



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

ENERGIEFORSCHUNGSPROGRAMM ENERGIE IN GEBÄUDEN FÜR DIE JAHRE 2008 – 2011



Von der CORE genehmigt am 18. Januar 2008

Impressum

Datum: 28. Dezember 2007, rev. 25.08.2009

Ausgearbeitet durch:

Filleux Charles Dr., Programmleiter BFE, c/o Basler & Hofmann Ingenieure und Planer AG,
Forchstrasse 395, 8032 Zürich, filleux.ren@bhz.ch

Koreferat:

Eckmanns Andreas, Leiter Forschungsbereich Gebäude, BFE, Bern

Begleitgruppe:

Togni Giuse, CORE-Patin, eTeam, Zürich;
Zimmermann Mark, Empa Building Technologies, Dübendorf;
Schwehr Peter Dr., HSLU Technik+Architektur/brenet, Horw;
Aiulfi Dario Dr., Sorane SA, Ecublens

Redaktionelle Bearbeitung: Wellstein Jürg, Fachjournalist SFJ, Basel

Im Auftrag des Bundesamt für Energie, CH-3003 Bern, Tel. 031 322 56 11, www.bfe.admin.ch

Bezugsort der Publikation: www.bfe.admin.ch/forschung/gebauede

Titelbild: Forum Chriesbach, EAWAG, (Foto: Mark Zimmermann)

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	3
Résumé	4
Summary	5
1. Einleitung.....	6
Herausforderung und Chancen	6
Aufgabe des Konzepts.....	6
2. Energie in Gebäuden – Ausgangslage	7
Stand der Technologie.....	7
Weltweiter und Schweizer Markt	9
Potenziale in der Schweiz.....	9
3. Nationale Akteure.....	10
Forschungspartner.....	10
Partnerorganisationen	11
4. Internationale Zusammenarbeit	11
Programme und Projekte.....	12
Netzwerke	12
5. Technische und wirtschaftliche Zielsetzungen.....	13
Rahmenbedingungen und Programmansatz.....	13
Technische Zielsetzungen	14
Wirtschaftliche Zielsetzungen	14
6. Mitteleinsatz für die Technologie Gebäude-Forschung	15
Öffentliche Hand	15
Privatwirtschaft	15
7. Forschungsschwerpunkte für die Jahre 2008 – 2011	16
Schwerpunkte der europäischen Forschung im Gebäudebereich	16
Vorgehen	17
Die Forschungsschwerpunkte im Überblick	17
Schwerpunkt 1: Gebäude- und Siedlungskonzepte für eine 2000-Watt-kompatible Bauwerksentwicklung	18
Schwerpunkt 2: Konzepte, Technologien und Planungswerkzeuge für die energetische Gebäudesanierung	20
Schwerpunkt 3: Heizen, Kühlen und Lüften im 2000-Watt-kompatiblen Gebäude	22
Schwerpunkt 4: Effizienzsteigerung beim Stromverbrauch in Gebäuden	24
Schwerpunkt 5: Innovative Materialien und Komponenten für den Gebäudebereich	26
8. Information und Kommunikation.....	28
9. Ausschreibung Forschungsschwerpunkte (-projekte) des F+E-Programms <i>Energie in Gebäuden</i> 2008 – 2011.....	29
10. Referenzen.....	29

Zusammenfassung

In der Schweiz ist der bestehende Gebäudepark für rund 50% des Verbrauchs an Primärenergie verantwortlich. Der Klimawandel einerseits und die Versorgungslage andererseits gebieten, dass der Umbau des Bauwerks Schweiz unverzüglich anzupacken ist. Für Neubauten stehen innovative Technologien weitgehend zur Verfügung, ihre Integration in das Gebäude erfolgt jedoch aufgrund mangelnder ganzheitlicher Sicht noch zu zögernd. Für Sanierungen fehlen praxistaugliche Lösungen für die bestehende Vielfalt an Gebäuden. Die grosse Herausforderung für Forschung und Entwicklung stellen deshalb die 1.5 Mio. heute schon bestehenden Gebäude dar, welche den zukünftigen Energieverbrauch auf Jahrzehnte bestimmen werden.

Die Eidgenössische Energieforschungskommission (CORE) hat die Situation erkannt und diese in ihrem Konzept der Energieforschung des Bundes 2008 – 2011 berücksichtigt [1]. Das vorliegende BFE-Forschungsprogramm *Energie in Gebäuden* orientiert sich an den langfristigen Zielsetzungen der CORE. Daraus ergeben sich für den Gebäudebereich folgende Handlungsfelder:

- Energieverbrauchsreduktion und Steigerung der Energieeffizienz
- Integration erneuerbarer Energien
- Minimierung des CO₂-Ausstosses durch verbesserte Technologien

Das Forschungsprogramm setzt deshalb hauptsächlich auf Konzeptionen und Technologien, welche längerfristig ausgerichtet sind, ohne jedoch kurz- und mittelfristige Ziele zu vernachlässigen.

Die Forschungsschwerpunkte für die Jahre 2008 – 2011 sind:

- **Gebäude- und Siedlungskonzepte für eine mit der 2000-Watt-Gesellschaft kompatible Bauwerksentwicklung**
(Erhaltung der architektonischen Gestaltungsvielfalt, passive Sonnenenergie- und Tageslichtnutzung)
- **Konzepte, Technologien und Planungswerkzeuge für die energietechnische Gebäudesanierung**
- **Heizen, Kühlen und Lüften im mit der 2000-Watt-Gesellschaft kompatiblen Gebäude**
(sanfte Kühlung, erdgekoppelte Wärmepumpen usw.)
- **Energieeffizienzsteigerung im Stromverbrauch in Gebäuden**
(elektrischer Energiebedarf für Kühlung der Aussenluft und Luftförderung, Gebäudeautomation, Beleuchtung, usw.)
- **Innovative Materialien und Komponenten für den Gebäudebereich**
(hoch effiziente Wärmedämmung, Vakuumverglasung, schaltbare und regelbare Verglasung, usw.)

Résumé

En Suisse le parc immobilier est responsable d'environ 50% de la consommation d'énergie primaire. Les changements climatiques et la problématique d'approvisionnement exigent par conséquent une adaptation rapide des pratiques de la construction. Des technologies innovatrices sont désormais à disposition pour de nouvelles constructions, même si leur application à large échelle est freinée par un manque de vision globale. En ce qui concerne les rénovations, par contre, des solutions pratiques manquent toujours pour de nombreux bâtiments. Ce sont donc les 1.5 million de bâtiments existants qui constituent le défi principal de la gestion d'énergie dans les décennies à venir.

Consciente de cette situation, la Commission Fédérale pour la Recherche Energétique (CORE) l'a prise en compte dans le plan directeur de la recherche énergétique de la Confédération pour les années 2008-2011 [1]. Le programme de recherche OFEN „Energie dans le bâtiment“ s'oriente aux objectifs à long terme de la CORE c'est à dire:

- Réduction de la consommation d'énergie et augmentation de l'efficacité énergétique
- Intégration des énergies renouvelables
- Diminuer les émissions de CO₂ en introduisant des technologies appropriés

Le programme de recherche s'oriente à des concepts et technologies de long terme, sans négliger les objectifs à court et moyen terme.

Les points clés pour la période 2008 – 2011 sont les suivants:

- **Concepts de bâtiments et de lotissements optimisés en vue de l'établissement d'une société à 2000 watts**
(maintien de la diversité des concepts architecturaux, utilisation passive de l'énergie solaire et de la lumière naturelle)
- **Concepts, technologies et instruments de planification pour la rénovation énergétique des bâtiments**
- **Concepts de refroidissement, de chauffage et d'aération pour les constructions compatibles avec la société à 2000 watts**
(refroidissement doux, pompes à chaleur avec sondes géothermiques, etc.)
- **Augmentation de l'efficacité énergétique dans la consommation de courant des bâtiments**
(électricité nécessaire pour refroidir l'air extérieur et l'entraînement de l'air, domotique, éclairage, etc.)
- **Matériaux et composants novateurs dans le secteur du bâtiment**
(isolation thermique haute performance, vitrage sous vide, vitrage à commande et réglable, etc.).

Summary

In Switzerland, the existing buildings, account for approximately 50% of primary energy consumption. Climate change, as well as the demand on supply, require that Swiss construction practices be immediately adapted. For new buildings, innovative technologies are now widely available. However, their integration into new construction is still too slow due to the fact that current construction practices still lack a holistic approach. Today there also lacks practical solutions for renovations of existing buildings. Therefore, the great challenge for research and development today are 1.5 million pre-existing buildings, which will dictate the future energy consumption for decades.

The Federal Energy Research Commission (CORE) has recognized the situation and has considered these issues in their 2008 - 2011 concept for federal energy research [1]. The present SFOE-research programme *Energy in Buildings* focuses on the long-term objectives of CORE. This results in the following actions from the building sector:

- Reducing energy consumption and improving energy efficiency
- Integration of renewable energy
- Reduction of CO₂ emissions through the use of improved technologies

The research programme is therefore focussed on concepts and technologies that have a longer-term objectives, without neglecting the short and medium term goals.

The objectives for the period 2008 – 2011 are:

- **Concepts for buildings and housing developments concerning the development of construction methods that are compatible with the goal of a 2,000-watt society**
(preservation of architectural diversity, use of passive solar energy and daylight)
- **Concepts, technologies and planning tools for the improvement of energy systems in buildings**
- **Heating, cooling and ventilation systems in buildings that are compatible with the goal of a 2,000-watt society**
(efficient cooling systems, heat pumps, etc.)
- **Increase in efficient use of electricity in buildings**
(electricity requirements for cooling outside air, for internal airflow, for the use of automation in buildings and for lighting, etc.)
- **Innovative materials and components in the buildings sector**
(efficient heat insulation, vacuum glazing, photo-electrochromic glazing and retractable and adjustable glazing, etc.).

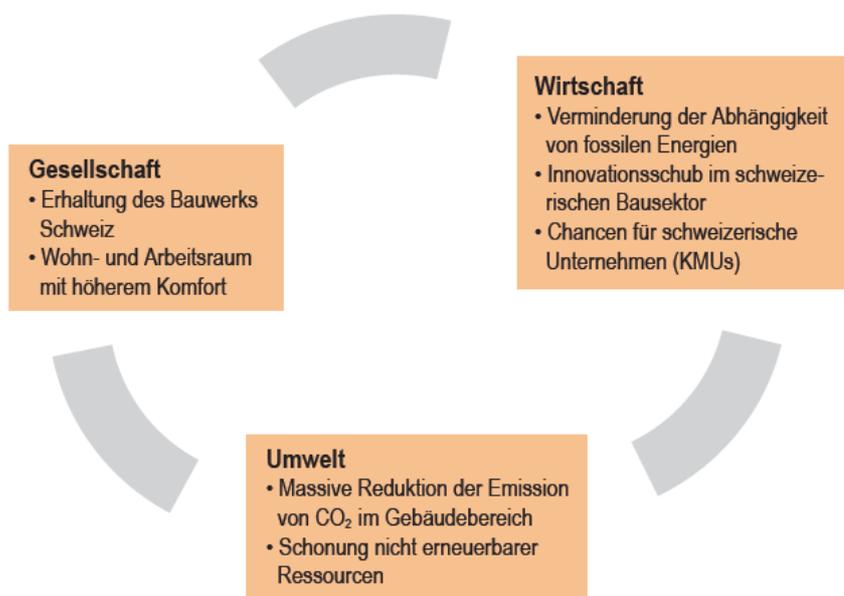
1. Einleitung

HERAUSFORDERUNG UND CHANCEN

Die globale Ressourcen- und Bevölkerungsentwicklung sowie die drohende Klimaänderung machen eine nachhaltige Energieversorgung und Energienutzung unerlässlich. Insbesondere ist den Beziehungen zwischen Technik und Umwelt sowie gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Aspekten Beachtung zu schenken.

Die Forschungsprogramme des Bundesamtes für Energie unterstützen langfristig die zielgerichtete Umsetzung der schweizerischen Energiepolitik, deren mittelfristige Zielsetzung die Erfüllung des *Kyoto-Protokolls* zur Reduktion der CO₂-Emissionen und langfristig die Sicherstellung einer nachhaltigen Energieversorgung ist. Dabei kommt dem Gebäudebereich eine entscheidende Rolle zu: Einerseits besteht hier noch ein sehr grosses Einsparpotenzial, andererseits weist die notwendige Erneuerung des Gebäudebestands extrem lange Zyklen auf und erfordert deshalb langfristige Strategien. Aufgrund der komplexen Thematik sind inter- und transdisziplinäre Vorhaben zu fördern.

Für den Gebäudebereich sieht die Plattform Zukunft Bau [2] im nachhaltigen Handeln folgende Chancen:



Figur 1: Chancen im nachhaltigen Handeln für den Gebäudebereich [2]

AUFGABE DES KONZEPTS

Das vorliegende Konzept hat die Aufgabe, die Richtung und die Schwerpunkte des BFE-Forschungs- und Entwicklungsprogramms *Energie in Gebäuden* für die Jahre 2008 – 2011 festzulegen. Es beruht auf dem Konzept der Energieforschung des Bundes für die Jahre 2008 – 2011 [1], welches durch die Eidgenössische Energieforschungskommission CORE ausgearbeitet wurde.

Das Programm *Energie in Gebäuden 2008 – 2011* setzt im Vergleich zum Programm der vorangehenden Periode einige neue Akzente. Zudem sollen die seit der Budgetkürzung durch die eidgenössischen Räte im Jahr 2004 ausgefallenen Mittel für Pilot- und Demonstrationsvorhaben wieder aufgebaut werden.

2. Energie in Gebäuden – Ausgangslage

STAND DER TECHNOLOGIE

Seit Beginn der Anstrengungen zur Eindämmung des Energieverbrauchs hat sich eine deutliche Verlagerung des Blickwinkels und der verfolgten Strategien ergeben. In den Anfängen der Energieforschung in Gebäuden lagen die Schwergewichte einerseits auf der rationellen Energienutzung und andererseits bei der Anwendung erneuerbarer Energien. Die Entwicklung verlief also getrennt. Für die kommenden Jahre gilt es nun, Gesamtkonzepte zu entwickeln, welche Energieeffizienz, Einsatz erneuerbarer Energien und die Minimierung des CO₂-Ausstosses beinhalten und eine breite Umsetzung der daraus resultierenden Massnahmen am Markt ermöglichen.



Figur 2: Von Einzelmassnahmen zur Gesamtbetrachtung

Stand der Technologie international

In Europa – vorwiegend in Deutschland und Österreich - gibt es ca. 20'000 Gebäude im Passivhausstandard mit einem Energieverbrauch Wärme von weniger als 20 kWh/m² pro Jahr. Zum Vergleich: Im Jahr 2007 zählt man schweizweit über 7000 MINERGIE-Gebäude mit einem Energieverbrauch Wärme von 40 kWh/m² für Wohnbauten.

Die European Construction Technology Platform (ECTP) hält im Implementation Action Plan der Strategic Research Agenda für den Gebäudebereich u.a. folgendes fest:

«In today's context, 80% of energy consumed during the whole life-cycle of a building is consumed during its service life. The first priority is to reduce energy consumptions of buildings during their lifetime. Annual energy consumption in residential buildings is 100-250 kWh/m² per year. In Eastern and Central Europe energy consumption for heating is approximately two times more than for similar buildings in Western Europe. In Northern European countries, well insulated buildings only consume 50-100 kWh/m² per year.

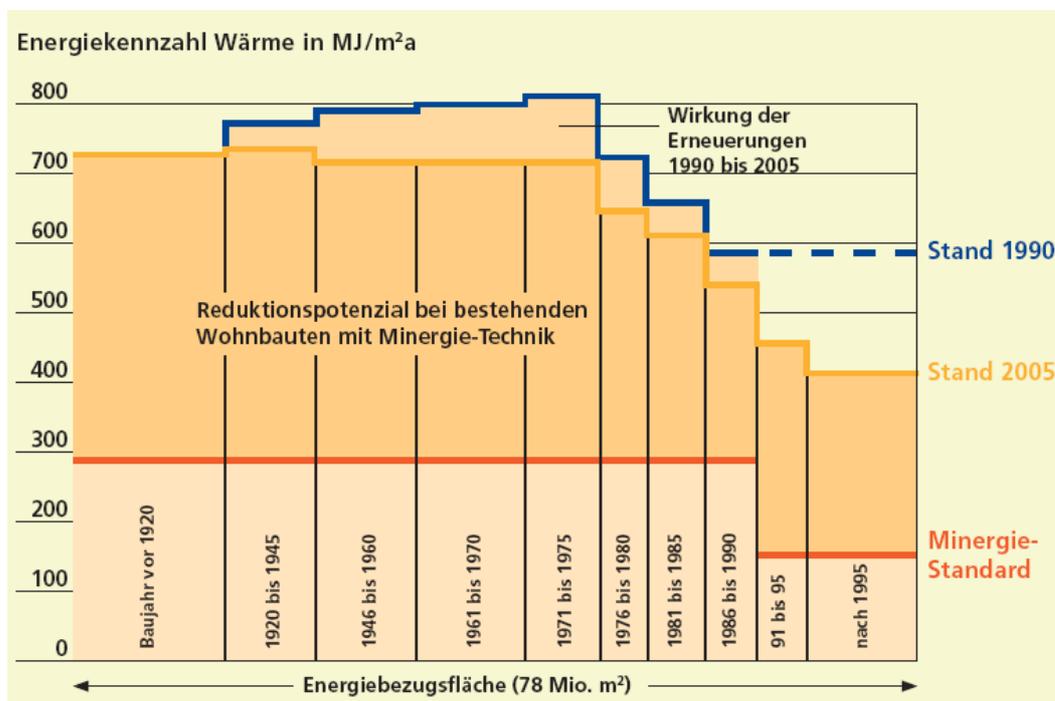
The energy consumption of the built environment in the next 50 years is mainly determined by the existing building stock. In 2030 it is expected that a minimum of 30% of existing buildings will have been upgraded to a high level of energy efficiency. The average decrease of energy consumption will be around 50%. New highly efficient buildings will be affordable and represent a significant part of this market.»

Stand der Technologie in der Schweiz

In der Schweiz ist der bestehende Gebäudepark für rund 50% des Verbrauchs an Primärenergie verantwortlich: 27 % für Heizung, Raumklima und Warmwasser, 15 % für Elektrizität und etwa 8 % für die Herstellung und den Unterhalt. Der Wohnsektor trägt mit 28% des Endenergieverbrauchs den weitaus grössten Teil bei, Dienstleistung und Handel 18% [3].

Dank Einführung von Neubauvorschriften (Norm SIA 380/1, des MINERGIE- und MINERGIE-P-Standard) konnte der Energieverbrauch der Gebäude, insbesondere bei Neubauten, signifikant gesenkt werden. Der 1998 eingeführte MINERGIE-Standard senkt den Energieverbrauch gegenüber herkömmlichen Gebäuden um rund zwei Drittel (Figur 3) bei Mehrkosten von nur 3 bis maximal 10%. Bei Neubauten beträgt der Anteil der MINERGIE-Gebäude etwa 15%.

Die energetischen Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft bei Neubauten entsprechen etwa dem Niveau von MINERGIE-P, d.h. sie lassen sich mit heute verfügbarer Technologie erreichen. Allerdings sollte man Neubauten nicht nur einzeln, sondern im urbanen oder ländlichen Kontext betrachten. Die Frage, wie sich der existierende Gebäudebestand auf ein nachhaltiges Energieverbrauchs-niveau bringen lässt, ist hingegen ungelöst. Entsprechende Konzepte, Technologien, und Planungswerkzeuge fehlen heute auf dem Markt.



Figur 3: Reduktionspotenzial für Wohnbauten im Kt. Zürich bei Sanierung im Minergie Standard (Quelle AWEL, Kt. Zürich)

Der SIA hat mit der Publikation *Effizienzpfad Energie* [4] ein mögliches Vorgehen für energieeffizientes und nachhaltiges Bauen vorgelegt. Die graue Energie und der Aufwand für die Mobilität sind darin berücksichtigt. Die Herausforderung für die Forschung ist es nun, die Vorgaben der 2000-Watt-Gesellschaft für Gebäude in Konzepte und technische Lösungen umzusetzen. Was die Anforderungen an ein 2000-Watt-kompatibles Gebäude für die Umsetzung heisst, ist am Neubau Forum Chriesbach der EAWAG erprobt worden.

WELTWEITER UND SCHWEIZER MARKT

Der Bausektor stellt in den meisten Ländern der westlichen Welt 10-15% des Bruttosozialprodukts (BSP) dar. Der Anteil des Gebäudebereichs am gesamten Primär-Energieverbrauch beträgt ca. 50% und erzeugt ca. 15% des CO₂-Ausstosses infolge Energienutzung (Wohngebäude ca. 10%, Dienstleistungsgebäude ca. 5%).

In Europa erwirtschaftet der Bausektor mehr als 1000 Mia. Euro (10% des GDP) und umfasst über 2.5 Mio. Unternehmen. Zur Zeit wird weniger als 1% des Umsatzes für die Forschung aufgewendet.

Das Bauwerk Schweiz hat einen geschätzten Neubauwert von 2200 Milliarden Franken (Wüest & Partner). In der Schweiz werden pro Jahr etwa 38 Milliarden Franken (2006) in den Hochbau (Neubau, Umbau, Sanierung) investiert, d.h. man verändert das Bauwerk wertmässig pro Jahr um etwa 1,7 Prozent.

Eine im Jahr 2005 durchgeführte Umfrage zu den Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen der Bauwirtschaft in der Schweiz [5] hat ergeben, dass im Vergleich zu 1993 die Aufwendungen um ca. 25% zurückgegangen sind. Von den 114 Mio. CHF werden rund 13% für die Forschung und 87% für die Entwicklung eingesetzt. Die Untersuchung hat zudem gezeigt, dass der grösste Teil durch einige wenige international tätige Firmen aus Heizung, Klima, Lüftung sowie Gebäudeautomation aufgebracht wird. KMU's forschen und entwickeln meistens um sich neue Märkte zu erschliessen. Die einsetzbaren Mittel sind jedoch oft zu gering, um eine nachhaltige Wirkung zu erzielen.

POTENZIALE IN DER SCHWEIZ

Nimmt man die beste verfügbare Technik und technologische Entwicklung bis zum Jahr 2035, sind für Gebäude gemäss *Plattform für Energieeffizienz von EnergieSchweiz* [6] folgende Effizienzpotenziale zu erwarten:

Wohnbauten	Dienstleistungsgebäude und Landwirtschaft	Industriebauten
Heizung und Warmwasser: Neubau und Sanierung: 70%	Heizung und Warmwasser: Neubau: 70% Sanierung: 50%	Heizung und Warmwasser: Neubau: 80% Sanierung: 40%
Beleuchtung: 70%	Beleuchtung und Geräte: 30 bis 50%	Beleuchtung: bis 50%

Figur 4: Effizienzpotenziale (Technisches Potenzial aus Differenz der Anforderungen SIA 380/1 zu MINERGIE-P) gemäss Plattform für Energieeffizienz von EnergieSchweiz [6]

3. Nationale Akteure

Das BFE-Forschungsprogramm *Energie in Gebäuden* ist bestrebt alle wesentlichen Akteure einzubinden, sowohl von der Seite der Förderung als auch für die Ausführung.

Das BFE-Forschungsprogramm *Energie in Gebäuden* umfasst auf der Koordinations- und Informationsebene die ganze Kette von der Grundlagenforschung zum Markteintritt und arbeitet mit dem ETH-Rat, dem Staatssekretariat für Bildung und Forschung (SBF), den Bundesämtern für Umwelt (BAFU), für Raumentwicklung (ARE), für Wohnungswesen (BWO), der Kommission für Technologie und Innovation (KTI), dem Schweizerischen Nationalfonds (SNF), sowie den kantonalen Energiefachstellen zusammen. Gute Kontakte bestehen auch zu swisselectric research.

Die im vorliegenden Konzept für das Programm *Energie in Gebäuden* dargestellte Forschung und Entwicklung ist integrierender Bestandteil dieser Kette und bewegt sich zwischen orientierter Grundlagenforschung und Produktentwicklung.

FORSCHUNGSPARTNER

Langjährige Forschungspartner des Programms *Energie in Gebäuden* sind die **Institute des ETH-Rates, die Universitäten** und die **Fachhochschulen**. Die Empa bearbeitet vornehmlich Themen zum Gebäude als System und zur Bauphysik, die EPFL solche zur Tageslichtnutzung und zur Integration der erneuerbaren Energien in das Gebäude. An der Hochschule Luzern und an der Fachhochschule Nordwestschweiz konnten dank der langjährigen Unterstützung durch das Forschungsprogramm Kompetenzzentren auf dem Gebiet der Gebäudetechnik aufgebaut werden.

Weitere wichtige Projektpartner des BFE-Forschungsprogramms *Energie in Gebäuden* sind die **Industrie**, sowie **Architektur- und Ingenieurbüros**.

Das Forschungsprogramm ist mit einem mehrjährigen Projekt am *Competence Center for Energy and Mobility (CCEM)* des ETH-Bereichs beteiligt.

	Hochschulen	Bausektor	Verbände	Forschungsförderung
Forschungspartner	ETH-Rat (CCEM) Universitäten Fachhochschulen (brenet)	Private Planungsbüros Industriepartner		
Nationale Partnerorganisationen.	Novatlantis	Plattform Zukunft Bau (bauenschweiz) inkl. Kontakt ECTP energie-cluster	SIA MINERGIE Agentur-Bau SWKI Suissetec	SBF BAFU, BWO, ARE KTI SNF

Figur 5: Forschungspartner und Partnerorganisationen für das Programm Energie in Gebäuden

Das Forschungsprogramm *Energie in Gebäuden* ist ein Querschnittsprogramm. Eine enge Zusammenarbeit besteht insbesondere zu den Forschungsprogrammen Elektrizität, Solarwärme, Photovoltaik und Umgebungswärme. Programmübergreifende Projekte gibt es mit den Forschungsprogrammen *Elektrizität* und *Solarwärme*. Mit dem Programm *Energiewirtschaftliche Grundlagen* werden Projekte inhaltlich abgestimmt. Eine weitere Projektkoordination und gemeinsame Projektdurchführungen finden mit den Bundesämtern **ARE** und **BWO** auf dem Gebiet der nachhaltigen Quartierentwicklung statt.

PARTNERORGANISATIONEN

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

Eine erfolgreiche Zusammenarbeit auf dem Gebiet Wissens- und Technologietransfer (TEVE) besteht mit dem *energie-cluster* (www.energie-cluster.ch) im Rahmen der beiden Arbeitsgruppen Vakuumisulationspaneele (VIP) sowie Komfortlüftung.

Der Kontakt zum nationalen Kompetenznetzwerk *brenet* (*Building and Renewable Energies Network of Technology*, www.brenet.ch) wird durch den Einsitz von dessen Geschäftsführer in der Begleitgruppe des Programms wahrgenommen.

Über *Novatlantis* (www.novatlantis.ch) wird auch der Kontakt zu den Anstrengungen der ETHZ auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit gepflegt.

Die *Swiss Construction Technology Platform* (SCTP) wurde im September 2006 gegründet. Direkten Bezug zum Forschungsprogramm Energie in Gebäuden hat die Focus Area *Cities and Buildings*.

Die *Plattform Zukunft Bau* hat sich seit ihrer Gründung vor drei Jahren zu einer Denkfabrik der Schweizer Bauwirtschaft entwickelt. Heute stehen zwei Kommunikationsinitiativen im Mittelpunkt: Forschungs-Cafés und das neue Strategiepapier zu CO₂-optimiertem Bauen, letzteres unter aktiver Mitwirkung des Programmleiters und eines Mitglieds der Begleitgruppe.

4. Internationale Zusammenarbeit

Das BFE-Forschungsprogramm *Energie in Gebäuden* pflegt vielfältige Kontakte wesentlichen Akteuren, sowohl der Förderung als auch für die Ausführung. Der Bereichsleiter des BFE ist zudem Mitglied des Executive Committee des IEA Implementing Agreements *Energy Conservation in Buildings and Community Systems*.

	Wichtige Akteure	Bausektor	Forschungsförderung
Internationale Partnerorganisationen	Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg Passivhausinstitut, Darmstadt Belgian Building Research Institute (BBRI) Centre Scientifique de la Technique du Bâtiment (CSTB)	European Construction Technology Platform (ECTP) European Research Area Era-Net for the Construction and Operation of Buildings (Era-cobuild)	IEA Implementing Agreements: - Energy Conservation in Buildings and Community Systems - IEA Solar Heating and Cooling Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT) EU 7. Rahmenprogramm

Figur 6: Internationale Partnerorganisationen

Die Energieforschung gewinnt weltweit als wichtiges Element auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung weiterhin an Bedeutung. Auch in der Europäischen Union spielt die Energieforschung eine immer grössere Rolle. Im 7. Forschungsrahmenprogramm (FRP) wird der Schwerpunkt primär auf Demonstrationsprogramme gesetzt.

Der internationale Austausch ist in einem stark sich weiter entwickelnden Bereich, wie dem der rationellen Energienutzung in Gebäuden, sehr wichtig und wertvoll. Internationale Kontakte werden einerseits in direkter Zusammenarbeit in Projekten, aber auch in Netzwerken und durch Teilnahme an internationalen Konferenzen wahrgenommen.

PROGRAMME UND PROJEKTE

Auf der Ebene Projektarbeit findet eine gute und intensive Zusammenarbeit mit den IEA-Implementing Agreements *Energy Conservation in Buildings and Community Systems (ECBCS)* und *Solar Heating and Cooling (SHC)* statt. Ausserdem werden punktuell zu weiteren gebäudebezogenen Implementing Agreements (z.B. *Heat Pump Programme HPP*) Kontakte gepflegt. Derzeitige Themen mit Schweizer Beteiligung sind:

	Beteiligte aus CH	CH-Beitrag
IEA SHC Task 37 Advanced Housing Renovation with Solar and Conservation OA: F. Salvesen (N)	R. Hastings, Subtask leader Uni Genf sowie 4 Architekturbüros	Entwicklung von Sanierungskonzepten Dokumentation von 5 Demonstrationsprojekten aus der Schweiz
IEA ECBCS Annex 45 Energy Efficient Electric Lighting for Buildings OA: L. Halonen (F)	EPFL (Lehrstuhl Prof. J. L. Scartezzini)	Konzeptentwicklung für das Zusammenwirken von Tages- und Kunstlicht Leistungsverbesserung von LEDs
IEA ECBCS Annex 49 Low Exergy Systems for High Performance Buildings an Communities OA: D. Schmidt (D)	ETHZ (Lehrstuhl Prof. H. J. Leibundgut) Planungsbüro	Konzepte für die Nutzung von Abwärme aus Abwässern Analyse hocheffizienter Kühlsysteme für Gebäudesanierungen
IEA ECBCS Annex 50 Prefabricated Systems for Low Energy Renovation of Buildings OA: M. Zimmermann (CH)	M. Zimmermann, OA P. Schwehr, Subtask leader Empa HSLU FHNW KMUs	Erarbeiten von standardisierten Lösungen für Vorfertigung Demonstrationsprojekte Öffentlichkeitsarbeit Abstimmung im Rahmen CCEM

NETZWERKE

Der Zugang zu den wissenschaftlichen Netzwerken ist für Hochschulen und andere Forschungszentren der Schweiz unverzichtbar. Diese Netzwerke fördern auch den wissenschaftlichen Nachwuchs.

Seit 2006 ist die Schweiz aktiv im European Research Area Network für Gebäude *ERABUILD* sowie dem Nachfolgenetzwerk *Eracobuild* involviert. Die beiden Era-Nets sind länderübergreifende Vorhaben, deren Ziel es ist, nationale Forschungsprogramme im Bereich «Nachhaltige Gebäude» stärker zu vernetzen und transnationale Ausschreibungen zu realisieren. Im Juli 2007 hat *ERABUILD* mit einem Vorschlag zur Fortführung der Aktivitäten auf den Call des FP7 reagiert. Die Teilnehmerzahl ist auf ca. 20 angestiegen, die Kontakte zur Bauindustrie wurden ausgebaut. Letzteres manifestiert sich im Namen des neuen Netzwerks *Eracobuild* (co steht für Construction and Operation).

5. Technische und wirtschaftliche Zielsetzungen

RAHMENBEDINGUNGEN UND PROGRAMMANSATZ

Die politischen Rahmenbedingungen - bei den Gebäuden soll der Zielwert von MINERGIE landesweit ab 2008 gesetzlicher Standard werden - rufen nach einer Verstärkung und Dynamisierung der Energieforschung, Förderung der Interdisziplinarität unter Einbezug der Materialforschung, sowie der Nanotechnologie (Technologieoffensive).

Ausgehend von der anerkannten langfristigen Vision der 2000-Watt-Gesellschaft hat die Eidgenössische Energieforschungskommission CORE im Konzept der Energieforschung des Bundes 2008 – 2011 [1] als Zwischenschritt bis 2050 die folgenden langfristigen quantitativen Ziele für den Gebäudereich formuliert:

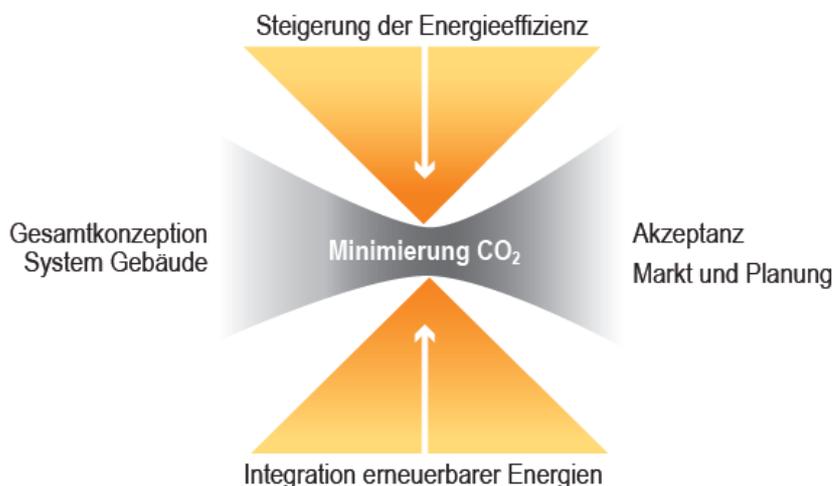
Verzicht auf fossile Brennstoffe für die Bereitstellung von Wärme in Gebäuden (Alt- und Neubauten).

Halbierung des Energieverbrauchs in Gebäuden (Alt- und Neubauten). Heutiger Primärenergieverbrauch: 580 PJ.

Das Konzept der CORE berücksichtigt die Ergebnisse der Schweizerischen Energieforschungskonferenz 2007 in Neuchâtel.

Das BFE-Forschungsprogramm *Energie in Gebäuden* orientiert sich an den langfristigen Zielsetzungen der CORE. Daraus ergeben sich folgende Handlungsfelder:

- Energieverbrauchsreduktion und Steigerung der Energieeffizienz
- Integration erneuerbarer Energien
- Minimierung des CO₂-Ausstosses durch verbesserte Technologien



Figur 7: Handlungsfelder für die zukünftige Energieforschung im Gebäudebereich

TECHNISCHE ZIELSETZUNGEN

In Ergänzung zu den Projekten der Privatwirtschaft und der öffentlichen Forschungsstellen will das Forschungsprogramm *Energie in Gebäuden* gezielt Wissenslücken schliessen, die Weiterentwicklung viel versprechender Technologien fördern und den Stand der Technik für eine verbreitete Anwendung demonstrieren. Energetische Massnahmen sollen vor allem für die Gebäudeerneuerung durch Kostensenkungen und Effizienzsteigerungen vor allem für die Gebäudeerneuerung attraktiver werden. Das Programm befasst sich zudem mit den Umweltaspekten der Energienutzung und des Bauens.

Langfristig gesehen stehen neue Konzepte zur Erreichung der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft im Vordergrund. Neue Technologien sind ansatzweise vorhanden. Diese sind im Rahmen des Forschungsprogramms *Energie in Gebäuden* weiter zu entwickeln und zum Gesamtsystem Gebäude zusammen zu fügen.

Ein weiteres langfristiges Ziel ist die Entwicklung neuer Materialien auf der Basis der Nanotechnologie. Multifunktionalen Materialien kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

WIRTSCHAFTLICHE ZIELSETZUNGEN

Je erfolgreicher die Schweizer Forschung und Entwicklung nachhaltige, energietechnisch innovative Lösungen hervorbringt, desto grösser sind die Chancen für Schweizer Unternehmen diese im internationalen Wettbewerb zu realisieren. Mittel- und langfristig profitiert die Schweizer Wirtschaft dank ihrer Innovationskraft von der international hervorragenden Technologieforschung im Gebäudereich. Das Forschungsprogramm *Energie in Gebäuden* unterstützt subsidiär die Anstrengungen der Privatwirtschaft. Die schweizerische Bauindustrie ist bei einer Vielzahl von Forschungsprojekten, welche durch das Forschungsprogramm *Energie in Gebäuden* gefördert werden, mit Eigenleistungen beteiligt und sorgt auf diesem Weg für eine rasche Umsetzung der Forschungsergebnisse auf dem Markt.

Der Einsatz erneuerbarer Energien sowie der Einbezug von Material- und Nanotechnologien (vgl. 7. Forschungsschwerpunkte) fördern innovative Entwicklungen, schaffen neue Märkte und damit auch neue Arbeitsplätze.

Wichtig ist auch der Beitrag von EnergieSchweiz für den Marktauftritt: Dank der Einführung von Produktlabels z.B. stellt man eine wachsende Wahrnehmung der Produkt-Hersteller für nachhaltige Produkte fest. Die Einführung des Gebäudelabels dürfte eine ähnliche Wirkung erzielen.

6. Mitteleinsatz für die Technologie Gebäude-Forschung

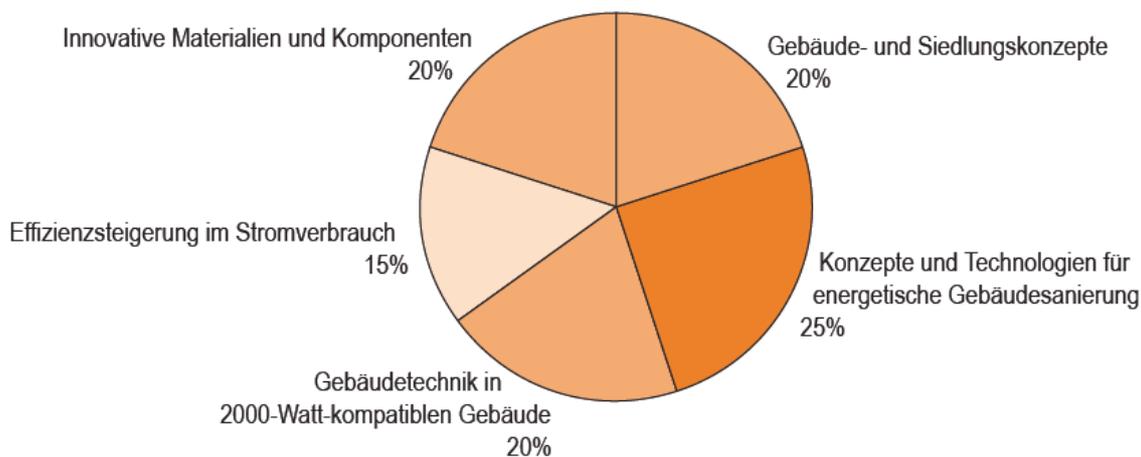
ÖFFENTLICHE HAND

Forschung und Entwicklungsprojekte

Energieforschung ist primär zweckgerichtete, angewandte Forschung. Anzustreben ist die Schaffung von Kompetenzzentren, welche technologische, zweckorientierte Forschung im ständigen Kontakt mit der Industrie betreiben. Bei zukunftssträchtigen Themen, die von der Privatwirtschaft nicht aufgegriffen werden, muss sich die öffentliche Hand engagieren, d.h. die BFE-Forschungsprogramme unterstützen die Energieforschung **subsidiär**. Die Aktivitäten am Markt erfolgen vorwiegend über das Programm *EnergieSchweiz*.

Die gesamten Forschungsmittel der öffentlichen Hand für den Gebäudebereich können auf dem Stand von 6 Mio. CHF pro Jahr gehalten werden. Zur beschleunigten Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse sind die P+D-Mittel jedoch auf mindestens 3 Mio. CHF pro Jahr anzuheben, wobei dem Gebäudeprogramm für den zunehmend wichtigen Know-how-Transfer explizite P+D-Mittel zugeordnet werden müssen.

Für das BFE-Forschungsprogramm *Energie in Gebäuden* kann mit einer Basisfinanzierung von ca. 2.3 Mio. CHF pro Jahr gerechnet werden. Der weitaus grösste Teil ist für die Programmschwerpunkte vorgesehen. Die Zuteilung der Mittel auf die Forschungsschwerpunkte (vgl. Abschnitt 7. Forschungsschwerpunkte) ist wie folgt vorgesehen:



Figur 8: Zuteilung der Mittel auf die fünf Schwerpunkte

Pilot- und Demonstrationsprojekte

Seit der Budgetkürzung durch das eidg. Parlament im Jahr 2004 standen in den vergangenen Jahren nur sehr beschränkte P+D-Mittel zur Verfügung. Es war geplant, diese ab 2008 wieder aufzubauen. Mit Beschluss des Parlaments vom Dezember 2007 wurden die P+D-Mittel jedoch nur unwesentlich erhöht. Aufgrund der eingeschränkten Finanzen für 2008, hat sich das Steering Committee P&D (SC) dafür entschieden, sich vorerst auf innovative P&D-Projekte aus dem Gebiet der Gebäudesanierung (inklusive verwandte Technologien, wie z.B. Wärmepumpen, Solarwärme, Wärmedämmung, ...) zu konzentrieren.

PRIVATWIRTSCHAFT

Die Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen der Bauwirtschaft in der Schweiz betragen im Jahr 2005 114 Mio. CHF. Davon wurden rund 13% für die Forschung und 87% für die Entwicklung eingesetzt [5].

7. Forschungsschwerpunkte für die Jahre 2008 – 2011

Aufgrund der wachsenden internationalen Verflechtung des Forschungsprogramms *Energie in Gebäuden* ist die Abstimmung mit den Schwerpunkten der europäischen Forschung von zunehmender Bedeutung.

SCHWERPUNKTE DER EUROPÄISCHEN FORSCHUNG IM GEBÄUDEBEREICH

Seventh Research Framework Programme (FP7)

Seit Anfang 2008 beteiligt sich die Schweiz als assoziiertes Mitglied am 7. Rahmenprogramm für Forschung und Entwicklung 2007– 2013 der Europäischen Union. Für die Schweizer Forschungsinstitutionen im Bauwesen ist die Teilnahme an Ausschreibungen zum *Cooperation Theme 5: Energy* eine wichtige Möglichkeit sich zu beteiligen.

European Construction Technology Platform (ECTP)

Die European Construction Technology Platform (ECTP) hat im März 2005 ihre Vision 2030 für einen nachhaltigen und weltweit wettbewerbsfähigen Bausektor verabschiedet. Gestützt auf die in der Vision 2030 formulierten Ziele hat die ECTP anschliessend ihre Strategic Research Agenda (SRA) definiert. Diese wurde im Dezember 2005 gutgeheissen. Im Juli 2007 folgte als dritter Schritt der Implementation Action Plan (IAP) [8].

Folgende Prioritäten aus der SRA betreffen oder tangieren den Gebäudebereich:

- New Technologies, Concepts and High-tech Materials for Efficient and Clean Buildings (SRA §2.1)
 - «*The objective is to reduce the impacts of our built environment on nature through the resources it consumes. A Joint Technology Initiative (JTI) E2B (Energy Efficient Buildings) will be set up.*»
 - New concepts, technologies, design tools and business models
 - New and improved materials and structures
 - Integrated design tools
 - New information systems
 - Environmentally friendly building material production
- Reduce Environmental and Man-made Impacts of Built Environment and Cities (SRA §2.2-1.2)
 - «*The objective is to reduce the impacts of construction and operation of infrastructure networks and of buildings on natural and urban environment during their whole life cycle.*»
 - Sustainable design, construction, demolition and recycling process
 - Knowledge of energy and material flows, re-using and re-cycling demolition debris and waste
- New Integrated Processes for the Construction Sector (SRA §3.2-3.1-3.4)
 - «*Process renewal, supported by ICT, is one of the main vehicles towards the vision of ECTP.*»
 - Value-driven business processes
 - Industrialised production
 - Digital models
 - Intelligent constructions
- High Added Value Construction Materials (SRA §3.3)
 - «*Materials for construction projects are usually considered and classified as having traditional functionalities, and as a consequence, they are only used by constructors in a traditional way. This poses limitations on the development of new ideas and concepts.*»
 - Multifunctional construction materials
 - Predictable, flexible and efficient building material production
 - Improve durability and reliability of construction materials
 - Improve usability and applicability of materials

VORGEHEN

Das Forschungsprogramm *Energie in Gebäuden* orientiert sich an den langfristigen Zielsetzungen der CORE. Die Forschungsschwerpunkte wurden zusammen mit der Begleitgruppe des Forschungsprogramms definiert. Vorgängig sind Vertreter der beiden Technischen Hochschulen sowie einzelner Universitäten und Fachhochschulen konsultiert worden.



Figur 9: Von der CORE-Zielsetzung zu den Forschungsschwerpunkten

Bei der Definition der Forschungsschwerpunkte wurde nebst der Strategic Research Agenda der European Construction Technology Platform (ECTP) insbesondere auch die *Vision & Research Roadmap* des Future Building Forums der Internationalen Energie Agentur (IEA) zum Thema Energy & Environment berücksichtigt [7].

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. Das grosse Energiesparpotenzial liegt jedoch bei der Erneuerung der bestehenden Gebäude. Zu entwickeln sind insbesondere Architekturlösungen, die den veränderten Anforderungen ein neues Gesicht geben, Lösungen für den Sanierungsfall und bauliche Anpassungen an den Klimawandel.

Um die ehrgeizigen Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft im Gebäudebereich mit Zielhorizont 2050 zu erreichen, sind verstärkte Anstrengungen notwendig. Die Forschungstiefe ist im Vergleich zur Periode 2004 – 2007 zu steigern und Umsetzungsthemen dem Programm EnergieSchweiz zu überlassen.

DIE FORSCHUNGSSCHWERPUKTE IM ÜBERBLICK

Das Forschungsprogramm setzt hauptsächlich auf Technologien, welche längerfristig ausgerichtet sind, ohne jedoch kurz- und mittelfristige Ziele zu vernachlässigen.

Gebäude- und Siedlungskonzepte für eine 2000-Watt-kompatible Bauwerksentwicklung (Erhaltung der architektonischen Gestaltungsvielfalt, passive Sonnenenergie- und Tageslichtnutzung)
Konzepte, Technologien und Planungswerkzeuge für die energietechnische Gebäudesanierung
Heizen, Kühlen und Lüften im 2000-Watt-kompatiblen Gebäude (sanfte Kühlung, erdgekoppelte Wärmepumpen etc.)
Energieeffizienzsteigerung beim Stromverbrauch in Gebäuden (Elektrischer Energiebedarf für Kühlung der Aussenluft und Luftförderung, Gebäudeautomation, Beleuchtung, etc.)
Innovative Materialien und Komponenten für den Gebäudebereich (Hocheffiziente Wärmedämmungen, Vakuumverglasung, schaltbare und regelbare Verglasungen)

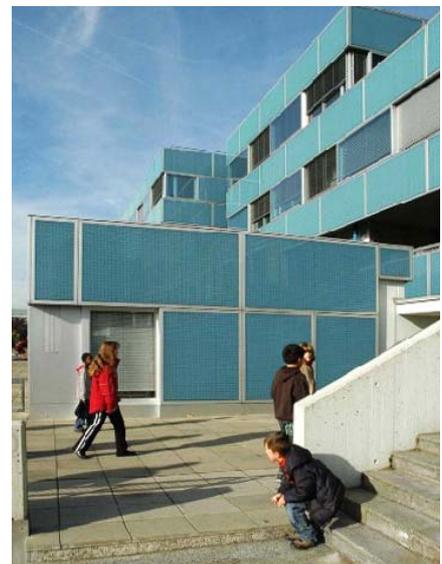
Figur 10: Forschungsschwerpunkte für die Jahre 2008 – 2011

SCHWERPUNKT 1: GEBÄUDE- UND SIEDLUNGSKONZEPTE FÜR EINE 2000-WATT-KOMPATIBLE BAUWERKSENTWICKLUNG

Bedingt durch aktuelle Diskussionen um den Klimawandel und den signifikanten Anteil der Gebäude an den steigenden CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre fällt immer häufiger der Begriff von CO₂-freien bzw. klimaneutralen Bauwerken.

Unter «Bauwerk» wird das Zusammenwirken der Teilsysteme Nutzung, Struktur (Konstruktion, Form) und Prozess (Planungs-, Bau- und Betriebsprozess) über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes verstanden.

Die nachhaltige Raumentwicklung muss zukünftig hohe Priorität haben. Eine differenzierte Betrachtung der Rolle des nachhaltigen Gebäudes im urbanen und ländlichen Kontext erscheint angebracht. Es zeichnet sich eine Entwicklung in Richtung Metropolisierung ab (vgl. Raumkonzept Schweiz, P.A. Rumley, ARE).



Figur 11 (links): Verwaltungsgebäude von Marché International der Mövenpick Gruppe, Kempththal/ZH im MINERGIE-P-Eco-Standard erstellt (Foto Beat Kämpfen, Architekt)

Figur 12 (rechts): Neuartige Glasabdeckung für Kollektoren und Wärmedämmung (Foto EPFL-LESO)

Ziele:

Entwickeln einer ganzheitlichen, d.h. Disziplinen übergreifenden Strategie für das «Gebäude als System» unter Einbezug z.B. der grauen Energie oder der standortinduzierten Mobilität. Dabei ist nach neuen und bestehenden Bauten zu unterscheiden, da diese unterschiedlichen Kriterien zu genügen haben. Neben dem gesamten Planungsprozess sind Themen wie Gestaltung, Konstruktion, technische Ausrüstung, Ökonomie, Betrieb und Unterhalt davon betroffen. Hierzu braucht es Werkzeuge, damit man die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft herunter brechen kann.

Entwickeln von Gewinnstrategien (Gebäude als Kraftwerk, Plus-Energie-Gebäude etc.).

Hauptsächliche Akteure:

Die Forderung nach CO₂-minimierten Bauwerken bedingt eine transdisziplinäre Zusammenarbeit – bei disziplinärer Kompetenz – verschiedener Kompetenzträger aus den Bereichen der Ingenieur-, Natur-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften. Wichtige Akteure sind:

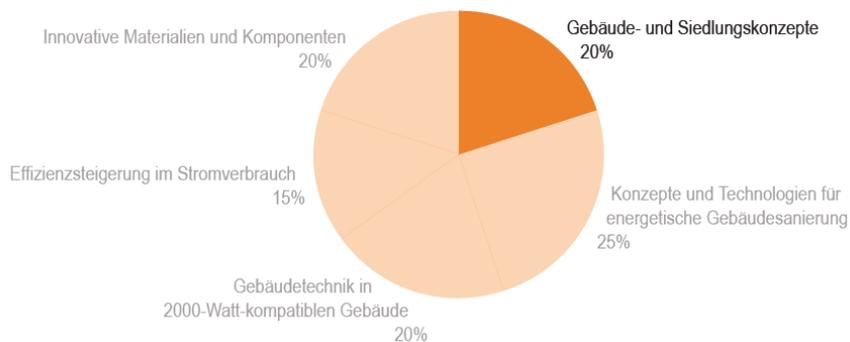
ARE, BAFU, BWO

National Buildings and Renewable Energies Network of Technology (*brenet*)

ETH-Bereich (CCEM)

Planer

Mitteleinsatz:



Forschungsthemen:

- Lebenszyklus
 - Verlässliche und anwendungsfreundliche Methodik zur Ermittlung der Lebenszykluskosten und Entscheidungsfindung
- Typologie
 - Das Bauwerk und dessen Siedlungsintegration
- Architektonische und städtebauliche Integration
 - Gebäude als Kraftwerk (Plus-Energie-Gebäude)
 - Optimierung der Integration von Solartechnologien in die Gebäudehülle zur Produktion von Wärme oder Elektrizität
 - Architektonische Integration neuartiger Materialien in das Gebäude

Aktuelle Projekte bzw. Projekte in Vorbereitung

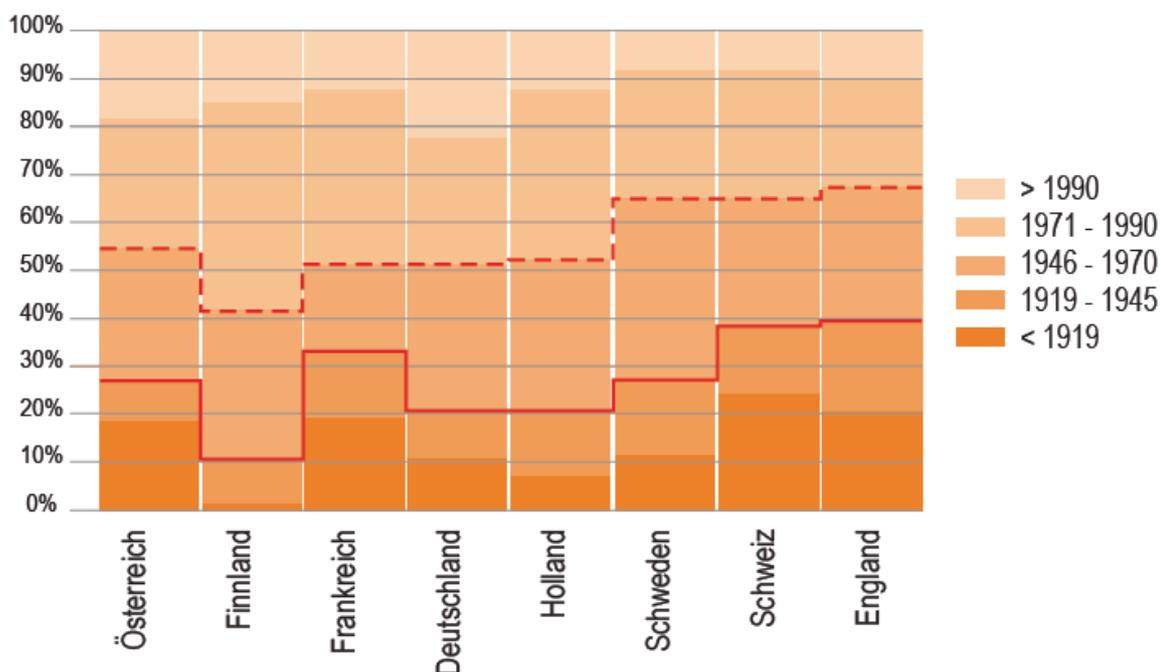
- CO₂-minimiertes Bauwerk über den ganzen Lebenszyklus
- Gebäudepark-Modell Schweiz: Mit welchem Mix an Neubauten, energetisch sanierten Altbauten und Ersatzneubauten sind wir in der Lage, die Zielsetzungen der 2000-Watt-Gesellschaft (Energieeffizienzsteigerung, erneuerbare Energien, Treibhausgas-Minimierung) zu erreichen?
- Tageslichtdynamische Architektur (Vereinigung von Sonnenschutz, Blendschutz und Lichtlenkung in einer Gesamtlösung)

SCHWERPUNKT 2: KONZEPTE, TECHNOLOGIEN UND PLANUNGSWERKZEUGE FÜR DIE ENERGETISCHE GEBÄUDESANIERUNG

Gebäude werden für 50 bis 80, sogar bis 100 Jahre Nutzungsdauer geplant. In der Schweiz sind ca. 65% der Wohnbauten älter als 40 Jahre und ca. 40% älter als 60 Jahre (Figur 13). Der Gebäudebestand wird nur mit einer Rate von etwa 1% - 2% pro Jahr saniert und die Neubaurate beträgt etwa 1%. Die Ersatzbaurate (Abbruch und Neubau) ihrerseits liegt in der Schweiz deutlich unter 0.1% pro Jahr. Somit werden insgesamt pro Jahr etwa 2% - 3% des Gebäudebestandes durch Sanierung oder Neubau auf den aktuellsten Stand von zeitgemässen Neubauten gebracht. Das sind jährlich mehrere tausend Gebäude. In den nächsten 20 bis 30 Jahren dürften dies in der Schweiz einige hunderttausend Gebäude sein.

Gemäss einer Abschätzung von Prof. Bruno Keller würden bei einer Ersatzbaurate von 1% pro Jahr in 30 Jahren lediglich 26% des gesamten Bauwerks erreicht [9]. Selbst wenn alle Neubauten und Gebäudesanierungen nur noch im MINERGIE-Standard ausgeführt würden, läge der Energieverbrauch des Gesamten Bauwerks nach 30 Jahren immer noch bei 81% des ursprünglichen Werts. Um die Ziele der 2000 Watt Gesellschaft zu erreichen, bedarf es deshalb eines verstärkten Effizienzansatzes für den bestehenden Gebäudepark, d.h. mindestens MINERGIE-P.

Zur Diskussion steht auch eine Verlängerung der Nutzungsdauer der Gebäude durch Sanierung, Umnutzung, etc. Dies wiederum bedingt neue Produkte und flexiblere Nutzung.



Figur 13: Alter des Gebäudebestandes (Wohnbauten) im europäischen Vergleich. Quelle: ERABUILD, Building Renovation and Modernisation in Europe – State of the Art review [10]

Gebäudesanierungen bestehen noch allzu oft aus Einzelmassnahmen an Dach, Fassade und Fenstern sowie Heizsystemen. Dies führt zu ineffizienten und teuren Lösungen, wenn sie nicht aufeinander abgestimmt sind.

Die Strategie für Ersatzneubauten unterscheidet sich sozial von derjenigen für Neubauten. Bei Ersatzneubauten sind die bisherigen Mieter und Benutzer stark betroffen. Ebenso muss das soziale und ökonomische Umfeld einbezogen werden, was beim Neubau weit weniger der Fall ist. Technisch unterscheiden sich die Strategien für Ersatzneubauten und Neubauten jedoch kaum.

Die heute schon feststellbare und künftig stärker werdende Klimaerwärmung führt zu einer neuartigen und zusätzlichen Belastung des thermischen Verhaltens bestehender Gebäude und ihrer Gebäudetechnik mit bedeutenden Auswirkungen auf den thermischen Komfort. Es sind Lösungen zu

entwickeln, um bei Sanierungen die negativen Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Benutzerschaft einzudämmen.

Ziele:

In Zusammenarbeit mit Industriepartnern sollen Konzepte, Technologien und Planungswerkzeuge für Gebäudeerneuerungen unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen in bestehenden Bauten (technisch, ökonomisch, konstruktiv) entwickelt werden.

Entwickeln von Instrumenten für die Entscheidungsfindung und Planung von Ersatz-Neubauten

Hauptsächliche Akteure:

CCEM

National Buildings and Renewable Energies Network of Technology (*brenet*) ETH

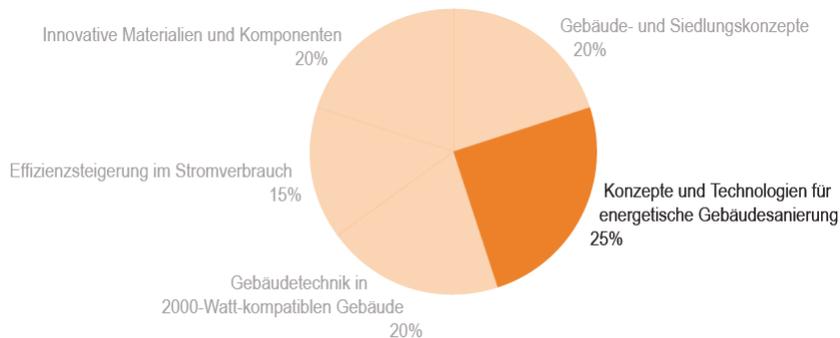
Planungsbüros

Industriepartner

Verbände

Koordination mit dem Nationalen Förderprogramm für die energetische Gebäude-Erneuerung (Massnahme im Rahmen des Aktionsplans «Energieeffizienz» des Bundesrates)

Mitteleinsatz:



Forschungsthemen:

- Technologien und Technikkonfigurationen für die Gebäudesanierung
 - Technologie-Hubs für gezielte Gebäudesanierung
- Methoden und Werkzeuge für die Planung, den Entscheid und die Erfolgskontrolle von Sanierungsmassnahmen
- Instrumente für die Entscheidungsfindung und Planung von Ersatz-Neubauten
- Lösungen für die historische Gebäudesubstanz

Aktuelle Projekte bzw. Projekte in Vorbereitung

- Standardisierung und Vorfabrikation unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Typologien und Standorte

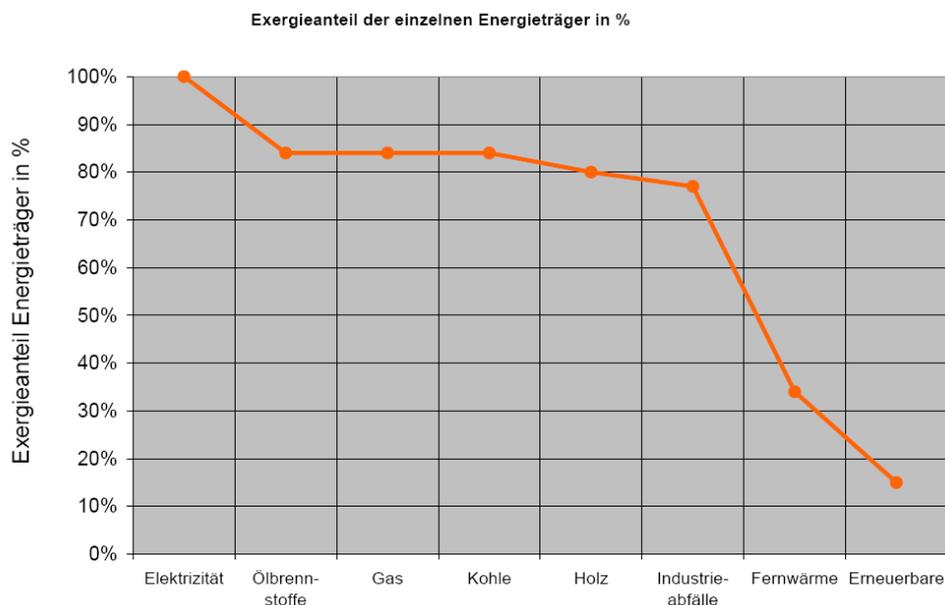
SCHWERPUNKT 3: HEIZEN, KÜHLEN UND LÜFTEN IM 2000-WATT-KOMPATIBLEN GEBÄUDE

Nachdem im Schweizer Klima das bisherige Augenmerk für Bauten vor allem auf die Winterheizperiode ausgerichtet war, zeigt sich nun ein neuer, zusätzlicher Fokus mit den in Zukunft häufiger auftretenden höheren Temperaturen und andauernden warmen Sommerperioden. Auch im Wohnbereich ist deshalb mit einer starken Zunahme der Klimatisierung zu rechnen.

Die Klima- und Kältetechnik in zentralen Anlagen und mit Raumklimageräten zeigt ein grosses, noch weitgehend ungenutztes Energieeffizienzpotenzial durch sorgsame Nutzung geringer Temperaturdifferenzen. Gleichzeitig existiert ein hoher Deckungsbeitrag durch erneuerbare Energien (passiv-solar).

Eine weitere Herausforderung besteht darin, den Exergieanteil drastisch zu verringern. Durch den Ersatz von Heizkesseln wird die Suche nach hochwertigen und verfügbaren Energiequellen wichtig. Als mögliche Lösung bieten sich hocheffiziente Wärmepumpen sowie niederwertige Solarenergie an.

Niedertemperaturwärme wird heute noch zu oft mit Energieträgern erzeugt, welche einen sehr hohen Exergieanteil enthalten (Figur 14)



Figur 14: Exergieanteil der einzelnen Energieträger (Quelle Robert Uetz, Amstein & Walther)

Ziele:

Entwickeln einfacher Gebäudetechnikkonzepte mit kleinen Temperaturdifferenzen, insbesondere für die Erneuerung des Gebäudebestands.

Entwickeln von Lösungen mit Kaskaden-Nutzung des Temperaturgefälles und Einbezug der Wärmerückgewinnung

Low-Exergie-Gebäude (Verzicht auf fossile Brennstoffe)

Entwickeln von standardisierten Kombisystemen mit Integration der thermischen Funktionen Heizen, Kühlen, Lüften, Warmwasser

Entwickeln von Lösungen mit Nutzung der Solarwärme

Entwickeln von Lösungen für andauernde Hitzeperioden in warmen Sommern

Hauptsächliche Akteure:

ETH

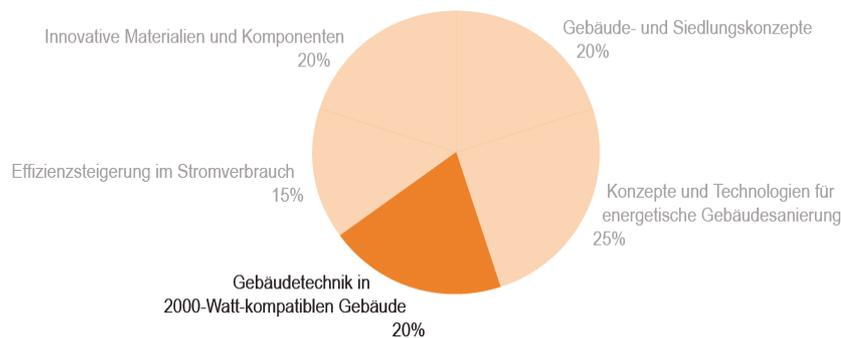
National Buildings and Renewable Energies Network of Technology (*brenet*)

Industriepartner

Planungsbüros

Verbände

Mittleinsatz:



Forschungsthemen:

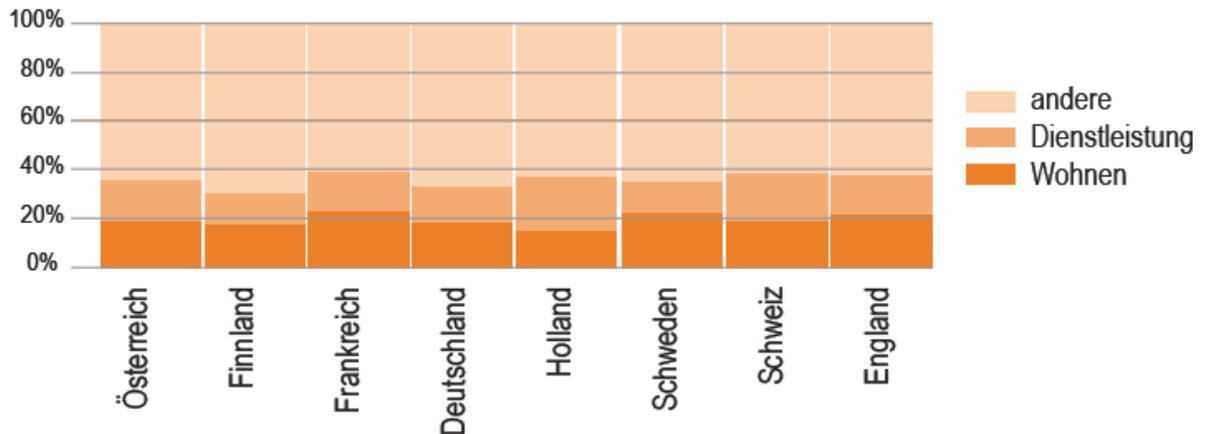
- Low-Exergie-Ansatz für die Gebäudetechnik in Neubau und Sanierung
 - Wärmepumpen mit verbesserter Jahresarbeitszahl (in Absprache mit dem BFE-Forschungsprogramm Wärmepumpen, Kälte)
 - Wärmerückgewinnung
 - Wärmekraftkopplung (in Absprache mit dem BFE-Forschungsprogramm WKK)
- Solartechnologie
 - Saisonale Wärmespeicherung
- Gebäudeautomation
 - IRA (Integrated Room Automation)
 - Bedarfsgeführte Regelung der Gebäudetechnik

Aktuelle Projekte bzw. Projekte in Vorbereitung

- Efficient heating and cooling with heat pumping technology
- Solar Based Long-term Sodium Hydroxide Heat Storage
- Solar thermal absorption cooling (STAC)
- Smart Control and User Interfaces
- Use of weather and occupancy forecasts for optimal building control

SCHWERPUNKT 4: EFFIZIENZSTEIGERUNG BEIM STROMVERBRAUCH IN GEBÄUDEN

Der Elektrizitätsbedarf nimmt unter anhaltendem Wirtschaftswachstum bei allen Verbraucherkategorien stetig zu. Der Anteil, welcher durch das Gebäude selbst verursacht wird (Haustechnik, Aufzüge, fest eingebaute Geräte und Beleuchtung) liegt deutlich über 50%. In Wohnbauten werden 15% des Stromverbrauchs alleine für die Beleuchtung eingesetzt. In Dienstleistungsgebäuden sind es im Mittel 22%.



Figur 15: Endenergieverbrauch nach Gebäudekategorie im internationalen Vergleich [9]

Die digitale Vernetzung verschiedener technischer Einrichtungen eines Gebäudes in Verbindung mit einer selbst lernenden Regelung kann den Komfort und die Sicherheit der Bewohner erhöhen und gleichzeitig den Energieverbrauch senken.

Ziele:

Minimierung des Elektrizitätsverbrauchs von Gebäuden und Optimierung der Integration der Beleuchtung ins Gebäudesystem

Die Realisierung von Stromsparkonzepten ist gegenwärtig weniger eine Forschungsaufgabe, sondern erfordert die Demonstration integraler Konzepte. Vor allem im Dienstleistungssektor soll beispielhaft demonstriert werden, welches Potential im Elektrizitätsbereich ausgeschöpft werden kann

Hauptsächliche Akteure:

ETH-Bereich (ETHZ, EPFL, EMPA, PSI)

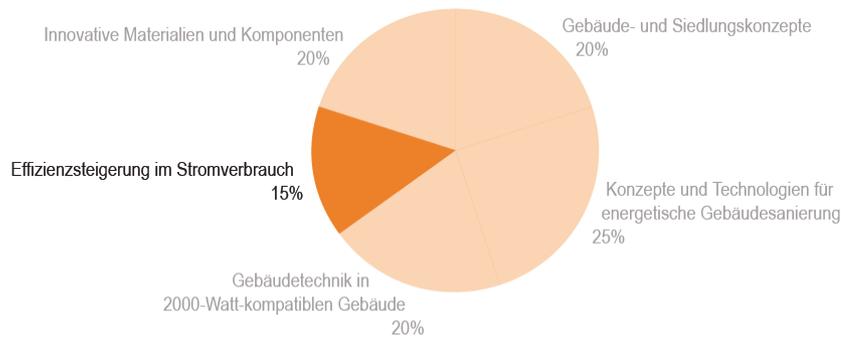
Fachhochschulen

Industrie

Planungsbüros

Die Projekte werden, insbesondere wenn sie die Gerätetechnik betreffen, in Zusammenarbeit mit dem Forschungsprogramm *Elektrizität* durchgeführt.

Mittelleinsatz:



Forschungsthemen:

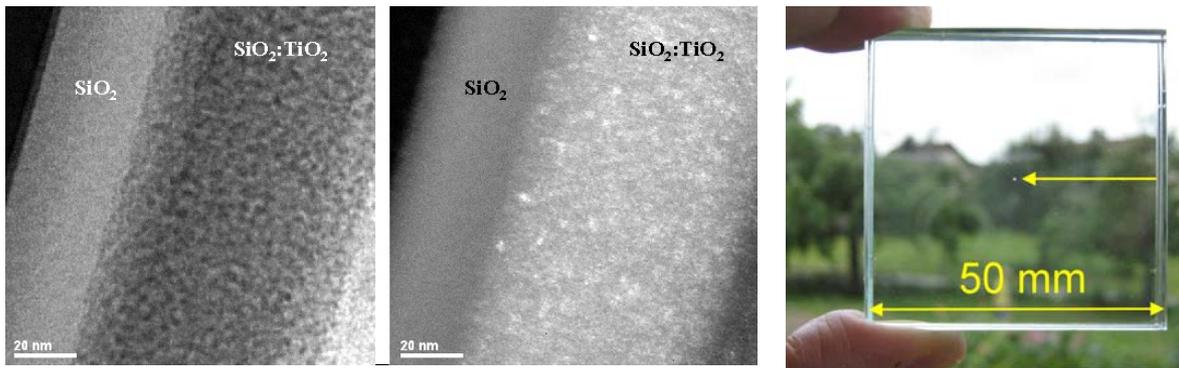
Anvisiert werden sowohl konzeptionelle Massnahmen, Systemoptimierungen wie auch Technologieentwicklung und Demonstration zu folgenden Bereichen:

- Beleuchtungskonzepte für energieeffiziente Gebäude
 - LED/OLED-Technik
 - Tageslichtlenksysteme
- Gebäude mit minimiertem Stand-by-Verbrauch
 - Intelligente Sensoren und Schalter

Aktuelle Projekte bzw. Projekte in Vorbereitung

- Green lighting

SCHWERPUNKT 5: INNOVATIVE MATERIALIEN UND KOMPONENTEN FÜR DEN GEBÄUDEBEREICH



Figur 16 (links): Nanocomposite thin films by sol-gel dip coating (Foto: EPFL-LESO)

Figur 17 (rechts): Stützkörper bei Vakuumverglasung (Foto: EMPA)

Ziele:

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

Neue und weiter entwickelte Materialien zur Verbesserung des Raumklimas, des Energieverbrauchs und der Speicherfähigkeit in Gebäuden

Entwickeln von Methoden zur Überprüfung der Alterung und zur Qualitätssicherung

Anwendung der Nanotechnologie im Fenster- und Fassadenbau zur Verbesserung der energetischen Eigenschaften

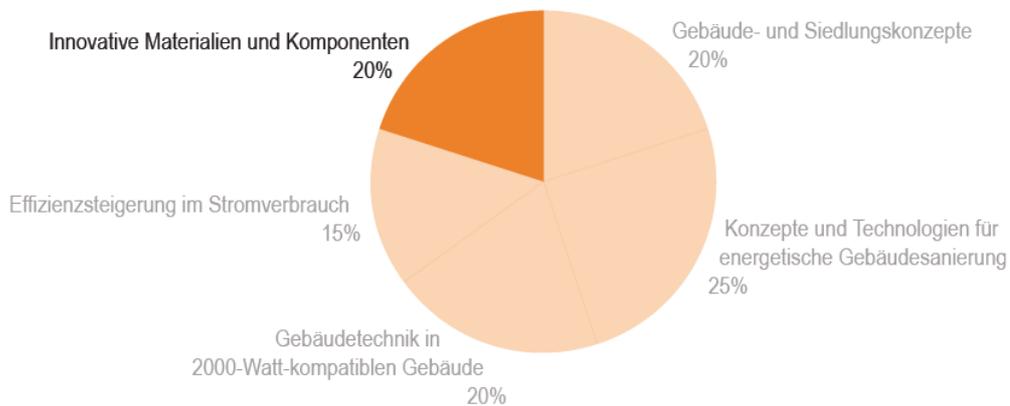
Hauptsächliche Akteure:

ETH-Bereich (ETHZ, EPFL, EMPA, PSI)

Fachhochschulen

Industrie

Mitteleinsatz:



Forschungsthemen:

- Gebäudehülle
 - Stellenwert der Baustoffe (Holz, Metall, Glas, Kunststoff etc.) im mehrgeschossigen Wohnungs- und Bürobau
 - neuartige nanostrukturierte Dämmstoffe
 - Hochleistungswärmedämmung (Keramikdämmstoffe, Aerogele, etc.) inkl. Langzeitverhalten
- Verglasung
 - Verglasungen mit optimierter Energie- und Lichttransmission
 - Schaltbare und regelbare Verglasungen (Novel switchable windows using gasochromic coatings with integrated micro-electrolysers)
- Multifunktionale Fassadensysteme
 - Fensterelemente mit solarer Warmwassererzeugung
- Innenkomponenten
 - Thermisch aktivierte Geschossdecken mit PCM

Aktuelle Projekte bzw. Projekte in Vorbereitung

- Anwendung neuartiger Materialien in zukünftigen Fassadensystemen (Glassx, Lucido etc.)
- Vakuumverglasung zweiter Generation
- Microstructured/holographic glazing for overheating and glare-protection
- Colored glazed solar facades for air heating and natural ventilation
- Colored glazed solar facades with integrated solar cooling

8. Information und Kommunikation

Die Forschungsschwerpunkte werden auf der Programm-Homepage bekannt gegeben. Für die Eingabe von Projekten stehen die Vorlagen *Projektskizze* und *Forschungsgesuch* bereit.

Die Programmleitung berichtet zudem jährlich im Überblicksbericht [11], [12], [13] über die durchgeführten Arbeiten.

Die einzelnen Jahres-, Zwischen- und Schlussberichte der laufenden Forschungs- und Demonstrationsprojekte werden auf der Programm-Homepage (www.bfe.admin.ch/forschungsgbaeude) laufend publiziert. Die Website wird in vier Sprachen geführt.

The screenshot shows the website interface for the 'Forschungsprogramm Energie in Gebäuden' (BFE). The header includes the Swiss Confederation logo and name in German, French, Italian, and Romansh, along with the department 'Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation' and the office 'Bundesamt für Energie BFE Forschungsprogramm Gebäude'. A navigation menu contains 'Themen', 'EnergieSchweiz', 'Dokumentation', 'Dienstleistungen', and 'Das BFE'. The main content area features a search bar, a 'Home' button, and a 'zur Druckversion' link. A sidebar on the left lists 'Das Forschungsprogramm', 'Projekte', 'Datenbanken', and 'Planungshilfen'. A 'Quick-Links' section on the right includes 'Datenbank' and 'Energieforschung'. The main heading is 'Forschungsprogramm Energie in Gebäuden' with a subtitle 'Willkommen beim Forschungsprogramm Energie in Gebäuden des Bundesamts für Energie (BFE)'.

Figur 18: Neuer Internetauftritt des Forschungsprogramms (aufgeschaltet Dezember 2007)

Zur aktiven Informationsvermittlung werden im zweijährlichen Rhythmus das Status-Seminar der *Energie- und Umweltforschung im Bauwesen* (Organisation durch brenet) sowie die *Conférence Internationale sur le Bâtiment CISBAT* (Organisation durch EPFL-LESO) durchgeführt. Beide Tagungen sind ein geschätzter Treffpunkt der Energieforschung im Gebäude.

Gute Lösungen

Gute Lösungen bei der Gebäudesanierung werden dokumentiert und in Abstimmung mit EnergieSchweiz katalogisiert. Sie werden auf der Webseite des Programms publiziert. Damit soll eine rasche Diffusion erreicht werden.

9. Ausschreibung Forschungsschwerpunkte (-projekte) des F+E-Programms *Energie in Gebäuden 2008 – 2011*

Eine Ausschreibung einzelner Forschungsthemen erfolgt im Laufe des Jahres 2008. Jederzeit können jedoch Projektskizzen zu den Forschungsschwerpunkten eingereicht werden.

Die Projekteingaben werden nach folgenden Grundsätzen evaluiert:

Langfristiger Nutzen aller Beteiligten
Interessante gegen relevante Ideen abwägen
Projekte mit Chance für kommerzielle Umsetzung fördern
Nicht eingreifen sondern stimulieren
Prinzip der Subsidiarität anwenden
Keine Wettbewerbsverzerrung durch öffentlich zugängliche Resultate
Hoher Anteil Eigenmittel der Wirtschaft
Einbettung in internationale Forschung

Figur 19: Kriterien für die Evaluation von Projekteingaben (aus Präsentation CORE-Präsident vom 21.11.2006)

10. Referenzen

- [1] Eidgenössische Energieforschungskommission CORE: *Konzept der Energieforschung des Bundes 2008 bis 2011*, 2007. Download: www.bfe.admin.ch/forschung
- [2] Plattform Zukunft Bau, bauenschweiz, www.plattformzukunftbau.ch
- [3] Bundesamt für Energie: Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2006
- [4] SIA Effizienzpfad Energie, SIA Dokumentation D 0216, Zürich, 2006
- [5] Energieforschung und -entwicklung 2005 der Bauwirtschaft, Umfrage im Rahmen des Forschungsprogramms *Rationelle Energienutzung in Gebäuden*, brenet, 2007
- [6] Plattform für Energieeffizienz, EnergieSchweiz, 2007
- [7] IEA Future Buildings Forum: Future Sustainable Buildings and Communities, Espoo, Finland, September 9, 2007
- [8] ECTP, Strategic Research Agenda for the European Construction Sector, Implementation Action Plan, July 20th, 2007; www.ectp.org
- [9] B. Keller, Perspektiven energieeffizienten Bauens, in Bulletin 4/04 Nachhaltigkeit im Bauen, SATW, 2004
- [10] Building Renovation and Modernisation in Europe – State of the art review, L. Itard et al., TU Delft, October 2007
- [11] Ch. Filleux, Rationelle Energienutzung in Gebäuden, Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2006. Download: www.bfe.admin.ch/forschung/gebaeude
- [12] Ch. Filleux, Energie in Gebäuden, Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2007. Download: www.bfe.admin.ch/forschung/gebaeude
- [13] Ch. Filleux, Forschungsprogramm Energie in Gebäuden, Synthesebericht zum Forschungsprogramm 2008. Download: www.bfe.admin.ch/forschung/gebaeude