Der Schlüssel zur Energiewende

Autor(en): **Bichsel, Jürg**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **105 (2014)**

Heft 6

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856250

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Der Schlüssel zur Energiewende

Konzepte und Kriterien für energieeffizientes Bauen

Seit 40 Jahren ist energieeffizientes Bauen ein Thema, und es ist heute, ausgelöst durch die Energiedebatte, wiederum ganz aktuell. Fast die Hälfte des Energiebedarfs entfällt auf die Gebäude in der Schweiz. Aufgrund der technischen und wirtschaftlichen Fortschritte ist der Bau von Plusenergiehäusern mit dezentraler Stromerzeugung heute möglich. Dies stellt die Stromwirtschaft vor neue Herausforderungen, insbesondere stellt sich die Frage, wie diese neuen Erzeuger und Verbraucher ins Netz eingebunden werden.

Jürg Bichsel

In der Energiestrategie 2050 – datiert vom 18. April 2012 [1] – weist der Bundesrat aus, dass die 1,64 Mio. Gebäude in der Schweiz 46 % der Gesamtenergie, 49 % der fossilen und 37 % der elektrischen Energie für sich beanspruchen. Deshalb kommt dem schweizerischen Gebäudepark bei der Umsetzung der Energiewende eine entscheidende Rolle zu. Mit dem Ersetzen fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien wird das Ziel allerdings nicht erreicht. Hierzu sind sowohl Investitionen in Effizienzsteigerungsmassnahmen, in Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energien wie auch intelligente Strategien zur Vermeidung unnötigen Verbrauchs notwendig.

Das Thema energieeffizientes Bauen verlangt eine umfassende Betrachtungsweise des Gebäudes im Zusammenwirken mit seinem Umfeld. Eine Einzelmassnahme wird das Ziel verfehlen, es braucht vielmehr viele kleine Schritte, welche als Gesamtes eine optimale Lösung ergeben.

Zu Recht wird heute das Gebäude auch als Kraftwerk bezeichnet, welches aus der Umgebung Wärme und aus Sonneneinstrahlung elektrische Energie gewinnen kann. Das Plusenergiegebäude weist eine positive Energiebilanz auf, über ein Jahr betrachtet, steht im Gebäude mehr Energie zur Verfügung, als benötigt wird.

Energiebilanz von Gebäuden

Zeitgemässe Gebäude brauchen nicht nur Energie, sondern liefern diese auch zurück an das öffentliche Netz, beispielsweise in Form von Elektrizität (Bild 1). Die Energiebilanz eines Gebäudes berechnet sich also mit:

$$\text{Gesamtenergiebedarf} = \text{Eigenbedarf} + E_{del,\,brutto} = \text{Produktion} + E_{del,\,netto}$$

Als Systemgrenze wird das Gebäude betrachtet, womit beispielsweise Fotovoltaik auf dem Dach zur Eigenproduktion zählt. Diejenige Energie, welche über die Systemgrenze transportiert wird, wird entweder exportiert (Überschuss, E_{ex}) oder importiert (Bedarf, $E_{del,brutto}$). Die eigene Produktion dient nur dann der Eigenbedarfsdeckung, wenn diese die Systemgrenze Haus nicht verlässt. Wird in der Jahresbilanz mehr Energie exportiert (E_{ex}) als importiert ($E_{del,brutto}$), handelt es sich um ein Plusenergiegebäude.

Übertrifft die im Gebäude bereitgestellte Energie den Bedarf, wird daraus ein Energielieferant. Aus Bild 1 ist ersichtlich, dass durch die Steigerung der Eigenbedarfsdeckung die brutto gelieferte Energie ($E_{del,brutto}$) reduziert wird. Wird weniger Energie zwischen Gebäude und Netz ausgetauscht, wird das elektrische Netz entlastet und der Bedarf an Speicherkapazitäten wie Batterien und Pumpspeicherkraftwerken wird vermindert. Dadurch sinken auch die Netz- und Speicherverluste.

Klassifizierung der Gebäudetypen nach Energiebedarf

Ideale Gebäude brauchen nicht nur Energie, sondern stellen diese auch bereit. Als Klassifizierungskriterium kann deshalb die Energiebilanz des Gebäudes verwendet werden. Wird in der Jahresbi-

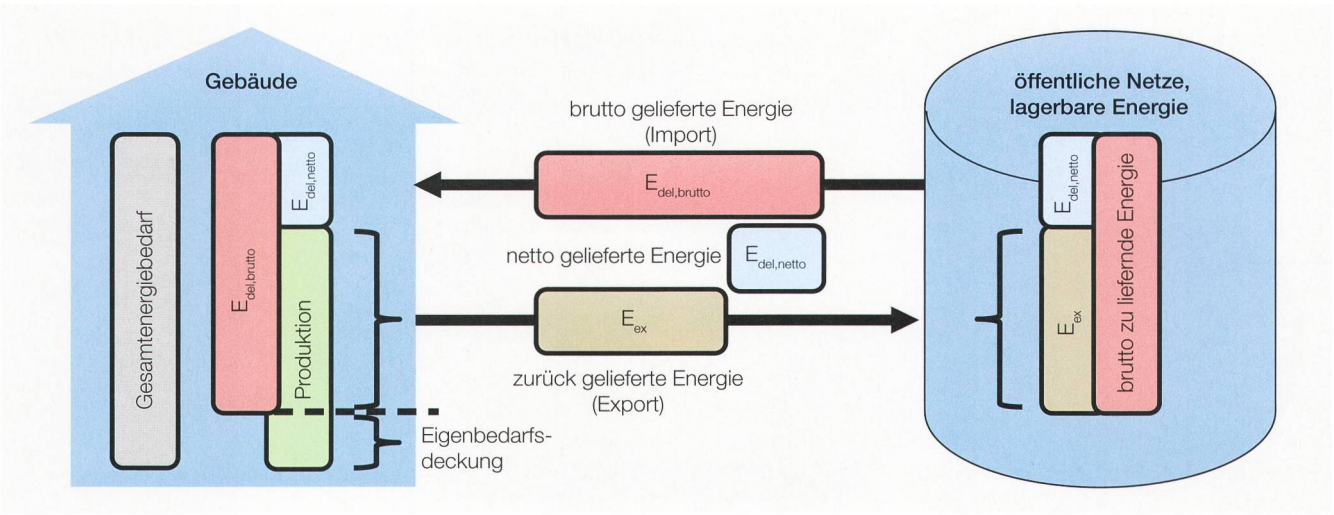

Bild 1 Energiebilanz eines Mustergebäudes mit Energieaustausch.

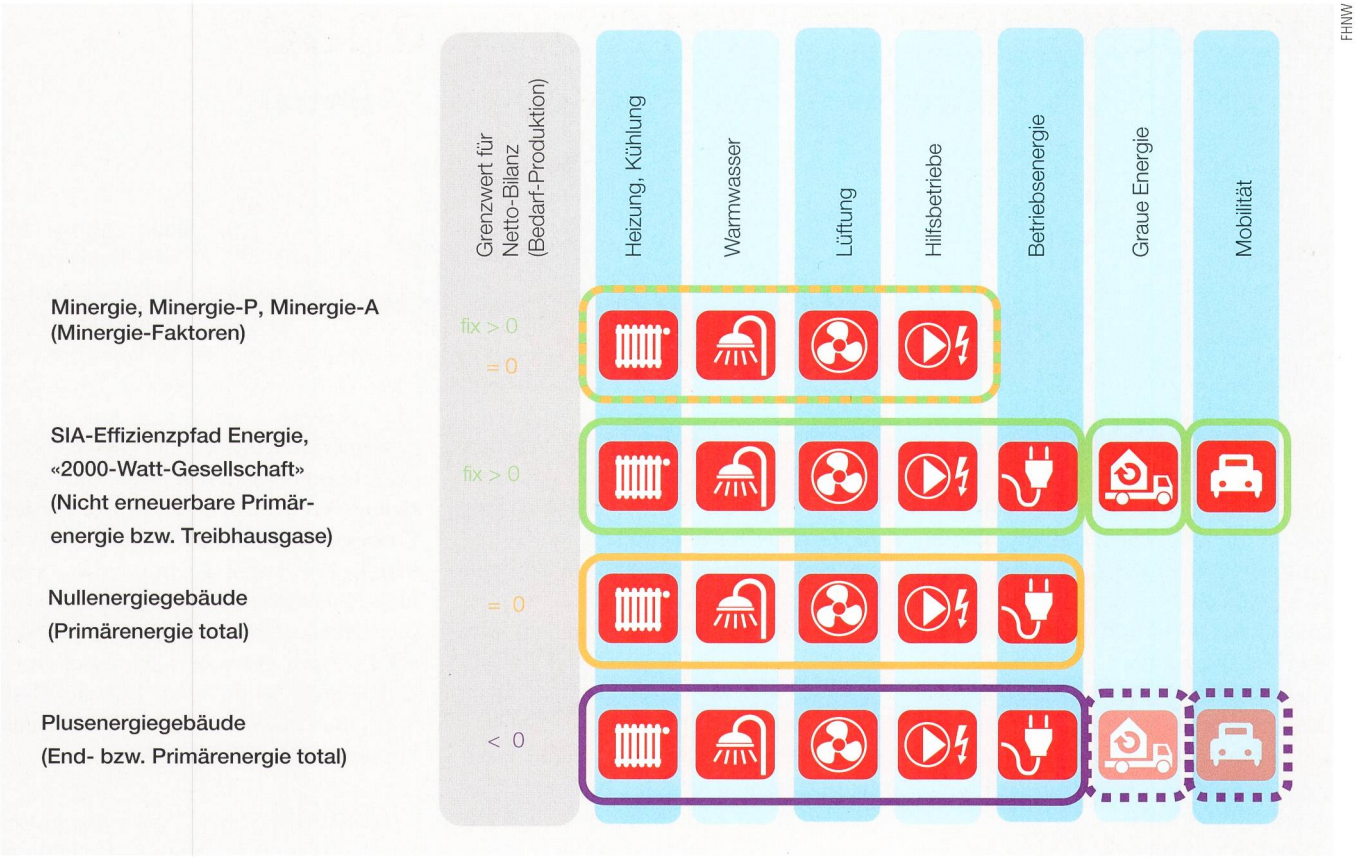

Bild 2 Klassifizierung Gebäude nach Energiebedarf.

lanz des Gebäudes mehr Energie bereitgestellt als gebraucht, handelt es sich um ein Plusenergiegebäude. Hierbei sind die Systemgrenzen genauer zu betrachten. Der ersten Bedarfskategorie sind jene Energiedienstleistungen zugeordnet, welche während des Betriebs des Gebäudes über ein Jahr bereitgestellt werden muss. Die zweite Kategorie berücksichtigt auch die Energie, welche zur Erstellung und für den Rückbau des Gebäudes notwendig ist (graue Energie). Der dritten Kategorie sind Häuser zugeordnet, deren Bedarf für Betrieb und Erstellung mit jenem für die durch den Gebäudestandort verursachte Mobilität ergänzt wird.

Die heute üblichen Minergie-Labels bewerten den Energiebedarf für Heizung, Kühlung, Warmwasser, Lüftung und Hilfsbetriebe (Pumpen, Ventilantriebe, Regler, etc.). Die zu erfüllenden Grenzwerte geben einen maximalen Energiebedarf vor, genügen aber nicht, um Gebäude mit einer positiven Energiebilanz darzustellen. Bei Plusenergiegebäuden zählen zum Bedarf – je nach Kategorie – zusätzlich zur Betriebsenergie (Haushaltsgeräte, Licht, etc.) noch die graue Energie und die durch das Gebäude induzierte Mobilität (Bild 2). Bei der 2000-Watt-Gesellschaft, die in den Städten Basel und Zürich als gesellschaftlich akzeptierte Zielmarke gilt, muss der Energiebedarf pro Person und Jahr unter 17,5 MWh liegen. Diese Zahl beinhaltet alle durch den Menschen verursachten Energieaufwendungen (wie z.B. Nahrungsmittelherstellung). In der Schweiz sind wir heute mehr als einen Faktor drei von diesem Ziel entfernt.

Ein neues Plusenergiegebäude zu erstellen, ist eine sowohl technisch wie wirtschaftlich beherrschbare Aufgabe. Die Modernisierung, welche heute in der Schweiz einen wesentlichen Anteil der bauwirtschaftlichen Leistungen ausmacht, stellt höhere Anforderungen an das Planungsteam, weil die Bausubstanz möglichst erhalten werden sollte. Das Vorgehen soll anhand der wichtigsten Kriterien im Folgenden erläutert werden.

Konzepte und Strategien

Der Optimierungsprozess startet bereits in der Konzeption und Planung der Gebäude. Der Standort, die Ausrichtung, die Form und die Hülle beeinflussen entscheidend die Behaglichkeit und den Energiebedarf, ohne dass dabei technische Geräte miteinbezogen werden müssen. In einem zweiten Schritt werden die Bedürfnisse der zukünftigen Bewohner zum Thema. Diese müssen in technische Anforderungen an die Heizung, an die Wassererwärmung und an eine eventuelle Klimatisierung umgesetzt werden. Zusätzlich wird der Bedarf an weiteren Geräten (z.B. Kommunikation, Computer, TV), der Beleuchtung und an Haushaltsgeräten (z.B. Kochherd, Backofen, Geschirrspüler, Kühlschränke, Waschmaschine) geklärt.

Gebäude – Form und Hülle

Kompaktheit im Sinne des energieeffizienten Bauens wird durch die Gebäudehüllzahl (Verhältnis von thermischer Gebäudehüllfläche zur Energiebezugsfläche) quantifiziert. Je kleiner diese Zahl ist, umso energieeffizienter ist der Baukörper ausgeführt. Mehrfamilienhäuser mit einer kompakten, einfachen Struktur weisen bessere Voraussetzungen für ein optimiertes energetisches Bauen aus. Während bei Einfamilienhäusern selten eine Gebäudehüllzahl unter 2 erreichbar ist, sind bei Mehrfamilienhäusern Gebäudehüllzahlen unter 1 möglich (Bild 3).

Heizung und Warmwasser

Während in älteren Liegenschaften der Heizenergiebedarf gegenüber der Wassererwärmung dominiert, ist in Neubauten die Warmwasserbereitung wichtiger geworden. Die früher dominanten Energieträger Öl und Gas verlieren immer mehr an Bedeutung zugunsten der elektrischen Energie. Dies aber nicht im

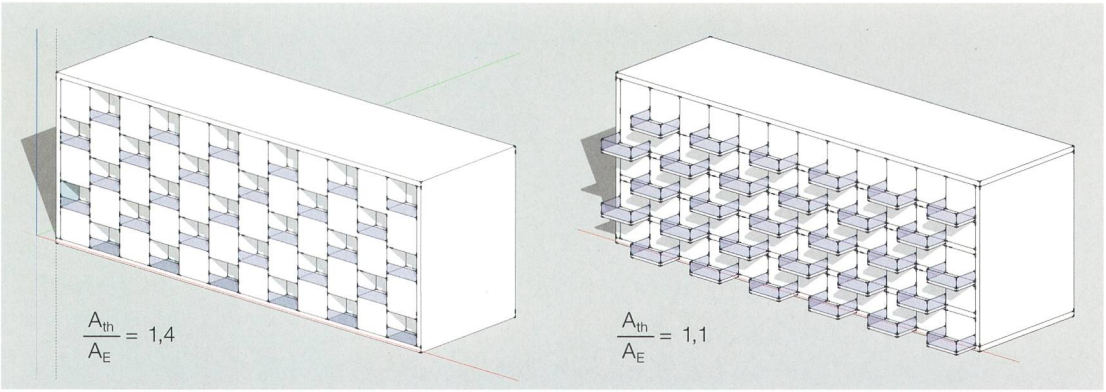

Bild 3 Gebäudehüllzahl: Mehrfamilienhaus mit Balkonen, als Zusatzelement oder in den Bau integriert.

Sinne einer direkten Energieumwandlung von Elektrizität in Wärme, sondern über hocheffiziente Wärmepumpen, welche Umgebungswärme (Luft, Wasser, Erdreich, Sonne) auf das entsprechende Temperaturniveau bringen. Durch gut gedämmte Häuser mit entsprechend tiefen Heiztemperaturen lässt sich problemlos mit einem Teil elektrischer Energie das Drei- bis Vierfache an thermischer Energie bereitstellen.

Raumkühlung

Im Privathaushalt kann heute auf eine Kühlung verzichtet werden. In stark belegten Gebäuden wie Bürohäusern sind aber die thermischen Lasten von Personen, Geräten und Beleuchtungen so hoch, dass eine Kühlung notwendig ist. Vorzugsweise erfolgt diese Kühlung nicht über die Lüftung, sondern über thermoaktive Bauteile (TABS). Diese TABS werden meist als Kühldecken ausgeführt und von kaltem Wasser durchströmt. Physikalisch funktionieren sie wie eine Fussbodenheizung, nur wird hier dem Raum Wärme entzogen. Auch dieser Prozess kann über Wärmepumpen energetisch optimiert werden.

Lüftung

Moderne Lüftungsanlagen stellen nur die notwendige Luftmenge zur Verfügung, welche für ein hygienisch einwandfreies Raumklima benötigt wird. Dies kann beispielsweise durch die Messung des CO_2-Gehaltes sichergestellt werden. Sind keine Personen in den Räumen, wird die Lüftung auf einen Minimalwert reduziert. Damit keine Raumwärme durch die Lüftung verloren geht, wird der belasteten Luft Restwärme entzogen und dem Kreislauf wieder zugeführt.

Hilfsbetriebe

Zu den Hilfsbetrieben zählen alle Geräte, welche für das Funktionieren von Heizung, Kühlung, Lüftung und Wassererwärmung notwendig sind. Es handelt sich hierbei um Pumpen und Ventilantriebe, Lüfter und Luftklappenantriebe sowie Regler. Ein effizienter Betrieb setzt die richtige Dimensionierung der Geräte, den Einsatz neuster Motoren und eine intelligente Regelungstechnik voraus. Wird eine Heizung nicht gebraucht, wird diese automatisch ausgeschaltet.

Betriebsenergie

Computer, Beleuchtung und Haushaltsgeräte sind für den Betrieb eines Gebäudes in der Regel notwendig. Seit Jahren werden Kochherde, Backöfen, Mikrowellenöfen, Kühlgeräte, Geschirrspüler, Waschmaschinen, Wäschetrockner und Beleuchtung mit der Energieetikette ausgezeichnet. Dies führt, trotzt stetig steigender Anzahl von elektrischen Hilfsgeräten, zu einer Minderung des Stromverbrauchs.

Graue Energie

Zur Herstellung von Rohstoffen, Materialien und Geräten wird Energie aufgewendet. Dies beginnt bei der Rohstoffgewinnung, dem Transport und geht über die Herstellung der Bauelemente bis hin zur Entsorgung respektive dem Recycling von Bauteilen. Für die Gesamtbilanzierung eines Gebäudes ist also ein Optimum zu finden zwischen der grauen Energie, welche zur Herstellung des Gebäudes notwendig ist, und der Betriebs- und Hilfsenergie, welche über die Lebensdauer des Gebäudes aufgewendet wird. Durch die gute Dämmung eines Gebäudes steigt die graue Energie, diese wird aber meist durch den reduzierten Heizaufwand mehr als kompensiert.

Mobilität

Der Standort eines Gebäudes und die Anbindung an das Verkehrsnetz verursachen Verkehrsströme. Ist die Lage des Gebäudes verkehrstechnisch gut, wird kaum Mehrverkehr entstehen. Diese Bewertung wird heute bei Nachhaltigkeitsbeurteilungen berücksichtigt und kann damit eine Liegenschaft auf- oder abwerten.

Energie-Bereitstellung am Gebäude

Wird Energie am Gebäude bereitgestellt, entsteht im Energiehandel ein neuer Kunde, der gleichzeitig Konsument und Produzent ist. Weitverbreitet sind solar-

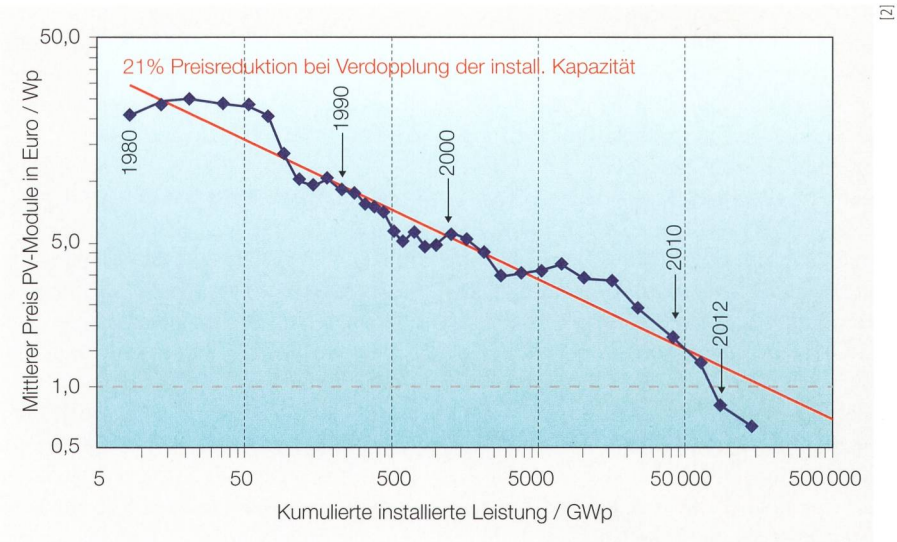

Bild 4 Preisentwicklung von Fotovoltaik-Modulen in Europa.

[2]

Massnahmen an Gebäuden	Effekte auf die Energiebilanz
Gebäude dämmen	Reduktion Wärmeenergie
Kompakte Gebäude	Weniger Baustoffe, dadurch Reduktion graue Energie und Optimierung der Betriebsenergie
Passive solare Gewinne	Reduktion Wärmeenergie
Tiefe Temperaturniveaus mit Nutzung von Umweltwärme respektive Kälte (Luft, Erdreich, Wasser) mit Wärmepumpen	Erhöhte Effizienz bei der Energiebereitstellung
Einsatz Geräte mit bester Energieklasse (A, A+, A++)	Reduktion Betriebsenergie
Einsatz von Fotovoltaik und Solarthermie	Erzeugung des Eigenbedarfs im Gebäude Reduktion Übertragungs- und Speicherverluste
Gebäudestandort verkehrstechnisch optimal	Reduktion der durch das Gebäude induzierten Mobilität
Vernetzung des Gebäudes mit dem Quartier	Optimierung der Energieflüsse
Wärmepumpen zeitgleich mit Eigenproduktion betreiben	Reduktion der Verluste, der Last- und Produktionsspitzen
Information der Benutzer über momentanen Energiebedarf mit Kostentransparenz	Information der Benutzer zum ressourcenschonendem Umgang mit Energie

Tabelle Energieeffizienz-Massnahmen und deren Auswirkungen.

thermische Anlagen und Fotovoltaik. Während die thermische Energie praktisch nur für die Wassererwärmung und die Heizungsunterstützung verwendet werden kann, ist die Fotovoltaik universell einsetzbar und überschüssige Energie kann in das öffentliche Netz eingespeist werden. Trotzdem ist ein hoher Eigenbedarf anzustreben, weil hierdurch die Belastung der Netze und der notwendigen Speicherkapazitäten reduziert werden. Der Fotovoltaik kommt heute eine Doppelfunktion zu: Neben der Energie-Bereitstellung sind die Fotovoltaik-Paneele auch gleichzeitig Wetterschutz, auf dem Dach als Ziegelersatz, an der Fassade als Verkleidungsersatz. Das früher einheitlich blaue Erscheinungsbild der Zellen kann heute durch die Einfärbung des Glases mit Rot-, Grün- und Gelbtönen variiert werden. Die Kosten zur Erzeugung elektrischen Stroms aus Fotovoltaik sind innerhalb der letzten Jahre signifikant gefallen (Bild 4). Damit liegen die Kosten des lokal erzeugten und verwendeten Stroms unterhalb des Marktpreises, welchen der Endkonsument bezahlen muss. Nicht zu vergessen ist, dass die graue Energie einer Fotovoltaik-Anlage innerhalb von zwei bis fünf Jahren durch die erzeugte Energie kompensiert wird. Der Eigennutzung stehen finanziell fixe Vergütungssätze (KEV) und zeitgesteuerte Elektrizitätstarife entgegen, welche unabhängig von Angebot und Nachfrage des Stroms sind. Im Weiteren sperren viele Verteilnetzbetreiber nach wie vor für den Endkunden über die Mittagszeit Wärmepumpen oder Warmwasserspeicher, obwohl durch Fotovoltaik genügend lokal verfügbarer Strom vorhanden wäre. Zudem werden heute aus finanziellen Gründen Wärmepumpen in der Nacht betrieben, obwohl hierfür tagsüber genügend Fotovoltaikstrom zur Verfügung steht.

Energieeffizientes Bauen fokussiert auf die Optimierung von Bauvorhaben – von Neubauten und Erneuerungen. Dabei darf es aber nicht bleiben. Gebäude bilden Überbauungen, Quartiere, Gemeinden, Städte und Länder. Diese Siedlungsstrukturen sind ebenfalls bedeutsam für den lokalen Energiebedarf, die Koordination, die Planung und die Optimierung.

Schlussfolgerungen

Das zukünftige Gebäude wird noch stärker als heute «elektrifiziert». Wärmepumpen ersetzen Gas- und Ölbrenner, Fotovoltaik-Anlagen und elektrische Speicher fördern die dezentrale Stromerzeugung und kommunizieren über das Internet. Diese Kommunikation eröffnet neue Möglichkeiten zur Reduktion der Wärmeflüsse, zur Optimierung der Energieerzeugung und des Energiebedarfes und beinhaltet auch kommerzielle Anreize durch die Steuerung der Geldflüsse.

Die Bauwirtschaft hat die besten Voraussetzungen, die Energiestrategie 2050 des Bundes umzusetzen. Die entsprechenden Bewertungssysteme sind aufgebaut, die technischen Prozesse und Verfahren sind heute bekannt. Glücklicherweise gibt es viele technische Lösungen, die in einem Wettbewerb stehen. Die Technologien sind überwiegend wirtschaftlich. Einer kommerziellen Nutzung steht nichts mehr im Wege. Dies gibt Zuversicht, dass der eingeschlagene Weg zum Ziel führt.

Literatur

- A. Binz, J. Bichsel, A. Geissler, M. Hall, H. Huber, G. Steinke, B. Weickgenannt, Energieeffizientes Bauen – Konzepte, Kriterien, Systeme, Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Institut Energie am Bau, Faktor Verlag, Januar 2014.
  Der vorliegende Artikel fasst die Erkenntnisse dieses Buches zusammen. Es kann auf www.energieschweiz.ch bestellt oder kostenlos als PDF heruntergeladen werden.
- R. Bacher, A. Binz, H. Eicher, R. Iten, M. Keller, EnergieRespekt – der Schlüssel für eine nachhaltige Energieversorgung, Faktor Verlag, Zürich, 2014.

Referenzen

[1] Bundesamt für Energie, Bundesrat bestimmt erstes Massnahmenpaket für die Energiestrategie 2050, Medienmitteilung vom 18.4.2012.

[2] H. Wirth, Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Fraunhofer ISE, Freiburg, 10.4.2014.

Autor

Prof. Dr. **Jürg Bichsel** ist Institutsleiter am Institut Energie am Bau der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW).

FHNW Institut Energie am Bau, 4132 Muttenz
juerg.bichsel@fhnw.ch

Résumé **La clé du tournant énergétique**

Concepts et critères pour des bâtiments efficaces du point de vue énergétique

Près de la moitié de la consommation d'énergie est imputée au 1,64 million de bâtiments en Suisse. Ces derniers consomment 46 % de l'énergie globale, 49 % de l'énergie fossile et 37 % de l'énergie électrique. L'efficacité énergétique constitue un pilier important de la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération. C'est pourquoi la construction a un rôle clé à jouer dans la mise en œuvre de la stratégie énergétique.

Non seulement les bâtiments modernes consomment de l'énergie, mais ils en fournissent en retour au réseau public, par exemple sous forme d'électricité. Si dans son bilan annuel un bâtiment a produit plus d'énergie qu'il en a consommée, on dit qu'il s'agit d'un bâtiment Energie Plus. Lors de la planification et de la construction d'un tel bâtiment, divers critères doivent être pris en considération, tels que la situation, le chauffage, la climatisation et l'aération, ainsi que l'énergie grise nécessaire pour fabriquer les matières premières.

Grâce aux technologies actuelles, de nouvelles possibilités voient le jour dans le domaine des constructions efficaces du point de vue énergétique en vue de réduire les flux de chaleur et d'optimiser le besoin en énergie. Le secteur économique de la construction présente les meilleures conditions-cadres pour mettre en œuvre les objectifs de la Stratégie énergétique 2050 : les processus techniques sont actuellement connus et rentables pour la plupart, si bien que rien n'empêche une utilisation commerciale. Se