

Energieforschung

Grundlagen für zukunftsweisende Produkte

Die Zielvorgabe für Arbeiten in der Forschung und Entwicklung ist ambitiös. Doch erst wissenschaftliche Resultate bilden die nötigen Grundlagen für die Schaffung von modernen Produkten, energieeffizienten Bauelementen und Geräten sowie leistungsstarken Planungswerkzeugen.

Jürg Wellstein

Die nächsten Schritte der Forschung und Entwicklung stehen fest: Wärme soll in Gebäuden ohne fossile Brennstoffe erzeugt und der gesamte Energieverbrauch halbiert werden. Die von der eidg. Energieforschungskommission CORE formulierten Massnahmen sind auf das Ziel einer 2000-Watt-Gesellschaft ausgerichtet. Umgesetzt wird diese Vision mit Projekten der angewandten Forschung, aber auch mit Pilot- und Demonstrationsobjekten, bei denen neben der Funktionalität auch die Wirtschaftlichkeit und Markteignung geprüft werden kann.

Schwerpunkte im Energieforschungsbereich

Die Forschung und Entwicklung ist stets mit technologischen und materialtechnischen Fragen konfrontiert. Bautechnik und Bauphysik spielen eine zentrale Rolle, wenn es um die Eignung von neuen Techniken, Bauelementen und Komponenten geht sowie um deren langfristige Qualität und Zuverlässigkeit. Daneben werden heute zunehmend die veränderten Klimabedingungen diskutiert, also Effekte der Klimaerwärmung bzw. einer grösseren Bandbreite der Temperaturverhältnisse. Aus diesem Grund erhält der sommerliche Wärmeschutz von Gebäuden, sowohl Büro- als auch Wohngebäuden, eine stärkere Bedeutung.

Aus den Rahmenbedingungen abgeleitet, ergeben sich für die von Hochschulen, Fachhochschulen, Instituten

und Privatfirmen durchgeführten Forschungsarbeiten folgende Schwerpunkte:

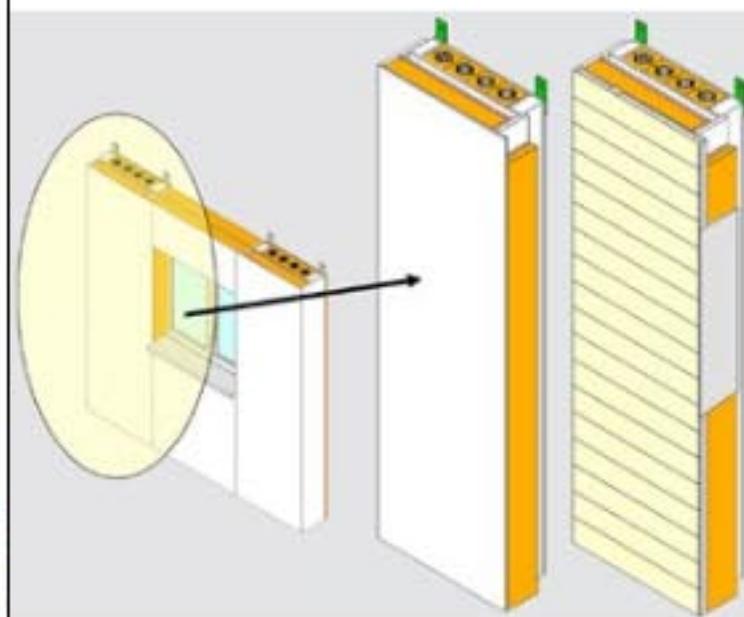
- Optimierte Gebäudekonzepte sollen zum einen die architektonische Gestaltungsvielfalt gewähren, zum andern passive Sonnenenergie- und Tageslichtnutzung begünstigen.
- Wärmedämmung und Verglasungen sind prioritäre Bereiche für eine Verminderung des Energiebedarfs im Gebäude.
- Für das Heizen, Kühlen und Lüften der Zukunft sollen neue, innovative Technologien entwickelt werden.
- Planungswerkzeuge stellen die Grundlage für eine professionelle Gestaltung moderner Baukonzepte dar.

Grundsätzlich gilt die Ausrichtung der Forschungsziele sowohl für Neu- als auch Altbauten. Bei der umfangreichen nationalen Aufgabe einer energieeffizienten Erneuerung des bestehenden Gebäudebestands müssen allerdings adaptierte Lösungen entwickelt werden.

Grundlagen für Erneuerungsentscheide

Bei der Sanierung von Gebäuden stellen die scheinbaren baulichen Unterschiedlichkeiten zunächst ein Hindernis für modulare Massnahmen und ganzheitliche Sanierungsstrategien dar. Im Rahmen des Projekts CCEM-Retrofit befassen sich Experten der Hochschule Luzern mit einer Typendefinition, mit welcher einerseits das Potenzial für rationell hergestellte Module abgeschätzt, andererseits der Weg zur geeigneten Gestaltung dieser Mittel aufgezeigt wird. Zudem konnte ein «Retrofit-Advisor» entwickelt werden, mit dem Gebäudeeigentümer eine Entscheidungshilfe für eine nachhaltige Erneuerung zur Verfügung gestellt wird. Damit können die Liegenschaften in Bezug auf Marktwert und Umweltverträglichkeit beurteilt werden. Ausgehend vom aktuellen Zustand werden die Optionen Instandstellung, Gesamterneuerung oder Ersatzneubau analysiert.

Das Bundesamt für Energie (BFE) hat beispielsweise auch die Entwicklung des Systemnachweises für Minergie-Eco unterstützt, bei welchem die für die Planung notwendigen Methoden und Softwarebausteine geschaffen wurden. Wenn heute Sanierungen erwogen werden, spielen der Umfang der grauen Energie und die Vermeidung um-



Modulare Konzepte für die Gebäudesanierung (Bild: CCEM-Retrofit)

weltschädlicher, gesundheitsgefährdender Baustoffe eine wichtige Rolle. Diese Motivation steht im Mittelpunkt des Labels Minergie-Eco.

Leistungsstarke Wärmedämmungen für das Gebäude

Im Bereich der Gebäudehülle wird an der Weiterentwicklung von Hochleistungs-Dämmmaterialien wie Vakuum-Isolationspaneelen (VIP) gearbeitet. Diese Platten werden mit einem Vakuum versehen, das den Wärmetransport deutlich vermindert. Im Vergleich mit üblichen Dämmstoffen haben solche VIP bei gleicher Dämmstärke einen fünf- bis zehnfach höheren spezifischen Widerstand, sodass bei gleicher Dämmung schlanker gebaut werden kann. Bei der Forschungsarbeit sind Fragen zur Dichtigkeit und Alterungsbeständigkeit der verwendeten Hüllfolien zu klären. Zudem werden geeignete Anwendungsorte am Bau identifiziert und spezifische Applikationen bestimmt.

Ein weiteres Forschungsfeld stellen die optischen Beschichtungen für Sonnenschutzgläser und transparente Gebäudeteile dar. Mit einer Begrenzung der spektralen Transmission auf das sichtbare Licht kann beispielsweise die solarthermische Belastung eines Innenraums vermindert werden. Daran arbeitet ein Team der Universität Basel. Ein zweiter Aspekt des Fensterbaus wird an der EMPA in Dübendorf behandelt. Hier untersucht man die Funktionalität von Vakuumverglasungen für minimalen Wärmeverlust über die Fenster. Die Vakuum-Isolationsverglasung (VIG) weist markant verbesserte Wärmedämmeigenschaften bei geringerer Dicke auf, indem der Raum zwischen zwei Scheiben evakuiert wird und dadurch – wie bei den VIP – die Wärmeleitung vermindert wird. Damit können Wärmedurchgangskoeffizienten erreicht werden, welche um einen Faktor von 2 bis 5 unter der konventionellen Isolationsverglasung liegen.

Offene Türen für erneuerbare Energien

Bei der Wärmeerzeugung stehen neben fossilen Energieträgern und der Elektrizität die erneuerbaren Energien Sonne, Erdwärme, Luft, Wasser und Biomasse zur Verfügung. Die Forschungsaktivitäten richten sich auf die Entwicklung und Qualitätssteigerung von Sonnenkollektoren als Kombisystem, auf die Verbesserungen der Realisierung von Erdwärmesonden, inkl. der Bohrgeräte, auf die Wirkungsgraderhöhung von Luft-Wasser-Wärmepumpen sowie auf die Emissionsverminderung bei Holzfeuerungen (z.B. Partikel). Grundsätzlich gilt bei der Gebäudeerneuerung: Je besser die Gebäudehülle gedämmt wird, desto geringer ist der erforderliche Energiebedarf und desto geeigneter die Nutzung erneuerbarer Energien. Neben der grundsätzlichen Eignung einer erneuerbaren Energie spielen auch geeignete Umsetzungsmittel eine Rolle. So wurde beispielsweise die Entwicklung eines kompakten Bohrgeräts für Erdwärmesonden unterstützt, für das mit rund einem Meter Gerätebreite auch Türen und enge Tore kein Hindernis mehr darstellen und durch die Separierung der Bohrinfrastrukturaggregate die definierten Bohrplätze wesentlich einfacher eingerichtet werden können.

Mit der Idee einer dezentralen Energieversorgung wird seit Jahrzehnten an der Entwicklung von Brennstoffzellen- und Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen gearbeitet.

Hierbei ist die Nutzung von Erdgas, aber auch Biogas möglich. Bei der Stromproduktion entsteht Abwärme, die für Raumheizung und Warmwassererwärmung eingesetzt werden kann. Beide Systeme eignen sich jedoch eher für Mehrfamilienhäuser und müssen für ihre Marktfähigkeit noch kostengünstiger werden. Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle für den stationären Betrieb ist Gegenstand intensiver internationaler Entwicklungsanstrengungen. Ebenfalls mit hoher Priorität werden kleinere Geräte entwickelt.

Aufgrund des weitverbreiteten Widerstands gegen aufgesetzte Kollektoren und ihre ungünstige Ästhetik konzentrierte man sich bei der Sonnenenergienutzung sowohl bei Kollektoren als auch bei Photovoltaik-Modulen intensiv auf technische Konzepte zur Dachintegration, sodass heute vielfältige architektonische Lösungen sowohl auf dem Dach als auch an Fassaden möglich sind. Wesentliches Anliegen ist seit Langem, fundierte Erkenntnisse über Nutzungsdauer und Sicherheit von Sonnenkollektoren und Photovoltaik-Modulen zu erhalten. Dazu werden Labormessungen, Langzeitmessungen, Materialuntersuchungen und Funktionstest durchgeführt. Hierbei sind die drei Fachhochschulen in Rapperswil, Burgdorf und Lugano besonders aktiv. Durch diese langjährigen Aktivitäten konnten einerseits Verbesserungsmöglichkeiten erkannt und von der entsprechenden Industrie umgesetzt werden, andererseits liessen sich

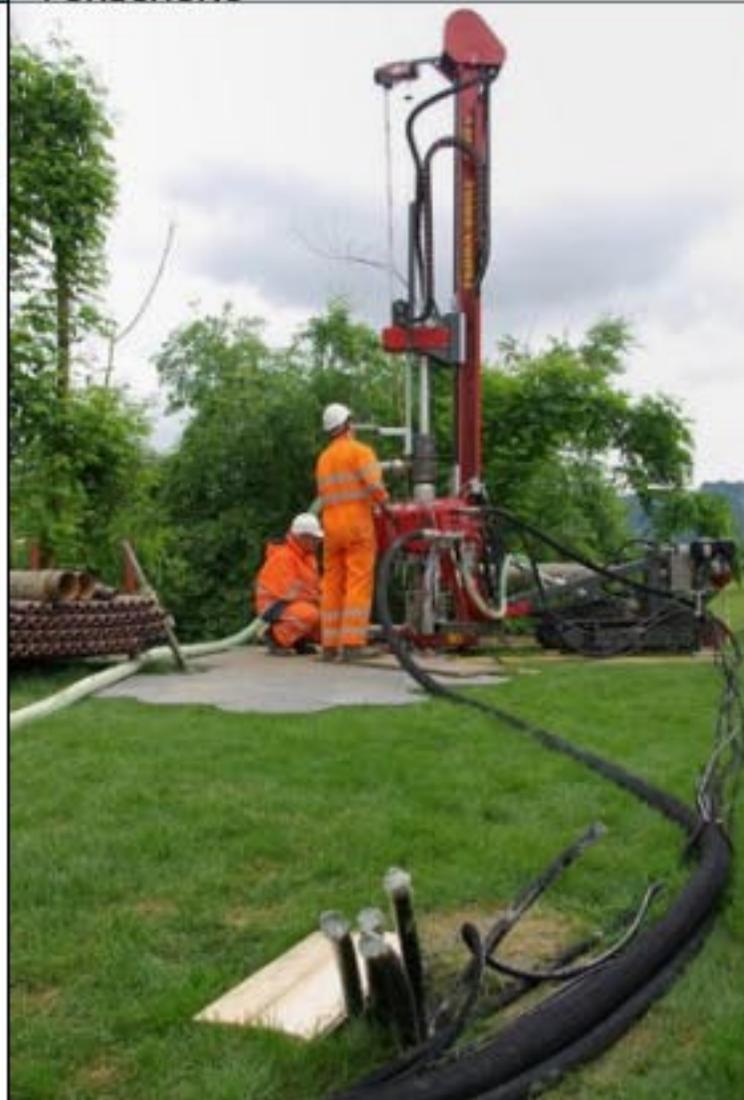


Holzbau mit VIP-Elementen. (Bild: Renggli AG)

Entwicklung farbiger Gläser für Sonnenkollektoren. (Bild: EPFL/LESO-PB)



Kompaktes Bohrgerät für Erdwärmesonden im Erneuerungsbereich. (Bild: Terra AG, Brittnau)



die möglichen Garantiezeiten sukzessiv erweitern. Mit den gewonnenen Erkenntnissen aus Forschung und Entwicklung können heute verschiedene frühere Fehler bei der Planung und Montage vermieden werden, beispielsweise Leistungseinbußen durch partielle oder zunehmende Verschattung und Verschmutzungen durch Pollen, Abluft usw.

Umweltwärme in Nutzenergie umwandeln

Während die Wärmepumpe in der Schweiz vor allem im Neubausektor, aber zunehmend auch bei Sanierungen Erfolge verzeichnet, gehen die Forschenden weiter und untersuchen neben effizienzsteigernden Massnahmen auch neuartige Konzepte, wie die magnetische Wärmepumpe. Bei diesem an der Fachhochschule in Yverdonles-Bains bearbeiteten Projekt werden Materialien verwendet, die den magnetokalorischen Effekt nutzen können, um eine Erwärmung zu generieren. So könnte man in Zukunft auf ein spezielles Arbeitsmittel verzichten. Die material- und prozesstechnischen Fragen sind aber noch weiter zu klären. Als Variante zu den konventionellen Arbeitsmitteln versteht sich auch der Einsatz von Kohlen-

dioxid (CO₂), das in einem Sondenrohr durch die Erdwärme verdampft, anschliessend im Wärmetauscher kondensiert und so einen Kreislauf bildet.

Ein wichtiges Ziel stellt die Steigerung des Wirkungsgrads von Wärmepumpenanlagen dar. In diesem Zusammenhang bilden Exergieanalysen einen wichtigen Schlüssel. Damit lassen sich verschiedene Verluste in Heizsystemen mit Wärmepumpen leicht erfassen. Das BFE hat dazu Forschungsprojekte unterstützt, welche die Zusammenhänge zwischen Leistungsregelung, Effizienz der Wärmepumpe und Verdampfergeometrie aufzeigen und mögliche Massnahmen für die Maschinenentwickler nennen. Während die Forschenden interessante Innovationen erarbeiten, gilt es ebenso Wege aufzuzeigen, wie bereits heute eine Planungsoptimierung von Anlagen erreicht werden kann. Mit der Formulierung von möglichen Standardschaltungen hat die Fachhochschule Nordwestschweiz in Muttenz beispielsweise günstige Auslegungen von Wärmepumpen-Anlagen unterschiedlicher Dimension und Vielfalt an Komponenten definiert. Dieser Beitrag basiert sowohl auf theoretischen Berechnungen als auch auf umfassenden Praxisuntersuchungen.

Speicher als Schlüssel für die Sonnenenergie

Bei der Energieerzeugung sind zahlreiche technologische Innovationen in Entwicklung. Ein ebenso wichtiges Gebiet der Forschung umfasst jedoch die Energiespeicherung, insbesondere die Wärmespeicherung. Ohne sinnvolle und zuverlässige Systeme wird die breite Sonnenenergienutzung behindert. Einen möglichen Ansatz bilden Feststoffe und Flüssigkeiten, wie Granulate und Wasser, die erwärmt werden und zeitverschoben diese gespeicherte Wärme über Haustechnikanlagen (Raumheizung, Warmwasser, Lüftung usw.) wieder abgeben. Diese Speicherung erfolgt ohne Phasenwechsel des Materials. Einen anderen Ansatz verfolgt die Empa in Dübendorf mit ersten Versuchen, um die thermochemische Speicherung mithilfe von Natronlauge zu nutzen. Diese Wärmespeicherung durch Absorption erfolgt durch die Konzentration verdünnter Natronlauge. Die Wärme bleibt nun nicht als Wärme, sondern als Potenzial gespeichert. Bei der Prozessumkehr wird diese wieder als Wärme freigesetzt. Diese Zwischenspeicherung ohne kontinuierlichen Wärmeverlust verlangt allerdings komplexe material- und anlagentechnische Konzepte.

Für künftige Plusenergiehäuser, die sich durch die Systemintegration verschiedener energetischer und haustechnischer Komponenten auszeichnen, werden angepasste Planungswerkzeuge und innovative Bauelemente verlangt, damit solche Gebäude als Neubauten oder Sanierungen eine Breitenwirkung erlangen. Bei diesen Gebäuden wird eine optimale Kombination von passiven und aktiven Systemen notwendig, welche Gegenstand derzeitiger Entwicklungsanstrengungen sind. Die Stichworte lauten:

- kompakter Baukörper
- Wärmedämmung
- Speichermassen
- Nachtkühlkonzepte
- Tageslichtnutzung
- Einsatz von Sonnenenergie
- reversible Wärmepumpen
- Energieeffizienz bei Licht und Geräten



Langjährige Testarbeit für Qualitätssteigerungen bei Wärmepumpen.

CALPEX® - Isolationssysteme

Klicken statt Schrauben in allen Dimensionen



www.pipesystems.com

Ihr Partner für Rohrsysteme

Das raffinierte System für die Nachdämmung der CALPEX® - Niedertemperaturrohre setzt sich immer mehr durch. Mit der Markteinführung der CALPEX® - Big-I und CALPEX® - Big-L-Schalen ist die Familie der CALPEX® - Clip-Schalen bis zum Durchmesser von 182 mm für jede Art von Verbindungen vollständig.

Rufen Sie uns an!

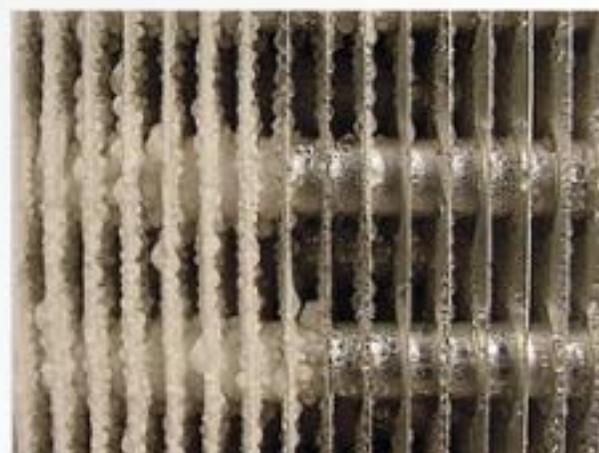
Brugg Rohrsystem AG
Industriestrasse 39
CH-5314 Kleindöttingen
phone +41 (0)56 268 78 78
fax +41 (0)56 268 78 79
pipesystems@brugg.com
www.pipesystems.com

A company of the
BRUGG Group

BRUGG PIPESYSTEMS
Flexible solutions



Wärmespeicherung mit thermochemischem Prinzip und der Nutzung von Natronlauge. (Bild: Empa Dübendorf)



Exergieanalysen als theoretische Basis für mehr Energieeffizienz. (Bild: HSLU Horw)

Messen als Input für die Weiterentwicklung

Einen wichtigen Aspekt der angewandten Energieforschung sind Messkampagnen bei neuen, in Betrieb stehenden Anlagen. Dieses Messen von Energiewerten, Abläufen und Prozessen usw. dient einerseits der Optimierung von solchen Systemen, andererseits können damit die verwendeten Planungs- und Berechnungswerkzeuge adaptiert und verbessert werden. Das aus Forschungsarbeiten stammende Polysun-Werkzeug zur Auslegung von Solaranlagen wurde auf diese Weise erweitert und präzisiert, sodass daraus ein auch international viel beachtetes und benutztes Instrument geworden ist.

Das wohl berühmteste Objekt aktueller Messkampagnen ist die neue Monte-Rosa-Hütte in den Walliser Alpen. Dieses beinahe autarke Gebäude umfasst eine prognosefähige Haustechnik-Regelung, welche auch Ausgangspunkt für die Anwendung in künftigen Neubauten aber auch bei Gebäudemodernisierungen sein soll.

BFE-Energieforschungsprogramme

Kontakte und Links

www.energieforschung.ch

Energie in Gebäuden

Charles Filleux, Filleux.REN@bhz.ch

Andreas Eckmanns, andreas.eckmanns@bfe.admin.ch

Wärmepumpen

Thomas Kopp, thomas.kopp@hsr.ch

Geothermie

Rudolf Minder, rudolf.minder@bluewin.ch

Gunter Siddiqi, gunter.siddiqi@bfe.admin.ch

Solarwärme

Jean-Christophe Hadorn, jchadorn@baseconsultants.com

Photovoltaik

Stefan Nowak, stefan.nowak@netenergy.ch

Stefan Oberholzer, stefan.oberholzer@bfe.admin.ch