



Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung

FORSCHUNGSINITIATIVE
ZukunftBAU

Zukunft bauen

Das Magazin der Forschungsinitiative Zukunft Bau 2013



Impulse für Effizienz und Wandel

Mit der gesellschaftlichen Grundsatzentscheidung, bei einer deutlich erhöhten Energieeffizienz die Energieversorgung in Zukunft weitestgehend aus erneuerbaren Quellen zu decken, nimmt Deutschland in Europa und weltweit eine Führungsrolle ein. Mit dem Energiekonzept zeigt die Bundesregierung einen Weg auf, wie zukünftig die Energieversorgung bei angemessenen Kosten sichergestellt werden kann. Ziel ist es, die Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 % und bis 2050 um mindestens 80 % zu reduzieren. Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch soll bis zum Jahre 2020 auf 18 % und bis zum Jahre 2050 auf 60 % ansteigen. Gerade die Sektoren Gebäude und Verkehr können und müssen hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten.

Die von einem breiten gesellschaftlichen Konsens getragene Energiewende kann nicht allein mit Verordnungen oder finanziellen Hilfen vollzogen werden. Wir benötigen vor allem auch neue Technologien und Konzepte. Deshalb hat das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) das Forschungsprogramm Zukunft Bau weiter gestärkt.

Die Forschungsinitiative setzt sich mittlerweile aus drei verschiedenen Komplexen zusammen:

- der Ressortforschung,
- der Antragsforschung und
- den Modellvorhaben „Effizienzhaus-Plus“.

Insbesondere die Antragsforschung lebt vom Innovationsgeist und der Neuausrichtung der Bauwirtschaft. Hier werden die besten Ideen gemeinsam mit Wirtschaft, Wissenschaft und Politik umgesetzt.

Das Forschungsprogramm Zukunft Bau ist höchst erfolgreich. Seit dem Start im Jahre 2006 wurden rund 500 Forschungsvorhaben mit einem Vertrags- bzw. Förder volumen von insgesamt rund 53 Mio. Euro beauftragt. Dabei wurde u. a. in dieser Legislaturperiode ein ganz neuer Gebäudestandard etabliert: Das „Effizienzhaus-Plus“. Die bereits in der Breite verfügbaren Effizienzhäuser – mit einer Förderung der KfW Bankengruppe für die Effizienzhäuser 70, 55 oder 40 – werden dabei mit energiegewinnenden Systemen kombiniert und erzielen so Energieüberschüsse. In unserer Broschüre „Wege zum Effizienzhaus Plus“ haben wir diesen Standard definiert und setzen mittlerweile 31 Modellprojekte in der Forschung um. Dabei geht es nicht nur um die Errichtung von Einfamilienhäusern, sondern auch um Mehrfamilienhäuser



oder die Komplettmodernisierung von Altbauten. Das BMVBS hat zudem ein eigenes Gebäude für Forschungszwecke errichtet. Hier wird u. a. gezeigt, wie innovative Gebäude und Elektromobilität miteinander gekoppelt werden können. Aber auch ein anderes Thema wird mit unserem Modellprojekt in Berlin gezeigt: Das BMVBS Effizienzhaus-Plus ist zu 100 % wiederverwertbar. Das ist ein Novum für ein solch modernes Gebäude und gibt die Richtung vor: Neben der Energieeffizienz sind Fragen der Ressourcenschonung, des Recyclings sowie der Ausrichtung auf den demografischen Wandel Megathemen unserer Zeit.

Das vorliegende Magazin zeigt einen Ausschnitt der aktuellen Themen aus der Forschungsinitiative Zukunft Bau. Diese Initiative meines Hauses greift die Schwerpunktthemen unserer gesellschaftlichen Entwicklung auf. Die Ergebnisse der Forschung können sich sehen lassen. In kurzer Zeit wurden praxis- und alltagstaugliche Lösungen erarbeitet.

Bei der Lektüre wünsche ich Ihnen spannende Erkenntnisse.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Peter Ramsauer'.

Dr. Peter Ramsauer MdB
Bundesminister für Verkehr, Bau und
Stadtentwicklung

Inhalt

Die neue Plus-Energie-Welt im Gebäudebereich	6
Innovative Techniken für die gebäudeintegrierte Photovoltaik.....	14
Photobioreaktor-Fassade	18
Exempla docent	22
„Der Mauerwerksbau hat Zukunft.“	26
Nutzerzufriedenheit als ein Indikator für die Beschreibung und Beurteilung der sozialen Dimension der Nachhaltigkeit.....	31
„Die testierte Nachhaltigkeit wird Investoren überzeugen.“	35
Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2011	37
Wecobis und Ökobau.dat: Wissen was im Baustoff steckt.	42
„Nachhaltigkeit und Baukultur müssen stets in Verbindung gesehen werden.“	46
Energetisch optimierte Gründerzeithäuser	50
EnerWert	52

Glas-Hybrid-Elemente mit transluzenten Zwischenschichten zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäudehüllen	54
Die neue Verbindung: Fügetechnologien für Faserverbundwerkstoffprofile	59
ULTRASLIM	62
Auf ewig verklebt? Trennbarkeit hybrider Bauteile	64
vakutex Vakuumgedämmte Fassadenelemente aus Textilbeton	68
Absorption tieffrequenten Trittschalls durch in Holzbalkendecken integrierte Helmholtz-Resonatoren	72
Ready – vorbereitet für das Wohnen in jedem Alter	74
Normen und Richtlinien – ein internationaler Vergleich	76
Wohnen im Alter – Marktprozesse und wohnungspolitischer Handlungsbedarf	78
Modellvorhaben Effizienzhaus Plus: die neue Plus-Energiewelt verbindet Gebäude und Autos	81

Die neue Plus-Energie-Welt im Gebäudebereich



Im Energiekonzept vom 28.09.2010 formuliert die Bundesregierung Leitlinien für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung und beschreibt erstmalig den Weg in das Zeitalter erneuerbarer Energien. Gegenüber dem Jahre 2008 soll bis 2020 der Primärenergieverbrauch um 20 % und bis 2050 um 50 % sinken, der Anteil erneuerbarer Energien soll bis 2050 auf 60 % erhöht werden. Damit können die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2050 um mindestens 80 % im Vergleich zum Jahre 1990 gemindert werden.



Staatssekretär Dipl. Kfm. Dipl. Ing.
Rainer Bomba
Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung



Ohne wirkungsvolle Steigerung der Energieeffizienz und die vermehrte Anwendung erneuerbarer Energien im Gebäude- und Verkehrsbereich sind die ambitionierten Energie- und klimapolitischen Ziele kaum erreichbar, da beide Sektoren 70 % der Gesamtenergie in Deutschland verbrauchen. Deshalb war es wichtig, dass das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) bereits frühzeitig ein detailliertes eigenes Energie- und Klimaschutzkonzept entwickelt hat.

Dieses Konzept, das sowohl den Verkehrs- als auch den Baubereich umfasst, wird im Wesentlichen von 5 Säulen getragen. Dabei geht es um

- die effiziente dezentrale Energieversorgung von Gebäuden und die Effizienzsteigerung bei der Errichtung von Gebäuden,
- die energetische Sanierung von Gebäuden und Stadtquartieren, hier insbesondere über die entsprechenden KfW-Programme,
- die innovative Verknüpfung von Hochleistungsstandards im Gebäude mit der Elektromobilität,
- die Breitenanwendung der Elektromobilität und
- die nationale Kraftstoffstrategie.

In allen Punkten hat die Bundesregierung nicht nur Konzepte geschmiedet, sondern erfolgreich gehandelt. Das Energiekonzept der Bundesregierung verlangt eine „ambitionierte Erhöhung der Effizienzstandards für Gebäude, soweit dies wirtschaftlich vertretbar ist“. Wirtschaftliche Vertretbarkeit ist seit jeher ein Eckpfeiler des Energieeinsparrechts und wurde – dafür hat sich BMVBS mit Nachdruck eingesetzt – auch im Energiekonzept so bestätigt. Die letzte Novelle der Energieeinsparverordnung (EnEV) ist zum 1.10.2009 in Kraft getreten. Die Märkte haben sich auf diese Regelung eingestellt. Die geplante EnEV 2013 wird deshalb moderat, vernünftig und mit Augenmaß weiterwickelt. Ein wichtiger Punkt der Weiterentwicklung ist dabei die Umsetzung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Sie führt zwingend zu Veränderungen der EnEV und aus formalen Gründen auch des EnEG. Besonders in die Zukunft gerichtet ist dabei die langfristige Einführung des Niedrigstenergiegebäude-Standards für Neubauten mit Wirkung ab 2021 (Behördengebäude bereits ab 2019). Ab 2013 muss in Verkaufs- und Vermietungsanzeigen der Energiekenn-

wert des Gebäudes angegeben werden. Darüber hinaus wird die Pflicht zum Aushang von Energieausweisen auch auf kleinere Behördengebäude sowie auf private Einrichtungen mit starkem Publikumsverkehr (z. B. Kaufhäuser, Banken, Restaurants) ausgedehnt. Es ist ein unabhängiges Kontrollsystem für Energieausweise und Bericht über die Inspektion von Klimaanlage aufzubauen. Der Vollzug liegt hier bei den Ländern. Die Arbeitsentwürfe zur EnEG und EnEV werden in diesen Tagen zwischen den Ressorts schlussabgestimmt und gehen dann in das übliche parlamentarische Verfahren.

Klar ist, dass das Ordnungsrecht allein nicht zum Durchbruch verhilft. Um die geforderten Effizienzstandards zu erreichen, wird eine zielgerichtete Förderung und eine sachgerechte Innovationspolitik benötigt. Die im Rahmen des Energiekonzepts aufgelegten KfW-Programme zum energieeffizienten Bauen und Sanieren sind eine klima- und wirtschaftspolitische Erfolgsgeschichte. Über 50 % der neu errichteten Wohngebäude werden bereits von der KfW gefördert und nach deutlich besserem Standard errichtet, als die EnEV 2009 dies vorschreibt. Die KfW-Fördermittel sollen auf einem hohen Niveau von etwa 1,5 Mrd. Euro bis 2014 fortgeschrieben werden.

Die Forschungsinitiative Zukunft Bauen

Neben den finanziellen Hilfen wird ein ausreichender Vorlauf bei der Entwicklung neuer Technologien und Konzepte benötigt. Dazu werden Innovationen auf vielen Gebieten gebraucht. Hierzu hat sich das BMVBS mit seiner Forschungsinitiative Zukunft Bau aufgestellt. Die Initiative für die baupraxisbezogene Forschung setzt sich zusammen aus der Ressort- und Antragsforschung, deren Zahlen für sich sprechen:

Seit Programmstart im Jahre 2006 wurden in den ersten fünf Jahren mit der Initiative rund 500 Forschungsvorhaben mit einem Vertrags- bzw. Fördervolumen von insges. 52 Mio. Euro umgesetzt. Seit August 2011 wurde die Initiative ergänzt um die Forschungsförderung für Effizienzhäuser Plus mit einem Fördervolumen von 1,2 Mio. Euro jährlich. Das BMVBS unterstützt damit die Einführung von Gebäuden, die deutlich mehr Energie im Jahr produzieren, als für deren Betrieb notwendig ist. Die Vorhaben werden im Rahmen eines wissenschaftlichen



Begleitprogramms ausgewertet. Mit den Ergebnissen soll das Energiemanagement von modernen Gebäuden verbessert und die notwendigen Komponenten für energieeffiziente Gebäudehüllen und Nutzung erneuerbarer Energien fortentwickelt werden.

Mit diesem neuen Programmteil greift das BMVBS herausragende Projekte der bisherigen Forschungsinitiative Zukunft Bau auf. Neben vielen Komponentenentwicklungen waren dies die Modellgebäude der TU Darmstadt, mit denen sie zweimal den sogenannten Solar Decathlon Wettbewerb in Washington D.C. gewonnen haben. Die Gebäude der TU Darmstadt waren Modelle, die die prinzipielle Machbarkeit des Plus-Energie-Standards bei ansprechender Architektur nachweisen sollten.

Das Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität des BMVBS in Berlin

Das BMVBS hatte sich 2010 entschlossen, mit einem eigenen Projekt einen Beitrag zur Forschung zu leisten und ein permanentes Schaufenster für die Fachöffentlichkeit und die Bevölkerung im Bereich des Plus-Energie-Haus-Standards zu schaffen. Mit dem Projekt soll auch eine engere interdisziplinäre Zusammenarbeit von Architektur, Automobilbau, Energieversorgung und Gebäudetechnik gefördert werden. Das Ziel sollte sein, die vom Haus gewonnenen überschüssigen Stromerträge nicht nur in das Netz einzuspeisen, sondern insbesondere für die Elektromobilität zu nutzen. Mit dieser Zielstellung



hatte das BMVBS im Sommer 2010 einen interdisziplinären Wettbewerb zur Errichtung eines derartigen Hauses mit Elektromobilität ausgelobt. Der Wettbewerb war als offener, interdisziplinärer Planungswettbewerb für Hochschulen in Zusammenarbeit mit Planungsbüros ausgelegt. In Weiterentwicklung der bestehenden BMVBS/KfW-Marke „Effizienzhaus“ wird der neue Standard als „Effizienzhaus Plus“ bzw. als „Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität“ bezeichnet. Im Wettbewerb war aufzuzeigen, dass das Haus diesen Standard erreicht und es ermöglicht, dass mehrere Fahrzeuge mit einer durchschnittlichen Jahresfahrleistung von ca. 30 000 km allein aus Umweltenergie zu realisieren sind.

Der entsprechende Wettbewerb wurde im Herbst 2010 abgeschlossen. Der erste Preis ging an die Universität Stuttgart in Zusammenarbeit mit Werner Sobek Stuttgart GmbH und Werner Sobek Green Technology GmbH Stuttgart. Mit dem Siegerteam hatte das BMVBS Anfang 2011 einen Planungsvertrag geschlossen. Bis Anfang Juni 2011 wurde die Planung abgeschlossen und ein Generalunternehmer für die Errichtung gefunden. Ab Juli 2011 wurde gefertigt und ab September 2011 wurde das Gebäude in zentraler Lage in Berlin, in der Fasanenstraße 87a in 10623 Berlin City West, realisiert. Errichtet wurde ein Wohnhaus für eine vierköpfige Familie mit rd. 136 m² Wohnfläche. Dem Wohngebäude vorgelagert befindet sich ein Schaufenster zum Parken der Elektrofahrzeuge und zur Unterbringung der Ladeinfrastruktur. Für die Veranschaulichung von Mobilitätsanforderungen wird ein elektrisches Erst- und Zweitfahrzeug ergänzt durch Elektro-Zweiräder zur Verfügung gestellt. Am 07.12.2011 konnten Frau Bundeskanzlerin Dr. Merkel (MdB) und Herr Bundesminister für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Dr. Ramsauer (MdB) das Gebäude eröffnen. In den neun Wochen der öffentlichen Präsentation haben fast 10 000 Besucher das Haus erleben können.

Das Gebäude ist mit einer hoch gedämmten Hülle ausgestattet, wie sie für KfW-40 Häuser oder Passivhäuser benötigt wird. Auch andere Plus-Energie-Projekte zeigen, dass man für diesen Standard mindestens eine Hülle von KfW-55 Häusern benötigt. Die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der mit Zellulosefasern gedämmten Holztafelbauweise betragen im opaken Bereich 0,11 W/m²K.

Es handelt sich um einen zweigeschossigen Holzbau in Holztafelbauweise und hinterlüfteten Bekleidungen. Die Oberfläche der Fassaden an der Südwestseite besteht aus Dünnschicht PV-Modulen. Die Oberfläche der Fassade an der Nordostseite besteht aus rückseitig schwarz bedruckten Glastafeln. Die Glasfassaden an der Nordwest- und Südostseite sind mit Dreifach-Isolierverglasung ausgeführt. Der U-Wert beträgt hier 0,7 W/m²K. Die Gläser werden vierseitig gehalten. Raumhohe Öffnungselemente als Drehtüren öffnen die Fassade partiell. Auf dem Dach sorgen monokristalline PV-Module mit einem Wirkungsgrad von ca. 15 % für die Stromproduktion. Sowohl das Dach (98 m² monokristalline Module) als auch die Fassade (73 m² Dünnschichtmodule mit 12 % Wirkungsgrad) können voraussichtlich einen Stromertrag von ca. 17 MWh pro Jahr erwirtschaften. Es wurde vorausgerechnet, dass das Haus davon ca. 10 MWh benötigt und die Fahrzeuge ca. 6 MWh. Das Haus verfügt über eine Zentralheizung mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe. Die Wärmeabgabe erfolgt über ein Fußbodenheizungssystem. Darüber hinaus ist eine Zu- und Abluftanlage eingebaut. Jeder Raum ist einzeln regelbar. Über ein Gebäudeautomatisierungssystem, das alle gemessenen Daten zentral aufbereitet und für ein offen programmierbares System zur Verfügung stellt, wird ein zielgerichtetes Energiemanagement betrieben. Die Nutzer können über Touchpads und Smartphones mit dem System kommunizieren.

Besonders wichtig im Gesamtkonzept ist der Einbau einer Pufferbatterie. Diese Batterie sorgt dafür, dass der vom Haus gewonnene Strom auch selbst genutzt werden kann. Die für das BMVBS-Modellhaus eingesetzte Pufferbatterie hat eine Speicherkapazität von ca. 40 kWh. Sie wurde aus gebrauchten Batteriezellen aus der Elektromobilität zusammengebaut. Im Fahrzeugbau besteht das Problem, dass ein Absinken der Speicherkapazität der Batterien auf 80 % den Ersatz der Batterie im Fahrzeug erfordert. Diese Batteriezellen sollen im stationären Bereich ein „zweites Leben“ erhalten. Die Batterie ist deshalb ein Prototyp und wurde aus 7250 gebrauchten Zellen zusammengebaut.

Durch ein intelligentes Lademanagement kann die Ladezeit für 100 km Reichweite eines Fahrzeugs durch konduktive Ladung auf etwa 30 min. beschränkt werden. Darüber hinaus wird am Gebäude auch das induktive

Laden erprobt. Beim induktiven Laden wird der Ladestrom elektromagnetisch von einer Spule auf eine andere Spule übertragen. Fortschritte im Bereich der Leistungselektronik ermöglichen hier hohe Übertragungsfrequenzen von 50 kHz und mehr. Dadurch lassen sich voraussichtlich Übertragungswirkungsgrade von über 90 Grad realisieren.

Neben dem energetischen Problem sollte das Projekt aber auch auf Fragen der Nachhaltigkeit eine Antwort geben. Eines der Ziele war z. B. die vollständige Rezyklierbarkeit des Hauses. Aber auch Umnutzungsfähigkeit und Flexibilität sollten bei höchstem Wohnkomfort sichergestellt werden. Dies ist gelungen. Wenn das Haus im Jahre 2015 zurückgebaut wird, werden alle Komponenten zur Wiederverwendung zurückgegeben bzw. vollständig recycelt und gehen damit wieder in den Wirtschaftskreislauf ein.

Mit dem Einzug einer vierköpfigen Familie am 4.3.2012 werden die neuen Technologien nunmehr einem Realtest unterzogen. Alle technischen Details, der aktuelle Energiestatus, die Erfahrung der Familie und vieles andere mehr kann man auf der Internetseite des BMVBS (www.bmvbs.de) nachlesen.

Sicher ist das Haus ein Prototyp. Bei weitem nicht alles, was gezeigt wird, ist bereits marktreif und zu akzeptablen Preisen verfügbar. Dies wird sich mit der Zeit schnell ändern. Gute Ideen setzen sich stets durch und werden auch zum Selbstläufer.

Förderprogramm für Effizienzhäuser Plus – erste Projekte in der Fertighauswelt Köln

Ziel des BMVBS ist es, nicht nur einmalige Projekte zu kreieren, sondern in einem Netzwerk von unterschiedlichen Lösungen verschiedene Technologien auszuprobieren und weiter zu optimieren. Deshalb fördert BMVBS in einem Forschungsprogramm die sogenannten „Effizienzhäuser Plus“. Gefördert werden mit dem Programm derzeit ausschließlich Wohngebäude (Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser), die in Deutschland errichtet werden. Die Gebäude sollen in der Lage sein, alle Funktionen des Hauses, wie Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Haushaltsstrom und ggf. weitere externe Nutzer, wie z. B. Elektrofahrzeuge, zu bedienen. Sie sollen unter realen,

d. h. bewohnten Bedingungen, getestet und evaluiert werden. Dazu wird den Fördermittelempfängern jeweils eine Arbeitsgruppe zur Seite gestellt, die bei der Evaluierung des Projektes hilft.

Die Forschungsergebnisse werden anschließend frei veröffentlicht. Diese Forschungsförderung kann mit der bekannten KfW-Förderung gekoppelt werden. So sollen vielversprechende Ideen, Technologien und Materialien schneller den Weg in die Praxis finden. Dazu müssen sie getestet und evaluiert werden. Mit den Gebäuden sollen Erfahrungen gesammelt und Wirtschaftlichkeitsüberlegungen angestellt werden. Mittelfristig soll es gelingen, Null- und Effizienzhäuser Plus zu attraktiven Preisen zu errichten. Gegenstand der Förderung sind die planerische Nachweisführung für den Plus-Energiehaus-Standard,

- die Planung und der Einbau der notwendigen Messtechnik (Sensoren) einschl. einer Wetterstation nach dem Leitfaden für das Monitoring,
- die Durchführung, Dokumentation und Auswertung der Messungen,
- die Auswertung der Kosten und der Effizienz des Technikkonzeptes und
- die anteilige Risikoübernahme von noch nicht wirtschaftlichen bzw. von Technologien, die noch nicht dem Stand der Technik entsprechen. Zu diesen Techniken gehören z. B. Dünnschicht-PV-Module für die Fassade, sogenannte Innendachlösungen für PV-Module, Kleinstwindkraftanlagen, elektrische Pufferspeicher, Batterietechnik und Komponenten für sogenannte Smart grids.

Nähere Einzelheiten sind im Internet auf der Seite des BMVBS und auf dem Bauforschungsportal des Ministeriums unter www.forschungsinitiative.de eingestellt.

Für die Durchführung der wissenschaftlichen Maßnahmen und des Monitorings kann eine Zuwendung von 100 % der entstehenden Kosten, maximal jedoch 70 000 Euro als nicht rückzahlbarer Zuschuss gewährt werden. Bemessungsgrundlage sind Kosten- und Finanzierungspläne der beauftragten Planer und Forschungsinstitutionen. Für die o. g. Technikförderung kann eine Zuwendung in Höhe von 20 % der Investitionskosten, höchstens jedoch 300 Euro je m² Wohnfläche als nicht

rückzahlbarer Zuschuss im Wege der Anteilsfinanzierung gewährt werden.

Am Standort Köln Frechen wurde unter Koordinierung des Bundesverbands Deutscher Fertigbau (BDF) eine neue Musterhaussiedlung errichtet: „Die Fertighauswelten“. Sechs der insgesamt 20 Häuser sollen als Effizienzhaus Plus ausgerüstet und mit einem Monitoring begleitet werden. Im Jahre 2011 haben insgesamt fünf Projekte eine Förderung erhalten. Folgende Firmen haben ihr Effizienzhaus Plus bereits in Betrieb genommen: Huf-Haus, Fingerhaus, Schwörer-Haus, Weberhaus und das Haus der Fa. Bien Zenker. Das Projekt Lux-Haus steht noch aus und wird derzeit umgesetzt. Diese Häuser sind bereits am Markt verfügbare Einfamilienhäuser. Sie sind für 340 000 – 560 000 Euro bei Wohnflächen zwischen 180 – 280 m² erhältlich. Damit bedienen sie gegenwärtig als Pilotanwendung nur ein gehobenes Angebotssegment. Dennoch ist es erfreulich, dass die Branche bereit ist, Erfahrungen zu sammeln und auszuwerten.

Übertragung des Plus-Energie-Standards auf den Gebäudebestand

Ich bin überzeugt, dass wir mit den Aktivitäten des BMVBS an der richtigen Stelle für Zukunftsentwicklungen ansetzen. Nur so werden wir den technologischen Vorlauf für das kommende Jahrzehnt schaffen können.

„Mein Haus – meine Tankstelle!“ ist keine Vision mehr, sondern wird Schritt für Schritt zur Realität.

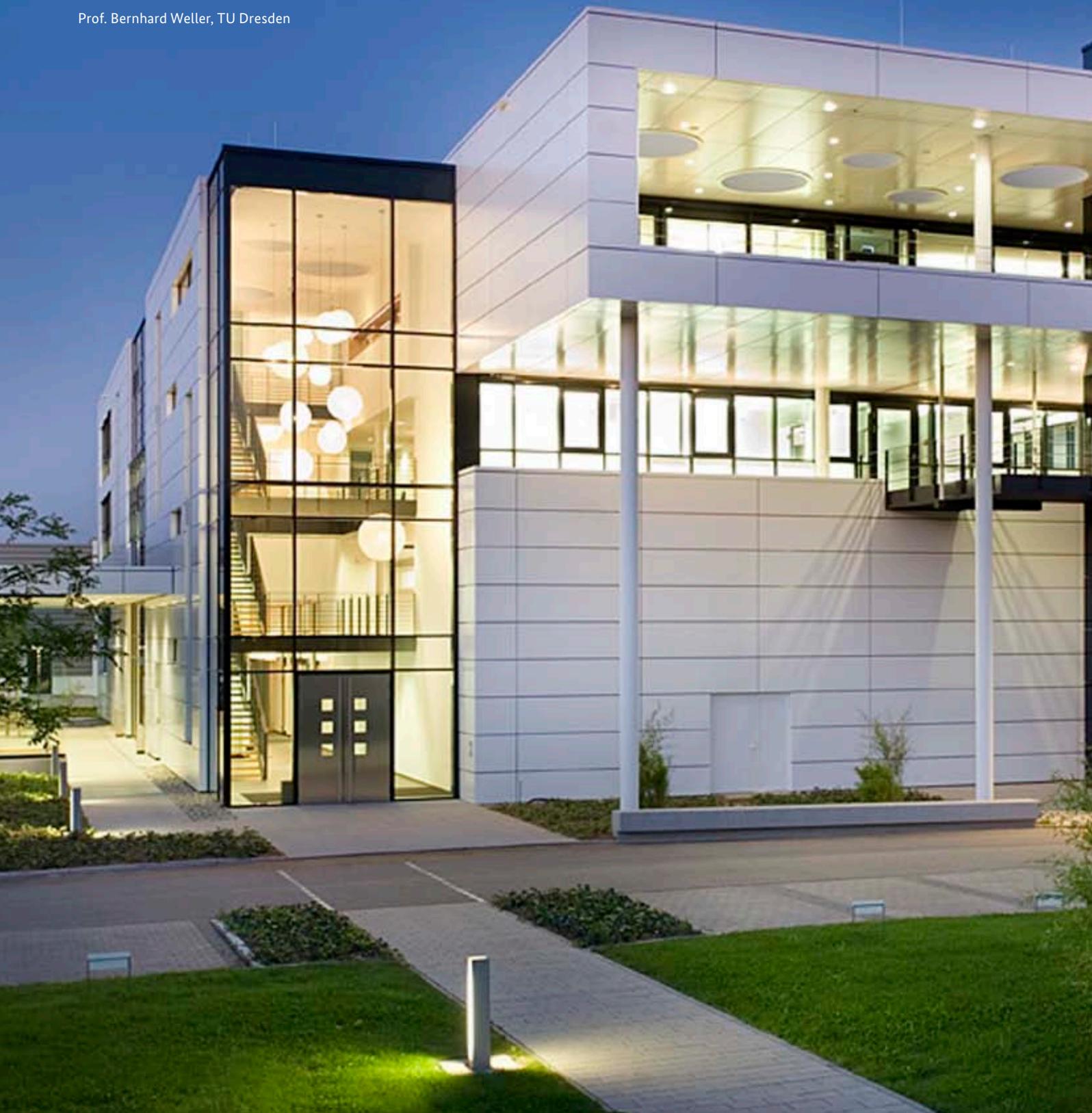


von oben:
Weberhaus, BienZenker
rechts: HUF



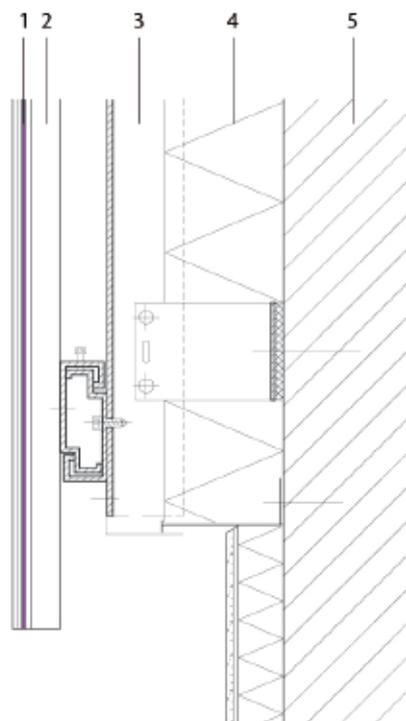
Innovative Techniken für die gebäudeintegrierte Photovoltaik

Prof. Bernhard Weller, TU Dresden





Für eine stärkere Verbreitung der gebäudeintegrierten Photovoltaik sind entsprechendes Know-How bei den Architekten und Planern sowie eine hinreichende Produktpalette notwendig. Gegenstand der folgenden drei Forschungsvorhaben war bzw. ist deshalb die Schaffung der Voraussetzungen für die Entwicklung innovativer PV-Techniken und Materialien für die Anwendung in Fassaden und Dächern.



PV-VH: Vorgehängte hinterlüftete Fassade mit Photovoltaikmodul

- 1 Deckglas
- PV-Dünnschichtzelle
- Substratglas
- 2 Trägerplatte
- 3 T-Profil
- 4 Dämmung
- 5 Außenwand



Forschungsvorhaben PV-VH-Fassaden

Bei der vorgehängten hinterlüfteten (VH) Fassade handelt es sich um eine mehrschichtige Konstruktion, die aus den hinterlüfteten Bekleidungs-elementen, der gedämmten Unterkonstruktion und den Verankerungselementen besteht. Das PV-Element ersetzt bei einer VH-Fassade das Bekleidungs-element.

VH-Fassaden eignen sich besonders für den Einsatz von Photovoltaikmodulen, da die Hinterlüftung für geringere Modultemperaturen und somit für verbesserte Wirkungsgrade sorgt. Bei fensterlosen Fassaden können die Rastermaße an die Standardmodulgrößen angepasst werden, wodurch die Kosten optimiert werden. Zudem erlaubt die PV-VH-Fassade einfache elektrische Anschlusslösungen im nicht sichtbaren Bereich auf der Modulrückseite. Wesentliches Ergebnis des Projektes, das 2008 abgeschlossen wurde, ist die Entwicklung eines Prototypes mit weiterentwickelten Dünnschichtmodulen aus CIS-Solarzellen, die mit ihren homogenen, farbigen Oberflächen erweiterte Gestaltungsmöglichkeiten bieten. Die Dünnschichtmodule sind über eine vollflächige Klebung mit einer Blähglas-Trägerplatte verbunden. Mit rückseitigen Trägerprofilen werden sie justierbar in die Unterkonstruktion eingehängt, sodass sich eine durchweg homogene Vorderseite ergibt.

Teilaufgaben des Projektes waren die Anpassung des Erscheinungsbildes, die Sicherung der Farbigkeit, die elektrische Kopplung und die Analyse und Bestimmung der Anforderungen an die Klebschicht zur Verbindung der Elemente. Weiterhin wurden in einer Lebenszyklus-Analyse die Potenziale der Dünnschichttechnologie nachgewiesen. Die Photovoltaik-Fassade ist bereits mehrfach umgesetzt. Ausgeführte Beispiele zeigen die Abbildungen 2 und 3. Die Verwendbarkeit wird bisher über eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) nachgewiesen, eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) ist beantragt.

Forschungsvorhaben PV-WDVS

Seit 2010 wird die Photovoltaik-Integration in Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) in dem Forschungsvorhaben PV-WDVS untersucht. Wärmedämm-Verbundsysteme werden seit über 40 Jahren zur energetischen Verbesserung der Außenwände verwendet und stellen mit einer jährlichen verlegten Fläche von über 40 Mio. m² in Deutschland die am häufigsten eingesetzten Fassadensysteme im Rahmen des energiesparenden Bauens und Sanierens dar.

Da bei dem Einsatz in WDVS ein geringes Gewicht wichtig ist, bieten sich flexible, glasfreie Module mit CIS-Dünnschichtsolarzellen an. Im Gegensatz zu herkömmlichen verglasten PV-Elementen besteht bei den flexiblen Solarelementen zudem keine Verletzungsgefahr durch Glasbruch und Herabfallen von Gläsern im Brandfall. Darüber hinaus sind mit flexiblen Modulen variable Größen und ein homogenes Gestaltungsbild möglich. Durch die Variationsmöglichkeiten mit den zwischen den Modulen liegenden Putzoberflächen hinsichtlich Abständen und Farben bieten sich große architektonische Gestaltungsmöglichkeiten.

Die Solarmodule werden mit der Dämmstoffplatte durch Klebung verbunden. Um eine gleichbleibende Eigenschaft der Klebverbindung zu gewährleisten, erfolgt eine Vorfertigung in staubfreier und temperierter Umgebung.

Auf der Baustelle kann das Element wie ein WDVS verlegt werden. Es wird dabei auf den Untergrund geklebt, eine zusätzliche Verdübelung ist nicht notwendig. Bei bestehenden Gebäuden wird vorher grundsätzlich eine erste, gedübelte Dämmschicht verlegt, um einen ausreichend tragfähigen Untergrund zu bieten.

Das PV-WDVS wird so sowohl bei Neubauten als auch bei ungedämmten oder unzureichend gedämmten bestehenden Gebäuden eingesetzt werden können.

Adaption und Weiterentwicklung der Photovoltaikdünnschichttechnologie für Kompositpaneele in vorgehängten hinterlüfteten Fassaden

Forschende Stelle	Technische Universität Dresden, Institut für Baukonstruktion, Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller, Dr.-Ing. Susanne Rexroth Technische Universität Dresden, Institut für Baubetriebswesen, Prof. Dr.-Ing. Peter Jehle
Projektpartner	StoVerotec GmbH, Würth Solar GmbH & Co. KG, Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoffforschung (ZSW)
Gesamtkosten	383 000 Euro
Anteil Bundeszuschuss	50 %
Laufzeit	10/2006-2/2008

Integration von CIS-Photovoltaik in Wärmedämm-Verbundsysteme

Forschende Stelle	Technische Universität Dresden, Institut für Baukonstruktion, Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller, Dipl.-Ing. Jasmin Fischer
Projektpartner	CIS Solartechnik GmbH & Co. KG, Sto AG, Zentralverband des Deutschen Baugewerbes
vorauss. Gesamtkosten	574 000 Euro
Anteil Bundeszuschuss	63 %
vorauss. Laufzeit	9/2010-6/2012

Technologieentwicklung leichter, flexibler Photovoltaikmodule auf der Basis von ETFE und CIGS-Foliensolarzellen für die Architektur

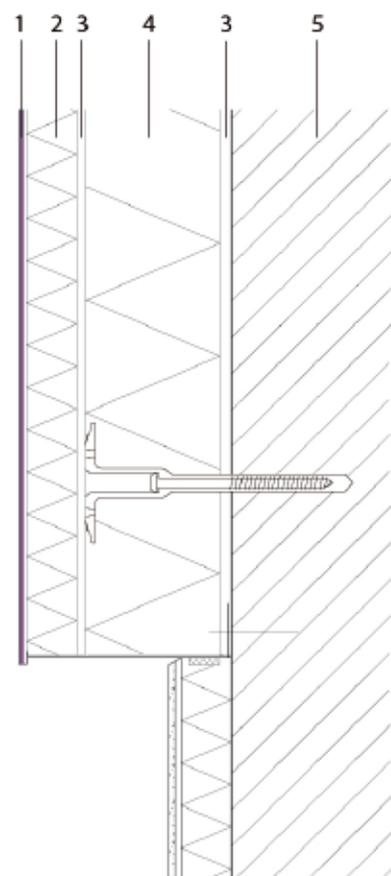
Forschende Stelle	Technische Universität Dresden, Institut für Baukonstruktion, Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller
Projektpartner	Nowofol Kunststoffprodukte GmbH und Co. KG, Solarion AG
vorauss. Gesamtkosten	344 000 Euro
Anteil Bundeszuschuss	70 %
vorauss. Laufzeit	2/2012-8/2013

Forschungsvorhaben ETFE-PV

Mit Membrankonstruktionen lassen sich sehr wirtschaftliche, ästhetische und leichte Gebäudehüllen in beliebigen Formen herstellen. Die Integration von Photovoltaik erfordert leichte und flexible Module. Bislang stehen keine gebrauchstauglichen Lösungen zur Verfügung. Das Forschungsvorhaben ETFE-PV wird sich ab 2012 mit der Entwicklung und Untersuchung von PV-Laminaten, die aus hochflexiblen Foliensolarzellen bestehen, beschäftigen sowie mit Fügeverfahren zur Integration in einlagige, mechanisch vorgespannte Membrankonstruktionen und mehrlagige, luftgestützte Kissenkonstruktionen aus Ethylen-Tetrafluorethylen (ETFE).

Fazit

Dem steigenden Bewusstsein für Energieeffizienz und Nachhaltigkeit folgend wird zunehmend Photovoltaik (PV) an Gebäuden eingesetzt. Um den Ansprüchen der Architektur gerecht zu werden, sind in Dach oder Fassade integrierte Lösungen zu bevorzugen. Bei der Integration ersetzt das PV-Element ein Bauteil oder Teile davon und übernimmt auch dessen Funktionen, sodass komplexe technische Anforderungen an die gebäudeintegrierte Photovoltaik gestellt werden. Die Forschungsprojekte tragen dazu bei, die Entwicklung geeigneter Techniken und Materialien für die gebäudeintegrierte Photovoltaik zu beschleunigen und die Verbreitung zu fördern.



PV-WDVS: Photovoltaik-Wärmedämm-Verbundsystem

- 1 CIS Solarmodul
- 2 Dämmplatte
- 3 Verklebung
- 4 Dämmplatte
- 5 Außenwand

Photobioreaktor-Fassade

Gebäudeintegrierte Erzeugung und Nutzung von Energie und Wärme aus Algen-Biomasse und Sonnenlicht

Jan Wurm, Arup Berlin

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines neuartigen Fassadensystems aus Photobioreaktoren (PBR). Die PBR-Elemente dienen der Kultivierung von Mikroalgen und der Aufnahme solarthermischer Energie an der Gebäudehülle. Die Biomasse der Mikroalgen sowie die solare Wärme werden zentral für das Gebäude nutzbar gemacht. So werden die Energiebilanz des Gebäudes verbessert und ein Beitrag zum Erreichen der Klimaziele 2020 geleistet.

Rendering des PBR-Fassadenkonzepts





Konzeptdesign für ein PBR-Element und Unterkonstruktion

Ein Anforderungsprofil für das Fassadensystem wurde auf der Basis von Energiedesign, Tragwerkplanung und Bauphysik sowie Haustechnik und architektonischer Integration entwickelt. Nach Auswertung einer Strahlungssimulation wird die Platzierung von PBR-Elementen an Süd-, Süd-West- und Süd-Ost-Fassaden zunächst von Wohn- und Lagergebäuden bevorzugt. Eine Nachführung (Drehung) der PBR-Elemente nach dem Sonnenstand um eine vertikale, mittige Achse kann den Nutzungsgrad der einfallenden Strahlung verbessern. Abschattungseffekte zwischen den PBR-Elementen werden dabei möglichst vermieden. Eine Isolierung der Fassadenelemente gegen Wärmeverluste im Winter ist Teil des Gesamtkonzepts (s. Abb. rechts). Das PBR-Element wird im Hochformat ausgeführt, um ausreichende Umwälzungsraten für einen optimierten Algenantrieb zu gewährleisten und das Biofouling-Risiko herabzusetzen. Für die PBR-Wandung wird veredeltes Flachglas verwendet. Die hohe Dauerhaftigkeit und mechanische Festigkeit bei hoher Durchstrahlbarkeit sowie die Nichtbrennbarkeit und der etablierte Einsatz als Fassadenmaterial bedingen diese Wahl

Bei der Entwicklung des PBR-Fassadenelements müssen dauerhafte Belastungen durch eine Wassersäule von ca. 3 m – entsprechend einem Druck von ca. 0,3 bar – berücksichtigt werden. Zusätzlich Belastungen ergeben sich aus den lokalen Verkehrslasten (Wind, Eis) und Temperaturschwankungen. Der PBR-Körper ist prinzipiell wie ein Doppelisiererglas aufgebaut. Im Randverbund sorgt ein Abstandshalter aus Aluminium mit eingelegten O-Ring-Schnüren für Dichtigkeit. Zusätzliche Glasscheiben sowie Wärmeschutzbeschichtungen auf Vorder- und Rückseite sorgen für eine Isolierung des PBR-Elements, um die Wärmeausbeute zu verbessern. Der Licht- und Energiedurchsatz wird durch eisenarme Glasscheiben erhöht. Die Versorgungstechnik (Zu- und Abflüsse) sowie ein Sicherheitsüberlauf sind unsichtbar im Rahmen integriert und werden zentriert durch den Drehpunkt des PBR in die Unterkonstruktion geführt. Die Unterkonstruktion besteht aus horizontalen Trägern, die geschoßweise über Konsolen an der Fassade befestigt sind. Die Rohrleitungsführung findet dabei verdeckt und integral im Träger statt.



Trägersystem mit installierten PBR-Paneelen aus Kunststoff auf der Pilotanlage von SSC in HH Reitbrook

Um die konstruktive Eignung der PBR-Komponenten und insbesondere der Glasbauteile vorab zu beurteilen, wurde ein Testkörper anhand von verschiedenen Belastungsszenarien untersucht. Den Tragfähigkeitsversuchen werden die Beanspruchungen aus Montage und Wasserfüllung zugrunde gelegt. Der verwendete Testkörper setzt sich aus zwei Glasscheiben zusammen, die allseitig von einem Metall-Klemmrahmen gehalten werden und durch ein Distanzstück im Randbereich getrennt sind. Aufgrund der Handhabbarkeit wurde nur das untere Drittel des PBR-Elements, in dem die größten Belastungen auftreten, im Testkörper abgebildet. Zunächst wurde mit der nominalen Belastung, die bei einem Einsatz mit Gesamthöhen von bis zu 2,5 m auftritt, getestet (ca. 0,25 bar). Ein Zeitstandversuch mit ca. 0,30 bar und ein Test mit Maximalbelastung (ca. 0,37 bar) wurden durchgeführt. Der Testkörper hielt den Belastungen durchweg stand und

die Verformungen entsprachen den zuvor berechneten Werten. Durch die erfolgreichen Vorversuche wurde das PBR-Konzept für die erste Prototyp-Generation bestätigt.

Die entwickelten PBR-Prototypen werden ab Mitte November 2011 auf der Pilotanlage der SSC GmbH in Hamburg Reitbrook getestet. Hierbei werden verschiedene Kennwerte zur Dichtigkeit, Stabilität und Leistung bei der Konversion von Lichtstrahlung in Biomasse und Wärme ermittelt, die die Basis für spätere Weiterentwicklungen der PBR-Elemente bilden. Der erste Freilandversuch umfasst zunächst vier PBR-Elemente, die paarweise parallel verschaltet und auf Trägersystemen montiert werden (ca. 6 m²). Die Trägersysteme sind drehbar gelagert, wodurch die unterschiedlichen Strahlungssituationen an Süd-, Süd-Ost- und Süd-West-Fassaden simuliert werden können. In verschiedenen Testläufen werden Daten zur Produktion von Biomasse und Wärme für die jeweilige Strahlungssituation erhoben.

Fazit

Das Konzept für eine hinterlüftete Fassade aus PBR-Elementen wurde mit der Detailplanung der ersten PBR-Prototypengeneration verifiziert. Die Ausführungsplanung und der Bau sowie die Vorversuche bestätigen das geplante PBR-Konzept. Der Test der Prototypen ab Mitte November 2011 wird wichtige Erkenntnisse für die Optimierung der Konstruktion hinsichtlich der geplanten Modellfassade ergeben. Bei Planung, Bau und Betrieb der Modellfassade werden die herstellungstechnischen Grundlagen, die Prozessführung sowie das softwaregestützte Steuerungssystem überprüft und optimiert werden.

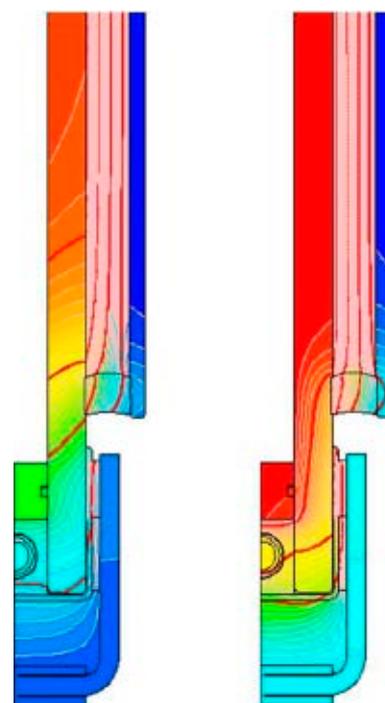


Illustration thermische Simulation PBR-Element, Aus-schnitt mit Glas und Rahmen

Photobioreaktor-Fassade – Gebäudeintegrierte Energieerzeugung aus Algen-Biomasse

Forscher/Projektleitung:	Dr. habil. Martin Kerner (SSC GmbH) Manfred Starlinger (COLT GmbH) Dr. Jan Wurm (Arup GmbH) Cornelius Schneider (Arup GmbH)
Projektleiter:	Dr. Jan Wurm (Arup GmbH)
Gesamtkosten:	497 588,48 €
Anteil Bundeszuschuss:	249 923,30 €
Projektlaufzeit:	bis 12/2012

Exempla docent.

Beispiele lehren.

(Marcus Lucius Annaeus Seneca 4 v. Chr bis 65 n. Chr.)

Petra Alten, Dipl.-Ing. Architektin, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

BMVBS unterstützt mit seiner Forschungsinitiative Zukunft Bau gezielt nationale Energie- und Klimaziele. National und international erfolgreiche Forschungsprojekte sind die seit 2007 geförderten Modellvorhaben mit neusten energetischen Konzeptionen wie dem Passivhaus, dem Null-Energie-Haus und dem Plus-Energie-Haus (seit August 2011 auch Effizienzhaus Plus genannt). Anschaulich werben diese Vorhaben in der Öffentlichkeit für nachhaltiges, energieeffizientes Bauen und fördern den gesellschaftlichen Dialog.

Erste in diesem Rahmen durch BMVBS geförderte Modellvorhaben sind die internationalen Solarweltmeister des Solar Decathlon in Washington DC in den Jahren 2007 und 2009 der TU Darmstadt unter Leitung von Prof. Hegger. Um diese neue Gebäudegeneration, die innerhalb eines Jahres mehr Energie erzeugt als für den Betrieb des Gebäudes notwendig ist, breitenwirksam in Deutschland zu etablieren, hat BMVBS ein nachgebautes Modell als Wanderausstellung und prototypisches Anschauungsobjekt von 2009 bis 2011 durch sechs Großstädte im gesamten Bundesgebiet (Berlin, München, Hamburg, Frankfurt, Düsseldorf und Hannover) touren lassen. Das Modellvorhaben war als Informations-, Anschauungs-, Ausstellungs- und Veranstaltungsgebäude geplant. Eine kostenfreie Besichtigung ermöglichte das Ansprechen der gesamten Gesellschaft.

In Zahlen ausgedrückt: 90 % von insgesamt rd. 90 000 Besuchern des Modellvorhabens hat diese beispielhafte Form der Information begeistert. Auf über 1 000 Veranstaltungen im Haus (Führungen, Vorträge, Beratungen, Workshops, Ausstellungen) wurde aktuelle Baupolitik vermittelt. Das direkte Heranführen an zukünftige Anforderungen im Baubereich frei von gesetzlichen Vorgaben hat eindrucksvoll die Besucher überzeugt, dass nachhaltiges Bauen notwendig und vereinbar ist mit Ästhetik, Lebensqualität und Funktionalität. Berührungspunkte gegenüber innovativen Techniken und dem Einsatz erneuerbarer Energien im Gebäudebereich konnten abgebaut werden. Die Öffentlichkeit wurde für das Thema sensibilisiert und zugleich Interesse für zukunftsorientierte Lösungen geweckt. Aktuelle technische Möglichkeiten und deren Förderung wurden erlebbar und begreifbar gemacht. Zudem konnten Fachleute als Multiplikatoren vernetzt werden.

Am Ende seiner Wanderausstellung wurde das Haus im öffentlichen Ideenwettbewerb an die Dortmunder Energie- und Wasserversorgung GmbH (DEW21) als neuen Besitzer übergeben. Hier steht das Haus der Zukunft an seinem Endstandort in Dortmund Am Remberg 84 in Dortmund-Hörde täglich außer montags in der Zeit von 11.00 bis 18.00 Uhr auch weiterhin als anschauliches Beispiel für innovatives Bauen einem großen Kreis Interessierter offen. DEW bietet in Zusammenarbeit mit dem Ökozentrum NRW ein regionales Netzwerk sowie ein umfangreiches Veranstaltungsprogramm zu energieeffizientem, nachhaltigem Bauen an. Das beinhaltet auch eine Ausstellung, tägliche Führung sowie qualifizierte Beratung und Veranstaltungen wie Vorträge. Kontakt unter: www.dew21.de/de/Privat-und-Gewerbekunden/Energieeffizienz/Energiehaus.htm

Zum Modellvorhaben Plus-Energie-Haus

Das Haus vereint moderne Architektur und Energieeffizienz sinnfällig. Im Fokus stehen dabei insbesondere die technischen Innovationen des Strom produzierenden Solarhauses. Alle Außenwände, das Dach sowie die Fenster sind hoch wärmedämmend. Wärmespeicher in Form von so genannten Phasenwechselmaterialien (Phase Change Materials/PCM) in Wänden und Dach sorgen für ein ausgeglichenes Raumklima. Sie nehmen die solar und intern gewonnene Wärme auf und geben sie zeitversetzt wieder ab. Moderne Haustechnik minimiert den Energiebedarf, und die Stromversorgung erfolgt über Photovoltaik-Module auf dem Dach und in der Fassade. Der überschüssige, nicht vom Gebäude genutzte Strom wird ins Netz eingespeist. Zur Warmwasserbereitung ist zusätzlich ein Flachkollektor in das Dach integriert. Diese intelligente Komposition modernster Technologien macht die bestechende Energiebilanz möglich.

Die Innenausstattung des Gebäudes fordert mit moderner Video- und Präsentationstechnik sowie Schnittmodellen der Bauteilaufbauten alle Sinne des Besuchers. Eine integrierte Ausstellung richtet sich vorwiegend an Verbraucher, Bauherren und Eigentümer von Einfamilienhaus-Immobilien. Außerdem wird hier über Themen wie Energiesparen des Bauen (Energieeinsparverordnung, Energieausweise, Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz), über aktuelle Förderprogramme und Unterstützungsmöglichkeiten (CO₂-Gebäudesanierungsprogramm, KfW-Förderung), neueste technische Lösungen auf dem Gebiet des energiesparenden Bauens (Forschungsinitiative Zukunft Bau) sowie über verschiedene Konzepte beim Energiesparenden Bauen und Modernisieren informiert. Das barrierefreie Modellgebäude besteht überwiegend aus nachwachsenden, naturnahen und recycelbaren Materialien.

Der Entwurf des Hauses geht auf den Siegerbeitrag der Technischen Universität Darmstadt zurück, der durch Studenten unter der Leitung von Professor Manfred Hegger geplant und realisiert worden war.

Bewegte Geschichte des Hauses – Deutschlandreise

Die Wanderausstellung (BMVBS-Roadshow) hat ihre Ziele erreicht. Das Haus hat mit seiner klaren Architektur und dem Einsatz innovativer Techniken für energieeffizientes und nachhaltiges Bauen im Effizienzhaus Plus Standard beispielhaft geworben. Das Haus bot an sechs Standorten eine Plattform für einen medialen und gesellschaftlichen Dialog zu zentralen baupolitischen Themen. Vorurteile und Unsicherheiten wurden abgebaut, in positive Erfahrungen umgewandelt und Nachahmungseffekte gefördert. Über 100 000 Besucher an 6 Standorten quer



durch das Land haben das Haus bisher besucht: zur Hälfte Fachbesucher, zur anderen Hälfte interessierte Bürger. Über 1 000 Veranstaltungen haben zahlreiche Besucher angesprochen und für das Thema positiv sensibilisiert.

Das Haus veranschaulicht die Bedeutung einer anwendungsorientierten, breitenwirksamen Bauforschung zur kontinuierlichen Weiterentwicklung moderner Baupolitik in Deutschland. Die Evaluierung der Deutschlandtour des BMVBS-Plus-Energie-Hauses kommt zu einem eindeutig positiven Ergebnis:

- Die Ausstellung weckt und steigert in hohem Maße Interesse für zukunftsorientierte Lösungen des energieeffizienten Bauens durch Integration und Präsentation verschiedener Technologien in einem realen, kompletten und attraktiven Bauwerk.
- Sie macht aktuelle technische Möglichkeiten für die breite Öffentlichkeit – Laien und Fachleute gleichermaßen – unmittelbar physisch erleb- und begreifbar.
- Sie baut Skepsis gegenüber Passivhäusern und eingesetzter Technik ab bei Personen, die bauen oder umbauen (wollen) bzw. der Bevölkerung insgesamt, durch erlebbare Erfahrung kombiniert mit Information und Erläuterung.
- Sie informiert und vernetzt Fachleute als wichtige Mittler und Multiplikatoren durch abgestimmte Veranstaltungsformate und Netzwerkaktivitäten, Fachvorträge, Branchentreffs, Kooperationen mit Ausbildungsstätten und Energieberatern u. a. m.
- Sie überzeugt unvoreingenommen im Vorfeld gesetzlicher Vorschriften ohne Hinweise auf gesetzliche Vorgaben, dass PEH eine neue, notwendige Gebäudegeneration darstellen, die bisherige zukunftsweisende Gebäudegenerationen (z. B. Passivhäuser, Nullenergiehäuser) ablösen könnten.

Es geht weiter.....

Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität (EPmE)

Das Nachfolgemodell, das „Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität“, erforscht von 2011-2013 in Berlin unter realen Bedingungen Synergien zwischen zukünftiger Gebäude- und Verkehrsgeneration. Öffentlich begleitet informiert es anschaulich über Chancen und Grenzen dieses Zukunftsmodells im Bezug auf Alltagstauglichkeit



Stationen der Deutschlandreise: u. a. Berlin, Frankfurt/Main, München, Hannover
Rechts unten: EffizienzhausPlus Elektromobilität in Berlin



und Marktfähigkeit. Beispielhaft soll gezeigt werden, dass ein Gebäude mit Effizienzhaus Plus Standard sich und seine vier Bewohner sowie deren Fahrzeuge (Fahrleistung von rd. 30 000 km/a) allein aus Gebäude integrierten Umweltenergien (PV-Anlage) versorgen kann und „Mehr als ein Haus“ mit Lebensqualität ist: Es besitzt unterschiedliche, zentrale Eigenschaften um seinen Beitrag an einer Umsetzung nationaler Energie- und Klimaziele zu gewährleisten: schützende Gebäudehülle, ästhetische Wohlfühloase, autarkes Kleinkraftwerk, intelligenter Energiemanager, 24-Stunden-Tankstelle, verlässliche Altersvorsorge.

Seit Eröffnung am 07. Dezember 2011 stand es der Öffentlichkeit mit einem umfassenden Veranstaltungsprogramm bis Ende Februar 2012 zur Verfügung. Im März 2012 zog für 15 Monate eine vierköpfige Familie in das Haus ein, die in einem öffentlichen Bewerbungsverfahren ermittelt wurde. Das Haus wird dauerhaft wissenschaftlich begleitet, was auch eine sozialwissenschaftliche Untersuchung der Testfamilie mit einbezieht. Erfahrungswerte für die Markteinführung dieser neuen Generation von Gebäuden und von Fahrzeugen sollen gesammelt werden, um eine zeitnahe breite Markteinführung zu erzielen.

Dieses Ziel unterstützt auch die neue BMVBS- Förderrichtlinie, die bundesweit private Modellvorhaben im Effizienzhaus Plus Standard und deren Einsatz von innovativer Technik sowie deren wissenschaftliche Untersuchung fördert. Aufgebaut werden soll ein bundesweit agierendes Netzwerk, das den kontinuierlichen Erfahrungs- und Informationsaustausch auf diesem Gebiet zwischen Politik, Wissenschaft und Gesellschaft fördern soll. Damit soll langfristig die nachhaltige Weiterentwicklung im Gebäudebereich ausgebaut werden.

Evaluierung der Deutschlandtour des BMVBS-Plusenergiehauses

Forscher, Projektleitung:	Thomas Quast, M.A. (Com.X, Bochum)
Gesamtkosten:	29 500 € (allegemeine Ressortforschung)
Laufzeit:	2010-2011

„Der Mauerwerksbau hat Zukunft.“

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger ist Inhaber des Lehrstuhls für Tragwerksplanung an der Technischen Universität Dresden. Einen Forschungsschwerpunkt stellt der Mauerwerksbau sowohl in historischen als auch neuen Gebäude dar.

Professor Jäger, das Bauwesen in Deutschland ist im internationalen Vergleich sehr heterogen in den Wandkonstruktionen. Holzbau, Mauerwerksbau, Systeme zum Ausgießen mit Frischbeton usw. Neue Häuser im Bereich des Effizienzhaus-Plus werden zurzeit vorrangig in Holzbauweise errichtet. Sehen Sie hier Chancen für den Mauerwerksbau?

Zuerst möchte ich daran erinnern, dass in der Vergangenheit und auch heute noch massive Wandkonstruktionen einen Marktanteil von ca. 85 % im Wohnungsbau der Bundesrepublik Deutschland haben. Sie haben aber recht, dass auf dem Gebiet der Effizienzhaus-Plus-Entwicklungen bisher vorrangig leichte und hochgedämmte nicht-massive Wandkonstruktionen im Vordergrund standen und man dem Mauerwerk die Erfüllung der dabei gestellten Anforderungen nicht mehr zutrauen wollte. In den letzten Jahren sind auf dem Gebiet des Mauerwerksbaus enorme Anstrengungen unternommen worden, um mit innovativen Lösungen erfolgreich im Wettbewerb bestehen zu können. So wurden Kammer-

steine entwickelt, die mit Dämmmaterial gefüllt werden, um so Dämm- und Wärmespeichereigenschaften, die den leichten Bauweisen fehlen, miteinander zu verbinden. Die Behaglichkeit spielt derzeit beim Wohnen und Arbeiten eine immer größere Rolle. Eine weitere Entwicklung sind die mehrschichtigen Steine, bei denen Trag- und Dämmfunktion in Schichten getrennt werden, allerdings mit vollem Verbund. Sie werden wie ein homogener Stein versetzt und erfüllen die Standards, die an Effizienz-Plus-Häuser gestellt werden.

Sicher sind auch Pilotprojekte des Mauerwerksbaus, die in Realisierung sind, nicht so spektakulär angekündigt und begleitet worden, wie das Effizienzhaus-Plus, das das BMVBS zusammen mit Werner Sobek in Berlin gebaut hat. Ich denke da an ein Projekt „Energieautarkes Haus“ der Firma HELMA Eigenheimbau AG aus Lehrte in Ziegelbauweise oder das Effizienzhaus Plus + der Firma XELLA.

Im Mauerwerksbau, besonders bei den Ziegelherstellern, ist eine Tendenz zur Reduzierung von Stoß- und Lagerfugen zu beobachten? Wie geht es hier weiter?



Die Fugen sind im Mauerwerk ein notwendiges Übel, um Toleranzen der Steine auszugleichen und eine kraftschlüssige, vollflächige Verbindung in vertikaler und horizontaler Richtung zu gewährleisten. Allerdings stellen sie auch Wärmebrücken dar, die sich unangenehm auswirken können, weshalb man bestrebt ist, die Fugendicke zu verringern, soweit es von den Toleranzen her geht. Leider gehen mit der Reduzierung der Mörteldicke auch die hinsichtlich der Spannungsspitzen ausgleichenden Eigenschaften der Fuge verloren. Wegen des Arbeitsaufwandes hat man in der Vergangenheit schon auf das Füllen der Stoßfugen mit Mörtel verzichtet. Ließe man den Mörtel in der Lagerfuge noch weg, wären wir beim Trockenmauerwerk, das allerdings mit einem Festigkeitsabfall verbunden ist. So wird man zukünftig – zumindest bei Leichtbeton, Porenbeton und Ziegel – nicht ganz auf die Fuge verzichten können. Eine Möglichkeit ist das Verkleben mit beispielsweise PUR-Schaum, was aber zu einem nichtlösbaren Verbund führt, der beim Rückführen am Ende des Lebenszyklus störend ist. Wir brauchen also zukünftig eine Fuge, die dünn und rationell aufgebracht werden kann, möglichst keine Feuchtigkeit einträgt, die erforderlichen mechanischen Eigenschaften insbesondere hinsichtlich der Haftscherfestigkeit gewährleistet und sich am Ende einfach wieder lösen lässt. Es müsste mir nur noch gelingen, jemanden von dieser Vision, die mir nicht unrealistisch erscheint, zu begeistern.

Eines Ihrer aktuellen Projekte in der Forschungsinitiative beschäftigt sich mit der Verbesserung des thermischen Speicherungsvermögens im Mauerwerk über latente Wärmespeicher. Steht hier eine baustoffliche Revolution vor der Tür?

Bisher war es immer das Ziel, die Transmissionswärmeverluste durch die Wand und die anschließenden Bauteile zu reduzieren. Mit dem zunehmenden Interesse am ganzjährigen Wärmeschutz und an der Behaglichkeit rückt die wärmespeichernde Eigenschaft von Massivkonstruktionen wieder mehr in den Fokus unserer Überlegungen. Beim energieautarken Haus kommt jedoch noch die große Frage der Wärme- und Energiespeicherung dazu, wenn man von immer mehr abnehmenden Einspeisevergütungen für selbstproduzierte Energie ausgeht. Hier steht meiner Meinung nach nicht nur eine baustoffliche, sondern auch eine konstruktive Revolution bevor. Die Integration der Wärme- und Energiespeicherung dezentral im eigenen Gebäude wird die Lösung der Zukunft sein, zu der der Massivbau einen gewichtigen Beitrag leisten wird und kann. Mein Team will mit dem besagten Vorhaben hier mit der Verbindung der Funktionen Tragen, Dämmen und Speichern in der Wand beginnen, um dann später stärker in den konstruktiven Bereich hinein zu kommen.





Im Test:
ein voll rezyklierbares, modulares, massives Bausystem

Forschung und Lehre sind in der Ausbildung eng verbunden. Welche Schwerpunkte sehen Sie als Hochschullehrer in der Ausbildung?

Wir müssen dringend den neuen Tendenzen im Bauen mehr Bedeutung beimessen, allerdings ohne die Grundlagen dafür zu vergessen oder das Künstlerische zu vernachlässigen. Ergebnisse der Forschungsinitiative sollten noch stärker in der Breite eingebunden werden. Meine Mitarbeiter und ich haben dabei durchaus positive Erfahrungen gemacht. Das Interesse am Nachhaltigen Bauen ist auch bei den Studenten groß, ebenso wie die Freude am Experimentieren. Wenn man mit den Studenten zum Thema Nachhaltigkeit und Energieeffizienz arbeiten will und damit die Zusammenhänge verstanden werden, müssen jedoch gewisse Kenntnisse vom Bauen, von den Konstruktionen und den Planungsabläufen bekannt sein. Während sich die Ausbildung in der Bauphysik inzwischen sehr stark an den Fragen der Energieverluste und deren Reduzierung orientiert und dort ein guter Stand erreicht ist, müssen bei den Baustoffen, den Baukonstruktionen und auch bei den einzelnen Bauarten stärker Fragen der Lebenszyklusbetrachtung einfließen. Dabei ist es unsere Verantwortung als Hochschullehrer, nicht das „Schönreden“, was wir gerade machen, zu fördern, sondern die zukünftigen Absolventen zum Umdenken zu

bringen. Wer soll sonst, wenn nicht unsere Absolventen, zukünftig die Veränderungen an den fest eingefahrenen Bauarten in der Praxis vom Bauherrn bis zur Baufirma durchsetzen?

Die Abschlussfragen: Wie wohnen Sie? Sind ihre Wünsche erfüllt?

Sehr schön, in einem von meiner Familie noch vor der Wende selbst restaurierten Winzerhaus am Fuße der weinbewachsenen Hänge des Elbtals in Radebeul. Das Haus ist nach dem 30-jährigen Krieg um 1654 als zweigeschossige Fachwerkkonstruktion mit steilem Walmdach errichtet worden. Es zählt zu den ersten in dieser Gegend. Und Sie können sich sicher vorstellen, dass es da schwierig ist, in und um das Haus herum heute etwas zu machen, was zur Verringerung des derzeitigen Energieverbrauchs beiträgt. Da sind derzeit noch Wünsche offen. Anlagentechnisch wollen wir demnächst noch etwas tun, vielleicht auch die Innendämmung der Außenwände verstärken und die sommerliche Wärme im Dachraum nutzen.





Energieeffiziente Bürogebäude sollen eine hohe Nutzungsqualität aufweisen und insbesondere gute Temperatur- und Luftverhältnisse für eine förderliche Arbeitsumgebung bieten. Zur Evaluierung stand bislang kein geeignetes Verfahren zur Verfügung, das die Nutzerzufriedenheit adäquat erfasst und darüber hinaus in das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) für Büro- und Verwaltungsgebäude integriert werden kann.

Nutzerzufriedenheit als ein Indikator für die Beschreibung und Beurteilung der sozialen Dimension der Nachhaltigkeit

Bewertung von Aspekten der soziokulturellen Nachhaltigkeit im laufenden Gebäudebetrieb auf Basis von Nutzerbefragungen

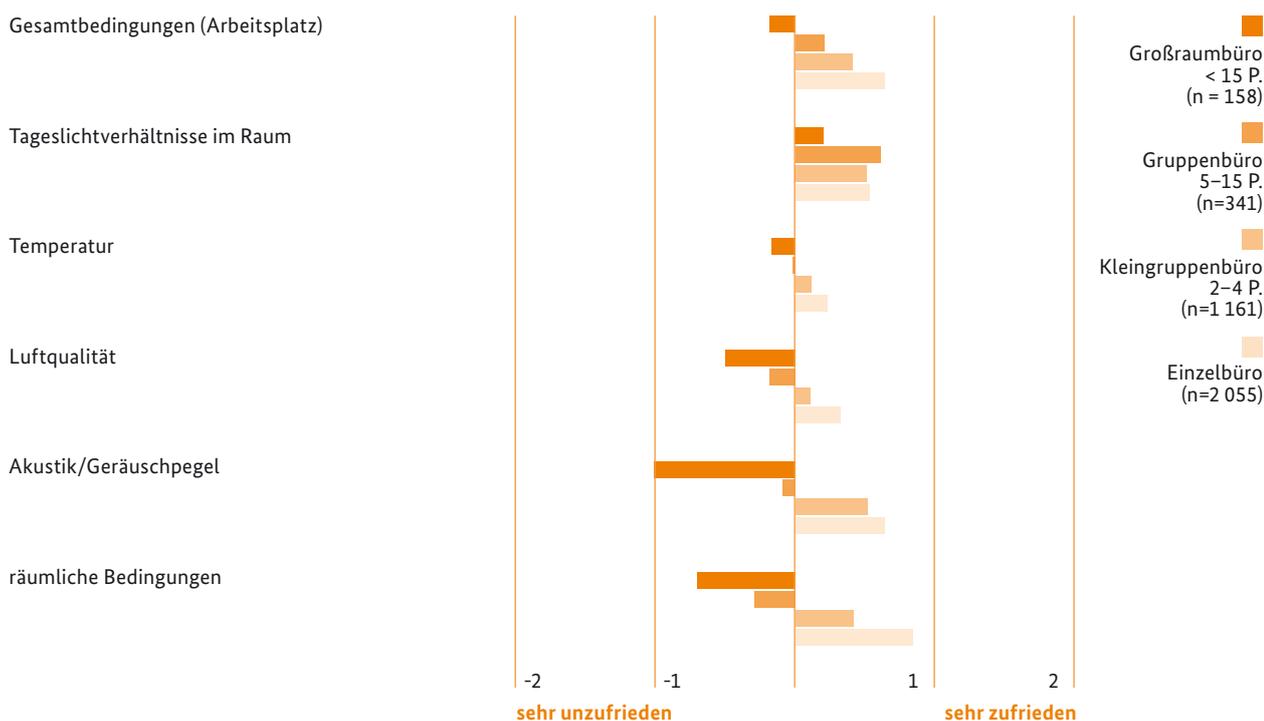
Karin Schakib-Ekbatan,
Karlsruher Institut für Technologie KIT – Fachgebiet Bauphysik und Technischer Ausbau

Mit dem Fokus auf energieoptimiertes Bauen wurden am Fachgebiet Bauphysik und Technischer Ausbau des Karlsruher Instituts für Technologie in 45 Gebäuden unterschiedlichen Energiestandards Nutzerbefragungen zum Komfort am Arbeitsplatz durchgeführt. Eine wesentliche Erkenntnis ist, dass die prognostizierte soziokulturelle Qualität eines Gebäudes und die Nutzerzufriedenheit im realen Betrieb häufig auseinander klaffen. Darüber hinaus wurde der Bedarf an einem kosten- und zeitsparenden Befragungsinstrument deutlich, das inhaltlich mit dem Bereich ‚soziokulturelle Qualität‘ des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) für Büro- und Verwaltungsgebäude kompatibel ist.

Es wurde ein praktikables Verfahren zur Bewertung der Gebäude-Performanz aus Nutzersicht entwickelt, das belastbare Aussagen über die alltägliche Erfahrung mit Komfortbedingungen des unmittelbaren Arbeitsplatzes sowie des Gebäudes insgesamt liefert. Darüber hinaus wurde ein Gesamtindex entwickelt, aus dem Benchmarks für die Gebäudebewertung abgeleitet werden können. Der Index steht als orientierende Information und Entschei-

dungskriterium für die Portfolio-Analyse, Bestandsverwaltung und zur Evaluation bei der Anmietung zur Verfügung. Aus den Projektarbeiten ist das Instrument für Nutzerbefragungen zum Komfort am Arbeitsplatz – INKA – hervorgegangen. Zu den Materialien gehört neben einem Fragebogen in Papierversion und einer online-Version ein Reportblatt (s. Bild 1) sowie ein Leitfaden mit Informationen zur Durchführung und Auswertung von Befragungen. Die Materialien stehen zum Download zur Verfügung und wurden im Rahmen des hier vorgestellten Projektes aktualisiert.

Schwerpunkt des Projektes „Bewertung von Aspekten der soziokulturellen Nachhaltigkeit im laufenden Gebäudebetrieb auf Basis von Nutzerbefragungen“ war die Überprüfung des prognostizierten Komforts aus der Planungsphase. Zentrale Frage ist: Wie bewährt sich das Gebäude aus Nutzersicht im laufenden Betrieb? Mit Hilfe von Nutzerzufriedenheitsanalysen sollen subjektive Bewertungen erhoben und den ermittelten Ergebnissen aus dem Zertifizierungsprozess für Neubauten gegenüber gestellt werden.



An sechs zertifizierten Gebäuden wurden im Sommer 2010 und Winter 2011 Befragungen in zertifizierten Gebäuden durchgeführt und die Integration in das Bewertungssystem exemplarisch nachvollzogen. Für belastbare Analysen wurde die Datenbasis des fbta mit Feldstudien von 2004 bis 2011 zu energieoptimierten Gebäuden und konventionellen Bestandsgebäuden hinzugenommen. Nachfolgend sind die Projektziele, Ergebnisse und Empfehlungen im Einzelnen dargestellt.

Abgleich der Inhalte des Fragebogens mit der Kriteriengruppe „Soziokulturelle und funktionelle Qualität“

Die erfragten Komfortaspekte wie Temperatur, Licht, Luftqualität und akustischer Komfort sind weitestgehend kompatibel mit Beschreibungsmerkmalen der soziokulturellen Qualität im „Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen“ (BNB) für Büro- und Verwaltungsbauten. Hierzu zählt auch die Einflussnahme der Nutzer; ein Aspekt, der sich in vielen Studien als außerordentlich wichtig für die Zufriedenheitsbewertung erwiesen hat. Darüber hinaus zeigten sich die Möblierung und Gestaltung von Büros und die räumlichen Bedingungen als hochrelevante Faktoren bei der Zufriedenheitsbewertung (s. Bild 2 und 3).

Identifizierung von Modifizierungsansätzen hinsichtlich der erfassten Kriterien des Zertifizierungsansatzes (z. B. Spektrum der Einzelkriterien, Gewichtungsfaktoren)

Ein wesentlicher Befund ist, dass die einfache Gewichtung des Aspektes Akustik im Zertifizierungsverfahren die reale Bedeutung für die Nutzerzufriedenheit deutlich unterschätzt. Hier sollte eine Anpassung im Zertifizierungsverfahren erfolgen.

Ansätze zur Modularisierbarkeit des Befragungsinstrumentes (Prozessqualität)

Für eine flexible Handhabung der Nutzerbefragung ergab die Datenanalyse die Möglichkeit, neben einer zu empfehlenden umfassenden Erstbefragung mit einem Gesamt-Index bei Bedarf eine reduzierte Befragung mit einem Teilindex zu Komfortaspekten der ambienten Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftqualität, Licht und Akustik/Geräuschpegel) im Rahmen eines regelmäßigen Monitorings alle drei Jahre oder bei Bedarf – bei-

spielsweise nach erfolgter Maßnahme zur Verbesserung der Luftqualität – durchzuführen.

Einbindung von Ergebnissen aus Nutzerzufriedenheitsanalysen in das Bewertungssystem für Bestandsgebäude (Objektqualität)

Die Festlegung von Soll-Werten für subjektive Nutzer-voten ist nicht unproblematisch. Aufgrund der kleinen Gebäuestichprobe ist es schwierig, das erreichbare Maximum in Nutzerbefragungen zu bestimmen. Die vorgeschlagene Umrechnung (s. Schakib-Ekbatan, Wagner & Lützkendorf, 2011) fußt auf der Berücksichtigung bisheriger Feldstudien, inhaltlicher Argumente und versteht sich als tentatives Verfahren. Es wird empfohlen, weitere Gebäudedaten zentral zu sammeln und Berechnungsgrundlagen gegebenenfalls zu modifizieren.

Schulung der Auditoren

Um die Durchführung von Befragungen in den Gebäuden für die Bewertung im Zertifizierungsverfahren besser beurteilen zu können, wird empfohlen, den Auditoren entsprechende Grundkenntnisse zu vermitteln.

Der laufende Gebäudebetrieb hat sich als Stellschraube erwiesen, um angestrebte Nachhaltigkeitsziele im Bereich des Arbeitsplatzkomforts zu erreichen. Die Einbindung der Nutzer stellt im Gebäude-Monitoring eine informative Quelle dar, um Optimierungsprozesse anzuregen. Als systematisches Vorgehen wird mit dem Instrument INKA ein wesentlicher Schritt in Richtung einer umfassenden Gebäudebewertung aus Nutzerperspektive im Sinne der Nachhaltigkeit initiiert: als wichtiger Bestandteil im Zertifizierungsverfahren, als praktikables Bewertungsverfahren für die Immobilienwirtschaft und zum Aufbau einer umfangreichen Datenbank für vergleichende Gebäudeanalysen.

Projekt 1 Kurztitel: Z 6 – 10.08.18.7-08.8/II 2 – F20-08-09

Forscher:	(Karlsruher Institut für Technologie KIT – Fachgebiet Bau-physik und Technischer Ausbau) B. A. Soc. Sc. Karin Schakib-Ekbatan, Dipl. Ing. Phys. Cédrine Lussac, Dipl. Ing. (FH) Thomas Gropp
Mitwirkung:	(Karlsruher Institut für Technologie KIT – Stiftungslehrstuhl Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus) Prof. T. Lützkendorf, Dipl. Ing. Jan Zak
Projektleiter:	(Karlsruher Institut für Technologie KIT – Fachgebiet Bau-physik und Technischer Ausbau) Prof. A. Wagner
Gesamtkosten:	108 600 €
Bundeszuschuss:	76 020 €
Industriepartner:	bauperformance GmbH
Projektlaufzeit:	bis 2010

Projekt 2 Kurztitel: NuBeFra Az SF – 10.08.18.7-10.8

Forscher:	(Karlsruher Institut für Technologie KIT – Fachgebiet Bau-physik und Technischer Ausbau) B. A. Soc. Sc. Karin Schakib-Ekbatan, Dipl. Ing. Phys. Cédrine Lussac, Dipl. Ing. (FH) Thomas Gropp
Mitwirkung:	(Karlsruher Institut für Technologie KIT – Stiftungslehrstuhl Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus) Prof. T. Lützkendorf, Dipl. Ing. Matthias
Projektleiter:	(Karlsruher Institut für Technologie KIT – Fachgebiet Bau-physik und Technischer Ausbau) Prof. A. Wagner
Gesamtkosten:	116 623,00 €
Anteil Bundeszuschuss:	80 533,00 €
Projektlaufzeit:	bis 2011

Dipl.-Ing. Architekt Hans-Otto Kraus ist Technischer Geschäftsführer der GWG – Städtische Wohnungsgesellschaft München mbH. Herr Kraus leitet als Moderator die Arbeitsgruppe Nachhaltiger Wohnungsbau, die – mit wissenschaftlicher Unterstützung im Rahmen eines Projektes der Forschungsinitiative Zukunft Bau – ein Bewertungssystem für den nachhaltigen Wohnungsbau entwickelte.

Was waren die Gründe für die Wohnungswirtschaft, sich intensiv mit dem Thema einer Nachhaltigkeitsbewertung für den Wohnungsbau auseinanderzusetzen? Welche Chancen und Risiken wurden dabei gesehen?

Die organisierte Wohnungswirtschaft sah sich mit der Tatsache konfrontiert, dass die DGNB ein Zertifizierungssystem für Wohngebäude ohne die Mitwirkung der Wohnungswirtschaft entwickelte. Da die Wohnungswirtschaft seit Jahrzehnten eine Bewirtschaftung i. S. der Nachhaltigkeit praktiziert, sah sie sich als wesentlichen Akteur in diesem Feld, der seine Erfahrungen und Kompetenzen einbringen muss. In Zusammenarbeit mit dem BMVBS konnte ein Verfahren zur Bewertung der Nachhaltigkeit im Wohnungsneubau entwickelt werden. Die Risiken bei solch einem Unterfangen sind vielfältig: z. B. die Stimmigkeit der Kriterien zu erreichen, keine zusätzlichen kostenträchtigen Standards zu initiieren, das richtige sozial-kulturelle Wertesystem bei den Indikatoren zu treffen. Die Chancen bestehen u. a. darin, mehr Transparenz und Vergleichbarkeit bei den Produkten zu schaffen, Handlungsleitfäden zur Nachhaltigkeit für Bauherren und Bauschaffende zu generieren, die Prozessqualität i. S. der Nachhaltigkeit bei Planung, Erstellung und Nutzung zu erhöhen und schließlich die Diskussion zum Nachhaltigen Bauen zu qualifizieren.

Wie setzte sich die Arbeitsgruppe zusammen und welche Aufgabenstellung resultierte daraus?

Neben den Vertretern des BMVBS und des BBR waren vor allem die wohnungswirtschaftlichen Verbände, wie GdW, BFW, Haus und Grund und Wohnungsunternehmen vertreten sowie von der Verbraucherseite u. a. der Deutsche Mieterbund und die Verbraucherzentrale. Deshalb war die Aufgabenstellung, eine möglichst komplexe Betrachtung der Nachhaltigkeit zu pflegen und Einzelinteressen gründlich abzuwägen. Hierbei kam es für uns darauf an, die Belange der sozialorientierten „Bestandshalter“ einzubringen.

„Die testierte Nachhaltigkeit wird Investoren überzeugen.“





Welche Fragestellungen standen im Vordergrund der Systementwicklung? Welche Qualitäten spielen aus Sicht der Wohnungswirtschaft eine besondere Rolle?

Besondere Aufmerksamkeit widmeten wir den Fragen der Messbarkeit verschiedener Kriterien. Aufgrund z. T. fehlender objektiver Daten bzw. Indikatoren haben wir uns entschieden, messbare Eigenschaften zu bewerten und nicht messbare nur beschreibend aufzunehmen. Für die Wohnungswirtschaft war von besonderem Interesse, Wohnqualität, Langzeitverhalten und Wirtschaftlichkeit zu erfassen. Darüber hinaus lag uns daran, ein System zur Dokumentation der Nachhaltigkeits-Qualitäten zu kreieren, das vom Aufwand und den Kosten her auch für kleinere Baumaßnahmen vertretbar ist.

Die Systematik der Bewertung unterscheidet sich deutlich vom Bewertungssystem BNB für Büro- und Verwaltungsbauten. Worin liegen die Besonderheiten des Bewertungssystems Nachhaltiger Wohnungsbau?

Der größte Unterschied liegt wohl in der Bewertung der langfristigen Wirtschaftlichkeit und in der Beurteilung der Wertbeständigkeit. Zusätzlich lässt sich über die Kriterien ein Stärken- Schwächenprofil der Gebäude generieren, das zusätzlich die Übererfüllung einzelner Kriterien abbilden lässt.

Das Bewertungssystem wurde in einer Erstanwendung evaluiert. Welche Ergebnisse ergeben sich daraus für die weitere Praxisanwendung?

Die Erstanwendungen haben gezeigt, dass Objekte, die ohne die jetzt festgelegten Kriterien geplant und gebaut wurden, durchaus ein Siegel zur Bestätigung der Nachhaltigkeit erhalten können. Bei den Pilotprojekten handelt es sich durchweg um sorgfältig und verantwortungsbewusst entwickelte Projekte – freifinanziert und öffentlich gefördert – die im allgemeinen Kostenrahmen liegen. Außer-

dem wurde deutlich, dass bei frühzeitiger Anwendung der Kriterienliste erheblicher Aufwand bei der Datenerhebung und der Dokumentation gespart werden kann. Des Weiteren haben alle Anwender bestätigt, dass allein die Abarbeitung der Kriterienlisten eine qualitätvolle Projektentwicklung und –abwicklung ermöglicht. Damit gäbe es einen Leitfaden, der für alle Beteiligten sinnvoll und nützlich sei.

Wer wird die zukünftige Trägerschaft für das Bewertungssystem Nachhaltiger Wohnungsbau übernehmen und wie wird die Umsetzung in die Praxis gestaltet?

Hierzu wurde im Verbund der schon bisher beteiligten Verbände ein Verein „Nawoh“ gegründet, der die notwendige Struktur bildet, um die erforderlichen Verfahren, Zulassungen, Regularien und Kostenverteilungen zu regeln. Federführend wird hier der GdW sein. Die Bezeichnung „Qualitätssiegel Nachhaltiger Wohnungsbau“ gilt für das entsprechende Siegel. Wir erwarten, dass jetzt nach der Pilotphase private Bauherren oder Wohnungsunternehmen für ihre Projekte Anträge zur Aufnahme in das Bewertungssystem stellen und ggfs. auch eine Testierung mit Siegel anstreben. Denn die testierte Nachhaltigkeit wird sowohl die Investoren davon überzeugen, das Objekt richtig entwickelt zu haben, und den Nutzern bestätigen, dass die gemietete bzw. gekaufte Qualität tatsächlich nachhaltig ist.

Wie wohnen Sie? Sind Ihre Wünsche erfüllt?

Ich wohne zur Miete in der Stadt und bin sehr zufrieden. Der Balkon bietet Aussicht und Aufenthalt im Freien, die Lage kurze Wege in das Stadtzentrum und zur Isar.

Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2011

Nachhaltiges Bauen des Bundes –
auf dem Weg zur erfolgreichen Umsetzung

Dipl.-Ing. Andreas Rietz, Architekt BDB
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumplanung
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBSR)

Umwelt- und Klimaschutz, Energie- und Ressourceneffizienz, klimaangepasstes Bauen sowie demografischer Wandel erfordern innovative Planungskonzepte für die Gebäude von morgen. Mit dem aktualisierten Leitfaden Nachhaltiges Bauen erfährt der Gedanke der ganzheitlichen Betrachtung und Bewertung bei Gebäuden des Bundes eine besondere Bedeutung. Seit seiner Einführung im März 2011 konnten wesentliche Schritte für die Umsetzung im Bundesbau auf den Weg gebracht werden.

Der Bund bekennt sich seit Langem zu seiner Vorbildfunktion im nachhaltigen und energieeffizienten Bauen. Der Leitfaden Nachhaltiges Bauen wurde umfassend überarbeitet und vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) mit Erlass vom März 2011 für die Bundesbauverwaltung verpflichtend eingeführt. Damit setzt der Bund nachhaltiges Bauen in konkretes Verwaltungshandeln um. Der Leitfaden vermittelt einleitend allgemeingültige Grundlagen des nachhaltigen Bauens (Teil A Grundsätze) und stellt im Weiteren eine Handlungsanleitung für die obersten Bauverwaltungen des Bundes dar. Dort definiert er verbindliche Mindestanforderungen sowie einzuhaltende Zielvorgaben und regelt die Umsetzung des nachhaltigen Bauens von der ersten Planungsphase bis zur Nachhaltigkeitsbewertung nach der Gebäudefertigstellung (Teil B Neubau). Grundlage dazu bildet das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen des Bundes (BNB). Mit Erlass vom 14. Mai 2012 ist der Leitfaden Nachhaltiges Bauen nunmehr bei allen großen Neubaumaßnahmen von Büro- und Verwaltungsgebäuden einzuhalten.





Links: Hauptzollamt Hamburg
oben: Paul-Wunderlich-Haus, Eberswalde
mitte: Universität Regensburg
unten: HZA Rosenheim

Konnte das BMVBS 2001 mit den formulierten Zielen und Anforderungen im ersten Leitfaden Nachhaltiges Bauen in der Fachöffentlichkeit bereits deutliche Impulse im Sinne des nachhaltigen Bauens setzen, entwickelte er sich in Verbindung mit dem Bewertungssystem BNB zu einem Instrument der Qualitätssteuerung und -kontrolle. Die im Leitfaden formulierten Methoden und Verfahren orientieren sich an der chronologischen Abfolge der Planungsphasen bei Neubaumaßnahmen nach der RBBau bzw. der HOAI. Mit den nachgeführten Teilen C „Empfehlungen für das nachhaltige Nutzen und Betreiben von Gebäuden“ und D „Bauen im Bestand“ liegt Anfang 2013 eine komplexe Handlungsanleitung zum nachhaltigen Bauen vor. Zeitgleich stehen auch die zugehörigen Bewertungsmodulare mit den entsprechenden Kriteriensteckbriefen zur Verfügung.

Eine erfolgreiche Umsetzung kann nur mit hoher fachlicher Kompetenz in den Bundesbauverwaltungen gelingen. Mit der Entwicklung eines Curriculums wurde 2011 ein Ausbildungsprozess gestartet, der sich primär an die dortigen Projektleitungen richtet. Die Ausbildung zum BNB-Nachhaltigkeitskoordinator besteht aus insgesamt vier aufeinander aufbauenden Lehrmodulen, einem Grundlagenmodul und drei Fachmodulen zur Anwendung des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen, die an jeweils zwei Tagen geschult werden. Das erlernte Wissen muss über eine praktische Hausarbeit sowie eine mündliche und schriftliche Prüfung nachgewiesen werden. Bisher haben bereits über 140 Mitarbeiter der Bundesbauabteilungen die Ausbildung erfolgreich absolviert und wenden das erlernte Wissen in verschiedensten Projekten des Bundes an.

Mit dem „Netzwerk Nachhaltiger Bundesbau“ wird derzeit eine interne Arbeitsplattform für die ausgebildeten Nachhaltigkeitskoordinatoren im Rahmen des Informationsportals Nachhaltiges Bauen aufgebaut. Ziel ist es, zukünftig die praktischen Erfahrungen aus den begleiteten Projekten bestmöglich verfügbar zu machen und inhaltliche Fragestellungen aus der Umsetzung des Bewertungssystems übergreifend diskutieren zu können.

Um der Vorbildrolle des Bundes gerecht zu werden, muss neben der Erarbeitung der theoretischen Grundlagen zur Nachhaltigkeit von Bauwerken sowie der damit einhergehenden Ausbildung, die praktische Umsetzung der im Leitfaden Nachhaltiges Bauen verbindlich definierten

Anforderungen – Mindestniveau Silber im Neubau – an konkreten Bauvorhaben vorangetrieben werden. Derzeit werden die folgenden Verwaltungsgebäude in Planung und Ausführung intensiv begleitet:

- Bundesministerium für Bildung und Forschung in Berlin,
- Ersatzneubau Umweltbundesamt „UBA 2019“ Berlin,
- Erweiterungsneubau und Bestandssanierung Umweltbundesamt Berlin,
- Erweiterungsneubau UN Campus in Bonn,
- Erweiterungsneubau Bundesamt für Justiz Bonn,
- Erweiterungsbau Umweltbundesamt in Dessau-Roßlau,
- Erweiterungsbau Bundesamt für Strahlenschutz in Salzgitter und
- Erweiterungsbau Bundesministerium für Arbeit und Soziales in Berlin.

Darüber hinaus wird das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen freiwillig bei Baumaßnahmen angewendet, für die die aktuelle Erlasslage des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung bisher noch keine Regelungen getroffen hat:

- Neubau des Vorstandsgebäude des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (Zuwendungsbaumaßnahme) in Köln,
- Ersatzneubau Umweltbundesamt Messstation „Schauinsland“,
- Neubau Umweltbundesamt, Messstation „Zingst“ und die
- Sanierung der Deutschen Botschaft in Washington.

Dazu wurden teilweise bereits in den Wettbewerbsverfahren – neben den bisher üblichen Fragestellungen zu städtebaulichen und gestalterischen Qualitäten – auch die ökologischen, ökonomischen, soziokulturellen und funktionalen Aspekte sowie die technische Qualität und die Prozessqualität einbezogen. Ebenso wurden Abschätzungen zu Ökobilanzierung und Lebenszykluskostenrechnung sowie soziokulturellen Fragen als verbindliche Anforderungen im Planungswettbewerb adressiert. Im Leitfaden werden Kernkriterien für die Berücksichtigung im Wettbewerb definiert, anhand derer die Umsetzung der Anforderungen an die Nachhaltigkeit in einer solch frühen Phase geprüft werden kann. Die spätere Kontrolle der Umsetzung der im

Wettbewerb festgelegten Anforderungen ist mittels der angebotenen und ausgeführten Leistungen zu gewährleisten, die Ergebnisse sind entsprechend zu dokumentieren. Wichtige Aspekte sind dabei die Gewichtung von einzelnen Wettbewerbskriterien zueinander sowie die Zusammensetzung der Fachjury hinsichtlich der Vorkenntnisse zu den genannten Nachhaltigkeitsqualitäten.

Im Rahmen der Bautec 2012 konnte für das Hauptzollamt Hamburg eine Urkunde mit einer Gebäudenote von 1,9 und damit einer Bewertung in Silber nach dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (Version 2011) übergeben werden. Bereits in der Auslobung des Realisierungswettbewerbs im Dezember 2006 wurden mit Verweis auf den Leitfaden 2001 ausgewählte Gebäudequalitäten gefordert. Sehr gute Ergebnisse erreichte das Gebäude in den Bereichen Ökobilanz sowie gebäudebezogene Lebenszykluskosten. Letzteres ist insbesondere auf die sehr günstigen Herstellungskosten zurückzuführen. Aber auch andere Einzelaspekte dokumentieren den guten Standard. So ist zum Beispiel das gesamte Gebäude einschließlich der Tiefgarage barrierefrei erschlossen. Im Bereich der Prozessqualität konnten die Aspekte der integralen Planung sowie der Komplexität und Optimierung der Planung sehr positiv bewertet werden.

Das Vorbild des Bundes zeigt Wirkung. Einzelne Bundesländer starten verstärkt Aktivitäten hinsichtlich einer Nachhaltigkeitsbewertung ausgewählter Landesbaumaßnahmen. Über die Mitwirkung der Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen in der Projektgruppe „Bauen für die Zukunft – Nachhaltiges Bauen“ im Ausschuss für den Staatlichen Hochbau (ASH) der Bauministerkonferenz wird ein intensiver Austausch mit den Bundesländern sichergestellt. Hier werden u. a. Fragen zur vereinheitlichten Regelfindung diskutiert.

Im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau hat das BMVBS die vorhandenen Instrumente und Arbeitshilfen stetig fortentwickeln lassen. Derzeit laufen die Entwicklungen und Systemerprobungen für die Bewertungssystemvarianten

- „Neubau von Unterrichtsgebäuden“ und
- „Forschungs- und Laborbauten“.

Für die Gebäudekategorie „Überbetriebliche Ausbildungsstätten“ wird noch in diesem Jahr ein Systemvorschlag erwartet, der im Anschluss ebenfalls in eine Erprobung geht und nach Feststellung der Anwendungsreife voraussichtlich Ende 2013 zur Verfügung gestellt werden kann.

Nunmehr stehen neben der Einführung und Schulung fertig gestellter Systemvarianten insbesondere Maßnahmen zur Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit und Vernetzung der vorhandenen Instrumente im Vordergrund. Hierzu zählt neben dem weiteren Ausbau des Informationsportals Nachhaltiges Bauen und des Netzwerkes Nachhaltiger Bundesbau insbesondere die Entwicklung eines rechnerbasierten Bewertungs- und Dokumentationsinstrumentes, das in den Bundesbauverwaltungen die effiziente Umsetzung der Anforderungen aus dem Leitfaden Nachhaltiges Bauen in jeder Projektphase sicherstellen soll.



**Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen –
Erprobung des Systementwurfs „Nachhaltige Unterrichtsgebäude“**

Forscher:	Life Cycle Engineering Experts GmbH (LCEE)
Projektleitung:	Dr.-Ing. Carmen Schneider Dipl.-Wirt.-Ing. Torsten Mielecke
Gesamtkosten:	68 955 €
Projektlaufzeit:	08/2011 bis 11/2012

**Entwicklung und Erprobung eines Bewertungssystem
„BNB für Forschungs- und Laborgebäude“**

Forscher:	ee concept GmbH
Projektleitung:	Dipl. Architektin ETH Andrea Georgi-Tomas
Mitwirkung:	Dipl.-Ing. Laura Rechert
Gesamtkosten:	59 464 €
Projektlaufzeit:	08/2011 bis 04/2013

**Entwicklung des „Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen für
Überbetriebliche Berufsbildungsstätten“**

Forscher:	Steinbeis-Hochschule-Berlin GmbH, Steinbeis-Transfer-Institut Bau- und Immobilienwirtschaft
Projektleitung:	Dipl.-Ing. Bernd Landgraf
Mitwirkung:	Gerd Priebe Architects and Consultants (GPAC)
Gesamtkosten:	54 978 €
Projektlaufzeit:	08/2012 bis 12/2012

Wecobis und Ökobau.dat: Wissen was im Baustoff steckt.

Mit WECOBIS, dem webbasierten ökologischen Baustoffinformationssystem und der Ökobau.dat, einer Baustoffdatenbank für die Bestimmung globaler ökologischer Umweltwirkungen, stellt der Bund zwei Hilfsmittel bereit, die bei ökologischen und gesundheitsrelevanten Fragestellungen zur Bauproduktfindung wichtige Daten und Informationen zur Verfügung stellen. Beide Informationsplattformen werden im Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB) des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) verwendet. Sowohl WECOBIS als auch Ökobau.dat wurden im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau initiiert und werden laufend um neue oder aktualisierte Daten ergänzt und aktuellen Entwicklungen, wie z. B. europäischen Normungsprozessen, angepasst.

Tanja Brockmann, Claus Asam,
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumplanung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBSR)

WECOBIS

Im Planungsprozess spielt die Auswahl von Produkten nach ökologischen und gesundheitsrelevanten Aspekten eine immer bedeutendere Rolle. In der Fülle an verfügbaren Informationen, wie z. B. Umwelt- und Gütesiegel, Produktdatenblätter, Herstellerinformationen und Regelwerke, ist es jedoch schwierig, die geeigneten Informationen herauszufiltern. Die Internetplattform WECOBIS, in Kooperation betrieben durch das BMVBS und die Bayerische Architektenkammer (ByAk), bietet hier ab 2013 mit einer neuen überarbeiteten Version eine wichtige Hilfestellung mit herstellerneutralen und strukturiert aufbereiteten Informationen zu Umwelt- und Gesundheitsaspekten der wichtigsten Bauproduktgruppen.

Der Nutzer findet im WECOBIS u. a. Aktuelles zu neuartigen Produktgruppen (z. B. Aerogele). Weiterhin findet er Antworten zu typischen Fragestellungen: Gibt es für das betrachtete Produkt ein Ökolabel? Wie viel Energie steckt in einem Ziegelstein? Welche Anstriche sind unbedenklich?

Mit den nach Bauproduktgruppen und Grundstoffen gegliederten Informationen (Tabelle 1) ist es möglich, ein Bauwerk hinsichtlich der verwendeten Materialien nahezu vollständig zu beschreiben.

WECOBIS beschreibt alle Baustoff-Datensätze gegliedert nach deren Lebenszyklusphasen. Dies bedeutet, dass zu den Bauproduktgruppen und Grundstoffen für die jeweilige Lebenszyklusphase umwelt- und gesundheitsrelevante

Informationen geliefert werden. Von den verwendeten Rohstoffen über die Herstellung, Verarbeitung und Nutzung bis hin zur Nachnutzung werden eine Vielzahl von Einzelaspekten erläutert. Neben Standardinformationen wie Produkt- und Begriffsdefinition werden Hinweise für die herstellernerneutrale ökologische Produktauswahl, Verweise auf Umweltproduktdeklarationen sowie auf Werte in der Ökobau.dat gegeben. Verarbeitungsempfehlungen für die Praxis und arbeitshygienische Risiken werden im Rahmen der langjährigen Kooperation durch die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft ergänzt. Hinweise zu Wiederverwendung bzw. -verwertung und Umwelt- und Gesundheitsrisiken bei Nutzung und Nachnutzung schließen die Lebenszyklusinformationen.

Falls gesuchte Informationen nicht auffindbar sein sollten, steht die Geschäftsstelle WECOBIS bereit, um die Wissenslücke zu füllen. Neben Beratungen übernimmt die beim BBSR eingerichtete Geschäftsstelle WECOBIS zusammen mit der Bayerischen Architektenkammer die Chefredaktion für die Bauproduktgruppeninformationen. Die umfangreichen Beiträge werden durch Fachredakteure erstellt. Darüber hinaus sorgt ein wissenschaftlicher Beirat für Transparenz und zusätzlichen fachlichen Input für die Weiterentwicklung von WECOBIS.

Ökobau.dat

Im Rahmen des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB) des BMVBS bildet die Bewertung der ökologischen Qualität eines Gebäudes einen wesentlichen Bestandteil. Die ökologische Qualität unterteilt



WECOBIS –

Bauproduktgruppen und Grundstoffe

Bauproduktgruppen (133 Datensätze)

- Bauplatten
(Basis auf Gips, Zement, Holz, Kunststoff)
- Bodenbeläge
(textil, elastisch, mineralisch, Holzbasis)
- Dämmstoffe
(mineralisch, synthetisch, nachwachsend)
- Dichtungen, Abdichtungen
(Anstriche, Bahnen, Beläge, Dichtstoffe)
- Holz- und Holzwerkstoffe
(Bindemittel, Hobelware, Spanwerkstoffe, Faserwerkstoffe, Lagenhölzer)
- Klebstoffe
(z. B. Dispersions-, Epoxidharzklebstoffe)
- Massivbaustoffe
(z. B. Beton, Kalksandstein, Ziegel, Lehm)
- Mörtel und Estriche
(Mauermörtel, Putzmörtel, Estriche)
- Oberflächenbehandlungen
(Farben, Lacke, Lasuren)
- Verglasungen
(Basisgläser, Funktionsgläser)

Grundstoffe (30 Datensätze)

- Bindemittel
(Zement, Gips, Kalk, Magnesia, Bitumen)
- Gesteinskörnungen
(z. B. nat. Gesteinskörnungen, Blähglas)
- Kunststoffe
(z. B. Elastomere, Epoxidharze, Polyester)
- Metalle
(z. B. Stahl, Aluminium, Kupfer, Zink, Blei)

sich dabei in die globalen und lokalen Umweltwirkungen, welche durch entsprechende Quantifizierungsmethoden bestimmt werden. Grundlage für die Berechnungen stellen u. a. folgende globale Umweltwirkungen dar: Treibhaus-, Ozonschichtabbau-, Ozonbildungs-, Versauerungs- und Überdüngungspotenzial. Mittels der baustoffbezogenen Umweltwirkungen, ermittelt durch die Ökobilanzmethodik, werden den jeweiligen Materialeinheiten entsprechende Umweltwirkungen, ausgedrückt in Äquivalenten, zugewiesen. In der Ökobau.dat werden diese Umweltwirkungen baustoffbezogen für derzeit rund 1000 Baumaterialien / Bau- und Transportprozesse in folgenden Kategorien zur Verfügung gestellt:

- Mineralische Baustoffe
- Dämmstoffe
- Holz
- Metalle
- Beschichtungen
- Kunststoffe
- Komponenten von Fenstern und Vorhangfassaden
- Gebäudetechnik
- Sonstige

Zu jedem Datensatz werden Hintergrundinformationen zu den Quelldaten sowie zu Bezugseinheit, Gültigkeitsdauer und Datenqualität geliefert. Wesentliches Merkmal ist die Repräsentativität, Vergleichbarkeit und Konsistenz der Datensätze, die mittels einer einheitlichen und normkonformen Methodik generiert und berechnet wurden. Die Erstellung der Datensätze erfolgt in einem Format (XML-Dateiformat), das eine Einbindung in die bestehenden Lebenszyklusberechnungswerkzeuge auf Gebäudeebene ermöglicht.

Die Verwendung der in der Ökobau.dat zur Verfügung gestellten Daten ist im Rahmen des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB) für die Ökobilanzierung vorgesehen, sofern keine Umweltproduktdeklarationen oder spezifische verifizierte Daten vorhanden sind.

Die Ökobau.dat wurde im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau durch PE International GmbH mit Unterstützung der Deutschen Baustoffindustrie entwickelt

und als Ökobau.dat 2009 veröffentlicht. Im Januar 2011 wurde eine aktualisierte Version der Ökobau.dat eingeführt. Die Ökobau.dat 2011 wurde um 288 EPD Datensätze erweitert und hinsichtlich der Anwenderfreundlichkeit optimiert.

Unter der Internetadresse www.nachhaltigesbauen.de/oekobaudat/ steht eine Online-Version der Ökobau.dat 2011 zur Verfügung, die den Zugriff und die Darstellung der Datensätze vereinfacht.

Neben Such- und Sortierfunktionen werden erläuternde Informationen zu den Umweltindikatoren und methodischen Grundlagen etc. zentral bereitgestellt.

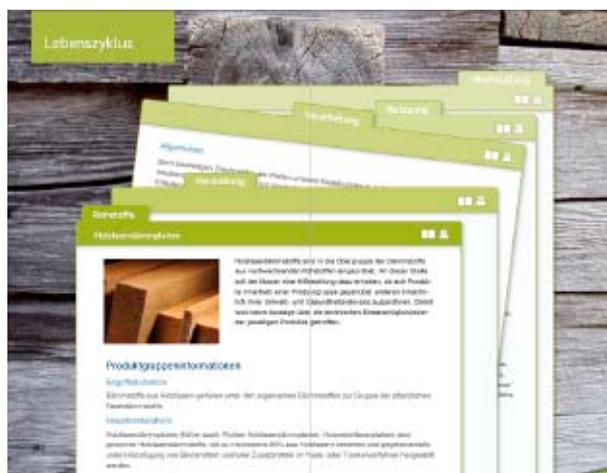
Aktuell wird die Ökobau.dat an die europäische Norm DIN EN 15804 angepasst, die u. a. eine Anpassung der Umweltindikatoren und Neuberechnungen der Daten erfordert. Weiterhin sind die Datensätze neu zu strukturieren und den in der DIN EN 15804 formulierten Lebensweg-Modulen zuzuordnen.

Die DIN EN 15804 erlaubt neben der zurzeit für die Ökobau.dat verwendeten Hintergrunddatenbank GaBi die Verwendung anderer Hintergrund-Datensätze. Hier ist zu untersuchen, ob die geforderte Prä-Verifikation von Hintergrunddaten mögliche Unterschiede bei Ökobilanzierungen aufzeigt.

Daraus erwachsen in Zukunft neue Anforderungen und Prüfkriterien für die Datenqualität der Ökobau.dat, die es zu formulieren gilt.

Fazit

Die Fachinformationen und Daten von WECOBIS und Ökobau.dat sind über das Informationsportal Nachhaltiges Bauen öffentlich zugänglich. Sie stellen für den nachhaltigen Bundesbau sowie auch privaten Bauherren, Architekten und Fachplanern das Wissen zur Verfügung, das bereits in einem frühen Stadium der Planung eine optimale Baustoff- bzw. Bauproduktauswahl unter Berücksichtigung von Umweltwirkungen ermöglicht.



www.wecobis.de

www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebauededaten.html

Bereitstellen von Ökobilanzdaten

Forscher:	PE International AG, Johannes Kreißig, Steffen Schulz
Projektleiter:	PE International AG, Johannes Kreißig
Gesamtkosten:	14 999,95 Euro
Projektlaufzeit:	bis 2011

WECOBIS Fortschreibung: CMS-Umstellung von Jahia auf TYPO 3/ Neue Konzeption, Layout und Programmierung der Internet-Applikation/Gestaltung Tabellen und Graphiken/Erarbeitung Vergleichsmodul

Forscher:	ByAK Forschungsnehmer für Teilprojekt Vergleichsmodul
Mitwirkung:	Bayerische Architektenkammer (inhaltliche Entwicklung) OnlineNow (technische Umsetzung) finedesign (strukturelle und graphische Gestaltung)
Projektleiter:	Claus Asam
Gesamtkosten:	48 992,00 Euro plus Anteil ByAK (im Rahmen des Kooperationsvertrages 2012/2013 trägt die ByAK pro Jahr bis 10 T€)
Bundeszuschuss:	48 992,00 Euro
Projektlaufzeit:	09/2011 bis 08/2012

„Nachhaltigkeit und Baukultur müssen stets in Verbindung gesehen werden.“

Die Zertifizierungssysteme im Bauwesen sprießen wie frischer Spargel. Es gibt Zertifizierungssysteme nach DGNB, LEED, BREEAM und dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB). Derzeit werden in der internationalen und europäischen Normung Harmonisierungen erarbeitet. Wo liegen die Knackpunkte? Was unterscheidet die Systeme?

Weltweit existieren hunderte Bewertungs- und Zertifizierungsmethoden. Die bekanntesten Systeme sind das amerikanische Siegel LEED, das britische Label BREEAM und die deutschen Gütesiegel DGNB und BNB. Aber auch Methoden aus der Schweiz wie Minergie oder der französische HQE Kriterienkatalog bestimmen seit Jahren den Markt des nachhaltigen Bauens mehr und mehr. Zwar ist LEED aufgrund des erfolgreichen Marketings weltweit wesentlich bekannter als die anderen Instrumente, betrachtet man jedoch die Anzahl der zertifizierten Gebäude, so liegt BREEAM mit mehr als 250 000 bewerteten Bauten weit im Vordergrund. Dies kommt daher, dass in Großbritannien alle Wohnungsneubauten und Baumaßnahmen der Regierung verpflichtend mit BREEAM beurteilt werden müssen.

Auch wenn die genannten Methoden ein einheitliches Ziel haben, nämlich die Steigerung der Nachhaltigkeitsqualität eines Gebäudes, so unterscheiden sich die Bewertungssysteme dennoch enorm hinsichtlich ihres Aufbaus, der Struktur und Inhalte. Generell kann man zwischen Bewertungsmethoden der ersten Generation, wie LEED oder BREEAM, und Methoden der zweiten Generation unterscheiden. Das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) und das DGNB Zertifikat sind solche Label der zweiten Generation. Im Gegensatz zu BREEAM und LEED, bei denen die Themen Ökologie und Energieeffizienz im Vordergrund stehen, verfolgen beide deutschen Systeme einen ganzheitlichen und performance-orientierten Ansatz („Sustainable-Building-Approach“), der den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes, d. h. die Herstellung, den Betrieb und die End-of-Life-Phase, mit berücksichtigt. Jedes Label wurde speziell auf die klimatischen, politischen, gesellschaftlichen und historischen Aspekte der Bauwirtschaft des jeweiligen Herkunftslands entwickelt. Dies erklärt auch, warum die Bewertungssysteme trotz eines ähnlichen Aufbaus und Ansatzes dennoch meist

verschiedene Inhaltsschwerpunkte verfolgen und auf unterschiedliche Gesetze, Standards und Datenbanken zurückgreifen. So bewerten das BNB- und das DGNB-System das Thema der Energieeffizienz auf Basis der deutschen DIN V 18599, die LEED Version basiert hingegen auf den amerikanischen ASHRAE-Standards. Zudem werden Aspekte, wie Lebenszykluskosten (LCC) oder Ökobilanzierung (LCA), d. h. die Bewertung der Umweltauswirkungen, über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes (Herstellung, Betrieb und End-of-Life) bislang nur bei den deutschen Zertifizierungssystemen DGNB und BNB beurteilt. Aus diesem Grund sind auch die Ergebnisse der zertifizierten Bauten bislang kaum miteinander vergleichbar.

Auf europäischer Ebene ist der Wunsch nach einer Harmonisierung der Systeme derzeit deutlich spürbar. Sowohl die Europäische Kommission (EU) als auch die europäische Normung und private Initiativen, wie etwa die SB Alliance, haben in den letzten Jahren diesbezüglich zahlreiche Anstrengungen unternommen und auch erste Erfolge erzielt. So wurden im Rahmen von europäischen Forschungsinitiativen, wie den EU-Projekten OPEN HOUSE oder SuPerBuildings, einheitliche Kernkriterien für Europa entwickelt. Mit dem Forschungsvorhaben OPEN HOUSE, dessen technische Koordination das Fraunhofer-Institut für Bauphysik innehat, werden derzeit 67 Fallstudien in ganz Europa durchgeführt und mit einem europäischen Kriterienkatalog bewertet. Die Ergebnisse liegen Anfang nächsten Jahres vor, so dass dann erste Aussagen über den Stand des nachhaltigen Bauens in Europa gemacht werden können. Auch die EU-Kommission plant Kernindikatoren für die Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden zu veröffentlichen – ob dies mit einer eigenen Direktive oder eine Roadmap erfolgt, wird sich Mitte 2013 zeigen.

Jedem Bewertungssystem liegen Kenntnisse über Wirkungsmechanismen und –folgen zugrunde. Sind Wirkungen im Sinne der Nachhaltigkeit zurzeit ausreichend wissenschaftlich bekannt?

Mit dem Deutschen Gütesiegel wurden erstmalig neben ökologischen auch ökonomische, sozio-kulturelle ebenso wie prozess- und standortspezifische Aspekte in die Bewertung mit einbezogen. Da das System noch



Dr.-Ing. Natalie Eßig, Architektin und DGNB-Auditorin, hat an der TU Darmstadt und der Politecnico di Torino Architektur studiert und dort, ebenso wie an der University of Technology in Sydney, 2010 zum Thema des Nachhaltigen Bauens promoviert. Sie hat Bauprojekte des Bundes und der freien Wirtschaft hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit beraten und zertifiziert. Die Bewertung des Sportstättenbaues ist eine spezialisierte Fachrichtung von ihr. Derzeit arbeitet sie am Lehrstuhl für Bauphysik der TU München (Prof. Hauser) und am Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) und tritt Anfang 2013 ihren Ruf an die Architekturfakultät der Hochschule München an.

relativ jung ist, können gebäudespezifische Aussagen zu Wechselwirkungen und -folgen der einzelnen Kriterien bislang nicht dargestellt werden. Erste Ansätze wurden zwar in den letzten Jahren entwickelt, lassen sich aber aufgrund mangelnder Erfahrung wissenschaftlich nicht fundiert nachweisen. Hinzu kommt, dass zu bewertende Themenfelder des nachhaltigen Bauens oft nicht als ein einzelnes Kriterium im Bewertungssystem abgebildet, sondern durch zahlreiche unterschiedliche Bewertungsindikatoren bemessen werden, die wiederum in Wechselwirkungen zueinander stehen. So wird das Thema der Energieeffizienz mit den Kriterien der Ökobilanzierung (Ökologische Qualität) und der Lebenszykluskostenbetrachtung (Ökonomische Qualität) abgebildet, ebenso wie in der sozio-kulturellen und funktionalen Qualität und in Teilaspekten des Planungsprozesses (Prozessqualität). Zudem weisen die in einer Bewertungsmatrix zusammengefassten Kriterien unterschiedliche Gewichtungsfaktoren zueinander auf. Erfolgt nun im Planungsprozess eine Änderung, so wirkt sich dies nicht nur auf das Bewertungsergebnis eines einzelnen Kriteriums aus, sondern hat aufgrund der Vielzahl der beschriebenen Stellschrauben und Verknüpfungen oft starke Auswirkungen auf das Gesamtergebnis.

Des Weiteren kommt hinzu, dass der tatsächliche Betrieb eines Gebäudes nicht immer „1:1“ das Bewertungsergebnis widerspiegelt. Studien und Erfahrungen der letzten Jahre mit dem amerikanischen Gütesiegel zeigen, dass ein Großteil der in den USA bewerteten Gebäude in der Nutzungsphase die nach LEED ermittelten Werte nicht immer eingehalten haben, sondern wesentlich schlechter abschnitten. Hierbei spielt insbesondere das Nutzerverhalten eine bedeutende Rolle. Beim BNB-System lassen sich aufgrund mangelnder Erfahrungswerte hierzu bislang noch keine Aussagen ableiten.

Zusammenfassend lässt sich jedoch folgende Angabe machen: Je früher die Kriterien von Bewertungssystemen im Planungsprozess angewendet werden, desto einfacher und kostengünstiger können Nachhaltigkeitsaspekte bei der Planung, der Konstruktion und dem Betrieb eines Gebäudes verankert werden. Zudem zeigt sich deutlich, dass sich mit dem Einsatz von Bewertungskriterien der Planungsprozess besser strukturieren lässt und auch

wesentlich transparenter abläuft. Durch die frühzeitige Festlegung von Planungszielen und deren stetige Überprüfung im Rahmen des Bewertungsprozesses lassen sich meiner Erfahrung nach derzeit deutliche Erfolge in der Verbesserung der Energieeffizienz erzielen – denn wer möchte schon „Silber“ erhalten, wenn „Gold“ geplant war?

Die Bewertung von Sportstätten ist ein Spezialgebiet von Ihnen. Gibt es im Sinne der Nachhaltigkeit grundsätzliche Empfehlung bei dem Bau von Sportstätten?

Der erhebliche Sanierungsbedarf und die hohen Unterhaltungskosten von zahlreichen veralteten Zwecksportbauten, mangelndes Fachwissen, fehlende Beratungsmöglichkeiten und eine Vielzahl an Regelungen und Anforderungen an den Sportstättenbau – die zum einen schwer auffindbar und zum anderen nicht dem Stand der Technik entsprechen – bestimmen das heutige Bild des Sportstättenbaus. Hinzu kommen neue Herausforderungen an Sportbauten durch den Trendsport, die Orientierung auf multifunktionale Spiel-, Sport- und Bewegungsbauten, die Übertragung zahlreicher Sportstätten von Kommunen und Städten auf Vereine, neue Finanzierungs- und Trägermodelle ebenso wie neue Anforderungen an eine energieeffiziente und nachhaltige Planung. Während in den 70er und 80er Jahren Stellen für die Sportstättenberatung geschaffen wurden, sind im Laufe der letzten 20 Jahre die hierfür benötigten Mittel immer mehr zurückgefahren worden. An den Hochschulen wurde zwar zu den Themen „Sportentwicklungsplanung“ und „Sportwissenschaften“ geforscht, das Gebiet „Sportstättenbau“ jedoch im Gegensatz zum Wohnungs-, Büro- und Industriebau außen vorgelassen.

Im Sinne des nachhaltigen Bauens und Planens von Sportstätten wäre folglich einer der wichtigsten Ansätze, die Thematik des „Sportstättenbaus“ wieder vermehrt in die Aus- und Weiterbildung zu integrieren und neue zeitgerechte Kriterien für die Umsetzung von nachhaltigen Sportstätten für den Breiten- und Spitzensport (Neubau und Bestandsbauten) zu entwickeln. Mit einem speziell auf den Sportstättenbau angepassten Bewertungskriterienkatalog könnten neben den funktionalen Sportaspekten auch ökologische, ökonomische und soziokulturelle

Prozesse in die Sportstättenplanung integriert werden. Hierbei muss allerdings zwischen Bauten für den Breitensport und Wettkampfstätten unterschieden werden. Zudem könnte die Entwicklung einer Systemvariante des BNB-Systems für den Sportstättenbau – ggf. in Kombination mit dem Schulbau – einen wichtigen Meilenstein darstellen. Bei der DGNB wurde bereits eine Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, die im nächsten Jahr starten soll. Auch diskutiert der nationale Normenausschuss für Nachhaltiges Bauen derzeit die Einrichtung einer Arbeitsgruppe für nachhaltige Großveranstaltungsbauten.

Die statistische ausgewiesene Fläche für Erholung, also auch für Sportstätten, hat nach Angaben des statistischen Bundesamtes von 2006 bis 2010 um ca. 100 km² pro Jahr zugenommen. Wie wird die Zunahme der Flächeninanspruchnahme bei der nachhaltigen Sportarchitektur gesehen und bewertet?

Diese Frage ist schwer zu beantworten – da das Thema im Sportstättenbau tatsächlich bislang kaum diskutiert wird. Derzeit werden eher andere Probleme erörtert – wie etwa auf Basis leerer Kassen Sporthallen saniert und unterhalten werden können, um das Sportangebot und das körperliche Wohl der Bevölkerung weiterhin aufrecht zu erhalten. Hierbei spielt der Flächenverbrauch bislang leider kaum eine Rolle.

Doch lassen Sie uns die Zahlen etwas genauer betrachten: Sportstätten werden bei der statistischen Fläche in zwei Gruppen eingeteilt, nämlich in die unbebauten und bebauten Flächen. Zu den „Erholungsflächen“ gehören unbebaute Anlagen wie Sportplätze, Eisplätze oder Golfanlagen. Die baulichen Sportanlagen, wie Sporthallen, Hallenbäder und Stadien werden bei der Nutzungsart »Gebäude- und Freifläche (GF) Erholung« erfasst. Insgesamt hatte diese »Freizeitfläche« (Summe aus »Erholungsfläche« und »GF Erholung«) im Jahr 2004 einen Anteil von 6,5 Prozent an der Siedlungs- und Verkehrsfläche. Derzeit liegen die Erholungsflächen bei einem Anteil von 8,4 Prozent und trugen in den Jahren 2007 bis 2010 in erheblichem Umfang (31 Hektar/Tag) zum Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche bei. Denn während die täglichen Zuwachsraten bei der »Gebäude-

und Freifläche« in den letzten Jahren stetig fielen und bei der Verkehrsfläche sehr wechselhaft waren, nahmen sie bei den Freizeitflächen permanent zu. Tatsächlich ist derzeit ein Trend zu spüren, dass immer mehr Städte neue Multifunktionshallen, Schwimmhallen, Stadien und Sportfelder auf die „Grüne Wiese“ bauen. Ob dies sinnvoll ist, diese immer ausreichend ausgenutzt werden und der jeweilige Standort gut gewählt ist, sind weitere Fragen, die es zu lösen gilt. Um dieser Entwicklung entgegen zu wirken, muss im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung von Sportstätten sicherlich intensiv auf die Flächeninanspruchnahme eingegangen werden. Im Rahmen des BNB-Bewertungssystems wird die Flächeninanspruchnahme bislang durch die Revitalisierung von Industriebrachen oder vorgezogenen Grundstücken positiv bewertet. Bei Sportstätten müssten hier noch andere Aspekte in die Bewertung mit eingezogen werden, wie etwa die Durchführung einer Sportstättenentwicklungsplanung. Dies ist eine Art Masterplan, der zum einen die Sportbedürfnisse der jeweiligen Region betrachtet und Aussagen zur Anzahl und Art der erforderlichen Baumaßnahmen liefert. Zudem muss hinterfragt werden, ob tatsächlich immer eine Dreifeldturnhalle oder Multifunktionsarena benötigt wird, denn zahlreiche Sportarten des Breitensports lassen sich heute überall durchführen – auch in der freien Natur.

Die Abschlussfragen: Wie wohnen Sie? Sind Ihre Wünsche erfüllt?

Ich wohne in einem fränkischen Fachwerkhäuschen. Aus eigener Erfahrung als Architektin kann ich sagen, dass man insbesondere bei der Sanierung von denkmalgeschützten Gebäuden an die Grenzen der Verbesserung der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit stößt. Nachhaltigkeit und Baukultur müssen hierbei stets in Verbindung gesehen werden, und gerade bei Bestandsbauten gilt es sehr behutsam mit dieser Thematik umzugehen und neue individuelle Konzepte zu entwickeln.

Ganzheitliche Ansätze zur Verbesserung der Energieeffizienz, die nicht nur ein Gebäude, sondern ganze Stadtviertel mit einbeziehen, sind daher dringend erforderlich. Beim Neubau liegen wir hinsichtlich der Nachhaltigkeit schon weit vorne, das nächste Themenfeld heißt nun Bestand!

Energetisch optimierte Gründerzeithäuser

Baupraktische Detaillösungen für Innendämmungen unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen der Energieeinsparverordnung von April 2009

Prof. Rainer Oswald, Géraldine Liebert, Silke Sous, Matthias Zöller, Aachen

1. Anlass

Altbauten bergen bei Modernisierungen große energetische Einsparpotenziale. Heizenergiesparende Maßnahmen an Gebäudehüllen an insbesondere in Innenstadtlagen ortsbildprägenden, meist denkmalgeschützten Gebäuden lassen sich häufig nur mit Innendämmungen realisieren. Die Energieeinsparverordnung vom April 2009 (EnEV 2009) begrenzt beim Einbau innenraumseitiger Dämmschichten bei bestehenden Gebäuden den Wärmedurchgangskoeffizienten U mit $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, wobei dieser zurzeit aus technischen Gründen durch z. B. maximal mögliche Dämmschichtdicken auch überschritten werden darf.

2. Gegenstand des Forschungsvorhabens und Fazit

Das Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik (AIBau gGmbH), das seit über 30 Jahren auf dem Gebiet der Bauschadensforschung tätig ist, hat eine Forschungsarbeit zu baupraktischen Detaillösungen für Innendämmungen vorgelegt, die vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Initiative Zukunft Bau gefördert wurde. Ziel der Arbeit war es, anhand von ausgeführten Innendämmmaßnahmen zu klären, unter welchen Randbedingungen Innendämmungen, die die Anforderungen der Energieeinsparverordnung von 2009 erfüllen, tatsächlich zuverlässig funktionsfähig sind. Untersuchungsschwerpunkt sollten Gründerzeitwohnhäuser sein, da bei der energetischen Modernisierung dieses großen Gebäudebestands die typischen Probleme von Innendämmungen anstehen und gelöst werden müssen.

Im Rahmen einer Umfrage unter 1 135 Architekten und Sachverständigen wurden 36 Untersuchungsobjekte benannt. Zu 28 Gebäuden liegen detaillierte Informationen vor, die neben dem Gebäudealter und dem Jahr der Modernisierung die wesentlichen konstruktiven Merkmale der Gebäude sowie die Art der für die Innendämmungen verwendeten Materialien und der eingebauten Dämmsysteme beinhalten (s. Bild 1). Es wurden zehn Häuser besichtigt.

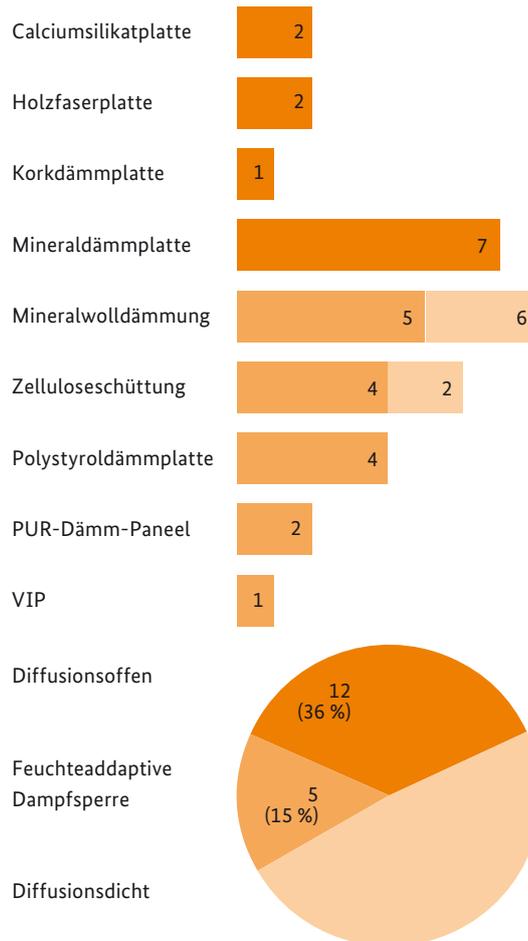
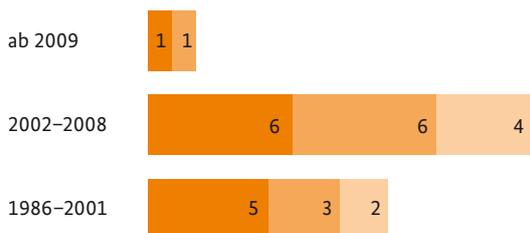


Bild 1: Art und Anzahl der für die Innendämmungen verwendeten Materialien (oben) sowie Art und Anzahl der eingebauten Dämmsysteme (unten)

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass in keinem der beschriebenen/besichtigten Gebäude Schäden festzustellen waren, die auf den Einbau der Innendämmung zurückzuführen gewesen wären. Zwölf der insgesamt 28 Gebäude erfüllen die Anforderungen der EnEV 2009 (U -Wert $\leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$). Fünf dieser Gebäude sind noch vor Inkrafttreten der EnEV 2002 modernisiert worden, so dass eine mehrjährige Praxisbewährung der dort ausgeführten Konstruktionen nachgewiesen ist. Zehn weitere Gebäude halten den nach EnEV 2002 – 2007 gültigen Grenzwert $\leq 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ein (s. Bild 2).

Zeitpunkt der Modernisierung



U-Wert

- < 0,35 W/m²K (EnEV 2009)
- < 0,36–0,45 W/m²K (EnEV 2002-2007)
- > 0,46 W/m²K

Bild 2: Anzahl der benannten Objekte, Zeitpunkt der Modernisierung und Darstellung der U-Werte der realisierten Außenwandkonstruktionen

Bei fachgerechter Planung und sorgfältiger Ausführung unter Berücksichtigung der im Rahmen der Forschungsarbeit angesprochenen Detailpunkte wie z. B. im Bereich von Fensteranschlüssen und einbindenden Bauteilen sind Innendämmungen auf hohem Wärmeschutzniveau auch entsprechend den Anforderungen der EnEV 2009 schadenfrei möglich. Der Einfluss der Wärmebrückenverluste steigt jedoch mit zunehmendem Dämmniveau stark an. Die Erhebungen im Rahmen der Forschungsarbeit des AI-Bau zeigen, dass diffusionsoffene Systeme nur vereinzelt ausgeführt werden. Bei fast allen besichtigten Gebäuden waren im Rahmen der Modernisierungsmaßnahme das Heizsystem und die Fenster erneuert worden. Im Laibungsbereich wurde meist ein Dämmstoff mit geringerer Wärmeleitfähigkeit verwendet. Die schweren in die Außenwandkonstruktion einbindenden Bauteile waren in fast allen Fällen flankierend gedämmt worden. Im häufigen Anwendungsfall einer Innendämmung in Gründerzeitgebäuden sind Systeme mit Dampfsperre nicht zwingend erforderlich. Die wirtschaftliche Obergrenze liegt unter Berücksichtigung üblicher Wärmebrückenverluste bei etwa 10 cm Dämmschichtdicke ($\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$). Bei deutlich erhöhtem konstruktiven Aufwand im Bereich von Wärmebrücken und einer dadurch weitgehenden Reduzierung der Verluste können Dämmschichtdicken bis 15 cm empfohlen werden.

Fensterlaibungen sollten in die Dämmung einbezogen werden. Hier kann ohne konstruktiven Mehraufwand das Schimmelpilzkriterium aus DIN 4108 mit den dort formulierten Randbedingungen erzielt werden. Die äußere Fuge von Fenstern zwischen Blendrahmen und Fensteranschlag ist schlagregendicht auszuführen. Die Luftdichtheitsebene muss an die Fensterkonstruktion angeschlossen werden. Die Fensterlaibung einschließlich des Anschlusses an den Blendrahmen muss gedämmt werden, um mindestens die Anforderungen des Mindestwärmeschutzes zu erfüllen. Bauphysikalisch günstig ist der Einbau neuer Fenster in der Ebene der Innendämmung, da die Oberflächentemperaturen im Anschlussbereich weniger stark absinken. Unter Schadensaspekten können einbindende Mauerwerkswände zur Erreichung ausreichender Oberflächentemperaturen häufig ohne Flankendämmung schadenfrei ausgeführt werden. Bei hohem Wärmeschutzniveau jedoch ist eine Flankendämmung energetisch sinnvoll. Auch bei Stahlbetonbauteilen ist eine Dämmung der Einbindestelle meist erforderlich.

Bei Gebäuden mit in die innenseitig gedämmte Außenwand einbindenden Holzbalkendecken ist zur Vermeidung von Schäden an den Balkenköpfen auf einen ausreichenden Schlagregenschutz der Außenwandkonstruktion zu achten. Zusätzlich ist der Feuchteintrag aus der Raumluft durch konvektive Strömungen zu verhindern. Vor Ausführung der Innendämmung müssen die Balkenköpfe bei konkreten Verdachtsmomenten hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit überprüft werden. Zur Reduzierung von Wärmeverlusten sollte die Dämmebene im Deckenaufbau weitergeführt werden.

Die Randbedingungen variieren im jeweiligen Einzelfall. Innendämmungen sind mit Sachverstand zu planen und sorgfältig auszuführen.

Baupraktische Detaillösungen für Innendämmungen

Projektleiter:	Prof. Dr.-Ing. Rainer Oswald, Dipl.-Ing. Matthias Zöller
Bearbeiter/Autoren:	Dipl.-Ing. Géraldine Liebert, Dipl.-Ing. Silke Sous
Gesamtkosten:	22 650 €
Anteil Bundeszuschuss:	44 000 €
Projektlaufzeit:	bis November 2010

EnerWert

Einfluss energetischer Beschaffenheiten auf Verkehrswerte von Immobilien

Tim Wameling, Hannover

Der Bewertungsparameter Energieeffizienz gerät zusehends in den Fokus der Immobilienbranche. Energetische Eigenschaften können enormen Einfluss auf die Betriebskosten und die Wertstellung eines Gebäudes entfalten, werden aber nicht adäquat in Verkehrswertermittlungen berücksichtigt. Dies liegt u. a. an den Wertermittlungsverfahren selbst. Die ImmoWertV und die örtlichen Grundstücksmarktberichte bieten zwar pauschale Ansatzmöglichkeiten aber keine konkreten energetische Wertkorrekturen an.

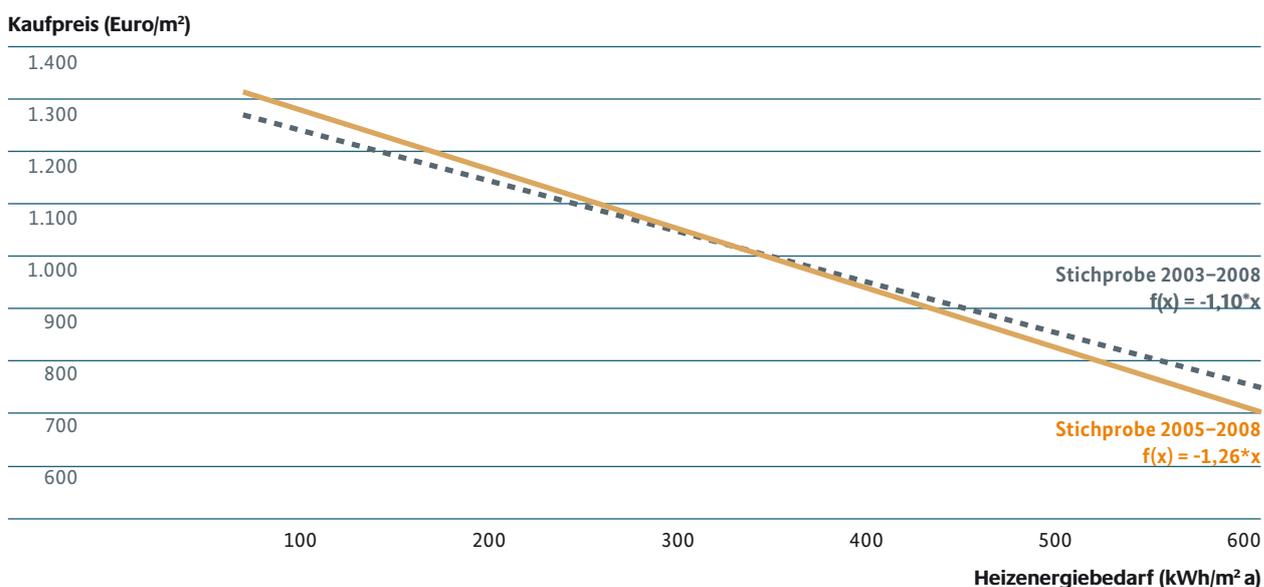
Erforscht wurde der Verkehrswerteinfluss des Gebäudemerkmals Energieeffizienz durch energetische und statistische Untersuchungen von 375 gehandelten Wohngebäuden in zwei Felduntersuchungen. Neben der Korrelation von Marktpreisen und Energieeffizienzdaten wurden die ökonomischen und normativen Rahmenbedingungen untersucht. Dass energetische Eigenschaften künftig verstärkt in Wertermittlungen eingebunden werden müssen, zeigt folgendes Beispiel: Für zwei fast identische Doppelhaushälften BJ 1977 mit 150 m² Wohnfläche in gleicher Lage Hannovers weist der Grundstücksmarktbericht von 2011 einen Vergleichswert von je 260 t€ aus. Infolge einer energetischen Modernisierung hat Objekt A einen Jahresendenergiebedarfskennwert von 70 kWh/m²a. Objekt B wurde gut instand gehalten aber nur im Inneren modernisiert. Es weist einen Kennwert von 190 kWh/m²a aus. Der Unterschied von 120 kWh/m²a führt 2011 zu einem Jahresheizkostenunterschied von rd. 1 600,- €. Dieser Betrag liegt bereits weit über der Monatsrate einer Vollfinanzierung von 260 t€ mit 4 % p. a. bei zehnjähriger Zinsbindung. Angenommen, der Preis für Wärmeenergie aus Erdgas stiege auf den derzeitigen Haushaltsstrompreis von 0,24 €/kWh, läge der jährliche Heizkostenunterschied bei 4 320,- €.

Die Wertentwicklung von Alt- und Neubauten wurde vom Statistischen Bundesamt auf Bundesebene untersucht. Während bei Neubauten ein Anstieg um 6 Prozentpunkte zwischen 2004 und 2007 zu verzeichnen ist, fielen die Altgebäudepreise im gleichen Zeitraum linear

um 5 Prozentpunkte. Im gleichen Zeitraum zogen die Brennstoff- und Energiepreise überproportional an. Diese allgemeine Entwicklung legt die Vermutung nahe, dass der Trend zur Abwertung des unmodernisierten Wohnungsbaubestandes bei gleichzeitiger Aufwertung der Neubauten auch energetische Ursachen hat. Durch Analyse der Kaufpreise von 197 Ein- und Zweifamilienhäusern im Stadtgebiet Nienburg und 178 Mehrfamilienhäusern im Stadtgebiet Hannover, die zwischen 2003 bis 2008 am Markt gehandelt wurden, sollten Antworten darauf gefunden werden, ob der Kaufpreiseinfluss des Parameters „Energieeffizienz“ am Markt feststellbar ist und wie er ggfs. quantifiziert werden kann. In der Untersuchung der Nienburger Stichprobe wurde mit einer multiplen Regressionsanalyse iterativ untersucht, welche Parameter einen signifikanten Einfluss auf die Zielgröße Kaufpreis/m² Wohnfläche haben. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Abhängigkeit zwischen dem Jahresendenergiebedarf [QE[kWh/m²a)] und dem Kaufpreis besteht. Jedoch muss festgehalten werden, dass zwischen dem Baujahr und dem Jahresendenergiebedarf eine sehr hohe Korrelation vorhanden ist. Der Kaufpreiseinfluss des Endenergiebedarfs ist gut messbar anhand des Wertänderungsmaßes w' . Dies ist ein Maß für die Wertänderung pro Energieeinsparung und hat die Einheit €/m²/kWh/m²a bzw. €/a/kWh. Interessant ist die Zunahme der Kaufpreisbeeinflussung durch das Merkmal Energieeffizienz in den Verkaufsjahren ab 2005 gegenüber den weiter zurückliegenden Verkaufsjahren zwischen 2003–2005. Während für die Stichprobe „Kauffälle 2003 bis 2007“ eine wohnflächenbezogenen Werterhöhung von im Mittel 1,10 €/m² je kWh/m²a ausgemacht werden kann, liegt die durchschnittliche Werterhöhung in der Teilstichprobe „Kauffälle 2005 bis 2007“ bereits im Mittel bei 1,26 €/m² je kWh/m²a. Dies lässt vermuten, dass die Käufer der Gebäudeenergieeffizienz eine zunehmende Bedeutung beimessen.

In der Regressionsanalyse zu Mehrfamilienhäusern in Hannover wurde nach dem Einfluss des Parameters Heizenergiebedarf (QH[kWh/m²a)] pro Gebäudenutzfläche gesucht. Im Ergebnis weist die hannoversche Mehrfamilien-

Abhängigkeit zwischen Energiebedarf/Wohnfläche und Kaufpreis bei Ein- und Zweifamilienhäusern



haus-Stichprobe heizenergetisch ein w' -Maß von 1,22 €/m² pro eingesparte kWh/m² a auf, wenn die Energiebedarfsenkung auf die Wohnfläche bezogen wird. Über das gemittelte QE/QH-Verhältnis von 1,5 folgt endenergetisch $w' = 0,81$ €/m² pro kWh/m²a. Erwartungsgemäß liegt das endenergetische w' -Maß für Mehrfamilienhäuser unter dem Maß für selbstgenutzte Ein- und Zweifamilienhäuser aus der Nienburger Stichprobe.

Fazit

Im Bereich der EFH/ZFH konnte durch die Untersuchungen ein endenergetisches Wertänderungsmaß w' in Höhe von durchschnittlich 1,20 € je eingesparte kWh p. a. festgestellt werden. Auffallend ist die tendenzielle Steigerung,

jedoch erreicht die statistisch feststellbare Wertänderung nicht die Höhe der durchschnittlich erforderlichen Baukosten (i. M. 1,38 €/eingesparte kWh p. a.) bzw. die investitionsdynamisch erzielbare Wertänderung (1,59 €/kWh p. a.). Bei vermieteten Mehrfamilienhäusern ist die Lage weniger ausgeprägt. Die statistischen Untersuchungen zeigen endenergetisch im Mittel deutlich geringere w' -Werte um 0,81 € je eingesparte kWh p. a.. In diesem Segment ist aufgrund der günstigen A/Ve-Verhältnisse der bauliche Aufwand zur Herstellung energieeffizienter Gebäudehüllen geringer. Im abschließenden Praxisteil werden tabellarisch gestützte Verfahren erläutert, um die Ergebnisse in Verkehrswertermittlungsverfahren berücksichtigen zu können.

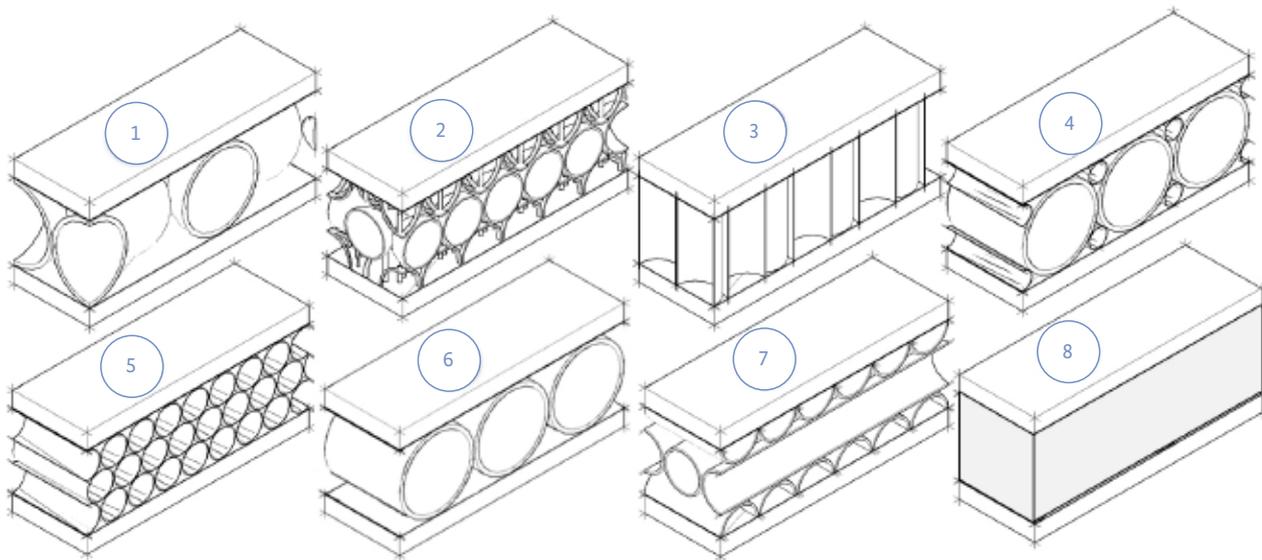
Kurztitel: EnerWert

Forscher / Projektleitung:	Dr.- Ing. Tim Wameling, Architektenkammer Niedersachsen
Forscher:	Dipl.- Ing. Gerd Ruzyzka-Schwob, GAG Sulingen, Dipl.- Ing. Dirk Rose, GAG Hannover
Mitarbeiter	Dipl.- Ing Mario Horn, Architektenkammer Niedersachsen, Dipl.- Ing. Katja Wulf, GAG Sulingen Dipl.- Ing. Rene Seemann, GAG Sulingen
Gesamtkosten:	35 897,- €
Anteil Bundeszuschuss:	16 600,- €
Projektlaufzeit:	2006 bis 2008

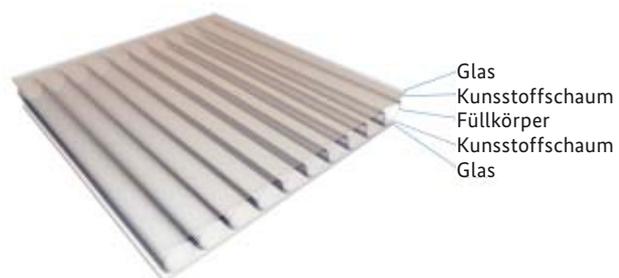
Glas-Hybrid-Elemente mit transluzenten Zwischenschichten zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäudehüllen

Prof. Andrea Dimmig-Osburg, Bauhaus-Universität Weimar

Gegenwärtig existieren transparente Fassadenelemente lediglich in Form von 1-, 2- oder Mehrscheibenverglasungen. Durch den Aufbau dieser Elemente ist der Wärmedurchgangskoeffizient begrenzt. Diese Bauelemente sind hoch transparent, weisen aber ein ausgesprochen hohes Bauteilgewicht auf. In vielen Einsatzfällen kommt es nicht darauf an, dass eine hohe Transparenz erzeugt wird, sondern dass lediglich ein bestimmter Anteil des vorhandenen natürlichen Lichts die Hüllelemente durchdringen kann. Der Effekt der Lichtstreuung wird dabei in vielen Fällen sogar ausdrücklich gewünscht. Auf einen zusätzlichen Sonnenschutz kann dann eventuell verzichtet werden.



Für die Auswahl geeigneter Füllstrukturen wurden im Vorfeld Variantenstudien durchgeführt. Dabei erwies sich die Variante mit den röhrenförmigen Füllkörpern (Variante 6) sowohl aus wärmetechnischen als auch wirtschaftlichen Aspekten als besonders günstig.



Ein Lösungsansatz für die Entwicklung der Glas-Hybrid-Elemente ist die Anordnung einer transluzenten Zwischenschicht mit hohem Wärmedurchlasswiderstand zwischen zwei Glasscheiben. Der Fokus der Forschung richtete sich auf die Untersuchung verschiedener technisch herstellbarer und langlebiger Füllkörper, Füllmaterialien und deren Kombinationsmöglichkeiten.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

An Versuchselementen unterschiedlicher Konfiguration wurden mechanische und bauphysikalische Kennwerte messtechnisch erfasst, um die Kenntnisse zum Einfluss von Füllmaterialien und möglichen Evakuierungstechniken für entsprechend aufgebaute Fassadenelemente zu erweitern. Ein zweiter Schwerpunkt des Projektes war die Präzisierung numerischer Simulationen auf dem Gebiet der Wärmeübertragung. Dazu wurden die Ergebnisse der experimentellen Kennwertbestimmung in eine Materialdatenbank eingearbeitet und für die Validierung der Simulation eingesetzt.

Für die Auswahl geeigneter Füllstrukturen wurden im Vorfeld Variantenstudien durchgeführt (Bild 1). Dabei erwies sich die Variante mit den röhrenförmigen Füllkörpern (Variante 6) sowohl aus wärmetechnischen als auch wirtschaftlichen Aspekten als besonders günstig.

Zur experimentellen Kennwertbestimmung wurden entsprechende Versuchselemente hergestellt, bei denen die beidseitigen Deckschichten aus Floatglasscheiben bestehen. Bei diesen Versuchselementen waren die Füllkörper beidseitig durch eine Lage aus Kunststoffschaum von den Deckschichten getrennt. Diese Kunststoffschäumlage bietet Vorteile hinsichtlich des Wärmedurchgangs und der Reduzierung von mechanischen Spannungsspitzen. Die einzelnen Bestandteile der Elemente wurden durch einen Klebstoff miteinander verbunden.

Für die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit wurde ein Prüfstand in Anlehnung an das beschriebene Wärmestrommessplattengerät entwickelt. Bei diesen Untersuchungen wurden die Füllung des Zwickelvolumens, die Füllung des Röhrenvolumens und das Material der Füllkörper sowie das Wandstärke-Rohrdurchmesser-Verhältnis untersucht. Die unterschiedlichen Kombinationen der Füllung für die Hohlräume der Elemente waren erforderlich, um mit Hilfe numerischer Simulationen über Differenzbetrachtungen die für den Wärmetransport relevanten Anteile Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung zu ermitteln. Den Ausgangspunkt für die Untersuchungen bildete ein Aufbau mit offenen Glasröhren und Luft in allen Hohlräumen. Durch komplettes Füllen dieser Hohlräume mit Aerogel ließ sich die Wärmeleitfähigkeit um rund 40 % verringern. Der zweite Elementaufbau enthielt statt der Glasröhren Röhren aus Kunststoff. Auf diese Weise wurde im Vergleich zum Ausgangselement eine Verbesserung um rund 10 % erreicht. Auch bei diesem Element wurde eine Variante untersucht, bei der alle Hohlräume mit Aerogel gefüllt waren. Dieser Elementaufbau ergab die geringste Wärmeleitfähigkeit aller untersuchten Varianten, was einer Verbesserung um ca. 60 % zum Ausgangspunkt entspricht.

Für den geplanten Verwendungsbereich der Hybridelemente ist speziell die Biegezugfestigkeit von Interesse. Durch die einachsige Orientierung der Glasröhren ergibt sich anisotropes Materialverhalten. In den Biegezugversuchen wurde ein Verhältnis der Bruchkräfte von $F_{\text{Bruch,quer}}$ zu $F_{\text{Bruch,längs}}$ von ca. 1 : 4 ermittelt.

Durch die Anwendung numerischer Simulationen und gezielter Parameteruntersuchungen konnten die zeit- und kostenintensiven Versuche optimiert werden. Für präzise Berechnungen ist allerdings die Validierung der Rechenergebnisse anhand ausgewählter Messwerte erforderlich. Dazu wurden die Ergebnisse der praktischen

Versuche genutzt. Die gezielte Modifikation der einzelnen Eingangsparameter erlaubte eine realitätsnahe Abbildung der Probekörper im Finite-Elemente-Modell. Insgesamt liegen die ermittelten Unterschiede zwischen den errechneten Werten der numerischen Simulation und den Ergebnissen der Experimente bis auf wenige Ausnahmen im Bereich von maximal 10 Prozent. Dies belegt die sehr gute Nachbildung des Verhaltens der Versuchselemente im Experiment mit Hilfe der numerischen Modellierung. Bei der Kombination der jeweils günstigsten Parameter konnten mit Hilfe numerischer Simulationen für die Hybridelemente mit röhrenförmigen Füllkörpern U-Werte unter $U = 0,36 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ errechnet werden.

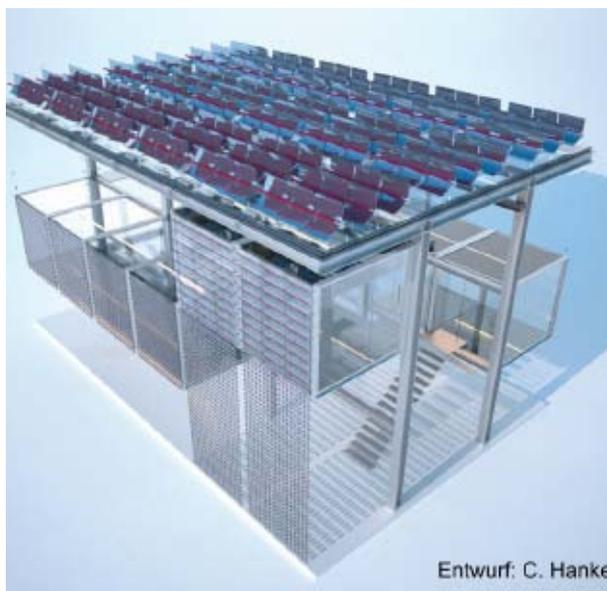
Fazit

Ziel des Projektes war die Schaffung von Grundlagen für die Entwicklung von transluzenten, wärmedämmenden Fassadenelementen, welche einerseits die notwendige Tragfähigkeit für die Verwendung als Wandelemente und andererseits wärmedämmende Eigenschaften besitzen, die einen effektiven Einsatz auch bei großflächigen Anwendungen ermöglichen. Diese Elemente sollen primär nicht die transparenten Fenster- und Fassadenbauteile

ersetzen, sondern als transluzenter neuartiger Raumabschluss die Nutzung des Tageslichts verbessern und so den Nutzungskomfort eines Gebäudes erhöhen. In Anbetracht der aktuellen Diskussionen zum Klimaschutz müssen diese Bauteile einen hohen Wärmedurchgangswiderstand aufweisen, um als zukunftsfähiges Bauelement Verwendung finden zu können.

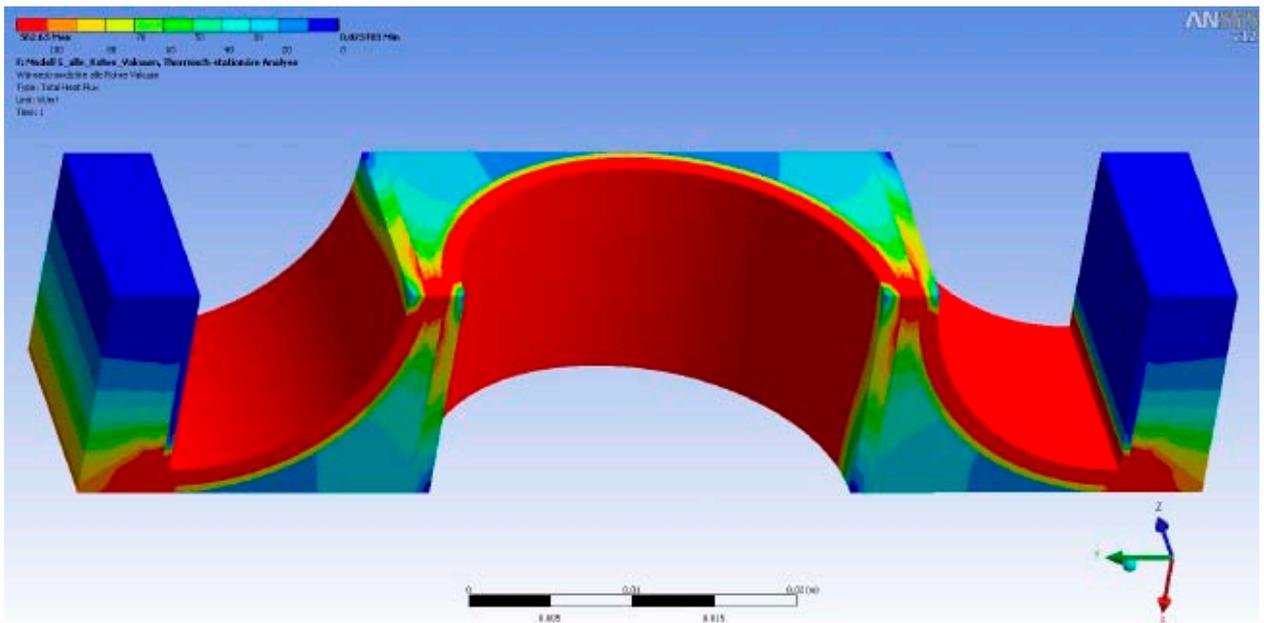
Zum Erreichen dieses Zieles wurden unterschiedliche Materialkombinationen auf ihre Eignung hin untersucht. Das Grundprinzip der Glas-Hybrid-Elemente besteht in der Anordnung geeigneter Füllkörper und Füllmaterialien zwischen zwei Deckschichten aus Kalk-Natron-Floatglas. Die Einzelteile dieser Konstruktion werden durch Kleben gefügt. Als besonders zweckmäßige Füllkörpergeometrie stellten sich Glas- bzw. Kunststoffröhren heraus. Zur Entkopplung der Füllkörper von den Deckschichten wurde eine Schaumstofflage eingefügt. Die experimentelle Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit erfolgte an unterschiedlichen Varianten in einem speziell dafür entwickelten Versuchsstand. Mit den Ergebnissen dieser Versuche wurden die parallel durchgeführten numerischen Simulationen validiert und präzisiert.

Experimentalbau X.STAHL in Weimar



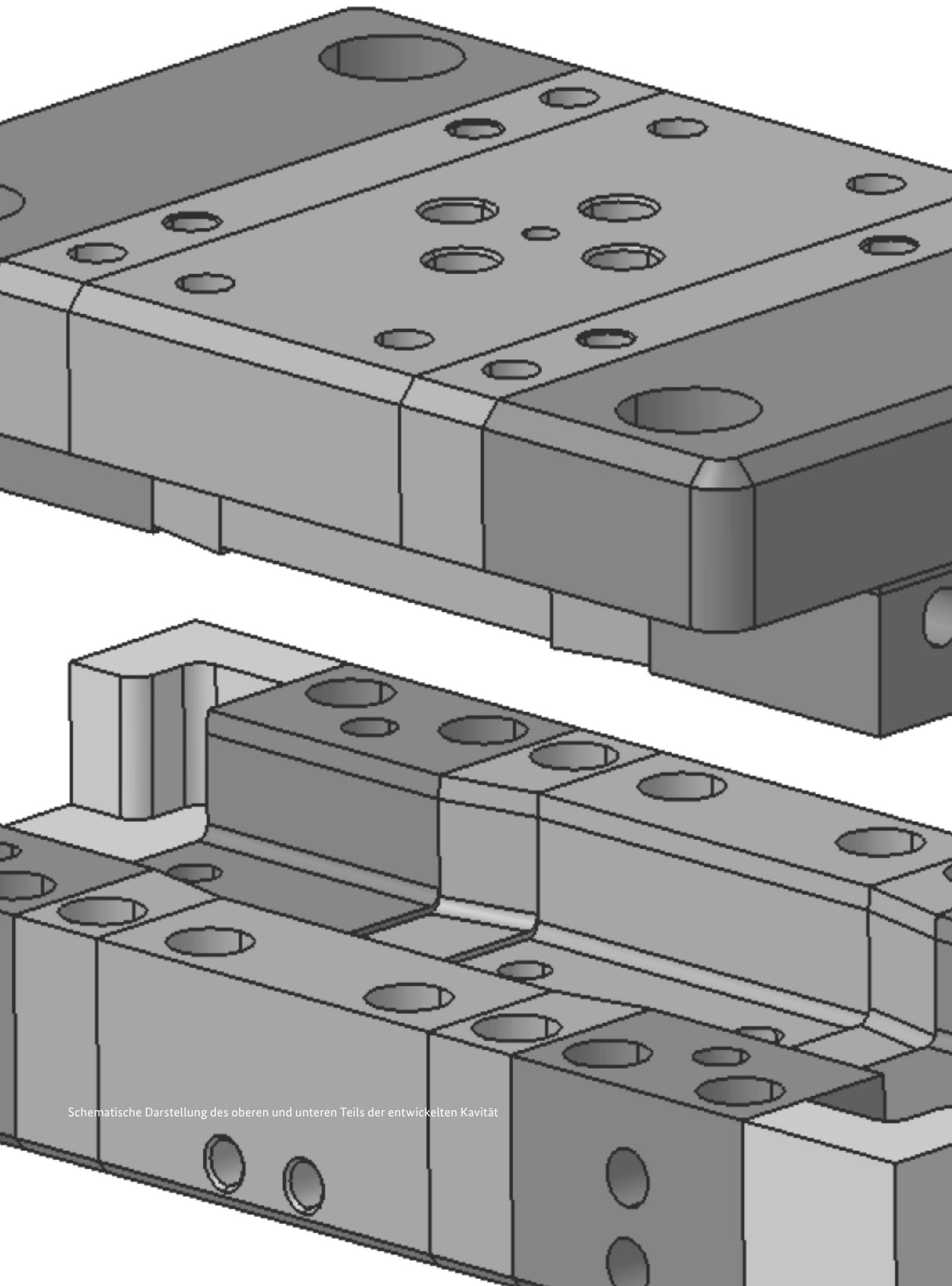
Antragsteller/Forscher	Bauhaus-Universität Weimar F. A. Finger-Institut für Baustoffkunde Professur Polymere Werkstoffe Prof. Dr.-Ing. Andrea Dimmig-Osburg
	Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, Professur Stahlbau Professor Dr.-Ing. habil. Frank Werner
Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Andrea Dimmig-Osburg, Prof. Dr.-Ing. habil. Frank Werner
Bearbeiter:	Prof. Dr.-Ing Jörg Hildebrand, Dipl.-Ing. Alexander Gypser, Dipl.-Ing. Björn Wittor, Dipl.-Ing. Martina Wolf
Gesamtkosten:	396 905,00 €
Anteil Bundeszuschuss:	219 100,00 €
Projektlaufzeit:	01.07.2009 – 31.03.2011

Numerische Simulation – Wärmestrom-dichte an einer Elementvariante bei einer Temperaturdifferenz von 40 K

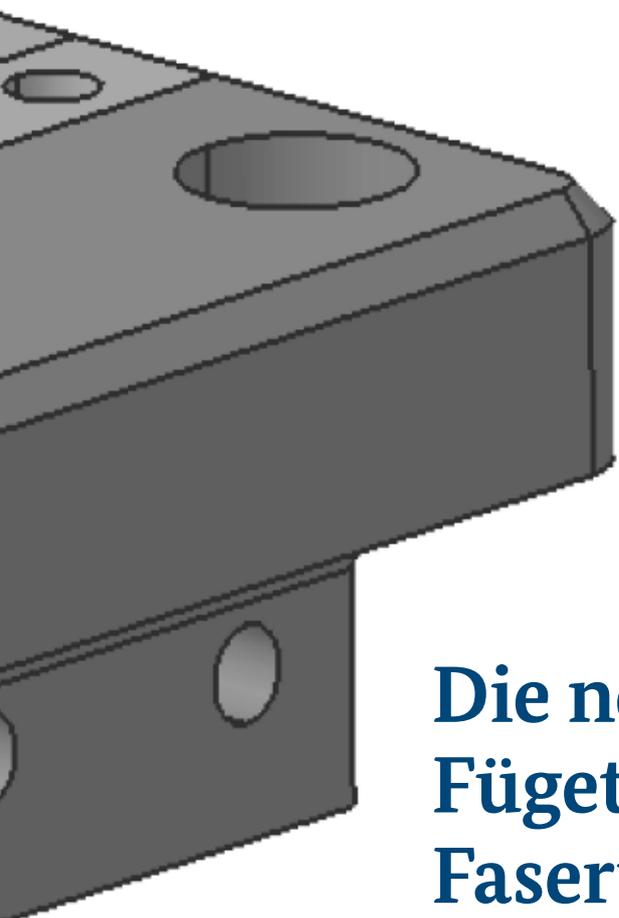


Grundsätzlich ist es gelungen, einen der Zielstellung des Forschungsprojekts entsprechenden Typus eines Glas-Hybrid-Elements zu entwerfen, welches prinzipiell die wärmetechnischen und mechanischen Anforderungen für die Verwendung als Hüllelement an Gebäuden erfüllt. Für die Umsetzung der Erkenntnisse der numerischen Simulation und der experimentellen Studien in die Praxis ist die Verwendung von Füllkörpern mit geringerer Wandstärke und einer die IR-Strahlung reflektierenden Oberfläche notwendig. Derzeit sind diese Röhren als technisches Produkt am Markt nicht verfügbar.

In Weiterführung des Forschungsvorhabens ist geplant, am Experimentalbau X.STAHL in Weimar großformatige Prototypen der GKS-Röhrenelemente mit der notwendigen Messtechnik zu integrieren. Damit wird eine Grundlage geschaffen, das Verhalten dieser neuartigen Bauelemente unter realen Bedingungen zu erfassen und so die Modelle für numerische Simulationen zu erweitern und zu präzisieren. Nur unter diesen Randbedingungen ist die notwendige Erfassung aller relevanten Parameter möglich.



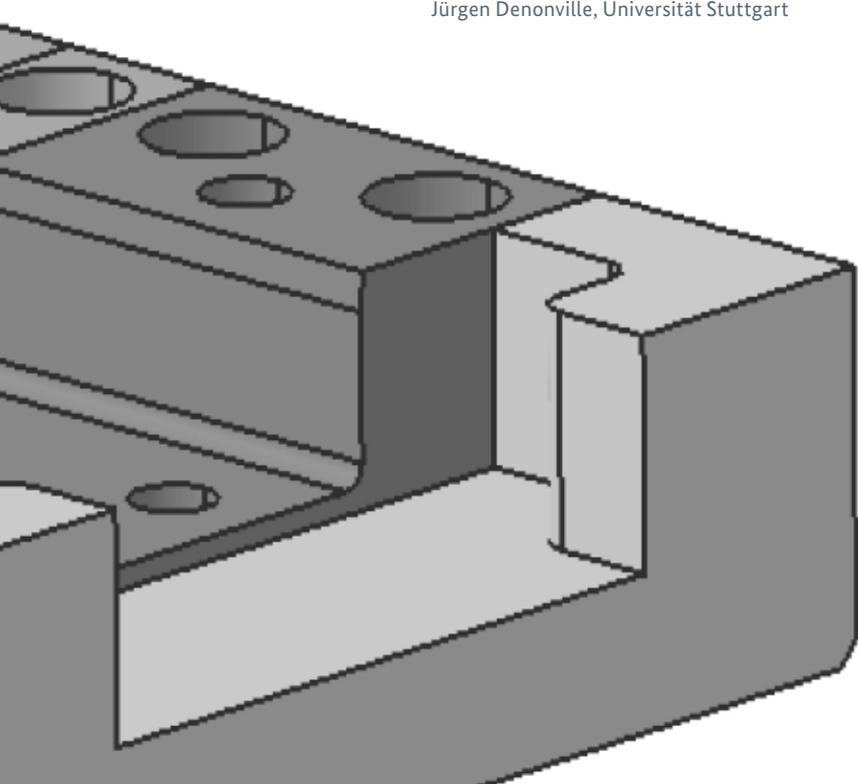
Schematische Darstellung des oberen und unteren Teils der entwickelten Kavität



Die neue Verbindung: Fügetechnologien für Faserverbundwerkstoffprofile

Entwicklung von materialgerechten Fügetechnologien für Faserverbundwerkstoffprofile durch Realisierung eines Übergangs des Matrixwerkstoffs von Polymerharzen zu Metallen im Knotenpunkt der Lasteinleitung

Jürgen Denonville, Universität Stuttgart



Die Fügung von Faser-Kunststoff-Verbundbauteilen auf der Baustelle stellt eine der wesentlichen Hürden für deren Einsatz im Bauwesen dar. Im Rahmen des vorgestellten Forschungsprojekts wird an den beteiligten Instituten eine neuartige Verbindungstechnologie entwickelt. Hierbei wird im Bereich der Lasteinleitung des Faserverbundbauteils die polymere Matrix durch eine metallische Matrix substituiert. Für diesen Bereich sollen bestehende Konstruktionsregeln und Bemessungsvorschriften unter geringfügigen Änderungen anwendbar sein.

Im Wesentlichen gliedert sich das Forschungsprojekt in zwei Bearbeitungsstränge. Einerseits gilt es ein Verfahren zu entwickeln, das es generell ermöglicht, eine Metallmatrix in Faserbündel aus Glas- und Karbonfasern partiell einzubringen, ohne dass die Materialeigenschaften der Fasern wesentlich beeinträchtigt werden. Andererseits wird auf Grundlage der erzielbaren Materialeigenschaften die konstruktive Durchbildung und die Tragfähigkeit einer solchen Fügung untersucht.

Als mögliches Verfahren zur Herstellung des metallischen Verbundwerkstoffs wurde das Umformen im teilflüssigen Zustand identifiziert und angewandt. Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass bei relativ niedrigen Prozesstemperaturen eine niedrige Viskosität des umzuformenden Materials erreicht wird. Die niedrige Prozesstemperatur ermöglicht den Erhalt der mechanischen Eigenschaften der Fasern, da diese, vor allem bei der Glasfaser, stark temperaturabhängig sind. Eine niedrige Viskosität ermöglicht eine gute Infiltration der Faserbündel.

Im Rahmen dieses Projekts wurde das Standardverfahren für das Umformen im teilflüssigen Zustand dahingehend verändert, dass die Kavität an zwei Seiten geöffnet ist (Bild 1). So ist es möglich, die Fasern durch die Kavität zu führen und die Metallmatrix partiell einzubringen. Damit das teilflüssige Material unter dem im Verfahren aufgebrachten hohen Druck nicht an den offenen Seiten ungehindert austritt, wird das Unterteil der Kavität so beheizt und gekühlt, dass sich in Längsrichtung ein definierter, gradiertes Temperaturverlauf einstellt, welcher zu einer gezielten Materialerstarrung führt. Zusätzlich werden die Bauteilabmessungen aus konstruktiven Gründen so festgelegt, dass sich die Form zu den offenen Seiten hin verjüngt. Diese Verjüngung bewirkt eine Materialkomprimierung des eingebrachten teilflüssigen Materials. Die Kombination aus Materialerstarrung und Materialkomprimierung führt zum Selbstverschluss der Kavität während der Umformung.

Hinsichtlich der konstruktiven Durchbildung einer solchen Fügung steht die Minimierung von Spannungskonzentrationen im Anschlussbereich im Fokus des Interesses. Diese Zielsetzung führt zur Ausbildung eines

möglichst gleichförmigen Übergangs von den Fasern zur Matrix. Eine kontinuierliche Veränderung des Faservolumengehalts führt zu einer Veränderung der Steifigkeitsunterschiede der Fügepartner und somit zur angestrebten homogenen Spannungsverteilung.

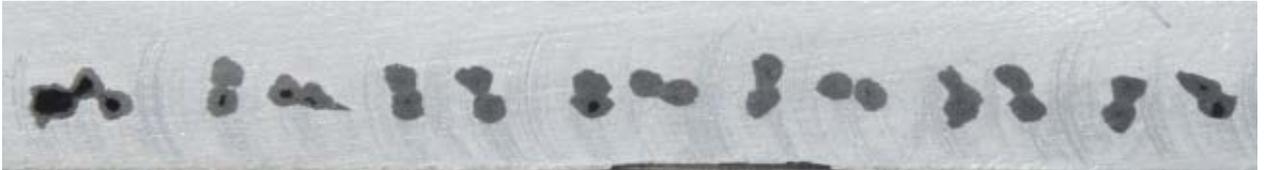
Die Variation des Faservolumengehalts kann durch eine Abstufung der Faser im Verankerungsbereich ebenso erfolgen wie durch die kontinuierliche Variation der geometrischen Abmessungen der Matrix bei konstanter Fasermenge.

Im Hinblick auf die verfahrenstechnischen Vorzüge der Variation der Bauteilabmessungen, die zuvor im Bezug auf den Selbstverschluss der Kavität erläutert wurden, wird diese Variante im Rahmen dieses Forschungsvorhabens angewendet. Allerdings wird in einem ersten Entwicklungsschritt der Übergang abgestuft ausgeführt.

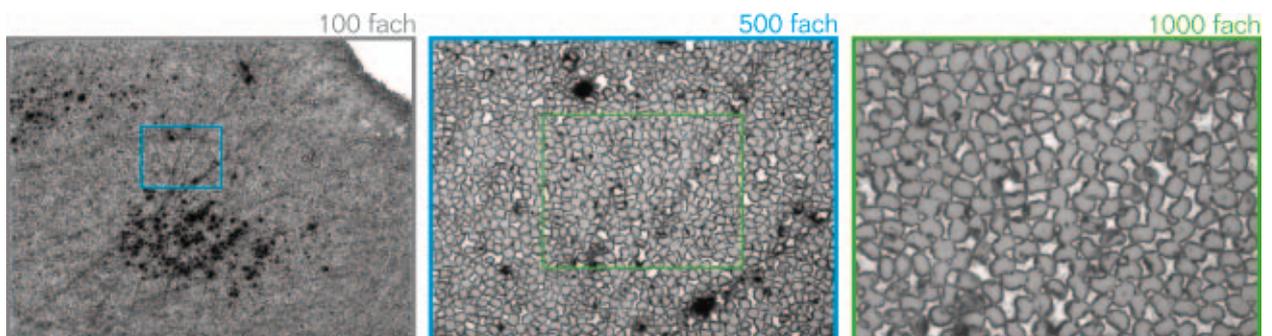
Aufgrund der meist dünnwandigen Bauteilquerschnitte von Faser-Kunststoff-Profilen, wird als Grundlage für allgemeine Verbindungen das Verfahren an plattenförmigen Bauteilen mit unidirektionaler Faseranordnung untersucht.

Zur Wahrung der Lagentreue der Fasern während des Umformens ist es notwendig die Fasern vorzuspannen. Der Grad der Vorspannung und die durch die Vorspannung gewährleisteten Faserzwischenräume haben wesentlichen Einfluss auf die Infiltrationsgüte. Dies zeigt sich unter anderen daran, dass die äußeren Faserbündel schlechter infiltriert sind und die Vorspannung aufgrund des Wickelprozesses geringer ist als bei den benachbarten Faserbündeln. In Bild 2 ist die schlechtere Infiltration der Randfasern durch den dunkleren Grauton gut zu erkennen. Die visuelle Kontrolle der Faseranschnitte mit dem Mikroskop zeigt für die im Schnitt hellgrauen Faserbündel eine sehr gute Infiltration.

Im Rahmen von metallurgischen Untersuchungen werden die mechanischen Kennwerte für den Verbundwerkstoff und die unverstärkte Aluminiumlegierung ermittelt. Zusätzlich erfolgt die Analyse des Verbunds anhand von Auszugsversuchen. Diese Kennwerte gehen als Eingangsgrößen in die numerische Simulation zum Tragverhalten



Querschnitt eines Bauteils



Mikroskopaufnahmen eines Faserbündels mit verschiedenen Vergrößerungen

der Verbindung ein. Es ist bisher gelungen, die Machbarkeit des Verfahrens hinsichtlich Infiltration der Fasern für Glas wie auch Karbon zu überprüfen und die hierfür verfahrensrelevanten Parameter zu ermitteln. Mit diesem Verfahren lassen sich die Metallmatrix-Verbunde mit verschiedenen Faservolumengehalten von bis zu 22 % replizierbar herstellen. Die visuelle Kontrolle der Proben mittels des Mikroskops (1000-fache Vergrößerung) zeigt eine sehr gute Infiltration der Fasern bei gleichzeitig guter Lagentreue.

Für die Bewertung der Verbindung gilt es die mechanischen Kennwerte des Verbundwerkstoffs zu analysieren und durchgeführte Simulationen zum Tragverhalten zu verifizieren.

Aus Sicht der Autoren handelt es sich zum jetzigen Bearbeitungsstand um eine vielversprechende Verbindungstechnologie, welche die Anwendung von Faserverbundwerkstoffen im Bauwesen vereinfachen wird.

Materialgerechtes Fügen von Faserverbundprofilen – MaFüFa

Forscher/Projektleitung:	Universität Stuttgart Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (Projektleitung) Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Werner Sobek (Institutsleiter), Dr.-Ing. Walter Haase (Forschungsleiter), M. Eng. Jürgen Denonville (Projektbearbeiter) Institut für Umformtechnik – Universität Stuttgart Prof. Dr.-Ing. Mathias Liewald MBA (Institutsleiter), Dipl.-Ing. Kim Riedmüller (Projektbearbeiter)
Gesamtkosten:	403 639,00 €
Anteil Bundeszuschuss:	265 579,00 €
Projektlaufzeit:	bis August 2013

ULTRASLIM

Entwicklung eines ultraschlanken energieeffizienten Fenstersystems aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) und Vakuumisolierglas (VIG)

Christian Lüken, FH Dortmund



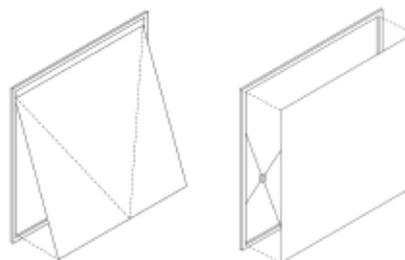
Moderne Wärmeschutzfenster mit Dreifachverglasungen (Passivhausfenster) bieten niedrige U-Werte, erkaufen dies aber mit hohem Eigengewicht. Dies kann etwa den Einbau in Altbauten erschweren. Auch sind zum Tragen der drei Scheiben mit Kunststoffrahmen breite Profile erforderlich, was die Gestaltung der Hausfassade beeinträchtigt. ULTRASLIM soll hier Abhilfe schaffen durch Kombination schlanker Rahmen aus GFK mit neuartigen dünnen VIG-Verglasungen.

Das Projekt ULTRASLIM greift Ergebnisse des früheren Projekts PROFAKU auf, dessen Schwerpunkt die Entwicklung von GFK-Rahmen für textile Gebäudehüllen war. Aus PROFAKU ging auch der Entwurf eines Fensterprofils hervor, der im Rahmen von ULTRASLIM optimiert wird. Das Faserinstitut Bremen (FIBRE) bringt dazu seine Erfahrungen auf dem Gebiet der faserverstärkten Kunststoffe ein, während das Team von Herrn Prof. Rogall an der FH Dortmund sich mit den Anforderungen an Fenstersysteme aus bautechnischer und gestalterischer Sicht befasst. Das Fenstersystem ULTRASLIM soll nicht nur schlank und ästhetisch ansprechend sein, sondern auch die hohen Anforderungen moderner Fenstertechnik erfüllen, von denen im Folgenden exemplarisch einige der wichtigsten

angeführt sind. Hierbei kommt dem verwendeten Material eine Schlüsselrolle zu. GFK bietet hohe mechanische Festigkeit bei gleichzeitig geringer Dichte und Wärmeleitfähigkeit. Ein Fenster aus GFK kombiniert also Vorteile von heutigen Metall- und Kunststofffenstern. GFK besitzt darüber hinaus eine dem Glas sehr ähnliche thermische Längenausdehnung, so dass thermische Materialspannungen gering gehalten werden. Auf dem Markt verfügbare Fenstersysteme sind oft das Ergebnis eines jahrzehntelangen Entwicklungsprozesses: Bei neuen Anforderungen wird das bestehende Design abgeändert, um z. B. durch Hinzufügen zusätzlicher Luftkammern den U-Wert eines Kunststoffrahmens herabzusetzen. Ist der Rahmen dann nach mehreren solcher Änderungen zu sehr angewachsen, müssen unter Umständen zusätzliche Verstärkungen eingebracht werden.

Ziel von ULTRASLIM ist hingegen die völlige Neukonzipierung und Neuentwicklung eines Fenstersystems. Die hohen Anforderungen an das Fenster können nur erfüllt werden, wenn Aufbau, Dimensionierung und Fügen der Bauteile ganz auf die eingesetzten Materialien abgestimmt sind. Zunächst muss natürlich die mechanische Sicherheit des Fensters gewährleistet sein. Statische und dynamische Belastungen, etwa auch Bedienkräfte, werden in FEM-Berechnungen simuliert. Ausgehend von diesen FEM-Daten

wird das Profil optimiert. Ein großer Gewinn an Steifigkeit ergibt sich durch eine umlaufende kraftschlüssige Verklebung von Rahmen und Verglasung. Gegenwärtig sind Stabilitätsreserven für einen Einbau in bis zu 20 m Höhe vorhanden.



Eine zentrale Anforderung an moderne Fenster ist der Wärmeschutz. Als Verglasung soll bei ULTRASLIM das neu entwickelte Vakuumisolierverglas (VIG) eingesetzt werden. VIG stellt eine Alternative zum klassischen Dreischeiben-Isolierverglas mit Edelgasfüllung dar: Im sehr schmalen Zwischenraum zweier Glasscheiben mit Raster-Abstandshaltern herrscht ein Vakuum, das den Wärmetransport sehr stark herabsetzt. Durch den Wegfall der dritten Scheibe kann eine Gewichtsersparnis von etwa 50 % erzielt werden. Künftig sollen VIG-Verglasungen mit U-Werten von bis zu $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ produziert werden, diese befinden sich jedoch momentan noch in der Entwicklungsphase. Die Firma Pilkington hat mit Spacia™ als erste ein VIG auf den deutschen Markt gebracht. Mit $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ liegt der U-Wert im Bereich von Zweifach-Isolierverglasungen, bei einer Gesamtdicke von nur 6,5 mm. Diese Verglasung wird vorerst bei ULTRASLIM zum Einsatz kommen, das System kann aber ohne Modifizierung auch zukünftige VIG mit besseren U-Werten aufnehmen. Am Scheibenrandverbund, der thermischen Schwachstelle von Isolierverglasungen, überlappen bei ULTRASLIM Rahmen und Verglasung und verstärken sich gegenseitig in der Dämmwirkung.



Der bauliche Brandschutz stellt keine besonderen Anforderungen an Fensterrahmen (s. Musterlandesbauordnung). Eine höhere Brandschutzklasse kann später über den Zusatz von Flammenschutzmitteln in die Matrix oder entsprechende Beschichtungen erreicht werden. Ein hochwertiger UV-Schutz des Rahmens wird ebenfalls über UV-Additive in der Matrix, eine Folierung des Rahmens oder am einfachsten über eine UV-beständige Lackierung eingestellt. Besondere Aufmerksamkeit wird schließlich der Befestigung des Fensters am Baukörper und den Öffnungsarten gewidmet. Die Montage des Fensters soll einfach und zeitsparend möglich sein. Das ULTRASLIM-Profil ist so konzipiert, dass ohne Modifikationen möglichst unterschiedliche Beschläge und Mechaniken aufgenommen werden und so verschiedene Öffnungsarten realisiert werden können.

Fazit

Viele Teilanforderungen an das ULTRASLIM-Fenster konnten bereits gelöst werden. Die mechanische Stabilität ist schon für die meisten im Wohnungsbau üblichen Einbausituationen ausreichend. Auf der Messe BAU 2013 wird ein funktionsfähiger Prototyp des ULTRASLIM-Fensters vorgestellt, der gleichzeitig etwa die Mitte des Forschungsvorhabens markiert und als Zwischenstudie gewertet werden sollte. Im weiteren Verlauf des Projektes sollen unter anderem der Brandschutz verbessert, andere Öffnungs- und Verglasungsarten getestet und eine von 3M entwickelte neuartige Dichtung erprobt werden. Auch eine weitere Optimierung des eingesetzten GFK-Materials ist geplant.

ULTRASLIM

Antragsteller/Forscher:	Faserinstitut Bremen (FIBRE) Prof. Dr.-Ing. Axel S. Hermann Dipl.-Ing. Ralf Bäumer
	Fachhochschule Dortmund, Fachbereich Architektur Prof. Dipl.-Ing. Arch. Armin D. Rogall Prof. i.V. Luis Ocanto M.Sc. Dr. rer. nat. Christian Lüken
Gesamtkosten:	421 220,00 €
Anteil Bundeszuschuss:	268 220,00 €
Projektlaufzeit:	01.01.2012 – 31.12.2013



Ansatz für das Forschungsprojekt ist die Beurteilung des Energie- und Materialverbrauchs infolge von Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen während des Lebenszyklus eines Gebäudes. Dazu wird anhand verschiedener Materialkombinationen der Energie- und Materialverbrauch vom sanierungsbedürftigen Bauteil über den Rückbau bis zur Herstellung der fertigen Tragschicht für das Aufbringen der neuen Bekleidung betrachtet.

Auf ewig verklebt? Trennbarkeit hybrider Bauteile

Analyse der Trennbarkeit von Materialschichten hybrider Innenbauteile bei Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen – Erstellung einer praxisnahen Datenbank

Frank Ritter, TU Darmstadt

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden 28 repräsentative Wand- und 16 repräsentative Fußbodenaufbauten sowie die zugehörigen Instandsetzungsmaßnahmen untersucht. Dafür war es notwendig, die zu untersuchenden Wand- und Bodenaufbauten festzulegen sowie die zu bestimmenden Parameter und Systemgrenzen für den jeweiligen Versuch zu definieren.

Die entsprechenden Wand- und Bodensysteme wurden als Bauteilversuch errichtet und unter kontrollierten Bedingungen zurückgebaut. Der dabei entstehende Energie- und Materialverbrauch wurde erfasst und dokumentiert. Für die ökologische Bewertung der ermittelten Stoffströme wurden die hinterlegten Materialkennwerte der Ökobilanzdatenbank „Ökobau.dat“ des Bundes herangezogen. Für eine möglichst praxisnahe Bewertung der Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen war es erforderlich, alle ermittelten Aufwendungen gegenüberzustellen und gegeneinander abzuwägen. Eine derartige Abschätzung wurde anhand einer Methodik angelehnt an das System der Bedeutungsfaktoren aus den DGNB-

Steckbriefen für Büro- und Verwaltungsbauten Version 2009 [DGNB e. V. (Hrsg.)], durchgeführt. Diese Bedeutungsfaktoren geben eine Gewichtung der einzelnen Umweltwirkungen untereinander vor, zu der im Rahmen dieser Arbeit noch der Stundenaufwand des ausführenden Fachpersonals im Sinne von Kostenanteilen hinzugefügt wurde.

In Tabelle 1 wird deutlich, dass die Demontage von Fliesen erheblich größere Auswirkungen aufweist als die verschiedenen anderen Wandbekleidungen. Es wird darauf hingewiesen, dass im Rahmen der Versuchsreihe der Zementputz bei der Demontage von Fliesen vollständig entfernt werden musste, was erhebliche Auswirkungen in allen maßgebenden Bereichen mit sich bringt. Ähnlich verhält es sich mit dem notwendigen Austausch der Gipskartonplatten nach dem Entfernen von Fliesen, wobei der Aufwand hier etwas geringer bleibt. Farbe und Tapete als Wandbekleidung verhalten sich relativ ähnlich und haben im Vergleich zu Fliesen und Holzbekleidung nur sehr geringe Umweltwirkungen. Das Abnehmen



Wandaufbauten und Wandverkleidungen

Tragschicht	Wandbekleidung alt	Fliese	Tapete	Farbe	Holzverkleidung
	Wandbekleidung neu				
Gipskarton-leichtbauwand	Fliese	mittel	mittel	mittel	mittel
	Tapete	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Farbe	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Holzverkleidung	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Ziegelmauerwerk mit Zementputz	Fliese	sehr schlecht	sehr schlecht	sehr schlecht	sehr schlecht
	Tapete	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Farbe	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Holzverkleidung	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Ziegelmauerwerk mit Gipsputz	Fliese	sehr gut	gut	gut	sehr gut
	Tapete	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Farbe	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Holzverkleidung	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
KS-Mauerwerk mit Kalkzementputz	Fliese	sehr schlecht	sehr schlecht	sehr schlecht	sehr schlecht
	Tapete	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Farbe	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Holzverkleidung	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
KS-Mauerwerk mit Gipszementputz	Fliese	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Tapete	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Farbe	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Holzverkleidung	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Stahlbetonwand mit Kalkzementputz	Fliese	schlecht	sehr schlecht	sehr schlecht	sehr schlecht
	Tapete	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Farbe	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Holzverkleidung	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
Stahlbetonwand mit Gipszementputz	Fliese	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Tapete	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Farbe	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Holzverkleidung	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut

einer Holzbekleidung von einer Wand kann durch die Verbrennung von Bekleidung und Unterkonstruktion einen negativen Ressourcenverbrauch bewirken, was sich somit positiv in der Ökobilanz auswirkt. Des Weiteren kann eine sorgfältig abgenommene Holzverkleidung je nach Alter und Aussehen auch wiederverwendet werden, was zu einer Verlängerung der Lebensdauer und damit zu einem weiteren positiven Einfluss auf die Ökobilanz führt. Die Verifizierung der Ergebnisse an verschiedenen Realobjekten zeigte bei der Demontage von Fliesen, dass das vollständige Entfernen von Zementputz nicht zwingend erforderlich sein muss, weshalb an dieser Stelle weitere Untersuchungen angeraten werden, die möglichst in naher Zukunft durchgeführt werden sollten.

Die verwendeten Bodenbeläge wurden für die Untersuchung vollflächig mit dem jeweiligen Untergrund ver-

klebt und mussten nahezu alle mit einem Elektrostripper gelöst werden. Laminat und textile Bodenbeläge werden in dieser vollflächigen Verklebung nur noch selten verlegt, jedoch können Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen durchaus auch solche geklebten Beläge betreffen. Bei der Bewertung der Bodenbeläge ergibt sich im Vergleich zu den Wandbelägen ein etwas differenzierteres Bild (siehe Tabelle Böden), wobei sich auch hier der jeweilige Komplettaustausch des Trockenstrichs nach der Demontage von Fliesen, Laminat und Natursteinbelag auf das Ergebnis auswirkt.

Die in dieser Arbeit erstmalig durchgeführten Untersuchungen zur Trennbarkeit unterschiedlicher Materialschichten in Verbundbauteilen zeigen deutlich, dass die bisherige Herangehensweise, bei der von einer vollständigen Lösbarkeit einzelner Schichten ausgegangen wird,

Fußbodenaufbauten und -beläge

Tragschicht	Bodenbelag alt	Fliese	Laminat	Textiler Bodenbelag	Natursteinwerk
	Bodenbelag neu				
Zementestrich	Fliese	mittel	mittel	mittel	mittel
	Laminat*	mittel	mittel	mittel	mittel
	Teppich*	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Natursteinwerk	gut	gut	gut	gut
Ziegelmauerwerk mit Zementputz	Fliese	mittel	mittel	mittel	mittel
	Laminat*	gut	gut	gut	gut
	Teppich*	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Natursteinwerk	gut	gut	gut	gut
Ziegelmauerwerk mit Gipsputz	Fliese	mittel	mittel	mittel	mittel
	Laminat*	gut	gut	gut	gut
	Teppich*	gut	gut	gut	gut
	Natursteinwerk	gut	gut	gut	gut
KS-Mauerwerk mit Kalkzementputz	Fliese	schlecht	mittel	mittel	schlecht
	Laminat*	schlecht	mittel	mittel	schlecht
	Teppich*	sehr gut	sehr gut	sehr gut	sehr gut
	Natursteinwerk	schlecht	mittel	mittel	schlecht

* vollflächig geklebt

nicht für alle Wand- bzw. Bodenbeläge dem Stand der Technik entspricht. Sämtliche geklebten bzw. nass-in-nass verlegten Verbindungen bedürfen einer genaueren Betrachtung, wofür mit dieser Arbeit ein erster Grundstein gelegt wurde.

Weitere Untersuchungen des Autors unter Berücksichtigung der spezifischen Bauteillebensdauern führten zu Ergebnissen in ökologischer und ökonomischer Hinsicht über den kompletten Lebenszyklus der einzelnen Beläge und Bekleidungen.

Fazit

Durch die Forschungsergebnisse konnte eine Bewertungsmethode gefunden werden, mit deren Hilfe auf objektiver Grundlage entschieden werden kann, welche Wand- und Fußbodenaufbauten eine nachhaltige Instandsetzung bzw. Modernisierung durch eine Reduzierung des Energie- und Materialverbrauchs ermöglichen. Die Methodik kann bereits in der Planungsphase für ein Gebäude zur Anwendung kommen und dazu beitragen, die Umweltwirkungen über den Lebenszyklus zu reduzieren.

Zusätzlich wird eine Ergänzung für die bestehenden Bauteilkataloge um die Umweltwirkung von Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen bereitgestellt, was zur Kostenreduzierung für die Erstellung eines Gebäudezertifikats beitragen kann.

LCA-Analyse von Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen

Forscher/Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner TU Darmstadt
Projektleiter:	Dr.-Ing. Frank Ritter
Gesamtkosten:	130 230,00 €
Anteil Bundeszuschuss:	82 730,00 €
Projektlaufzeit:	bis 30.09.2010

vakutex

Vakuumgedämmte Fassadenelemente aus Textilbeton

S. Kirmse, A. Kahnt, S. Huth, M. Tietze, F. Hülsmeier, HTWK Leipzig

Die Weltbevölkerung wächst stetig und mit ihr steigen die Entnahmemengen von energetischen und nichtenergetischen Rohstoffen beträchtlich. Allein die Nutzungsphase von Gebäuden ist für 40 % des weltweiten Primärenergieverbrauchs verantwortlich. Die Suche nach Einspar- und Optimierungspotentialen stellt daher die zentrale Rolle des Bauwesens dar

Ausgangspunkt der Forschungsarbeit war die zunehmende Urbanisierung, die fast alle Regionen der Erde betrifft. Die damit zusammenhängende Verdichtung treibt die Grundflächenpreise in innerstädtischen Gebieten nach oben. Dadurch wächst der Bedarf an schlanken, platzsparenden Außenwandkonstruktionen.

Zudem steigen die Anforderungen an die Gebäudehülle mit jeder neuen Energieeinsparverordnung an. Unter Verwendung üblicher Materialien bedeutet dies eine kontinuierliche Verstärkung der Außenwandaufbauten: Im Massivhaussektor ergeben sich folglich Gesamtaußenwanddicken von bis zu 50 cm. Um solche massiven Außenwandaufbauten zu umgehen, bedarf es neuer Werkstoffe, die schlanke und energieeffiziente Aufbauten ermöglichen.

Basierend auf der Verwendung von in Deutschland neu entwickelten hocheffizienten Verbundwerkstoffen (Textilbeton, Vakuumisulationspaneele, glasfaserverstärkter Kunststoff etc.) erarbeitete die interdisziplinäre Forschungsgruppe energiedesign der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK) im Rahmen des Forschungsprojektes „Vakuumgedämmte Fassadenelemente aus Textilbeton – vakutex“ eine extrem leichte, energieeffiziente und an das regionale Klima angepasste Gebäudehülle in Sichtbetonoptik.

Gestalterische Aspekte

Aus gestalterischer Sicht wirken im Passivhausdämmstandard ausgeführte konventionelle Fassaden sehr schwerfällig. Durch die als Fassadenelement in neuer Kombination untersuchten, hocheffizienten Verbundwerkstoffe Textilbeton und Vakuumisulationspaneele werden dagegen minimale Wanddicken von nur 9 – 11 cm erreicht, die Leichtigkeit und Offenheit erzeugen. Da Wand und Fenster ohne Laibung in einer Ebene verlaufen,

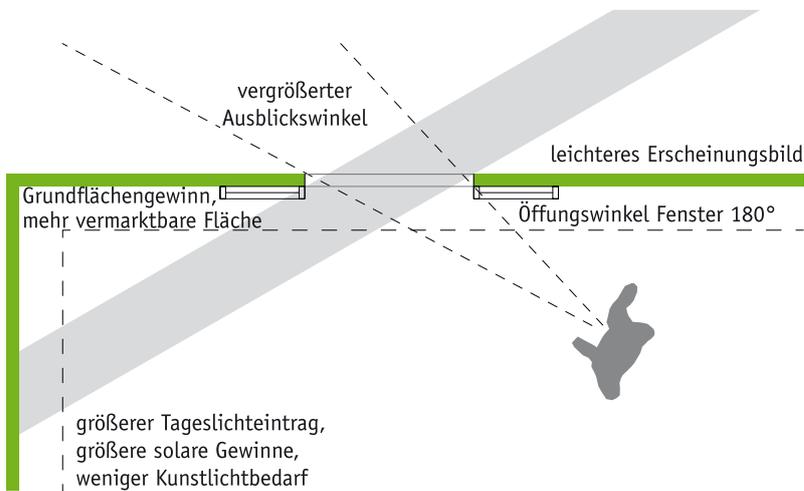
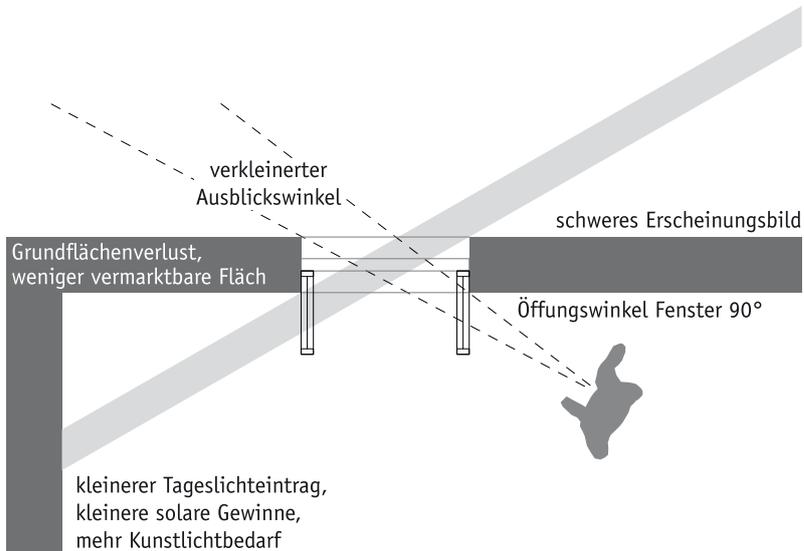
vergrößern sich der Ausblickswinkel und der Tageslichteintrag beträchtlich; so steigen die solaren Gewinne und es muss weniger Kunstlicht eingesetzt werden.

Durch die Ausbildung der äußeren Elementschichten in Sichtbeton besteht ein hoher Grad an Gestaltungsmöglichkeiten für die Oberflächen: Durch Ansäuern, Lasieren, Einfärben oder den Einsatz von Strukturmatrizen kann eine sehr individuelle Optik und Haptik erzielt werden, auch Fotobetone sind möglich. Zudem sind durch die Leichtigkeit des Fassadenelements sehr viel größere Plattendimensionen realisierbar. Durch ihre Schlankheit und das geringe Gewicht sind die Elemente besonders für städtebauliche Nachverdichtungen geeignet.

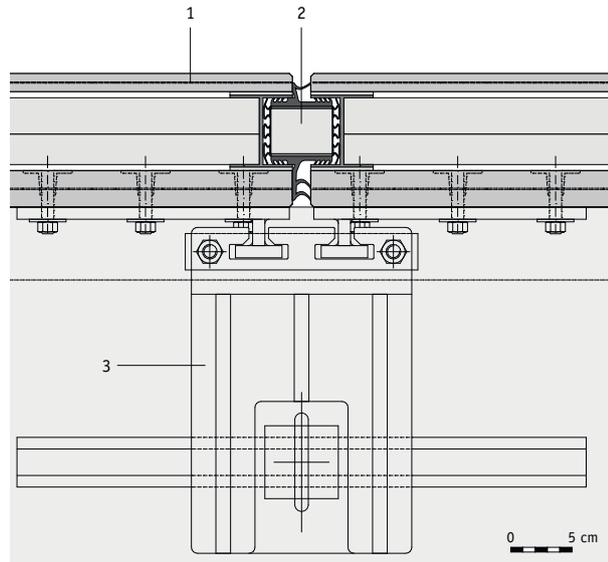
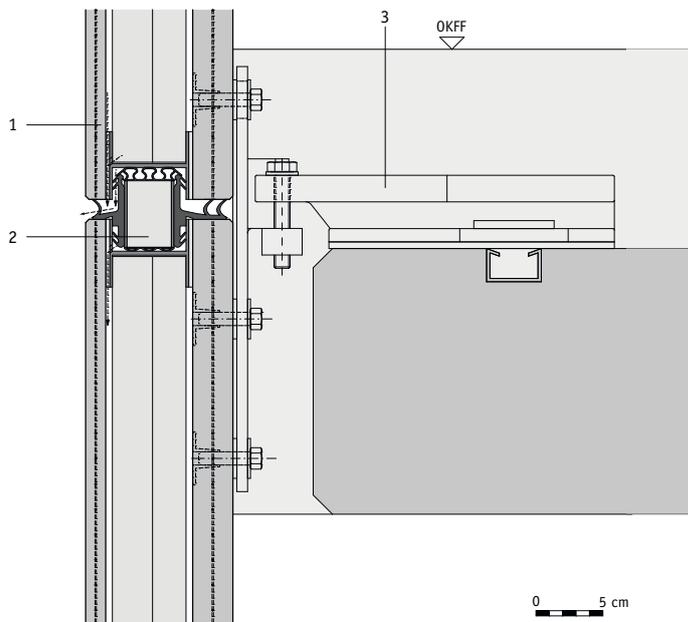
Technische Aspekte

Der Prototyp der vakutex-Fassade wurde als nichttragende Vorhangfassade mit einer minimierten Dicke von 11 cm realisiert. Die Textilbetonplatten mit textilen Gelegen aus alkaliresistentem Glas (AR-Glas) können nicht korrodieren, wie es bei Betonstahl mit zu geringer Betondeckung der Fall ist. Somit werden Plattendicken von lediglich 1,5 cm (außen) und 3 cm (innen) nötig. Diese Materialeinsparung vereinfacht Transport und Montage erheblich.

Für die Unterkonstruktion wurde glasfaserverstärkter Kunststoff eingesetzt, um die bei den derzeit gängigen Aluminium- oder Stahlprofilen entstehenden Wärmebrücken zu reduzieren. Für den Rahmen sowie das innere Aussteifprofil wurden GFK-I-Profile gewählt. Hierbei ergab sich allerdings ein Problem aus Sicht des Brandschutzes, da glasfaserverstärkter Kunststoff nur der Klasse B2 (brennbar) zugeordnet werden kann. Bei der brandschutztechnischen Prüfung und Eingruppierung als Gesamtbauteil konnte das vakutex-Fassadenelement jedoch die Baustoffklasse A2 (nicht brennbar) erreichen. Um einen passivhaustauglichen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von 0,15 W/(m²K) zu erreichen, müssen konventionelle Dämmschichtdicken von ca. 25 cm realisiert werden. Bei der Verwendung von Vakuumisulationspaneelen verringert sich diese Dicke dagegen auf 5 cm (ohne Wärmebrücken). Aufgrund der starken Anfälligkeit der Vakuumisulationspaneele gegenüber kleinsten Beschädigungen wurden Befestigungspunkte am Rand der Elementkonstruktion angeordnet. So bleibt der innere



Durch Ansäuern, Lasieren, Einfärben oder den Einsatz von Strukturmatrizen kann eine sehr individuelle Optik und Haptik erzielt werden, auch Fotobetone sind möglich.



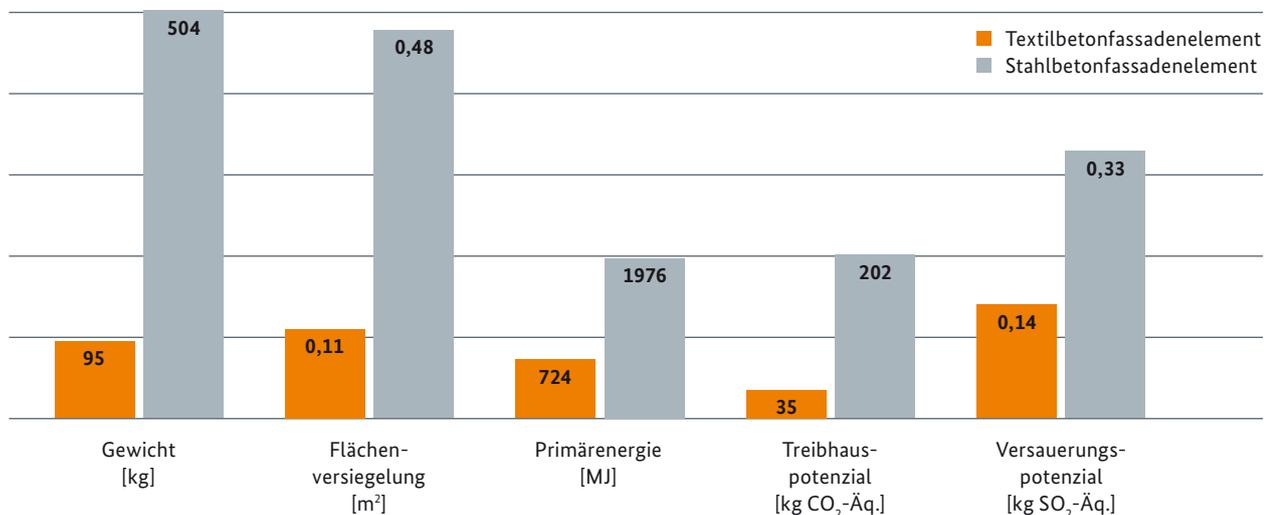
Detailschnitte horizontal und vertikal

Bereich frei von Durchstoßpunkten, sodass die Paneele frei verlegt werden können. Zudem ist es möglich, die zweilagig eingebauten Paneele wärmebrückenoptimiert versetzt zu verlegen. Die vollständige Herstellung im Werk sichert die Schadensfreiheit der Vakuumdämmung. Zur Aufnahme von Fertigungstoleranzen, Längenänderungen und Verformungen der Fassadenelemente wurde ein angepasstes Koppelungssystem entwickelt sowie eine dreidimensional justierbare Elementaufhängung vorgesehen. Die dem Leichtbau anhaftende Problematik der geringen Schalldämmung wurde durch zusätzliche absorbierende Schichten und entkoppelte Befestigungsmittel gelöst. Orientierende Schallschutzmessungen ergaben bewertete Schalldämm-Maße $R_{w,P}$ von 47 dB für die Variante „geklebte Außenplatte“ und 56 dB für die Variante „entkoppelte Außenplatte“. Somit genügen sie

selbst den Schallschutzanforderungen hoher Außenlärmpegelbereiche.

Ökologische Aspekte

In den gesetzlichen Anforderungen wurde neben der Nutzenergie (Heizung, Warmwasser, Beleuchtung etc.) die sogenannte Graue Energie (durch Rohstoffgewinnung, Herstellung, Transport und Montage gebundene Energie im Bauteil) bisher nur unzureichend betrachtet. Die neuartige Materialkombination von vakutex führt zu einer Reduktion der Rohstoffentnahme um den Faktor 5 gegenüber vergleichbaren Stahlbetonfassaden. Dadurch können die Treibhausemissionen auf ein Sechstel gesenkt werden, das Versauerungspotential halbiert sich. Die Primärenergie, die zur Herstellung, Instandsetzung und Entsorgung der vakutex-Elemente benötigt wird, beträgt



vakutex

Antragsteller	Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig Fakultät Bauwesen, Fachgebiet Gebäudetechnik, Energiekonzepte und Bauphysik
Projektleiter und Mitarbeiter	Prof. Dipl.-Ing. Frank Hülsmeier (Themenverantwortlicher) Dipl.-Ing. (FH) Alexander Kahnt (Projektleiter) Dipl.-Ing. (FH) Stefan Huth Dipl.-Ing. (FH) Susanne Kirmse Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Matthias Tietze
Gesamtkosten	258 716 €
Anteil Bundeszuschuss	178 400 €
Projektlaufzeit	03 2010 bis 05 2012

nur ein Drittel gegenüber der des Stahlbetonelements. Einsparungen werden damit im Wesentlichen durch eine verringerte Rohstoffentnahme sowie recycelbare Baumaterialien erreicht.

Eine vergleichende Analyse zur Grauen Energie und zur Nutzenergie der Fassadenelemente ergab eine ökologisch sinnvolle Dicke der Vakuumdämmung von 5,5 cm. Die Gesamtfassade erreicht damit, unter Einbeziehung der konstruktiven Wärmebrücken, einen U-Wert von $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Der leicht darunter liegende Passivhausstandard von $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ wird folglich nicht erreicht. In Abhängigkeit von den Fensterflächen, der Ausrichtung, dem Heizkonzept etc. ist ein U-Wert von $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ jedoch nicht immer erforderlich und ökologisch sinnvoll. Der aktuell geforderte U-Wert für Außenwände von $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nach EnEV 2009 sowie die Werte der zukünftigen EnEV können jedoch durch die vakutex-Fassade sicher eingehalten werden.

Ungünstig wirkt sich momentan noch die mit 30 Jahren recht kurz eingeschätzte Lebensdauer der Vakuumisolationspaneele auf die Ökologie der Bauteile aus. Konventionelle Dämmstoffe haben dagegen eine statistische Lebensdauer von 40 Jahren.

Ökonomische Aspekte

Aus ökonomischer Sicht ist der Aufwand für die Herstellung der vakutex-Fertigteile wesentlich höher als bei Stahlbetonelementen. Dieser Kostennachteil resultiert aus dem momentan noch geringen Automatisierungsgrad der Herstellung und den hohen Materialkosten. In der Lebenszyklusbetrachtung stellen sich die schlanken Fertigteile jedoch durch Einsparungen bei Transport, Ein- und Rückbau sowie Wiederverwertung kostengünstiger dar. Darüber hinaus kann durch die minimierten Wanddicken bis zu 15 % mehr Nutzfläche bei gleicher Bruttogrundfläche generiert werden. Eine auf diesem Grundflächengewinn und den Mehrkosten der vakutex-Fassade basierende dynamische Investitionsbetrachtung ergab, dass die vakutex-Fassade ab einer Kaltmiete von 9 €/m^2 nach spätestens 13 Jahren einen Vorteil gegenüber der Vergleichskonstruktion erreicht, obwohl die Erstinvestition mit ca. 490 €/m^2 Fassadenfläche zunächst um 40 % höher ausfällt. Der Einsatz ist demnach hauptsächlich in verdichteten ur-

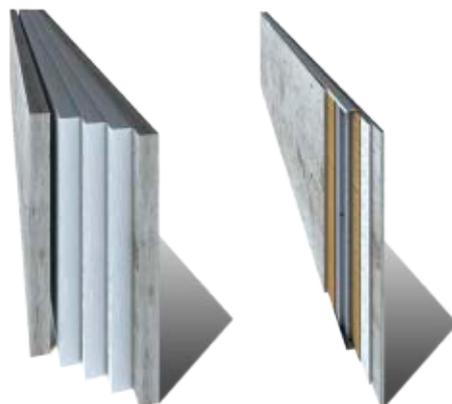
banen Bebauungsgebieten wirtschaftlich sinnvoll. Durch die vollständige Werksfertigung können eine hohe Verarbeitungsqualität garantiert und die Elemente zum idealen Zeitpunkt geliefert und verbaut werden. Das gewährleistet einen optimierten Bauablauf und verkürzt die Bauzeit.

Fazit

Resultat des zweijährigen Forschungsprojektes war die Erstellung eines vakutex-Prototypen mit den Abmaßen $1,50 \text{ m} \times 3,20 \text{ m}$. Trotz der minimierten Dicke von nur 11 cm kann vakutex alle Anforderungen an heutige und zukünftige Fassaden erfüllen und durch minimalen Rohstoffeinsatz einen wesentlichen Beitrag zum nachhaltigen Bauen leisten. Das Fassadenelement ist langlebig, pflegeleicht und gleichmäßig hochwertig, auch sind vielfältige Formate und Oberflächengestaltungen realisierbar.

Für ein breites Anwendungsfeld besteht Forschungsbedarf, insbesondere für eine robustere und kostengünstigere Vakuumdämmung und die thermische Optimierung der Elementfugen. Durch eine Teilautomatisierung in der Herstellung und die Erweiterung der Anwendung auch auf den Gebäudebestand lassen sich in Zukunft noch weitere ökologische und ökonomische Potentiale erschließen.

Nach gelungener Entwicklung und Erprobung im regionalen Klima soll im nächsten Schritt eine Übertragung auf andere Klimazonen erfolgen, um mit dieser Innovation auch weltweit potentielle Märkte zu erschließen.



Absorption tieffrequenten Trittschalls durch in Holzbalkendecken integrierte Helmholtz-Resonatoren

Prof. Ulrich Schanda, FH Rosenheim



Holzdecken weisen im Vergleich mit Wohnungsdecken in Massivbauweise bei tiefen Frequenzen ein Defizit in der Trittschalldämmung auf. Akustisch wahrgenommen spricht man oftmals vom sog. Poltern. Beim Begehen von Geschossdecken erfolgt tatsächlich eine Anregung vornehmlich bei tiefen Frequenzen. Ziel des Forschungsprojektes war die Verbesserung der Trittschalldämmung in Holzbalkendecken mittels integrierter Helmholtzabsorbers.

Holzbalkendecken sind bekannt für deren hohe Trittschallpegel im tieffrequenten Bereich, insbesondere unter 100 Hz. Auf den Frequenzbereich ab 50 Hz erweitern Spektrum-Anpassungswerte (CI,50-2500) erreichen mitunter Werte bis 20 dB und belegen die schlechte Trittschalldämmung bei tiefen Frequenzen.

Konstruktive Maßnahmen zur Verbesserung sind schwierig und meist mit einer deutlichen Erhöhung der flächenbezogenen Masse verbunden. Als alternative Maßnahme könnten auf den Frequenzbereich zwischen 50 Hz und 100 Hz abgestimmte Helmholtzresonatoren dienen, welche als konstruktive Komponente des Deckenaufbaus den tieffrequenten Trittschall absorbieren.

Die Helmholtzresonatoren wurden aus einer Gipskartonplatte mit einem Volumen von ca. 60 l gefertigt eingebaut. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurden derartige Resonatoren entwickelt und auf deren verbessernde Wirkung hinsichtlich Trittschalldämmung

untersucht. In einem ersten Arbeitsschritt wurden die Helmholtzresonatoren auf deren vibroakustische Eigenschaften vermessen. Die Helmholtzresonatoren waren ausgebildet als quaderförmige Kästen aus Gipskartonplatten mit einer i. d. R. schlitzförmigen Öffnung (Resonatorhals).

Es zeigte sich, dass die aus der Literatur gängigen Dimensionierungsregeln anwendbar sind, jedoch aus material- und fertigungstechnischen Gründen wie auch wegen anwendungsspezifischer Randbedingungen wie Einbaulage, Einbaugröße etc. für diesen Anwendungszweck modifiziert werden mussten.

Im Einzelnen wurde der Einfluss der Dichtigkeit und der Lagerung des Resonatorkastens, der Bedämpfung des Resonatorhohlraums, der Bedämpfung sowie der Geometrie und der Positionierung des Resonatorhalses untersucht. Die schallabsorbierende Wirkung konnte

Absorption tieffrequenten Trittschalls

Forscher / Projektleitung:	Hochschule für angewandte Wissenschaften Fachhochschule Rosenheim Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften Labor für Schallmesstechnik LaSM
Projektleiter:	Prof. Dr. Ulrich Schanda
Projektmitarbeiter:	M.Eng. Dipl.-Ing.(FH) Markus Schramm
Gesamtkosten:	134 401,00 €
Anteil Bundeszuschuss:	98 048,00 €
Projektlaufzeit:	01.03.2009 bis 31.01.2011



durch unterschiedliche Versuche zur Messung der Absorptionseigenschaften sowohl im freien Schallfeld als auch in einer Druckkammer als Modell eines Deckenhohlraums nachgewiesen werden.

In einem zweiten Arbeitsschritt wurde die schallabsorbierende Wirkung der Helmholtzresonatoren auf eine Verbesserung der tieffrequenten Trittschalldämmung der gesamten Holzbalkendecke untersucht. Es zeigte sich, dass die Ankopplung des Helmholtzresonators an den Deckenhohlraum die deutlich besseren Ergebnisse lieferte. Hierzu wurden für viele Varianten von Helmholtzresonatoren hinsichtlich deren Einbaulage, Positionierung, Bedämpfung und Lage des Resonatorhalses etc. Luft- und Trittschallmessungen gemäß der Normenreihe DIN EN ISO 140 durchgeführt und auch durch Geher erzeugter Trittschall gemessen.

Sowohl in den Schalldämm-Maßen als auch in den Norm-Trittschallpegeln im tieffrequenten Bereich konnten deutliche Verbesserungen erzielt werden. Speziell im gewählten Frequenzbereich der Abstimmung der Resonatoren (50 bis 100 Hz) zeigten sich Verbesserungen in den durch Geher erzeugten Trittschallpegeln von 5 bis 10 dB in den einzelnen Terzbändern.

Fazit

Im Forschungsprojekt wurden die physikalisch relevanten Planungsgrößen und die konstruktiven Planungsgrundlagen für ein kompaktes, in den Deckenhohlraum integrierbares Bauteil erarbeitet. Die Helmholtzresonatoren wurden aus einer Gipskartonplatte mit einem Volumen von ca. 60 l gebaut und stellen ein einfach herzustellendes Bauteil dar.

Bei einem Vergleich zwischen einer Messung mit aktiven und inaktiven Resonatoren wurden in einzelnen Terzbändern Verbesserungen von knapp 10 dB erreicht. Der Summenwert $L_{n,w} + C_{I,50-2500}$ verbessert sich dadurch um 3 dB. Die Wirkung zeigte sich ebenso in der Luftschalldämmung. Insbesondere konnte der durch reale Geher erzeugte Trittschall, der sich vornehmlich auf die tiefen Frequenzen beschränkt, über alle Terzbänder zwischen 50 Hz und 100 Hz um bis zu 6 dB reduziert werden.

Ready – vorbereitet für das Wohnen in jedem Alter

Prof. Dr. Ing. Thomas Jocher ist Professor an der Universität Stuttgart, Direktor am Institut Wohnen und Entwerfen, Advisory Professor Tongji University Shanghai und Gastprofessor an der University Berkeley. Das Büro Fink+Jocher besteht seit 1991, besitzt nationales und internationales Renommee. Herr Prof. Jocher war Experte im Beraterkreis der Forschungsinitiative.

Im laufenden Forschungsprojekt der Forschungsinitiative „ready« vorbereitet für altengerechtes Wohnen haben Sie die These aufgestellt, wir müssten das Bauen nicht rundum spezifisch altersgerecht planen, sondern eigentlich nur bestimmte Punkte beachten. Welche sind das?

Unsere Idee ist es, den Wohnungsneubau für die sehr unterschiedlichen Bedürfnisse der zunehmend älter werdenden Bevölkerung vorzubereiten („ready“). Das ist weitaus kostengünstiger, als den Altbau dann später aufwändig umzurüsten. Wir versuchen, Mindeststandards für das altengerechte Bauen aufzustellen. Darüber hinaus entwickeln wir ein Stufenmodell, um die Wohnung etwaigen weiteren Anforderungen bis zum Komfortstandard („all ready plus“) anpassen zu können. Unsere Vorstellung ist, dass idealerweise in wenigen Tagen aus einer „normalen“ Wohnung eine bedarfsgerechte, altengerechte Wohnung wird. Ohne großen Umzug, ohne viel Schmutz, nach einem kleinen Urlaub. Denn ältere Menschen bleiben bevorzugt in ihrer „gewohnten“ sozialen Umgebung.

Sie haben im Rahmen des o. g. Forschungsprojektes ein interessantes Beispiel aus der Planungskultur der Schweiz benannt. Können Sie darüber hier berichten?

Tatsächlich hat die Schweiz bezüglich des altengerechten Bauens eine tolle Planungsstrategie. Das Konzept ist, die Anforderungen etwas geringer als bei uns in Deutschland zu setzen, dafür aber nahezu den gesamten Wohnungsbau mitzunehmen – also mehr in die „Breite“ als in die „Tiefe“ des Wohnungsmarktes zu gehen. Ein besonders interessantes Anforderungsprofil in der Schweiz ist

der „Rollstuhlfahrer zu Besuch“. Dabei geht es also nicht um die komplett rollstuhlgerechte Wohnung nach DIN, sondern um eine „light“ Version für jeden Haushalt. Die Schweizer sind mit dieser nachvollziehbaren, auch wirtschaftlichen Variante einer auch altengerechten Wohnung im breiten Wohnungsmarkt überaus erfolgreich.

Der Wohnungsbau ist gegenwärtig einem dynamischen Wandel unterworfen. Welche Formen des Wohnungsbaus sind zukunftsfähig?

Die Konzentration auf urbane, dichtere Strukturen wird weiter stark zunehmen. Nur hier werden sich die unumgänglichen Energiesparnotwendigkeiten im erforderlichen Ausmaß verwirklichen lassen. Im städtischen Geschosswohnungsbau lassen sich moderne Wohnungstypologien am besten abbilden. Der schwach besiedelte und nicht an den öffentlichen Nahverkehr angebundene ländliche Raum wird mehr und mehr zum Auslaufmodell. Es besteht sogar die Gefahr, dass in diese Räume soziale Randgruppen gedrängt werden, die sich die vermeintlich (und auch ganz real) teure Stadt nicht mehr leisten können. Die prekären Vorortssituationen mit ihren überaus einseitigen sozialen Strukturen in manchen Teilen der USA sollten uns warnen.

Auf welche menschlichen Bedürfnisse bezogen auf das Bauen werden wir zukünftig stärker eingehen? (Mobile Häuser, kostengünstigere Häuser, Leerstand und Wohnraum soviel wir möchten, Regelung und Steuerung aller Hausfunktionen)

Auch wenn lange Zeit die Kosten nicht mehr im Vordergrund gestanden haben, sie werden besonders mit der zunehmend älteren Bevölkerung wieder wichtiger werden. Die Altersarmut wird uns stark beschäftigen. Der Begriff wird häufig umgangen, da er unbequeme Assoziationen hervorruft. Die Bevölkerung wird bunter, ärmer und weiniger. Auf die kulturelle Vielfalt – der Anteil der Bevölkerung mit Migrationshintergrund liegt in vielen Städten bei weit über 30% – wird gegenwärtig im Wohnungsbau überhaupt noch nicht geachtet. Diese Entwicklung könnte sich doch im Wohnungsbau zumindest ein bisschen abbilden und auch zum Markt werden.



Ihre wissenschaftliche Tätigkeit umspannt sozusagen den Globus. Wo steht die universitäre Ausbildung Deutschlands im internationalen Vergleich? Sind die anderen schlauer als wir?

Wenn man die internationalen Rankings der Hochschulen im Allgemeinen betrachtet, dann liegen wir tatsächlich nur im schwachen Mittelfeld. Im Bereich der Architektur würde ich das allerdings ein bisschen anders sehen. Unsere Ausbildung in Deutschland ist weitaus gründlicher und wissensbasierter als in vielen anderen Ländern. Der starke Zustrom auch aus dem nichteuropäischen Ausland lässt sich nicht nur mit Blick auf die geringen Studiengebühren erklären. Unser Abschluss, früher das Diplom, jetzt der Master, hat weltweite Anerkennung. Gerade mache ich mich auf den Weg zur Tongji Universität nach Shanghai, um zu beobachten, dass gerade die chinesischen Spitzenuniversitäten enorme Anstrengungen unternehmen, um zur Weltspitze aufzuschließen.

Wie wohnen Sie? Sind ihre Wünsche erfüllt?

Ich „wohne“ eigentlich sehr wenig. Ich würde hier mehr von Übernachten an verschiedenen Standorten sprechen. Im Dorf und am Hang bin ich etwas häufiger. Mit Dorf meine ich das denkmalgeschützte Olympiadorf, inzwischen eine sanierungsreife Altbaugroßwohnanlage in München. Am Hang wohne ich im Stuttgarter Kriegsberg und genieße abends friedlich die charmante Stuttgarter Kessellage.

Normen und Richtlinien – ein internationaler Vergleich

Leitfaden Barrierefreies Bauen, Umsetzung der neuen Normen

Gerhard Loeschcke, Karlsruhe

Zur Struktur der untersuchten Quellen (Normen und Richtlinien aus Europa und Übersee) ist festzustellen, dass diese hinsichtlich Zielsetzung und Umfang sehr divergent und unterschiedlich detailliert sind. Ein direkter Vergleich der formulierten Anforderungen ist in spezifischen Bereichen möglich, jedoch nicht grundsätzlich. Es wurde der öffentliche Bau und der Wohnungsbau betrachtet.

Während die DIN 18040-1 gut in Vergleich zu setzen ist mit den anderen Materialien, ist dies für DIN 18040-2 (Wohnungsbau) weitaus komplizierter, da darin zwischen „allgemein barrierefreien“ und „RB-Wohnungen“ unterschieden wird. Ob dies dann den sozialen Gesichtspunkten gerecht wird, indem zwischen mehr oder weniger „behindert“ differenziert bzw. „klassifiziert“ wird, bleibt im Sinne des integrativen bzw. inklusiven Ansatzes zu diskutieren. In einigen Materialien (Europa und Übersee) ist das Konzept der „Adaptierung“ bestehender Gebäude inkludiert und sind diesbezügliche Anforderungen formuliert. Die Notwendigkeit, in der Synopse zusätzlich außer-europäische Normen und „Guidelines“ zu betrachten, zeigt sich unter anderem in der teilweise sehr differenzierten Darstellung ergonomischen Datenmaterials. Dieses ist Grundlage für Planungsempfehlungen unabhängig von spezifischen baulichen Belangen.

Die SIA 500 betrachtet als einziges einschlägiges Werk den Themenbereich der zulässigen Toleranzen. Damit ist eine klare Klärung dieser wichtigen Fragestellung – das insbesondere die Gewährleistung beinhaltet – erfolgt. In den Deutschen Normen wird auf diese Thematik nicht Bezug genommen. Die DIN 18202 (Toleranzen im Hochbau) eignet sich nicht für diese Thematik.

Zu Aufzügen gibt es Einigkeit bezogen auf das Kabinenmaß (110/140 cm) für den Neubau. Anforderungen für Bestandsbauten (Adaptierung) sind nur teilweise zu finden. So enthält beispielsweise die SIA 500 Ausnahmeregelungen, in denen Kabinen mit 100/125 cm zugelassen werden. Für Österreich und Spanien gibt es Aussagen zur Adaptierung mit Treppenliften.

Durchgangsbreiten und lichte Türdurchgangsbreiten werden international sehr divergent betrachtet. I. d. R. werden Durchgangsmaße von rund 80 cm als ausreichend betrachtet. Deutschland vertritt mit einem Durchgangsmaß von 90 cm im Lichten eine höhere Anforderung. Dieses gilt

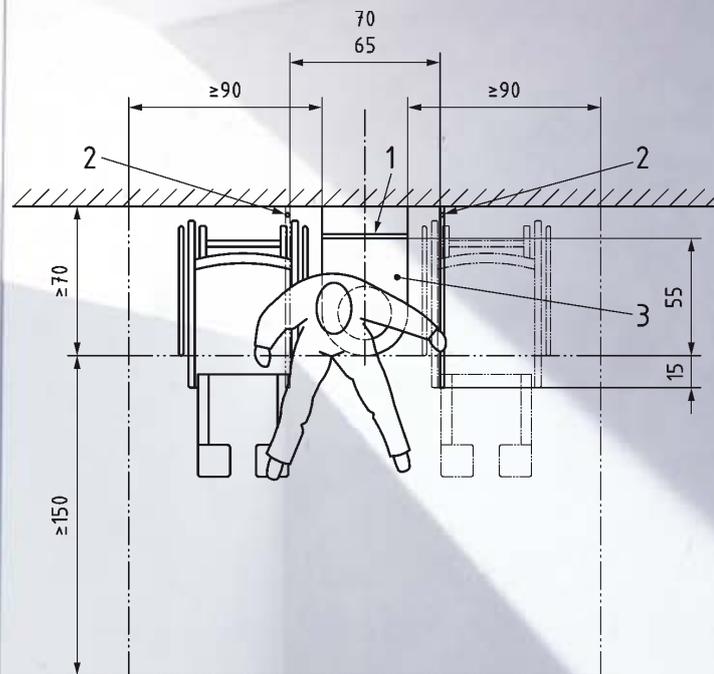
generell für öffentlich zugängliche Gebäude sowie für den Zugangsbereich von barrierefreien Wohnungen und für Wohnungen für Rollstuhlnutzer. Innerhalb allgemein barrierefreier Wohnungen genügen in Deutschland ebenfalls 80 cm.

Gravierend sind die unterschiedlichen Auffassung zur Ausstattung Türbeschlägen. So sind Montagehöhen zwischen 80 und 120 cm vorzufinden. Die DIN 18040 fällt damit durch eine fixierte und unflexible Montageregelung auf 85 cm auf, die sich zudem in vielen Fällen als problematisch erweist.

Interessant ist, dass es in einigen Ländern zwei Typen von barrierefreien WCs nebeneinander gibt. Das RB-WC-Kabine ist i. d. R. weitaus sparsamer ausgelegt als nach DIN 18040. Ergänzend zu diesem wird häufig eine weitere für gehfähige, jedoch körperlich eingeschränkte Menschen gefordert. Diese Kabinen entsprechen i. d. R. üblichen WC-Kabinen, sind aber mit Stütz- und Haltesystemen ausge-



Öffentliche WCs – Flächenvergleich ADA und DIN 18040-1. Die Annäherungsflächen zum WC sind im Vergleich bei der ADA erheblich reduziert. Das Wenden innerhalb dieser Fläche ist für Rollstuhlnutzer nicht möglich. Die DIN fordert allgemein den wahlweisen Transfer von rechts und von links.



stattet. Die Türen müssen generell nach außen aufschlagen. Anforderungen an barrierefreie Urinale – in vielen Ländern im Gegensatz zu Deutschland selbstverständlich –, beschränken sich im Prinzip auf die Ausstattung mit Haltegriffen und unterschiedliche Montagehöhen. Generelle Übereinstimmung gibt es bei der Gestaltung von Waschplätzen. Die Unterfahrbarkeit wird zwingend gefordert.

Für Wohn- und Individualräume im Wohnungsbau werden i. Allg. nur wenige Angaben gemacht. In der Schweiz werden nutzungsneutrale Bedingungen angestrebt, indem bauliche Planungsvorgaben für Raumproportionen und Raumdimensionen direkt vorgegeben werden. So werden Mindestraumbreiten von 300 cm und Mindestraumflächen von 14 m² gefordert, die flexible Möblierungen für unterschiedliche Bedürfnisse ermöglichen und die notwendigen Bewegungsflächen sicherstellen. Dies ist ein sehr pragmatischer Ansatz, der flexible Möblierung zulässt und die Diskussion um Bewegungsflächen vor Mobiliar vermeidet.

Der europäische Blick auf die Thematik unterscheidet sich stark von dem in Übersee. Innerhalb Europas ist der deutschsprachige Raum relativ homogen, unterscheidet sich jedoch darin, dass in Deutschland der Bestandsbau nicht betrachtet wird. Die große Unterscheidung betrifft den Wohnungsbau – Deutschland mit Alleinstellungsmerkmal –, indem zwischen RB-Wohnungen und allgemein barrierefreien Wohnungen unterschieden wird. Im öffentlichen Bau zeigt sich u. a. eine wesentlich größere Flexibilität außerhalb Deutschlands hinsichtlich Sanitärraumplanung. So werden sparsamere und universellere und pragmatischere Lösungen möglich. Der Schritt in Richtung einer Europäischen Normung scheint ein guter und richtiger Weg zu sein.



Normen und Richtlinien zum Barrierefreien Bauen ein internationaler Vergleich

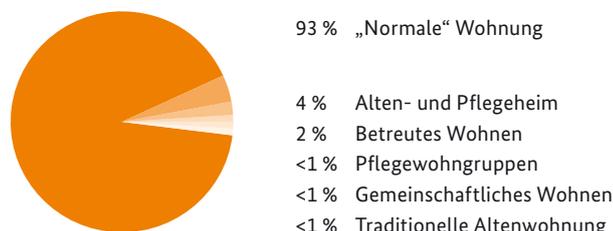
Forscher / Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Gerhard Loeschcke, Karlsruhe Dipl.-Ing. Daniela Pourat
Projektleiter:	Prof. Dr.-Ing. Gerhard Loeschcke
Gesamtkosten:	49 999,04 € (Allgemeine Ressortforschung)
Projektlaufzeit:	2008 2009

Wohnen im Alter – Marktprozesse und wohnungspolitischer Handlungsbedarf

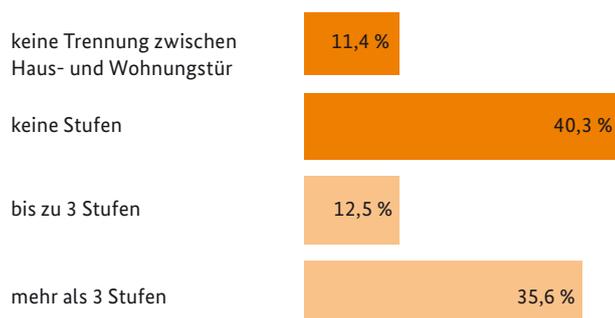
Verena Lihs, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumplanung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBSR)

Der demografische Wandel stellt Wohnungseigentümer und Wohnungspolitik vor die Aufgabe, neue Konzepte für altersgerechtes Wohnen zu entwickeln. Bis 2030 wird die Zahl der über 65-Jährigen auf ca. 22,3 Mio. steigen. Die Zahl der über 80-Jährigen wird auf dann 6,4 Mio. anwachsen. Das Kuratorium Deutsche Altershilfe (KDA) hat im Auftrag von BMVBS und BBSR den Bestand und Bedarf altersgerechter Wohnungen ermittelt, fördernde und hemmende Faktoren für die Schaffung eines ausreichenden altersgerechten Wohnungsangebotes bestimmt und wohnungspolitische Handlungsempfehlungen formuliert.

Wohnen zuhause – die bevorzugte Wohnform im Alter



Wohnen im Alter verbinden viele Menschen mit Sonderwohnformen. Die häufigste Wohnform im Alter ist jedoch die „normale“ Wohnung. 93 Prozent der 65-Jährigen und älteren Menschen leben darin. Selbst zwei Drittel der 90-Jährigen wohnen im „normalen“ Wohnungsbestand – auch dann, wenn sie pflegebedürftig sind. Zahlreiche Studien belegen, dass die meisten Älteren möglichst lange selbstständig in ihrer Wohnung und in ihrem vertrauten Wohnumfeld leben möchten.



Viele dieser Gebäude sind jedoch nicht altersgerecht. Rund drei Viertel der Seniorenhaushalte müssen Treppenstufen beim Zugang zum Haus überwinden, etwa die Hälfte muss zusätzlich Stufen zur Wohnung bewältigen – nur jedem zehnten Haushalt stehen dabei technische Hilfen zur Verfügung. Auch innerhalb des Wohnraums müssen viele Seniorinnen und Senioren Barrieren überwinden: So hat etwa die Hälfte der Seniorenhaushalte keinen schwellenfreien Zugang zu Balkon, Garten oder Terrasse. Die Ausstattungsqualität der Bäder ist ein weiteres zentrales Kriterium. Etwa ein Viertel der Befragten hat zu wenig Bewegungsfreiheit im Bad. Nur 15 Prozent der Bäder sind mit einer bodengleichen Dusche ausgestattet.

Anteil der altersgerechten Wohnungen gering

Nur 5 Prozent der Wohnungen der befragten Haushalte hat keine solchen Barrieren. Bei derzeit 11 Mio. Seniorenhaushalten entspricht das nur etwa 570 000 barrierearmen Wohneinheiten. 83 Prozent verfügen über erhebliche Barrieren und damit über erheblichen Anpassungsbedarf.

Der Begriff „altersgerechtes Wohnen“ umfasst neben den baulichen Anforderungen an die Wohnung auch Anforderungen an die barrierefreie bzw. -reduzierte Gestaltung des Wohnumfeldes, infrastrukturelle und soziale Angebote vor Ort sowie die Möglichkeit, bei Bedarf auf Unterstützungsangebote zurückgreifen zu können. Die Untersuchung bestätigt, dass die Wege zu Bus- und Bahnstationen, Ärzten, Apotheken und Lebensmittelgeschäften von bis zu einem Viertel der Senioren als nicht gut erreichbar beurteilt werden. In Zukunft wird es noch stärker darauf ankommen, den Wohnungsbau nicht als isolierte Aufgabe anzugehen, sondern ihn in Zusammenhang mit dem Ausbau einer das selbstständige Wohnen unterstützenden Infra- und Versorgungsstruktur in überschaubaren Wohnquartieren zu sehen.

Bedarf an altersgerechten Wohnungen und Empfehlungen

Der Bedarf an altersgerechten Wohnungen ist groß und wird weiter wachsen. Wenn nur die älteren Menschen mit Bewegungseinschränkungen einbezogen werden, müsste das Angebot bereits jetzt um das Vier- bis Fünffache steigen, was einem Bedarf von ca. 2,5 Mio. barrierefreien/

22,6 % der Befragten haben körperliche Bewegungseinschränkungen

-reduzierten Wohnungsangeboten entspricht. Bis 2020 wird erwartet, dass der Bedarf auf ca. 3 Mio. ansteigen wird. Durch die altersgerechten Anpassungsmaßnahmen der benötigten 2,5 Mio. Wohnungen ergibt sich damit ein spezifischer Mehraufwand von 18 Mrd. Euro an einem gesamten Investitionsvolumen von knapp 39 Mrd. Euro. Abschließend wurden im Rahmen der Studie fördernde und hemmende Rahmenbedingungen für die Bereitstellung altersgerechter Wohnungen untersucht und Empfehlungen zur Ausweitung des Angebots an altersgerechten Wohnungen erarbeitet. Dabei werden vor allem Empfehlungen zu rechtlichen und förderpolitischen Anpassungen sowie zur Stärkung von Information der Akteure gegeben.

Fazit

Um zukünftig ein bedarfsgerechtes Wohnungsangebot sicherzustellen, sind erhebliche Investitionen erforderlich. Selbstnutzende Eigentümer, private Vermieter und institutionelle Wohnungsunternehmen, aber auch Kommunen, Wohlfahrtsverbände, Handwerker und Planer sind gefordert, altersgerechte Umgestaltungen der Wohnungsbestände sowie der Wohnumgebung zu initiieren. Parallel zur fortschreitenden Alterung der Gesellschaft entwickelt sich dabei der heute noch eher regionale Handlungsdruck zu einem weitgehend flächendeckenden Phänomen. Die Schaffung altersgerechter Wohn- und Versorgungsangebote wird damit zu einer gesamtgesellschaftlichen Herausforderung. Dabei versprechen barrierereduzierende Wohnungsanpassungen nicht nur einen Mehrwert für Senioren, auch sondern gesteigerten Wohnkomfort für Familien.

10,2 %

Rollator

17,8 %

Gehilfe, Stock

4,4 %

Rollstuhl

Wohnen im Alter

Forscher:	Ursula Kremer-Preiß, KDA Beratungs- und Forschungsgesellschaft für Altenhilfe mbH, Köln
Projektleiterin:	Verena Lihs, BBSR
Gesamtkosten:	147 793,00 € (Allgemeine Ressortforschung)
Projektlaufzeit:	November 2008 – Mai 2011



Wendemöglichkeit

Rampe 6°

Infowand

E-Bike

Glas

Hauswirts
3,30m²

Induktion

Showcase
63m²

Energiekern
8,15m²

33.54

Eingang

WC
2,65m²

34.10

Infowand

Fahrräder

Empfang
3,70m²

33.81

pV

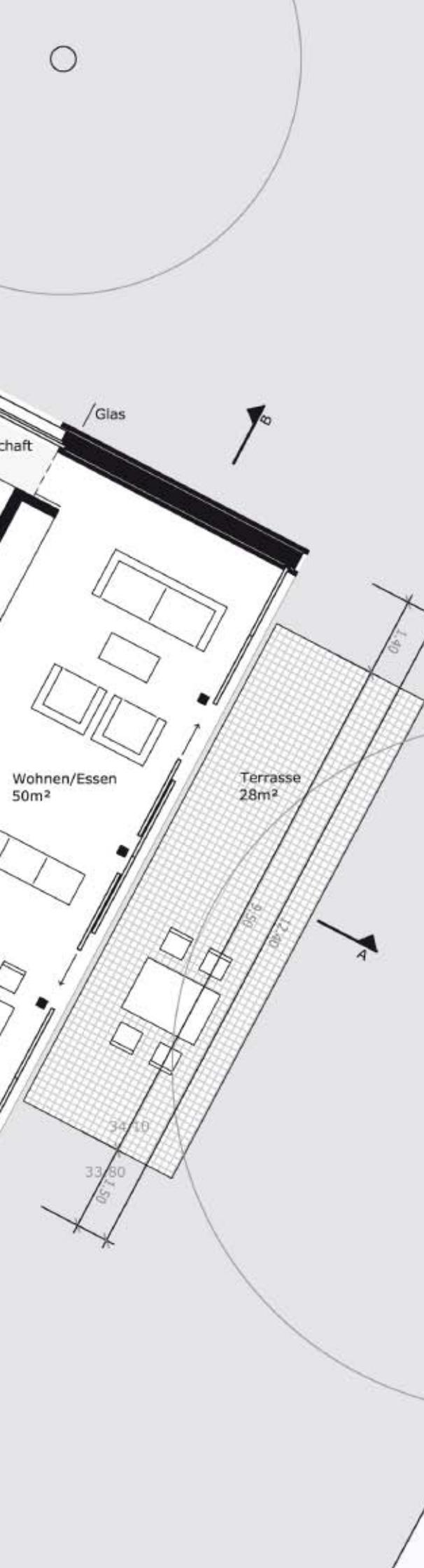
pV

5.50

13.00

3.30

4.20



Plus
Effizienzhaus

Modellvorhaben Effizienzhaus Plus: die neue Plus- Energiewelt verbindet Gebäude und Autos

Hans-Dieter Hegner, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

1. Bisherige Forschungsansätze

Die Forschungsinitiative Zukunft Bau beschränkt sich nicht nur auf die Erforschung neuer Bauprodukte und Technologien, sondern widmet sich sehr intensiv dem Zusammenspiel zwischen der Gebäude- und Anlagentechnik einschließlich der Einbindung der erneuerbaren Energien. Entscheidend ist in erster Linie die Senkung des Energiebedarfs über eine hocheffiziente Gebäudehülle. Daran angepasst ist die effiziente Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Hilfs- und Haushaltsstrom zu organisieren. Das führt in der Konsequenz zu den bereits in der Breite verfügbaren Passivhäusern bzw. den Effizienzhäusern der staatlichen Förderung in Deutschland, die einen sehr niedrigen Energiebedarf haben (Förderung eines KfW-Effizienzhauses 70, 55 oder 40 oder Passivhauses). Kombiniert man diesen geringen Bedarf mit Energie gewinnenden Systemen, können Gebäude auch Energieüberschüsse erzielen.

Die Technische Universität Darmstadt hatte in den Jahren 2007 und 2009 in der Forschungsinitiative Zukunft Bau jeweils ein Plus-Energie-Haus entwickelt, um am renommierten Wettbewerb „Solar Decathlon“ in Washington D.C./USA teilzunehmen. Wichtigstes Ziel der Modellhäuser, deren Leistungsfähigkeit in 10 Disziplinen geprüft wird, ist es, mehr Energie zu erzeugen als das Haus unter voller Nutzung verbraucht. Die TU Darmstadt hat diesen Wettbewerb in den Jahren 2007 und 2009 gewonnen. BMVBS hatte auf der Grundlage der Entwicklungen der TU Darmstadt einen eigenen Vortrags- und Ausstellungspavillon errichtet, der von 2009 bis 2011 auf einer einmaligen Deutschlandtour das Konzept der „Plus-Energie-Häuser“ in sechs Metropolregionen vorstellte. Das Gebäude der TU Darmstadt aus dem Jahre 2009 mit einer installierten Photovoltaikleistung von 19 kW kann knapp 14 000 kWh/a bereitstellen. Ein Elektrofahrzeug der Marke „smart-ed“ der Firma Daimler hat einen Verbrauch von 0,14 kWh/km. Damit wäre theoretisch eine Fahrleistung von fast 80 000 km pro Jahr möglich. Die Chance einer praktischen Verknüpfung von Immobilien und moderner Mobilität war damit gegeben.

2. Der Wettbewerb des BMVBS – die neue Marke

Die ersten Projekte zeigen, dass der Stand der Entwicklung von Einzelkomponenten bereits weit fortgeschritten ist. Es fehlt jedoch an einer integrierenden Umsetzung in

einem ersten Modellvorhaben, die Wohnen und Mobilität gleichermaßen dauerhaft einschließt. Mit dieser Zielstellung hat das BMVBS im Sommer 2010 einen interdisziplinären Wettbewerb zur Errichtung eines Plus-Energie-Hauses mit Elektromobilität ausgeschrieben. Das Modellgebäude sollte auf anschauliche Weise moderne Ansprüche an das Wohnen eines 4-Personen-Haushalts erfüllen, seine Funktion als Energielieferant veranschaulichen und einen überdachten Stellplatz für Elektrofahrzeuge integrieren. Das Projekt soll darüber hinaus auf die Fragen der Nachhaltigkeit eine klare Antwort geben. Eines der Ziele ist z. B. die vollständige Rezyklierbarkeit des Hauses. Aber auch Umnutzungsfähigkeit und Flexibilität soll bei höchstem Wohnkomfort sichergestellt werden. Eine vollständige Bewertung der Nachhaltigkeit wird im Laufe des Planungsverfahrens und der Errichtung durchgeführt. Das Projekt soll auch in dieser Hinsicht Pilotcharakter tragen.

Die Einführung eines neuen Standards war eng mit der Diskussion um eine klare Definition des „Effizienzhauses Plus“ verbunden. Zur Definition von sog. Plus-Häusern gab es mehrere Interpretationen. Im Rahmen einer Untersuchung der Fraunhofer-Gesellschaft wurde dem Expertenrat Bau des BMVBS eine Lösung vorgeschlagen, die nach entsprechender Diskussion und Bestätigung in einer Broschüre des BMVBS „Wege zum Effizienzhaus Plus“ im August 2011 veröffentlicht wurde. Folgende Anforderungen sind demnach zu Grunde zu legen:

Das Effizienzhaus-Plus-Niveau ist erreicht, wenn sowohl ein negativer Jahres-Primärenergiebedarf ($\sum Q_p < 0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) als auch ein negativer Jahres-Endenergiebedarf ($\sum Q_e < 0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) vorliegen. Alle sonstigen Bedingungen der Energieeinsparverordnung 2009 (EnEV 2009), wie z. B. die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz, sind einzuhalten. Allein die Primärenergiefaktoren für den nicht erneuerbaren Anteil sind (abweichend von der EnEV 2009) nach der neuen DIN V 18599 (Stand Dezember 2011, soll in der EnEV 2012 in Bezug genommen werden) zu verwenden. Der netzeingespeiste Strom ist analog dem Verdrängungsstrommix zu bewerten. Wie für die EnEV ist für die Nachweisführung der „mittlere Standort Deutschland“ anzusetzen. Allerdings müssen in Ergänzung zur Nachweisprozedur der EnEV die End- und Primärenergiebedarfswerte für die Wohnungsbeleuchtung und für die Haushaltsgeräte und -prozesse in der



Das Effizienzhaus Plus der Wohnungsbaugesellschaft Nassauische Heimstätte Frankfurt am Main

Berechnung mit berücksichtigt werden. Dabei ist ein pauschaler Wert von $20 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (davon Beleuchtung: $3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$; Haushaltsgeräte: $10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$; Kochen: $3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$; sonstiges: $4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) jedoch maximal $2\,500 \text{ kWh/a}$ je Wohneinheit anzunehmen. Die Einbeziehung von Haushaltsstrom und Beleuchtung in die Bilanz erfolgt nur für die Belange der Forschung und Förderung, ist aber völlig sachgerecht. Die Simulation und die praktische Umsetzung derartiger Gebäude zeigen, dass der Energieanteil für Licht und Haushaltsstrom etwa gleich groß ist wie der Anteil für die Heizung. Will man also ein auch für den Endverbraucher und Nutzer reales Plus erzielen, muss man diese nicht zum Bilanzbereich der EnEV gehörenden Teile mitbilanzieren.

Bei einer derartigen Bilanzierungsmethode ist klar, dass das „Effizienzhaus Plus“ sein „Plus“ über eine positive Jahresbilanz erzeugt. Es ist keineswegs autark und es bestehen keine Erwartungen hinsichtlich einer Netzabkopplung. Es ist völlig klar, dass Energieüberschüsse und -bedarfe zu unterschiedlichen Zeiten anfallen, so dass man Ausgleiche über das Netz oder über Speicher schaffen muss. Allen Beteiligten an der Erforschung einer derartigen Gebäudegeneration ist daran gelegen, den selbst genutzten Anteil an der erzeugten erneuerbaren Energie möglichst hoch zu halten. Deshalb ist ergänzend zu dem Einzahlkennwert „Jahres-Primärenergiebedarf“ und „Jahres-Endenergiebedarf“ das Verhältnis von selbstgenutzter zu generierter erneuerbarer Energie innerhalb der Bilanzgrenze auszuweisen. Die Ermittlung ist in Anlehnung an die EnEV-Bewertung auf der Basis von Monatsbilanzen durchzuführen. Das soll insbesondere auch den Einsatz von Speichertechnologien fördern.

3. Das BMVBS-Projekt in Berlin

Am 27.10.2010 wurde der Wettbewerbssieger gekürt. Der erste Preis ging an die Universität Stuttgart, Institut für

Leichtbau Entwerfen und Konstruieren, in Zusammenarbeit mit Werner Sobek Stuttgart GmbH, Stuttgart. Mit dem Sieger-Team hat BMVBS im Januar 2011 einen Planungsvertrag geschlossen. Bis Anfang Juni 2011 waren die Planungen abgeschlossen und ein Generalunternehmer für die Errichtung gefunden. Die Errichtung erfolgte bis Ende November 2011. Die wissenschaftliche Begleitung des Gesamtprojekts übernahm die Fraunhofer-Gesellschaft. Bauherr ist die Bundesrepublik Deutschland. Seit dem 04.03.2012 wird das Haus von einer „Testfamilie“ für 15 Monate bewohnt.

Realisiert wurde ein Einfamilien-Wohnhaus für eine vierköpfige Familie mit ca. 130 m^2 Wohnfläche auf zwei Ebenen. Dem Wohngebäude vorgelagert befindet sich ein sog. Schaufenster zum Parken der Fahrzeuge und zur Unterbringung der Ladeinfrastruktur für die Elektromobilität. Für die Veranschaulichung von Mobilitätsanforderungen in einer Familie soll die Einbindung eines elektrischen Erst- und Zweitfahrzeuges, ergänzt durch ein Elektro-Zweirad (Pedelec oder E-Roller) vorgesehen werden. Es wurde sowohl ein leitfähiges Schnellladesystem als auch ein induktives Ladesystem installiert. Damit sollen der aktuelle Stand der Ladetechnik demonstriert und in die Untersuchungen einbezogen werden.

Das Schnellladesystem ermöglicht die rasche Aufladung der Fahrzeugbatterien mit hohen Leistungen unter Nutzung der Pufferbatterien des Systems. Das induktive Ladesystem funktioniert automatisch und kontaktlos ohne Stecker und Kabel, wenn das Fahrzeug auf dem Stellplatz steht. Dadurch wird das Fahrzeug ohne Zutun des Nutzers noch enger in das Energiesystem des Hauses eingebunden, und das gesteuerte Laden wird erleichtert. Ferner findet im „Schaufenster“ im Wesentlichen die Informationsvermittlung für die interessierte Öffentlichkeit statt. Zwischen dem zweigeschossigen Wohnbereich



und dem vorgelagerten „Schaufenster“ verläuft der sog. „Energiekern“ des Gebäudes, in dem sich die gesamte Haustechnik und die versorgungsintensiven Nassräume befinden.

Das Gebäude soll die Energie, die für die Konditionierung der Räume, die Warmwasserbereitstellung, die Beleuchtung, den Betrieb der Haushaltsgeräte, den Betrieb weiterer elektrischer Geräte (Kleingeräte, Multimedia usw.) und den Betrieb der Fahrzeuge benötigt wird, selbst erbringen, wird aber an das öffentliche Stromnetz angeschlossen (kein autarker Betrieb).

4. Das Netzwerk

Ziel des BMVBS ist es, nicht nur einmalige Leuchtturmprojekte zu realisieren, sondern in einem Netzwerk von unterschiedlichen Lösungen verschiedene Technologien auszuprobieren und weiter zu optimieren. Deshalb fördert BMVBS in einem Forschungsprogramm die „Effizienzhäuser Plus“. Gefördert werden mit dem Programm derzeit ausschließlich Wohngebäude (Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser), die in Deutschland errichtet werden. Die Gebäude sollen in der Lage sein, alle Funktionen des Hauses wie Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Haushaltsstrom und ggf. weitere externe Nutzer wie z. B. Elektrofahrzeuge zu bedienen. Sie sollen unter realen, d. h. bewohnten Bedingungen getestet und evaluiert werden. Dazu wird den Fördermittelpfängern jeweils eine Arbeitsgruppe zur Seite gestellt, die bei der Evaluierung des Projektes hilft. Die Forschungsergebnisse werden anschließend frei veröffentlicht. Diese Forschungsförderung kann mit der bekannten KfW-Förderung gekoppelt werden. So sollen vielversprechende Ideen, Technologien und Materialien schneller den Weg in die Praxis finden. Mit den Gebäuden sollen Erfahrungen gesammelt und Wirtschaftlichkeitsüberlegungen angestellt werden. Mittelfristig soll es gelingen, Null- und Effizienzhäuser Plus zu attraktiven Preisen zu errichten.

Für die Durchführung der wissenschaftlichen Maßnahmen und des Monitorings kann eine Zuwendung von 100 % der entstehenden Kosten, maximal jedoch 70 000 Euro als nicht rückzahlbarer Zuschuss gewährt werden. Bemessungsgrundlage sind Kosten- und Finanzierungspläne der beauftragten Planer und Forschungsinstitutionen. Für die o. g. Technikförderung kann eine Zuwendung in Höhe von 20 % der Investitionskosten, höchstens jedoch 300 Euro je m² Wohnfläche als nicht rückzahlbarer Zuschuss im Wege der Anteilsfinanzierung gewährt werden. Insgesamt beteiligten sich zum Zeitpunkt der Erstellung des Beitrages am neuen Netzwerk bereits 31 Gebäude. Darunter sind auch Wohngebäude, die in privater Initiative entstanden sind, wie das Effizienzhaus Plus von Herrn Prof. Fisch Leonberg bei Stuttgart oder das VELUX- „Licht-Aktiv-Haus“ in Hamburg. Besonders aktiv bei der Einführung des neuen Standards war der Bundesverband Deutscher Fertigbau (BDF). Sechs der insgesamt 20 Häuser des neuen Fertighausparks in Köln-Frechen sind als Effizienzhaus Plus ausgerüstet und werden mit einem Monitoring begleitet. Diese Häuser sind bereits am Markt verfügbare Einfamilienhäuser. Sie sind für 340 000 – 560 000 Euro bei Wohnflächen zwischen 180 – 280 m² erhältlich. Damit bedienen sie gegenwärtig als Pilotanwendung nur ein gehobenes Angebotssegment. Dennoch ist es erfreulich, dass die Branche bereit ist, Erfahrungen zu sammeln und auszuwerten.

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik führt im Auftrag des BMVBS eine Begleitforschung durch und kommuniziert alle Ergebnisse im Internet. Die technischen Steckbriefe und die Messergebnisse aller bereits im Betrieb befindlichen Gebäude können auf der Web-Seite des BMVBS nachgelesen werden.

Auch erste Mauerwerksbauten befinden sich im Feld der Modellvorhaben. Ende 2012 wurde in der Nähe von Berlin

das Projekt „M1“ der Fa. Elbehaus eingeweiht. Es entstand mit Hilfe innovativer Porenbetonelemente der Fa. Xella.

Viele Projekte sind gegenwärtig in der Realisierung. Darunter sind auch erste Mehrfamilienhäuser. Sie entstehen in Frankfurt am Main. Die Nassausche Heimstätte baut ein Mehrfamilien-Effizienzhaus Plus am Riedberg, während die Wohnungsbaugesellschaft ABG ein großes innerstädtisches Wohnhaus als Effizienzhaus Plus errichtet. In beiden Fällen werden den Mietern per Carsharing auch Mobilitätsangebote für die Elektromobilität gemacht.

Das Anliegen, das Effizienzhaus Plus flächendeckend in Deutschland zu etablieren, ist auf einem guten Weg. Nun geht es auch darum, solche Technologien in die Modernisierungstätigkeit zu übertragen. BMVBS hat deshalb im Februar 2012 einen Wettbewerb für eine Bestandsmodernisierung für den Standard Effizienzhaus Plus im Bestandswohnungsbau durchgeführt. Die Wohnungsbaugesellschaft Neu-Ulm (NUWOG) hatte dafür kleine Mehrfamilienhäuser zur Verfügung gestellt. Im Vordergrund stand dabei die Anwendung modernster Technologien für den Plus-Energie-Standard in der Altbauanierung. Eine Mitversorgung des Quartiers oder die Versorgung der Elektromobilität aus dem über den Bedarf hinausgehenden Gewinn an Energie wurde von den Wettbewerbsteilnehmern erwartet.

So wird die Stadt Neu-Ulm demnächst um eine Attraktion reicher sein. Erstmals werden Mehrfamilienhäuser so modernisiert, dass sie mehr Energie produzieren, als sie für ihren Betrieb benötigen. Der Wettbewerb wurde auf der Sitzung der Jury am 06.07.2012 unter der Leitung von Frau Prof. Lydia Haack (Hochschule Konstanz) entschieden.

Die beiden Siegerteams sind:

- Hochschule Ruhr West in Mülheim an der Ruhr, Institut Energiesystem und Energiewirtschaft, Prof. Dr.-Ing. Viktor Grinewitschus mit dem Büro Werner Sobek Stuttgart GmbH und mit Oehler Archkom – Solar Architektur
- Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Architektur, Fachgebiet für Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ. Manfred Hegger mit o5 architekten bda – raab hafke lang und der ina Planungsgesellschaft mbH

Beiden Wettbewerbsteams ist es mit innovativer Planung gelungen, die sanierungsbedürftigen Mehrfamilienhäuser, die zur Zeit für den Betrieb jeweils enorme 507 kWh/m²a Endenergie benötigen, zu Plusenergiehäusern zu wandeln. Die Energieüberschüsse werden dabei mittels gebäudeintegrierter Photovoltaik produziert.

Eine Besonderheit des Wettbewerbsbeitrags der Hochschule Ruhr West ist die Integration der gesamten Haustechnik in die Außenhülle. Dabei soll ein hochwärmedämmendes Fassadensystem vorgefertigt mit allen notwendigen Leitungskomponenten auf die derzeitige Außenwand montiert werden. Dies entlastet den Grundriss von Leitungsführungen und vermeidet zusätzliche Schächte und Durchbrüche im Innenraum. Die Photovoltaik wird konsequent auf den südausgerichteten Dachflächen montiert. Ein neuartiges Elektro-Managementsystem steuert den dort am Gebäude produzierten Strom für den Eigenverbrauch im Quartier.

Auch der Technischen Universität Darmstadt ist es gelungen, aus einem technisch rückständigen Haus ein kleines Kraftwerk zu schaffen. Die wesentlichen Anlagenteile der Haustechnik werden hier im Dachraum integriert. Auffällig an diesem Entwurf ist der betont behutsame Umgang mit dem Bestand und die sorgfältige Tageslichtplanung für das Wohngebäude. Der geplante Materialeinsatz erfolgt strikt nach den Vorgaben einer vorbildlichen Ökobilanzierung: Die gute Umweltverträglichkeit sowie die leichte Instandhaltung, Trennbarkeit und Entsorgung der eingesetzten Materialien sind hier selbstverständlich. Insgesamt sollen vier Altbauten saniert werden: Beide Gewinnerkonzepte werden in einer Hauszeile jeweils an zwei Bestandsgebäuden umgesetzt. Die Fertigstellung ist für 2013 geplant. Anschließend treten die sanierten Häuser im Rahmen eines zweijährigen Monitorings in den Wettbewerb.

Das Netzwerk soll sich inhaltlich und mengenmäßig auch im Jahre 2013 erweitern. Dabei ist geplant, Bildungsgebäude einzubeziehen. Auch der Quartiersvernetzung soll weiterer Raum gegeben werden. Mit Untersuchungen zum Campus Garching der TU München sollen erstmals Grundlagen für ein ganzes Plus-Energie-Quartier geschaffen werden.

Die Weichen in eine Zukunft der Effizienz und Verknüpfung von Gebäuden und moderner Mobilität sind gestellt.

Abbildungsverzeichnis

1	WOODCUBE® IfuH - Institut für urbanen Holzbau, Berlin	58–61 (3)	Institut für Leichtbau, Entwerfen und Konstruieren, Stuttgart / Institut für Umformtechnik, Stuttgart
3	BMVBS, Frank Ossenbrink		
6	BMVBS, Ulrich Schwarz	62–63 (4)	FH Dortmund
9 oben li.	BMVBS, EVV Essen	64	Ritter, Darmstadt
9 oben re.	BMVBS, König	69 oben	HTWK Leipzig
9 unten	BMVBS, Ulrich Schwarz	69 mitte	HTWK Leipzig
12 oben	Weberhaus	69 unten	T. Krettek, filmaton.tv
12 unten	BienZenker	70–71 (3)	HTWK Leipzig
13	HUF	72–73 (5)	FH Rosenheim
15	Institut für Baukonstruktion, TU Dresden	74	Thomas Jocher, Stuttgart
		76	Keuco
14	Hank und Hirth Freie Architekten; Foto: Oliver Starke	77	Loeschcke / DIN 18040
		80	Werner Sobek, Stuttgart
16	SchwörerHaus KG, Foto: Heiner Orth	83–84 (2)	Projektdarstellung Büro HHS
17	Institut für Baukonstruktion, TU Dresden		
18 links	Arup Deutschland GmbH		
18 rechts	Arup Deutschland GmbH		
19	Arup Deutschland GmbH		
20	Arup Deutschland GmbH		
21 rechts	Arup Deutschland GmbH		
24	BMVBS, Leon Schmidt		
25 rechts	BMVBS, Leon Schmidt		
25 oben	Klimaschutzagentur Region Hannover GmbH		
25 mitte	BMVBS		
25 unten	BMVBS		
25 unten	BMVBS, Oliver Tjaden		
27–29 (2)	Prof. Wolfram Jäger, Dresden		
30	Bundeskanzleramt		
32	Karlsruher Institut für Technologie KIT		
35–36 (2)	GWG München		
37	Christoph Gebler		
38 oben	Martin Duckek, Ulm		
38 mitte	Stefan Hanke, Sinzing		
38 unten	BBSR		
40	BMVBS		
43	Thomas Lenzen, München		
46	Fox/Völkner		
50–51 (2)	achener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik gGmbH		
53	Tim Wameling, Hannover		
54–57 (5)	Bauhaus-Universität Weimar / B. Rudolf		

Forschungsinitiative Zukunft Bau



Kontakt

Bundesinstitut für Bau-, Stadt-, und Raumforschung
Im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Referat II 3 - Forschung im Bauwesen, Gebäudemanagement
Kurt Speelmanns
Deichmanns Aue 31-37
53179 Bonn
Telefon +49 228 99401-2730
kurt.speelmanns@bbr.bund.de

www.forschungsinitiative.de

Herausgeber:

Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung
Referat B13 „Bauingenieurwesen, Bauforschung, nachhaltiges Bauen“
Krausenstraße 17-20
10117 Berlin

vertreten durch:

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31-37
53179 Bonn

Projektleitung:

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
Ref. B 13, MR Hans-Dieter Hegner

Durchführung/Redaktion:

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Ref. II 3, Dipl.-Ing. Architekt Guido Hagel

Satz und Gestaltung: BBGK Berliner Botschaft

Fotos: Ein ausführlicher Fotonachweis findet sich auf Seite 82.

Druck: DCM Druck Center Meckenheim GmbH

Stand: Dezember 2012

Veröffentlichungen, auch auszugsweise, sind nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Titelbild: Der WOODCUBE ist ein 4- bis 5-geschossiges Wohnhaus mit einer flexiblen Anzahl von Wohneinheiten in Holzmassivbauweise. Alle Wohnungen lassen sich um einen zentralen Kern auf den Etagen und über die Geschosse individuell auf die Bedürfnisse der zukünftigen Nutzer anpassen.



