässt. Nach dem renommierten Chemiker und Umweltforscher Prof. Friedrich Schmidt-Bleek besitzt jedes Gut einen „ökologischen Rucksack“. So müssen um ein Kilo Stahl zu erzeugen, der Erde durchschnittlich 8 kg Gestein und fossile Brennstoffe entnommen werden, für ein Kilogramm Kupfer 348 kg, während ein Kilogramm Aluminium „tatsächlich“ 37 kg wiegt. Zusätzlich sorgt unsere heutige Industriegesellschaft für einen immensen CO<sub>2</sub> Ausstoß.

Aus diesen Gründen Holz als hauptsächlichen Bestandteil für den Bau von Hochhäusern zu verwenden, mag auf den ersten Blick ungewöhnlich sein. Die Vorteile liegen allerdings auf der Hand, denn kein anderer Baustoff wird ähnlich energieschonend hergestellt. Holz ist ein natürlich nachwachsender Rohstoff, besitzt bei geringem Gewicht eine hohe Festigkeit und garantiert beste Eigenschaften in der Wärmeisolierung, Dauerhaftigkeit, Lärm- und Vibrationsdämmung. Als einer der ältesten Baustoffe der Erde entspricht Holz auch heute modernsten Sicherheitsanforderungen und ist zudem noch zu 100 % recyclebar. Im urbanen Städtebau ist Holz also eine herausragende Alternative für die Zukunft.

### Städtebau der nachhaltigen Zukunft: Der LifeCycle Tower

Das Kernprojekt von Cree ist der LifeCycle Tower: ein nachhaltiges, bis ins Detail durchdachtes Holz-Hybridbausystem für mehrgeschoßige Hochbauten, das dennoch individuell gestaltet werden kann.

Ein LifeCycle Tower wird in Systembauweise errichtet: viele Module sind bereits ab Werk vorgefertigt und werden am Bauplatz montiert. Verglichen mit herkömmlichen Bauweisen vergleichbarer Gebäude lässt sich so die Bauzeit um die Hälfte reduzieren – genauso wie die Belastung durch Schmutz, Staub und Lärm.

Trotz eines minimierten Ressourcen- und Energieeinsatzes im gesamten Lebenszyklus kann es mit einem LifeCycle Tower durchaus hoch hinaus gehen: bis zu dreißig Stockwerke kann das

#### Daten und Fakten des LifeCycle Tower

Abmessungen:	Länge und Breite: beliebig wählbar Höhe: bis zu 100 m; bis zu 30 oberirdische Geschoße
Raster:	1,35 m, Deckenspannweite wahlweise 8,10 oder 9,45 m stützenfrei. Ein System für die Nutzung als Büro, Einzelhandel, Hotel oder Wohnbau. Einfache Umnutzung durch flexible Systembauweise.
Materialien:	UGs und EG Stahlbeton, Decke ab 1. OG Holzbetonhybridbauweise, Fassadenstützen Holz, Erschließungskern wahlweise Holz oder Stahlbeton
Energiestandard:	z.B. Plusenergiehaus oder Passivhaus, Stromerzeugung mit Photovoltaik-Fassade, Lüftungsanlage auf Wunsch mit Klimatisierung
Gebäudehülle:	Elementfassade mit erhöhtem Schall- und Wärmeschutz; integrierter Sonnenschutz; wahlweise manuelle Lüftungsflügel für natürliche Belüftung; Oberflächenarchitektur individuell gestaltbar
Baufortschritt:	Verkürzte Bauzeit im Vergleich zu konventionellen Gebäuden
CO <sub>2</sub> -Emissionen:	90 % verbesserte CO <sub>2</sub> -Bilanz im Vergleich zu konventionellen Gebäuden.

Hybrid-Holzhaus bei einer Höhe von 100 Metern erreichen. Bei einem Gebäude dieser Art fast schon obligatorisch ist eine Fassade, die keine Energie verbraucht, sondern erzeugt – und somit einen wesentlichen Beitrag für die CO<sub>2</sub>-Klimabilanz darstellt.

### **Höchste Individualität**

Hochhäuser sind nicht nur zum Wohnen da. Deshalb bietet das Konzept des LifeCycle Towers vielfältige Einsatzmöglichkeiten für nahezu alle Arten des urbanen Städtebaus. Ein Bausystem mit wandlungsfähigem Charakter: neben der Nutzung als Wohnbau kann ein LifeCycle Tower auch als Büro, Hotel oder für die Gastronomie entstehen. Von außen ein großer Unterschied, der sich im Detail wenig bemerkbar macht – alle verschiedenen Nutzungsarten sind in der Planung mit minimalem Aufwand realisierbar.

# Nachhaltige Systeme in Massivholzbauweise

## Stabilität und Leichtigkeit

Holz ist ein Leichtbaustoff der trotz seines geringen Gewichts hohe Zug- und Druckfestigkeit bietet. Der Grund für die hohe Stabilität liegt in der Mikrostruktur, welche für hohe Belastbarkeit bei geringem Eigengewicht verantwortlich ist.

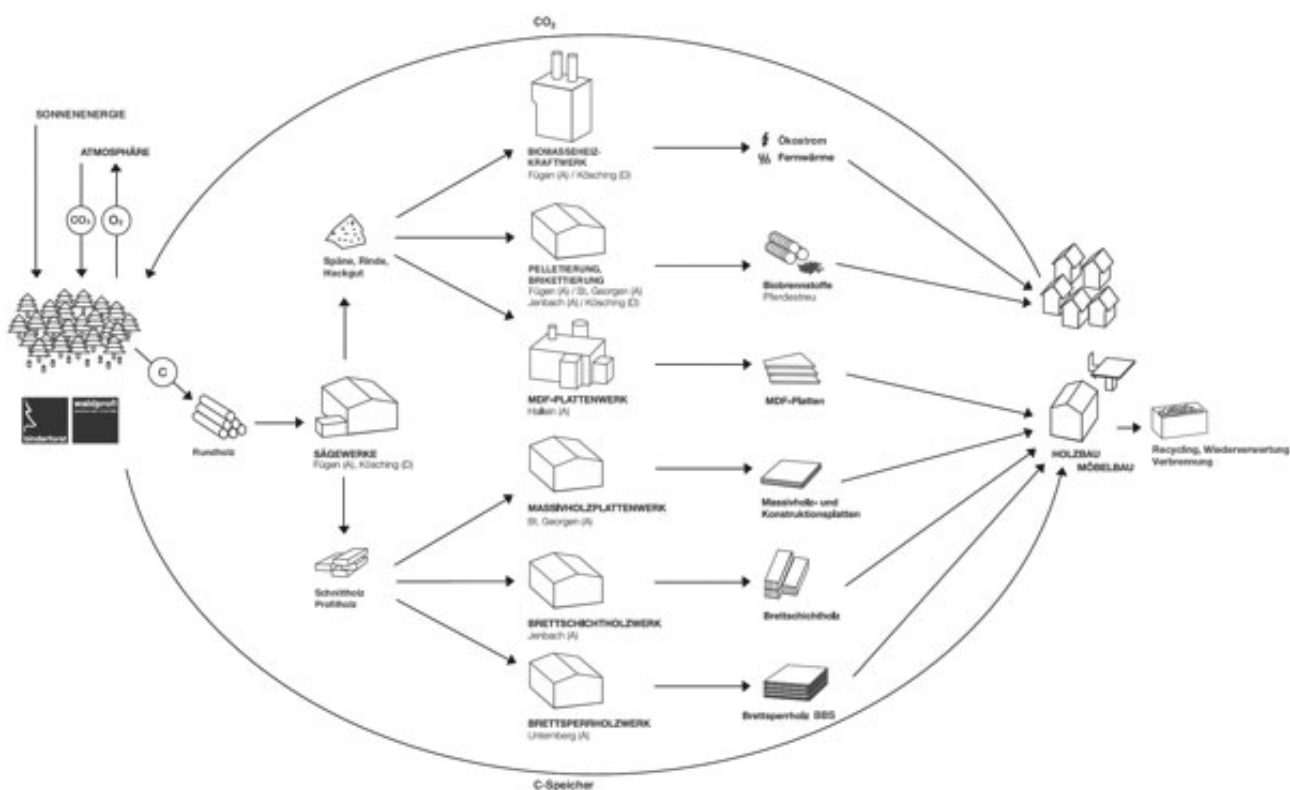
## Wirtschaftlichkeit durch Vorfertigung

Der hohe Grad an Vorfertigung von Holzbausystemen erleichtert die Abwicklung auf der Baustelle und sichert standardisierte und überprüfbare Qualität. Die trockene Bauweise verkürzt die Bauzeiten erheblich und ermöglicht damit eine frühere Nutzung der Gebäude, was wiederum die Finanzierungszeiten reduziert.

## Bauen mit Holz und Gips ist aktiver Klimaschutz

- In jedem m<sup>3</sup> Holz sind ca. 900 kg CO<sub>2</sub> gespeichert!
- Die Nutzung von Holz als nachhaltiger Rohstoff verringert den Anstieg von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre und wirkt damit dem Treibhauseffekt entgegen.
- Jeder genutzte Stamm schafft Platz für neue Bäume und vermehrt den Kohlenstoffspeicher im Holz. Ohne Holznutzung, z. B. in einem nicht genutzten Wald, wird der gespeicherte Kohlenstoff durch Zersetzung der Bäume ungenutzt wieder als CO<sub>2</sub> an die Atmosphäre abgegeben.
- Gipsplatten von RIGIPS Austria werden aus Naturgips erzeugt. Moderne und umweltschonende Techniken in der Rohstoffgewinnung, der Produktion und beim Transport tragen zum Umweltschutz bei.
- Holz und Trockenbausysteme benötigen wesentlich weniger Materialeinsatz pro m<sup>2</sup> Wand oder Deckenfläche und damit weniger Baustoffe die Erzeugt, transportiert, montiert und recycelt oder deponiert werden müssen
- Holz und Trockenbauerwerkstoffe können nach der Nutzung demontiert oder als Einzelbauteil wiederverwendet werden.

Geschlossener Produktionskreislauf bei binderholz  
100 % Veredelung der Ressource Holz



## Systemlösungen in Massivholzbauweise

Jedes Bauwerk ist eine Symbiose der unterschiedlichsten Materialien. Eine besondere Kombination ist die Verbindung von Brettsperrholz und Trockenbausystemen. Die Vorteile des einen Werkstoffs verstärken die des anderen.

Um dieses Ziel zu verwirklichen, bündeln die Unternehmen binderholz und RIGIPS Austria ihr Know-how und ihre Beratungskompetenz und präsentieren standardisierte Lösungen im „Handbuch Massivholzbau“.

Alle Konstruktionen sind brand-, schall-, und wärmeschutztechnisch beurteilt und vom IBO mit dem OI3 Index bewertet worden.

Binderholz Brettsperrholzsysteme (BBS) finden als Außenwände, Innenwände und Trennwände Anwendung. Die einzelnen Elemente weisen Dank ihres gekreuzten Schichtaufbaus eine aussteifende Wirkung auf. Die Innenverkleidungen aus RIGIPS Platten sind baubiologisch empfohlen und tragen zu einem behaglichen Raumklima bei.

Brettsperrholz BBS ist für jede Dachform einsetzbar. Der große Vorteil der Dachelemente besteht in der kurzen Montagezeit. So werden rasch Regendichtheit und fertige Sichtoberfläche an der Innenseite ermöglicht. Mit binderholz BBS können typische Spannweiten im Wohn- bzw. Objektbau wirtschaftlich ausgeführt werden.

BBS Deckenelemente in Kombination mit RIGIPS Trockenestrich und RIGIPS Deckensystemen erfüllen durch ihren mehrschichtigen Aufbau alle Anforderungen einer Trenndecke. Sie sind durch die trockene Ausführung mit RIGIPS Estrichelementen unmittelbar nach Verlegung begeh- und belastbar.



Holz und Gips sind recycelbar und können dem Herstellungsprozeß wieder zurückgeführt oder zweit- und weiterverwendet werden. RIGIPS Austria bietet für alle Plattenabfälle in Produktion und Montage ein vollständiges Recycling an.



Diese Informationen und Konstruktionsdetails sind im Ordner „Handbuch Massivholzbau“ zusammengefaßt und bei Rigips Austria oder binderholz-Bausysteme erhältlich.



# NACHHALTIG RESSOURCENSCHONEND WIRTSCHAFTLICH



## RAIFFEISEN KLIMASCHUTZ-HOCHHAUS



**Raiffeisenhaus Wien Ges.b.R.**  
1020 Wien, Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz 1  
Ein Unternehmen der Raiffeisen-Holding-NÖ-Wien

**VASKO+PARTNER INGENIEURE**  
[www.vasko-partner.at](http://www.vasko-partner.at)  
**DER GENERALKONSULENT**



## Nachhaltig Heizen und Kühlen mit Beton

### Ergebnisse des Innovationspreises Energiespeicher Beton 2010

Gerhard Hofer, e7 Energie Markt Analyse GmbH

Frank Huber, Zement+Beton Handels- u. Werbeges.m.b.H

#### Einleitung

In den vergangenen Jahren hat sich die Bautechnik spürbar in Richtung der Verbesserung der Energieeffizienz weiterentwickelt. Vor allem bei gut gedämmten Gebäuden wurde der Vorteil von Speichermassen erkannt. Richtig eingesetzte Speichermassen verbessern nicht nur die Sommertauglichkeit, sie reduzieren darüber hinaus auch den Energiebedarf für Beheizung und Kühlung sowie die Lastspitzen. Die thermische Bewirtschaftung von Bauteilen aus Beton bietet die besten Voraussetzungen für die optimale Nutzung dieser Vorteile.

Beim „Energiespeicher Beton“, als Überbegriff für Namen wie Fußbodenheizung, Bauteilaktivierung etc., wird in die Betonbauteile der Gebäudestruktur aktiv, je nach Konzept und Bedarf, Wärme oder Kälte eingespeichert. Die aktivierten Bauteile temperieren über ihre Oberfläche die umgebenden Räume durch die eingespeicherte Energie. Im Winter wird damit geheizt, die Betonbauteile strahlen, ähnlich wie ein Kachelofen, angenehme Wärme ab. Beim Kühlen läuft es umgekehrt ab: Überschüssige Wärme wird aufgenommen, die Betonbauteile werden somit zu Kühlelementen.

Die Gruppe „Betonmarketing Österreich“ (BMÖ) rief im Frühjahr 2010 zum Wettbewerb Innovationspreis „Energiespeicher Beton 2010“ auf. Mit der Durchführung des Wettbewerbes und der Erhebung realisierter beziehungsweise in Bau befindlicher Gebäude erwartete sich der Auslober die Einreichung von Good-Practice Beispielen. Anhand dieser soll der aktuelle Kenntnisstand der aktiven Nutzung der Betonspeichermasse dokumentiert werden. Von den Ergebnissen sollen weiterführende Forschungs- und Ausbildungsinhalte abgeleitet werden.

#### Ausschreibung des Innovationspreises

Der Wettbewerb wurde in Kooperation mit dem BMVIT, der ÖGUT und der ACTP im Frühjahr 2010 ausgeschrieben. Mit Unterstützung der befreundeten Partnerorganisationen BETON-SUISSE und den regionalen Betonmarketing Gesellschaften in Deutschland wurde der Preis in der Schweiz, in Deutschland und in Österreich ausgeschrieben. Die Ausschreibung des Innovationspreises bezog sich auf Wohn- und Dienstleistungsgebäude. Bei Wohngebäuden wurde zusätzlich in Einfamilienhäuser und großvolumiger Wohnbau unterschieden.

Hauptkriterium der Einreichungen war die Einbindung von Beton als Speichermasse, insbesondere für die Heizung und Kühlung des Gebäudes sowie für die Schaffung eines angenehmen, konstanten Raumklimas und eine spürbare Reduktion des Energiebedarfs. Neben diesem Kriterium waren jedoch ein innovatives und zukunftsorientiertes Gebäudekonzept mit hohen Ansprüchen an Energieeffizienz und erneuerbare Energieträger wichtige Bewertungskriterien.



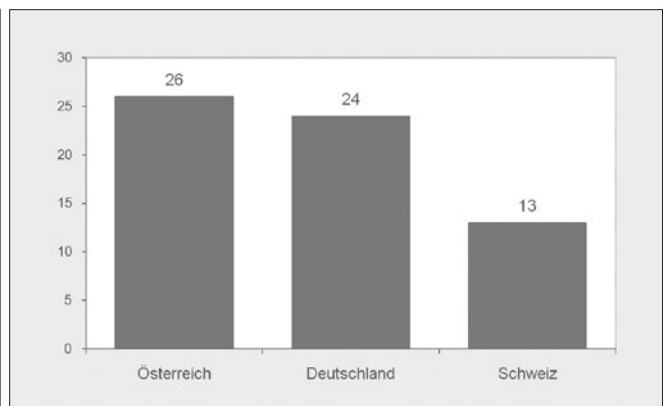
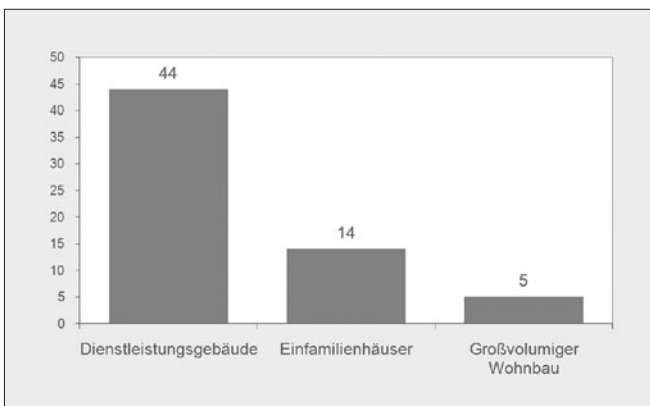
Aus diesem Grund wurden im Rahmen des Fragebogens für die Einreichung eines Gebäudes viele dieser Kriterien abgefragt. Aspekte wie energetische Qualität der Raumheizung und -kühlung, innovative Konzepte für die Regeltechnik, die Nutzung regenerativer Energiequellen sowie der Nutzungskomfort im Gebäude stellten somit wesentliche Kriterien für die Entscheidung der Wettbewerbsjury.

### Eingereichte Projekte

Abb. 1: Gebäudekategorien der vollständig eingereichten Objekte (Quelle: eigene Darstellung)

Abb. 2: Länder der vollständig eingereichten Objekte (Quelle: eigene Darstellung)

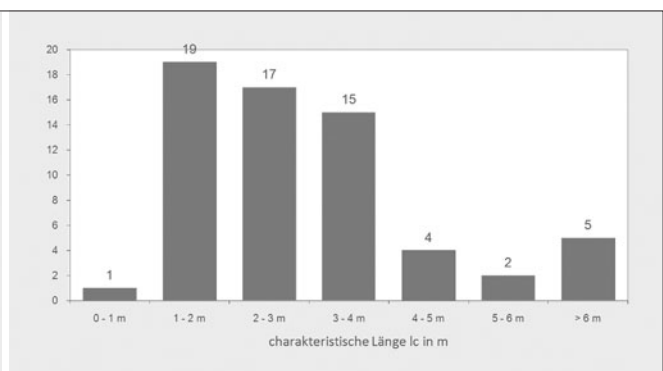
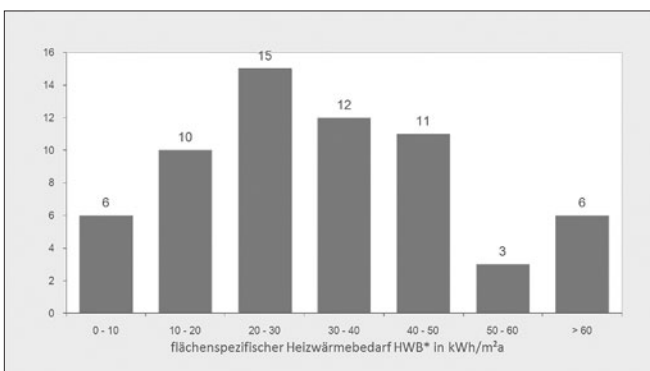
In Summe wurden 73 Projekte eingereicht. Davon sind im zweistufigen Wettbewerb, vier in der ersten und weitere sechs in der zweiten Stufe aufgrund unzureichender Datenangaben ausgeschieden worden, sodass 63 Projekte für den Wettbewerb zugelassen wurden.



Die 63 Projekte teilen sich wie folgt in die definierten Gebäudekategorien auf: 44 Dienstleistungsgebäude, 14 Einfamilienhäuser und 5 Gebäude im großvolumigen Wohnbau (siehe Abbildung 1). Bei diesem internationalen Wettbewerb nahmen 26 Projekte aus Österreich, 24 Projekte aus Deutschland sowie 13 Projekte aus der Schweiz teil (Siehe Abbildung 2).

Wichtig für die Beurteilung der Wettbewerbsprojekte war die energetische Qualität des Gebäudes. Nachdem nur bei wenigen Gebäuden eine gesamte Energieperformance des Gebäudes vorliegt, wurde die energetische Qualität am Indikator Heizwärmebedarf gemessen. Die

Abb. 3: spezifischer Heizwärmebedarf und lc-Wert der vollständig eingereichten Projekte (Quelle: eigene Darstellung)

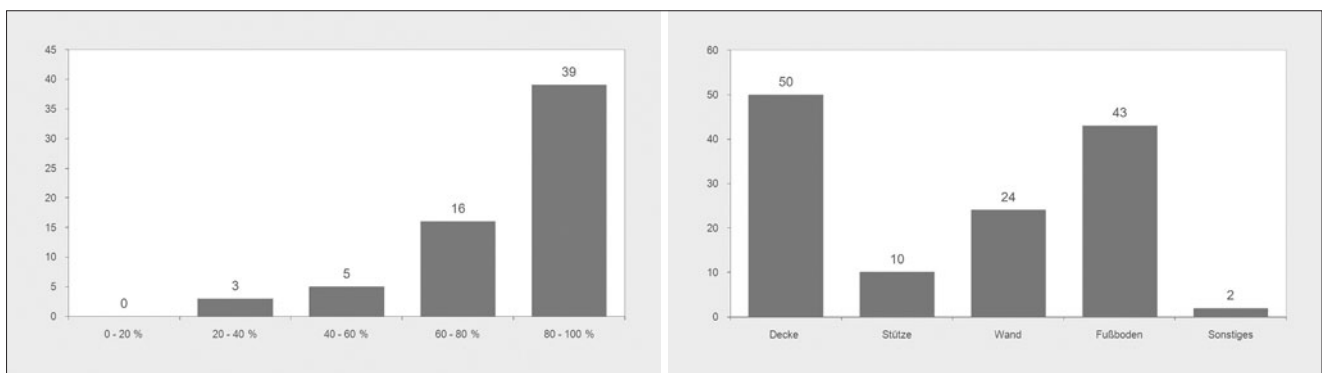




meisten Projekte hatten einen flächenspezifischen Heizwärmebedarf von 20–30 kWh/m<sup>2</sup>a bezogen auf die Bruttogrundfläche. Die Kompaktheit der Gebäude lag im zumeist zwischen 1 und 4 m.

Im überwiegenden Teil der eingereichten Projekte ist der Energiespeicher Beton im gesamten Gebäude eingebaut. Bei 39 Projekten ist der Anteil der Fläche des Energiespeichers Beton an der Nutzfläche höher als 80 %, bei 16 liegt der Wert zwischen 60 und 80 %. Lediglich bei 8 Projekten war der Anteil des Energiespeichers geringer als 60 %. In den meisten Gebäuden ist der Energiespeicher in der Decke oder im Fußboden enthalten. Bei 24 Gebäuden sind in den Wänden, bei 10 Gebäuden in den Stützen die Betonteile thermisch aktiviert.

Abb. 4: Anteil der Nutzfläche und Ort des Energiespeichers Beton der vollständig eingereichten Projekte (Quelle: eigene Darstellung)



### Auswahl der Siegerprojekte

Nach der Vorprüfung und Strukturierung der eingereichten Projekte wurden die Sieger des Innovationspreises durch eine Jury ausgewählt, die aus folgenden Personen zusammengesetzt war:

- Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Thomas Bednar, TU-Wien, Österreich
- DI ETH/SIA Niklaus Hodel, Gartenmann Engineering AG, Bern, Schweiz
- Prof. Dr. Claus Kahlert, ebök Institut, Tübingen, Deutschland
- DI Dr. Christian Pöhn, MA39, Wien, Österreich

Die Jury war frei in der Zuerkennung von Preisen und konnte die Preisgelder nach eigenem Ermessen zuordnen. In Summe standen 30.000,-- Euro als Preisgelder zur Verfügung.

Aus den 63 Projekten wurden vier Siegerprojekte ausgewählt, jeweils ein Projekt in den Kategorien Einfamilienhaus und großvolumiger Wohnbau, aus der Kategorie Dienstleistungsgebäude wurden zwei Sieger bestimmt. Die Jury hat sich entschieden keine Reihung der einzelnen Gewinnerprojekte vorzunehmen. Das Preisgeld von 30.000 Euro wurde aus diesem Grund ohne Gewichtung durch die Anzahl der Siegerobjekte geteilt.

### Siegerprojekt in der Kategorie Einfamilienhaus: Haus Natol, Karrösten, Österreich

Das Einfamilienhaus besteht aus einem Erdgeschoß (Wohnzimmer, Küche, WC und Technik-Abstellraum), einem Obergeschoß (Elternschlafzimmer, zwei Kinderzimmer, Badezimmer, Gangbereich und WC), sowie einer Teilunterkellerung auf der Südseite (Garderobe, Stiege ins Erdgeschoß und ein Kellerraum). Eine Unterkellerung des gesamten Gebäudes wurde aufgrund der starken Hanglage bzw. aus Kostengründen unterlassen. Die Außenwände, die tragenden Zwischenwände und Decken wurden aus Beton hergestellt. Der Dachstuhl besteht aus Holz. Die nicht tragenden Zwischenwände wurden mit Gipskartonplatten mit Schalldämmung ausgeführt.

Abb. 5: Haus Natol, Karrösten, Österreich (Quelle: Johannes Gstrein)



#### Beteiligte

Einreicher: Johannes Gstrein

Architektur: mohr steger architektur, Wien

Bauherr: Natalie und Oliver Strigl

Bauphysik: Herz & Lang GmbH, Weitnau

Haustechnik (Energiespeicher Beton): Energieberatung und Prozessbegleitung Hannes Gstrein, Karrösten

Bauunternehmen: STRABAG AG, Innsbruck

#### Technische Details

- Energiespeicher Bauteile in: Decken, Wänden, Fußboden/Estrich
- Nutzung des Energiespeichers für: Heizen
- Medium Energiespeicher Beton: Wasser
- Erdberührte Bauteile zur Energiegewinnung: Teil des Fußbodens im Erdgeschoß zu Erde
- Erneuerbare Energiequellen: Solare Energiegewinnung (5.520 kWh/a), Biogene Wärmequelle (1.840 kWh/a), Abwärme/WRG (1.979 kWh/a)
- Mechanische Lüftung
- Vermeidung sommerlicher Überhitzung: Raffstores und baulicher Überstand im EG
- Individuelle Ansteuerung mehrerer Regelkreise: Deckentemperaturfühler, der das System über Ein-/Ausschaltung beladen kann. Temperaturobergrenze Beton max. 25,5 °C.
- Individuelle Beeinflussung der Temperatur: Durchfluss-Mengenregelung
- Thermische Hülle: Außenwände, tragende Zwischenwände und Decken aus Beton. Große Teile des Hauses sind im Erdreich. Alle erdberührenden Teile wurden mit 26 cm starken XPS-Platten (zweilagig) gedämmt. Die sichtbare hinterlüftete Fassade wurde mit 28 cm dicken EPS-Platten wärmebrückenfrei gedämmt. Die Dachdämmung aus Zellulose ist 43 cm dick. Alle Verglasungen liegen im eingebauten Zustand bei U-Wert < 0,85 W/m<sup>2</sup>K.
- Heizung: Als primäre „Energiequelle“ für Heizung und Warmwasser dient die 23 m<sup>2</sup> große thermische Solaranlage, die für eine Deckung von 70 % ausgelegt wurde. Insgesamt wurden ca. 28 m<sup>3</sup> Beton thermisch belegt.

### Siegerprojekt in der Kategorie großvolumiger Wohnbau: B35, Zürich, Schweiz

Der private Bauherr, Professor für Gebäudetechnik an der ETH Zürich, konzipierte das Vierfamilienhaus als Versuchslabor für technische Innovationen im Sinn seines theoretischen Konzepts, das einen CO<sub>2</sub>-freien Betrieb ohne Beanspruchung fossiler Brennstoffe anstrebt. Sonne und Wind liefern die benötigte Energie. Das Erdreich wird als saisonaler Speicher für Wärme und Kälte verwendet. Dies ist möglich, wenn alle thermoaktiven Systeme mit einer niedrigen Vorlauftemperatur betrieben werden können. Dank technischer Systeme kann auf eine extrastarke Dämmung verzichtet werden.

#### Technische Details:

- Energiespeicher Bauteile in: Decken, Fußboden/Estrich und Decke über bestehendes Reservoir, auf das das Gebäude teilweise gestellt ist, wird extern mit Rohrregistern beheizt.
- Nutzung des Energiespeichers für: Heizen und Kühlen
- Medium Energiespeicher Beton: Wasser
- Erdberührte Bauteile zur Energiegewinnung: Deckenplatte Reservoir; 21.000 m<sup>3</sup> Erdreich thermisch an die internen thermoaktiven Bauteilsysteme (TABS) gekoppelt, über 2 neuartige 2-Zonen-Erdsonden, die 4 separat bewirtschaftbare Erdspeicher erschließen.
- Erneuerbare Energiequellen: Erdwärme (25.000 kWh/a), Solare Energiegewinnung, Biogene Wärmequelle (20.000 kWh/a) und Abwärme/WRG (30.000 kWh/a)
- Mechanische Lüftung
- Vermeidung sommerlicher Überhitzung: Externe Markisen und M-Gläser; Kühlung der Zuluft sowie über Fußbodenregister und TABS über die Erdsonden.
- Maßnahmen zur Verbesserung der Tageslichtversorgung: Einsatz von M-Gläsern, die den Durchgang der Sonnenstrahlung auf das sichtbare Licht beschränken.
- Individuelle Ansteuerung mehrerer Regelkreise: Prediktive Steuerung; alle Rohrschlangen im Beton und in den Fußböden sind einzeln gepumpt. Die Wassermenge wird individuell pro Raum gesteuert.
- Individuelle Beeinflussung der Temperatur: Dezentrale Pumpen; Individuell pro Raum steuerbar aufgrund des prediktiven Systems und der Kontroll-Sensoren.

Abb. 6: B35, Zürich, Schweiz (Quelle: agps architecture)



#### Beteiligte

Einreicher: Hansjürg Leibundgut

Architektur: agps architecture, Zürich

Bauherr: Leibundgut Hansjürg

Bauphysik: Amstein + Walthert, Zürich

Haustechnik (Energiespeicher Beton): Amstein + Walthert, Zürich

Bauunternehmen: Emch AG, Winterthur

### Siegerprojekt in der Kategorie Dienstleistungsgebäude: energy base, Wien, Österreich

Analog dem Begriff "form follows function" folgt dieses Passivhaus in Grundriss und äußerer Form der Sonne als Energiespender und in seiner Kompaktheit den Grundprinzipien der Energieeffizienz. Ziel war die Reduktion des Energiebedarfes (Heizung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung und alle Hilfsströme) um 80 %, verglichen mit einem Standardgebäude gleicher Größe, sowie eine CO<sub>2</sub>-Emissionsverringerung von 200 t/a. Eine Neuheit ist, dass Pflanzen zur natürlichen Befeuchtung und Konditionierung der Raumluft genutzt werden. Diese speisen zusätzliche Feuchte ins haustechnische System ein.

Abb. 7: energy base, Wien, Österreich (Quelle: Wirtschaftsagentur Wien)



#### Beteiligte

Einreicherin: Ursula Schneider

Architektur: pos architekten schneider ZT KG, Wien

Bauherr: Wirtschaftsagentur Wien (ehemals WWFF), Wien

Bauphysik: IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie GmbH, Wien; pos architekten schneider ZT KG, Wien

Haustechnik (Energiespeicher Beton): Austrian Institute of Technology (AIT), Wien und KWI – Consultants and Engineers AG, Wien

Bauunternehmen: ARGE STRABAG/Swietelsky

#### Technische Details

- Energiespeicher Bauteile in: Decken und Estrich, teilweise in WCs und den Eckzellenbüros im Osten und Westen
- Nutzung des Energiespeichers für: Heizen und Kühlen
- Medium Energiespeicher Beton: Wasser
- Erdberührte Bauteile zur Energiegewinnung: Energierückgewinnung Grundwasser
- Erneuerbare Energiequellen: Grundwasser (239.210 kWh/a) und Solare Energiegewinnung (26.400 kWh/a)
- Mechanische Lüftung
- Vermeidung sommerlicher Überhitzung: Optimierte Verglasungsflächen nach Orientierung, bauliche Verschattung durch gefaltete Fassade im Süden, Nutzung der einfallenden Direktstrahlung von den auf der Faltung angebrachten PV-Modulen aktiv, der Indirektanteil der Solarstrahlung zur Beleuchtung gelangt in den Raum.
- Maßnahmen zur Verbesserung der Tageslichtversorgung: Alle Fenster sind ohne Sturz angeordnet (hohe Ausleuchtung der Raumtiefe). Die Rahmenanteile der Fenster wurden minimiert und Einbau von ungeteilten Fixverglasungen. Weiters Jalousien mit 10 % Lochanteil.
- Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik: zusätzlich von der Decke abgehängte Baffeln.
- Individuelle Ansteuerung mehrerer Regelkreise: Bauteilaktivierung Decke,
- Fußboden und Luftheizungen werden über die Außentemperatur geregelt
- Individuelle Beeinflussung der Temperatur: Temperaturregelung ist Topweise und darin nach 4 Zonen beeinflussbar



### Siegerprojekt in der Kategorie Dienstleistungsgebäude: BOB Balanced Office Building, Aachen, Deutschland

Das Balanced-Office-Building (BOB) ist ein freistehendes, rechteckförmiges Bürogebäude bestehend aus vier Geschossen. Das Gebäude bietet einen hohen winterlichen Wärmeschutz sowie Kühlung mit Energiespeicher Beton unter Einsatz einer reversiblen Wärmepumpe (Rückkühlung mittels Erdsonden) im Sommer. Die Gründung erfolgte als Pfahlgründung. Die tragenden Außenwände wurden in Betonfertigteilen erstellt. Die tragenden Stahlbetonstützen und Wände im Erdgeschoß wurden sichtbar belassen. Die Auskrragung im Eingangsbereich wird mit drei Stahlbetonstützen abgefangen.

#### Technische Details

- Energiespeicher Bauteile in: Decken und Fußböden/Estrich
- Nutzung des Energiespeichers für: Heizen und Kühlen
- Medium Energiespeicher Beton: Wasser
- Erneuerbare Energiequellen: Erdwärme (102.600 kWh/a) und Abwärme/WRG
- Mechanische Lüftung: Zentral kombiniertes Zu- und Abluftgerät als Außengerät auf dem Dach mit Kreuzstrom-Plattenwärmetauscher zur WRG, Außenluftansaugung und Fortluftführung über das Dach.
- Vermeidung sommerlicher Überhitzung: moderater Glasflächenanteil, 3 Scheiben-Sonnenschutzverglasung
- Maßnahmen zur Verbesserung der Tageslichtversorgung: Es wird mit innenliegenden Jalousien gearbeitet, die eine lichtlenkende Funktion haben. Tageslichtsteuerung, die das Kunstlicht dimmt oder ausschaltet, falls genügend Tageslicht vorhanden ist.
- Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik: Im Regelbüro wurden keine Schallschutzmaßnahmen getroffen, da die Messungen eine Nachhallzeit unter 0,7 Sekunden ergaben. In Besprechungsräumen gibt es Deckenabhängungen und Wandflächenauskleidung.
- Individuelle Ansteuerung mehrerer Regelkreise: Regelung der Vorlauftemperatur entspricht der Messung der gemittelten Tagesdurchschnittstemperatur. Energieaufnahme der einzelnen Decken wird pro Himmelsrichtung gemessen und daraufhin von unserem Regelalgorithmus entschieden, ob geheizt oder gekühlt wird.

Abb. 8: Balanced Office Building, Aachen, Deutschland (Quelle: Jörg Hempel)



#### Beteiligte

Einreicher: Bernhard Frohn

Architektur: Hahn Helten + Assoziierte Architekten, Aachen

Bauherrin: Eigentümergeinschaft Schurzelter Str. 27, Aachen

Bauphysik: VIKA Ingenieur GmbH, Aachen

Haustechnik (Energiespeicher Beton): VIKA Ingenieur GmbH, Aachen

Bauunternehmen: Derichs und Konertz GmbH und Co KG, Aachen

### **Präsentation der Ergebnisse**

Die Verleihung des Innovationspreises wurde am 3. November 2010 im Rahmen einer Auszeichnungsveranstaltung durch Bundesministerin für Verkehr, Innovation und Technologie Doris Bures in der Wirtschaftskammer Österreich durchgeführt. Sämtliche eingereichten Projekte sowie die Siegerprojekte sind in einem Wettbewerbskatalog beschrieben. Der Katalog steht unter der Website [www.betonmarketing.at](http://www.betonmarketing.at) als Download zur Verfügung.

## Sunlighthouse – Ein Beispiel des Active-House-Konzeptes

Heinz Hackl, Velux Österreich GmbH

Das Active-House-Konzept verfolgt die gesamtheitliche Betrachtung: Der Mensch mit seinen Ansprüchen und Bedürfnissen hinsichtlich Behaglichkeit und Gesundheit steht im Mittelpunkt. Es zielt auf das ausbalancierte Verhältnis zwischen Energieeffizienz, einem angenehmen und gesunden Innenraumklima und der Interaktion des Gebäudes mit der Umwelt ab. Konkret wurden beim Sunlighthouse folgende Ziele verfolgt:

### Energie

- Gesamt-Energiebedarf (bes. Primärenergiebedarf) so gering wie möglich
- Ausschließlich erneuerbare Energieträger
- Gebäude soll mehr Energie produzieren als es selbst benötigt (Plus-Energie-Gebäude)
- Dichte Gebäudehülle
- Kein Energiebedarf zur Gebäudekühlung

### Innenraumklima

- Hoher Anteil an Tageslicht und frischer Luft
- Ganzjährig angenehmes Raumklima (Vermeidung sommerlicher Überwärmung)
- „Gesunde“ und schadstofffreie Baumaterialien

### Umwelt

- An das Klima und die Umgebung angepasst
- Zur Sonne orientiert – optimale aktive und passive Nutzung der Sonnenenergie
- Lässt die Natur herein - fließender Übergang zwischen innen und außen

### Projekt Sunlighthouse

#### Wettbewerb

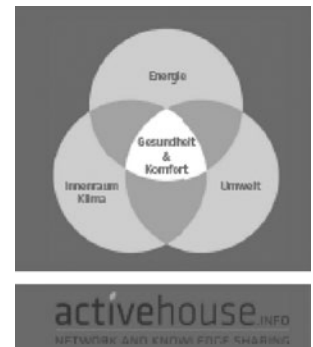
Das Projekt war ein geladener Wettbewerb. Juryvorsitzender war Prof. DI Arch. Walter Unterreiner.

#### Grundstück

Es wurde ein Grundstück gewählt, das zwar durch die Grünlage und Blick auf den Wienerwaldsee attraktiv ist, jedoch keine reine Südausrichtung bietet. In Kombination mit dem nahe liegenden Wald und der dichten Nachbarbebauung ergibt sich für den Planer eine echte Herausforderung.

#### Architekten

HEIN-TROY Architekten haben mit ihrem Entwurf perfekt auf die Gegebenheiten des Grundstückes reagiert. Die Form wurde bewusst gewählt und berücksichtigt die schwierigen topografischen Bedingungen.





### Wissenschaftliche Projektbegleitung

Das gesamte Projekt – von der Entwurfsphase bis zum abschließenden Monitoring – wird von der Donau-Universität Krems, Department für Bauen und Umwelt und dem IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie wissenschaftlich begleitet.

Sämtliche Berechnungen und Bewertungen hinsichtlich

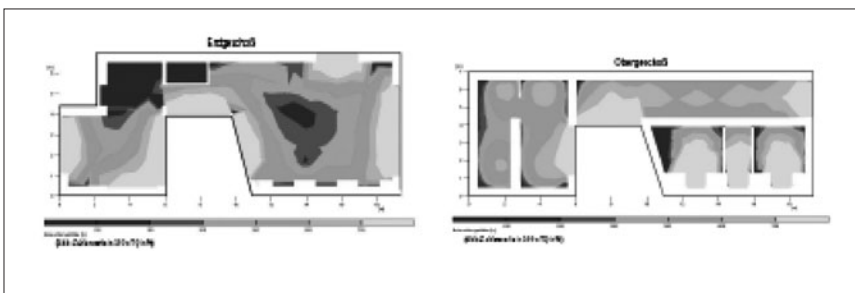
- Bauphysikalischer Berechnungen
- Ökologischer Bewertungen
- Energetischer Optimierung
- Tageslicht-Evaluierung
- Haustechnikkonzept

stammen von der Donau-Universität und dem IBO.

### Tageslicht-Evaluierung

Die Tageslicht-Evaluierung erfolgte durch die Donau-Universität auf zwei Arten

- 1) In digitaler Form mittels Software „relux“



- 2) Mittels Modellstudie im Künstlichen Himmel der Donau-Universität



Der Tageslicht-Quotient in den Aufenthaltsräumen beträgt durchschnittlich 5 % (vgl. DIN 5034-4 empfiehlt min. 0,9 %).

### Strategische Positionierung der Fenster

Sie sollen gezielte Blickbeziehungen ermöglichen, die passiven solaren Gewinne maximieren, aber auch die Charakteristik des Hauses unterstreichen. Der Verschattung durch den naheliegenden Wald haben HEIN-TROY Architekten durch hoch positionierte Dachflächenfenster („Skylights“), die das Licht tief in den Raum werfen, entgegengewirkt.

### Energiekonzept

Erklärtes Ziel: Gesamtenergiebedarf (bes. Primärenergiebedarf) so niedrig wie möglich zu halten.

**Haustechnik**

- Kompaktgerät: Lüftungszentrale + Sole-Wasser-Kleinstwärmepumpe zur Raumheizung und teilweisen Warmwasserbereitung (JAZ 4,3)
- Lüftung
- Kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung (85 %–93 %) im Winter
- Kontrollierte Fensterlüftung über Sensorik in den übrigen Jahreszeiten
- 8 m<sup>2</sup> Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung
- 43,55 m<sup>2</sup> gebäudeintegrierte monokristalline PV-Elemente backside contact, netzgekoppelt
- Kein Energiebedarf zur Gebäudekühlung
- Hocheffiziente Elektrogeräte
- Wassersparende Armaturen
- Direkt-Warmwasseranschluss von Waschmaschine und Geschirrspüler
- Kein elektrischer Wäschetrockner
- Tageslichtgesteuerte Beleuchtung



**Nutzenergiebilanz**

Das Sunlighthouse ist ein Plus-Energiehaus

NET ENERGY DEMAND		
Heating:	24,0 kWh/m <sup>2</sup> /y	6.513 kWh/y
Hot water:	10,0 kWh/m <sup>2</sup> /y	2.716 kWh/y
Installation heat losses	5,1 kWh/m <sup>2</sup> /y	1.384 kWh/y
Household Electricity	9,2 kWh/m <sup>2</sup> /y	2.500 kWh/y
Installation Electricity	2,5 kWh/m <sup>2</sup> /y	679 kWh/y
<b>Complete energy need</b>	<b>50,8 kWh/m<sup>2</sup>/y</b>	<b>13.792 kWh/y</b>
NET ENERGY PRODUCTION		
Solar cells:	23,9 kWh/m <sup>2</sup> /y	6.500 kWh/y
Solar panels:	7,4 kWh/m <sup>2</sup> /y	2.000 kWh/y
Heat pump:	31,7 kWh/m <sup>2</sup> /y	8.613 kWh/y
<b>Complete production:</b>	<b>63,0 kWh/m<sup>2</sup>/y</b>	<b>17.113 kWh/y</b>
<b>NET ENERGY SURPLUS</b>	<b>12,2 kWh/m<sup>2</sup>/y</b>	<b>3.321 kWh/y</b>

**Gebäude-Wärmebilanz**

Fenster:

Transmissions-Wärmeverluste (32 + 5 kWh/m<sup>2</sup>a für Wärmebrücken): 37

Solare Gewinne: 31

Bilanz: -6

45 % des Heizwärmebedarfes werden über Fenster abgedeckt.

	Verluste	Gewinne
Heizwärmebedarf		24
Innere Gewinne		14
Solare Gewinne		31
Lüftungswärmeverluste	9	
Transmissionswärmeverluste Sonstige	23	
Transmissionswärmeverluste Fenster	32	
Transmissionswärmeverluste WBr Fenstereinbau	5	

### CO<sub>2</sub>-Bilanz

Das Sunlighthouse ist CO<sub>2</sub>-neutral im Betrieb.

Die Emissionen aus der Errichtung werden von dem im Bauholz gespeicherten CO<sub>2</sub> mehr als aufgewogen.

Das Sunlighthouse ist demnach vom ersten Jahr seines Betriebs an ein Netto-Null-CO<sub>2</sub>-Emissions-Haus in Errichtung und Betrieb.

CO <sub>2</sub> -EMISSIONS		
	kg CO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> y)	kg CO <sub>2</sub> /(m <sup>2</sup> y)
	CO <sub>2</sub> Emission	CO <sub>2</sub> Compensation
Heating	2,7	
Hot Water	1,1	
Install. Heat Losses	0,6	
Electricity for Household	4,4	
Electricity for running Installations	1,2	
		0,0
Solar Collectors		0,6
Photovoltaics		9,5
<b>Sum</b>	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>

### Ökologie

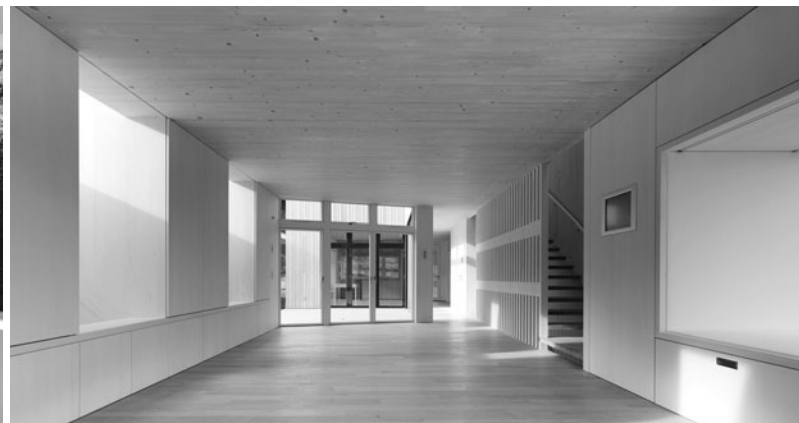
Das Sunlighthouse wird höchsten ökologischen Standards gerecht. So wurde

- Unbehandeltes, heimisches Holz für die Konstruktion, Fassade und Innentäfelung
- Slagstar Öko-Beton statt konventionellem Beton
- Zellulose, Schafwolle und Flachs zur Dämmung
- Kein PVC und HFKW
- Keine lösungsmittelhaltigen Farben und Anstriche
- Geölte Fußböden bzw. Feinsteinzeug mit hohem Recyclinganteil
- Holzstaffeln statt Metallprofilen eingesetzt.





Fotos: Adam Mörk/VELUX



# Besichtigen Sie das erste CO<sub>2</sub>-neutrale Einfamilienhaus Österreichs.

Ein von Tageslicht durchflutetes Einfamilienhaus, das mehr Energie erzeugt als es benötigt und gleichzeitig seine CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Errichtung und Betrieb neutralisiert – das ist das SUNLIGHTHOUSE von VELUX.

Noch wenige Monate haben Interessenten die Möglichkeit, dieses innovative Haus-Experiment zu besichtigen.

## PROJEKT MODELHOME2020

Gebäude repräsentieren 40 % des weltweiten Energieverbrauchs. Hier kommt der effizienten Nutzung erneuerbarer Energieträger besonders hohe Bedeutung zu. Im Rahmen des Projekts ModelHome2020 errichtet die VELUX Gruppe sechs klimaneutrale Haus-Experimente in 5 Ländern Europas. Dabei hat neben CO<sub>2</sub>-Neutralität ein gesundes Wohnumfeld mit viel Tageslicht, frischer Luft und bestem Innenraumklima oberste Priorität.

Das österreichische SUNLIGHTHOUSE wurde nach den Plänen von Hein-Troy Architekten errichtet. Wissenschaftlich begleitet von der Donau-Universität Krems und dem Institut für Baubiologie und -ökologie (IBO) erhielt dieses innovative Konzept bereits vor seiner Fertigstellung den Staatspreis für Umwelt- und Energietechnologie 2010.

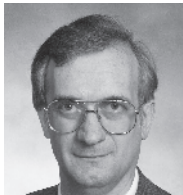
Nähere Infos und Besichtigungstermine auf [www.velux.at](http://www.velux.at)

**VELUX®**  
**MODEL  
HOME 2020**

DI (FH) Maria Amtmann  
Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency  
Mariahilfer Straße 136  
A-1150 Wien  
fon : +43 (0) 1-586 15 24 - 0  
mail: maria.amtmann@energyagency.at



DI Thomas Barth  
Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency  
Mariahilfer Straße 136  
A-1150 Wien  
fon : +43 (0) 1-586 15 24 - 0  
mail: Thomas.Barth@energyagency.at



Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Feist  
Passivhaus Institut Darmstadt  
Rheinstraße 44/46  
D-64283 Darmstadt  
fon : +49 (0) 6151-826 99 - 0  
mail: mail@passiv.de



Ing. Siegfried Garzon MSc  
GEDESAG Gemeinnützige Donau-Ennstaler Siedlungs-Aktiengesellschaft  
Bahnzeile 1  
A-3500 Krems  
fon : +43 (0) 2732-83393-523  
mail: garzon@gedesag.at



DI Sonja Geier  
AEE INTEC- Institut für Nachhaltige Technologien  
Feldgasse 19  
A-8200 Gleisdorf  
fon : +43 (0) 3112-5886- 64  
mail: s.geier@aee.at



Mag. Dr. Susanne Geissler  
ÖGNB – Österr. Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen  
Landstraßer Hauptstraße 21/6a  
A-1030 Wien  
fon : +43 (0) 699- 10027427  
mail: geissler@oegnb.net



Heinz Hackl  
VELUX Österreich GmbH  
design & construction  
Veluxstraße 1  
A-2120 Wolkersdorf  
fon : +43 (0) 2245-3235-175  
mail: heinz.hackl@velux.com





Univ.-Prof. emerit. Dipl. Architekt SIA Robert Hastings  
Architektur, Energie & Umwelt GmbH  
Kirchstrasse 1  
CH-8304 Wallisellen  
fon : +41 (0) 44- 8831717  
mail: robert.hastings@aeu.ch



DI (FH) Gerhard Hofer  
e7 Energie Markt Analyse GmbH  
Theresianumgasse 7/1/8  
A-1040 Wien  
fon : +43 (0) 1- 907 80 26 - 55  
mail: gerhard.hofer@e-sieben.at



DI (FH) Isabella Hofer  
Bautechnisches Institut Linz  
Karl Leitl-Straße 2  
A-4048 Puchenu/Linz  
fon : +43 (0) 732- 22 15 15- 26  
mail: i.hofer@bti.at



DI Dr. Peter Holzer  
Donau-Universität Krems  
Department für Bauen und Umwelt  
Dr.-Karl-Dorrek-Straße 30  
A-3500 Krems  
fon: +43 (0) 2732 893-2650  
mail: peter.holzer@donau-uni.ac.at



DI Dr. Frank Huber  
Zement+Beton Handels- u. Werbeges.m.b.H  
Reisnerstraße 53  
A-1030 Wien  
fon : +43 (0) 1- 714 66 85 - 53  
mail: huber@zement-beton.co.at



Univ. Ass. Dr. Alexander Keul  
Universität Salzburg, Fachbereich Psychologie  
Hellbrunnerstrasse 34  
A-5020 Salzburg  
fon : +43 (0) 662- 8044 - 5127  
mail: alexander.keul@sbg.ac.at



DI Gerhard Koch  
Verband Österreichischer Ziegelwerke  
Wienerbergstraße 11  
A-1100 Wien  
fon : +43 (0) 1 587 33 46  
mail: koch@ziegel.at



DI Andreas Lahme  
ALware, Technologiepark Braunschweig  
Rebenring 33  
D-38106 Braunschweig  
fon : +49 (0) 531 250 72 – 80  
mail: info@alware.de



DI Robert Lechner  
Österreichisches Ökologie-Institut  
Seidengasse 13  
A-1070 Wien  
fon : +43 (0) 1 523 61 05-0  
mail: lechner@ecology.at



DI Dr. Bernhard Lipp  
IBO Österr. Institut f. Baubiologie u. –ökologie  
Alserbachstr. 5/8  
A-1090 Wien  
fon: +43 (0) 1 3192005-0  
mail: bernhard.lipp@ibo.at



DI Dr. Christian Pöhn  
MA 39 - Versuchs- und Forschungsanstalt  
Rinnböckstraße 15  
A-1110 Wien  
fon : +43 (0) 1 79 514 - 39261  
mail: christian.poehn@wien.gv.at



DI Georg W. Reinberg, M. Arch.  
Architekturbüro Reinberg ZT GmbH  
Lindengasse 39/10  
A-1070 Wien  
fon : +43 (0) 1 524 82 80 - 0  
mail: reinberg@reinberg.net



DI Hubert Rhomberg  
Rhomberg Bau GmbH  
Mariahilfstr. 29  
A-6900 Bregenz  
fon : +43 (0) 5574 403-0  
mail: hubert.rhomberg@rhomborgbau.at



DI Harald Sauer  
GriffnerHaus AG  
Gewerbstraße 3  
A-9112 Griffen  
fon : +43 (0) 4233 2237 440  
mail: hsauer@griffner.com





Bmst. DI Helmut Schöberl  
 Schöberl & Pöll OEG  
 Ybbsstraße 6/30  
 A-1020 Wien  
 fon : +43 (0) 1 726 45 66-11  
 mail: helmut.schoeberl@schoeberlpoell.at



DI Christian Steininger  
 Vasko & Partner Ingenieure Ziviltechniker GesmbH  
 Grinzing Allee 3  
 A-1190 Wien  
 fon : +43 (0) 1 32 999- 503  
 mail: c.steininger@vasko-partner.at



DI Dr. Karin Stieldorf  
 Technische Universität Wien  
 Institut für Architektur und Entwerfen  
 Gußhausstr. 28-30  
 A-1040 Wien  
 fon : +43 (0) 1 58801-27041  
 mail: karin.stieldorf@tuwien.ac.at



DI Susanne Supper  
 ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik  
 Hollandstraße 10/46  
 A-1020 Wien  
 fon : +43 (0) 1 315 63 93-32  
 mail: susanne.supper@oegut.at



DI Peter Tappler  
 IBO Innenraumanalytik OG  
 Stutterheimstraße 16-18/2  
 A-1150 Wien  
 fon : +43 (0) 1 983 80 80- 13  
 mail: p.tappler@innenraumanalytik.at



DI Dr. Karl Torghele  
 Spektrum - Zentrum für Umwelttechnik & -management GmbH  
 Lustenauerstraße 64 A  
 A-6850 Dornbirn  
 fon : +43 (0) 5572 208008  
 mail: karl.torghele@spektrum.co.at



Dr. Tobias Waltjen  
 IBO Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie  
 Alserbachstraße 5/8  
 A-1090 Wien  
 fon : +43 (0) 1 319 20 05-21  
 mail: tobias.waltjen@ibo.at



Ing. Reinhard Weiss  
Drexel und Weiss  
energieeffiziente haustechniksysteme gmbH  
Achstraße 42  
A-6922 Wolfurt  
fon : +43 (0) 5574 47895  
mail: r.weiss@drexel-weiss.at







# Bauen und Sanieren

Behaglich, gesund und energiebewusst

**klima:aktiv** Bauen und Sanieren steht für Energieeffizienz, ökologische Qualität, Komfort und Ausführungsqualität. Unabhängig von der Gebäudegröße oder der Nutzungsart ist ein Neubau oder eine Gebäudesanierung eine große Herausforderung für die BauherrInnen.

Welche Maßnahmen lohnen sich? Welcher Energieträger ist in welcher Situation sinnvoll? Welche Förderungen gibt es? **klima:aktiv** Bauen und Sanieren hilft Ihnen dabei die richtigen Entscheidungen zum richtigen Zeitpunkt zu treffen.

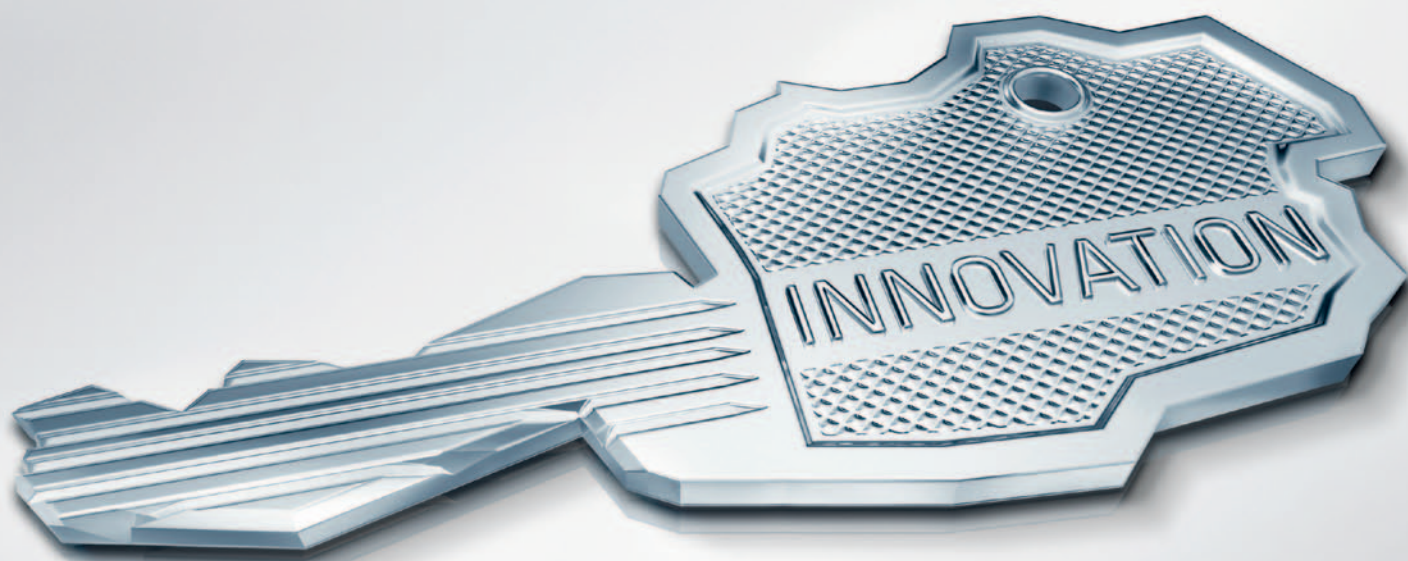
**klima:aktiv Bauen und Sanieren**  
 ÖGUT - Österreichische Gesellschaft  
 für Umwelt und Technik  
 DI<sup>in</sup> Inge Schrattecker  
 Hollandstraße 10/46, 1020 Wien  
 T 01 315 63 93 - 28  
 M klimaaktiv@oegut.at  
 W www.bauen-sanieren.klimaaktiv.at  
 www.maps.klimaaktiv.at



Ich bin klima:aktiv.



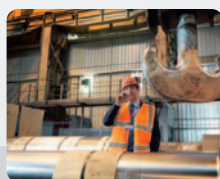
# ÖSTERREICHS SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG



Weil wir wollen, dass Österreichs Unternehmen im internationalen Wettbewerb der Zukunft bestehen, fördern wir die Forschung und Technologieentwicklung in den Betrieben. Gerade in den kleinen und mittleren Unternehmen, die das Rückgrat unserer Wirtschaft bilden. Denn Forschungsausgaben von heute schaffen die Arbeitsplätze von morgen. | [www.bmvit.gv.at](http://www.bmvit.gv.at)



*Die Zukunft fährt elektrisch. Und umweltfreundlich.*



*Effiziente Produktionstechnologien sichern den Wirtschaftsstandort Österreich.*



*Das Haus der Zukunft erzeugt mehr Energie, als es verbraucht.*



*Neue Informations- und Kommunikationstechnologien als Garant für Wettbewerbsfähigkeit.*

**bm** **v** **it**

*Bundesministerium für  
Verkehr,  
Innovation und Technologie*