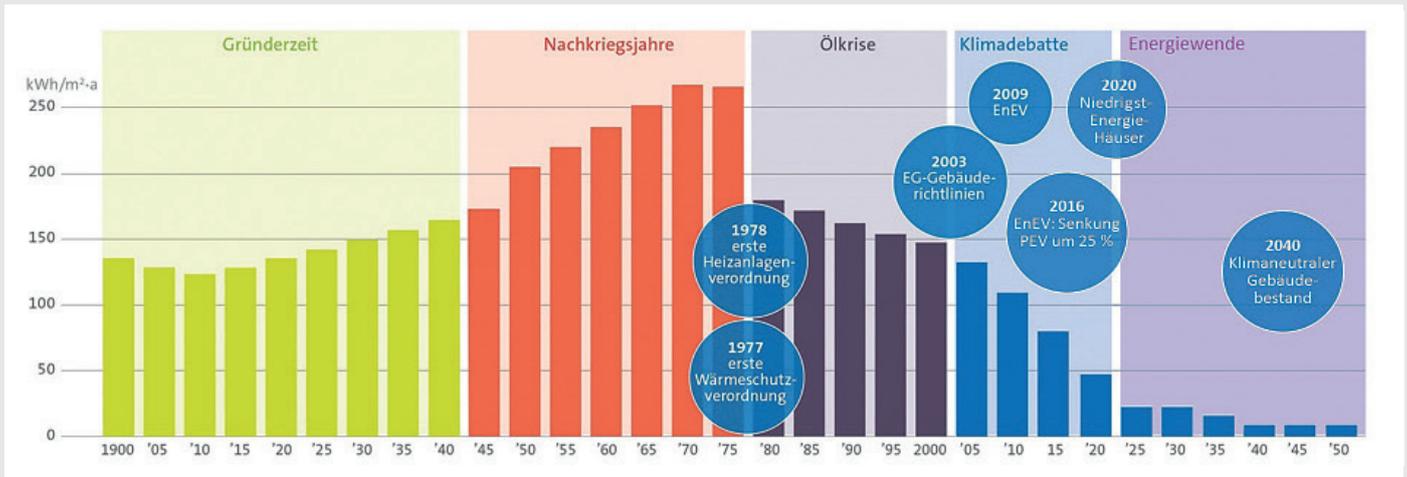


Niedrigstenergiehaus mit Gas? Geht!

Technologieoffenheit und Hybridisierung sind Grundlage



1

Zur Erreichung der Klimaziele werden in Zukunft weitaus höhere Anforderungen an den Immobilienbestand gestellt, die auf einen geringstmöglichen Energieverbrauch und minimale CO₂-Emissionen abzielen. Weil gerade im Neubau immer mehr Immobilienbesitzer wegen der Energieeinsparverordnung (EnEV) auf rein elektrische Heizungslösungen setzen, werden in ersten Neubaugebieten keine Gasnetze mehr gelegt. Dass auch Gasgeräte höhere Anforderungen als die EnEV erfüllen können, ist häufig unbekannt. Daher hat die Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (ASUE), Berlin, gemeinsam mit dem **ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung**, Dresden, untersucht, welche Optionen sich in Zukunft für die Wärmeerzeugung in einem Niedrigstenergiehaus ergeben.

Der aktuelle Entwurf des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) sieht zwar noch keine wesentliche Verschärfung gegenüber der EnEV 2014 vor, dennoch werden sich die Anforderungen an die Bauhülle und an die Heiztechnik eines Neubaus spätestens Anfang des kommenden Jahrzehnts verschärfen müssen. Selbst wenn der Energieverbrauch durch eine nahezu perfekte Dämmung und durch Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen stark herabgesetzt wird, wird durch den Warmwasserbedarf und die verbleibenden Verluste selbst bei bester technischer Ausstattung ein Restbedarf an Energie, der nicht durch solare Wärmeeinstrahlung und interne Wärmegewinne gedeckt werden kann, bestehen bleiben.

Durch die Bewertung des zu Heizzwecken genutzten elektrischen Stroms mit einem Primärenergiefaktor (PEF) von 1,8 in der EnEV ist es in der Regel möglich, sogenannte Niedrigstenergiehäuser mit Wärmepumpen zu versorgen, vorzugsweise solche, die einen hohen erneuerbaren Wärmeanteil über Geothermie gewinnen. Wärmepumpen, deren Wärmequelle die Umgebungsluft darstellt, können rein rechnerisch die Anforderungen der heutigen EnEV ebenfalls erfüllen. In der Realität hat sich jedoch gezeigt, dass diese Systeme bei sehr niedrigen Außentemperaturen wie eine Stromdirektheizung funktionieren und den Strom ineffizient einsetzen. Daher wird das neue GEG voraussichtlich härtere Anforderungen an Wärmepumpen definieren.



Dipl.-Ing. Jürgen Kukuk
Geschäftsführer
ASUE Arbeitsgemeinschaft für
sparsamen und umweltfreundlichen
Energieverbrauch e.V.
10115 Berlin
kukuk@asue.de

Aber auch bei Erdreich und Gewässern als Wärmequellen gibt es häufig Fälle, in denen der Betrieb einer Sole/Wasser- oder Wasser/Wasser-Wärmepumpe aus Gründen des Trinkwasserschutzes oder innerhalb einer Stadtbebauung unmöglich ist. Zugleich sollte das Risiko nicht außer Acht gelassen werden, dass elektrischer Strom in Zukunft wesentlich teurer wird oder aus Gründen der Netzstruktur nicht in ausreichender Weise zur Verfügung steht.

Der richtige Technologie-Mix ist entscheidend

ASUE und ITG haben nun insgesamt acht Ausstattungsoptionen erarbeitet und hinsichtlich ihrer Energiebilanz bewertet. Das zur Berechnung gewählte Haus hat eine den Anforderungen eines KfW-„Effizienzhauses 40“ entsprechende bauliche Hülle. Dafür wurde ein Primärenergiebedarf einschließlich Warmwasserbereitung von 10.700 kWh/a unterstellt, was einem spezifischen Primärenergiebedarf von 82,6 kWh/m²a entspricht.

Im ersten Ergebnis konnte festgestellt werden, dass nur in seltenen Fällen ein einziges Heizgerät allein ausreicht. In der Regel führt jedoch die Kombination aus effizienten, aufeinander abgestimmten Geräten zu den besten Ergebnissen.

Der Einbau einer Gasbrennwerttherme in Kombination mit einer PV-Anlage und einem Stromspeicher gehört oft schon zur Standardausrüstung eines Neubaus, kann aber wegen der mangelnden Anrechnung des PV-Stroms in die Wärmebilanz in der EnEV die Anforderungen bisher nicht erfüllen. Wird der PV-Strom aber in einer Trinkwasserwärmepumpe genutzt, lässt sich dagegen ein hoher Anteil des erzeugten PV-Stroms der Wärmebilanz zurechnen. Dieses gilt auch für die Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung, die die Lüftungsverluste minimiert. In dieser Konstellation wird ein spezifischer Primärenergiebedarf von nur 26,5 kWh/m²a erreicht (vgl. Tabelle).

Hybrid-Geräte aus Gasbrennwerttherme und Wärmepumpe sind seit etwa sechs Jahren auf dem Markt. Die Geräte kombinieren die Vorteile beider Technologien und erzeugen in ihrem jeweils optimalen Bereich die Wärme. In Kombination mit einem Warmwasserspeicher und einer Abluftanlage können die Anforderungen der EnEV erfüllt werden. Der spe-

zifische Primärenergiebedarf liegt jedoch bei 55,4 kWh/m²a. Um also den Standard KfW-„Effizienzhaus 40“ zu erreichen, müssen zusätzliche Maßnahmen getroffen werden.

In der Markteinführungsphase befindet sich eine gasbetriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe eines französischen Herstellers. Sie wird mit einem thermischen Kompressor angetrieben und nutzt CO₂ als umweltfreundliches Kältemittel. In Kombination mit einem Warmwasserspeicher und einer Abluftanlage wurde ein spezifischer Primärenergiebedarf von 48,8 kWh/m²a erreicht. Eine sinnvolle, ergänzende Maßnahme wäre eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

Brennstoffzellenheizgeräte zunehmend interessant

Eine PEM-Brennstoffzelle mit einer elektrischen Leistung von 0,75 kW und einer integrierten Gasbrennwerttherme erzeugt als KWK-Anlage Strom und Wärme. Der Strom wird in der Wärmebilanz in der EnEV mit einem PEF von 2,8 gutgeschrieben. In Kombination mit einem Warmwasserspeicher und einer Abluftanlage wurde ein spezifischer Primärenergiebedarf von 43,7 kWh/m²a ermittelt, welcher auch die Anforderungen an ein KfW-„Effizienzhaus 55“ verfehlt. Daher sind hier zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

Um diese zusätzlichen Maßnahmen zu demonstrieren, wurde die Kombination mit einer PV-Anlage, einer Trinkwasserwärmepumpe sowie einer Abluftanlage simuliert. Um die Wärme aus Brennstoffzelle und Trinkwasserwärmepumpe während des Sommers nicht in Konkurrenz zu setzen, wird die Brennstoffzelle in der Berechnung nur während des Winterhalbjahres in Betrieb genommen, was zusätzlich eine Verdopplung der Lebenszeit, also etwa 20 Jahre, zur Folge hat. Durch diese Kombination wurde ein spezifischer Primärenergiebedarf von 32,1 kWh/m²a und damit fast die Anforderung eines KfW-„Effizienzhauses 40“ erreicht. Um die Anforderungen eines KfW-„Effizienzhauses 40“ schließlich noch zu unterschreiten, kann die PV-Anlage durch einen Stromspeicher ergänzt werden. Auf diese Weise ermittelt sich ein spezifischer Primärenergiebedarf von 22,7 kWh/m²a.

Mit der SOFC-Brennstoffzelle steht eine Technologie mit einem sehr hohen elektrischen Wirkungsgrad zur Verfü-

1 Während sich der spezifische Wärmebedarf in der Gründerzeit um etwa 150 kWh/m²a bewegte, stieg er in den Nachkriegsjahren stark an. Erst seit der Ende der 1970er-Jahre erlebten Ölkrise gibt es ein stärker werdendes Effizienz-Bewusstsein, so dass mit der Klimadebatte und mit dem Beginn der Energiewende spezifische Wärmebedarfe von unter 50 kWh/m²a in modernen Gebäuden realisiert werden. (Grafik: ASUE)

2	Anlagenkonfiguration	PEV*1	Invest*2
1	Gasbrennwerttherme/PV-Anlage/Stromspeicher/Außenluft-Trinkwasserwärmepumpe/kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung	26,48	53.900 €
2	Gasbrennwert-Hybridgerät/Warmwasserspeicher/Abluftanlage	55,41	19.200 €
3	Gas-Wärmepumpe/Warmwasserspeicher/Abluftanlage	48,78	25.200 €
4	Brennstoffzelle (0,75 kW)/Gasbrennwerttherme/Warmwasserspeicher/Abluftanlage	43,70	31.200 €
5	Brennstoffzelle (0,75 kW)/Gasbrennwerttherme/Warmwasserspeicher/PV-Anlage/Trinkwasserwärmepumpe/Abluftanlage/Sommer-/Winter-Betrieb	32,14	59.600 €
6	Brennstoffzelle (0,75 kW)/Gasbrennwerttherme/PV-Anlage/Stromspeicher/Trinkwasserwärmepumpe/Abluftanlage/Sommer-/Winter-Betrieb	22,66	67.600 €
7	Brennstoffzelle (1,5 kW)/Warmwasserspeicher/Abluftanlage	0,0	42.200 €
8	Brennstoffzelle (1,5 kW)/Luft-Wasser-Wärmepumpe/Warmwasserspeicher/Abluftanlage	0,0	50.200 €

*1: Primärenergieverbrauch in kWh/m²·a *2: alle Angaben jeweils ohne Förderung

2 Übersicht effizienter Heizungssysteme im Niedrigstenergiehaus. (Daten: ASUE und ITG)

3 Die Berechnungen von ASUE und ITG konnten nachweisen, dass Gebäude mit hohen energetischen Anforderungen auf verschiedene Weise auch mit Erdgas und zukünftig mit erneuerbaren Gasen alle Anforderungen an die Gebäudeeffizienz erfüllen können. (Grafik: ASUE)

gung. Die Stromerzeugung von zum Beispiel 1,5 kW_{el} wird mit einem Faktor von 2,8 ebenfalls der Energiebilanz zugerechnet. Kombiniert mit einer Gasbrennwerttherme, einem Warmwasserspeicher und einer Abluftanlage errechnet sich in der EnEV sogar ein negativer Primärenergiebedarf, den man an dieser Stelle aber mit 0,0 kWh/m²a angeben muss. Der Gedanke liegt nahe, den Einsatz der Gasbrennwerttherme durch eine elektrische Luft/Wasser-Wärmepumpe, die mit dem Strom der Brennstoffzelle direkt angetrieben wird, zu ersetzen. In dieser Kombination würde der winterliche Wärmebedarf ideal gedeckt werden. Leider wird dem erzeugten Strom durch die Verwendung innerhalb des Bilanzkreises aber keine Stromgutschrift zugerechnet. Damit liegt der Primärenergiebedarf zwar ebenfalls im

negativen Bereich, aber nicht so deutlich, wie beim Betrieb der Brennstoffzelle allein.

Lösungen mit einem motorischen BHKW wurden bei dieser Betrachtung nicht untersucht. Denn im unteren Leistungsbereich dieser Anlagen ab etwa 2 kW_{el} und 6 kW_{th} wird der Wärmebedarf eines einzelnen Niedrigstenergiehauses typischerweise überschritten. Im Rahmen von Untersuchungen für eine effiziente Quartiersversorgung werden ASUE und ITG aber unterschiedliche BHKW-Lösungen berechnen. Hierzu sind noch nicht alle Untersuchungen abgeschlossen.

Fazit

Die Berechnungen konnten nachweisen, dass Gebäude mit hohen energetischen

Anforderungen auf verschiedene Weise auch mit Erdgas und zukünftig mit erneuerbaren Gasen alle Anforderungen an die Gebäudeeffizienz erfüllen können. Im wirtschaftlichen Vergleich erweist sich der Einbau und Betrieb einer Brennstoffzelle hinsichtlich des erreichbaren Primärenergiebedarfs als eine interessante Option. Die Wirtschaftlichkeit wird durch eine Förderung aus dem KfW-Programm 433, die KWK-Zuschläge gemäß KWKG sowie die Vergütung für die erzeugten Strommengen begünstigt. Aber auch eine Gasbrennwerttherme in Kombination mit PV-Anlage und Trinkwasserwärmepumpe erzielt bereits sehr gute Effizienzwerte. ■

Weitere Informationen unter: www.asue.de www.itg-dresden.de

