

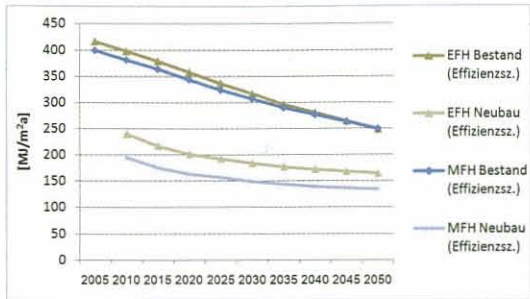
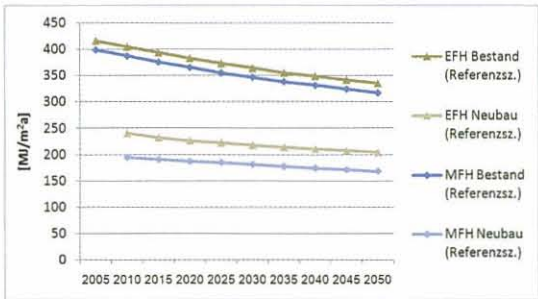
4500 W ZU VIEL

6500 WATT - 4500 WATT = 2000 WATT

von Niko Heeren, Martin Jakob, Holger Wallbaum Die Herausforderungen, denen sich der Gebäudepark Schweiz in den kommenden Jahren stellen muss, sind bedeutsam und vielseitig. Zum einen sind die Erwartungen der Nutzer und Investoren an ein Gebäude in den vergangenen Jahren merklich gestiegen: Komfort, Wirtschaftlichkeit und Ähnliches. Auf der anderen Seite wird vom Wohngebäudesektor ein gewichtiger Beitrag beim Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz erwartet. Der Bundesrat sowie mehrere Kantone haben die 2000-Watt-Gesellschaft als ein Kernelement ihrer Nachhaltigkeitsstrategie erklärt. Die Herausforderung der 2000-Watt-Gesellschaft lautet, den jährlichen Verbrauch an totaler Primärenergie jeder Schweizerin und jedes Schweizlers von aktuell etwa 200 GJ – das entspricht einer kontinuierlichen Leistung von 6300 Watt – bis 2050 auf 110 GJ 3500 Watt und langfristig auf 63 GJ 2000 Watt zu senken.

Die Energiestrategie des Energy Science Center ESC der ETH Zürich definiert ein ähnlich anspruchsvolles Nachhaltigkeitsziel für die Treibhausgasemissionen, welche von heute 8,7 Tonnen pro Kopf inkl. graue Emissionen zunächst auf 2 Tonnen im Jahr 2050 und anschliessend auf 1 Tonne gesenkt werden sollen, was gemäss dem Weltklimarat IPCC einer noch vertretbaren durchschnittlichen Klimaerwärmung von 2° C entspricht. Die Notwendigkeit dieser beiden Ziele haben unter anderem der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein SIA und die Stadt Zürich erkannt. Bereits 2006 entstand die Dokumentation SIA D 0216 «Effizienzpfad Energie», welche 2000-Watt-konforme Grenzwerte für induzierte Mobilität und Baumaterialien sowie Betriebsenergie für die drei Gebäudetypen Schulen, Büro- und Wohngebäude definiert. Aktuell wird der dort skizzierte Absenkpfad um das 1-Tonne-CO₂-Ziel erweitert, methodisch überarbeitet und voraussichtlich Ende 2010 publiziert. Oft wird argumentiert, der Gebäudepark müsse zur Erreichung solcher Reduktionsziele einen überproportionalen Beitrag leisten. Um abschätzen zu können, welchen Beitrag der Gebäudepark Schweiz dabei tatsächlich leisten könnte, wurde von den Autoren im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE und in Begleitung mit dem SIA ein Gebäudeparkmodell GPM entwickelt^[1].

Entwicklung des Heizwärmebedarfs des Gebäudebestandes und der Neubauten ab 2005 nach EFH und MFH im gewichteten Durchschnitt. Bauperiode 2005 bis 2050.



| Spez. Heiwärmebedarf (MJ/m2a) | Referenz-Szenario | | Effizienz-Szenario | |
|-----------------------------------|-------------------|------|--------------------|------|
| | 2005 | 2050 | 2035 | 2050 |
| EFH-Bestand* | 405 | 338 | 281 | 235 |
| EFH Neubau** | 240 | 214 | 178 | 165 |
| MFH Bestand* | 385 | 322 | 276 | 237 |
| MFH Neubau** | 195 | 178 | 144 | 134 |

* Gebäude mit Baujahr bis 2050 / ** Durchschnitt aller Neubauten, die nach 2005 gebaut wurden.



Das Gebäudeparkmodell

Es wurde eine energie- und gebudewirtschaftliche Bottom-up-Modellierung mit der Systemgrenze Schweiz gewählt. Der Modellansatz verfolgt einen Bauteil-, Gebäudetechnik- und Energieanwendungs-orientierten Ansatz. Damit kann den unterschiedlichen Strukturen des Gebäudeparks Schweiz in Bezug auf Bauperioden, Sektoren und Nutzungen Rechnung getragen werden. Das Modell betrachtet den Energiebedarf für die Bewirtschaftung von Wohngebäuden, Büros und Schulen in 5-Jahresschritten bis zum Jahr 2050. Der Gebäudepark ist in vier Bauperioden des Gebäudebestandes und in Neubauten unterteilt. Deren aktueller sowie der künftige Heizwärmebedarf wird anhand gebäudetechnischer Kennwerte mittels SIA 380/1 ermittelt. Energetische Gebäude-Erneuerungen werden auf Bauteilebene über energetisch wirksame Bauteilerneuerungsraten und entsprechend reduzierte Wärmedurchgangskoeffizienten, U-Werte abgebildet. Wrmetechnisch wirksame Erneuerungen der vier wichtigsten Bauteile Aussenwände, Fenster, Dächer und Boden werden also innerhalb des Modells anteilmässig und bezüglich ihres energietechnischen Zustandes im Zeitablauf explizit verfolgt, was eine qualitative Weiterentwicklung im Vergleich zu bisherigen Modellierungs-

1 Die Herausforderungen, denen sich der Gebäudepark Schweiz in den kommenden Jahren stellen muss, sind riesig, stehen sich doch Komfort und Wirtschaftlichkeit sowie Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz gegenüber.
Foto iStock

«DER GESAMTBEDARF AN ABSOLUTER PRIMÄRENERGIE NIMMT BIS 2050 NICHT AB.»

ansätzen darstellt. Dies hat den grossen Vorteil, dass einzelne Gebäudetypologien und die Effekte bestimmter Massnahmen über die Zeit hinweg individuell modelliert werden können. Um den Effekt politischer und baulicher Anstrengungen hinsichtlich der Zielerreichung der 2000-Watt- bzw. 1-Tonne-CO₂-Gesellschaft beurteilen zu können, werden zwei Szenarien verwendet:

1. Ein Referenz-Szenario, welches die aktuelle und absehbare Entwicklungen ohne starke Änderungen der Rahmenbedingungen im Gebäudesektor widerspiegelt sowie
2. ein Effizienz-Szenario, in dem weitergehende Bemühungen in Sachen Energieeffizienz und Energieversorgung angenommen werden.

In Bezug auf den Umwandlungssektor wurden zudem unterschiedliche Szenarien für die Stromerzeugung – gemäss den Energieperspektiven 2035 des BFE^[2] – betrachtet und bis 2050 fortgeschrieben.

Prinzipiell bieten sich zwei grundlegende Strategien an, den Primärenergiebedarf und/oder die Treibhausgasemissionen zu senken:

1. Eine Bedarfsreduktion in Form von Effizienzsteigerung, Wärmedämmungen, Nutzungsgradsteigerungen, effizienten Stromanwendungen etc. oder
2. strukturelle Änderungen bei der Energieversorgung, erneuerbare Energie, weniger CO₂-intensive Energieträger.

Beide Methoden sind in der Regel unterschiedlich effektiv in Bezug auf ihre Reduktionswirkung auf entweder Primärenergie oder Treibhausgasemissionen.

Referenz-Szenario zeigt Handlungsbedarf auf

Das Referenzszenario macht deutlich, dass zwar der spezifische Heizwärmebedarf pro Quadratmeter durch relativ strenge Normen bereits durchaus empfindlich reduziert wird (siehe Grafik), der Gesamtbedarf an absoluter Primärenergie bis 2050 aber trotzdem nicht abnimmt. Die ökologisch gewollten positiven Wirkungen sind trotz stetig verbesserter Baupraxis und strengeren gesetzlichen Vorgaben bei einem Fortfahren gemäss einem Business-as-usual-Ansatz also voraussichtlich nur sehr eingeschränkt zu erreichen. Dies ist bedingt durch das erwartete Bevölkerungswachstum von 12% bis etwa 2040 und die erhöhte Nachfrage nach Wohn- bzw. Büro- und Schulflächen von 56% bzw. 50%, welche die Effizienzgewinne zum Teil überkompensieren. Durch diese Mengenausdehnung nimmt der Strombedarf um 34% zu, die übrige Endenergie hingegen um 12% ab und die Primärenergie wiederum um knapp 1% zu. Der Anteil nicht-erneuerbarer Primärenergie kann dabei circa um 10% reduziert werden. Damit einher geht, unterstützt durch einen höheren Anteil an erneuerbaren Energien, eine leichte Reduktion der gesamthaften Treibhausgasemissionen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die strukturellen Entwicklungen und spezifischen Effizienzgewinne der Zielerreichung zwar entgegenkommen, im Referenz-Szenario aber bei weitem nicht ausreichen.

Effizienz-Szenario auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft

Für das ambitionierte Effizienz-Szenario wurden entsprechend auf verschiedenen Ebenen weitergehende Annahmen getroffen, wobei darauf geachtet wurde, dass sich diese in einem realistischen Bereich bewegen. Bei der Erneuerung der Gebäudehülle werden z.B. die vergangene Erneuerungstätigkeit sowie mögliche Einschränkungen aus architektonischen Gründen berücksichtigt. Ausgegangen wird von:

- Höheren energetischen Erneuerungsraten im Bereich Gebäudehülle, z.B. 51% statt 35% energetisch erneuerte Aussenwände zwischen 2005 und 2050 bei MFH der Bauperiode 1975 bis 1985.
- Einer höheren Energieeffizienz bei Gebäudeerneuerungen, das heisst insbesondere geringere U-Werte, z.B. 0,14 W/m²K anstatt 0,25 W/m²K Aussenwände bei MFH der Bauperiode 1975 bis 85.
- Einer weitaus stärkeren Entwicklung in Richtung erneuerbare Energien und Wärmepumpen bei Heiz- und Warmwassersystemen.
- Einer markant höheren Effizienz bei Haushalt- und Bürogeräten, Beleuchtung und strombasiereten gebäudetechnischen Anlagen wie Lüftung, Kühlung, u. a. zum Beispiel Elektrizitätsbedarf für Betriebseinrichtungen in Wohngebäuden: 69 MJ/m²a anstatt 96 MJ/m²a.

Entsprechend nimmt der spezifische Heizwärmebedarf des Gebäudebestandes und der Neubauten über die nächsten 40 Jahre kontinuierlich ab (siehe Grafik), was entscheidend zur Reduktion der Primärenergienachfrage und der CO₂-Emissionen beiträgt. Letztere werden durch den erwähnten Strukturwandel hin zu erneuerbaren Energien weiter reduziert. Unter diesen Annahmen ergeben sich bis 2050 merkliche Reduktionen des gesamten Endenergiebedarfs -19%. Die Primärenergienachfrage ohne graue Energie der Baumaterialien reduziert sich von etwa 2400 W/P im Jahr 2005 auf 1500 W/P -38% im Jahr 2050 (siehe Grafik). Die Treibhausgasemissionen gehen mit gut zwei Dritteln von 3,2 auf knapp 1 Tonne im Jahr noch stärker zurück, dies wegen der angenommenen rückläufigen THG-Intensität des Stroms sowie aufgrund struktureller Effekte beim Rest der Energieversorgung: Weniger fossile und bei den fossilen weniger treibhausgasintensive und mehr erneuerbare Energieträger. Die strukturellen Verschiebungen hin zum Strom wirken sich bezüglich Treibhausgasemissionen bei der unterstellten nahezu CO₂-freien Stromerzeugung Variante IV E der BFE-Energieperspektiven also nicht nachteilig aus.

Fazit

Die Ergebnisse zeigen, dass die Zielsetzungen der 2000-Watt-Gesellschaft bei den getroffenen Annahmen nicht ganz erreicht werden: Zur relativen Zielsetzung (siehe Grafik) – fehlen im Jahr 2050 noch 5 bis 7 Prozentpunkte. In einem weiteren Szenarienlauf ist entsprechend zu prüfen, mit welchen zusätzlichen Massnahmen die Ziele erreicht werden können. Die Arbeiten mit dem GPM zeigen sehr deutlich: Nicht eine einzelne, sondern nur eine Kombination von Massnahmen, welche die Energieeffizienz und die Nutzung erneuerbarer Energien steigern, kann den notwendigen Fortschritt bringen. Gezeigt hat sich auch, dass der Gebäudepark nur sehr träge auf die meisten Stimuli reagiert. Die Erneuerung des Energieversorgungssystems oder der Gebäudehülle zählt zu den langfristigen Massnahmen, weshalb die Devise gelten sollte: «Wenn erneuern, dann richtig.»

Erste Schritte gemacht, Handlungsbedarf nach wie vor vorhanden

Aktuell und in der Referenzentwicklung ist man noch weit von einer nachhaltigen Energienutzung entfernt, auch wenn erste Schritte eingeleitet wurden, wie zum Beispiel die Verschärfung der Mustervorschriften der Kantone, MuKE. Auch einige Schweizer Städte wurden aktiv: In Zürich zum Beispiel werden die verschiedensten Akteure, aber auch die Einwohner mobilisiert, um auf den Legislatorschwerpunkt, die 2000-Watt-Gesellschaft, hinzuarbeiten. Bei einer spezifischen lokalen Anwendung des Gebäudeparkmodells auf die Stadt Zürich zeigte sich, dass an verschiedenen Stellen die Weichen zu einer nachhaltigen Energiepolitik bereits gestellt wurden. Unter anderen sind die Politik und die Verwaltung sowie der Ausbildungsbereich gefragt, gemeinsam Zielhorizonte und Lösungen zu erarbeiten und umzusetzen. Generell empfiehlt sich die kombinierte Anwendung von sogenannten Push- und Pull-Massnahmen, um die Diffusion von ökologisch wirksameren Systemen zu stimulieren. Dass bedeutet zum einen, dass zum Beispiel Mindestanforderungen an das Marktangebot gestellt werden müssen, und das bedeutet zum anderen, dass Anreizsysteme, Labels, Aktionen etc. den Nutzer ermutigen sollen, entsprechend umweltverträglichere Produkte einzusetzen und nach Energieeffizienzkriterien zu investieren. Zudem ist die Qualifikation der am Bau Beteiligten zu stärken und die Aus- und Weiterbildung spezifisch zu erweitern. Hierbei sind auch andere Bereiche wie Verkehr und Industrie mit einzubeziehen.

Ausblick

In der Folge soll das Modell dahingehend weiterentwickelt werden, dass damit auch Fragen der Wirtschaftlichkeit und der durch die Bautätigkeit verursachten Stoffflüsse, zum Beispiel graue Energie durch Herstellung, Entsorgung etc., untersucht werden können. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise künftig auch Aussagen über die Auswirkung einer gesteigerten Ersatzneubautätigkeit tätigen, und verschiedene Szenarien können bezüglich Investitionen und Kosten miteinander verglichen werden, wofür sich der Bauteil- und Komponenten-orientierte Ansatz besonders gut eignet.

Fussnoten

- [1] Wallbaum H., Heeren N., Jakob M., Gabathuler M., Gross N., Martius G.: Gebäudeparkmodell SIA. Effizienzpfad Energie Dienstleistungs- und Wohngebäude – Vorstudie zum Gebäudeparkmodell Schweiz – Grundlagen zur Überarbeitung des SIA Effizienzpfades Energie. Erstellt im Auftrag des Bundesamts für Energie BFE, Bern 2009.
- [2] Bundesamt für Energie: Energieperspektiven 2035. www.bfe.admin.ch/themen/00526/00538/index.html?lang=de