

Rapport de synthèse 2008 du chef de programme OFEN Synthesebericht 2008 des BFE-Programmleiters

Forschungsprogramm Energie in Gebäuden

Charles Filleux

filleux.ren@bhz.ch



Sensolux® Beleuchtungssteuerung

Der neu entwickelte Funk-Präsenzmelder Sensolux® kann mit batterieless betriebenen Funkschaltern ergänzt werden. Projekt «Evaluation und Konzeption von Systemen zur einfachen Nachrüstung von Beleuchtungen mit Bedarfssteuerungen». (Grafik aus [27])

Programmschwerpunkte

Um die ehrgeizigen Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft im Gebäudebereich mit Zielhorizont 2050 zu erreichen, sind verstärkte Anstrengungen notwendig. Das Programm Energie in Gebäuden strebt an, durch Schaffen von Wissen, Technologieentwicklungen und Begleitmassnahmen innovative Lösungsansätze im Sinne eines CO₂-neutralen Gebäudesektors einzuleiten. Die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten soll mittels Pilot- und Demonstrationsprojekte erzielt werden. Das Forschungsprogramm setzt hauptsächlich auf Technologien, welche längerfristig ausgerichtet sind, ohne jedoch kurz- und mittelfristige Ziele zu vernachlässigen. Die Forschungsschwerpunkte und Ziele für die Jahre 2008–2011 sind:

Schwerpunkt 1: Gebäude- und Siedlungskonzepte für eine 2000-Watt-kompatible Bauwerksentwicklung

Es ist eine ganzheitliche, d.h. Disziplinen übergreifende Strategie sowie technologische Basis für das «Gebäude als Gesamtsystem» zu entwickeln, unter besonderer Berücksichtigung der grauen Energie und der standortinduzierten Mobilität.

Schwerpunkt 2: Konzepte, Technologien und Planungswerkzeuge für die energetische Gebäudesanierung

In Zusammenarbeit mit Industriepartnern sollen Konzepte, Technologien und Planungswerkzeuge für Gebäudeerneuerungen unter Berücksich-

tigung der Rahmenbedingungen in bestehenden Bauten (technisch, ökonomisch, konstruktiv) entwickelt werden.

Schwerpunkt 3: Heizen, Kühlen und Lüften im 2000-Watt-kompatiblen Gebäude

Entwickeln einfacher Gebäudetechnikkonzepte für Neubauten sowie für die Erneuerung des Gebäudebestands welche sich auf Verzicht fossiler Brennstoffe und Integration erneuerbarer Energien abstützen.

Schwerpunkt 4: Effizienzsteigerung beim Stromverbrauch in Gebäude

Es sind Technologien zu entwickeln, welche zu wesentlichen Verbesserungen der elektrischen Effizienz von Gebäuden und der Optimierung der Integration der Tageslichtnutzung im Gebäude führen.

Schwerpunkt 5: Innovative Materialien und Komponenten für den Gebäudebereich

Nutzen von Synergien aus Materialwissenschaften, Chemie, Physik und Nanotechnologie, um neuartige Baustoffe und Komponenten zu entwickeln.

Pilot- und Demonstrationsprojekte (P+D)

Förderung von Leuchtturmprojekten zur Demonstration von Schlüsseltechnologien mit Fokus auf die Gebäudesanierung sowie Erstanwendungen neuer Technologien und Systeme in Neubauten und Bestandsbauten.

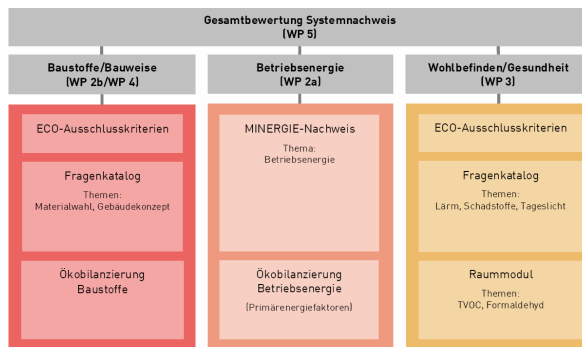
Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2008

Ende 2008 waren im Forschungsprogramm 49 Projekte angesiedelt. Die Zahl der P+D-Projekte konnte wieder leicht erhöht werden, so dass derzeit 6 P+D-Projekte im Gang sind. Im Berichtsjahr konnten 19 Projekte abgeschlossen werden. Dazu kommen 24 Jahresberichte aus laufenden Projekten.

Gebäude- und Siedlungskonzepte für eine 2000-Watt-kompatible Bauwerksentwicklung

Mit dem Projekt *Systemnachweis Minergie-Eco* [1] wurden erfolgreich die Methoden und Softwarebausteine geschaffen, die den Betriebsenergieverbrauch, die Umweltbelastung durch Baustoffe und die gesundheitlichen Aspekte eines Gebäudes in einem benutzerfreundlichen EDV-Werkzeug zusammenführen und quantifizieren. Dieses Werkzeug soll die Basis für das Label Minergie-Eco bilden, wobei andere Energiestandards (SIA

Normen 380/1, 380/4, SIA-Merkblatt 2031 und Minergie) ebenfalls mit eingebunden werden. Das Projekt baut auf den bereits vorhandenen anerkannten Grundlagen wie dem Gebäudelabel Minergie-Eco, der Software Lesosai, der KBOB/ Ecobau/IPB-Empfehlung «Ökobilanzdaten im Baubereich», dem elektronischen Bauteilkatalog, den SIA-Merkblättern 2031 «Energieausweis für Gebäude» und 2032 «Graue Energie» sowie diversen SIA-Normen auf und soll somit für eine hohe Akzeptanz sorgen. Um die verschiedenen Aufgaben hierzu themenspezifisch zu gliedern, wurde das Projekt in verschiedene Workpackages (siehe Figur 1) unterteilt. Weiter ist in Figur 1 der Aufbau des Systemnachweises dargestellt. Gut zu erkennen sind hierbei die drei Bereiche Baustoffe/Bauweise, Betriebsenergie und Wohlbefinden/Gesundheit, für die es eine quantitative Berechnungsmethode gibt (Ökobilanzierung,

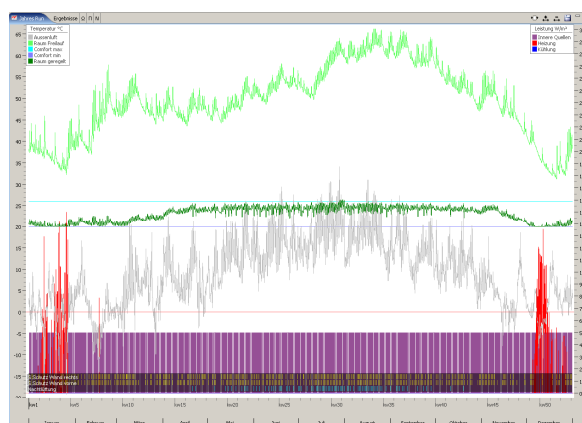


Figur 1: Aufbau und Bestandteile des Systemnachweises, Minergie-Eco. (Grafik aus [1])

Energienachweis, teilweise Fragenkatalog und Raummodul). Diese teilweise quantitativen Berechnungsmethoden sollen die heutigen angewandten qualitativen und halb-quantitativen Bewertungsverfahren von Minergie-Eco ablösen.

Der Einsatz des Systemnachweises kann sowohl für Neubauten als auch für Sanierungen erfolgen. Für letztere wurde ein separates Berechnungsverfahren entwickelt. Zur Überprüfung der Methodik wurden 13 verschiedene Gebäude analysiert und die Resultate auf ihre Plausibilität getestet, um schliesslich Beurteilungswerte abzuleiten und festzulegen. Das Fazit der untersuchten Gebäude zeigt, dass die Bewertung sehr streng ist. Das hat zur Folge, dass die Anforderungen schon in einer frühen Planungsphase berücksichtigt werden müssen, um Minergie-Eco erreichen zu können.

Mit der Version 2.0 des Programms *Energy Design Guide II (EDG II)* [2], das auf der an der ETH entwickelten Methodik der Klimaflächen basiert, wurde in diesem Jahr das Simulationsprogramm weiter entwickelt und die Benutzerfreundlichkeit verbessert. Eine Erweiterung gegenüber dem früher entwickelten EDG I ist die neu geschaffene



Figur 2: Jahresrun, Abbildung der Temperaturverläufe, Leistungsverläufe und Sonnenschutz, Nachtauskühlung und Komfortband. (Grafik aus [2])

Möglichkeit der quantitativen Optimierung, wodurch der Leistungs- und Energiebedarf direkt abgelesen werden kann. Um diese Verbesserungen bzw. neuen Entwicklungen auf ihre Plausibilität zu prüfen, wird anhand zweier konkreten Beispiele untersucht, inwieweit die in früheren Untersuchungen vorgeschlagenen Verbesserungen qualitativ eingearbeitet sind bzw. wie sie zu handhaben sind.

Da rund 80 % der folgenreichsten Entscheidungen für den Planungsablauf in den ersten 20 % des Planungsprozesses getroffen werden, wurde im November 2008 das Projekt *Design Performance Viewer 2.0 – Evolution und Weiterentwicklung* [3] gestartet. Mit dem momentan bestehenden, prototypisch entwickelten Softwaretool kann derzeit eine grobe Analyse von Energieflüssen, Exergieflüssen, Systementscheidungen und der Kosten in einem sehr begrenzten Umfang erstellt werden. Dieses Softwaretool soll weiter entwickelt werden, damit eine verfeinerte Analyse sowie eine grössere Anwendbarkeit möglich wird. Durch die verbesserte Bedienerfreundlichkeit des Tools soll nachhaltiges Planen gefördert werden.

Neben drei weiteren Projekten in Lausanne, Luzern und Zürich ist auch das über 100 Hektar grosse Basler Gundeldingerfeld im Projekt *Nachhaltigkeitsprojekte auf dem Gundeldingerfeld in Basel* [4] mehr als fünf Jahre lang untersucht und fertig gestellt worden. Bei der Suche nach Kriterien zur nachhaltigen Quartiersentwicklung wurden folgende fünf Themen vertieft analysiert: Ökologie Gebäude, Ökologie Mobilität, Raumplanung, Gesellschaft und Wirtschaft. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass sich die Nachhaltigkeitsprojekte auf dem Gundeldingerfeld nicht nach den allgemein gültigen Projektierungs- und Finanzierungsgrundsätzen realisieren lassen, sondern die bestehende Ausgangslage wie die tatsächlichen Bedürfnisse der Nutzer und deren Zahlungsbereitschaft absolut bestimmende Faktoren für die Weiterentwicklung und die Optimierung der Bausubstanz sind. Mit der Fertigstellung des Projektes *Die Wirkungen von MuKen, Minergie und Minergie-P – kombinierte Energie und Kostensimulation zur Untersuchung der Auswirkungen des Bauherrenentscheides für einen Standard bezüglich Kosten* [5] ist anhand von 38 Gebäuden untersucht worden, welche Kosten entstanden wären, wenn die anderen Standards mit dem vorliegenden Gebäude umgesetzt worden wären. Durch die Berechnungen mit einem Energiebilanztool sind die Gebäude bezüglich Kosten und Ertragssimulation verglichen worden. Dabei wurden die verschiedenen Bauteile schrittweise optimiert, wobei immer das Bauteil verbessert wurde, welches das beste Kosten-Nutzenverhältnis aufwies. Die Ergebnisse der Auswertung zeigen eine gute Übereinstimmung

mung mit den vom Verein Minergie publizierten Kostenangaben. Weiter zeigte sich, dass die Kosten innerhalb eines Gebäudestandards aufgrund der Qualität und Ausführung sehr unterschiedlich sein können, sowie dass die Gebäudeausrichtung, die Kompaktheit und die Wärmebrücken dabei eine zentrale Rolle spielen. Ziel des Projektes *CO₂-minimiertes Bauwerk – Systemische Betrachtung von klimagerechten Bauten* [6] ist das Erstellen eines ganzheitlichen und Disziplin übergreifenden Grundlagenpapiers zur Thematik klimagerechter Bauwerke sowie das Formulieren einer Definition, die der Komplexität von klimagerechten bzw. Treibhausgas minimierten Bauwerken gerecht wird. Die Auswirkungen verschiedener Vorgaben im SIA-Effizienzpfad auf die Erreichung der 2000-Watt-Gesellschaft per 2050 sollen im Verlauf des Projekts *Vorstudie zum Gebäudeparkmodell Schweiz – Machbarkeitsuntersuchung anhand des neuen SIA-Effizienzpfades Energie* [7] unter Berücksichtigung des gesamtschweizerischen Gebäudeparks ermittelt werden. Das Projektziel ist es, eine Aussage darüber zu machen, ob und unter welchen Bedingungen und mit welchen notwendigen Zwischenschritten die für das Jahr 2050 vorgeschlagenen Maximalwerte der 2000-Watt-Gesellschaft erreicht werden können. Dies soll mittels einer energiewirtschaftlich basierten dynamischen Bottom-up-Modellierung mit der Systemgrenze Schweiz, die die unterschiedlichen Strukturen des Gebäudeparks (Bauperioden, Sektoren und Nutzung) abbildet, erreicht werden. Der im 2007 erstellte und erfolgreich eingesetzte elektronische Bauteilkatalog ist mit rund 100 Konstruktionen aus dem BFE-Sanierungskatalog ergänzt worden: *Integration des BFE-Sanierungskatalogs in den elektronischen Bauteilkatalog* [8]. Dabei sind die aktuellen Ausgaben von KBOB/ Ecobau/IPB-Empfehlung «Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1» berücksichtigt worden. Methodisch wurde den Regeln des SIA-Merkblatts 2032 «Graue Energie von Gebäuden» gefolgt. Mit *Swisswoodhouse – ein Gebäude für die 2000-Watt-Gesellschaft* [9] wurde 2008 ein Projekt gestartet, bei dem ein Gebäudekonzept in Holzbauweise entwickelt wird, welches durch seine grosse Individualität bezüglich Raumkomfort und Architektur eine Alternative zu zersiedelten Einzelgebäuden (EFH) bietet und für die 1-zu-1 Umsetzung in die 2000-Watt-Gesellschaft geeignet ist. Aus energetischer Sicht ist dazu der Minergie-P-Standard Voraussetzung. Für die weitere Zielsetzung eines «Gesamtsystems Gebäude» soll hier auch der Ressourcenbedarf beachtet werden (graue Energie ca. 100 MJ/m²a). Während der Kostenoptimierung hat sich gezeigt, dass die gewählte Grösse des Gebäudes (Swisswoodhouse, 1'200 m², 10 Wohnungen) zu hohen Kosten führt, welche sich jedoch bei einer konventio-

nellen Bauweise stark ähneln. Deshalb wird weiterhin an dem Gesamtsystem festgehalten, wobei bis Sommer 2009 ein Investor gefunden werden muss. Neben dem BFE wird Swisswoodhouse auch vom BAFU gefördert. Im Zuge des inzwischen abgeschlossenen Projekts *Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden in Holzbauweise* [10] wurde in einer umfangreichen Messreihe das thermische Verhalten, insbesondere der Einfluss der Bedienung des Sonnenschutzes und Fensterlüftung von insgesamt acht Wohngebäuden untersucht, die dem Minergie-Standard entsprechen und im Systemholzbau realisiert wurden. Die wesentlichen Erkenntnisse aus der Untersuchung sollen als Minergie-Flyer publiziert werden und als Basis zur Präzisierung der Minergie-Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz von Wohngebäuden in Holzbauweise dienen. Bereits jetzt können bezüglich der Anpassung der Kriterien zur Globalbeurteilung des sommerlichen Wärmeschutzes von Holzbauten im Minergie-Nachweis einige Empfehlungen abgeleitet werden. Im Herbst 2008 wurde das Projekt *Gesamtenergieeffizienz von Minergie-P-Wirtschaftsbauten – Optimierung der Gebäudehülle vs. Optimierung der Gesamtenergieeffizienz* [11] gestartet. Hintergrund dieses Projektes ist, dass der Verein Minergie seit 2003 mit dem Standard Minergie-P einen Wegweiser aufgestellt hat, der aufgrund der aktuellen Energie- und Klimasituation weit über den Wohnbau Akzeptanz findet. Gerade bei Dienstleistungsbauten stellt sich aber die Frage, ob durch die extrem gute Gebäudehülle kombiniert mit den typischerweise hohen internen Lasten nicht zusätzlicher Kühlenergiebedarf erzeugt wird, so dass die Gesamtenergiebilanz negativ beeinträchtigt wird. Ziel des Projektes ist es deshalb, mittels thermischen Simulationen zu überprüfen, ob die Vorgaben von Minergie-P für Bürobauten im Sinne der Gesamtenergiebetrachtung die richtigen Anreize setzen (Betrachtung: Primärenergie für Wärme, Kälte und Beleuchtung).

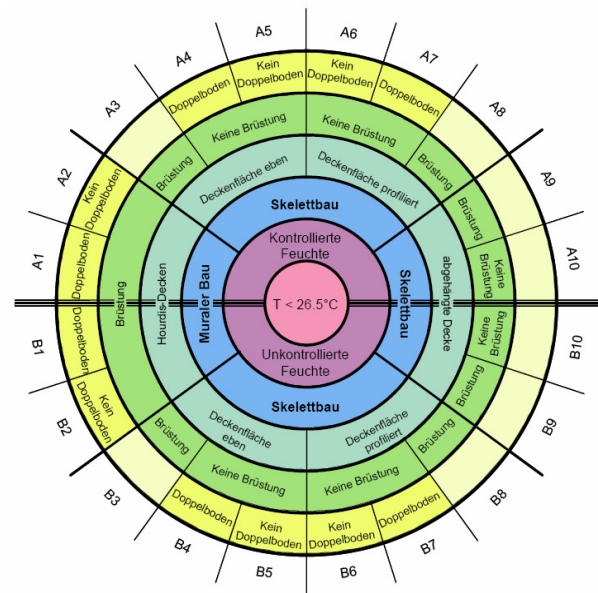
Konzepte, Technologien und Planungswerkzeuge für die energetische Gebäudesanierung

Im Rahmen der Projekte zur nachhaltigen Quartierentwicklung bestand die Aufgabe darin, die beiden Werkzeuge Retrofit Advisor und Epiqr+ miteinander zu vergleichen: *Analisi comparativa degli strumenti Retrofit Advisor e Epiqr+* [12]. Hierzu wurden fünf Gebäude in Chiasso ausgewählt. Beim Retrofit Advisor sind drei Eingriffstiefen möglich. Die Programmführung erlaubt es auch Nichtfachpersonen das Werkzeug zu benutzen. Epiqr+ ist eher für vertiefte Untersuchungen geeignet und ermöglicht die Definition mehrerer Massnahmepakete. Die Berechnung der Kosten für

die Sanierung mit den beiden Tools führt zu stark unterschiedlichen Resultaten. Das Projekt *Nachhaltige Quartiersentwicklung Grüna-Werdwies Zürich – Auswirkungen der Ersatzbauten Bernerstrasse/Werdwies* [13] startete im Frühjahr 2008. Darin werden die Auswirkungen der Ersatzbauten Werdwies (vormals Bernerstrasse) im Grüna-Werdwies Quartier Zürich in den Bereichen ökologisches Bauen und Energieverbrauch, Wirtschaftlichkeit, soziale, gesellschaftliche und versorgungsbezogene Aspekte detailliert untersucht. Dazu wurden Administrativdaten, Daten der Liegenschaftenverwaltung der Stadt Zürich, Interviews mit Akteuren und Quartier-Stakeholdern sowie Befragungen der Bewohner/innen der städtischen Siedlung verwendet. Mit neuen Lösungen für die Wohnbauerneuerung auf Basis standardisierter Renovationsmodule sowie eines gesamtheitlichen Renovationskonzepts befasst sich das Projekt *IEA-ECBCS Annex 50 Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Buildings* [14]. Im Rahmen einer internationalen Zusammenarbeit ist das definierte Ziel, Bauerneuerungen zu realisieren, die dem Stand von Minergie-Neubauten entsprechen. Das Projekt *Wohnbausanierung auf tiefstem Energieverbrauch – IEA-SHC Task 37: Advanced Housing Renovation by Solar & Conservation* [15] befasst sich europaweit erfolgreich mit Sanierungsprojekten, bei denen Energieeinsparungen bis zu 80 % erreicht werden. Da aus diesen Erfahrungen enorm viel gelernt werden kann, und so die Hemmnisse von Bauherren abgebaut werden können, wird in diesem BFE-Projekt, welches sechs nationale Objekte umfasst, eine systematische Dokumentation erstellt, in der bewährte Detaillösungen für die Ausführung neuer Sanierungen bereitgestellt werden.

Heizen, Kühlen und Lüften im 2000-Watt-kompatiblen Gebäude

Die Ergebnisse der abgeschlossenen Arbeiten des Projektes *CO₂-gesteuerte Lüftungen in Schulen (Energieeinsparungen durch CO₂-gesteuerte Lüftungen)* [16] zeigen, dass mechanisch gelüftete Schulräume bei richtigem Betreiben in der Lage sind, optimale Luftbedingungen bei minimalem Energieverbrauch zu gewährleisten. Hierbei ist jedoch anhand von Messungen an drei verschiedenen Schulen mit unterschiedlichen Lüftungssystemen festgestellt worden, dass bei den heutigen Lüftungsanlagen viele Betriebsprobleme vorhanden sind. Bezüglich der CO₂-Steuerung verschiedener Schulräume wird ersichtlich, dass bei stark variierenden bzw. schwachen Belegungen eines Schulraumes die Art der Steuerung durchaus von Bedeutung sein kann. Im Vergleich mit den gemessenen Schulräumen der verschiedenen Schulen kann sich aus dem Lüftungsbetrieb mittels einer CO₂-Steuerung gegenüber ei-



Figur 3: Entscheidungshilfe, Teil Abgabesysteme. (Grafik aus [17])

ner Zeitsteuerung bis zu 40 % Energieeinsparung ergeben. Mit dem Einsatz von Kühlsystemen bei der Sanierung von Dienstleistungsgebäuden hat sich das Projekt *Hocheffiziente Kühlsysteme für Gebäudesanierungen* [17] beschäftigt. Im Projektverlauf wurden hocheffiziente Alternativen zur konventionellen Klimaanlage definiert und auf ihre Einsetzbarkeit und Effizienz im Betrieb hin untersucht. Das Ergebnis des inzwischen abgeschlossenen Projektes ist ein Überblick über die am Markt erhältlichen effizienten Kühlsysteme für Raumkühlung. Dieser Überblick soll in einer Broschüre für Bauherren und Architekten zusammengestellt werden, die einen Vergleich von den untersuchten Kälteabgabe- und -erzeugersystemen und eine Entscheidungshilfe (vgl. Figur 3) beinhaltet. Um zusätzliche Aussagen über ein energieeffizientes Gesamtsystem zu erhalten, wurden an einem Beispielobjekt über einen Zeitraum von 2 Monaten im Sommer 2007 Messungen durchgeführt und ausgewertet. Die Erkenntnisse aus dieser Messreihe fließen ebenfalls in die Broschüre ein.

Im Projekt *Konventionelle Wärmeabgabesysteme und deren Regulierung für die Raumkühlung* [18] soll eine Raumtemperaturregulierung für konventionelle Wärmeabgabesysteme entwickelt werden, die sowohl im Winter als auch im Sommer für die Raumkonditionierung (Heizen und Kühlen) eingesetzt werden kann. Hierbei liegt das Augenmerk auf der Entwicklung eines umkehrbaren Thermostatventils bzw. Thermostatkopfs, welcher wahlweise den Heiz- und Kühlbetrieb reguliert. Ein weiteres Projektziel ist es, messtechnisch und rechnerisch zu untersuchen, wie weit Heizkörper- und Bodenheizsysteme für

die Raumkühlung eingesetzt werden können. Aufgrund der Tatsache, dass in den letzten Jahren europaweit ein Anstieg des Energiebedarfs für die Gebäudekühlung zu beobachten war, wurde das Projekt *Passive Cooling of Buildings by Night-time Ventilation* [19] bearbeitet und erfolgreich abgeschlossen. Hierbei wurde festgestellt, dass trotz der vorhandenen passiven Kühlsysteme diese nur bedingt eingesetzt werden, was auf die Unsicherheiten in der Prognose der thermischen Komfortbedingungen zurückzuführen ist. Da die Effektivität der Nachtkühlung stark von den klimatischen Randbedingungen des Standorts abhängig ist, wurde eine Methode zur Quantifizierung des klimatischen Kühlpotenzials entwickelt und der Einfluss des Klimawandels untersucht. Mittels Gebäudesimulationen sowie Testraumversuchen wurden verschiedene Nachtkühlungen in Kombination mit Mischlüftung und Verdrängungslüftung an der Universität Aalborg untersucht. Aus diesen gewonnen Erkenntnissen wurde eine Methode entwickelt, die eine Abschätzung der möglichen Anwendung von Nachtlüftung schon während einer frühen Planungsphase ermöglicht. Für die Auslegung von Luft-Erdwärmetauschern wird im Projekt *Easypipes* [20] in Ergänzung zu bestehenden quasistationären Berechnungstools für das dynamische Simulationsprogramm TRNSYS eine neue Routine (Type 260) entwickelt. Ziel des Projektes *IEA-ECBCS Annex 42 FC+Cogen-Sim – The Simulation of Building-Integrated Fuel Cell and other Cogeneration Systems* [21] war die experimentelle und simulationsbasierte Untersuchung der Leistungsfähigkeit kleiner Brennstoffzellen- und anderer Mikro-WKK-Geräte für den Einsatz in Wohngebäuden. Im Rahmen dieses Projektes wurden typische Bedarfsprofile für Haushaltsstrom definiert, Modelle für Micro-WKK-Systeme entwickelt und in bestehende Simulationsprogramme implementiert sowie verschiedene Systemkonfigurationen anhand der erstellten Modelle berechnet. Daraus resultierte eine generelle Methodik, mit der ein bezüglich Energie, Emissionen und Kosten optimales Einsatzgebiet solcher Geräte eruiert werden kann. Damit steht nun ein Instrumentarium zur Verfügung, um sinnvolle Einsatzbereiche für Mikro-WKK-Geräte für Wohngebäude und Gebäude ähnlicher Nutzung zu ermitteln. Untersuchungen an verschiedenen Klimatisierungssystemen, die nach dem offenen Absorptions-Prinzip funktionieren, wurden bereits in den 1980er Jahren durchgeführt. Das Potential zur Steigerung der Energieeffizienz wurde bei Forschungen aufgezeigt, was Mitte der fünfziger Jahre zum Bau solarbetriebener Systeme führte. Aus verschiedenen Gründen war diese Technologie nicht konkurrenzfähig gegenüber etablierten Technologien, jedoch konnte die Identifizierung der Hauptursachen des Misserfolges wie z.B.

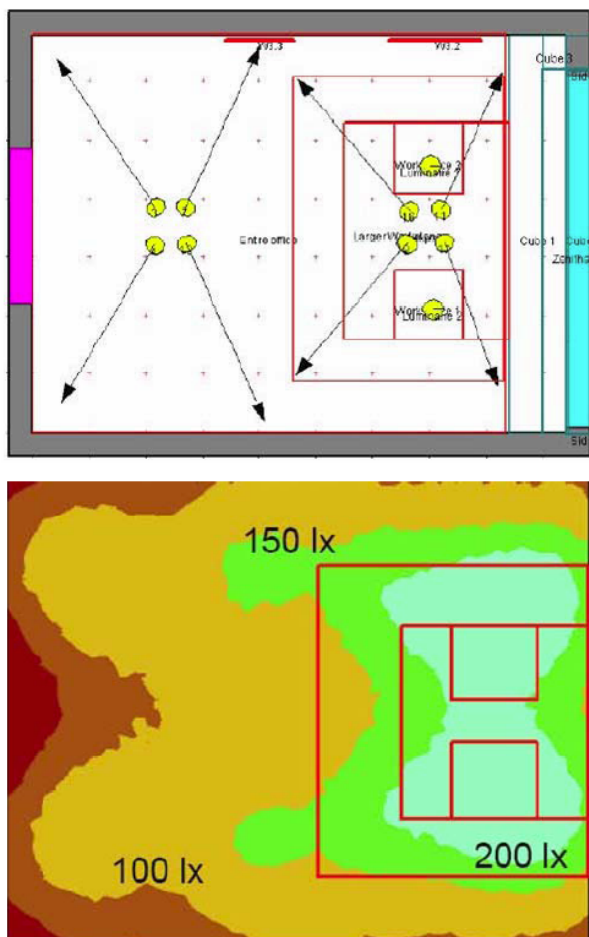
Korrosion oder Aerosole in der Zuluft aufgezeigt werden. Diese Hauptursachen wurden im Sommer 2008 im Projekt *Open Absorption System for Cooling and Air Conditioning using Membrane Contactors* [22] näher untersucht. Hierbei wurden innovative Lösungen für das Korrosionsproblem (ausschliessliche Verwendung von Kunststoffen) und zur Effizienzsteigerung des Absorptionsprozesses (Stabilisierung der Arbeitstemperatur) erfolgreich geprüft. Ebenfalls mit Lüftungsgeräten befasst sich das Projekt *Haustechnik-Kompaktgeräte, Erkenntnisse aus der Praxis* [23]. Aufgrund der Tatsache, dass bei Minergie-P-Bauten der Heizleistungsbedarf bei ca. 10–15 W/m² liegt, können zur Erfüllung der Funktionen Heizen, Lüften und Wassererwärmung neue Technologien wie Haustechnik-Kompaktgeräte eingesetzt werden. Das bedeutet, dass der relativ geringe Heizwärmebedarf über die Zuluft abgedeckt wird und somit kein hydraulisches Heizsystem benötigt wird, was zu namhaften Kosteneinsparungen führt. Durchgeführte Messungen zweier von gesamthaft drei Minergie-P-Gebäuden zeigen, dass sich die Raumlufttemperaturen, Warmwasserverfügbarkeit und die Luftqualität im komfortablen Bereich bewegen. Die von Minergie-P verlangten Energie-Verbrauchszahlen werden ausser bei erhöhten Raumtemperaturen (>23 °C) weit gehend eingehalten. Trotz zunehmender Sensibilisierung der Gebäudebesitzer auf Umweltfragen gibt es bisher keine Möglichkeit, die Energieflüsse in Gebäuden (v. a. Heizenergie und Stromverbrauch) automatisiert und kostengünstig zu überwachen und im Internet darzustellen. In der Hauptphase des Projektes *Energie im Gebäude online (Egon)* [24] soll dem Abhilfe geschaffen werden. Mit Hilfe einer Vor-Ort-Messung des Energieverbrauchs sowie entsprechenden Berechnungen aus Wettermodellen und Satellitenbildern können die Aussentemperatur und die Einstrahlung bestimmt und danach automatisch einem Server zur Auswertung gesendet werden. Es zeichnet sich ab, dass sich bereits nach wenigen Messtagen der Jahresenergieverbrauch relativ zuverlässig prognostizieren lässt. Auswertungen im kommenden Jahr sollen zeigen, wie robust und zuverlässig die berechneten Resultate sind. Im Projekt *Energiesparpotential von Hausautomation für das private Wohnen in der Schweiz* [25] konnten die gewünschten Ziele des Erfassens des thermischen und elektrischen Energiebedarfs von repräsentativen Wohnräumen aufgrund mangelnder Zusagen verschiedener Liegenschaftsbesitzer nicht erreicht werden. Aus diesem Grund wurde vom Projektkonsortium in einer frühen Phase des Projektes die vorläufige Sistierung beantragt.

Effizienzsteigerung beim Stromverbrauch in Gebäuden

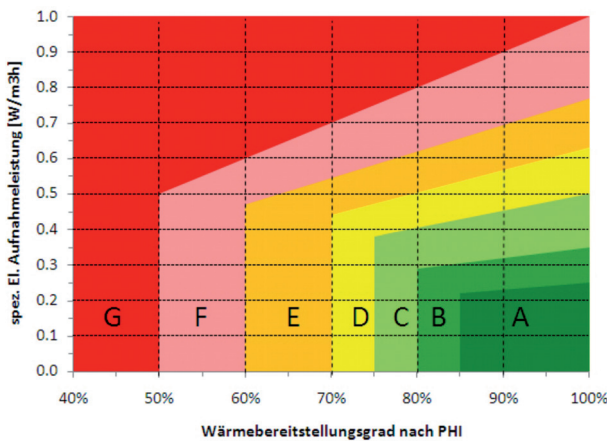
Die grossen technischen Fortschritte bei den Komponenten der natürlichen wie auch künstlichen Beleuchtung werden es zukünftig ermöglichen, kombinierte Beleuchtungssysteme mit einer installierten Leistung von weniger als 3 W/m^2 zu erreichen. Dies zeigt das Projekt *High performance Integrated Lighting Systems (Green lighting)* [26]. Im Rahmen dieses Projekts wird der Einsatz von LED an einem Arbeitsplatz an der EPFL erprobt und mit umfangreichen Messungen begleitet. Die Aktivitäten im Projekt finden Eingang in das internationale Projekt *IEA-ECBCS Annex 45 Energy Efficient Electric Lighting of Buildings*.

Ebenfalls Energieeinsparpotenziale sollen mit dem Abschluss des Projektes *Evaluation und Konzeption von Systemen zur einfachen Nachrüstung von Beleuchtungen mit Bedarfssteuerungen* [27] aufgezeigt werden. Da ein Nachrüsten von bestehenden Beleuchtungen mit Bedarfs-

steuerungen oft ästhetisch unbefriedigend und installationstechnisch aufwändig ist, werden bei diesem Projekt anhand bestehender Beleuchtungsinstallationen verschiedene Sanierungskonzepte entwickelt, die eine einfache Umrüstung auf eine Bedarfssteuerung mit Präsenzmeldern ermöglichen. Aufgrund dieser Konzepte wurde von einem Industriepartner (Firma Hardmeier Electronics) ein Funk-Präsenzmelder (PIR) entwickelt, der mittels einer installierten indoor Fotozelle gespeist wird und somit ohne jegliche Versorgungsleitung montiert bzw. installiert werden kann. Verschiedene Pilotanlagen haben hierbei die Neuentwicklung erfolgreich bestätigt. Auch Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigen deutlich, dass eine nachgerüstete Bedarfssteuerung sowie der Einsatz in Neuanlagen durchaus Erfolg versprechend sind. Eine übliche Massnahme, um in Gebäuden Energie zu sparen, ist die Anpassung der Betriebszeiten der haustechnischen Anlagen an die jeweiligen Belegungszeiten. Hilfsmittel wie Zeitschaltuhren, CO_2 -Fühler oder 4-Zeilen-Displays von Heizungsanlagen stehen zwar zur Verfügung, jedoch sind diese entweder aufgrund der unregelmässigen Belegung einzelner Räume oder wegen der komplizierten Bedienung der Programmierung nicht immer optimal anzupassen. Um die Betriebszeiten auf die tatsächlichen effektiven Belegungszeiten abzustimmen, wird im Projekt *Internetbasiertes Reservationssystem – Internetbasierte Einstellung von Zeitsteuerungen haustechnischer Anlagen* [28] ein Internet basiertes Reservationssystem entwickelt, welches den Benutzern erlaubt, die Raumbellegung auf einer Webseite anzumelden. Das Reservationssystem, das mit den haustechnischen Anlagen kommuniziert, soll die optimale Einstellung der Absenkezeiten ermöglichen und entsprechend Energie sparen. Es wurde in zwei Versuchsobjekten erfolgreich installiert und kann unter www.hetag.ch online betrachtet werden. Das Projekt *Reduktion des Elektrizitätsverbrauchs von Klein-Lüftungsanlagen* [29] wurde 2007 gestartet, da in der Schweiz seit 2005 ein jährlich stark steigender Absatz von Komfortlüftungsgeräten, insbesondere im Bereich der Luftvolumenströme bis zu $350 \text{ m}^3/\text{h}$, festgestellt wurde (Quelle: www.energie-cluster.ch). Ziel hierbei ist es, dass bei der Geräteentwicklung der Zielwert des SIA-Merkblatt 2023 von $0,2 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ eingehalten wird, was nur mit einem optimalen Luftverteilsystem mit geringem Druckverlust erreicht werden kann. Eine durch den Energie-Cluster eingeführte Deklaration für Komfortlüftungsgeräte verwendet für die Energie-Effizienzklasse die spezifische Ventilatorleistung p_{SPF} sowie den Wärmebereitstellungsgrad nach «Passivhaus Institut» bei Nennluftstrom. Entsprechend dieser Kombinationen ergibt sich eine Klasseneinteilung (siehe Figur 5).



Figur 4: Kombination von künstlicher Beleuchtung mittels LED und natürlicher Beleuchtung basierend auf dem Prinzip anidolischer Lichtlenkung. Oberes Bild: Verteilung und Ausrichtung der LED an der Decke; unteres Bild: Beleuchtungsintensität auf der Höhe der Arbeitsfläche bei 80 Lumen/Watt Lichtleistung. (Grafik aus [26])



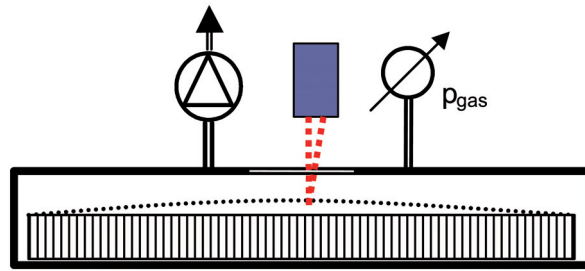
Figur 5: Kombinierte energetische Beurteilung. (Grafik aus [29])

Ein Vergleich von gemessenem Stromverbrauch in einem Bürogebäude mit berechneten Werten auf der Basis von SIA 380/4 bzw. SIA Richtlinie 2024 zeigt grössere Abweichungen: Die berechneten Werte sind deutlich höher. Da nicht in jedem Fall detaillierte Messwerte ermittelt werden können, wird im Projekt *Prevision et justification des consommations d'électricité pour 3 catégories de bâtiment* [30] nach einer Methodik gesucht, um aus Zählerablesungen und der Analyse der Verbrauchsprofile signifikante Vergleichswerte zu erhalten. Im Frühjahr 2008 wurde das internationale Projekt *IEA-ECBCS Annex 49 Low Exergy Systems for High Performance Buildings and Communities* [31] in Zusammenarbeit mit insgesamt zwölf europäischen Ländern gestartet. Das Hauptziel der Schweizer Vertreter liegt darin, verschiedene Verfahren zu entwickeln, die einen geringen Verbrauch an Exergie aufweisen.

Innovative Materialien und Komponenten für den Gebäudebereich

Langzeitmessungen, die teilweise schon seit über vier Jahre erfasst werden, zeigen im Projekt *Weiterentwicklung, QS und Langzeitverhalten von Vakuumisulationspaneelen mit mechanischem Schutz* [32] auf, wie sich Vakuumisulationspaneele im eingebauten Zustand verhalten. Für die vorhandenen Messprojekte wurden ein Terrassendachbereich und ein Kühl-/Tiefkühlraum (Bodenplatte) mit aufwändiger Messtechnik ausgerüstet. Die Messdaten beider Projekte zeigen, dass die installierten Vakuumisulationspaneele planmässig funktionieren. Jedoch sind beim Einsatz im Flachdachbereich gegenüber demjenigen im Kühlraumboden grössere Alterserscheinung aufgetreten, was auf die höhere Temperatur- und Feuchtigkeitsbelastung zurückzuführen ist.

Da die Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäudehülle in Zukunft weiter eine wichtige Rolle spielen wird und die üblichen Dämmstärken von



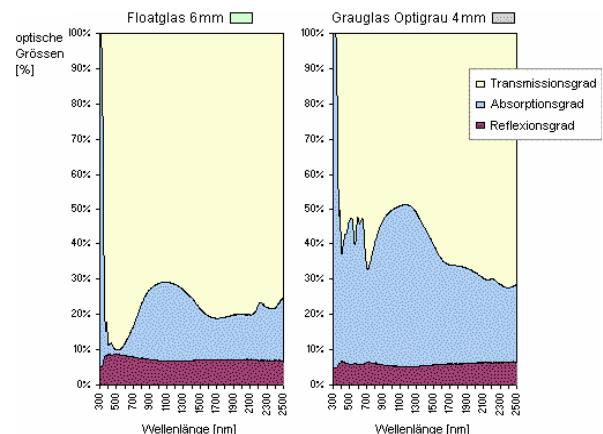
Figur 6: Messprinzip zur Bestimmung des Innendrucks. (Grafik aus [32])

Minergie und Minergie-P bei bis zu 30 cm liegen, rückt der Einsatz von Vakuumdämmpaneelen (VIP) zunehmend in den Vordergrund. Die Zielsetzung des nun abgeschlossenen Projektes *Bauelemente und Systeme mit VIP für Aussenwandkonstruktionen* [33] ist die Entwicklung und praktische Anwendung von Bauprodukten und Systemen mit VIP, die den besonderen Eigenschaften des Materials gerecht werden. Hierbei werden verschiedenste Beschichtungsmaterialien getestet, welche die VIP beim Einsatz am Bau vor mechanischen Beschädigungen schützen sollen. Um sicherzustellen, dass die Vakuumpaneele stets den technischen Anforderungen entsprechen, ist eine umfangreiche Qualitätssicherung von der Produktion (bereits vorhanden) bis zur Überwachung im eingebauten Zustand erforderlich. Hierbei wurde von der Firma Va-Q-tec eine Methode entwickelt, mit der eine berührungslose Überprüfung von fertig montierten Fassadenelementen erfolgen kann. Anhand von Prototypen wurden die Eigenschaften der veredelten VIP beurteilt, wobei diese Arbeiten noch über die Projektdauer hinaus gehen. Ein weiteres Einsatzgebiet eines Vakuumisulationspaneels zeigt der Abschluss des Projektes *Thermotragelemente (TTE) aus hochfestem Faserverbundstoff und integrierten Vakuumisulationspaneelen* [34]. Dabei wurde ein Balkonanschlusselement als TTE entwickelt, welches die statischen, mechanischen und die thermischen Eigenschaften zur Minimierung von Wärmebrücken erfüllen soll. Das Konzept des Elementes besteht darin, die hohen mechanischen Beanspruchungen, die von überstehenden Balkonplatten durch die Dämmschicht in das Gebäude geleitet werden müssen, mit thermisch und mechanisch hochwertigen Faserverbundstoffen zu übertragen. Die erzielten Resultate zeigen, dass die Entwicklung des Elements noch nicht am Ende steht, jedoch bei einer Weiterentwicklung der gewonnen Erkenntnisse ein Anschlusselement, welches sich von der Konkurrenz abhebt, erreicht werden kann. Beim Projekt *A Feasibility Analysis of Evacuated Glazing with Advanced Thermal Properties* [35] wurde im letzten Jahr erfolgreich ein neuer Kantenschutz (Randabdichtung) für Vakuumverglasungen entwickelt. In diesem Jahr liegt der Schwerpunkt der Arbeiten bei der Vakuumiso-

lierverglasung, mit der ein Gesamtwärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) von 0,2–0,5 W/m²K erreicht werden kann. Das bedeutet im Vergleich zu einer herkömmlichen Zwei- bzw. Dreischeibenwärmeschutzverglasung (U-Wert: 0,7–1,0 W/m²K) eine Energieeinsparung zwischen 40 % und 80 %. Das Projekt *Neue optische Beschichtungen für transparente Gebäudeteile im Hinblick auf einen verbesserten sommerlichen Wärmeschutz* [36] wurde im Berichtsjahr erfolgreich abgeschlossen. Durch die Entwicklung neuer Beschichtungen für transparente und transluzente Teile in der Gebäudehülle kann ein Beitrag für den sommerlichen Wärmeschutz geleistet werden. Hierbei soll die solare Strahlungsbelastung von Innenräumen bei identischer Helligkeit gegenüber den heutigen Beschichtungen markant reduziert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass mit handelsüblichen Materialien und Methoden neue Mehrschichtsysteme entwickelt werden können, die der theoretischen und optimalen Transmission ähnlich sind. Hierbei sind Reduktionen der solaren Einstrahlung zwischen 17 % und 29 % gegenüber handelsüblichen Sonnenschutzfenstern möglich, was zu einer entsprechend geringeren Überhitzung bei Gebäuden mit hohem transparentem Anteil führt.

Als Grundlage und Fundament des Projektes *Vakuumdämmung im Baubereich – Deklaration und Auslegung* [37] soll in Zusammenarbeit mit verschiedenen VIP-Herstellern und Vertriebspartnern ein solides aber sicheres Grundlagenge-

rüst aufgebaut werden. Erfolgreich abgeschlossen wurde bereits die definitive Fassung des Wärmebrückenkatalogs für VIP-gedämmte Konstruktionen sowie ein Dokument, das die Qualitätssicherung und das Deklarationsraster für VIP-Eigenschaften definieren. Zurzeit laufen die Labormessungen zur Bestimmung des Alterungsverhaltens der VIP (Produkte der Projektpartner) sowie Feldmessungen zur Ermittlung von Transport- und Handling-Schäden.



Figur 7: Mit dem Cary-Spektrometer gemessener Transmissionsgrad τ , Reflexionsgrad ρ sowie Absorptionsgrad $\alpha = 1 - \tau - \rho$ in gestapelter Darstellung. (Grafik aus [36])

Nationale Zusammenarbeit

Im Berichtsjahr hat die **Begleitgruppe des Forschungsprogramms** vor allem bei der Evaluation der eingereichten Projekte der Ausschreibung 2008 mitgewirkt. Frau Giuseppina Togni, langjähriges Mitglied der **CORE** und Patin des Forschungsprogramms, ist per Ende 2008 infolge Erreichen der Amtszeitbeschränkung aus der CORE und auch als Programmpatin zurückgetreten. Für ihre Betreuung und wertvolle Unterstützung des Forschungsprogramms Energie in Gebäuden sei an dieser Stelle ganz herzlich gedankt.

Die Kontakte mit Forschungsteams der **Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich** (Prof. Dr. H. Leibundgut, Prof. Dr. H. Wallbaum, Prof. Dr. L. Guzzella) sowie mit dem Forschungsteam von Prof. Dr. J. L. Scartezzini an der **École Polytechnique Fédérale de Lausanne** sind bewusst intensiviert worden. Mehrere neue Forschungsprojekte konnten initiiert werden. Die Kontakte zur Universität Basel finden mit der Emeritierung von Prof. Dr. Oelhafen einen vorläufigen Abschluss.

Kontakte zum **nationalen Kompetenznetzwerk Brenet** (*Building and Renewable Energies Net-*

work of Technology, www.brenet.ch) wurden speziell zu einzelnen Themen der Ausschreibung 2008 wie «Kraftwerk Gebäude» gepflegt.

Mit den **BFE-Forschungsprogrammen** Elektrizitätstechnologien und -anwendungen, Wärmepumpen/Wärme-Kraft-Kopplung/Kälte, Solarwärme und Photovoltaik findet fallweise eine direkte Zusammenarbeit statt.

Eine erfolgreiche Zusammenarbeit besteht mit dem Verein **Energie-Cluster.ch** (www.energie-cluster.ch) im Rahmen der beiden Innovationsgruppen Vakuumisulationspaneele (VIP) und Komfortlüftung. Neu hat die Programmleitung des Forschungsprogramms Energie in Gebäuden am Workshop vom 8. September 2008 zum Thema Plusenergiehaus aktiv teilgenommen.

Gemeinsame Projekte im Bereich Nachhaltiges Bauen werden insbesondere mit den Vereinen **Ecobau** und **Minergie** resp. dem **Hochbauamt der Stadt Zürich** durchgeführt.

Das BFE ist in der Begleitgruppe des Projekts *Use of Weather and Occupancy Forecasts for Optimal*

Building Climate Control (OptiControl) der ETHZ, MeteoSchweiz und Empa, welches durch **Swiss-electric Research** unterstützt wird, durch den Programmleiter vertreten.

In der Berichtsperiode sind zu Händen der **Kommission Technik und Innovation (KTI)** vier

Projektgesuche im Bereich Gebäude korreferiert worden. Die Anzahl der bewilligten Projekte im Bereich Gebäude ist in der KTI nach wie vor niedrig.

Internationale Zusammenarbeit

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

Internationale Energieagentur (IEA)

- 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 im Rahmen des BFE-Forschungsprogramms «Energie in Gebäuden» in folgenden Projekten engagiert:
- *Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Buildings* [14]

- *Solar & Conservation Renovation of Housing* [15]
- *Energy Efficient Electric Lighting for Buildings* [26]
- *Low Exergy Systems for High Performance Buildings and Communities* [31]

EU Framework Programme 7 (FP7)

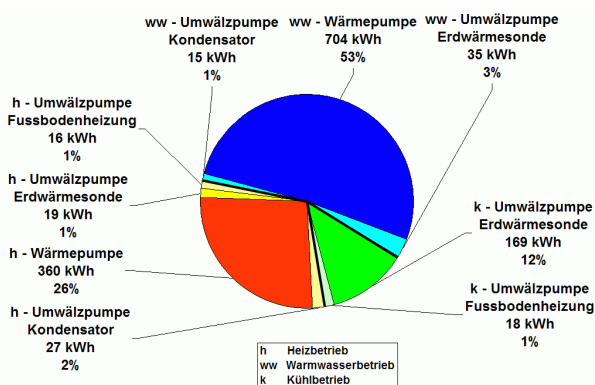
Als Nachfolge des Eranets Erabuild ist das BFE auch im Nachfolgeprojekt **Eracobuild**, des *European Research Area Networks for Construction and Operation of Buildings* vertreten, welches am 1.11.2008 startete. Eracobuild dient der Vernetzung und dem Informationsaustausch der Programmverantwortlichen aus den verschiedenen Mitgliederstaaten und verfolgt das Ziel gemeinsamer Ausschreibungen (joint calls).

Pilot- und Demonstrationsprojekte

In Basel wurde im Jahr 2007 mit dem Projekt *Cosy Place – Sanfte Kühlung mit Erdwärmesonden im Minergie-P Wohnungen* [38] das erste Mehrfamilienhaus im Minergie-P-Standard erstellt, welches mittels einer erdgekoppelten Wärmepumpe über eine Niedertemperatur-Fussbodenheizung/-kühlung im Winter beheizt und im Sommer passiv gekühlt wird. Es wird erwartet, dass die thermische Behaglichkeit durch den passiven Kühlbetrieb mit geringem Zusatzaufwand deutlich gesteigert

werden kann. Auf Basis einer messtechnischen Untersuchung, die von November 2007 bis Herbst 2008 dauerte, soll im Rahmen dieses Projektes das Praxisverhalten und der Benutzereinfluss untersucht werden. Die ersten Auswertungen der erdgekoppelten Wärmepumpenanlage während der Messperiode zeigt eine gute Effizienz im Heiz- und Kühlbetrieb. So liegt der Wärmeenergieerzeugungsgrad im Kühlbetrieb zwischen 8 und 12, im Heizbetrieb bei 3,7–4,3 sowie für den Wassererwärmungsbetrieb zwischen 2,5 und 3.

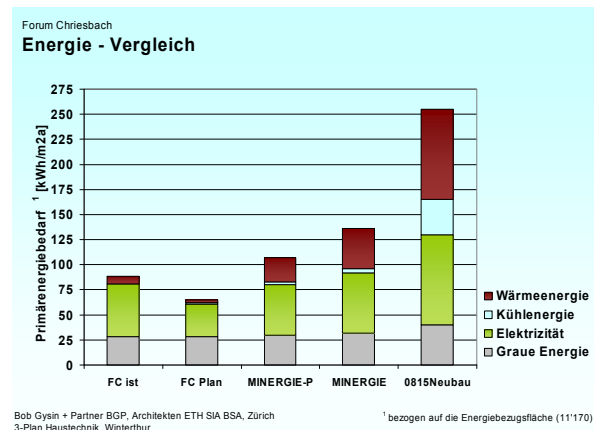
Um die Zielerreichung des ersten Plus-Energie-Mehrfamilienhauses bezüglich Wärme und Elektrizitätsbilanz sowie Temperaturverhalten zu überprüfen, wurde im Herbst 2008 das Projekt *Erfolgskontrolle Plus-Energie-MFH in Benau* [39] gestartet. Aufgrund verschiedener Bauverzögerungen kann das Messprojekt bzw. die Auswertung voraussichtlich erst im April 2009 erfolgen. Hierbei sollen alle wesentlichen Parameter des Gebäudes und das Anlagenverhalten (PV, Fassadenkollektoren und Speicherbewirtschaftung) über einen Zeitraum von zwei Jahren gemessen, ausgewertet und anschliessend in einem Bericht dargestellt und ausgewertet werden. Die bisherigen Arbeiten liegen aufgrund



Figur 8: Auswertung Sommer, Teil 1 (01.05.2008-12.08.2008), bezogene Elektrizität. (Grafik aus [38])

der Verzögerung der Entwicklung des Messkonzeptes sowie der planerischen Integration in die vorgesehene Steuerung und bei der Energieerfassung der Haustechnik zurück. Ebenfalls eine Erfolgskontrolle wird beim Projekt *Erfolgskontrolle Zweifamilienhaus in Stansstad* [40] durchgeführt. Hierbei handelt es sich um ein Gebäude aus dem Jahre 1962, welches im Minergie-P-Standard saniert wurde. Das Messprojekt erfasst die Temperaturen und Feuchten in den beiden Wohnungen sowie beim zentralen Komfortlüftungsgerät, die erzeugte Wärmeenergie des Pelletofens und der 9 m² grossen thermischen Solaranlage sowie die Wärmeabgabe an die Wohnungen und das Brauchwarmwasser. Das Projekt *Minergie-P-Sanierung eines Mehrfamilienhauses aus dem Jahre 1946* [41] wurde im Herbst 2008 begonnen. Hauptziel hierbei war eine möglichst schnelle und reibungslose Sanierungsphase bzw. Anbauphase des Mehrfamilienhauses gemäss Minergie-P-Standard, was auch grösstenteils gelungen ist (Umbauzeit drei Monate). Das Langzeitprojekt *Messung Solarix-Wandheizsystem* [42] konnte im Berichtsjahr endlich in Betrieb genommen werden. Die seit August 2008 aufgezeichneten Messwerte sollen wichtige Hinweise der transparenten Wärmedämmung (TWD)-Fassade liefern, wobei momentan noch verschiedenste Optimierungen vorgenommen werden. Die weiteren Projektziele wie beispielsweise eine Beurteilung der Effizienz des Kühl- und Wärmeverteilsystems sowie detaillierte Energiebilanzen werden im folgenden Jahr

erstellt. Das Projekt *Energie-Detailbilanz Eawag Forum Chriesbach* [43] ist ein Vorzeigeobjekt für ein nach Kriterien der nachhaltigen Entwicklung gebautes Forschungs-, Schulungs- und Verwaltungsgebäude. Zwei Jahre nach Inbetriebnahme wurde im Sommer 2008 die offizielle Phase der Betriebsoptimierung abgeschlossen, obwohl noch weitere Optimierungen folgen werden. Die Energiebilanzen zeigen, dass das Gebäude den hohen Erwartungen entspricht, obwohl die momentanen Strom- und Wärmeverbräuche mit 6 kWh/m²a (statt 2,1 kWh/m²a) bzw. 17,4 kWh/m²a (statt 10,8 kWh/m²a) zwar höher als geplant, aber trotzdem immer noch sehr tief sind.



Figur 9: Vergleich des effektiven Verbrauchs an Primärenergie (Forum Chriesbach) mit den Planwerten und anderen Standards. (Grafik aus [43]).

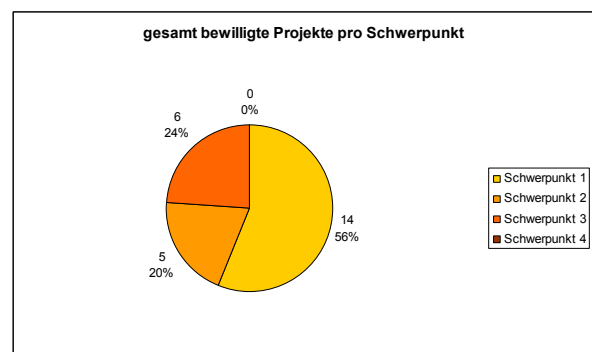
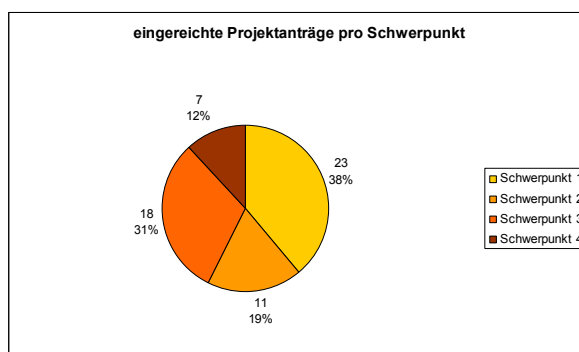
Bewertung 2008 und Ausblick 2009

Auftakt im Jahr 2008 war die Verabschiedung des **Vierjahreskonzepts des Forschungsprogramms Energie in Gebäuden für die Jahre 2008–2011** durch die **CORE**. Auf Anregung der CORE wurden im Forschungsprogramm der wissenschaftlich/technologische Anspruch an die eingereichten Projekte heraufgesetzt.

Im Berichtsjahr wurde eine breit angelegte **Ausschreibung** zu den Schwerpunkten 1 bis 4 des

Vierjahresprogramms durchgeführt. Gesamthaft wurden 59 Projektskizzen eingereicht, wobei für 26 Anträge eine vorbehaltlose Förderung bzw. eine Förderung mit Auflagen erfolgte. Die Verteilung der Projektanträge auf die vier Schwerpunkte ist in Figur 10 aufgezeigt.

Eine weiter führende Auswertung befindet sich auf dem Webaufttritt des Programms: www.bfe.admin.ch/forschung/gebaeude.



Figur 10: Ergebnis der Ausschreibung. (Grafik Charles Filleux)

Für die Zeitspanne 2006 bis 2008 ist die Förderquote durch das BFE ermittelt worden. Diese betrug im Durchschnitt 56 % und basiert auf 62 ausgewerteten Projekten.

Eine erfreuliche Zusammenarbeit gestaltete sich mit Jürg Wellstein, der im Berichtsjahr folgende Beiträge über Projekte im Bereich Gebäude verfasst hat:

- Brennstoffzellen und Co-Generation: Artikel im Haustech; V. Dorer, Empa
- Plattform Zukunft Bau: Beitrag im Tec21; Ch. Filleux, Programmleiter
- Erneuerung mit Modultechnik: Bau & Architektur; M. Zimmermann, Empa
- Ökologische Bewertung WKK: HK Gebäude-technik; A. Primas, Basler & Hofmann.

Liste der F+E-Projekte

Unter www.bfe.admin.ch/forschung/gebaeude (Rubrik Projekte) sind die Jahres- und Schlussberichte sowie weitere Informationen verfügbar.

- [1] S. Lenel, (lenel@intep.com), Arbeitsgemeinschaft Intep/ E4tech/heig-vd, Zürich, Lausanne, Yverdon: Systemnachweis Minergie-Eco (Systemnachweis für nachhaltige Hochbauten) (Schlussbericht Projekt 101463).
- [2] B. Keller, (bkeller@hbt.arch.ethz.ch), Professur für Bauphysik, ETH, Zürich, B&H, Zürich: Weiterentwicklung der Klimaflächenmethode und -software zu erhöhter Praxis-tauglichkeit (Schlussbericht Projekt 100025).
- [3] F. Thesseling, (thesseling@hbt.arch.ethz.ch), ETHZ, Professur für Gebäudetechnik, Zürich: Design Performance Viewer 2.0, Evolution und Weiterentwicklung (Jahresbericht Projekt 102781).
- [4] A. Binz, (armin.binz@fhnw.ch), W. Müller, (werner.mueller@fhnw.ch), JP. Voyame, FHNW Institut Energie am Bau, MuttENZ: Nachhaltigkeitsprojekt auf dem Grund-deldingerfeld in Basel (Schlussbericht Projekt 100102).
- [5] Ch. Zeyer, (christian.zeyer@eplusu.ch), E Plus U Energie- und Umweltberatung GmbH, Bern: Die Wirkung von MuKEN, Minergie und Minergie-P – kombinierte Energie und Kostensimulation zur Untersuchung der Auswirkungen des Bauherrenentscheides für einen Standard bezüglich Kosten (Schlussbericht Projekt 101694).
- [6] P. Schwehr, (peter.schwehr@hslu.ch), HLSU Kompetenz-zentrum Typologie & Planung in Architektur, Horw: CO₂ minimiertes Bauwerk – Systemische Betrachtung von klimagerechten Bauten (Jahresbericht Projekt 102376).
- [7] H. Wallbaum, (wallbaum@ibb.baug.ethz.ch), ETH, Zürich, M. Jakob TEB Energy GmbH, Zürich: Vorstudie zum Gebäudeparkmodell Schweiz – Machbarkeitsunter-suchung anhand des neuen SIA-Effizienzpfades Energie (Jahresbericht Projekt 102824).
- [8] M. Di Paolantonio, (info@holligerconsult.ch) Holliger Consult GmbH, Epsach: Integration des BFE-Sanie-rungskatalogs in den elektronischen Bauteilkatalog (Schlussbericht Projekt 102522).
- [9] M. Koschenz, (markus.koschenz@reuss-engineering.ch), Reuss Engineering AG, Gisikon: Swisswoodhouse – Ein Gebäude für die 2000-Watt-Gesellschaft (Jahres-bericht Projekt 102526).
- [10] M. Ménard, (menard@lemonconsult.ch), M. Nutt, (nutt@lemonconsult.ch) Lemon Consult GmbH, Zürich, P. Keller, (patrick.keller@hslu.ch) Hochschule Luzern, Technik & Architektur, Horw: Sommerlicher Wärmeschutz bei Wohngebäuden in Holzbauweise (Schlussbericht Pro-jekt 102675).
- [11] R. Gadola, (reto.gadola@hslu.ch), Hochschule Luzern – Technik & Architektur, Luzern, HLSU, Luzern: Gesamt-energieeffizienz von Minergie-P-Wirtschaftsbauten (Jah-resbericht Projekt 102773).
- [12] D. Pittet, daniel.pittet@supsi.ch, L. Ghirlanda, ISAAC – DACD, Scuola Universitaria della Svizzera Italiana SUPSI, Trevano Canobbio: Analisi comparativa degli stru-menti Retrofit Advisor e Epiqr+ (Rapporto finale 101311).
- [13] W. Ott, (walter.ott@econcept.ch), Econcept, Zürich, Nach-haltige Quartierentwicklung Grüna-Werdwies Zürich (Jahresbericht Projekt 102531).
- [14] M. Zimmermann, (mark.zimmermann@empa.ch), Empa, Dübendorf: IEA-ECBCS Annex 50 Prefabricated Sys-tems for Low Energy Renovation of Buildings (Jahres-bericht Projekt 101902).
- [15] R. Hastings, (robert.hastings@aeu.ch), AEU, Wallisellen: Wohnungssanierung auf tiefstem Energieverbrauch – IEA-SHC Task 37: Advanced Housing Renovation by Solar & Conservation (Jahresbericht Projekt 101968).
- [16] W. Hässig, (haessig@sustech.ch), hässig sustech gmbh, B&H, Zürich: CO₂-gesteuerte Lüftungen in Schulbauten – Energieeinsparungen durch CO₂-gesteuerte Lüftungen (Schlussbericht Projekt 101714).
- [17] P. Karlström, (petra.karlstroem@bhz.ch), Basler&Hof-mann AG, Zürich: Hocheffiziente Kühlsysteme für Ge-bäudesanierungen (Schlussbericht Projekt 101464).
- [18] J. Schnyder, (schnyder-energie@bluewin.ch), Energie-Dienstleistungen, Bronschhofen, R. Rusterholtz, (roger.rusterholtz@ntb.ch), NTB, Buchs: Konventionelle Wärmeabgabesysteme und deren Regulierung für die Raumkühlung (Jahresbericht Projekt 102523).
- [19] H. Manz, (heinrich.manz@empa.ch), N. Artmann, (nikolai.artmann@empa.ch), Empa, Dübendorf P. Heiselberg, (ph@civil.aau.dk), Aalborg University, Aalborg: Pas-sive Cooling of Buildings by Night-time Ventilation (Schlussbericht Projekt 101308).
- [20] W. Weber, (willi.weber@unige.ch) Université de Genève, Carouge: Easypipes (Jahresbericht Projekt 102371).
- [21] V. Dorer, (viktor.dorer@empa.ch), Empa, Dübendorf: IEA-ECBCS Annex 42 The Simulation of Building In-tegrated Fuel Cell and Other Cogeneration Systems (Schlussbericht (Zusammenfassung) Projekt: 100888).
- [22] M. Conde, (mconde.petit@mrce-eng.com), M. Conde Engineering, Zürich: Open Absorption System for Coo-ling and Air Conditioning using Membrane Contactors (Schlussbericht Projekt 101310).
- [23] W. Hässig, (haessig@sustech.ch), Hässig sustech GmbH, Uster: Haustechnik-Kompaktgeräte – Erkennt-nisse aus der Praxis (Jahresbericht Projekt 101714).
- [24] S. Stettler, P. Toggweiler, (info@enecolo.ch), Enecolo AG, Mönchaltorf: Energie im Gebäude online (Egon) – Hauptphase (Jahresbericht Projekt 102242).
- [25] Th. Schumann, (info@adhoco.com), Adhoco AG, Win-terthur: Energiesparpotential von Hausautomation für das private Wohnen in der Schweiz (Schlussbericht Pro-jekt 101963).

- [26] J.-L. Scartezzini, (jean-louis.scartezzini@epfl.ch), EPF LESO-PB, Lausanne: High Performance Integrated Lighting Systems (Green lighting) (Jahresbericht Projekt 101352).
- [27] M. Stalder, (m.stalder@energienetz.ch), Ingenieurbüro für Energietechnik, Rifferswil, R Naef, (naef@naef-energie.ch), Naef Energietechnik, Zürich: Evaluation und Konzeption von Systemen zur einfachen Nachrüstung von Beleuchtungen mit Bedarfssteuerungen (Schlussbericht Projekt 101479).
- [28] A. Huber, (huber@hetag.ch), M. Woodtli, (woodtli@hetag.ch) Huber Energietechnik AG, Zürich: Internet-basiertes Reservationssystem – Internetbasierte Einstellung von Zeitsteuerungen haustechnischer Anlagen (Schlussbericht Projekt 101731).
- [29] R. Furter, (rudolf.furter@hlsu.ch), HTA, Luzern/Horw: Reduktion des Elektrizitätsverbrauchs von Kleinlüftungsanlagen (Jahresbericht Projekt 101977).
- [30] Ch. Weinmann (cwe@weinmann-energies.ch) Weinmann-Energies SA et Ecost, Echallens: Prevision et justification des consommations d'électricité pour 3 catégories de bâtiment (Jahresbericht Projekt 102747).
- [31] F. Meggers (meggers@hbt.arch.ethz.ch), ETH Zürich, B&H, Zürich: IEA-ECBCS Annex 49 Low Exergy Systems for High Performance Buildings and Communities (Jahresbericht Projekt 102532).
- [32] H. Simmler, (hans.simmler@empa.ch) Empa, Dübendorf, Industreipartner: ZZ Wancor AG, Regensdorf, Porextherm GmbH, Kemten: Weiterentwicklung, QS und Langzeitverhalten von Vakuumisulationspaneelen mit mechanischem Schutz (Schlussbericht Projekt 101478).
- [33] A. Binz, (a.binz@fhbb.ch), G. Steinke, FHNW, Muttentz: Bauelemente und Systeme mit VIP für Aussenwandkonstruktionen (Schlussbericht Projekt 101434).
- [34] M. Motavalli, (masoud.motavalli@empa.ch), O. Huth, (olaf.huth@empa.ch), Empa, Dübendorf: Thermotragelemente TTE aus hochfestem Faserverbundstoff und integrierten Vakuumisulationspaneelen (VIP) (Schlussbericht Projekt 101307).
- [35] M. Koebel, (matthias.koebel@empa.ch), Empa, Dübendorf: A Feasibility Analysis of Evacuated Glazing with Advanced Thermal Properties (Jahresbericht Projekt 102341).
- [36] P. Oelhafen, (peter.oelhafen@unibas.ch), I. Mack (iris.mack@unibas.ch), G. Reber (georges.reber@unibas.ch), Universität Basel, Basel: Neue optische Beschichtungen für transparente Gebäudeteile im Hinblick auf einen verbesserten sommerlichen Wärmeschutz (Schlussbericht Projekt 100761).
- [37] M. Erb, (markus.erb@eicher-pauli.ch), Dr. Eicher + Pauli AG, Basel, H. Simmler, (hans.simmler@empa.ch) Empa, Dübendorf: Vakuumdämmung im Baubereich – Deklaration und Auslegung (Jahresbericht Projekt 102134).

Liste der P+D-Projekte

- [38] R. Dott, (ralf.dott@fhnw.ch), FHNW, Muttentz: Cosy Place – Sanfte Kühlung mit Erdwärmesonden im Minergie-P Wohngebäude (Jahresbericht Projekt 102265).
- [39] A. Gütermann, (ag@amena.ch) amena ag, Winterthur: Erfolgskontrolle Plus-Energie-MFH in Bennau (Jahresbericht Projekt 102661).
- [40] P. Keller, (patrick.keller@hslu.ch), Hochschule Luzern, Technik & Architektur, Luzern: Erfolgskontrolle Zweifamilienhaus Rohrer in Stansstad (Jahresbericht Projekt 102664).
- [41] R. P. Miloni, (miloni@swissonline.ch), Miloni & Partner, Lichtplanung Architektur, Hausen Aargau: Minergie-P-Sanierung eines Mehrfamilienhauses aus dem Jahre 1946 – Profit statt Dynamit (Jahresbericht Projekt 102680).
- [42] P. Oesch, (p.oesch@twdmueller.ch), Gebr. Mueller AG, Bern: Messungen SOLARIX-Wandheizsystem (Jahresbericht Projekt 100404).
- [43] H. Güttinger, (www.herbert.guettinger@eawag.ch), EAWAG, Dübendorf, Empa, Dübendorf, 3-Plan Haustechnik AG, Winterthur: Energie-Detailbilanz des Eawag-Forum Chriesbach (Jahresbericht Projekt 102374).

Impressum

Juni 2009
Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
Druck: Ackermanndruck AG, Bern-Liebefeld
Bezug der Publikation: www.energieforschung.ch

Programmleiter

Dr. Charles Filleux
Basler & Hofmann AG
Forchstrasse 395
CH-8032 Zürich
filleux.REN@bhz.ch

Bereichsleiter

Andreas Eckmanns
Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
andreas.eckmanns@bfe.admin.ch