

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 143 (2017)
Heft: 39: Performance Gap : können alle Häuser alles?

Artikel: In der Planung zu hoch gegriffen
Autor: Knüsel, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-737406>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 12.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

In der Planung zu hoch gegriffen

Der Energienachweis gehört zur Standarddokumentation eines Gebäudes.

Doch wie gut lässt sich die energetische Qualität von Gebäuden in der Planung eigentlich abschätzen? Neueste Befunde lassen erhebliche Abweichungen zwischen Theorie und Praxis vermuten.

Text: Paul Knüsel



wei Diagramme veranschaulichen die Hoffnung und das Dilemma der aktuellen Energiedebatte. Jede illustriert aus unterschiedlicher Zeitperspektive, wie viel Energie die Gebäudenutzung beansprucht. Die erste Grafik (S. 39 Mitte) schaut nach vorn und steigt eine steile Treppe hinunter. Dargestellt ist der Energiestandard von alten und neuen Häusern. Die unterste Stufe markiert die neueste Generation von Wohn- und Geschäftsbauten mit einer Nullenergiebilanz beim Heizen, Kühlen und bei weiteren Ansprüchen. So stellt sich der Plan für die Energiezukunft dar. Das zweite Diagramm (S. 39 unten) blickt dagegen zurück und illustriert die energetische Qualität von Gebäuden, aufgeteilt nach Bauperioden. Auch diese Kurve sinkt; das Gefälle ist allerdings schwach. Sie zeigt den realen Energiekonsum.

Ein direkter quantitativer Vergleich ist nicht statthaft. Trotzdem legt die Konfrontation beider Kurven den Finger auf den wunden Punkt: Das einzelne Gebäude kann auf Energieeffizienz getrimmt und äusserst sparsam nutzbar sein. Der Gesamtbestand verbraucht dennoch mehr Energie als in der Planung ins Auge gefasst. Daher registriert die Energiestatistik des Bundes weiterhin einen jährlich steigenden Inlandsverbrauch. Nicht das Wachstum des Wärmekonsums selbst, nur die Rate nimmt ab. Die Realität hinkt den Erwartungen hinterher. Bereits kursiert ein Fachbegriff für dieses Phänomen: «Performance Gap». Zwischen Plan und Realität klafft eine Lücke. Der Gebäudebestand werde zu zögerlich energetisch erneuert und das technisch Machbare mangelhaft ausgeschöpft, wird in der laufenden Energiedebatte dazu vermerkt.

Analysen liefern erste Hinweise

Im letzten Jahr wurde eine «Erfolgskontrolle der Gebäudeenergiestandards» publik, die aufhorchen liess. Der Bund hatte eine Praxisanalyse bei über 200 Gebäuden mit unterschiedlicher Typologie und Nutzung durchgeführt (vgl. TEC21 49/2015). Die Messwerte aus dem Nutzungsalltag wichen teilweise «erheblich» von den energetischen Zielgrössen ab. Daher sind Wissenschaft und öffentliche Hand nun daran interessiert, das Ausmass dieser Diskrepanzen zu verifizieren und allgemein einzuordnen. Das Bundesamt für Energie (BFE) hat eine Folgestudie in Auftrag gegeben, die den Performance Gap im schweizerischen Gebäudepark definieren soll (vgl. «Brüche zwischen Entwurf und Anwendung», S. 45). Derweil konnte die Universität Genf im Rahmen der nationalen Energieforschung bereits eine Quantifizierung für einen grösseren Immobilienbestand vornehmen. «Im Durchschnitt werden erst 40% des theoretischen Reduktionspotenzials ausgeschöpft», ergab die Analyse von zweihundert Wohnüberbauten in der Agglomeration Genf (S. 39 oben). Die Bauten stammen aus den Jahren 1947 bis 1975 und sind in den letzten zehn Jahren energetisch erneuert worden.¹ Die realen Verbrauchsdaten wurden danach über zwei bis drei Jahre erhoben.

den mit unterschiedlicher Typologie und Nutzung durchgeführt (vgl. TEC21 49/2015). Die Messwerte aus dem Nutzungsalltag wichen teilweise «erheblich» von den energetischen Zielgrössen ab. Daher sind Wissenschaft und öffentliche Hand nun daran interessiert, das Ausmass dieser Diskrepanzen zu verifizieren und allgemein einzuordnen. Das Bundesamt für Energie (BFE) hat eine Folgestudie in Auftrag gegeben, die den Performance Gap im schweizerischen Gebäudepark definieren soll (vgl. «Brüche zwischen Entwurf und Anwendung», S. 45). Derweil konnte die Universität Genf im Rahmen der nationalen Energieforschung bereits eine Quantifizierung für einen grösseren Immobilienbestand vornehmen. «Im Durchschnitt werden erst 40% des theoretischen Reduktionspotenzials ausgeschöpft», ergab die Analyse von zweihundert Wohnüberbauten in der Agglomeration Genf (S. 39 oben). Die Bauten stammen aus den Jahren 1947 bis 1975 und sind in den letzten zehn Jahren energetisch erneuert worden.¹ Die realen Verbrauchsdaten wurden danach über zwei bis drei Jahre erhoben.

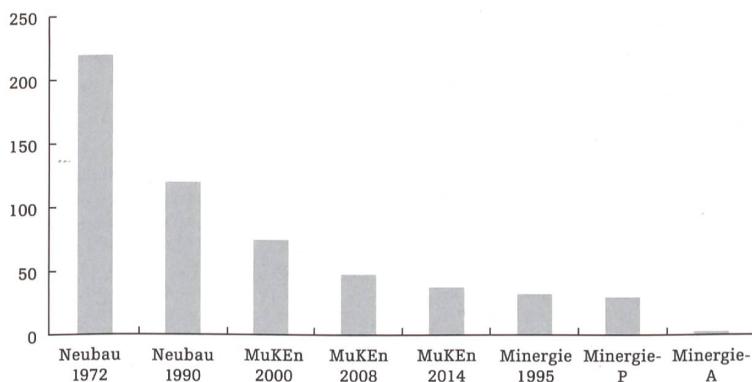
Unerfüllte Erwartungen bei Sanierungen

Der Befund stimmt überraschend gut mit den Angaben überein, die anderenorts bei der Ausmessung des Performance Gap gefunden worden sind. Die bislang umfangreichste Analyse fand in den Niederlanden statt; dazu wurde der Energieverbrauch von über 300000 Gebäuden erfasst.² Zu überprüfen war die Gültigkeit der staatlichen Energieetikette, die beim Handel mit Immobilien zwingend vorgelegt werden muss und die auf Planwerten beruht. Die Auswertung hat ergeben, dass der effektive Wärmekonsum 30 bis 50% höher ist als auf der Etikette deklariert. Wie im BFE-Praxistest verfehlten auch in der niederländischen Analyse vor allem sanierte Gebäude das Energieeffizienzziel. Offensichtlich wird das energetische Leistungsvermögen hierbei planerisch überschätzt.

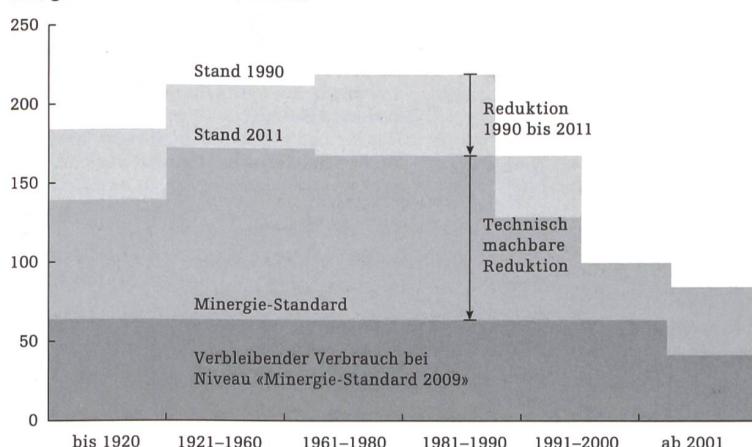
Zehn Fallbeispiele aus der Agglomeration Genf.
Wohnimmobilien A bis J; Kennzahlen vor und nach der energetischen Sanierung.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Baujahr	1961–70	1961–70	1961–70	1947–60	1961–70	1961–70	1961–70	1971–75	1971–75	1961–70
Erneuerung	2008	2008	2008	2007	2007	2008	2007	2007–09	2006	2009
Anzahl Gebäude	1	11	4	2	4	2	14	5	4	3
Anzahl Wohnungen	28	153	96	60	160	63	222	208	96	45
Beheizte Geschosse	7	4–5	7	7	9	9	6–7	7–11	12	8
Raumwärmebedarf vor Sanierung Q_h real [MJ/m²]	708	662	561	455	448	435	422	405	402	332
Raumwärmebedarf nach Sanierung Q_h real [MJ/m²]	341	327	387	283	301	286	355	349	341	291

Energiekennzahl Wärme (kWh/m²)

Das Energiediagramm mit Blick nach vorn:
Die Darstellung der Energiekennzahl bezogen auf die Entwicklung der gesetzlichen und freiwilligen Gebäudestandards zeigt eine deutlich abnehmende Tendenz.

Energiekennzahl Wärme (kWh/m²)

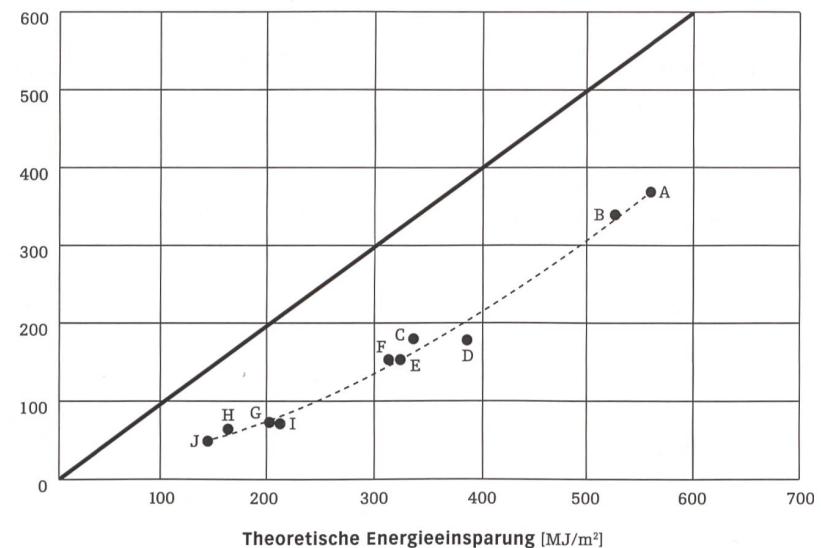
Das Energiediagramm mit Blick zurück:
Die «wahren» Verbrauchswerte bestehender Gebäude zeigen eine Abnahme, aber mit deutlich geringerer Tendenz. Der spezifische Energiebedarf für Heizung und Warmwasser sinkt bei Altbauten um jährlich 1.3%. Technisch wäre sogar eine Reduktion des Wärmebedarfs bis 60 kWh/m² machbar. Die Angaben zur Energiekennzahl respektive zum durchschnittlichen Wärmebedarf von bestehenden Wohnbauten stammen aus den Jahren 1990 und 2011.

Die grauen Flächen geben die Energiebezugsflächen nach Baujahr im Kanton Zürich wieder (total: 87 Mio. m²), hochgerechnet aus einer Stichprobe von 11 000 Gebäuden im Kanton Zürich, was 6% des Gesamtwohnungsbestands entspricht.

Die Forschungsarbeiten zum Performance Gap am Institut für Umweltwissenschaften der Universität Genf werden vom städtischen Energieversorger unterstützt und stehen vor dem Abschluss. Erste Erkenntnisse über Charakter, Ursachen, Auswirkungen und Gegenmassnahmen sind bereits an wissenschaftlichen Tagungen präsentiert worden. Ende Jahr soll aber der auch für die Praxis relevante Schlussbericht folgen, kündigt Forschungsleiter Jad Khoury an. Der generelle Befund bestätigt das Schwanken zwischen Hoffnung und Dilemma: Der Heizenergiebedarf wird meist deutlich reduziert; doch das Eingesparte bleibt hinter den Erwartungen zurück. In einzelnen Fällen liegen Theorie und Praxis, Planung und Alltag über 100% auseinander, hat die Auswertung der Beispiele aus Genf ergeben.

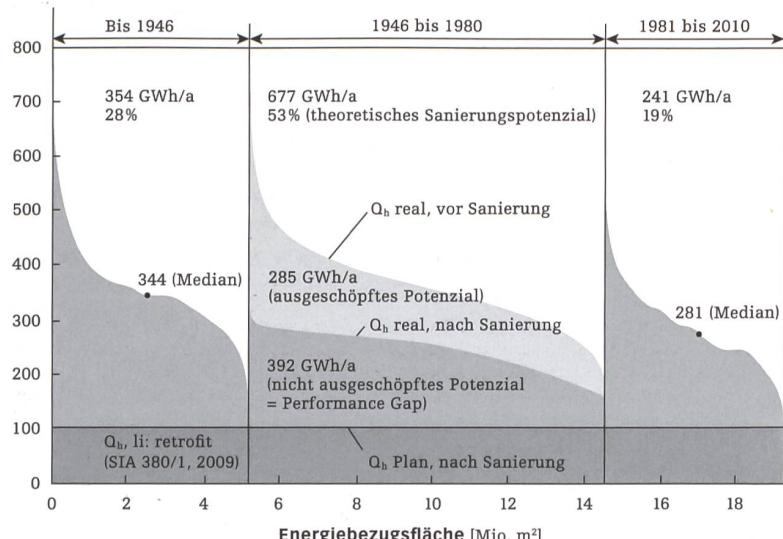
Bei einem Mehrfamilienhaus mit 28 Wohnungen konnte der ursprüngliche Energiekennwert von 196 kWh/m^2 zwar halbiert werden; angepeilt war jedoch ein Viertel, nämlich 42 kWh/m^2 . Zum Vergleich: Neubauten dürfen gemäss den kantonalen Bau- und Energievorschriften nicht mehr als 50 kWh/m^2 verbrauchen. Den «Performance Gap» haben die Genfer Forscher auch bei einer Grossüberbauung mit 160 Wohnungen quantifiziert: 124 kWh/m^2 war der Ursprungswert; 33 kWh/m^2 sollten es nach den baulichen Eingriffen werden. Bei 84 kWh/m^2 blieben die Wärmezähler im Messprogramm des Untersuchungsobjekts stehen. Wird der nach SIA-Norm 380/1 berechnete und im Energienachweis deklarierte spezifische Energiebedarf für die Raumheizung als Vergleichsgröße beigezogen, liegen die

Effektive Energieeinsparung
[MJ/m²]



Effektive versus theoretische Einsparungen beim Heizenergiebedarf für die zehn sanierten Genfer Wohnimmobilien A bis J (vgl. S. 39). Die einzelnen Abweichungen stehen gegenseitig in einer linearen Beziehung, woraus ein durchschnittlicher Korrekturfaktor für den Performance Gap berechnet werden kann.

Heizwärmebedarf [MJ/m²] Baujahr



Systematischer Performance Gap: Heizwärmebedarf des Genfer Wohnimmobilienbestands nach Bauperiode gruppiert; der mittlere, hellgraue Abschnitt zeigt die Abweichung des effektiven vom theoretischen Energiebedarf (abgeleitet aus den zehn Untersuchungsobjekten).

erfassten Abweichungen in einer Bandbreite von 43 bis 142%. Insofern ist das angestrebte Energieeffizienzziel im besten Fall zu zwei Dritteln und im schlechtesten Fall nur zu einem Drittel ausgeschöpft worden, so eine weitere Hauptaussage aus dem Genfer Forschungsprojekt.

Eine wesentliche Zusatzerkenntnis aber ist: Der Performance Gap wird kleiner, wenn die energetische Sanierung umfassend konzipiert ist und sich nicht auf einzelne Bauteile beschränkt. Ebenso kann die Kluft durch eine Optimierung der Heizungsanlage geschmäler werden. Zudem lassen die statistische Analysen aus Genf vermuten, dass der Performance Gap systematisch als Zahlenwert, abhängig vom angepeilten Reduktionsziel, bestimmt werden kann (vgl. Abb. S. 40 oben).

Raumtemperatur und Lüftungsrate

Was aber sind die Ursachen für den hartnäckigen Performance Gap? Bislang wurde vermutet, dass ein Gemisch aus Nutzerverhalten, Belegungsschwankungen, Nutzungsänderungen und der ungenügenden Repräsentativität von Planungsnormen schuld an solchen Fehlleistungen ist. Die Forschungsgruppe an der Universität Genf hat diese Hypothesen erstmals anhand von quantitativen Sensitivitätsanalysen untersucht. Dabei fiel auf, dass der Einfluss der realen Nutzungsbedingungen am grössten ist. Nutzungsdauer, Stromverbrauch oder Belegungsgrad sind von untergeordneter Bedeutung. Die Abweichungen zur Realität widerspiegeln sich häufig daran, wie hoch Raumtem-

Welche Klimadaten verwenden?

Die Erwartungen und die Anforderungen an eine behagliche Gebäudenutzung steigen: Nutzer und Betreiber setzen für eine spezifische Tätigkeit ein stabiles Raumklima voraus; die Komfortbedingungen sind ausserdem normiert. Die Gebäudetechnikplaner haben dies sowohl für die Heizperiode im Winter als auch für den Kühlbedarf im Sommer zu berücksichtigen. Die technischen Anlagen sind für die Bereitstellung von Raumwärme und Kälteleistung so auszulegen, dass die Ansprüche der Nutzer jederzeit und zeitnah erfüllt werden. Die Modellberechnungen stützen sich unter anderem auf Daten zur Standardbelegung (SIA MB 2024:2015) und auf Annahmen zur Raumnutzung. Zusätzliche Einflussfaktoren für die Auslegung des Raum- und Gebäudeklimas sind aber auch Meteodata, die in der Regel dem langjährigen Durchschnitt gemessener Standortwerte entsprechen. Oft beziehen sich die Simulationen auf die Jahre 1984 bis 2003 (Design Reference Years DRY). Prognosen des nationalen Wetterdiensts Meteo Schweiz zeigen allerdings auf, dass das inländische Klima im Jahr 2050 durchschnittlich 2 bis 3°C wärmer ist als die DRY-Daten¹. Auf die Planung und Auslegung von Raumwärme und Kühlbedarf wirkt sich dies heute schon erheblich aus, weil das energetische Versorgungskonzept im Gebäude künftigen Anforderungen gerecht werden muss (vgl. TEC21 13/2017).

Üblicherweise geben die Klimadaten verschiedener Referenzstandorte die monatlichen Durchschnittswerte der Jahre 1984 bis 2003 wieder (normales DRY). Seit knapp zehn Jahren stehen zusätzliche Datensätze für einen warmen Sommer zur Verfügung (warmes DRY). Wie gut die beiden Szenarien die effektive Klimaerwärmung abbilden,

zeigt folgender Vergleich der Hitzetage für den Standort Bern. Im Standardfall (normales DRY) werden vier Hitzetage mit Aussenlufttemperaturen ab 30°C erwartet; ein warmer Sommer (warmes DRY) ist hingegen mit 25 Hitzetagen definiert. Letzterer ist beispielsweise im Jahr 2015 aufgetreten: Am Standort Bern stieg das Thermometer zwischen Mitte April und Mitte Oktober 23-mal über die 30°C-Marke. Im folgenden Jahr wurden dagegen nur sechs Hitzetage verzeichnet, was dem Standardwert entspricht.

Die DRY-Datensätze bilden normale respektive warme Jahre relativ gut ab. In der Gebäudeplanung bleibt aber zu klären, wie häufig ein warmer Referenzjahr berücksichtigt werden soll. Gemäss Planungsnorm (SIA 180:2014) ist der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes auf den Normalfall (normales DRY) zu beziehen. Dagegen sprechen Erfahrung und Realität für das Szenario «warmer Sommer». Eine entsprechende Auslegung der Gebäudetechnikanlagen ist empfehlenswert, um den Anforderungen der Nutzer, angeichts der zu erwartenden Klimaerwärmung, gerecht zu werden.

Energiebedarf ist gesetzlich limitiert

Alles schön und gut; mit hoher Wahrscheinlichkeit lässt sich weiterhin ein behagliches Raumklima im Sommer sicherstellen. Weil jedoch der Energiebedarf für die Kühlung limitiert ist, sind energetische Anforderungen nicht zwingend erfüllt. Die planerische Auslegung für ein «warmes DRY» kann daher Widersprüche zu den gesetzlichen Bauvorschriften provozieren. Setzt die Gebäudearchitektur beispielsweise auf grosse Glasflächen und offene Grundrisse sowie auf geringe Anteile an interner Speichermasse, kann der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes häufig nicht erfüllt werden. Selbst ein automatisierter Sonnenschutz und die passive Nachtauskühlung reichen nicht aus,

aktive Kühlmaßnahmen werden teilweise unausweichlich, was jedoch zusätzliche Energie verbraucht. Daher ist ein Plan B zur Deckung des Wärme- und Kühlbedarfs zu entwickeln, dessen ökonomischer und ökologischer Mehraufwand mit geeigneten Massnahmen durchaus im Rahmen gehalten werden kann. Unter anderem sind dafür lokal verfügbare, erneuerbare Energiequellen wie Aussenluft, Erdreich oder Grund- und Oberflächengewässer optimal zu nutzen.

Um einen Ausgleich zwischen gesetzlichen Energieanforderungen, behaglichem Raumklima und eventuellen Mehrkosten im Gebäudetechnikkonzept zu finden, ist eine frühzeitige Auseinandersetzung im gesamten Planungsteam inklusive Bauherr und Nutzer anzustreben. Zur Lösung beitragen können ebenso eine gemeinsame Definition der Behaglichkeitsansprüche oder spezifische Nutzungsvereinbarungen. Daraus leitet sich aber ein Bedarf für die Kommunikation mit Nutzern ab, die die Erwartungen an das Raumklima beinhaltet oder auf Feedbackinstrumenten beruht. Ebenso sind Ansätze ohne zusätzlichen technischen Aufwand zu prüfen, wobei der Toleranzbereich der Behaglichkeit auszureißen ist.

Fazit für die interdisziplinäre Gebäudeplanung ist daher: Die Interpretationslücken in der Handhabung realitätsnaher Klimadatensätze sind mit einer projektinternen Strategie zu schliessen, die die Nutzeransprüche an das Raumklima optimal erfüllen kann, sich aber zum Teil ausserhalb der Normbedingungen bewegt. •

*Matthias Schmid, Barbara Wehle,
www.prona.ch*

Anmerkung

¹ «Bauen, wenn das Klima wärmer wird», KBOB, 2008

peratur und Lüftungsrate effektiv eingestellt sind. Die Planungsnormen enthalten jeweils einen Standardwert: 20°C Raumtemperatur respektive 0.7 m³/hm² Frischluftrate. In den Genfer Wohnungen sind jedoch erheblich höhere Werte gemessen worden: 23°C respektive über 1.2 m³/hm². Erfahrungen aus der Praxis weisen zudem darauf hin, dass auch die Kälteregulierung in Gebäuden immer häufiger eine Abweichung vom Standardfall verursachen kann (vgl. Kasten «Welche Klimadaten verwenden?», S. 41).

Wie man den Gap zum Verschwinden bringen kann, haben die Genfer Gebäudeforscher anhand von Stichproben ebenfalls gefragt. Betriebsoptimierungen sowie Änderungen im Nutzerverhalten und im Energiemanagement konnten die Kluft tatsächlich mindern. Bei zwei Wohnbauten wurden die geplanten Energieeffizienzziele danach noch um 20% statt bisher um fast 40% verfehlt. Das Gefälle der Treppe im Realitätsdiagramm könnte sich also dem Plan weiter annähern. •

Paul Knüsel, Redaktor Umwelt/Energie

Anmerkungen

1 Understanding and bridging the energy performance gap in building retrofit, Khouri et al., CISBAT 2017; Compare-Renove Abschlussbericht, Universität Genf, Société Industriel Genevois, Bundesamt für Energie 2017 (unveröffentlicht), www.unige.ch/energie/fr/activites/axes/efficacite/perf-gap/

2 Predicting energy consumption and savings in the housing stock. A performance gap analysis in the Netherlands; Daša Majcen. Delft University of Technology, Faculty of Architecture and the Built Environment, 2016.



Diesen und viele weitere Beiträge zum Gebäudetechnik Kongress und dem Performance Gap finden Sie in unserem E-Dossier auf www.espazium.ch/gtk-17

2000-WATT-AREALE

Der Betrieb läuft besser als erwartet

Erstmals haben fünf 2000-Watt-Areale beweisen müssen, dass die formulierten Zielwerte im Betrieb eingehalten werden können.

Der Autor war massgeblich an der Auswertung der Messresultate beteiligt und erklärt, warum es auch einen positiven Performance Gap geben kann.

Text: Urs Vogel

Die Areale Burgunder in Bern, Erlenmatt in Basel sowie Kalkbreite, Hunziker und Sihlbogen, alle in Zürich, werden gemischt für Wohnen und Arbeiten genutzt und sind in den letzten Jahren frisch bezogen worden. Als erste Siedlungsräume der Schweiz tragen sie seit Anfang 2017 das Zertifikat «2000-Watt-Areal im Betrieb» und erfüllen strenge Anforderungen, wie nachhaltig mit Ressourcen und Klimaschutz umzugehen ist. Der Gesamtenergieaufwand, der sich aus der summarischen Bewertung von Erstellung, Betrieb und von den Nutzern verursachten Alltagsmobilität ergibt, muss die Zielwerte des SIA-Effizienzpfads Energie einhalten.

Die Zertifizierung der fünf in Betrieb stehenden Areale hat generell ein sehr gutes Resultat hervorgebracht. Alle Standorte weisen in sämtlichen Kennzahlkategorien jeweils deutliche Reserven zum Zielwert auf: Bei der Primärenergie werden sie um rund 40% unterboten, beim nicht erneuerbaren Anteil sogar um 60%. Und die effektiven Treibhausgasemissionen liegen rund 30% unter dem Ziel (vgl. Tabelle S. 43). Dieses Resultat bestätigt zudem die Prognosen aus der Planungsphase.

Das 2000-Watt-Ziel pro Person ist für alle Areale gleich. Für die Gebäudezielwerte ist aber eine Umrechnung mit Vorgaben für die Belegungsdichte respektive Personenfläche vorzunehmen. In der Betriebsphase ist daher die effektive Belegungsdichte massgebend,