

KWEFF 2015 - Verbrauchskennwerte energetisch hocheffizienter Gebäude

Dipl. Volkswirt Carl Zeine, ages - Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH, Klosterstr. 3; 48143 Münster; Deutschland; Telefon: 0049 - (0)251 – 4847810; E-Mail: info@ages-gmbh.de

1 Das Projekt

Die ages GmbH – Münster hat Ende September 2015 eine Untersuchung abgeschlossen, die die Erhebung, Bildung und Auswertung von Verbrauchskennwerten energetisch hocheffizienter Gebäude dokumentiert. Der Bericht ist mit Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt erstellt worden (DBU Förderung Förderkennzeichen AZ 28343).

2 Ziel der Untersuchung

Im Rahmen dieser Untersuchung sollten auf der Grundlage einer möglichst breiten und differenzierten empirischen Datenbasis aktuelle Energieverbrauchskennwerte von energetisch hocheffizienten Gebäuden nach der Methode der VDI-Richtlinie 3807 Blatt 1 ermittelt werden. Ein besonderes Gewicht wurde auf die liegenschaftsscharfe Aufnahme von Strukturmerkmalen gelegt, um Verbrauchskennwerte differenziert nach Effizienzklassen, Gebäudearten und Beheizung sowie Teilkennwerte nach Anwendungen bilden zu können

3 Was sind energetisch hocheffiziente Gebäude?

Für die Klassifizierung eines Gebäudes als „energetisch hocheffizient“ kann nicht auf eine allgemein anerkannte Definition zurückgegriffen werden. Für die Datenerhebung haben wir uns zunächst an aktuellen gesetzlichen Vorgaben für bauliche Standards oder technische Gebäudeausstattung orientiert, die unterschritten werden müssen, um als energetisch hocheffizient klassifiziert zu werden.

Hinzu kommen Zertifizierungsansätze unterschiedlicher Träger, die - wie der Passivhaus- oder Minergiostandard – hohe Anforderungen an die energetische Effizienz von Gebäuden stellen.

Die Effizienzkriterien stellen vielfach auf den Heizwärmebedarf ab und formulieren vor diesem Hintergrund hohe Anforderungen an die baulichen Standards zur Erzielung niedriger Transmissions- und Lüftungswärmeverluste.

Anforderungen an den Energiebedarf für die Warmwasserbereitung und für den Verbrauch elektrischer Energie werden in der Regel auf der Ebene der Primärenergie für den gesamten Energiebedarf einer Liegenschaft formuliert.

Bei einigen Effizienz-Konzepten liegt der Fokus auf der Erzielung möglichst hoher Deckungsanteile durch regenerative Energieträger. Die Berücksichtigung des mit dem Bau und der Herstellung der Baumaterialien verbundenen Energieverbrauchs (sog. Graue Energie) stellt noch eine Ausnahme bei den Effizienzstandards dar.

Während für Wohngebäude durchaus eine Reihe von Standards und Kriterien zur energetischen Hocheffizienz verfügbar, fehlen bei Nicht-Wohngebäuden teilweise Kriterien oder sie sind unvollständig.

Auffallend ist, dass sich die Effizienzkriterien in der Regel auf Kenngrößen beziehen, die einer direkten empirischen Überprüfung nicht zugänglich sind. .

4 Standards für energetisch hocheffiziente Gebäude

Eine Vergleich der jeweiligen Anforderungen der unterschiedlichen Effizienzstandards untereinander sowie mit empirisch ermittelten Verbrauchskennwerten ist wegen der unterschiedlichen Bezugsebenen (Nutzenergie, Endenergie, Primärenergie), wegen der Unterschiede bei den Flächenbezügen (BGF, NGF, Wohnfläche,..) und wegen der Unterschiede bei den berücksichtigten Energieanwendungen nicht direkt möglich. Hier sind zur Herstellung einer Vergleichbarkeit Umrechnungen erforderlich.

5 Bestand energetisch hocheffizienter Gebäude

Über die Anzahl hocheffizienter Gebäude in Deutschland existieren keine offiziellen Statistiken.

Für den **Passivhausstandard** ergeben sich bei den derzeitigen Schätzungen etwa 20.000 bis 50.000 Gebäude [Passivhaus-Kompendium 2012]. In der Passivhausdatenbank [IG Passivhaus et. al. 2014] werden insgesamt 2.995 Passivhäuser gelistet.

Für den **Minergie-Standard** in der Schweiz wurden bis zum Jahr 2014 über 32.000 gebaute bzw. modernisierte Gebäude im Bestand gezählt [Minergie 2014a] [EnDK 2014]. Dabei handelt es sich mit ca. 90% der Objekte hauptsächlich um Wohngebäude

Im Bereich der **KfW-Förderung** werden regelmäßig Statistiken veröffentlicht. Ab dem Jahr 2006 wurden insgesamt über 560.000 Wohneinheiten in 278.349 Förderfällen über die Angebote des KfW-Effizienzhausprogramms gefördert. Die Zahl der als energetisch hocheffizient zu klassifizierenden Förderfälle liegt aber nur bei ca. 60.000.

In der **dena-Effizienzhausdatenbank** sind 1.280 dieser geförderten Projekte dokumentiert.

Zudem gibt es in Deutschland, der Schweiz und Österreich etwa 1.700 Sonnenhäuser [GEB 2015]. Auf der Internet-Seite des Sonnenhaus-Instituts sind 273 dieser Gebäude in Form von Gebäudesteckbriefen dokumentiert. Darunter befinden sich insgesamt 261 Wohnhäuser, sowie 12 Nichtwohngebäude [Sonnenhaus-Institut 2015].

Zu dem Gebäudebestand der weiteren Effizienzstandards liegen derzeit keine belastbaren Daten vor.

6 Datenerhebung

Bei der Datenerhebung konnten sowohl Primärdaten als auch Sekundärdaten aus messtechnischen Untersuchungen, Monitoringberichten und veröffentlichten Gebäudesteckbriefen gesammelt werden.

Für die **Primärdatenerhebung** wurde ein auf einer Webseite zur Verfügung gestellter Online-Fragebogen genutzt. Mit Hilfe von Email-Newslettern und Pressemitteilungen über die unterschiedlichen Medien wurde auf das Projekt aufmerksam gemacht. Des Weiteren wurden mehr als 4.000 Akteure aus den unterschiedlichsten Bereichen direkt per Email angeschrieben.

Im Rahmen der **Sekundärdatenerhebung** wurde eine umfangreiche Recherche in Fachliteratur, Internet und Fachzeitschriften vorgenommen.

Insgesamt konnten im Rahmen dieser Untersuchung 653 Datensätze 446 von energetisch hocheffizienten Gebäuden gesammelt und ausgewertet werden. Der Großteil davon sind 320 Wohngebäude mit 477 Datensätzen.

Ein auswertbarer Datenbestand von 462 energetisch hocheffizienten Gebäuden entspricht nicht unseren Erwartungen. Weder breit angelegte Mailingaktionen noch direkte Ansprachen, Mitmachprämien oder Aufrufe in der Fachpresse konnten eine Verbesserung der Datenbasis bewirken.

Die Gründe für geringe Resonanz sind u.a.:

- Keine hocheffiziente Gebäude im Bestand
- Viele Kommunen werten zwar Verbrauchsdaten innerhalb eines Energiecontrollings aus, allerdings sind in der Regel keine hocheffizienten Gebäuden vorhanden
- Oftmals war kein Interesse am Projektvorhaben vorhanden
- Keine Zeit bzw. keine Ressourcen zur Bearbeitung der Anfrage
- In der Regel liegen nur Bedarfswerte vor
- Es erfolgt keine Verbrauchsmessung bzw. kein Monitoring
- Bei Verbrauchsdaten von Dritten: Datenschutzgründe, keine Freigabe zur Weitergabe
- Bei geförderten Projekten ist in der Regel kein Monitoring verpflichtend

7 Kennwertebildung

Die Berechnung der Verbrauchskennwerte erfolgte nach VDI 3807-1. Die Verbrauchsdaten wurden witterungsbereinigt sowie - falls notwendig - zeitnormalisiert. Die Bildung von Kennwerten ermöglicht durch den Bezug auf einen Quadratmeter Bruttogrundfläche (Nettogrundfläche oder Wohnfläche) einen Vergleich unterschiedlicher Gebäudegrößen.

8 Auswertungen

Bei der Auswertung der erhobenen Daten wurden jeweils als statistische Kenngrößen der Stichprobenumfang, das arithmetischen Mittel, untere Quartilsmittel, der Modalwert (häufigster Wert, dichtester Wert, Modus) und die Standardabweichung der Kennwerte und Flächendurchschnitt ermittelt.

Diese statistischen Kenngrößen der Verbrauchskennwerte wurden differenziert nach Effizienzstandards, Gebäudearten und Energieträgern bei der Wärmeversorgung ermittelt. Zudem gibt es eine Reihe von Sonderauswertungen wie z.B. zu Verbrauchskennwerten in Passivhauswohngebäuden.

9 Ergebnisse

9.1 Verbrauchskennwerte energetisch hocheffizienter Wohngebäude

Bei den Wohngebäuden konnte ein mittlerer Endenergieverbrauch thermischer Energie (Heizung und Warmwasser) von 17 [kWh(Hi)/m²(BGF)a] ermittelt werden. Dieser sehr niedrige Wert erklärt sich zum einen über den Bezug auf die BGF und zudem über den hohen Anteil von Wohngebäuden, deren Wärmeversorgung über elektrischen Wärmepumpen erfolgt. Zum anderen bestätigt sich hier die Einhaltung der Anforderungen der ambitionierten Vorgaben bei den Effizienzstandards der unterschiedlichen Labels.

Der mittlere Stromverbrauchskennwert von Wohngebäuden liegt bei 16 [kWh/m²(BGF)a].

9.2 Verbrauchskennwerte energetisch hocheffizienter Nicht-Wohngebäude

Zu 79 Nichtwohngebäuden liegen Energieverbrauchsdaten zum Wärmeverbrauch vor. Von 67 dieser Gebäude konnte der witterungsbereinigte thermische Energieverbrauch ermittelt werden. Das arithmetische Mittel liegt hier bei 56 [kWh(Hi)/m²(BGF)a] (witterungsbereinigt) bei einer Standardabweichung von 38 [kWh(Hi)/m²(BGF)a](witterungsbereinigt).

Bei den Nichtwohngebäuden konnte die elektrischen Endenergieverbräuche von 85 Gebäuden ausgewertet werden. Das arithmetische Mittel der Verbrauchskennwerte elektrische Endenergie liegt bei 46 [kWh/m²(BGF)a], die Standardabweichung beträgt 36 [kWh/m²(BGF)a]. Der Modus liegt bei 33 [kWh/m²(BGF)a] und der Median beträgt 33 [kWh/m²(BGF)a].

9.3 Verbrauchskennwerte von Passivhaus-Wohngebäuden

Für 139 Passivhaus-Wohngebäude konnte der Verbrauch thermische Endenergie ausgewertet werden. Darunter fallen 103 Reihenhäuser, 17 Einfamilienhäuser, 15 Mehrfamilienhäuser, 3 Studentenwohnheime und eine Mensa. Im arithmetischen Mittel weisen diese Gebäude einen Verbrauchskennwert für thermische Endenergie von 13 [kWh/m²(BGF)a] bzw. 25 [kWh/m²(WF)a] auf.

Beheizt werden diese Gebäude zu 41% mit Wärmepumpen. An ein Nah- bzw. Fernwärmenetz sind 31% der Gebäude angeschlossen. Bei etwa 13% werden Erdgas, bei 10% Holzpellets bzw. Brennholz, 2% direkt mit Strom und bei den restlichen 3% unterschiedliche Energieträger zur Wärmeversorgung eingesetzt.

Der Stromverbrauch konnte von 140 Wohngebäuden mit Passivhausstandard ausgewertet werden. Darunter fallen insgesamt 95 Reihenhäuser, 28 Einfamilienhäuser und 14 Mehrfamilienhäuser sowie jeweils eine Mensa, ein Jugendzentrum und ein Studentenwohnheim.

Im arithmetischen Mittel liegt der Verbrauchskennwert für elektrische Endenergie in diesen Gebäuden bei 15 [kWh/m²(BGF)a] bzw. 29 [kWh/m²(WF)a]. Die mittlere Bruttogrundfläche beträgt 725 m² und die Wohnfläche liegt bei 426 m².

Betrachtet man die Verbrauchskennwert für elektrische Endenergie differenziert nach Gebäudeart, so fällt auf, dass der Großteil der Gebäude einen Stromverbrauch von ca. 5 bis 27 [kWh/m²(BGF)a] aufweist. Die Standardabweichung liegt bei 9 [kWh/m²(BGF)a]. Zu den Ausreißern - Gebäude mit einem Stromverbrauch von mehr als 27 [kWh/m²(BGF)a] - gehören das Jugendzentrum sowie die Mensa und lediglich 2 Einfamilienhäuser nur für Wohnzwecke.

10 Fazit

Die Datenerhebung für die Ermittlung von Verbrauchskennwerten energetisch hocheffizienter Gebäude hat sich als deutlich schwieriger dargestellt als angenommen.

Als ein Ergebnis kann festgehalten werden, dass die Energieverbrauchskennwerte für die thermische Energie von energetisch hocheffizienten Wohngebäuden die Sollwerte nicht nur erreichen, sondern häufig unterschreiten.

Durch die hohen Anforderungen der Effizienzstandards an den baulichen Wärmeschutz, die Planung und Errichtung des Gebäudes liegen die Verbrauchskennwerte für die thermische Energie näher beieinander als wir das aus anderen Kennwerteuntersuchungen kennen.

Deutlich wird auch, dass bei energetisch hocheffizienten Gebäuden die sonstigen Anwendungen für Energie (Wärmewasserbereitung, Kochen, Kühlen,..) eine weitaus

größere Bedeutung für die Energiebilanz eines Gebäudes erhalten, als bei durchschnittlich gedämmten Gebäuden.

Im Datenbestand befinden sich relativ wenige sanierte hocheffizienter Gebäude. Es kann davon ausgegangen werden, dass das nicht nur den hier erhobenen Datenbestand betrifft, sondern dass auch die Gesamtheit der hocheffizienten Gebäude vorwiegend auch Neubauten besteht.

Angesichts eines sehr hohen Anteils elektrischer Wärmepumpen bei der Wärmeversorgung energetisch hocheffizienter Gebäude sind Energieverbrauchskennwerte für thermische Energie auf der Ebene des Endenergieverbrauchs nur in Verbindung mit Angaben zur Beheizung aussagekräftig.

Die Untersuchung belegt auch, dass die Eigenstromerzeugung mit PV Anlagen aus fast jedem hocheffiziente Gebäude ein Null- oder der Plus-Energiehaus machen kann, sofern dabei eine jahresbilanzielle Betrachtung zugrunde gelegt wird. Im Mittel werden aus PV Anlagen 28 [kWh/m²(BGF)a] Strom erzeugt, der mittlere Verbrauch für elektrische Energie und thermische Energie bei mit Wärmepumpen beheizten Passivhauswohngebäuden liegt bei 23 [kWh/m²(BGF)a] von denen 8 [kWh/m²(BGF)a] auf die Beheizung und Warmwasserbereitung entfallen.

Ein Vergleich der hier für energetisch hocheffiziente Nicht-Wohngebäude ermittelten Verbrauchskennwerte mit den Vergleichskennwerten der ENEC 2014 und des ages Kennwerteberichts 2005 zeigen eine gute Stimmigkeit bei der thermischen Energie.

11 Folgerungen

Die Vergabe von Fördermitteln für hocheffiziente Gebäude und auch in die Zertifizierung von hocheffizienten Gebäuden (z.B. nach Passivhausstandard) sollte mit der Auflage verbunden werden, Erwartungswerte für den Endenergieverbrauch auszuweisen, die tatsächlichen Endenergieverbräuche über einen Zeitraum von mindestens 3 Jahren zu erfassen, zu dokumentieren und – z.B. über ein Online Portal – dem Fördergeber zukommen zu lassen.

Während für den Heizwärmeverbrauch energetisch hocheffizienter Gebäude Effizienzstandards, planerische Vorgaben und Baumaterialien verfügbar sind ist das für die Warmwasserbereitung und den sonstigen „klassischen“ Verbrauch elektrischer Energie in Wohngebäuden nicht im gleichen Umfang der Fall. Das mag teilweise in der größeren Nutzerabhängigkeit liegen, ist aber gleichwohl nicht zufriedenstellend weil, der Energieverbrauch dieser Anwendungen in energetisch hocheffizienten Gebäuden vielfach grösser ist als der Heizenergieverbrauch.

Weiteren Entwicklungsbedarf sehen wir bei Entwicklung von empirisch überprüfbaren Vergleichskennwerten bei energetisch hocheffizienten Nichtwohngebäuden.

Literatur

[EnDK 2014] Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (2014): Energieverbrauch von Gebäuden. Bern.

[GEB 2015] Gebäude Energie Berater (2015): Wissenschaftliches Fundament für Sonnenhäuser. In: GEB-Newsletter: 15/2015.

[IG Passivhaus et. al. 2014] IG Passivhaus Deutschland, International Passive House Association, Passivhaus Institut u. Passivhaus Dienstleistung GmbH (2015): Passivhaus-Datenbank. Online verfügbar unter: <http://www.passivhausprojekte.de/index.php> (zuletzt abgerufen am 06.10.2014).

[Minergie 2014a] Minergie (2014): Gebäudeliste. Online verfügbar unter: <http://www.minergie.ch/gebaeudeliste.html> (zuletzt abgerufen am 06.10.2014).

[Passivhaus Kompendium 2012] Passivhaus Kompendium (2012): Statistisches Bundesamt zählt Passivhäuser falsch und bald gar nicht mehr. Online verfügbar unter: <http://www.verlagsprojekte.de/passivhaus-news/news-archiv-passivhaus-kompendium/181-statistisches-bundesamt-zaehlt-passivhaeuser-falsch-und-bald-gar-nicht-mehr.html> (zuletzt abgerufen am 13.05.2015).

[Sonnenhaus-Institut 2015] Sonnenhaus-Institut (2015): Solarhäuser-Suche. Online verfügbar unter: <http://www.sonnenhaus-institut.de/das-sonnenhaus/heizen-mit-sonne-suche.html?sd=>=w&na=&bw=&plz=> (zuletzt abgerufen am 08.06.2015).