

Rapports de synthèse des chefs de programme OFEN Überblicksberichte der BFE-Programmleiter 2006

RATIONELLE ENERGIEENTZUG IN GEBÄUDEN

Charles Filleux

filleux.ren@bhz.ch



Pavillon mit VIP-Fassadenelementen

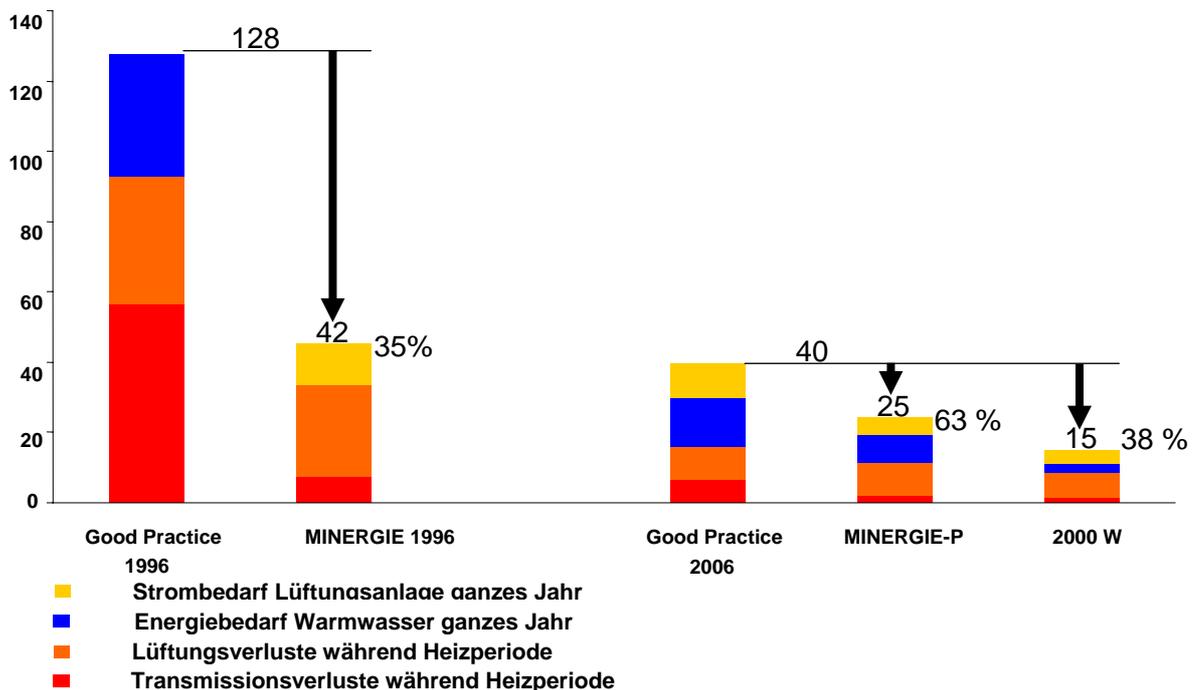
Der Einsatz von Vakuumisulationspaneelen (VIP) eröffnet wegen der geringen Dämmschichtdicken ein grosses Anwendungspotential in Hochbaukonstruktionen. Im bewohnbaren Pavillon wurden Fertigung, Konstruktion und Einbau eines VIP-Fassadenelementes getestet (Bild: Firma *Renggli AG*).

Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Die Hälfte des schweizerischen Primärenergieverbrauchs fällt auf die Gebäude: 27 % für Heizung, Raumklima und Warmwasser, 15 % für Elektrizität und etwa 8 % für die Herstellung und den Unterhalt.

Durch die Anwendung neuester technologischer Entwicklungen konnte in den letzten Jahren – vor allem bei neuen Gebäuden – der Primärenergieverbrauch deutlich gesenkt werden. Dennoch sind bei Neubauten weitere energetische Optimierungen mit einem geringeren CO₂-Ausstoss möglich. Die weiteren Schritte zur Reduktion des Primärenergieverbrauchs bei Neubauten werden vergleichsweise immer anspruchsvoller (Figur 1). Das grosse Energiesparpotenzial liegt heute jedoch bei der Erneuerung der bestehenden Gebäude.

Endenergie gewichtet nach MINERGIE in [kWh/m²,a]



Figur 1: Schritte zur Reduktion des Primärenergieverbrauchs in einem Geschäftshaus vor zehn Jahren und heute (Grafik Basler & Hofmann).

Um die ehrgeizigen Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft im Gebäudebereich mit Zielhorizont 2050 zu erreichen, sind verstärkte Anstrengungen notwendig. Das Forschungsprogramm setzt hauptsächlich auf Technologien, welche längerfristig ausgerichtet sind, ohne jedoch kurz- und mittelfristige Ziele zu vernachlässigen.

Das Hauptgewicht der Aktivitäten des Forschungsprogramms basiert auf den Schwerpunkten:

- **Gebäudekonzepte:** Bei der Sanierung bestehender Gebäude wird heute noch allzu oft komponentenweise vorgegangen. Dies führt zu ineffizienten und teuren Lösungen. Es ist deshalb das Ziel zusammen mit der Industrie wirtschaftlich und technisch attraktive Gesamtlösungen zu entwickeln.
- **Hochdämmende Baustoffe:** Nach der Erarbeitung von Grundlagen zu Materialeigenschaften, Alterungsverhalten und Anwendungstechnik von vakuumisolierten Dämmsystemen soll die Konstruktion und industrielle Fertigung von vorgefertigten Bauelementen untersucht und vorangetrieben werden.
- **Komfortkühlung:** In Ergänzung zu den bestehenden Konzepten zur Vermeidung von Kühllast und zum Einsatz von passiven Kühlstrategien sollen intelligente Kombinationen mit aktiven Kältetechniken evaluiert und entwickelt werden, welche in der Lage sind, kostenoptimiert und energieeffizient den gewünschten Komfort zu garantieren.

- **Minimierung des Elektrizitätsverbrauchs haustechnischer Anlagen:** Es sind Technologien zu entwickeln, welche zu einer wesentlichen Verbesserung der elektrischen Effizienz haustechnischer Anlagen inkl. Beleuchtung führen. Die Projekte werden, insbesondere wenn sie die Gerätetechnik betreffen, in Zusammenarbeit mit dem Forschungsprogramm «Elektrizität» durchgeführt.
- **Nachhaltige Quartierentwicklung:** Zusammen mit dem Bundesamt für Wohnungswesen und dem Bundesamt für Raumentwicklung sollen die Erfordernisse und Möglichkeiten einer nachhaltigen Quartierentwicklung anhand von vier typischen Problemquartieren exemplarisch untersucht werden. Es werden nicht nur die ökologischen sondern auch die wirtschaftlichen und sozialen Aspekte der Quartierentwicklung angegangen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2006

GEBÄUDEKONZEPTE / PLANUNGSWERKZEUGE

Die Bedeutung der bestehenden Gebäudesubstanz für eine nachhaltige Entwicklung ist unbestritten. Bis ins Jahr 2050 werden in der Schweiz über 90 % des Gebäudeenergiebedarfs durch Bauten verursacht, die vor dem Jahr 2000 erstellt wurden. Gleichzeitig weisen Altbauten gegenüber modernen Neubauten häufig ein grosses Defizit bezüglich Komfort und Zweckmässigkeit auf. Mit dem Projekt **Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Buildings** [1] will das Gebäudeforschungsprogramm der IEA Impulse geben, um die nachhaltige Wohnbaurerneuerung zu fördern. Das Projekt wurde 2006 gestartet. Es beteiligen sich 10 europäische Länder mit Projektteams, in welchen sowohl Forscher, Planer und die Bauindustrie vertreten sind. In der Schweiz ist das Projekt in die Aktivitäten des CCEM (Competence Center for Energy and Mobility der ETH) eingebettet.

Der Anteil der Wohnbauten am Energieverbrauch der Schweiz beträgt rund 27 % (inkl. Elektrizität). Aus diesem Grunde wurde einem zweiten Projekt im Sanierungsbereich für Wohnbauten stattgegeben. Das von der Schweiz konzipierte Forschungs- und Demonstrationsprogramm **Advanced Housing Renovation by Solar and Conservation** [2] wurde im April 2006 im Rahmen des "Solar Heating & Cooling Implementing Agreement" der internationalen Energieagentur (IEA) gestartet. Im Dezember 2006 trafen sich Architekten und Gebäudetechnikplaner aus der ganzen Schweiz zwecks Erfahrungsaustausch, Bildung eines Netzwerks und Generieren erster Projektideen zu einem ersten Workshop.

Ende 2006 konnte der **Elektronische Bauteilkatalog** [3] abgeschlossen und aufgeschaltet werden. Der webbasierte und dynamische Bauteilkatalog ist der zeitgemässe Ersatz der SIA Dokumentation D 0123. Der Internet-Benutzer kann Bauteile, z.B. Zweischalenmauerwerk, aus dem Katalog auswählen und dynamisch die Ausführungsvariante durch das Ändern einzelner Materialien und Schichtdicken bestimmen. Per Mausclick werden U-Wert und ökologische Kennwerte berechnet und tabellarisch, sowie grafisch dargestellt. Diese online generierten Resultate stehen dem Anwender einerseits im PDF-Format zum Ausdrucken, sowie mittels XML-Schnittstelle auch elektronisch (download) für entsprechend ausgerüstete Software (SIA 380/1 etc.) zur Verfügung.

Unter www.bauteilkatalog.ch stehen dem Internet-Benutzer rund 120 Konstruktionen in verschiedenen Ausführungsvarianten zur Verfügung (Figur 2).

Das Resultatblatt (Figur 3) enthält Daten/Berechnungsergebnisse zu folgenden Themen:

Material, Schicht:	enthalten sind die wesentlichsten Materialien
Eco-devis Einstufung:	integriert sind die eco-devis-Ergebnisse, in dem die „ökologisch interessanten“ und „ökologisch bedingt interessanten“ funktionalen Einheiten gekennzeichnet werden.
Wärmeleitfähigkeit:	standardmässig werden die üblichen Materialwerte gemäss SIA D 0170, etc. verwendet
U-Wert Berechnung:	Der U-Wert wird für homogene, sowie für einschichtig und 2-schichtig inhomogene Bauteile berechnet.
Lebensdauer:	Standardisierte Materiallebensdauer (gemäss AFB-Lebensdauer)
Herstellung:	Berechnung gemäss Baustoffdaten KBOB/eco-bau/IPB-Empfehlung 2007/1
Erneuerung:	Berechnung der theoretischen Anzahl der Ersätze der Schichten (Berechnung gemäss OGIP)

Entsorgung:

Berechnung gemäss Baustoffdaten KBOB/eco-bau/IPB-Empfehlung 2007/1

Total:

Gesamtbelastung des Bauteils bei einer Gebäudelebensdauer von 100 Jahren

www.Bauteilkatalog.ch

Informationen
 Home / News
 So funktioniert's
 Datengrundlage

Suche
 Bauteile

Login (intern)
 Benutzername
 Passwort
 Login

Kontakt
 Kontakt
 Impressum

Bauteile
 Bauteilgruppen
 B Böden
 D Decken
 E6 Innenbauteile Rohbau
 F Fenster
 M Ausbau
 T Türen und Tore
 U Umgebung
 W Aussenwände

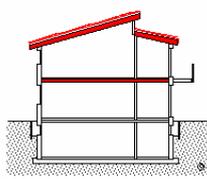
Code:

Volltextsuche:

Es wird im Titel und im Beschrieb des Bauteils mit einer ODER-Verknüpfung gesucht. Sie können mit einem oder mehreren ganzen Wörtern oder mit Wortteilen suchen.

Vorhandene Bauteile

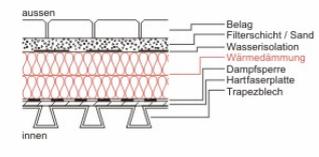
- D D01 Flachdach: Betondecke (Warmdach)
- D D04 Flachdach: Trapezblechdecke (Warmdach)
- D D07 Flachdach: Betondecke (Warmdach), begehbar
- D D08 Flachdach: Trapezblechdecke (Warmdach), begehbar
- D D09 Flachdach: Betondecke (Umkehrdach),
- D D10 Flachdach: Holzbalkendecke (Warmdach)
- D D100 Holzbalkendecke, Trittschalldämmung, Zementüberzug
- D D101 Hohlkörperdecke 15+5cm, A = 50 cm
- D D11 Schrägdach: Holzbalkendecke (Kaltdach)
- D D12 Betondecke mit Wärmedämmung
- D D13 Betondecke mit Wärmedämmung, Spanplattenabdeckung



Figur 2: 120 Konstruktionen aus 8 Bauteilgruppen wählbar.

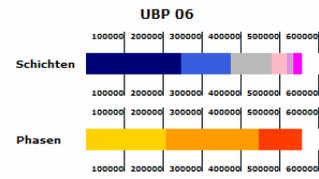
Beurteilungsgrösse: **UBP 06**

D Decken
D08 Flachdach: Trapezblechdecke (Warmdach), begehbar
Ausführung Polyuretanschaum, fest (PUR), p 30 [kg/m³]
Beschrieb Flachdach: Trapezblechdecke, Hartfaserplatte, Wärmedämmung (Warmdach), Schutzschicht, begehbarer Belag
Bauteiltyp Dach gegen Aussenklima
UBP 06
Lebenszyklus pro a [Pt./m² a] 5'567,60
U-Wert [W/m²K] 0,19



Nr.	Material / Schicht	ECO-Devis	Schichtdicke [m]	Lambda [W/mK]	Lebensdauer [a]	Masse [kg/m ²]	Herstellung [Pt.] [%]	Erneuerung		Entsorgung		Total	
								[Pt.] [%]	[Pt.] [%]	[Pt.] [%]	[Pt.] [%]		
	Stahlblech, blank (37% Rec.)		0.0015	50	50	17,7	123'372,37 59%	123'372,37 52%	0,00 0%	246'744,73 44%			
	Hartfaserplatte		0.019	0.18	35	17,1	25'761,69 12%	51'523,39 22%	48'394,84 44%	125'679,92 23%			
	Dampfbremse PE		0.00012	0	35	0,1	306,62 0%	613,24 0%	621,47 1%	1'541,33 0%			
	Polyuretanschaum, fest (PUR), p 30 [kg/m ³]		0.16	0.032	35	4,8	25'732,36 12%	51'464,71 22%	26'813,52 24%	104'010,59 19%			
	Polymerbitumenbahn EP4 flam		0.004	0	35	4,6	5'418,68 3%	10'837,36 5%	22'482,78 20%	38'738,82 7%			
	Rundkies		0.16	2	100	320,0	11'211,35 5%	0,00 0%	8'134,65 7%	19'346,00 3%			
	Betonstein		0.06	0.7	100	142,8	17'072,83 8%	0,00 0%	3'625,39 3%	20'698,22 4%			
nicht gekennzeichnet													
bedingt gekennzeichnet													
gekennzeichnet													
						507	208'875,90 38%	237'811,06 43%	110'072,63 20%	556'759,61 100%			

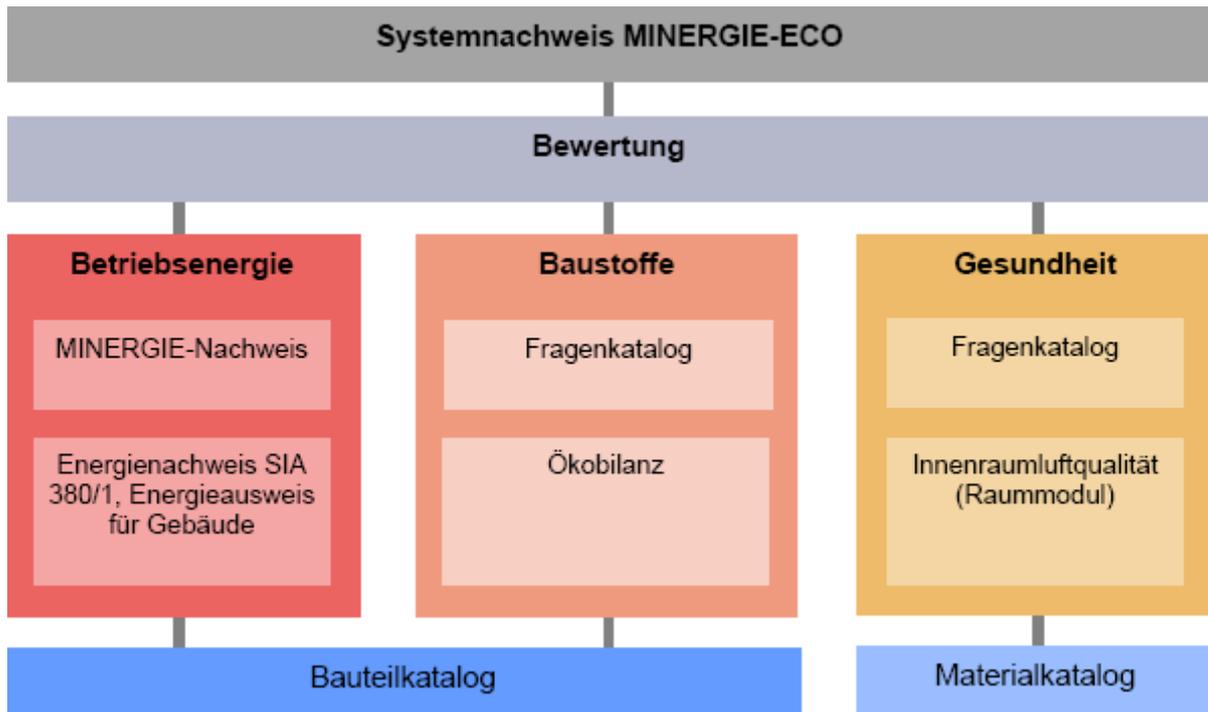
UBP 06



Figur 3: Das Beurteilungsschema enthält einerseits die entsprechenden Bauteilinformationen (Beschrieb, U-Wert etc.) sowie den Schichtaufbau (Materialisierung) des Bauteils.

Aufbauend auf dem elektronischen Bauteilkatalog wird nun - mit Unterstützung des Vereins **EcoBau - Minergie-Eco - Systemnachweis für nachhaltige Hochbauten** [4] entwickelt: Der Systemnachweis MINERGIE-ECO (eine Weiterentwicklung des bestehenden Gebäudelabels MINERGIE-ECO) dient als Instrument zur Beurteilung und Auszeichnung energetisch, gesundheitlich und bauökologisch vorbildlicher Bauten. Ein Ziel des Projekts ist eine quantitative Bewertung von Gebäuden, die den MINERGIE-Nachweis, eine Ökobilanz und ein Raummodul umfasst. Weiter wird der Energieausweis für Gebäude gemäss der Europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) in die Methodik integriert. Als Produkt entstehen Softwarebausteine (DLLs), die in die verbreiteten Computerprogramme zur Energieberechnung von Gebäuden integriert werden können. Die Arbeiten im

Jahr 2006 umfassten die Fertigstellung der Konzeptphase sowie den Beginn der Detailausarbeitung in den einzelnen Workpackages (WP).



Figur 4: Nachweisverfahren mit gesamtheitlicher Beurteilung von Energieeffizienz, Umweltbelastung und Gesundheitsaspekten von Gebäuden

In frühen Projektphasen sind bei Nicht-Wohnbauten oft differenzierte Analysen zu Heiz- und Kühllasten notwendig. Hier setzt ein Planungshilfsmittel basierend auf der **Klimaflächenmethode** [5] an. Mit erheblicher Verzögerung konnte das Planungshilfsmittel nun fertig gestellt werden. Es wird im Rahmen der Vorlesungsreihe "Spezialfragen der Bauphysik" im Januar 2007 einem interessierten Publikum vorgestellt.

Mit der neuen Programmversion **HELIOS-XP** [6] liegt ein Planungshilfsmittel vor, welches einen leichten Einstieg in die dynamische Gebäudesimulation ermöglicht. Das Programm deckt im Besonderen den Anwendungsbereich des thermischen Verhaltens von Gebäuden mit grossen Solargewinnen oder internen Lasten ab und erlaubt die Untersuchung des Nutzenergiebedarfs für Heizen und Kühlen und des thermischen Komforts. In der Handhabung unterscheidet sich der Aufwand für die Dateneingabe nicht von einem stationären Bilanzverfahren wie z.B. SIA 380/1. Das Gebäudesimulationsprogramm HELIOS-PC, welches seit 1992 als DOS-Version im Einsatz steht, wurde auf die neue WINDOWS-Plattform XP transferiert. Die Verwendung einer ACCESS-Datenbankstruktur für alle Projektdaten ermöglicht die einheitliche Einbindung von Daten für Baustoffe, Verglasungen, Lastprofilen, etc. und verbessert damit den Benutzerkomfort. Das Rechenprogramm basiert auf einem thermischen Einzonnenbilanzmodell. Es wurden folgende zusätzliche Berechnungsmodule eingebaut: Der Luftaustausch durch thermischen Auftrieb durch Fugen oder Fensteröffnungen, die mechanische Lüftung mit oder ohne Wärmerückgewinnung, die Erfassung der linien- und punktförmigen Wärmebrücken, ein vereinfachtes Modell für den Wärmeverlust ins Erdreich, die Ermittlung der dynamischen Kennwerte von Bauteilen, ein detaillierter Rechenansatz für die Modellierung des Wärme- und Strahlungsdurchganges bei Verglasungen mit Lamellenstoren und die Möglichkeit der freien Definition von stündlichen Last- und Lüftungsprofilen sowie von Temperaturrandbedingungen an Bauteiloberflächen.

Die Validierung der Gebäudesimulationsprogramme ist für deren erfolgreichen Einsatz unabdingbar. Bis heute fehlen empirische Validierungsdatensätze, vor allem im Bereich Modellierung der solaren Gewinne. Im Rahmen des Projekts **Empirische Validierung von Gebäudesimulationsprogrammen (IEA/SHC Task 34)** [7] wurde mit Hilfe einer Serie von Testzellenexperimenten ein solcher Datensatz erarbeitet und die Modellierung der solaren Gewinne durch Fenster - mit oder ohne Beschattung - in ausgewählten Simulationsprogrammen überprüft. Der erarbeitete Datensatz wurde derart aufbereitet, dass auch Programmentwickler und weitere interessierte Kreise diesen verwenden können. Validiert wurde u.a. auch das Programm **IDA – ICE** [8].

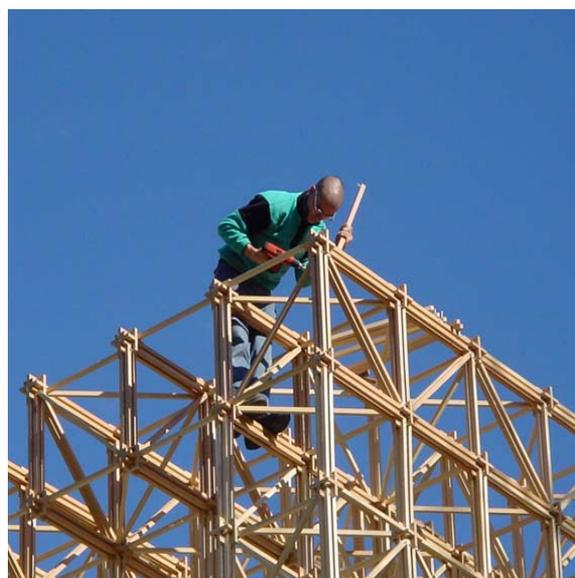
Während der Nutzungsdauer heute erstellter Bauten wird sich im Sommer die durchschnittliche Lufttemperatur im europäischen Alpenraum um schätzungsweise 2 bis 3 K erwärmen. Häufigere und längere Hitzeperioden erfordern einen besseren Schutz vor Aussenlasten, geringere interne Lasten sowie eine angepasste Kühlung der Gebäude. Können wir ein angenehmes Raumklima ohne erhöhten Stromverbrauch anbieten? Wie ist dies in der Erarbeitung unserer Normen zu berücksichtigen? Diesen Fragen geht das Projekt **Bauen, wenn das Klima wärmer wird** [9] nach.

GEBÄUDEHÜLLE

Eine Vielzahl von Wandsystemen, die speziell für Häuser mit niedrigstem Energieverbrauch entwickelt wurden, ist bereits heute auf dem Markt erhältlich. Im Buchprojekt **Innovative Wandkonstruktionen für Minergie-P und Passivhäuser**, abgeschlossen 2006, werden ausgewählte, innovative Wandkonstruktionen in Leicht- und Massivbauweise beschrieben und jeweils anhand eines realisierten Beispiels illustriert. Die systematische Beschreibung erlaubt einen Quervergleich bezüglich Energie, Ökologie, Wirtschaftlichkeit und bauphysikalischer Eigenschaften.



Figur 5: Innovative Wandkonstruktionen.



Figur 6: Das dreidimensionale Fachwerk aus Holzstäben und Holzknoten wird mit Zelluloseflocken ausgeblasen und bildet eine rundum wärmebrückenfreie Gebäudehülle für Wände, Boden und Dach (Bild: David Muspach).

Im Hochbau werden zunehmend Vakuumisulationspaneele (VIP) auf der Basis eines mikroporösen Kernmaterials mit niedrigem Innendruck und gasdichter Hülle eingesetzt. Die niedrige Wärmeleitfähigkeit ermöglicht geringe Dämmschichtdicken und eröffnet somit ein grosses Anwendungspotenzial für neue architektonische Lösungen im Niedrigenergie- und Sanierungsbereich. Nach der Erarbeitung von Grundlagen zu Materialeigenschaften, Alterungsverhalten und Anwendungstechnik werden nun unter massgebender Beteiligung der Industrie verschiedene Bauanwendungen mit VIP-Isolation untersucht:

Im Projekt **Entwicklung eines VIP-Passivhausfassadenelements** [10] werden u.a. Fertigungsabläufe in der Produktionshalle untersucht und optimiert. Die konstruktive Lösung weist bezüglich der Wärmebrückenproblematik noch Mängel auf, die es zu beheben gilt, will man den Minergie-P Standard erreichen. Der erstellte Pavillon (siehe Titelbild) dient u.a. der Erfolgskontrolle und wird messtechnisch ausgewertet. In einem weiteren Projekt **Bauelemente und Systeme mit VIP für Aussenwand und**

Dach [11] wurde parallel an der Verbesserung der Baulauglichkeit der Paneele, verschiedenen Konstruktionsvarianten für vorgehängte hinterlüftete Fassaden und einem System für die Innendämmung von Aussenwänden bestehender Gebäude gearbeitet. Die Optimierung der konzipierten Bausysteme wurde durch Berechnung der Wärmebrücken und des statischen Verhaltens, die Erstellung von Arbeitsmodellen und Prototypen durchgeführt. Im weiteren Projektverlauf konzentriert sich die Bearbeitung auf ein flexibles Distanzschrauben-System für vorgehängte hinterlüftete Fassaden (Figur 7).



Figur 7: Ansicht der Testmontage des Distanzschrauben-Systems, vor der Montage der Aussenschale (FHNW).



Figur 8: Schnitt durch ein einbaufertiges FBH-VIP-Element, totale Aufbauhöhe 51 mm (Bildquelle: Tobler AG).

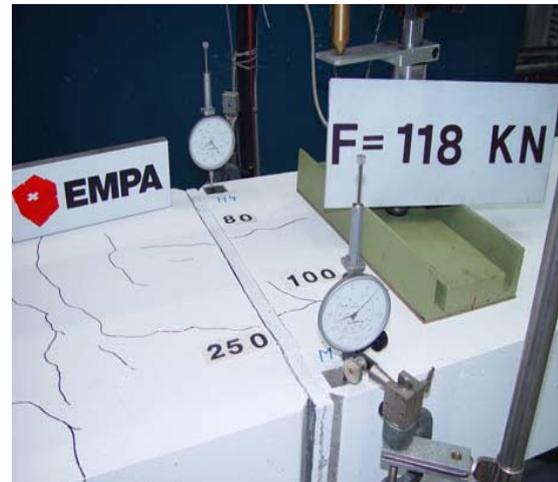
Im Projekt **Entwicklung eines kompakten Fussbodenheizungselements mit integrierten VIP** [12] soll ein kompaktes Fussbodenheizungselement entstehen (Figur 8), welches die Vorteile von VIP nutzt und die Nachteile minimiert. Das VIP wird dabei in kontrollierten Abläufen in ein modulares FBH-Fertigelement (Weiterentwicklung des heutigen R25-FHB-Systems der Tobler AG) eingebaut. Damit wird es gegen mechanische Verletzungen beim Einbau auf der Baustelle vollständig geschützt.

Im Rahmen des Projekts **Weiterentwicklung, Qualitäts-Sicherung und Langzeitverhalten von Vakuumisoliationspaneelen mit mechanischem Schutz (Vacucomp)** [13], wurde die Bodendämmung des Kühl-/Tiefkühlraums im Neubau „Forum Chriesbach“ der EAWAG in Dübendorf teilweise mit VIP erstellt und instrumentiert (Figur 9). Neben Temperatur- und Feuchtemessstellen wurden erstmals in dieser Anwendung spezielle Sensoren installiert, welche die Messung des Gasdrucks in den eingebauten VIP unter dem Unterlagsboden ermöglichen. Erste Resultate der Innendruckmessungen liegen nun vor, welche die Qualität der VIP-Konstruktion bestätigen. In einer zweiten Langzeitstudie werden im Jahr 2004 gestartete Messungen an einer Flachdachkonstruktion in Regensdorf weiter geführt. Zur Innendruckmessung werden VIP ausgebaut und nach der Messung im Empa-Labor in Dübendorf wieder eingebaut. Die Zweijahresdaten zeigen die intakte Funktion der VIP-Dämmung. Es lassen sich Alterungseffekte beobachten, welche aufgrund von Laborversuchen und Modellberechnungen näherungsweise erwartet worden sind.



Figur 9: Neubau EAWAG Forum Chriesbach auf dem Empa-Areal in Dübendorf (links), Lage der Kühlräume mit VIP-Bodenkonstruktion im Untergeschoss (rechts).

Konstruktiv bedingte Durchdringungen der Gebäudehülle und ihrer Wärmedämmschicht, wie sie z.B. bei Balkonplatten anzutreffen sind, stellen Wärmebrücken dar. Deren Wärmestrom von innen nach aussen gilt es zu minimieren. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt werden bei den am Markt üblichen Thermotragelementen zur Schnittkraftübertragung Edelstahl und als Wärmedämmmaterial Steinwolle, Phenolharzschaum usw. verwendet. Das Projekt **Thermotragelemente (TTE) aus hochfestem Faserverbundstoff und integrierten Vakuumisulationspaneelen (VIP)** [14] beinhaltet die Optimierung eines bereits vorliegenden Prototyps eines Thermotragelementes (Figur 10), bei dem zur Schnittkraftübertragung Glasfaserkunststoffstäbe und als Wärmedämmung Vakuumisulationspaneel eingesetzt werden. In Laborexperimenten an der EMPA werden Korrosionsbeständigkeit und Tragfähigkeit des TTE untersucht (Figur 11). Mittels thermischer Simulation soll das Element optimiert werden.



Figur 10: Thermotragelemente (TTE) aus hochfestem Faserverbundstoff und integrierten Vakuumisulationspaneelen.

Figur 11: Beim Prüfkörper TTE „Q“ D18 MM wurde eine maximale Querkraft von $Q = 124.2$ KN erreicht. Das maximale Moment betrug $M = 36.63$ KNM.

Die sommerliche Überhitzung von Gebäuden ist in den letzten Jahren zu einem Problem geworden. Dabei spielen die heutigen architektonischen Trends mit großflächig verglasten Fassaden sowie der Klimawandel mit seinen extremer werdenden Wetterlagen und steigenden Durchschnittstemperaturen eine zentrale Rolle. Durch die Entwicklung neuer Glasbeschichtungen für den sommerlichen Wärmeschutz soll zur Lösung dieses Problems ein Beitrag geleistet werden. **Neue optische Beschichtungen für transparente Gebäudeteile im Hinblick auf einen verbesserten sommerlichen Wärmeschutz** [15]: Der neue Ansatz besteht aus einer spektralen Transmissionsfunktion, welche das Verhältnis des Strahlungstransmissionsgrades τ_e zum Lichttransmissionsgrad τ_v minimiert. Dadurch kann die Wärmebelastung durch die Sonnenstrahlung gegenüber den besten aktuellen Sonnenschutzgläsern um einen Drittel gesenkt werden. Die in diesem Projekt neu entwickelten Sonnenschutzgläser

(M-Gläser) sollen sich bezüglich Farbneutralität und Helligkeit nicht von den aktuellen Produkten unterscheiden. Bei der Entwicklung wird darauf geachtet, dass die Materialwahl und die vorgesehenen Produktionsverfahren mit den heute verwendeten Herstellungsprozessen kompatibel sind. Ebenfalls mit der Tageslichtnutzung setzt sich das Projekt **High performance Integrated Lighting Systems (Green lighting)** [16] auseinander. In diesem Projekt suchen die Forscher an der EPFL nach einer ausgewogenen Aufteilung der natürlichen und künstlichen Beleuchtung von Räumen. Das Projekt stellt den schweizerischen Beitrag zum IEA-Projekt "Energy Efficient Electric Lighting of Buildings" dar.

GEBÄUDETECHNIK

Im Gebäudebereich sinkt der Wärmebedarf (insbesondere der Heizwärmebedarf), der Strombedarf steigt jedoch weiterhin. Auf der Versorgungsseite sollen hochwertige, nicht erneuerbare Energieträger in Zukunft nicht ohne Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) genutzt werden. Je nach Art der Stromerzeugung kann es von Vorteil sein, den Restwärmebedarf in Niedrigenergiegebäuden durch Mikro-Blockheizkraftwerke (Mikro-BHKW) zu decken. Brennstoffzellengeräte für die Hausenergieversorgung stehen dabei im Vordergrund. Bei Einsatz von erneuerbaren gasförmigen Energieträgern (Gas aus Biomasse) stellen sie auch eine Möglichkeit der nachhaltigen Gebäudetechnik dar. Brennstoffzellensysteme stehen dabei in einem kompetitiven Umfeld zu anderen Mikro-BHKW Geräten und zu den bestehenden, traditionellen Heizsystemen wie Brennwertkessel oder Wärmepumpen. Unter **Building Integrated Fuel Cell and other Cogeneration Systems** [17] läuft ein mehrjähriges IEA-Projekt mit Schweizer Beteiligung.

Die Gebäudekühlung hat weiterhin an Aktualität gewonnen. Im Projekt **Réseau de distribution d'eau de lac et d'eau souterraine pour couvrir les besoins en rafraîchissement et en chaleur de l'environnement des bâtiments** [18] wird die Möglichkeit geprüft See- und Grundwasser über ein Kältenetz zur Kühlung von Gebäuden zu nutzen. Die erste Phase des Projekts zeigt eine Übereinstimmung zwischen örtlicher Nachfrage und Angebot. Wärmepumpenanlagen mit Erdwärmesonden können traditionell für Heizung und Warmwasserproduktion eingesetzt werden oder darüber hinaus zur Wärmeabfuhr aus dem Gebäude mit Hilfe der Fussbodenheizung. Dies kann entweder passiv über eine Erdsonde geschehen oder aktiv bei simultanem Heiz-/Kühlbetrieb. Mit dem Projekt **Heizen und Kühlen mit erdgekoppelten Wärmepumpen** [19] sollen Fragestellungen zu sinnvollen Hydraulikschaltungen, zur Dimensionierung und zum optimalen Regelkonzept beantwortet werden.

Vier weitere Projekt befassen sich mit der energieeffizienten Bereitstellung von Kälte. Im Projekt **Open absorption system for cooling and air conditioning using membrane contactors** [20] kann nun nach der Lösung der materialtechnischen Fragen mit dem Bau eines Prototypen für Zweistrom- bzw. Dreistromsorptionen-Kühlelementen begonnen werden. **Hocheffiziente Kühlsysteme für Gebäudesanierungen** [21]: Projektziel ist es, durch Aufzeigen von innovativen Systemlösungen sowie deren Integration im Rahmen von Sanierungen, der Verbreitung hocheffizienter Kühllösungen gegenüber konventionellen Lösungen mit handelsüblichen Kältemaschinen Vorschub zu leisten. Das Projekt ist 2006 gestartet worden. Natürliche Kältesenken wie die Aussenlufttemperatur zur Nachtzeit können für die Gebäudekühlung genutzt werden. Dabei kommt es auf die Summe der Grad-Stunden zwischen Aussenluft- und Innenlufttemperatur an. Dieses "Climatic Cooling Potential (CCP)" wurde im Projekt **Passive cooling by night-time ventilation using climate responsive elements** [22] für verschiedene Klimata systematisch untersucht. Für unsere klimatischen Verhältnisse im schweizerischen Mittelland wird ein CCP von ca. 80 Kh benötigt um eine Last von 50 W/m² abzuführen. Die Forscher wenden sich auch der Anhebung der nächtlichen Temperaturen bei Klimaerwärmung zu. Die Folge ist eine Reduktion des CCP. Trotz allem soll die nächtliche Gebäudeauskühlung weiterverfolgt werden. Einen ähnlichen Weg geht das Projekt **Coolshift – Système de rafraîchissement par ventilation déphasée** [23]. Hier wird eine Speichermasse mit Nachtluft durchströmt und so eine Phasenverschiebung erzeugt. Auch dieses Verfahren reagiert auf die Klimaerwärmung sensibel.

Prüfstand für Kompaktlüftungsgeräte für Komfortlüftung [24]: In den letzten Jahren wurden vermehrt Kompaktlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung und Abluftwärmepumpe in MINERGIE-P® – und Passivhäusern eingesetzt. Die bestehenden Normen und Richtlinien für die Geräteprüfungen werden dieser Art von Kompaktlüftungsgeräten nur schlecht gerecht. An der Hochschule für Technik+Architektur Luzern wurde deshalb ein Entwurf für ein Prüfglement ausgearbeitet, das die Ansprüche an solche Geräte, speziell auch die akustischen Aspekte, vollständig abdeckt. Aufgrund dieses Prüfglementes wurde der Prüfstand geplant und an der HTA Luzern aufgebaut (Figuren 12 und 13). Das Hauptziel ist eine technisch vollständige Geräteprüfung an Kompaktlüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung und Wärmepumpe mit vertretbarem finanziellem Aufwand. Nebst den thermischen

und strömungstechnischen Messungen werden auch Schallmessungen durchgeführt. Im Berichtsjahr konnten mehrere Produkte erfolgreich geprüft werden.



Figur 12: Ansicht Prüfstand an der HTA Luzern.



Figur 13: Akustikkabine für Aufstellung der Prüflinge.

In verschiedenen Erfolgskontrollen an Niedrigenergiegebäuden wurden tiefe Raumluftfeuchten registriert. Benutzer und Planer reagieren darauf mit dem Einsatz von zentralen oder dezentralen Dampfluftbefeuchtern. Der Einsatz dieser Geräte wirkt sich negativ auf die Primärenergiebilanz von Niedrigenergiebauten aus. Das Ziel im Projekt **Feuchte in Niedrigenergiebauten** [25] ist das Aufzeigen der Möglichkeiten zur Minimierung des Energieverbrauchs unter Einhaltung einer ausreichenden Raumluftfeuchte im Wohnbereich. Es sollen Alternativen zur zentralen und dezentralen Dampfluftbefeuchtung aufgezeigt werden. Diese sind im Wesentlichen die Feuchterückgewinnung und die Anwendung bedarfsgeregelter Zuluft-Volumenströme. Die Bewertung der drei Strategien Dampfluftbefeuchtung, Feuchterückgewinnung und bedarfsgeregelte Luftvolumenströme erfolgt nach den Kriterien Energie, Hygiene und Komfort. Ergänzend zu diesen Untersuchungen wird im Projekt **Feldvergleich von Wärme- und Enthalpieübertragern in Kompaktlüftungsgeräten** [26] die Feuchterückgewinnung durch moderne Kompaktlüftungsgeräte, welche mit Wärme- und Feuchteübertragung auf dem Markt angeboten werden, an zwei Objekten im Feldeinsatz untersucht. Beide Projekte werden durch die Hersteller von Kompaktlüftungsgeräten unterstützt.

Zwischen 6 und 8% des gesamten Elektrizitätsverbrauchs entfallen in der Schweiz auf die Hilfsenergie für die Gebäudetechnik. Die Einsparpotenziale sind beträchtlich und können mit verhältnismässig geringem Aufwand erzielt werden. Genau dies wird in den Projekten **Internetbasierte Einstellung von Zeitsteuerungen haustechnischer Anlagen** [27] und **Nachrüstung von Beleuchtungen mit Bedarfssteuerungen** [28] untersucht. Die Lüftung von Schulzimmern wird immer wichtiger, da hohe Leistungen und Arbeitskonzentration erwartet werden. Aus diesem Grunde werden im Projekt **Elektrizitäts- und Wärmeeinsparungen durch CO₂-gesteuerte Lüftungen in Schulbauten** [29] verschiedene Schulzimmer, welche mit Präsenzföhler oder mit CO₂-Föhler ausgerüstet sind bzw. natürlich belüftet werden, bezüglich Raumluftqualität und thermischem Komfort untersucht. Die Messungen werden von Umfragen bei der Lehrerschaft begleitet.

Mit der Entwicklung einer hocheffizienten Schwefeldampflampe gehen die Forscher an der Hochschule Yverdon neue Wege: **Environmental friendly high efficient light source** [30]. Dank der Weiterentwicklung des Modulators sowie der Verringerung der Leistungsaufnahme erhofft man sich eine grössere Marktakzeptanz, eine Erhöhung der Lebensdauer und die Senkung der Herstellungskosten. Bei einem Drittel der Leistungsaufnahme der Solar-1000 Lampe, beträgt die Leuchtkraft durch den Einsatz des Modulators nun 68 lm / W.

Im Projekt **Wachstumsregulation von Legionella pneumophila in Biofilmen und Amöben** [31] ging es darum, neue Ansätze zur Verhinderung von Legionellen in Trinkwassersystemen zu erforschen, um die energieaufwändige thermische Desinfektion dereinst zu ersetzen. Dabei wurde die Bildung oder Besiedlung von Biofilmen durch Legionellen im Flusskammer-System untersucht. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie liefern Evidenzen, dass sich auch unter günstigen Wachstumsbedingungen Legionellen hauptsächlich in der Flüssigkultur (oder in Amöben) und nicht an Oberflächen (oder in Biofilmen) vermehren. Eine erfolgreiche Bekämpfung von Legionellen in Wassersystemen scheint trotzdem möglich zu sein, wenn Biofilme und Amöben ebenfalls eliminiert werden.

NACHHALTIGKEIT IN GEBÄUDE UND QUARTIER

Ein mehrjähriger Schwerpunkt des Programms liegt in der Erarbeitung und Umsetzung von Strategien für eine **nachhaltige Quartierentwicklung**. Dazu arbeiten das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), das Bundesamt für Wohnungswesen (BWO) zusammen mit dem BFE in vier Schweizer Städten mit lokalen Behörden und Institutionen zusammen um Quartierentwicklungsprojekte durchzuführen resp. Hilfsmittel für die nachhaltige Entwicklung auf Quartierebene bereit zu stellen. Die verschiedenen Projekte wurden durch **Novatlantis** [32], der ETH-Plattform für nachhaltige Entwicklung, koordiniert und begleitet. Im Projekt in **Basel** [33] wurden drei Hilfsmittel erarbeitet: (a) ein **Lehrpfad Nachhaltigkeit**, (b) ein Musterdokument **Vereinbarung Nachhaltigkeit**, mit welchem Hausbesitzer oder Liegenschaftsverwaltungen mit ihrer Mieterschaft eine kooperative und für beide Seiten vorteilhafte, nachhaltige Liegenschaftsnutzung vereinbaren können und (c) ein Instrumentarium **Toolbox nachhaltiges Wohnen** für Liegenschaftsverwaltungen. In **Lausanne** [34] ging es um Anreize für den Gebäudeunterhalt im genossenschaftlichen Wohnungsbau im Vergleich zum freitragenden Wohnungsmarkt im Quartier **Bellevaux**. In **Luzern** [35] wurde für das Pilotquartier Basel/Bernstrasse Luzern ein Planungsinstrument erarbeitet. Ebenso wichtig war die Erprobung der Organisationsstruktur im **Partnerschaftsprojekt** bestehend aus der Fachhochschule Zentralschweiz und der Stadt Luzern. Im Projekt **Zürich** [36] wurden eine Checkliste und der **retrofit advisor** erarbeitet, welche als Hilfestellung für den Entscheid Abbruch/Neubau gegenüber Sanierung gedacht sind. Alle vier Projekte konnten im Berichtsjahr abgeschlossen werden. An zwei Veranstaltungen sollen 2007 die Ergebnisse einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt werden.

Im Berichtsjahr wurden zwei Projekte zum Thema "Ressourcenrelevante Typisierung städtischer und ländlicher Wohnsiedlungen oder Quartiere unter Einbezug von Siedlungsinfrastruktur und siedlungsinduzierten Verkehrsleistungen" gestartet: **Energieaspekte städtischer Quartiere und ländlicher Siedlungen** [37] sowie **Aspects énergétiques des quartiers urbains et des agglomérations rurales dans le canton de Neuchâtel** [38].

Basierend auf der Ökoinventar-Datenbank (www.ecoinvent.ch) wurde in der Studie **Umweltwirkungen von Gebäudestandards: Perspektiven für den Gebäudepark Schweiz** [39] das Zusammenwirken von Energiestandards mit der Entwicklung des Gebäudeparks aufgezeigt und die resultierenden Umweltauswirkungen mit Hilfe von Ökobilanzierungen quantifiziert. Berücksichtigt wird der ganze Lebenszyklus der Bauten, d.h. die baulichen Aufwendungen, der Betrieb sowie die Entsorgung bzw. der Rückbau. Basierend auf den Ergebnissen der Ökobilanzen wurden die nötigen Anforderungen an zukünftige Standards für Neubauten sowie für Umbauten/Sanierungen, bezogen auf zu erreichende Ziele für die Umweltauswirkungen des Gebäudeparks Schweiz, formuliert. Es hat sich gezeigt, dass die aus den Untersuchungen ableitbaren Anforderungen an die zukünftigen Energiestandards stark von den anvisierten Zielsetzungen im energiepolitischen Gesamtkontext der Schweiz abhängen. Im Projekt **Die Wikung von MuKen, Minergie und MinergieP** [40] wird eine Simulationsmethode erarbeitet, die es erlaubt auf der Basis von Kostensätzen, die in anderen Projekten ermittelt wurden, die Differenzkosten von ausgeführten Objekten zu berechnen, welche zu einer Ausführung in einem hypothetischen, anderen Standard bestehen. Das neueste Projekt zu diesem Schwerpunkt **Ökologische Bewertung neuer WKK-Systeme und Systemkombinationen** [41] verfolgt folgende Ziele: die technische und ökologische Bewertung verschiedener WKK-Systeme und Systemkombinationen.

Nationale Zusammenarbeit

Von den laufenden 41 vom BFE unterstützten Forschungsprojekten wurden 9 Projekte mit Beteiligung von **Fachhochschulen**, 13 Projekte mit Beteiligung von **ETH-Instituten und Universitäten** und 10 Projekte mit Beteiligung der **Industrie** durchgeführt. An 20 Projekten waren planende **Architektur- und Ingenieurbüros** beteiligt und in 7 Projekten wurde mit **Branchenverbänden** und **Agenturen** zusammengearbeitet.

Eine erfolgreiche Zusammenarbeit besteht mit dem **energie-cluster** (www.energie-cluster.ch) im Rahmen der beiden Arbeitsgruppen Vakuumisulationspaneele (VIP) [10] [11] [12] [13] sowie Komfortlüftung [24] [25] [26].

Programmübergreifende Projekte gibt es mit dem Forschungsprogramm **Elektrizität**. Mit den Programmen **Solarwärme** und **Energiewirtschaftliche Grundlagen** existieren Absprachen. Eine weitere Projektkoordination und gemeinsame Projektdurchführungen findet mit den Bundesämtern **ARE** und **BWO** auf dem Gebiet der nachhaltigen Quartierentwicklung statt [32] [33] [34] [35] [36]. Dadurch, dass diese Projekte durch **Novatlantis** koordiniert werden, wird auch der Kontakt zu den Anstrengungen der ETHZ auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit gepflegt.

Gemeinsame Projekte im Bereich *nachhaltiges Bauen* werden auch mit den Vereinen *Ecobau* [4] und *MINERGIE* resp. dem Hochbauamt der Stadt Zürich durchgeführt.

Der Kontakt zum nationalen Kompetenznetzwerk **brenet** (*Building and Renewable Energies Network of Technology*, www.brenet.ch) wird durch die Aufnahme von dessen Geschäftsführer in die Begleitgruppe des Programms wahrgenommen. Das Forschungsprogramm ist mit einem mehrjährigen Projekt [1] **Competence Center for Energy and Mobility (CCEM)** des ETH-Bereichs beteiligt.

Internationale Zusammenarbeit

Internationale Kontakte werden sowohl in direkter Zusammenarbeit in Projekten, in Netzwerken wie auch durch Teilnahme an internationalen Konferenzen wahrgenommen.

Auf der Ebene Projektarbeit findet weiterhin eine gute und intensive Zusammenarbeit mit den **IEA-Programmen** *Energy Conservation in Buildings and Community Systems (ECBCS)* und *Solar Heating and Cooling (SHC)* statt. Die Schweiz war im Berichtsjahr an folgenden Projekten engagiert:

- **Testing and Validation of Building Energy Simulation Tools** [6] [7]
- **High performance thermal insulation systems** [2]
- **Simulation of Building-Integrated Fuel Cell and Other Cogeneration Systems** [17]
- **Energy Efficient Electric Lighting for Buildings** [30]
- **Solar & Conservation Renovation of Housing** [2]
- **Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Buildings** [1]

2006 hat die Schweiz erstmals an Workshops des European Research Area Networks für Gebäude **ERABUILD** (FP6_515790) teilgenommen. ERABUILD verbindet Programmverantwortliche aus den verschiedenen Mitgliedstaaten und verfolgt das Ziel gemeinsamer Forschungsausschreibungen.

Verschiedene Forscher haben an internationalen Konferenzen mit Beiträgen teilgenommen (für eine Auswahl vgl. Referenzen).

Pilot- und Demonstrationsprojekte

Im Rahmen des Forschungsprogramms werden keine neuen Pilot- und Demonstrationsprojekte mehr gestartet. Das Schwergewicht liegt auf dem Abschluss der bereits genehmigten Projekte.

Das Projekt **Wattwerk – 1. Plusenergie-Gewerbehaus** [42] in Bubendorf BL erhielt 2004 den europäischen Solarpreis in der Kategorie *Betriebe und Unternehmen*. Das Gebäude soll mehr Energie produzieren als es verbraucht. Der Schlussbericht ist 2006 erschienen. Informationen sind unter www.wattwerk.ch zu finden.

Das Projekt **SOLARIX-Wandheizsystem** [43] verwendet eine neu entwickelte Solarfassade mit transparenter Wärmedämmung TWD (aussen) und vorgefertigten Betonelementen (innen). *Solarix* vereinigt ein Heiz- und Kühlsystem mit folgenden Komponenten: Wandflächen mit Absorbern hinter den TWD-Fassaden, hydraulisches System zur Bodenheizung, Speicher resp. Erdregister, Steuerung der Kreisläufe für den Heiz- und Kühlfall. Das Pilotprojekt dauert noch bis 2008.

Bewertung 2006 und Ausblick 2007

Am 1. März 2006 ist die Leitung des Programms von Mark Zimmermann an den neuen Programmleiter übergegangen. Dank sorgfältiger Begleitung und grosszügiger Unterstützung durch Mark Zimmer-

mann bei der Übernahme und Einarbeitung konnte das Programm ohne nennenswerten Unterbruch weitergeführt werden. Herzlichen Dank meinem Vorgänger!

Mit dem Wechsel der Programmleitung wurde auch die Begleitgruppe neu besetzt. Diese setzt sich neu zusammen aus Frau Giuse Togni giuse.togni@eteam.ch, Dr. Peter Schwehr pschwehr@hta.fhz.ch, Dr. Dario Aiulfi dario.aiulfi@sorane.ch, Mark Zimmermann mark.zimmermann@empa.ch.

Für die Programmschwerpunkte der laufenden Periode 2004 bis 2007 haben sich insbesondere an den Fachhochschulen eigentliche Kompetenzzentren herausgebildet. Diese erfreuliche Entwicklung sichert eine gewisse Kontinuität in der Bearbeitung der Themen und fördert die Effizienz in der Bearbeitung der Forschungsprojekte.

Für das Jahr 2007 setzen wir auf Kontinuität mit einem fließenden Übergang zu den neuen Schwerpunkten. Während die Förderung der nachhaltigen Quartierentwicklung mit der Durchführung zweier Tagungen und der Publikation einer dritten Broschüre in die Umsetzung überführt wird, wird dem Thema Gebäudesanierung eine grössere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Im Berichtsjahr wurde die Vorbereitung des Konzepts der Energieforschung 2008 – 2011 aufgenommen. Für das Forschungsprogramm Rationelle Energienutzung in Gebäuden wurden in Zusammenarbeit mit dem Bereichsleiter und der Begleitgruppe folgende Schwerpunkte vorgeschlagen:

- Optimierte Gebäudekonzepte für eine 2000 Watt-Gesellschaft (Erhaltung der architektonischen Gestaltungsvielfalt, passive Sonnenenergie- und Tageslichtnutzung);
- Hocheffiziente Wärmedämmungen unter Einbezug von Vakuuminisolation für Neubauten und Sanierungen;
- Verglasungen mit optimierter Energie- und Lichttransmission, Vakuumverglasung etc. (Advanced glazing technology);
- Alternative Kühlkonzepte für Niedrigenergiebauten (sanfte Kühlung, erdgekoppelte Wärmepumpen etc.);
- Steigerung der Energieeffizienz von Stromverbrauchern in Gebäuden (Haustechnik, Gebäudeautomation, etc.);
- Wärme- und Feuchte-Rückgewinnung in Gebäuden;
- Konzepte zur Integration von Solarenergie für die Wassererwärmung, Heizung und Kühlung);
- Konzepte, Technologien und Planungswerkzeuge für die energietechnische Gebäudesanierung.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2006 vorhanden (siehe www.admin.bfe.ch/ren)

(SB) Schlussbericht vorhanden (siehe www.admin.bfe.ch/ren).

Unter den angegebenen Internet-Adressen sind die Berichte sowie weitere Informationen verfügbar.

- [1] M. Zimmermann, (mark.zimmermann@empa.ch), EMPA, Dübendorf: **IEA Building Annex 50 Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Buildings** (JB)
- [2] R. Hastings, (robert.hastings@freesurf.ch), AEU, Wallisellen: **IEA Task 37 Advanced Housing Renovation** (JB)
- [3] M. di Paolantonio, (m.dipaolantonio@holligerconsult.ch), Holliger Consult GmbH, Epsach: **Realisierung elektronischer Bauteilkatalog** (SB)
- [4] R. Sigg, (sigg@intep.de), Intep, Zürich: **MINERGIE-ECO – Systemnachweis für nachhaltige Hochbauten** (JB)
- [5] B. Keller, (bkeller@hbt.arch.ethz.ch), Professur für Bauphysik, ETH, Zürich: **Weiterentwicklung der Klimaflächenmethode und -software zu erhöhter Praxisverwendbarkeit**
- [6] Th. Frank, (thomas.frank@empa.ch), EMPA, Dübendorf: **Überarbeitung Programm HELIOS** (SB)
- [7] H. Manz, (heinrich.manz@empa.ch), Empa, Dübendorf: **Empirische Validierung von Gebäudesimulationsprogrammen (IEA/SHC Task 34)** (JB)
- [8] G. Zweifel, (gzweifel@HTA.FHZ.ch), HTA Luzern, Horw: **Validierung IDA – ICE** (SB)
- [9] C.U. Brunner, (cub@cub.ch), Büro CUB, Zürich: **Bauen, wenn das Klima wärmer wird** (JB)
- [10] M. Jordi, (Martin.Jordi@renggli-haus.ch), Renggli AG, Schötz: **Entwicklung eines VIP-Passivhausfassadenelements** (JB)
- [11] A. Binz, (a.binz@fhbb.ch), FHBB, Muttenz: **Bauelemente und Systeme mit VIP für Aussenwand und Dach** (JB)
- [12] P. Rutz, (paul.rutz@toblerag.ch), Tobler AG, Urdorf: **Entwicklung eines kompakten Fussbodenheizungselements mit integrierten VIP** (JB)
- [13] B. Arnold, (bzre@zzwancor.ch), ZZ Wancor, Regensdorf: **Weiterentwicklung, QS und Langzeitverhalten von Vakuum-**

isolationspaneelen mit mechanischem Schutz (Vacucomp P) (JB)

- [14] O. Huth, (olaf.huth@empa.ch), Empa, *Dübendorf: Thermotragelemente aus hochfestem Faserverbundstoff und integrierten Vakuumisolationspaneelen (VIP)* (JB)
- [15] P. Oelhafen, (peter.oelhafen@unibas.ch), Universität Basel, *Basel: Neue optische Beschichtungen für transparente Gebäudeteile im Hinblick auf einen verbesserten sommerlichen Wärmeschutz* (JB)
- [16] J.-L. Scartezzini, (jean-louis.scartezzini@epfl.ch), EPF LESO-PB, *Lausanne: High performance Integrated Lighting Systems (Green lighting)* (JB)
- [17] V. Dorer, (viktor.dorer@empa.ch), EMPA, *Dübendorf: Building Integrated Fuel Cell and other Cogeneration Systems (IEA/BCS Annex 42)* (JB)
- [18] B. Matthey, (info@masai-conseils.com), B. Matthey Ingénieurs-Conseils SA, *Montezillon: Réseau de distribution d'eau de lac et d'eau souterraine pour couvrir les besoins en rafraîchissement et en chaleur de l'environnement des bâtiments* (JB)
- [19] Th. Afjei, (thomas.afjei@fhbb.ch), FHBB, *MuttENZ: Heizen und Kühlen mit erdgekoppelten Wärmepumpen* (JB)
- [20] M. Conde, (mconde.petit@mrc-eng.com), M. Conde Engineering, *Zürich Open absorption system for cooling and air conditioning using membrane contactors* (JB)
- [21] A. Primas, (alex.primas@bhz.ch), Basler&Hofmann AG, *Zürich, Hocheffiziente Kühlsysteme für Gebäudesanierungen* (JB)
- [22] H. Manz, (heinrich.manz@empa.ch), Empa, *Dübendorf: Passive cooling by night-time ventilation using climate responsive elements* (JB)
- [23] P. Hollmüller, (Pierre.Hollmuller@cuepe.unige.ch), CUEPE Université de Genève, *Genève: Coolshift – Système de rafraîchissement par ventilation déphasée* (JB)
- [24] R. Furter, (rfurter@hta.fhz.ch), HTA, *Luzern/Horw: Prüfstand für Kompaktlüftungsgeräte für Komfortlüftung* (SB)
- [25] B. Frei, (bhfrei@hta.fhz.ch), HTA Luzern, *Horw: Feuchte in Niedrigenergiebauten* (JB)
- [26] B. Frei, (bhfrei@hta.fhz.ch), HTA Luzern, *Horw: Feldvergleich von Wärme- und Enthalpieübertragern in Kompaktlüftungsgeräten* (JB)
- [27] A. Huber, (huber@igjzh.com), Huber Energietechnik AG, *Zürich: Internetbasierte Einstellung von Zeitsteuerungen haustechnischer Anlagen* (JB)
- [28] M. Stalder, (m.stalder@energienetz.ch), Ingenieurbüro für Enegetechnik, *Rifferswil: Nachrüstung von Beleuchtungen mit Bedarfssteuerungen* (JB)
- [29] W. Hässig, (haessig@sustech.ch), B+H, *Zürich: Elektrizitäts- und Wärmeeinsparungen durch CO2-gesteuerte Lüftungen in Schulbauten* (JB)
- [30] G. Courret, (gilles.courret@heig-vd.ch), Ecole d'ingénieurs du Canton de Vaud, *Yverdon: Environmental friendly high efficient light source* (JB)
- [31] H. Hilbi, (hubert.hilbi@micro.biol.ethz.ch), ETH Institut für Mikrobiologie, *Zürich: Wachstumsregulation von Legionella pneumophila in Biofilmen und Amöben* (SB)
- [32] R. Stulz, (roland.stulz@novatlantis.ch), novatlantis, *Zürich: Projektkoordination Nachhaltige Quartierentwicklung* (JB)
- [33] P. Voyame, (pierre.voyame@fhbb.ch), FHBB, *MuttENZ: Nachhaltige Quartierentwicklung Basel Gundeldinger Feld – Lehrpfad Nachhaltigkeit* (SB)
- [34] D. Robinson, (darren.robinson@epfl.ch), EPF-Lausanne, *Quartiers durables BaLaLuZhRapport Lausanne-Bellevaux* (SB)
- [35] J. Inderbitzin, (jinderbi@hsw.fhz.ch), HSW Luzern, *Nachhaltige Quartierentwicklung BaLaLuZh-BaBeL* (SB)
- [36] W. Ott, (walter.ott@econcept.ch), Econcept, *Zürich: Entscheidungs- und Vorgehenscheckliste* (SB)
- [37] W. Ott, (walter.ott@econcept.ch), Econcept, *Zürich: Energieaspekte städtischer Quartiere und ländlicher Siedlungen* (JB)
- [38] P. Vuilleumier, (pierrrene.vuilleumier@planair.ch), Planair, *La Sagne: Aspects énergétiques des quartiers urbains et des agglomérations rurales dans le canton de Neuchâtel* (JB)
- [39] R. Dettli, (reto.dettli@econcept.ch), Econcept, *Zürich: Umweltwirkungen von Gebäudestandards: Perspektiven für den Gebäudepark Schweiz* (SB)
- [40] Ch. Zeyer, (christian.zeyer@ibe.ch), ibe AG, *Bern: Die Wirkung von MuKE, Minergie und Minergie-P* (JB)
- [41] A. Primas, (alex.primas@bhz.ch), Basler&Hofmann AG, *Zürich, Ökologische Bewertung neuer WKK-Systeme und Systemkombinationen* (JB)

Liste der P+D-Projekte

- [42] H. Holinger, (heinrich@holinger-solar.ch), Holinger Solar AG, *Liestal: Wattwerk- erstes Plusenergie-GewerbehauS* (JB)
- [43] P. Oesch, (p.oesch@twdmueller.ch), Gebr. Mueller AG, *Bern: P+D-Projekt mit Messungen SOLARIX- Wandheizsystem Solarix*

Referenzen

- [1] M. Erb: **Co-Chair Session on Vacuum Insulation**, 4th European Conference on Energy Performance & Indoor Climate in Buildings (EPIC), F-Lyon, 2006
- [2] H. Simmler and S. Brunner: **Thermal properties and service life of vacuum insulation panels (VIP)**, Proc. of the 4th European Conference on Energy Performance & Indoor Climate in Buildings (EPIC), F-Lyon, 2006
- [3] P. Loutzenhiser, H. Manz, P.A. Strachan, C. Felsmann, Th. Frank, G. Maxwell, P. Oelhafen, **An Empirical Validation of Modeling Solar Gains Through a Glazing Unit Using Building Energy Simulation Programs**, HVAC&R Research Volume 12 (4), (2006) 1097-1116
- [4] Conrad U. Brunner, Urs Steinemann, Martin Jakob: **Adaptation of commercial buildings to hotter summer climates in Europe**, paper Nr. 29 for IEECB'06 in Frankfurt/Germany (April 2006). Published in the conference proceedings
- [5] **14. Schweizerisches Status-Seminar 7./8. September 2006**. Das diesjährige Status-Seminars "Energie- und Umweltforschung im Bauwesen" wurde von der EMPA und brenet gemeinsam durchgeführt. 216 Personen haben an der Konferenz teilgenommen. Die 53 Sessions- und 5 Plenumsreferate gaben an den beiden Seminartagen einen Überblick über die schweizerischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Energienutzung . Die Herren Prof. Th. Stocker von der Universität Bern und Dr. Chris Luebkehan, Direktionsmitglied der ARUP London haben zwei interessante Hauptreferate präsentiert. Das Schlussreferat wurde vom neuen Programmleiter Gebäude Dr. Charles Filleux gehalten.
- [6] **Internetseite des Forschungsprogramms: Mit dem Wechsel des Programmleiters erhält das Programm eine neue Internetadresse** www.admin.bfe.ch/ren, operativ ab Frühjahr 2007.