

## Inputpapier von Roland Stulz

Executive Director novatlantis, ETH-Bereich

### **Immobilien:**

### **Massnahmen zur Energieeffizienz im Gebäudebereich**

1. Expertenmeeting vom 20. bis 22. Juni 2007

Paul Scherrer Institut PSI, Villigen, Schweiz



**Energie Dialog Schweiz**  
**1. Expertenmeeting 20.-22. Juni 2007**

**Immobilien: Massnahmen zur Energieeffizienz im Gebäudebereich**

Roland Stulz, Novatlantis - Nachhaltigkeit im ETH Bereich

**1. Der Energiebedarf von Gebäuden**

Rund 50 Prozent des gesamten Energieverbrauchs der Schweiz wird in Gebäuden verwendet: 10 Prozent in der Konstruktion (Bauprozess und Baumaterial) sowie 40 Prozent im Betrieb (30% HLKK, 10% Beleuchtung und Geräte). 55 Prozent der Bruttogeschossfläche wird zu Wohnzwecken genutzt, der grösste Teil davon in Mehrfamilienhäusern.

Die Wohnfläche pro Person (inkl. Zweitwohnungen) nimmt kontinuierlich zu und hat sich in den letzten 50 Jahren auf rund 55 m<sup>2</sup> verdoppelt. Der Wärmebedarf pro m<sup>2</sup> nimmt dagegen ab, der Kältebedarf und der Strombedarf nehmen hingegen zu. Vor allem Altbauten verursachen einen Grossteil des Energieverlusts im Baubereich. Deren Sanierung oder Ersatz erfordern viel Knowhow und einiges an Forschung und Entwicklung. Für eine Nachhaltige Entwicklung muss deshalb bei den bestehenden Bauten - vor allem aus den Jahren 1940 bis 1980 - eine massive Reduktion des Energieverbrauchs um 90 Prozent erreicht werden.

**Komfortbedarf statt Energiebedarf**

Bisher war der Raumkomfort mit dem Energieverbrauch direkt gekoppelt: mehr Komfort wurde mit zusätzlichem Energieverbrauch erzeugt. Die Entwicklungen der letzten zwanzig Jahre ermöglichen aber eine Entkoppelung von Komfort und Energie. Minergie und Minergie P Bauten haben nur noch einen geringfügigen Heizbedarf, der weitgehend aus Abwärme von Personen und Geräten oder direkter Sonneneinstrahlung gedeckt werden kann. Die Raumlüftung und -kühlung kann, auch in Büro- und Gewerbebauten, zunehmend durch natürliche (Fenster-) Lüftung und Kühlung mit geothermischer Kälte erfolgen. Im Wohnungsbau verbleibt als grösster Wärmebedarf noch das Warmwasser, das zu 30 bis 60 Prozent rentabel durch Sonnenkollektoren erwärmt werden kann. Bei sinnvoller Kombination von Bauhülle (insbesondere Fenster und Sonnenschutz), Baumasse (als Wärme- und Kältespeicher) und Gebäudetechnik (HLKKS Heizung, Lüftung, Kälte, Klima, Sanitär) kann somit ein sehr guter Komfort mit minimalem (fossilem) Energieverbrauch erzeugt werden.

**Klimawandel und Lebensstil verändern die Bedarfsstruktur**

Der Klimawandel führt dazu, dass die Heizperiode sich verkürzt, andererseits der Kältebedarf - auch im Wohnungsbau - markant zunehmen wird. Somit führt er zu einem reduzierten Bedarf an fossilen Energieträgern für das Heizen und einem zunehmenden Strombedarf für Kühlung und Lüftung. Die zunehmende Dichte an Geräten für Arbeits- und Unterhaltungszwecke, sowohl im Arbeits- wie auch im Wohnbereich, führen tendenziell ebenfalls zu einer Zunahme des Strombedarfs.

**Gebäude und Mobilität**

Der Energiebedarf von Gebäuden nimmt tendenziell ab, derjenige im Mobilitätsbereich jedoch zu. Deshalb sollten der Energieverbrauch von Gebäuden und der zugeordnete Mobilitätsbedarf als integrale Einheit betrachtet werden. Ein Minergie P Haus in 50 Kilometer Distanz vom Arbeitsort und die Zeitwohnung in 200 Kilometer Distanz ergeben trotz vorbildlichem Bauen eine schlechte Gesamtenergiebilanz. Dieser integrale Ansatz sollte insbesondere auch in raumplanerischen Entscheidungen berücksichtigt werden.

## 2. Die Energieversorgung von Gebäuden

Für die Versorgung von Gebäuden mit Energie steht eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Verfügung, insbesondere:

- Fernwärme
- Quartierwärme- und Kälteversorgung
- Heizkessel für Heizöl und Erdgas
- Heizkessel für Biomassenutzung (Holz, Biogas)
- Elektro-Wärmepumpen (seltener Gas-Wärmepumpen) mit Wärmequelle Geothermie, Gewässer oder Abwärme
- Wärme-Kraft-Koppelung mittels Erdgas-Blockheizkraftwerk
- Sonnenkollektoren
- Fotovoltaik
- Direkte Nutzung von Umweltwärme und -kälte

Der weitaus grösste Teil der Wärmeproduktion für Gebäude erfolgt heute durch Öl- und Gasheizkessel. Im Wohnbereich, insbesondere in kleineren Objekten, erfährt der Einbau von Elektro-Wärmepumpen mit Erdsonden (100-200m Tiefe) ein starkes Wachstum.

Fernwärme wird zunehmend zu einem Auslaufmodell infolge des stark abnehmenden Wärmebedarfs von Gebäuden: je tiefer die Wärmebedarfsdichte in einem Versorgungsgebiet ist, desto unrentabler werden Infrastruktur und Betrieb der Fernwärmeversorgung. Die dezentrale Erzeugung von Wärme, Kälte und Elektrizität mittels Wärme-Kraft-(Kälte-)Kopplung WKK in Blockheizkraftwerken hat sich in der Schweiz aus verschiedenen Gründen nicht durchsetzen können. Im Vergleich zum Ausland, insbesondere Deutschland und Österreich, hat die aktive Nutzung der Sonnenenergie (Warmwasserkollektoren, Fotovoltaik) in der Schweiz eine nur sehr bescheidene Ausbreitung gefunden.

### Energie-Hub

Transport und Verteilung von Elektrizität, Wärme, Kälte, Öl, Gas, Wasser und Abwasser erfolgen weitgehend in separaten Netzen. Diese Infrastruktur bedarf laufend grosser Investitionen für Sanierung und Erweiterung. Hier besteht ein grosses Potential für die effizientere Nutzung von natürlichen und finanziellen Ressourcen. Durch die Verbindung und Zusammenlegung dieser Leitungssysteme in einem System von Energie-Hubs können Bau- und Unterhaltskosten reduziert werden. Zudem können durch Energie-Hubs der Input und Output der verschiedenen Energieträger und -formen kombiniert und optimiert werden. Die - bisher problematischen - Fluktuationen von dezentral erzeugter Elektrizität, Wärme und Treibstoff können dadurch besser gesteuert und eingesetzt werden.

### Exergie und Anergie

Exergie kann - vereinfachend ausgedrückt - als der Teil der Energie bezeichnet werden, der Arbeit verrichten kann. Anergie hingegen kann nur in Form von Wärme genutzt werden. Bisher wurden Raumtemperaturen von 20 bis 22°C fast ausschliesslich mit Öl, Gas oder Elektrizität erzeugt, obwohl diese Energieträger 80 bis 100 Prozent Exergie enthalten und somit für wesentlich hochwertigere Zwecke (Motoren, Licht, etc.) genutzt werden könnten. Diese Verschwendung können wir uns in der Zukunft nicht mehr erlauben. Deshalb muss Raumwärme praktisch ausschliesslich mit - fast unbegrenzt vorhandener Anergie - erzeugt werden. Hierzu nutzbare Anergie sind z.B. Umweltwärme (Wasser, Luft, Sonneneinstrahlung, Geothermie) und Abwärme (von Motoren, Abwasser, Abluft). Exergie (aus Öl, Gas, Elektrizität) muss in Zukunft ausschliesslich für Transport, Produktion und Veredelung von Anergie mit hohem Wirkungsgrad (Wärmepumpen) genutzt werden.

### Vom Ölhaus zum Elektrohaus

Dieser Paradigmenwechsel führt dazu, dass Gebäude nicht mehr mit Öl oder Gas, sondern nur noch mit Umweltwärme oder Biomasse geheizt und gekühlt werden dürfen. Damit wird zwar der CO<sub>2</sub>-Ausstoss massiv reduziert, andererseits der Elektrizitätsbedarf erhöht, z.B. für

den Betrieb von Wärmepumpen zur Nutzung von Umweltwärme. Ein grosses Einsparpotential liegt bei der Reduktion von Standbyverlusten in Geräten brach.

### **Den Erneuerbaren gehört die Zukunft**

Die Konditionierung von Gebäuden mit Anergie führt dazu, dass Gebäude in der Zukunft praktisch ausschliesslich durch erneuerbare Energien beheizt, belüftet und gekühlt werden, nämlich durch:

- Wärme und -kälte aus Erdsonden, Umgebungsluft, Gewässern, Biomasse und Wärmerückgewinnung
- Wärme und Kälte aus Sonneneinstrahlung (Kollektoren, Absorbtion, Adsorption)
- Elektrizität aus Wasserkraft, Biomasse und Fotovoltaik

Hierbei ist zu beachten, dass die Biomasse bereits heute ein knappes Gut ist und nicht mehr als 5 bis 10 Prozent des Energiebedarfs abdecken kann. Auch Biomasse muss primär für hochwertige Energie (Exergie, resp. Stromproduktion und Treibstoffe) verwendet werden. Sonnenenergie hingegen hat ein theoretisch fast unbegrenztes Potential, das noch sehr grosse Entwicklungsmöglichkeiten, aber auch einen grossen Forschungsbedarf aufweist.

### **3. Massnahmen zur Effizienzsteigerung**

Seit rund zwanzig Jahren werden laufend neue und wirksamere Massnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden entwickelt.

#### **Neubauten in Minergie P Standard: das 'Nullenergiehaus' ist marktreif**

Bereits heute werden in immer grösserer Zahl Gebäude realisiert, die rund 90 Prozent weniger Energie brauchen als der Durchschnitt des schweizerischen Gebäudebestandes. Bisher beschränkt sich diese Möglichkeit aber weitgehend auf den Neubau. Für Sanierung und Umbau von bestehenden Gebäuden zum Minergie P (resp. Passivhaus) Standard bestehen noch technische und vor allem finanzielle Hürden.

Im CCEM (Center of Competence for Energy and Mobility des ETH Bereichs, [www.ccem.ch](http://www.ccem.ch)) werden im Rahmen des Projektes 'Innovative Building Technologies for the 2000-Watt Society' (Projektleitung Thomas Frank, EMPA) eine neue Generation von Baumaterialien und Gebäudetechniken entwickelt, mit dem Ziel, den Energieverbrauch in Neu- und Umbauten um einen Faktor 3 bis 5 zu reduzieren. Ein Schwergewicht hat dabei die Nutzung von erneuerbaren Energieträgern. Institutionen des ETH Bereichs und der Fachhochschulen entwickeln gemeinsam mit Industriepartnern

- Wärmedämmung aus Aerogel und Steinwolle
- Vakuumwärmedämmung der zweiten Generation
- farbige Solarfassaden für Heizung und Kühlung
- thermoaktive Deckenelemente mit Latentspeichermasse (phase change material)
- Absorptionssysteme mit Membrantechnologie für Raumkühlung und -entfeuchtung
- kompakte Langzeitspeicher für Solarwärme
- Solar-Absorptionskältemaschine mit 10 kW Leistung
- optimiertes Gebäudetechniksystem mit hocheffizienter Wärmepumpe und Solarnutzung
- intelligentes Regelungssystem für Gebäude mit thermoaktiver Baumasse (TABS)
- bio-mimetisches Regelungssystem für die optimierte Steuerung von Sonnenschutz und elektrischer Beleuchtung

Die Resultate aus diesen Teilprojekten werden im Rahmen von P+D Projekten erprobt. Zudem werden Hilfsmittel für die Ausbildung von Fachleuten erarbeitet.

## **Erneuerung braucht Planungssicherheit und Modularität**

In einem zweiten Projekt des CCEM, dem 'Advanced Energy-Efficient Renovation of Residential Buildings' (Projektleitung M. Zimmermann, EMPA) werden neuartige Methoden und Produkte für sehr energieeffiziente Sanierungen erforscht. Damit soll der Energieverbrauch der bestehenden Bauten um 90 Prozent reduziert, resp. die Ziele der '2000 Watt Gesellschaft' erreicht werden. Mit diesem neuen Ansatz soll der Planungs- und Bauprozess durch Vorfabrikation und Modularität effizienter und billiger, und die Risiken für Investoren und Planer kleiner werden.

Die in Bearbeitung stehenden Module sind:

- vorgefertigte, hochwärmedämmte Dächer mit integrierten Solarsystemen
- Hochisolationstechnik (Vakuumisolation, Aerogele)
- vorgefertigte, hochwärmedämmte Wand- und Fassadelemente
- vorgefertigte, verglaste Balkone für mehr Wohnkomfort
- mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung (WRG)
- intelligente Mess- und Regelsysteme

Die Teilprojekte werden mit rund einem Dutzend Industriepartnern durchgeführt und im Rahmen eines EU Projekts mit zehn Nationen koordiniert. Zur Zeit sind vier Demonstrationsprojekte in Planung. Ergänzend wird mit dem 'Retrofit-Advisor' eine Entscheidungshilfe für Planer und Investoren erarbeitet.

## **Integrierte Gebäudesysteme**

Die Zukunft gehört dem integral konzipierten und betriebenen Gebäude. Die zukunftsfähige Lösung besteht aus der intelligenten Kombination einer grossen Zahl von Elementen und dem effizienten Zusammenspiel von Gebäudeform und -lage, Gebäudemasse, Gebäudehülle und den technischen Installationen. Dadurch entstehen Klima-adaptierte Gebäude mit passiven Systemen für die Nutzung von Umweltenergie und optimierter Kombination von zentraler und dezentraler Energieerzeugung sowie effizientem Einsatz diverser Energieträger.

## **4. Der Markt für Energieeffizienz**

Die Bedeutung der bestehenden Gebäudesubstanz für eine nachhaltige Entwicklung ist unbestritten. Bis ins Jahr 2050 wird in der Schweiz über 90 Prozent des Gebäudeenergiebedarfs durch Bauten verursacht, die vor dem Jahr 2000 erstellt wurden. Gleichzeitig weisen Altbauten gegenüber modernen Neubauten häufig ein grosses Defizit bezüglich Komfort und Zweckmässigkeit auf. Die langfristige Vermietbarkeit und Werterhaltung sind in der Folge nicht gewährleistet, die Verslumung von Altbauquartieren nur eine Frage der Zeit. Deshalb muss sowohl aus volkswirtschaftlicher und betriebswirtschaftlicher - und nicht nur aus energetischer - Sicht der Erneuerungszyklus beschleunigt werden. Dieser beträgt zur Zeit nur 1 bis 1,5 Prozent Erneuerungsinvestitionen pro Jahr in einem Markt von rund 20 Milliarden Franken, d.h. die Erneuerung des gesamten Baubestandes dauert 60 bis 100 Jahre. Somit sind jede Erneuerungsmassnahme und jeder Neubau, die nicht mit Minergie- oder Minergie P Standard erfolgt, eine verpasste Chance mit Wirkung auf Jahrzehnte.

## **Energieeffizienz ist wirtschaftlich**

Wie diverse Neubau-Beispiele zeigen, ist energieeffizientes Bauen in den meisten Fällen rentabel. Auch energetische Erneuerungen sind, wenn richtig geplant und ausgeführt, wirtschaftlich. Gemäss der Studie 'Mobilisierung der energetischen Erneuerungspotenziale im Wohnbaubestand' (Walter Ott et al., 2005,

[http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00535/index.html?lang=de&dossier\\_id=00818](http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00535/index.html?lang=de&dossier_id=00818) )

sind energieeffiziente Erneuerung sowohl für Eigentümer wie auch Mieter rentabel.

Diese - rentablen - Effizienzpotenziale werden zur Zeit jedoch nicht genutzt, weil keine oder ungenaue Kosten/Nutzen-Rechnungen gemacht werden, weil die Folge- und Betriebskosten

einer Baumassnahme nicht berücksichtigt werden und weil die Investitionen nur teilweise auf die Nutzniesser, die Mieter, überwältzt werden können.

### **Die Technik ist vorhanden**

Für Neubauten sind die technischen, planerischen und betrieblichen Kenntnisse für höchst energieeffiziente Gebäude vorhanden. Der Markt bietet alle hierzu geeigneten Produkte zu konkurrenzfähigen Preisen an. Für die Erneuerung werden entsprechende Verfahren und Produkte entwickelt und in den nächsten Jahren marktreif.

### **Die Instrumente sind vorhanden**

Die Planungsinstrumente und Entscheidungsgrundlagen für alle Beteiligten sind ebenfalls vorhanden, insbesondere in Form der SIA Normen und Empfehlungen sowie dem 'SIA Effizienzpfad'. Ein wirkungsvolles Instrument verspricht der sich in Einführung befindliche Gebäude-Energiepass.

### **Freiwilligkeit genügt nicht**

Die Entwicklung der letzten 15 Jahre hat gezeigt, dass eine nachhaltige Entwicklung im Gebäudemarkt durch Freiwilligkeit nicht erreichbar ist. In den 80er Jahren wurde durch neue Energie- und Baugesetze innert kürzester Zeit eine Halbierung des Energieverbrauchs der Neubauten erreicht. Dabei konnten Schweizer Unternehmen auch noch europaweite Marktführerschaft in Umwelttechnologien entwickeln. In den 90er Jahren wurde dieser Vorsprung rasch eingebüsst. Programme wie Energie 2000 und EnergieSchweiz, die auf Freiwilligkeit und Selbstverpflichtung basieren, lassen die Grenzen der Freiwilligkeit klar erkennen. Die notwendigen Effizienzsteigerung können nur durch eine sinnvolle Kombination von Anreizen, Selbstverpflichtung und Gesetzgebung erreicht werden. Es ist zu erwarten, dass in naher Zukunft die kantonalen Energie- und Baugesetze die energetischen Anforderungen an Gebäude verschärfen werden. Der Trend geht in Richtung Minergiestandard für Neu- und Umbauten.

### **2000 Watt Gesellschaft als gemeinsame Vision**

Diese Vision bietet eine übergeordnete, langfristige Zielorientierung für die beschleunigte Umsetzung der Energieeffizienz im Markt. Immer mehr führende Unternehmen aus dem Industrie- und Dienstleistungssektor sowie öffentlich-rechtliche Investoren orientieren sich an der Vision '2000-Watt Gesellschaft'. Bund, Kantone und Kommunen integrieren die '2000-Watt Gesellschaft' in ihre Energiestrategien und realisieren beispielhafte Lösungen.

### **Die Marktführer sind bereit**

Energieeffizienz stellt eine Chance für innovative Unternehmen dar, sowohl für den Binnenmarkt wie auch den Export. Eine Chance für den Werkplatz Schweiz. Ein vorbildliches Beispiel hierzu ist der Holzbausektor. In den 20 Jahren hat sich diese Branche von einem kleingewerblichen Sektor zu einem höchst innovativen und erfolgreichen Industriezweig entwickelt, der mit Computer Integrated Manufacturing Minergie P Häuser von hoher architektonischer Qualität produziert.

### **Effizienzmassnahmen sind attraktiver wenn...**

...durch Politik und Wirtschaft folgende Randbedingungen geschaffen werden:

- Minergie, resp. Minergie P als Vorgaben in der Bau- und Energiegesetzgebung
- Einführung des Gebäude-Energiepass für alle bestehenden und neuen Gebäude
- 100 Prozent Überwälzung der Effizienzinvestitionen auf die Mieter (überwältzbare Investition + Steuerabzüge = Investitionskosten)
- oder Einführung der 'warmen Miete'
- Lebenszykluskosten statt Investitionskosten als Entscheidungsgrundlage für Investoren und Nutzer
- Aus- und Weiterbildungsprogramme für Energieeffizienz (analog Impulsprogramme)
- Zertifikate und Richtlinien für das Submissionswesen
- etc.

Bereits in den 80er Jahren wurde durch ähnliche neue Randbedingungen eine neue Baukultur und -qualität geschaffen, die der Schweiz zu internationaler Marktführerschaft verhalf. Die Zeit ist wieder reif für einen derartigen mutigen, markanten, zukunftsorientierten Schritt.

Kontakt:  
Roland Stulz  
Novatlantis - Nachhaltigkeit im ETH Bereich  
c/o EAWAG  
Überlandstrasse 133  
8600 Dübendorf  
[stulz@novatlantis.ch](mailto:stulz@novatlantis.ch)  
[www.novatlantis.ch](http://www.novatlantis.ch)