

Vom gewöhnlichen Wohnhaus zum Niedrigenergiehaus

Was ist ein Niedrigenergiehaus?

Wegen der anhaltenden Versuche, den Begriff „Niedrigenergiehaus“ (NEH) in Deutschland abweichend vom internationalen Gebrauch zu verwässern, muß die Definition klargestellt werden. Der Begriff „low energy house“ ist international eingeführt: Vorreiter waren Kanada und die skandinavischen Länder (insbesondere Schweden). Dort ist der Begriff seit 1979 für Gebäude im Gebrauch, die einen gegenüber der damals gültigen Baunorm mehr als halbierten Heizwärmebedarf haben /1/ (bedeutet: für Südschweden $\leq 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$).

Die internationale Literatur führt zu der folgenden klimaunabhängigen Definition:

Niedrigenergiehäuser haben einen spezifischen Jahresheizwärmebedarf (bezogen auf die beheizte Nutzfläche und die Heizgradtagszahl) kleiner oder gleich $0,02 \text{ kWh/m}^2\text{Kd}$ (Bezugspunkt: Einfamilienhaus)

Legt man diese Definition zugrunde und verwendet mittlere deutsche Heizgradtagszahlen (3500 Kd/a), so ergibt sich:

Einfamilien-Niedrigenergiehaus:

Energiekennwert
Heizwärme: $\leq 70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Mehrfamilien-Niedrigenergiehaus:

Energiekennwert
Heizwärme: $\leq 55 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
(bezogen auf die beheizte Wohnfläche)

Diese Definition war schon in den ersten Auflagen des Buches /2/ und in der Energiesparinformation Nr. 3 des Hessischen Umweltministeriums verwendet worden. Sie entspricht dem in den Länderförderprogrammen (Hessen, Schleswig-Holstein) verwendeten Standard. Der Jahresheizwärmebedarf von Niedrigenergiehäusern liegt daher um ca. 50 % unter dem Niveau der Wärmeschutzverordnung (WVO) von 1982 und immer noch um 25 bis 30 % unter dem der novellierten Wärmeschutzverordnung von 1995.

Beim Niedrigenergiehaus handelt es sich um einen Standard (funktionale Anforderung), nicht um eine Bauweise. Die geforderten niedrigen Energiekennwerte sind auf unterschiedlichen Wegen zu erreichen, es erfolgt keine Festlegung etwa von k-Werten, Fensterflächenanteilen, A/V-Verhältnissen oder gar Baukonstruktionen und haustechnischen Einrichtungen.

Jedoch müssen in einem Niedrigenergiehaus ein komfortables Innenklima und hygienische Raumluftverhältnisse eingehalten werden. Allein aus diesem

Grund empfiehlt es sich, wie im übrigen für jeden Neubau, eine kontrollierte Wohnungslüftung einzusetzen (nicht unbedingt mit Wärmerückgewinnung).

Warum eine Definition auf der Basis von Energiekennwerten?

Zielsetzung beim energiesparenden Bauen ist die Verringerung des Energieeinsatzes und der damit verbundenen Umweltbelastung ohne Einschränkungen des Komforts. Es ist daher angemessen, die Qualität des energiesparenden Bauens direkt mit dem Grad der Zielerfüllung, d.h. mit dem Heizenergieverbrauch zu messen.

Der Verbrauch muß dabei auf den Nutzen bezogen werden: Bei vorliegendem Außenklima und feststehenden Anforderungen an das Innenklima ist die Wohnfläche (bzw. Nutzfläche) das angemessene Maß für den Nutzen. Eine Vergleichbarkeit von Gebäuden wird damit durch die Verwendung der Größe „Heizwärmeverbrauch durch Nutzfläche“ ermöglicht.

Um Zufälligkeiten der jeweils aktuellen Nutzung und des konkreten Wetters auszuschalten, ist es aber sinnvoll, nicht einen aktuellen Jahresheizenergieverbrauch, sondern den Heizenergieverbrauch unter Standardbedingungen (Nutzung und Klima) heranzuziehen. Dieser Wert – bezogen auf die Nutzfläche – charakterisiert das technische System Gebäude und Heizung und wird Heizenergiekennwert genannt.

Will man allein die bauliche Qualität des Hauses beurteilen, so ist es angemessen, den Jahres(nutz)wärmeverbrauch unter Standardbedingungen heranzuziehen.

Standardbedingungen sind an einem einzelnen Haus nur schwer zu präparieren. In großen Gesamtheiten baugleicher Häuser werden die Durchschnittsbedingungen in einem repräsentativen Wetterjahr jedoch nahe an den Standardbedingungen liegen.

Wegen der Zufälligkeiten von Nutzung und Wetter ist es sinnvoll, die Heizwärme-kennwerte rechnerisch auf der Basis eines validierten Energiebilanzverfahrens zu ermitteln. Mit einem solchen Verfah-

ren läßt sich der Jahresheizwärmebedarf auch für erst geplante Gebäude ermitteln.

Entscheidend bei der Verwendung von rechnerischen Verfahren ist, daß der Rechenalgorithmus gut validiert ist, d. h., daß die ermittelten Bedarfswerte in guter Korrelation zu den Jahreswärmeverbräuchen unter Standardbedingungen stehen.

Für eine Ermittlung mit dynamischen Simulationsverfahren (Programme DYNBIL oder JULOTTA, vgl. auch /3/) kann man dies voraussetzen. Gut validiert sind aber auch einfache Bilanzverfahren wie die in der Schweiz normierte SIA 380/1, der „Leitfaden Energiebewußte Gebäudeplanung“ des Hessischen Umweltministeriums und das Verfahren nach der europäischen Norm DIN EN 832.

Wenig sinnvoll ist es, den Niedrigenergiehausstandard durch konkrete Vorgaben z. B. an die Wärmedurchgangskoeffizienten („k-Werte“) von Bauteilen definieren zu wollen: Weder reichen allein niedrige k-Werte für das Erreichen des NEH-Standards aus, noch ist eine extreme gute Dämmung der einzige Weg, einen niedrigen Energieverbrauch zu erreichen.

Durch den Bezug der Definition auf den eigentlichen Zielwert, nämlich den Energiekennwert, wird eine präzisere Charakterisierung erreicht. Ein wichtiger Vorzug dieser Definition ist darüber hinaus: Sie läßt dem Planer (Architekt und Ingenieur) weitmögliche Freiheit bei der konkreten Realisierung eines Niedrigenergiehauses. Weil keine Festlegung auf genau bestimmte Konstruktionsdetails erfolgt, kann eine geeignete Kombination energiesparender Komponenten auf das konkrete Projekt abgestimmt werden. Dies ermöglicht auch eine fallbezogene ökonomische Optimierung.

Energiekennwert Heizwärme

Die geeignete Größe zur Beurteilung der energetischen Qualität des Baukörpers einschließlich Lüftung ist der „Energiekennwert Heizwärme“ – also der auf die beheizte Wohn- bzw. Nutzfläche bezogene Heizwärmebedarf.

Der Heizwärmebedarf beschreibt die für die Raumheizung erforderliche Nutzwärme und errechnet sich aus der Summe von Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Gewinne.

Warum Bezug auf die Wohnfläche?

Entscheidend ist, daß ein einheitlicher Bezug auf die Energiedienstleistung (Maß für den Nutzen) des Hauses gewählt wird. Letztendlich muß sich eine einheitliche Bezugsgröße (sei es Bruttovolumen, Nettovolumen, Bruttogeschosßfläche oder Nutzfläche) durchsetzen, unter Umständen muß dann der hier favorisierte Wohn(Nutz)flächenbezug auch wieder aufgegeben werden.

Was spricht für die Wohnfläche als Bezugsgröße?

- Die Nutzfläche (Wohnfläche) ist eine bereits allgemein eingeführte und für den überwiegenden Teil aller betroffenen Gebäude (nämlich der Wohngebäude) bekannte und vielfach verwendete Größe.
- Die Nutzfläche wird bei jedem Bauvorhaben ohnehin und sehr frühzeitig ermittelt.
- Die Wohnfläche ist bei allen Mietwohnungen gesetzlich als Bezugsgröße für die Heizkostenabrechnung eingeführt. Daher ist der Bezug auf die Wohnfläche den Nutzern schon aus dieser Abrechnung bekannt und Verbrauchskennwerte in kWh/m²a werden mit der Wohnfläche gebildet. Diese Verbrauchskennwerte können mit den Energiebedarfskennwerten verglichen werden und erlauben so eine Einschätzung des Nutzerverhaltens und eine kritische Prüfung der Berechnungsverfahren sowie der Gebäudequalität. Ein solcher Vergleich ist erwünscht – durch die Festlegung unterschiedlicher Bezugsgrößen wird er jedoch vereitelt.
- Die Wohnfläche ist eine Netto-Nutzfläche und von daher ein gutes Maß für die eigentliche Nutzbarkeit eines Gebäudes. Große Bruttogeschosßflächen können in ungünstigen Entwürfen viel verschenkte Flächen (z. B. Erschließung), große Bruttovolumina viel verschenkten Raum (überhohe Räume) enthalten. Eine gute Raumausnutzung ist aber eine weitere Möglichkeit, die Energieeffizienz zu erhöhen – hierfür sollte ein Anreiz bestehen, der durch den Bezug auf die Nutzfläche gegeben wird.

Allgemein sollten „Energiekennwerte“ immer auf ein möglichst präzises Maß für den eigentlichen Nutzen des Energieeinsatzes bezogen werden; dieses Maß heißt „Energiedienstleistung“ und wird im Personenverkehr beispielsweise in Personenkilometern gemessen. Bei der Beheizung von Gebäuden ist die Nutzfläche ein gutes Maß für die Dienstleistung, wenn es sich um vergleichbare

Nutzung und um klimatisch gleichwertige Randbedingungen handelt.

Bei Wohngebäuden stehen die Komfortanforderungen relativ einheitlich fest und die Klimaunterschiede innerhalb Mitteleuropas sind nicht sehr groß. Soll der Einfluß von Innen- und Außenklima mit berücksichtigt werden, so ist es sinnvoll, den Kennwert auch auf die über die Heizzeit integrierte Temperaturdifferenz zu beziehen. Letzteres sind die sogenannten Heizgradtage. Das flächen- und nutzungsspezifische Effizienzmaß für die Heizung in einem Gebäude bekommt so die Einheit kWh/(m²Kd), die ganz am Anfang für die internationale Definition verwendet worden war.

Entwicklung der Baustandards

In den fünfziger und sechziger Jahren war Energie so billig, daß sich kaum jemand beim Neubau Gedanken über den Heizwärmeverbrauch machte. Daß die damals gebauten Häuser dennoch einen gewissen Mindestwärmeschutz aufweisen, war den bestehenden Anforderungen der DIN 4108 zu verdanken: Im Interesse der Vermeidung von Bauschäden und von hygienischen Innenraumverhältnissen schrieb diese Norm maximal zulässige Wärmedurchgangskoeffizienten vor, die so gewählt waren, daß es auf den Innenoberflächen der Regelbauteile (außer den Fenstern) unter damaligen Wohnraumbedingungen nicht zur Tauwasserbildung kommen sollte.

Zumindest im nördlichen Teil Deutschlands waren Einscheibenverglasungen die Regel. Trotz eines hohen Heizenergieverbrauchs war es in diesen Wohnungen nicht unbedingt komfortabel: Niedrige Oberflächentemperaturen der schlecht gedämmten Bauteile ergaben als zu gering empfundene Raumtemperaturen. Undichte oder gar gekippte Fen-

ster verursachten einen gerade im Winter sehr hohen Luftwechsel, weshalb die Raumluft als viel zu trocken (Stichwort: „Zentralheizungsluft“) empfunden wurde.

Heute sind in solchen Häusern im „Bestand“ meist einfache Maßnahmen zur Energieeinsparung durchgeführt worden: In der Regel wurden neue „isolierverglaste“ Fenster, Thermostatventile und eine neue Zentralheizung eingebaut.

Hingegen läßt der Wärmeschutz der Außenwände, Dächer und Kellerdecken meist noch zu wünschen übrig: Typisch sind ungedämmtes Hochlochziegelmauerwerk sowie nur spärlich oder nicht gedämmte Obergeschoß- und Erdgeschoßdecken. Die Wärmeverluste in einem Referenzreihenhaus¹ mit solchen Bauteilen summieren sich auf etwa 35.000 kWh/a; demgegenüber sind die jährlichen solaren und internen Wärmegewinne mit ca. 6.700 kWh/a fast vernachlässigbar. Der jährliche Heizwärmebedarf bezogen auf den Quadratmeter Wohnfläche (Energiekennwert Heizung) beträgt um 180 kWh/m²a. In Studien des *Instituts Wohnen und Umwelt* in Darmstadt wurde gezeigt, daß sich dieser sehr hohe Verbrauch durch bessere Wärmedämmung der Bauteile bei den meisten Gebäuden auf unter die Hälfte senken ließe /4/.

Die Bundesregierung reagierte auf die Energiepreissteigerung infolge der Ölkrise mit der ersten Wärmeschutzverordnung 1977, die 1982 novelliert und den abermals gestiegenen Energiepreisen angepaßt wurde. Auch diese, seit 1984 gültige, zweite Wärmeschutzverordnung stellte noch keine besonders einschneidenden Forderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden: Als Außenwände kamen meist 30 cm dickes Mauerwerk aus Porensteinen oder mäßig gedämmte

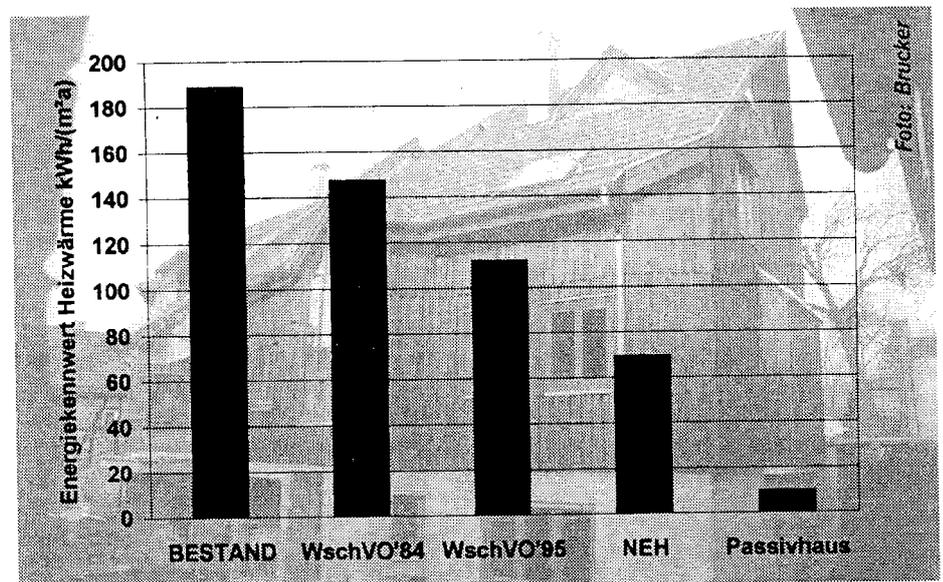


Abb. 1: Energiekennwerte für Heizwärme im Vergleich (nur Heizwärme)

¹ Als Referenzobjekt wurde ein Reihemittelhaus mit 156 m² Wohnfläche gewählt.

Sehr guter Wärmeschutz der Außenbauteile	Empfohlene k-Werte der Hülle:	
	Dach	$\leq 0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
	Wand	$\leq 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
	Kellerdecke	$\leq 0,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
	Fenster	$\leq 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Reduzierung von Wärmebrücken	Die Dämmung muß ohne Unterbrechung geschlossen um das Haus geführt werden. Auskragende Bauteile sind zu vermeiden. Bei Holzbauteilen ungedämmte Vollholzquerschnitte reduzieren.	
Dichtheit der Außenhülle	Die Außenhülle muß dicht sein. Zielwert für den Leckageluftwechsel beim Blower-Door-Test: $n_{50} \leq 1,0 \text{ h}^{-1}$	
Optimierung der passiven Solarenergienutzung	Die Qualität transparenter Bauteile (gute Dämmwirkung und hoher Energiedurchlaß) ist wichtiger als ihre Quantität (Fenstergröße).	
Kontrollierte Wohnlüftung ohne oder mit Wärmerückgewinnung	Die Lüftungstechnik bewirkt in erster Linie eine gute Raumluftqualität; erst in zweiter Linie dient sie der Energieeinsparung. In Niedrigenergiehäusern reichen in der Regel einfache Abluftanlagen aus.	
Angepaßtes Heizungssystem	Die Heizung im Niedrigenergiehaus muß an den niedrigen Wärmebedarf angepaßt sein und sich selbsttätig und flink zurückregeln.	
Effiziente Warmwasserbereitung	Der Wärmeschutz des Speichers, der Versorgungsleitungen und evtl. der Zirkulationsleitungen muß sehr gut sein.	
Effiziente Nutzung von elektrischer Energie	Der Stromverbrauch läßt sich durch Auswahl besonders effizienter Haushaltsgeräte und Haustechnikkomponenten (Pumpen, Lüfter usw.) etwa halbieren.	
Nutzerfreundlichkeit aller Komponenten	Nur wenn die eingesetzten Systeme vom Nutzer ohne großen Aufwand zweckentsprechend genutzt werden können, kann die Einsparung auch erreicht werden.	

Tab. 1: Merkmale von Niedrigenergiehäusern in der Übersicht

Kalksandsteinwände (3 bis 8 cm Dämmschichtdicke) in Gebrauch. Im Dach wurde eine Zwischensparrendämmung mit 12 bis 15 cm Dämmdicke üblich – Zweischeibenisoliervlas wurde die gängige Verglasung.

Durch die bessere Wärmedämmung nahmen die Verluste deutlich ab: Um 25.000 kWh/a sind es bei fast gleich hoch gebliebenen Wärmegewinnen. In Neubauten nach der Wärmeschutzverordnung von 1982 wurde der Energiekennwert für den Heizwärmebedarf auf etwa 120 kWh/m²a (Referenzreihenhaus), d. h. um etwa ein Drittel reduziert. Trotz des sichtbaren Einsparerfolges bleibt dies ein sehr hoher Verbrauch: Bereits 1980 war in Schweden die „Schwedische Baunorm 1980 – SBN 1980“ verbindlich; nach dieser Norm gebaute Häuser kommen mit 80 bis 100 kWh/m²a Nutzwärme aus.

In etwa das Niveau der schwedischen Baunorm von 1980 wird mit der seit 1995 gültigen zweiten Novelle der Wärmeschutzverordnung erreicht. Mit dieser Novelle wird auch in Deutschland erstmals eine funktionale Norm für den Wärmeschutz eingeführt: Die Anforderungen werden direkt an den spezifischen Heizwärmebedarf des Gebäudes gestellt.

Leider ist das in dieser Verordnung gewählte Rechenverfahren jedoch sehr unrealistisch – es führt bei Neubauten durchgängig auf viel zu niedrige Rechenwerte für den Heizwärmebedarf (vgl. /2/ und /5/). Auch führt die Verordnung nicht, wie mehrfach angekündigt, das Niedrigenergiehaus in Deutschland ein, sondern stellt nur einen ersten Schritt in diese Richtung dar.

Merkmale von Niedrigenergiehäusern

Im ersten Abschnitt war dargestellt worden, daß der Standard des Niedrigenergiehauses ausschließlich vom erreichten Energieverbrauch her definiert ist. Es gibt verschiedene Wege, dieses Ziel zu erreichen. Inzwischen liegen umfangreiche Erfahrungen mit dem Bau von Niedrigenergiehäusern bei unserem Klima vor: Die vielen gebauten Beispiele zeigen, wie sich das Ziel auf möglichst einfachem Weg erfüllen läßt. Diese Erfahrungen sind in Tab. 1 niedergelegt.

Keinesfalls sind alle diese Merkmale zwingend für den Erfolg. Besondere Anstrengungen an einer Stelle können ungünstigere Ausführungen an anderen durchaus ausgleichen – letztendlich muß die Gesamtbilanz stimmen. „Ausgleichsmaßnahmen“ haben auch ihre Grenze, wie es der alte schwäbische Spruch sinnbildlich: „Wenn's mi an'd Füeß

friert, na setz i no a Kapp uff.“ Das jeweils richtige Maß zu finden, ist eine Optimierungsaufgabe bei jedem einzelnen Projekt. Tab. 1 gibt Hinweise, wie ein Niedrigenergiehaus mit einer Standardkombination von Bauteilen und Haustechnikkomponenten sicher erreicht werden kann.

Der niedrige Heizwärmebedarf gilt zwar gemeinhin als Hauptkriterium zur Definition des „Niedrig-Energie-Standards“. Bei den dringend notwendigen Bemühungen um Klimaschutz durch Senkung von unnötigem Energieverbrauch hört der Einfluß des Faktors „Wohnen“ nicht am Heizkörperventil auf. Ein stämmiges, umfassendes Niedrig-Energie-Konzept muß die Senkung der Verluste der Heizanlage, die Optimierung der Warmwasserbereitung (evtl. mit Hilfe von Solaranlagen) und eine deutliche Effizienzsteigerung bei den Stromanwendungen für Haustechnik und Haushalt einbeziehen.

Wolfgang Feist

Literatur

- /1/ Bo Adamson und B. Ettring: Design of Low-Energy Houses (Stockholm Climate). Lund Institute of Technology, Report BKL 1979:4 (E).
- /2/ Wolfgang Feist: Das Niedrigenergiehaus. 4. Auflage (C.F. Müller Verlag), Karlsruhe 1997.
- /3/ Wolfgang Feist: Thermische Gebäudesimulation; C.F. Müller Verlag, Heidelberg 1994.
- /4/ W. Ebel, W. Eicke-Henning, W. Feist u. H.-M. Groscurth: Der zukünftige Heizwärmebedarf der Haushalte. IWU, Darmstadt 1996.
- /5/ Wolfgang Feist: Unzulänglichkeiten des Rechenverfahrens nach dem Entwurf der neuen Wärmeschutz-Verordnung. In: Sonnenenergie & Wärmetechnik Jg. 16 (1993) Heft 6.

Der Beitrag ist dem Buch „Das Niedrigenergiehaus“ von Wolfgang Feist entnommen.

Über den Autor:

Dr. Wolfgang Feist gründete 1996 das Passiv Haus Institut in Darmstadt.

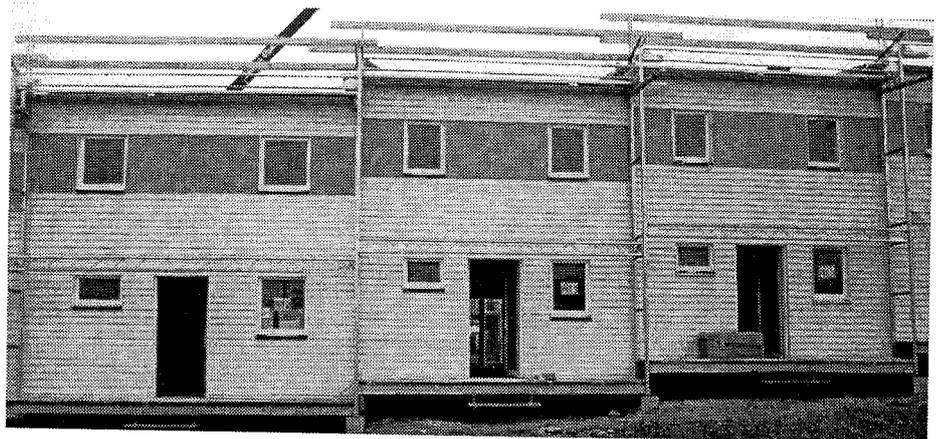


Abb. 2: Erste Passivhausssiedlung Europas in Wiesbaden – Bauträger Rasch & Partner. Passivhäuser sind konsequent weiterentwickelte Niedrigenergiehäuser, die weniger als 15 kWh/m²a Heizwärme verbrauchen. Foto: Pfäffinger