



klima:aktiv-Wohngebäude sind kostenoptimal!

Eine aktuelle Studie des Energieinstitut Vorarlberg mit e7 Energie Markt Analyse, Wien zeigt: energieeffiziente Gebäude bis hin zum Passivhaus sind im Lebenszyklus wirtschaftlicher, als Gebäude nach den Anforderungen der OIB RL 6. Das Anforderungsniveau des klima:aktiv Kriterienkatalogs Wohngebäude Neubau entspricht sehr gut dem kostenoptimalen Bereich.

Arch. DI. Martin Ploss, Energieinstitut Vorarlberg

Anlass für die Studien zum kostenoptimalen Energieniveau sind Vorgaben der Europäischen Gebäuderichtlinie EPBD [1] und ergänzender Dokumente [2], [3], in denen die EU-Staaten verpflichtet werden nachzuweisen, dass ihre nationalen Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sich am kostenoptimalen Energieniveau orientieren. Zeigen die Studien, dass die Mindestanforderungen um mehr als 15% schlechter liegen als das kostenoptimale Niveau, so muss der betreffende Staat dies rechtfertigen und darlegen, wie die Differenz bis zur nächsten Überprüfung wesentlich verringert werden soll [1]. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Studie des EIV in Kooperation mit e7 Energie Markt Analyse, Wien dargestellt, in der das Kostenoptimum für Wohngebäude-Neubauten in Vorarlberg untersucht wurde.

Vorgehensweise

Die Untersuchung wurde an drei für das regionale Neubaugeschehen repräsentativen Gebäuden (EFH, typisches und großes MFH) durchgeführt. Als Gebäude wurden Entwürfe gewählt, die nicht speziell energetisch optimiert wurden. Für jedes Gebäude wurde eine Vielzahl an Varianten in unterschiedlichen Energieniveaus untersucht. Die Varianten unterscheiden sich bezüglich

Konstruktionstyp (Massiv,- Holz- und Mischbau)

Hüllqualität (fünf U-Wert-Ensembles von Mindestanforderung OIB RL 6 (2011) bis Passivhaus)

Lüftungsstrategie (Fensterlüftung bzw. Komfortlüftung mit WRG)

Wärmeversorgungssystem (Erdsonden-Wärmepumpe, Gas-Brennwert, Pellets, Wärmepumpen-Kompaktaggregat)

Thermische Solaranlage (ohne Solaranlage bzw. mit WW-Solaranlage, Jahresdeckungsgrad ca. 60%)

Insgesamt wurden für das EFH und das typische MFH etwa 80, für das große MFH etwa 40 Varianten analysiert.

Energiebedarfsberechnungen

Die Energiebedarfsberechnungen wurden nach den Rechenalgorithmen der OIB RL 6 (2011) und den mit geltenden Normen durchgeführt. Die energetische Qualität der Passivhausvarianten wurde zuvor mit PHPP so justiert, dass ihr HWB_{PHPP} bei 15 kWh/m²_{EBFä} liegt. Der HWB dieser Varianten bei Berechnung nach OIB liegt bei 4 bis 10 kWh/m²_{BGFä}. Um realistischere Ergebnisse zu erhalten, wurde eine deutlich stärkere Verschattung angenommen, als die Default-Verschattung laut OIB Richtlinie 6 / ÖNORM:

Als Indikator für die Gesamtenergieeffizienz wurde wie von der EU vorgegeben der Primärenergiebedarf (PEB) herangezogen. In Übereinstimmung mit dem Nationalen Plan wurde der PEB inkl. Haushaltsstrom betrachtet (PEB_{gesamt}).



Kostenermittlung

Die Investitionskosten wurden im Mai 2013 durch Ausschreibungen bei Planern, Handwerkern und Bauträgern in der Region Vorarlberg erhoben. Wartungs- und Investitionskosten wurden nach den Vorgaben der VDI Richtlinie 2067 angenommen, die Wartungskosten für Lüftungsanlagen gemäß aktueller österreichischer Studien [4], [5] und nach einer Auswertung der 2012 geförderten Lüftungsanlagen in Vorarlberg.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Im Rahmen der Studie wurden – wie in der EPBD und den ergänzenden Dokumente festgelegt - die Kapitalwerte der untersuchten Gebäudevarianten während eines Betrachtungszeitraumes von 30 Jahren bestimmt. Der Betrachtungszeitraum von 30 Jahren erscheint als sinnvoll, da er der durchschnittlichen Laufzeit von Baukrediten und damit der Zeitspanne, auf die ein Bauherr sein Gebäude optimieren sollte, entspricht.

Bei der Ermittlung der Kapitalwerte wurden folgende Kosten berücksichtigt:

Investitionskosten für energierelevante Bauteile und Komponenten

Planungskosten

Wartungs- u. Instandhaltungskosten

Energiekosten

Restwerte von Bauteilen, deren technische Lebensdauer mehr als 30 Jahre beträgt, werden ebenso berücksichtigt, wie Ersatzinvestitionen zum Austausch von Komponenten mit Lebensdauern unter 30 Jahren.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden wie von der EU vorgegeben ohne Berücksichtigung von Förderungen durchgeführt.

Die Randbedingungen für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurden bewusst konservativ gewählt. In der Grundvariante wurden die folgenden Annahmen getroffen:

Energiepreissteigerungen real in % p.a.

Haushaltsstrom 1,5%

WP-Strom 3,0%

Gas, Pellets 3,0%

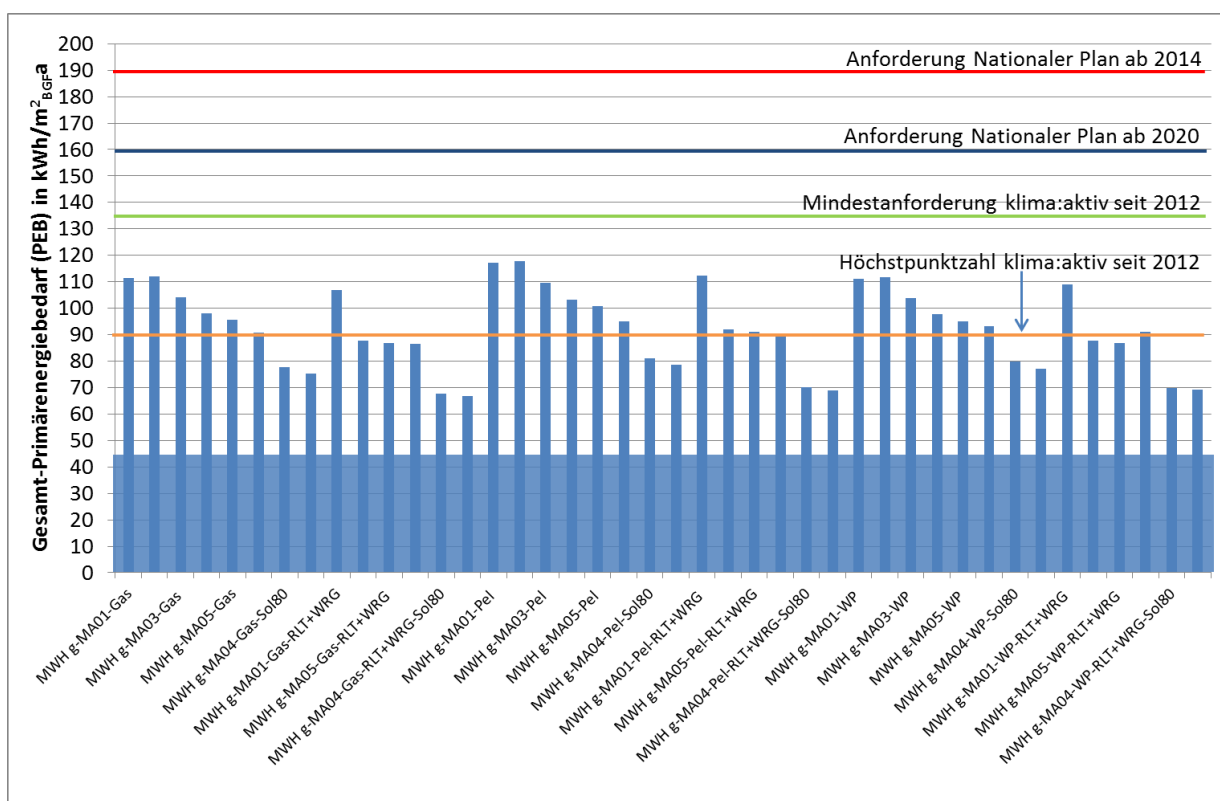
Diskontsatz: 2,0% real

In Sensitivitätsvarianten wurde untersucht, wie sich eine um 1% stärkere bzw. schwächere Energiepreissteigerung sowie ein um 1% höherer Diskontsatz auswirkt. In einer weiteren Variante wurde der Einfluss der Berücksichtigung von CO₂-Kosten quantifiziert.



Ergebnisse - Energiebedarf

Der HWB der untersuchten Gebäudevarianten liegt bei 4 bis 54 kWh/m²_{BGFa}. Die Werte des PEB_{gesamt} liegen zwischen 66,7 und 162,4 kWh/m²_{BGFa}. Nur eine Variante des Einfamilienhauses (HWB 54 kWh/m²_{BGFa}, Pelletheizung, ohne Solaranlage, Fensterlüftung) hat einen PEB_{gesamt}, der mit 162 kWh/m²_{BGFa} knapp über dem Grenzwert des Nationalen Plans für 2021 liegt. Dieser beträgt 160 kWh/m²_{BGFa}. Die Primärenergiekennwerte des großen Mehrfamilienhauses liegen zwischen knapp 67 und 118 kWh/m²_{BGFa} (Abbildung 2). Die Passivhausvarianten haben PEB-Werte zwischen 66,7 und etwa 80 kWh/m²_{BGFa}. Der blau hinterlegte Bereich entspricht dem Primärenergiebedarf für Haushaltsstrom. Dieser beträgt einheitlich 43 kWh/m²_{BGFa}.



Grafik 1: Gesamt-Primärenergiebedarf (PEB) der Varianten des großen Mehrfamilienhauses



Ergebnisse - Kosten

Die Mehrkosten der Passivhausvarianten mit Komfortlüftung und Solaranlage gegenüber den Varianten nach Mindestanforderungen OIB Richtlinie 6 (2011) mit Fensterlüftung und ohne Solaranlage sowie mit gleichem Wärmeversorgungssystem liegen bei 189 bis 303 EUR/m²_{EBFa} für das EFH und zwischen 96 und 127 EUR/m²_{EBFa} für die beiden Mehrfamilienhäuser. Die genannten Mehrkosten beziehen sich auf die Bauwerkskosten (ÖNORM 1801-1, Kostengruppen 2, 3, und 4).

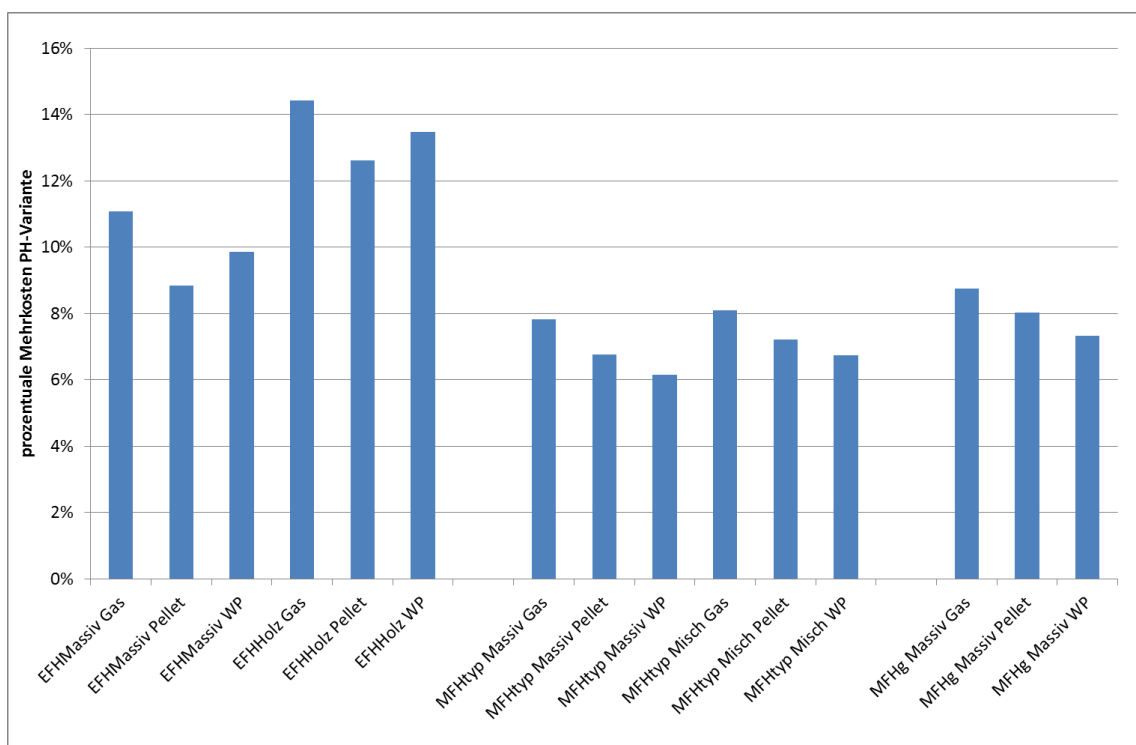


Abbildung 2: prozentuale Mehrkosten der Passivhaus-Varianten mit Solaranlage gegenüber den Varianten nach Mindestanforderungen OIB Richtlinie 6 (2011) ohne Solaranlage und mit gleichem Wärmeversorgungssystem

Wie Abbildung 2 zeigt, liegen die prozentualen Mehrkosten der Passivhausvarianten mit Komfortlüftung und Solaranlage gegenüber den Varianten nach Mindestanforderungen OIB Richtlinie 6 (2011) ohne Solaranlage und mit gleichem Wärmeversorgungssystem liegen bei 8,8 bis 14,4% für das Einfamilienhaus und bei 6,2 bis 8,8% für die beiden Mehrfamilienhäuser.

Die im Rahmen der Studie ermittelten Mehrkosten der Mehrfamilienhäuser stimmen gut mit den abgerechneten (Mehr)Kosten österreichischer Mehrfamilienhäuser im Passivhausniveau überein. Diese wurden mit 3,9 bis 8,1% bestimmt [6], [7]. Ähnliche Mehrkosten wurden mit ca. 5 bis 7% auch bei den Passivhaus-Projekten der Neuen Heimat Tirol abgerechnet. Auch die aktuelle Studie des Österreichischen Verbandes gemeinnütziger Bauvereinigungen kommt zu ähnlichen Ergebnissen – die Studie nennt durchschnittliche Mehrkosten von 6,73% [8].



Ergebnisse - Wirtschaftlichkeit

Die Studie zeigt, dass das kostenoptimale Energieniveau auch ohne Förderung bei Gebäuden liegt, die energetisch weit besser sind, als die zukünftigen österreichweiten Anforderungen. Diese liegen ab 2015 bei einem PEB von 190, ab 2021 bei 160 kWh/m²_{BGF}a. Der Vergleichswert für Passivhäuser liegt bei ca. 65 bis 80 kWh/m²_{BGF}a.

Wie Abbildung 3 veranschaulicht, liegen die in der Studie bestimmten Kostenoptima bezüglich des PEB_{gesamt} je nach Gebäudetyp, Konstruktionsart und Wärmeversorgungssystem zwischen 77 und 140 kWh/m²_{BGF}a. Für Mehrfamilienhäuser liegt das Optimum auch ohne Förderung mit 77 bis 110 kWh/m²_{BGF}a z.T. bei Passivhausniveau. Auch für Einfamilienhäuser liegen die Kostenoptima mit 100 bis 140 kWh/m²_{BGF}a deutlich unter den Mindestanforderungen des Nationalen Plans für 2020.

Wie die Studie zeigt, führt eine weitere energetische Verbesserung gegenüber dem kostenoptimalen Niveau nur zu geringen Mehrkosten über 30 Jahre.

Die Mehrkosten der energetisch besten Varianten gegenüber den kostenoptimalen Varianten betragen zwischen 2,88 und 111,45 EUR/m²_{BGF} in 30 Jahren für die Einfamilienhäuser und zwischen 38,13 und 65,06 EUR/m²_{BGF} in 30 Jahren für die Mehrfamilienhäuser. Dies entspricht – ohne Berücksichtigung jeglicher Fördermittel – in etwa monatlichen Mehrkosten von 0,01 bis 0,31 EUR/m²_{BGF} für die Einfamilienhäuser und von 0,11 bis 0,18 EUR/m²_{BGF} für die Mehrfamilienhäuser.

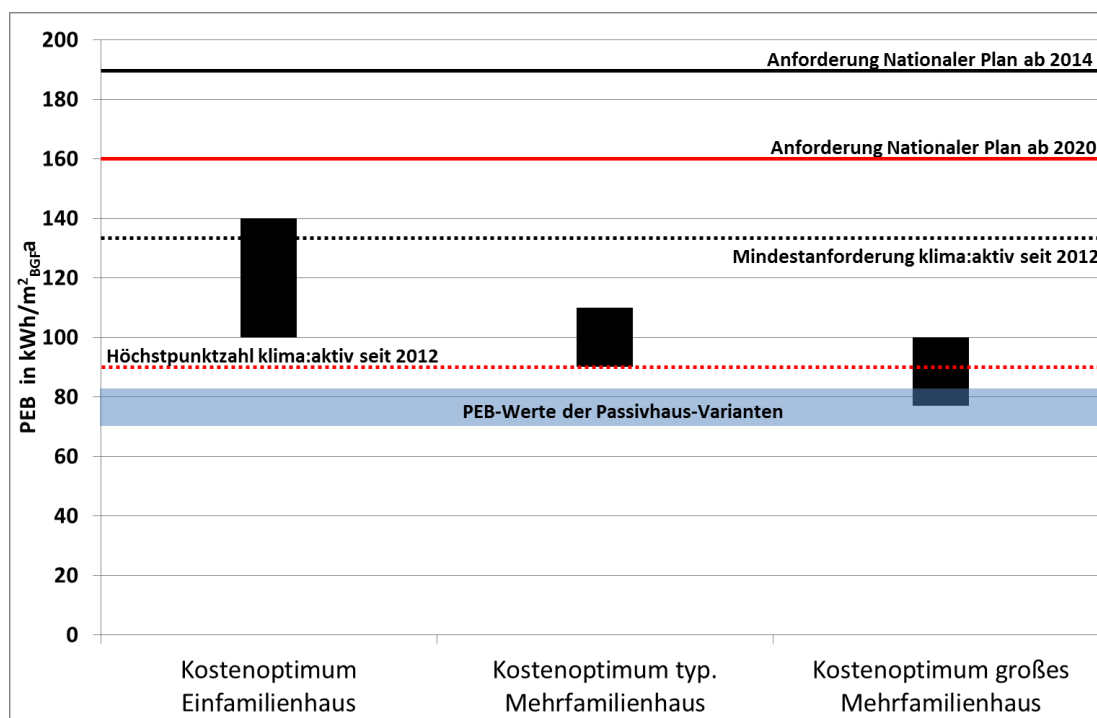


Abbildung 3: Kostenoptima bezüglich des PEB gesamt

Die geringsten Mehrkosten der energetisch besten Varianten ergeben sich für die Varianten des Einfamilienhauses mit Wärmepumpen-Kompaktaggregate (WP kompakt) mit 0,01 bis 0,04 EUR/m²_{BGF} pro Monat. Die Gebäudevarianten mit bedarfsangepasster, minimierter Wärmeversorgungstechnik sind damit deutlich günstiger als die mit additiven Wärmeversorgungssystemen.

Wie die Sensitivitätsvarianten zeigen, beeinflussen weder ein um 1% veränderter Energiepreisanstieg, ein um 1% höherer



Diskontsatz noch die Berücksichtigung von CO₂-Kosten die Kernaussagen der Studie.

Alles nur Theorie?

Voraussetzung für den wirtschaftlichen Betrieb hocheffizienter Gebäude ist, dass der tatsächliche Verbrauch dem berechneten Bedarf entspricht. Wie realisierte Gebäude zeigen, ist dies möglich, wenn zur wirtschaftlich-energetischen Optimierung validierte Verfahren wie PHPP eingesetzt werden. So entsprechen die Verbräuche der Passivhaus-Wohnanlage Lodenareal in Innsbruck sehr gut dem berechneten Bedarf. Der gemessene Heizwärmeverbrauch lag in den beiden ersten Messjahren mit 17 bzw. 16 kWh/m²_{EBFa} trotz mittlerer Raumlufttemperaturen von 23,75°C nur geringfügig über dem mit PHPP berechneten Bedarfswert [9]. Die Mehrkosten des Projekts für Energieeffizienz entsprechen den in dieser Studie ermittelten Werten.

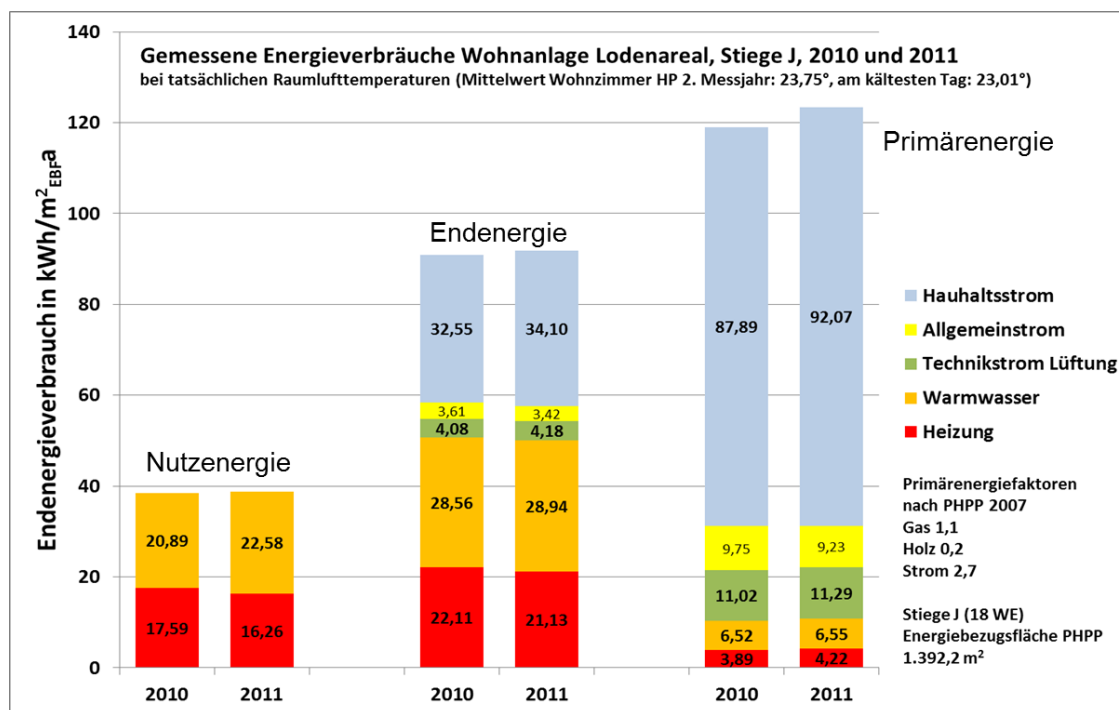


Abbildung 4: gemessene Energieverbräuche Wohnanlage Lodenareal, Stiege J (18 WE), 2010 und 2011

Vergleich mit ähnlichen Studien

Drei ähnlich strukturierte Studien zur Bestimmung des kostenoptimalen Energieniveaus [10], [11], [12]. Hauptergebnis ist jeweils, dass die Kostenoptima z.T. deutlich unter dem Anforderungswert des Nationalen Plans für 2021 von 160 kWh/m²_{BGFA} liegen. Die Kostenoptima sind in allen Studien sehr flach ausgelegt, d.h. eine Erhöhung der energetischen Qualität über das Kostenoptimum hinaus führt nur zu geringen Mehrkosten im Bereich einiger cent pro m² und Monat.

Resumé

Wichtigstes Ergebnis der Studien zum kostenoptimalen Energieniveau ist die Verankerung der Lebenszykluskosten (bzw. der Gesamtkosten in 30 Jahren) als Indikator für die Wirtschaftlichkeit. Viele Diskussionen um das leistbare Wohnen wurden bislang auf der Basis der Herstellungskosten geführt.



Zweites Ergebnis ist, dass die in der Studie bestimmten Kostenoptima von 77 bis 140 kWh/m²_{BGFa} dem Anforderungsniveau des klima:aktiv Kriterienkatalogs von 90 bis 135 kWh/m²_{BGFa} sehr gut entsprechen und bei deutlich besseren Gebäudequalitäten liegen, als die im Nationalen Plan für 2021 definierte Mindestanforderung eines PEB_{gesamt} von 160 kWh/m²_{BGFa}. Aus Sicht des Autors sollte ein derart hoher PEB_{gesamt}, der von fast allen untersuchten Gebäudevarianten zum größeren Teil deutlich unterschritten wurde, nicht als Österreichisches „Fast-Nullenergiegebäude“ im Sinne der EPBD definiert werden. Eine kritische Diskussion der Zielvorgaben des Nationalen Plans scheint notwendig.

Drittes Ergebnis ist die Tatsache, dass die Kostenoptima sehr flach ausgeprägt sind: eine Verbesserung des energetischen Niveaus über das Kostenoptimum hinaus zu Werten, die Passivhäusern oder Gebäuden mit ähnlich guten PEB und CO₂-Werten entsprechen, führt nur zu geringen Mehrkosten über 30 Jahre.

Erste Voraussetzung für die Validität von Wirtschaftlichkeitsberechnungen ist die Verwendung evaluierter Rechenverfahren zur Energiebedarfsberechnung sowie zur energetisch-wirtschaftlichen Optimierung. Wie zahlreiche realisierte Gebäude zeigen, stimmt der tatsächliche Verbrauch von Gebäuden mit den Ergebnissen qualitätsgesicherter Energiebedarfsberechnung sehr gut überein.

Zweite Voraussetzung ist die detaillierte Qualitätssicherung des Bauablaufs, die Einregulierung der technischen Systeme und die Betriebsoptimierung im ersten Jahr.

Hauptaufgabe der kommenden Jahre wird es sein, Planungs- und Qualitätssicherungsprozesse so zu optimieren, dass die gute Erfahrungen vieler auch in der Praxis effizienter Gebäude auf das Gros des Neubau- und Sanierungsgeschehens übertragen werden. Die klima:aktiv Kataloge bieten hierzu eine wertvolle Hilfe, indem sie

- Qualitätssicherungsmaßnahmen wie Luftdichtheitsmessungen und detaillierte Überprüfungen der Energiebedarfsberechnungen in eigenen Kriterien ebenso bepunkteten wie Wirtschaftlichkeitsberechnungen
- Hilfswerkzeuge wie den Wärmebrückenkatalog Fenstereinbau oder den Wirtschaftlichkeitsrechner econ calc kostenlos zur Verfügung stellen.

Quellen

- [1] RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)
- [2] Delegierte Verordnung (EU) Nr. 244/2012 der Kommission vom 16. Januar 2012 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durch die Schaffung eines Rahmens für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und Gebäudekomponenten, ABI L 81/18.
- [3] Leitlinien zur delegierten Verordnung (EU) Nr. 244/2012 der Kommission vom 16. Januar 2012 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durch die Schaffung eines Rahmens für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und Gebäudekomponenten, ABI C 115/1.
- [4] Schöberl, H., Hofer, R.: Betriebskosten- und Wartungskostenvergleich zwischen Passivhäusern und Niedrigenergiehäusern. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien, 3/2012
- [5] Schöberl, H.: Reduktion der Wartungskosten von Lüftungsanlagen in Plus-Energiehäusern. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien, 2/2012
- [6] H. Schöberl et al.: Ermittlung und Evaluierung der baulichen Mehrkosten von Passivhausprojekten Berichte
bmvit
aus der Energie- und Umweltforschung 63/2011
(Herausgeber)
- [7] Warger, R.: Die Metamorphose des Mehrgeschossigen Wohnbaus vom Niedrigenergie- zum Passivhaus. Ökonomischer Vergleich als Entscheidungshilfe für gewerbliche Bauträger. Master-Thesis. Department für Bauen und Umwelt der Donau-Universität Krems. Bregenz. 2009



- [8] E. Bauer
Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit
Investitions- und Nutzungskosten
in Wohngebäuden gemeinnütziger Bauvereinigungen unter besonderer Berücksichtigung energetischer Aspekte
Österreichischer Verband gemeinnütziger Bauvereinigungen
Wien, 2013
- [9] W. Wagner et al.:
Forschungsprojekt Passivhauswohnanlage Lodenareal – Endbericht
Gleisdorf, Dezember 2012
- [10] M. Mitterndorfer et al.:
Berechnung von kostenoptimalen Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (gemäß EPBD Art. 5)
Austrian Energy Agency Wien, Dezember 2012
- [11] K. Leutgöb et al.:
Analyse des kostenoptimalen Anforderungsniveaus für Wohnungsneubauten, Endbericht November 2012
e7 Marktanalyse GmbH
Auftraggeber: Stadt Wien – MA 39, Güteschutzgemeinschaft Polystyrol-Hartschaum, Gemeinschaft der Dämmstoffindustrie,
Österreichische Fachvereinigung Polystyrol-Extruderschaum, Arge Fachvereinigung Mineralwolleindustrie
- [12] K. Leutgöb, J. Rammerstorfer:
Implementing the cost optimal methodology in EU countries, Case study Austria
e7 Marktanalyse GmbH Wien, 2012

download

der Studie unter:

<http://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/gebaeuedeklaration/kostenoptimalitaet.html>