



Niedrigenergiehäuser

WISSENSWERTE GRUNDLAGEN ZU
PLANUNG UND FUNKTION

03 ENERGIESPAR-
INFORMATIONEN



Warum Niedrigenergiehäuser?

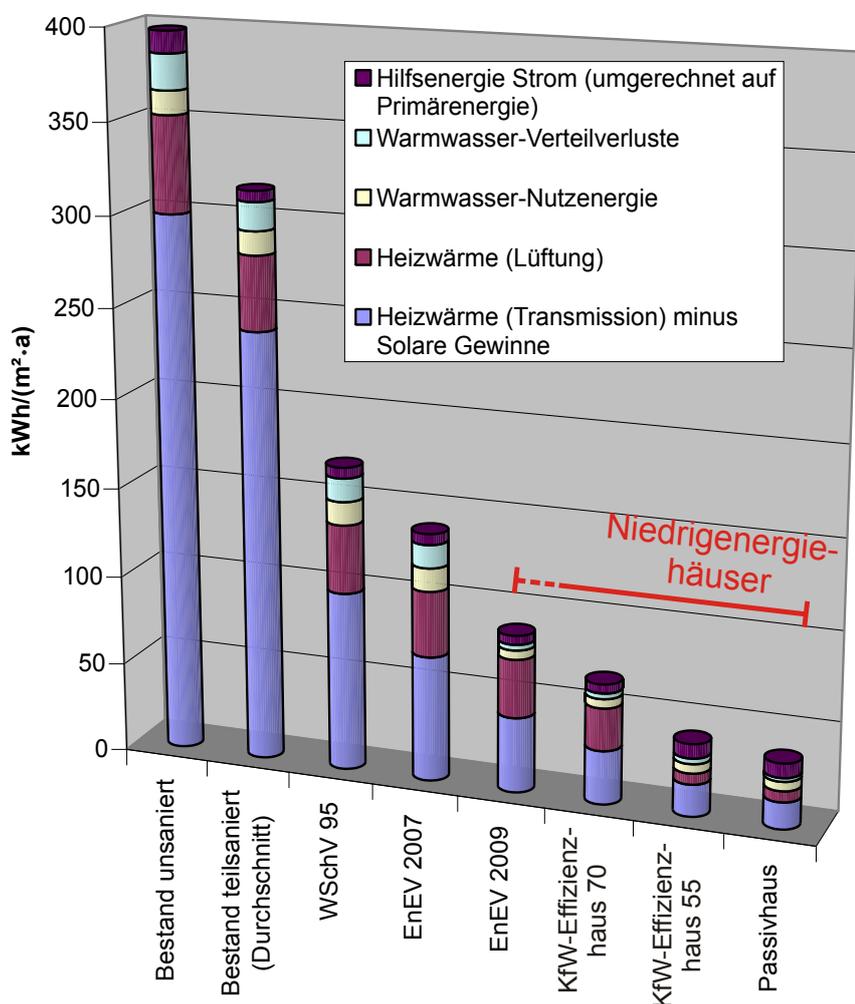
Die Investition in ein Wohnhaus ist für viele Menschen die größte, die sie im Laufe ihres Lebens tätigen. Gleichzeitig wirkt sich die Entscheidung zum Wärmeschutzstandard beim Bau oder einer umfassenden Altbausanierung auf die späteren laufenden Kosten aus. Die energetische Qualität eines Hauses bestimmt unmittelbar die Heizkosten: So benötigt ein Passivhaus nur etwa die Hälfte der Energie eines Gebäudes, das lediglich dem gesetzlichen Mindeststandard entspricht. Genau so wie der Wärmeschutz im Winter das Gebäude mit minimaler Zufuhr von Energie warm hält, so verhindert er, dass die sommerliche Hitze in das Gebäude eindringt. Eine stromfressende und laute Klimaanlage ist dazu nicht nötig.

Gleichzeitig leistet ein Niedrigenergiehaus einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz: Rund ein Drittel der CO₂-Emissionen in Deutschland geht auf das Konto von Gebäuden.

Und nicht zuletzt bedeutet ein besserer energetischer Standard im Sommer wie im Winter mehr Wohnkomfort.



Ein neues Haus ist eine langfristige Investition. Etwa 50 Jahre werden bis zur ersten größeren Instandsetzung vergehen. Auch wenn Sie es vielleicht nicht so lange bewohnen werden, lohnt sich der „weite Blick“. Es wird schnell an Wert verlieren, wenn es den Anforderungen der Zukunft nicht genügt.



Die Grafik links zeigt die typischen Primärenergiekennwerte für ein Einfamilienhaus in verschiedenen Baustandards. (Der Begriff der Primärenergie wird auf Seite 16 erläutert.) Zwischen einem unsanierten Altbau und einem Passivhaus liegt etwa der Faktor 10. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 regelt die gesetzliche Mindestanforderung für den Neubau. Da die Anforderungen an den Wärmeschutz je nach verwendetem Heizsystem differieren, wird der Niedrigenergiehausstandard nicht in jedem Fall erreicht. Der untere Teil der Säulen (Heizwärme) wird im Wesentlichen durch den Wärmeschutz der Außenbauteile bestimmt. Der Anteil der Lüftungsverluste ist bei allen Gebäuden, die über Fenster gelüftet werden, annähernd gleich. Ab dem KfW-Effizienzhaus 70, das üblicherweise mit einer Abluftanlage realisiert wird, sinkt der Anteil der Lüftungsverluste. Der Energieaufwand für die Warmwasserbereitung lässt sich durch den Einsatz von Solaranlagen etwa halbieren. Moderne Haustechnik senkt die Verteilverluste von Heizung und Warmwasser sowie den nötigen Strom für Brenner, Umwälzpumpen und Lüftungsgeräte.

Niedrigenergiehausstandard



Eines der ersten Niedrigenergiehäuser, erbaut Anfang der 90er Jahre in Darmstadt

Ambitionierte Architekten und Bauherren planen seit langem schon Gebäude, die sehr viel sparsamer sind als die gesetzlichen Anforderungen verlangen. Seit Beginn der 90er Jahre sind **Niedrigenergiehäuser** in Deutschland bereits in großer Zahl gebaut worden. Ihr jährlicher Heizölverbrauch liegt nur noch zwischen **2 - 7 Litern pro m²** für die Raumwärmeerzeugung. Noch weiter geht der **Passivhaus-Standard** mit Werten **unter 2 Litern pro m²**. Auch in diesem Standard sind schon mehrere Tausend Wohneinheiten realisiert worden. Aus Sicht von Klimaschutz und Ressourcenschonung sollten mittelfristig alle Neubauten Passivhaus-Standard erreichen.

Der Vergleich von Energiekennwerten ist schwierig, weil es verschiedene Definitionen für energiesparende Gebäude gibt. Eine Übersicht findet sich auf Seite 19 dieser Energiesparinformation.

Niedrigenergiehäuser lassen sich ganz ohne aufwändige Technik realisieren. Die Wärme im gut gedämmten Haus zu halten und die Solareinstrahlung in die Fenster zu nutzen reicht aus, um den Heizwärmebedarf stark zu vermindern. Das „Tüpfelchen auf dem i“ ist dann die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, die dafür sorgt, dass etwa 80 % der in der Abluft enthaltenen Wärme zurückgewonnen wird.

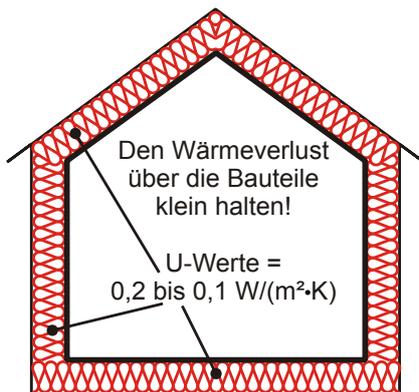
Die sieben wichtigsten Konstruktionsprinzipien für Niedrigenergiehäuser sind auf den folgenden Seiten noch genauer beschrieben. Wird Ihnen ein Haus(-Konzept) angeboten, können Sie nachfragen, ob sie vom Planer angewendet wurden.

Zutatenliste für ein Niedrigenergiehaus:

1. Hochwirksame Wärmedämmung rund um das Haus
2. Vermeidung von Wärmebrücken
3. Kompakte Bauweise
4. Luftdichte Hülle
5. Kontrollierte, bedarfsgerechte Lüftung
6. Ausnutzung passiv-solarer Gewinne
7. Hocheffiziente Heizanlage

Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Punkt ist die Qualitätssicherung. Nur wenn auf der Baustelle alle Details so realisiert werden, wie der Planer es vorgesehen hat, wird das Gebäude auch die geplante Qualität erreichen.

1. Hochwirksame Wärmedämmung rund um das Haus



Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)

Die wärmetechnische Qualität eines Bauteils wird durch den Wärmeverlust charakterisiert, den 1 Quadratmeter dieses Aufbaus bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin (1 Kelvin entspricht genau 1°Celsius) aufweist. Gemessen wird dieser Wärmedurchgangskoeffizient oder U-Wert in Watt je Quadratmeter und Kelvin, abgekürzt „W/(m²·K)“. Mit dem U-Wert lässt sich der Energieverlust durch ein Bauteil in grober Näherung abschätzen: U-Wert x 8 gibt den Jahresverlust in Liter Heizöl oder m³ Erdgas für einen Quadratmeter des Bauteils an. Im Rahmen europäischer Regelungen wurde die früher übliche Bezeichnung k-Wert für den Wärmedurchgangskoeffizienten durch U-Wert ersetzt. Zum Bau von Niedrigenergiehäusern sind Bauteil-

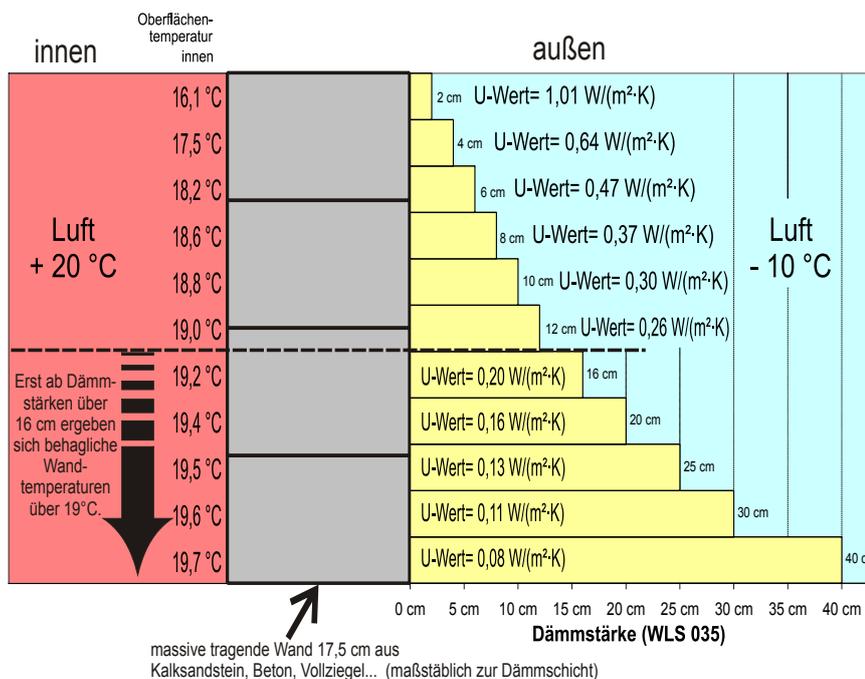
U-Werte zwischen 0,2 und 0,1 W/(m²·K) erforderlich. Die geltende Energieeinsparverordnung EnEV lässt dem Planer die Freiheit, die U-Werte selbst zu optimieren. Empfehlenswert ist es jedoch, beim Wärmeschutz deutlich über diese gesetzlichen Mindestanforderungen hinauszugehen. Die Grafik unten soll ein Gefühl dafür vermitteln, wie Dämmstärken und U-Werte zusammenhängen. Die Dämmung sollte möglichst durchgehend angebracht werden und darf keine Spalten, Fugen und Löcher aufweisen. In welcher Konstruktion und mit welchem Material die Dämmung realisiert wird, ist dabei zweitrangig. Hier spielen persönliche Vorlieben, der zur Verfügung stehende Finanzrahmen und auch regionale Besonderheiten die entscheidende Rolle.

Zu bautechnischen Details der Dämmung verweisen wir auf unsere Energiesparinformationen:

- Nr. 2 Wärmedämmung von Außenwänden mit dem Wärmedämmverbundsystem
- Nr. 6 Wärmedämmung von geneigten Dächern
- Nr. 10 Wärmedämmung von Außenwänden mit der hinterlüfteten Fassade

Als Kennwert für den Wärmeschutz des gesamten Gebäudes wird der spezifische Transmissionswärmeverlust H_T' verwendet. Dieser entspricht ungefähr dem mittleren U-Wert der Gebäudehülle einschließlich der Fenster.

Welche Dämmstoffstärken sind notwendig?

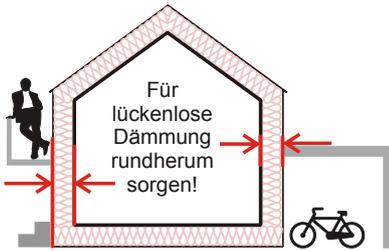


Dargestellt wird der Zusammenhang zwischen Dämmstoffstärken, dem sich daraus ergebenden U-Wert und der Bauteiloberflächentemperatur innen. Der oberste Balken, mit 2 cm Dämmstoff, einem U-Wert von 1,0 W/(m²·K) und einer Wandinnentemperatur von 16,1 °C steht dabei für die wärmetechnische Qualität einer Altbauwand mit eineigen Zentimetern Dämmputz.

WLS = Wärmeleitfähigkeitsstufe = Qualität des Dämmstoffes; gemessen in W/(m·K)

Aus Gründen der Behaglichkeit und der Energieeinsparung ist der passive Wärmeschutz die wichtigste Komponente für das Niedrigenergiehaus. Weniger als 16 cm sollten es in keinem Fall sein, auch wenn die Energieeinsparverordnung im Neubau (Referenzgebäudeverfahren siehe Seite 17) noch mit Wand-U-Werten von 0,28 W/(m²·K) rechnet. Das entspricht zusammen mit einem leicht wärmedämmendem Stein einer Dämmstärke von nur 10 cm. Wand, Dach und Kellerdecke sind langlebig - der Wärmeschutzstandard ist auf Jahrzehnte festgelegt.

2. Vermeidung von Wärmebrücken

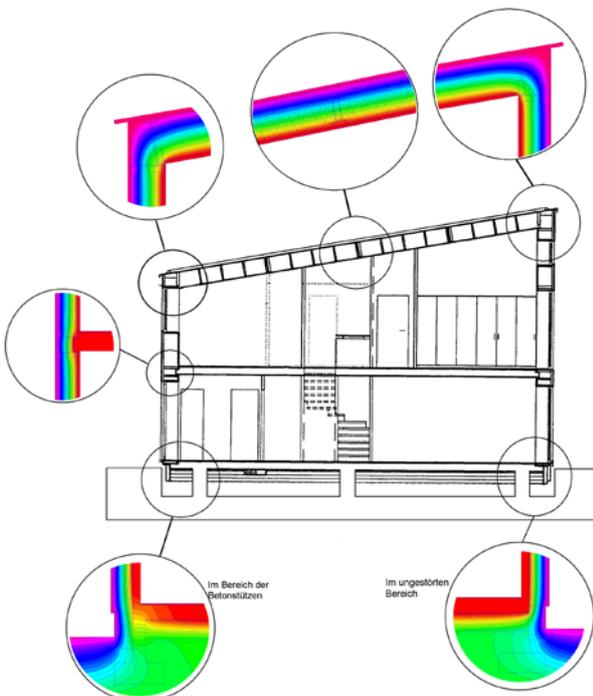


Selbstverständlich können zum Niedrigenergiehaus auch Balkone, Eingangstreppen, Terrassen, Anbauten usw. gehören. Der entscheidende Unterschied ist, dass sie keine massive, wärmeleitende Verbindung zum warmen Teil des Gebäudes haben dürfen, denn Wärme wird immer vorwiegend auf dem Weg, der am besten wärmeleitet, fortgeführt. Wird eine gut gedämmte Außenwand durch eine ungedämmte durchgehende Balkonplatte unterbrochen, so wird durch diese sehr viel mehr Wärme abgeführt als der geringe Flächenanteil vermuten lässt. Solche Wärmebrücken müssen - auch im Interesse der Vermeidung von Bauschäden durch Feuchtigkeit - vermieden oder so weit wie möglich reduziert werden. (Vgl. dazu auch Energiespar-Information Nr. 4 „Wärmebrücken“). Das bedeutet vor allem:

- Vermeidung von auskragenden Bauteilen
- Lückenloser Anschluss zwischen Dach-, Dachgeschossdecken- und Außenwanddämmung
- Einbinden der Fenster in die dämmende Hülle. Dazu muss das Fenster in einer Ebene mit dem Dämmstoff stehen. Zusätzlich wird die Dämmung einige cm über den feststehenden Teil des Rahmens geführt.
- Wird der Keller in den warmen Bereich mit einbezogen, dann müssen auch die Kellerwand und der Kellerboden von der Dämmung umschlossen werden.
- Wird ein kalter oder kein Keller geplant, dann müssen die Wände an ihrem Fußpunkt gedämmt werden. Dazu können - je nach dem Gewicht, das abgetragen werden muss - Schaumglas, Porenbeton oder spezielle Kimmsteine verwendet werden.



Dämmung auf der Wand eines Kellers, der zum beheizten Teil eines Gebäudes gehört.

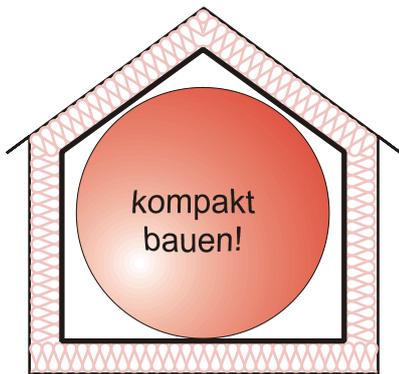


Zu Planungen eines KfW-Effizienzhauses 55 oder eines Passivhauses gehört es, dass alle unvermeidbaren Anschlüsse und Wärmebrücken optimiert werden. Dazu sind Simulationsrechnungen mit einem Wärmebrückenprogramm nötig.



Dieses Bild zeigt gut, wie sich Wärmebrücken vermeiden lassen. Vom Bauherrn wurde ein massives Vordach aus Beton gewünscht. Anstatt dafür die warme Geschossdecke kühlrippenartig nach außen zu verlängern, wurde an das kalte Garagendach anbetoniert. Nach der Fertigstellung von Dämmung und Außenputz ist der Unterschied nicht mehr zu erkennen. Solche pfiffigen Lösungen sind gefragt, wenn wärmebrückenfrei gebaut werden soll.

3. Kompakte Bauweise



Eine Kugel umschließt mit ihrer Oberfläche das größtmögliche Volumen. Bei ihr sind Länge, Tiefe und Höhe gleich. Auch beim Entwurf eines Gebäudes sind zergliederte und gestreckte Formen zu vermeiden. Je größer die Außenoberfläche eines Gebäudes bei vorgegebenem Wärmeschutz und vorgegebenem Nutzvolumen ist, desto höher sind die Wärmeverluste. Es ist daher sinnvoll, An-, Auf- und Vorbauten zu vermeiden oder diese nicht zu beheizen. Eine möglichst kompakte Bauweise verringert nicht nur den Energieverbrauch, sie spart auch Kosten: Außenbauteile müssen viele Funktionen erfüllen (Wetterschutz, Einbruchschutz, Wärmeschutz, Schallschutz u.a.), die jeweils ihren Preis kosten. Sinnvoll ist daher aus energetischer Sicht:

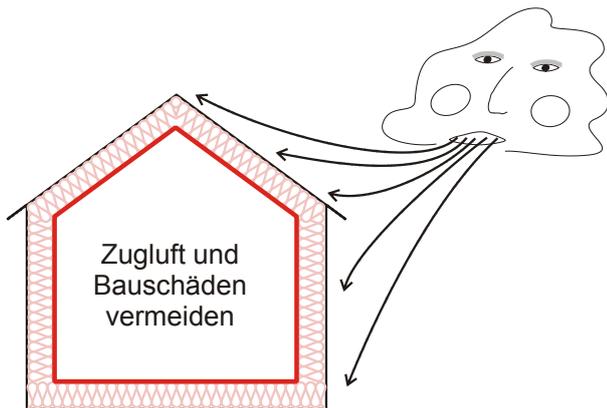
- Vermeidung unnötig komplizierter Gebäudeformen:
 - keine tiefen Vor- und Rücksprünge
 - spitze Winkel vermeiden
- verdichtete Bauweise (z.B. Reihenhäuser statt Einzelhäuser). Aus Gründen des Schallschutzes sollten allerdings die Haustrennwände zweilagig mit einer vom Fundament bis zum Dach durchgehenden Dämmschicht ausgeführt werden.

Wintergärten, die eine Zeit lang als idealer Weg zur Nutzung von Sonnenenergie propagiert wurden, sind den Erwartungen nicht gerecht geworden. Insbesondere wenn sie beheizt werden, führen sie in aller Regel zu einem Mehrverbrauch von Heizenergie im Winter. Ein weiteres Problem ist die kaum zu vermeidende Überhitzung im Sommer.



Durch einen kleinen Versatz der Westwand und eine farbliche Akzentsetzung wurde dieses Niedrigenergiehaus ansprechend gestaltet, ohne dass eine unnötig große zusätzliche Außenfläche entstand.

4. Luftdichte Hülle



Bewährt hat sich beispielsweise das Einputzen einer Dampfbremse-Folie mit Streckmetall (Dampfbremse ist gleichzeitig Luftdichtung) in den Innenputz der Wände am Anschlusspunkt Dach/ Außenwand. Die Wand wird durch den Innenputz abgedichtet, die Dachfläche durch die Folie.



Und so wird die Luftdichtheit geprüft: Ein in die Haustür eingeklemmter Ventilator erzeugt einen Differenzdruck von 50 Pascal. Der dabei ermittelte Luftstrom ist das Maß für die Dichtheit.

Alle Außenbauteile müssen sorgfältig gegen ein- und austretenden Luftzug abgedichtet werden. Fugen und Ritzen sollten vermieden oder sorgfältig dicht ausgeführt werden. So fordern es auch die DIN 4108 und die Energieeinsparverordnung. Andernfalls kommt es zu einem überhöhten Heizenergieverbrauch. Zudem sind Bauschäden durch in die Konstruktion einströmende feuchte Innenluft möglich. Gedämmte Holzkonstruktionen, wie z.B. Dachstühle, müssen sorgfältig gegen ein- und austretenden Luftzug abgedichtet werden. Eine richtig ausgeführte Konstruktion eines Schrägdaches (vgl. auch Energiespar-Information Nr. 7) besteht von innen nach außen aus folgenden Schichten:

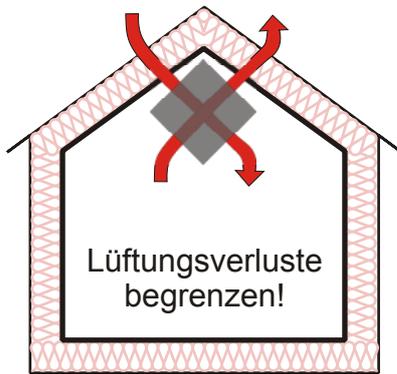
- der Innenbekleidung, z. B. Gipskartonplatten,
- einer durchgehenden, sorgfältig abgedichteten inneren luftdichten Schicht, die zugleich als Dampfbremse wirkt,
- einer sorgfältig eingebrachten, fugenlosen Dämmschicht,
- einer durchgehenden, sorgfältig abgedichteten äußeren Winddichtung (z.B. bituminierte Weichfaserplatte, Unterspannbahn),
- einer außenseitigen Hinterlüftung über dem Unterdach (2 bis 3 cm starker Luftspalt)
- und der Eindeckung.

Dabei ist vor allem auf luftdichte Anschlüsse der inneren Abdichtung zu den Außen- und Innenwänden sowie an Boden und Decke zu achten. (Vgl. dazu Energiespar-Information Nr. 6)

Weil die Luftdichtheit des Gebäudes ein Bereich ist, in dem sich „Pfusch am Bau“ besonders kritisch auswirkt, sollten bei der Vertragsgestaltung zwei Drucktests durch einen neutralen Prüfer sowie der dabei einzuhaltende n_{50} -Wert vereinbart werden. Der erste Drucktest sollte in der Bauphase erfolgen, so dass ohne das Lösen von Wandbekleidungen noch nachgebessert werden kann. Erst nach Abschluss aller Arbeiten wird der zweite Drucktest und die Zertifizierung vorgenommen. So sind Sie im Fall von auftretenden Mängeln bezüglich der Luftdichtheit geschützt. Wird der vereinbarte Wert nicht erreicht, haften die ausführenden Firmen. Essenziell wichtig ist die luftdichte Hülle für Gebäude, in denen eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingebaut wird, denn jeder Luftstrom, der das Haus über Fugen verlässt, ist für den Prozess der Wärmerückgewinnung verloren.

Art der Lüftung im Gebäude	empfohlener n_{50} -Wert
Fensterlüftung	3,0 1/h
Abluftanlage	1,5 1/h
Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	1,0 1/h
Passivhäuser	0,6 1/h

5. Kontrollierte und bedarfsgerechte Lüftung



Ausreichende Lüftung ist eine Grundvoraussetzung für hygienisches und behagliches Wohnen. Zu geringe Frischluftversorgung kann zu ungesunden Konzentrationen von Schad- und Geruchsstoffen führen. Die Forderung, Bauteile und Anschlüsse sollten so dicht wie möglich ausgeführt werden, steht dazu in scheinbarem Widerspruch. Warme und feuchte Raumluft, die durch Fugen entweicht, kann jedoch Ursache für Bauschäden werden. Der in der Luft enthaltene Wasserdampf kann an der kalten Konstruktion kondensieren und Schimmel und Fäulnis verursachen. Zudem ist auf Fugenlüftung kein Verlass. Sie ist vom Wind abhängig und nicht selbst zu steuern. Der Nutzer selbst kann durch zeitweiliges Öffnen der Fenster in regelmäßigen Abständen für Luftaustausch sorgen. Auch diese so genannte Stoßlüftung ist schlecht regelbar und zudem von der Anwesenheit bzw. Bereitschaft des Nutzers abhängig. Zu hohe Luftwechsel führen auch dazu, dass die Raumluft im Winter sehr trocken werden kann (vgl. dazu auch Energiespar-Informationen Nr. 8 „Lüftung im Wohngebäude“ und 9 „Kontrollierte Wohnungslüftung“). Wegen der schlechten Regelbarkeit der Stoßlüftung ist eine gerade ausreichende Lüftung schwer zu erreichen. Eine Luftwechselrate, die einerseits eine gute Raumluftqualität sichert und andererseits nicht zuviel Wärme nach draußen lässt, ist mit vertretbarem Aufwand nur über eine Lüftungsanlage zu erreichen.

Einen zusätzlichen Nutzen hat eine Lüftungsanlage auch für Allergiker. Bei Einsatz entsprechender Außenluftfilter können sie innerhalb der Wohnung pollenfreie Luft genießen. Ein genauer Blick auf die Energiekennwerte der unterschiedlichen Baustandards (siehe Seite 2) zeigt, dass beim Übergang auf Passivhäuser die Absenkung des Lüftungswärmebedarfs durch Anlagen mit Wärmerückgewinnung den wesentlichen Anteil der Einsparungen ausmacht.



Der Filter eines Abluftventils aus Edelmetallgewebe wird mit Wasser und Spülmittel gesäubert.

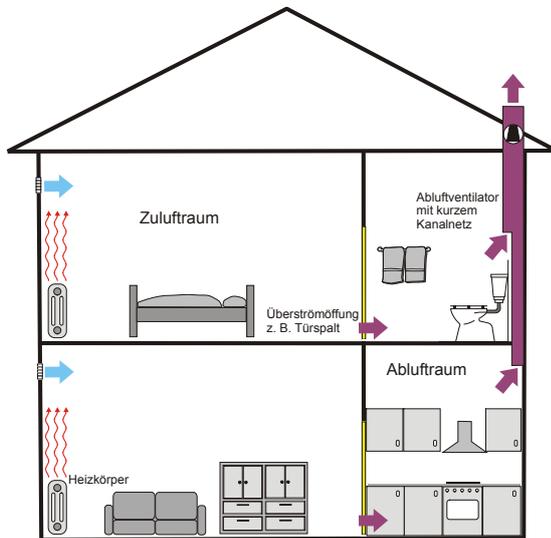
Eine Lüftungsanlage, die leise im Hintergrund tagaus ihren Dienst versieht, wird leicht vergessen. Weil aber überall, wo Luft bewegt wird (auch im saubersten Haushalt) Staub anfällt, ist es wichtig, die Anlage regelmäßig zu warten. Dazu gehört, dass Filter an Stellen mit starkem Staubanfall etwa alle drei Monate ausgewaschen werden (Bild oben). Zusätzlich müssen jährlich die Außenluftfilter gewechselt, die Ventilatoren gereinigt und die Anlage auf korrekte Funktion überprüft werden. Um sicherzustellen, dass diese regelmäßigen Arbeiten nicht vergessen werden, sollten Sie einen Wartungsvertrag abschließen. Eine Anlage, deren Filter verstopft sind, ist in der Funktion beeinträchtigt. Sie verbraucht immer noch Strom, fördert aber kaum noch Luft.



Ein Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung; Abmessung ca. 80 x 80 x 50 cm

Man unterscheidet grundsätzlich zwei Arten von Lüftungsanlagen: reine Abluftanlagen und Lüftungsanlagen mit Zu- und Abluft sowie Wärmerückgewinnung. Erstere sorgen für die erforderliche Frischluft, der zweite Typ kann zusätzlich Heizenergie einsparen.

reine Abluftanlagen

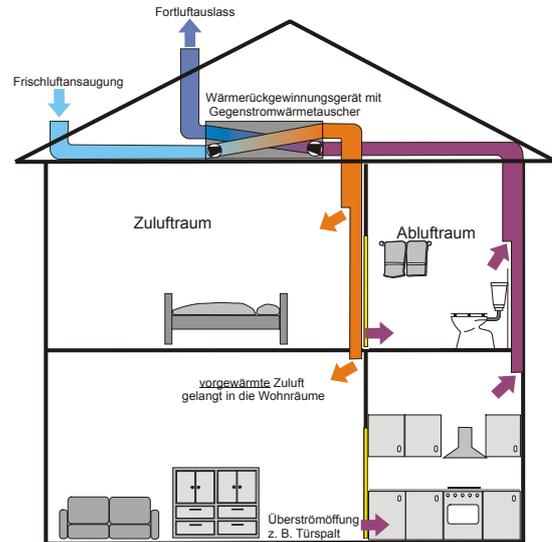


Zuluftöffnungen (das sind Öffnungen in der Außenwand oder im Fensterrahmen) befinden sich in allen Räumen mit Frischluftbedarf. Diese Öffnungen müssen in der Nähe von Heizflächen platziert werden um Zugscheinungen zu vermeiden. Aus den Räumen mit dem größten Problemstoffanfall (WC, Bad, Küche) wird über einen Lüfter verbrauchte Luft abgesaugt und nach außen abgeführt. So entsteht eine gerichtete Durchströmung, die bei einem relativ niedrigen Gesamtluftwechsel alle Räume mit Luft versorgt. Solche Anlagen können auch durch die Raumluftfeuchte geregelt werden. Dadurch ergibt sich eine Einstellung des Luftwechsels nach den hygienischen Notwendigkeiten. Abluftanlagen gewährleisten auch in windstillen Perioden eine ausreichende Lüftung und führen trotzdem nicht zu überhöhten Lüftungswärmeverlusten. Diese Art von Lüftungsanlagen ist sehr einfach und preisgünstig installierbar. Der Stromverbrauch des Abluftventilators ist bei gut geplanten Anlagen sehr gering. Ein Nachteil aber bleibt: mit der warmen Abluft wird auch die darin enthaltene Wärme ohne Nutzung an die Umwelt abgeführt.



Feuchtgesteuerter Zulufteinlass über einem Fenster (Abdeckung entfernt)

Systeme mit Wärmerückgewinnung

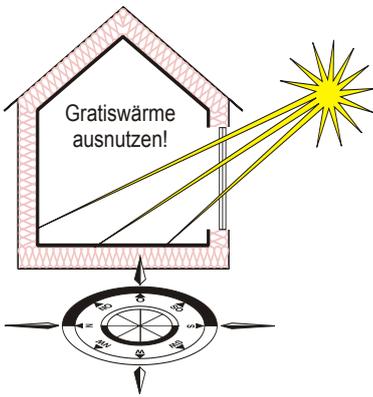


Wie bei den zuvor beschriebenen Systemen wird verbrauchte Luft aus WC, Bad und Küche abgesaugt. Diese wird aber zuerst durch einen Wärmetauscher geführt, in dem sie einen großen Teil ihres Wärmeinhalts (bei guten Geräten über 80%) an von außen angesaugte Frischluft abgibt, ohne dass sich beide Luftströme vermischen. Die Lüftungsverluste werden entsprechend reduziert. Die im Wärmetauscher vorewärmte Frischluft wird über ein Zuluft-Rohrsystem in den Wohnräumen verteilt: Der Unterschied zu den reinen Abluftsystemen besteht darin, dass die frische Außenluft nicht kalt, sondern bereits etwas erwärmt in die Räume kommt. Damit können die Zuluftventile unabhängig von den Heizflächen positioniert werden.

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sollten nur von Fachfirmen geplant und eingebaut werden. Bei der Auslegung sollte ein Verhältnis von Stromverbrauch zu zurückgewonnener Wärme von 1 : 9 realisiert werden, dann liegt die Energieeinsparung deutlich über den Betriebskosten. Außerdem muss die Dichtheit der Gebäudehülle bestimmte Qualitätskriterien erfüllen, damit sich eine solche Anlage lohnt (siehe Seite 7).

Nach dem Einbau müssen die Luftmengen von Ab- und Zuluft in der Anlage exakt eingestellt werden. Ein weiteres Kriterium für eine gute Lüftungsanlage ist ein übersichtliches und leicht verständliches Bedienteil.

6. Ausnutzung passiv-solarer Gewinne



Es lohnt sich, bei der Planung darauf zu achten, dass die Gebäude-seite mit dem größten Fensterflächenanteil nach Süden weist. Denn aus dieser Himmelsrichtung wird durch die Fenster auch in der Heizzeit solare Strahlungsenergie ins Gebäude geführt. Diese verringert den Heizwärmeverbrauch. Im Gegensatz dazu wird die auf Dach und Wände auftreffende Sonnenenergie direkt dort in Wärme umgewandelt und heizt somit zum überwiegenden Teil die Außenluft: die Energieeinsparung durch diesen Effekt ist in der Praxis unbedeutend.



Hier wird die Sonne gleich dreifach angezapft: Durch die großen Fenstertüren erwärmt sie die dahinter liegenden Wohnräume; Photovoltaik und Sonnenkollektoren sorgen für Strom und warmes Wasser.

Für Niedrigenergiehäuser sollte mindestens eine Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung mit Edelgasfüllung eingesetzt werden (U-Wert $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ oder geringer). Diese Verglasungen können auf der **Südseite** eines Wohngebäudes in der Heizzeit bereits eine positive Energiebilanz erreichen. Das heißt, es wird mehr Energie durch die Einstrahlung der Sonne gewonnen, als durch den Wärmedurchgang von innen nach außen verloren geht. Allerdings dürfen die Südfenster nicht zu groß werden (also etwa 50 % der Südfassade nicht überschreiten). Bei zu großen Südfensterflächen kann auch an sonnigen Wintertagen eine Überheizung eintreten. Als Sonnenschutz an den Südfenstern hat sich eine kurze feststehende waagerechte Fläche, z. B. ein Balkon, direkt über dem Fenster als günstig erwiesen. Die hoch stehende Sommersonne wird abgeschattet, die tief stehende Wintersonne hingegen nicht. Im Vergleich zur Einsparung durch gute Dämmung und hohe Kompaktheit ist der Einfluss des Südfensterflächenanteils auf den winterlichen Heizwärmeverbrauch eines Niedrigenergiehauses

geringer, so dass er in einem Bereich zwischen ca. 25 und 50 % nach anderen als Energiespargesichtspunkten gewählt werden kann.

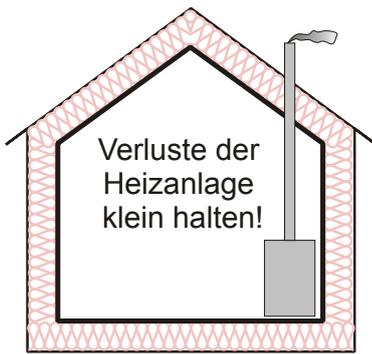
Fensterflächen in **Ost-** oder **West**orientierung sollten dagegen kleiner gehalten werden, da diese in der Heizperiode zu Mehrverbrauch führen und im Sommer stärker als Südfenster zur Aufheizung beitragen. Ost/West-Fenster sollten daher möglichst einen ausreichenden, der Einstrahlung anpassbaren Sonnenschutz aufweisen (z.B. Rollläden oder Fensterladen). **Nord**fensterflächen haben immer höhere Wärmeverluste als gut gedämmte Wände, führen aber nicht zu den für Ost-West-Flächen genannten Problemen im Sommer.

Mit dem Einsatz von Dreischeibenwärmeschutzverglasung im gedämmten Fensterrahmen (U-Wert des gesamten Fensters ca. $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) gelingt im Niedrigenergiehaus ein entscheidender Schritt nach vorn. Es entfällt die Notwendigkeit, Heizflächen in der Nähe der Fenster zu platzieren. Das erhöht die planerische Freiheit und verbilligt die Heizanlage.



Schnitt durch ein gedämmtes Fensterprofil für eine Drei-Scheiben-Verglasung aus Holz. Der U-Wert des Rahmens liegt bei $0,73 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, der der Verglasung bei $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

7. Hocheffiziente Heizanlage



Die Zeiten, als der Heizraum im Keller der wärmste Raum im Haus war, sind endgültig vorbei. In einem Niedrigenergiehaus werden auch die Verluste der Heizanlage minimiert. Dazu werden, wenn möglich, der Wärmeerzeuger und die Heizungsverteilung innerhalb der beheizten Hülle angeordnet, so dass auch die unvermeidlichen Anlagenverluste genutzt werden. Des Weiteren ist natürlich ein hocheffizienter Wärmeerzeuger nötig. Bei der Verwendung von Öl oder Gas bedeutet das Brennwerttechnik (siehe auch Energiesparinformation Nr. 12). In neu erschlossenen Baugebieten werden zum Teil auch Nahwärmenetze verlegt, in denen Kraftwärmekopplungsanlagen für die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom eingesetzt werden. Das ist grundsätzlich eine effiziente Technik, die sich vor allem in dichter bebauten Gebieten lohnt.

Bei Reihenbebauung ist aus energetischer Sicht zu empfehlen, Niedrigenergiehäuser über Heizzentralen mit Wärme zu versorgen, da sich der Einbau eines eigenen Heizkessels bei einem maximalen Wärmebedarf von weniger als 3 kW kaum noch lohnt. Eine elektrische Fußbodenheizung ist schon aus Gründen der hohen Heizkosten nicht zu empfehlen - aber auch der zu hohe Primärenergieverbrauch spricht gegen diese Art der Versorgung.



Ein Heizsystem für Passivhäuser: Das Kompaktaggregat. Eine Wärmepumpe gewinnt die Restwärme aus der Abluft des Lüftungswärmetauschers und nutzt sie für die Heizung der Zuluft und die Warmwasserbereitung.

Vielfach werden Wärmepumpen für den Einsatz in Niedrigenergiehäusern propagiert. Aus energetischer und finanzieller Sicht machen sie aber nur dann Sinn, wenn das Verhältnis von gewonnener Wärme zu eingesetztem Strom (Jahresarbeitszahl der Gesamtanlage - nicht zu verwechseln mit dem „Prüfstandwert“ COP) deutlich größer als 3,0 ist. Das ist nur gewährleistet,

- wenn eine Wärmequelle mit stabilem Temperaturniveau zur Verfügung steht (Grundwasser, Erdreich oder Abluft),
- wenn eine elektrische Zusatzheizung zur Abdeckung von Lastspitzen nicht oder nur in minimalem Umfang eingesetzt wird,
- wenn ein kompetenter Service gesichert ist (denn Wärmepumpenanlagen sind regelungstechnisch anspruchsvoll)
- und wenn das verwendete Heizsystem niedrige Systemtemperaturen erlaubt (Flächenheizungen).

Für kommunale Planer, die sich mit der Entscheidung über die Art der Wärmeversorgung von Baugebieten befassen, hat das Institut Wohnen und Umwelt ein „Bewertungsschema zur Abschätzung der Effizienz von Heizsystemen für Niedrigenergiehäuser“ herausgegeben. Der Projektbericht und eine Rechenhilfe können kostenlos von der Internetseite www.iwu.de heruntergeladen werden.

Eine weitere Anforderung an Heizsysteme im Niedrigenergiehaus ist eine moderne Heizungsregelung. Dazu gehört ein übersichtliches, im Wohnraum montiertes Bedienteil und eine Steuerung, die alle Anlagenteile (auch Pumpen) vollständig außer Betrieb nimmt, sobald keine Wärme abgenommen wird.

Zur Konzeption von Passivhäusern gehört es, auf das gewohnte Heizsystem zu verzichten und die Wärme hauptsächlich über die Lüftungsanlage zu verteilen. Dadurch können die Kosten für das Verlegen von Heizleitungen eingespart werden. Auch wenn die vollständige Verteilung der Wärme über die Lüftungsanlage in einem Passivhaus technisch keine Probleme bereitet, so hat doch die Verwendung von zusätzlichen Heizkörpern einige Vorteile:

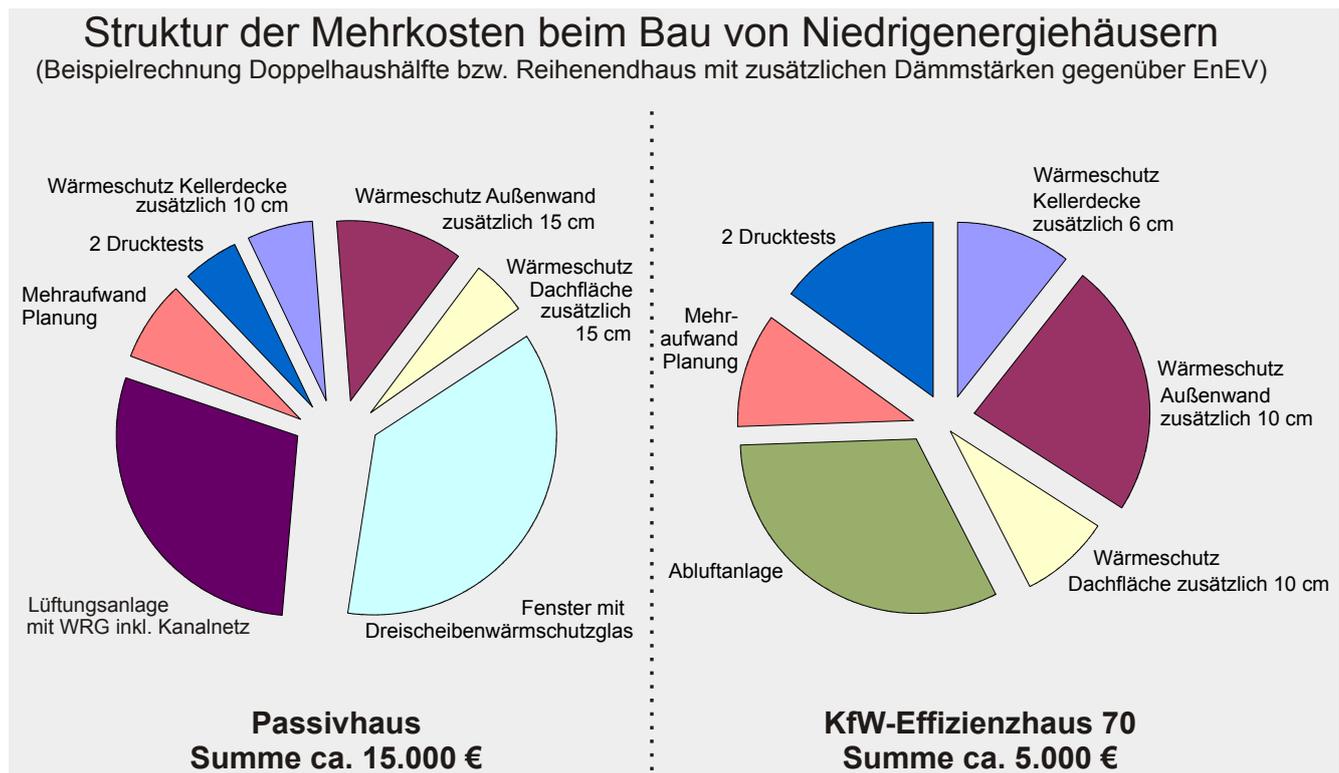
- Es steht, falls erforderlich, mehr Heizleistung für schnelle Aufheizvorgänge zur Verfügung.
- In bestimmten Grenzen sind unterschiedliche Raumtemperaturen möglich; z. B. ein etwas wärmeres Kinderzimmer und ein etwas kühleres Schafzimmer.

Werden Niedrigenergiehäuser nicht viel zu teuer?

Die Erfahrung mit zahlreichen Bauprojekten zeigt, dass bauliche Mehrkosten für ein Einfamilienhaus mit einem gegenüber EnEV 2009 um 30 % verbesserten Wärmeschutz (KfW Effizienzhaus 70) unter 5.000 € entstehen. Das entspricht Mehrkosten für den zusätzlichen Wärmeschutz von 20 bis 35 € pro m² Wohnfläche oder 1 bis 3 % der reinen Baukosten im Vergleich zu konventionell gebauten Häusern. Zusätzlich schlagen die Kosten für eine Lüftungsanlage zu Buche. Eine Abluftanlage kostet etwa 1500 €, eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung etwa 4000 € inklusive Kanalnetz. Nicht in der Vergleichsrechnung (Grafik unten) sind die verringerten Kosten bei der Heizwärmeverteilung, den Heizkörpern und dem Kessel. Hochwertige Fenster mit gedämmtem Rahmen und Dreifachverglasung kosten für das Beispielhaus etwa 5.100 € mehr als Standardfenster. Durch die immer stärkere Verbreitung von Niedrigenergiehäusern sind die Kosten vieler Komponenten bereits deutlich gesunken.

Dass kostengünstiges und energiesparendes Bauen keine Gegensätze sind, sondern sich in vielen Punkten ergänzen, zeigen viele ausgeführte Projekte und die große Anzahl von kostengünstigen Hausangeboten mit Niedrigenergiehaus-Standard.

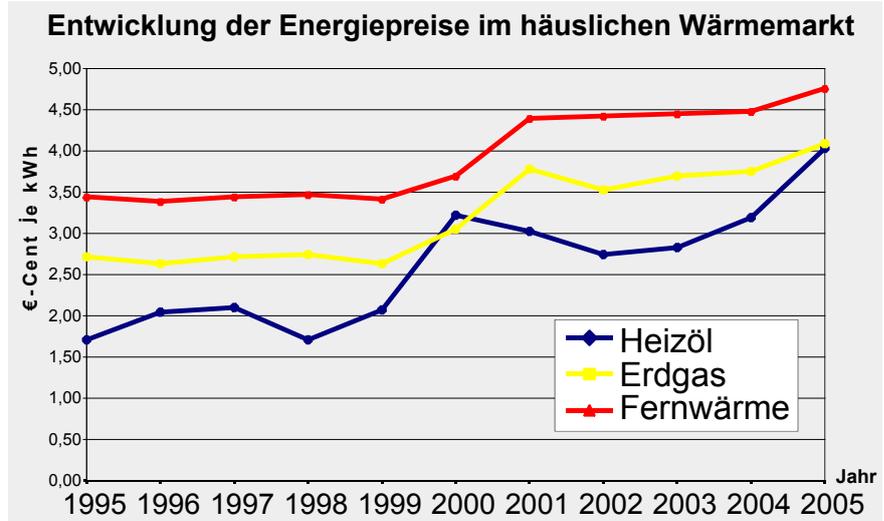
Wenn man über Mehrkosten redet, sollte man sich klar machen, dass fairerweise nur Produkte preislich miteinander verglichen werden dürften, die auch den selben Gebrauchswert haben. Bei einem „normalen Gebäude“ und einem Niedrigenergiehaus ist das aber nicht der Fall. Das Niedrigenergiehaus bietet einen höheren Komfort durch ausgeglichene Raumtemperaturen im Sommer wie im Winter und eine bessere Luftqualität, ohne dass jemand daran denken muss, regelmäßig die Fenster zu öffnen.



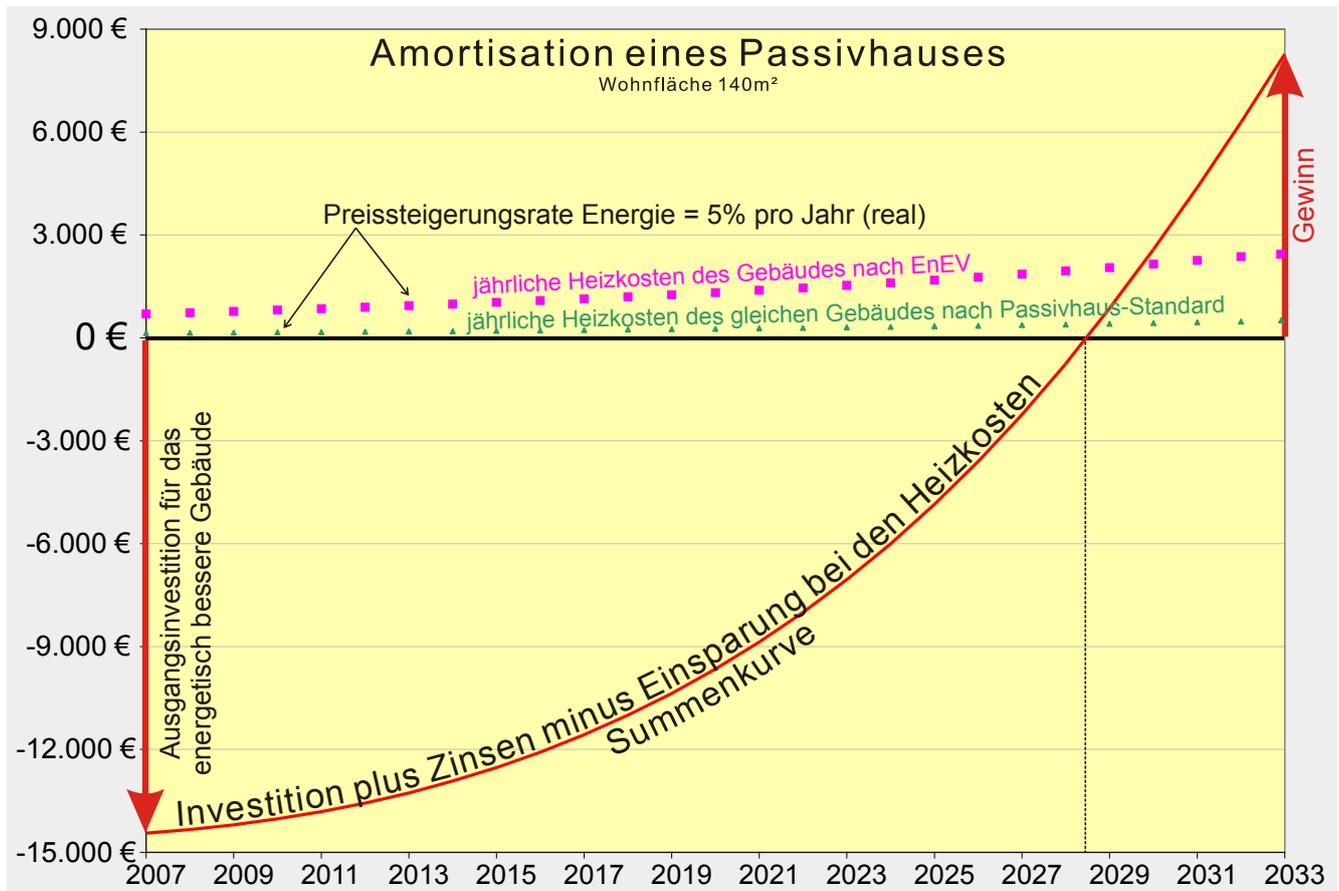
Die investiven baulichen Mehrkosten gegenüber einem nach den gesetzlichen Mindeststandards gebauten Haus am Beispiel eines Reihenendhauses.

Mehrkosten beim Bau kontra Heizkosteneinsparung

Würden Sie zu einem Versicherungsvertreter gehen und ihm sagen, er möge Sie doch gegen die Energiepreissteigerungen der kommenden 50 Jahre versichern, dann müsste er von Ihnen einen recht hohen Tarif fordern, weil einerseits die Eintrittswahrscheinlichkeit für den „Schadensfall“ hoch ist, andererseits aber nicht vorherzusehen ist, wie schnell und wie weit die Preise für die fossile Energie steigen werden. Der Bau eines guten Niedrigenergiehauses aber ist eine solche Versicherung. So fallen z.B. für ein Passivhaus mit 150 m² Wohnfläche derzeit jährlich nur etwa 150 € an Heizkosten an.



Ein Blick auf die langfristige Energiepreisentwicklung führt zu der Erkenntnis: Der Trend geht nach oben. Beim Energieträger Heizöl war das im Zeitraum von 10 Jahren eine mittlere Steigerung von 13% pro Jahr! Zu erwarten ist, dass sich gegen Ende des Ölzeitalters der Anstieg eher noch beschleunigen wird. Quelle der Daten: Statistisches Bundesamt



Die Finanzströme, die aus den Mehrkosten eines energetisch hochwertigen Gebäudes resultieren in einer Beispielrechnung. Auch wenn die Randbedingungen in jedem individuellen Fall natürlich etwas anders liegen, kann man aus der Grafik einige verallgemeinerbare Fakten ablesen: Die Investition rechnet sich. Der Preisunterschied in den jährlichen Heizkosten der beiden Gebäudestandards, der sich am Ausgangspunkt der Grafik noch klein ausnimmt (ca. 550 €), steigert sich bis 2030 auf den stattlichen Betrag von über 1.700 € pro Jahr.

Fördermittel machen die Entscheidung leichter

Die öffentliche Hand fördert das Energiesparen an Wohngebäuden auf mehreren Wegen. Die Programme dazu werden ständig weiterentwickelt und angepasst. Deshalb können in dieser Druckschrift nur grob die Struktur dargestellt und die wichtigsten Ansprechpartner genannt werden.

Folgende Institutionen sind Ansprechpartner für alle Interessierten, die in Maßnahmen zur Energieeinsparung investieren möchten:

a) Bundesprogramme:

- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
Servicetelefon: 06196 - 908-0
Postanschrift: Frankfurter Straße 29-35, 65760 Eschborn
Sollte es sich bei Ihrem Niedrigenergiehausprojekt um einen zu sanierenden Altbau handeln, wird die nötige Vor-Ort-Beratung durch einen Energieberater vom BAFA gefördert. (Eine Liste der Hessischen Energieberater finden Sie auf der Internetseite der Hessischen Energiesparaktion unter www.energiesparaktion.de) Die aktuellen weiteren Programme des BAFA zum Beispiel zur Förderung regenerativer Energien und deren Förderkonditionen können Sie auf den Internetseiten nachlesen.
www.bafa.de

- KfW Bankengruppe
Servicetelefon: 0180 1335577
Beratungszentrum: Bockenheimer Landstraße 104, 60325 Frankfurt a.M.
Telefon: 069 74 31 - 30 30
Gebäude, deren Energiebedarf die vorgeschriebenen Werte um einen bestimmten Satz unterschreiten (Effizienzhäuser), werden von der KfW-Bankengruppe durch zinsverbilligte Kredite gefördert. Die aktuellen Programme

und Konditionen werden jeweils auf der Internetseite der KfW veröffentlicht.

www.kfw.de

b) Programme des Landes Hessen:

- LTH-Bank für Infrastruktur
Postanschrift: Strahlenbergerstraße 11, 63067 Offenbach am Main
Telefon: 069 - 9132-01
Einzelheiten zu den hessischen Förderprogrammen finden Sie auf der Internetseite der LTH-Bank für Infrastruktur.
www.lth.de
- Auf der Internetseite des HMUELV unter www.energieland.hessen.de werden Sie rund um das Thema „Energie“ informiert. Dort finden Sie auch unter „Verbraucher-Service“ den Link zur **hessenEnergie**, auf deren Seite die aktuelle Förderdatenbank eingestellt ist, die über alle Bundes- und Landesprogramme informiert.



Durch die Verwendung von industriell vorgefertigten und komplett gedämmten Bauelementen, lassen sich auch bei hohen Dämmstärken die Kosten im Einzelfall sogar senken; hier: Dachelemente mit einer 35 cm starken Dämmung aus Polystyrol zwischen den Sparren.

Wie gesund lebt es sich in einem Niedrigenergiehaus?

Nach Untersuchungen über Wärmebehaglichkeit sind vor allem warme raumumschließende Oberflächen für das Wohlbefinden ausschlaggebend. Die „gefühlte Temperatur“ ist entscheidend davon abhängig. Im Niedrigenergiehaus wird ein angenehmes Wärmestrahlungsklima durch den hervorragenden Wärmeschutz der Außenbauteile automatisch erreicht: die Art der Wärmezufuhr wird dadurch zweitrangig.

Die kontinuierliche Frischluftzufuhr, wie sie durch die Lüftungsanlage gegeben ist, führt zu einer Beseitigung von Schad-, Problem- und Geruchsstoffen aus dem Wohnraum. Die hohe Luftqualität wird von Bewohnern solcher Häuser immer wieder ausdrücklich gelobt. Sie konnte auch in Luftqualitätsuntersuchungen messtechnisch nachgewiesen werden.

Schließlich können alle Baukomponenten eines Niedrigenergiehauses aus gesundheitlich unbedenklichen Baustoffen hergestellt werden. Eine Bemerkung zur „Baubiologie“ sei an dieser Stelle erlaubt: Die „natürliche“ Herkunft eines Baustoffes garantiert noch nicht seine gesundheitliche Unbedenklichkeit, ebenso wenig, wie moderne Kunststoffe in jedem Fall ungesund sein müssen. Aus diesem Grund können zum Bau von Niedrigenergiehäusern durchaus auch Materialien wie Mineralwolle, Dämmkunststoffe und Kunststofffolien verwendet werden. Selbstverständlich kann ein Niedrigenergiehaus auch ausschließlich aus „natürlichen“ Materialien wie Zellulosedämmstoff, Holzfaserplatten, Holz und Wachspapieren gebaut werden - es wird dadurch im Allgemeinen nur etwas teurer.

Dauerhafter Schutz der Baukonstruktion

Welche Konstruktion für den erheblich verbesserten Wärmeschutz eines Niedrigenergiehauses auch immer gewählt wird - gedämmte Holzständerwand, außengedämmter Massivbau oder Kerndämmung - durch die äußere Dämmstofflage liegt die tragende Konstruktion geschützt im warmen Bereich des Hauses: sie ist weder starken thermischen Spannungen ausgesetzt, noch besteht die Gefahr einer Durchfeuchtung durch Tauwasserbildung an kalten Oberflächen.

Die kontrollierte Bedarfslüftung gibt zusätzlich Sicherheit, dass der bei Wohnnutzung im Inneren anfallende Wasserdampf in ausreichendem Maß abgeführt wird und Feuchtbelastungen der Konstruktion gering gehalten werden.



Die Erstellung von NEH in Holzbauweise hat den Vorteil, dass sich auch mit hohen Dämmstärken relativ schlanke Bauteile realisieren lassen. Werden industriell vorgefertigte Bauteile verwendet, sind Preise zu erreichen, die unter denen einer gemauerten Wand liegen können.



Die zweischalige Bauweise mit Kerndämmung ist hauptsächlich in Gebieten mit rauen klimatischen Bedingungen anzutreffen.



Die Dämmung mit einem Wärmedämmverbundsystem ist die kostengünstigste Variante

Energiekennwerte von Niedrigenergiehäusern

Der Energieverbrauch eines Gebäudes hängt natürlich auch davon ab, wie kalt der Winter ist, welche Raumtemperaturen die Bewohner einstellen und wie oft sie die Fenster öffnen. Unter Annahme typischer Nutzungsbedingungen und eines mittleren Klimas lässt sich der Verbrauch aber bereits vor dem Bau bzw. bei bestehendem Gebäude vor der Durchführung der Modernisierungsmaßnahmen rechnerisch bestimmen. Um deutlich zu machen, dass es sich dabei um einen vorab ermittelten Wert handelt, der vom später tatsächlich gemessenen **Energieverbrauch** abweichen kann, spricht man hier auch vom „**Energiebedarf**“.

Dabei ist es wichtig, auseinander zu halten, was in die Bilanz einbezogen ist, auf welcher Ebene der Energieumwandlung bilanziert wird und auf welche

Fläche der Energiebedarf bezogen wird. Für verschiedene Hauskonzepte werden unterschiedliche Rechenverfahren verwendet, deren Unterschiede im Folgenden erläutert werden:

Was wird bilanziert?

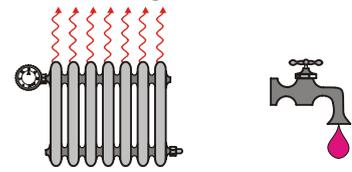
- Der **Heizwärmebedarf** ist die Wärmemenge, die im Verlauf des Winters in den Wohnräumen zur Verfügung gestellt werden muss, um behagliche Temperaturen zu erreichen. Er hängt vor allem von der Kompaktheit und vom Wärmeschutz des Gebäudes sowie von den bei der Lüftung entstehenden Wärmeverlusten ab. Die solaren Wärmegegewinne spielen ebenfalls eine Rolle.

- Der **Warmwasser-Wärmebedarf** hängt allein davon ab, wie viel warmes Wasser die Bewohner täglich benötigen. Bei der Berechnung werden Standardwerte angesetzt.
- Zum Betrieb der Haustechnik, wie zum Beispiel Lüftungsanlagen, wird in der Regel elektrische **Hilfsenergie** benötigt.
- Einige Hauskonzepte betrachten auch die elektrische Energie, die von den Bewohnern als **Haushaltsstrom** für Beleuchtung und den Betrieb von Geräten eingesetzt wird.
- Anlagen, die am Gebäude angebracht sind und **regenerative Energie** gewinnen, können ebenfalls in die Energiebilanz eingerechnet werden. Also im Wesentlichen Sonnenkollektoren und Photovoltaikanlagen (PV).

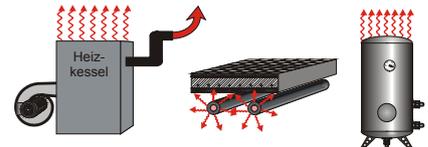
Auf welcher Ebene wird bilanziert?

- ☞ Die **Nutzenergie** ist die Energiemenge, die dem Verbraucher tatsächlich an der Heizfläche oder dem Warmwasserhahn zur Verfügung steht. Anlagen-, Speicher- und Verteilverluste bleiben unberücksichtigt.
- ☞ Die **Endenergie** bezieht sich auf das, was der Gebäudeeigentümer (der „Endverbraucher“ der Energie) auf seiner Energiekostenrechnung bezahlen muss, also die Menge an benötigtem Öl, Gas, Strom, Holzpellets oder Fernwärme.
- ☞ Bei der **Primärenergie** werden zu den kWh, die im Gebäude verbraucht werden, noch alle Aufwendungen an nicht erneuerbarer Energie addiert, die zu Gewinnung, Verarbeitung und Transport der Endenergie nötig waren. Die Primärenergie beschreibt also den gesamten Energieaufwand für Heizung und Warmwasserbereitung. Sie ist das relevante Maß für die Umweltwirkung (Ressourcenverbrauch, Emissionen).

Nutzwärme Heizung und Warmwasser



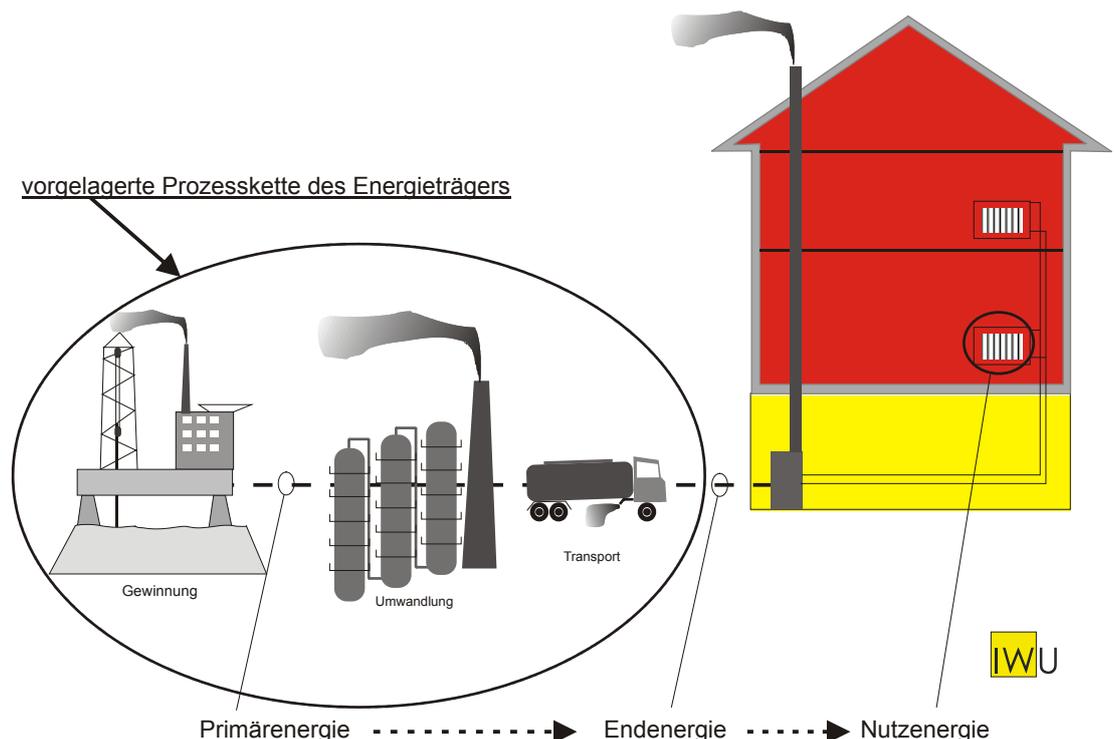
Verluste Erzeugung, Verteilung Speicherung



Hilfsenergie Heizung und Haustechnik



Bedarfswerte unterschiedlicher Hauskonzepte unterscheiden sich bezüglich dessen, was mit bilanziert wird.



Die möglichen Ebenen der Bilanzierung des Energieverbrauches eines Gebäudes

Worauf wird der Bedarf bezogen?

Der Energiebedarf kann, unabhängig davon, welche der genannten Ebenen betrachtet wird, immer in Kilowattstunden pro Jahr, d.h. kWh/a, angegeben werden. Dabei steht das kleine a für annum (lateinisch „Jahr“). Er hängt natürlich noch entscheidend von der Größe des Gebäudes ab. Um die Energieeffizienz des Hauses zu bewerten, wird er durch die Gebäudelfläche dividiert und in kWh pro m² und Jahr [kWh/(m²·a)] ausgewiesen. Hier sind zwei unterschiedliche Definitionen zu beachten:

- Üblicher Maßstab für die Größe einer Wohnung oder eines Gebäudes ist die Wohnfläche. Sie wird daher auch häufig für die Definition von Energiekennwerten herangezogen.

- Die Energieeinsparverordnung verwendet allerdings eine andere Größe, die sogenannte „Gebäudenutzfläche“ A_N . Hier handelt es sich um eine hypothetische Größe, die auf Grundlage des beheizten Gebäudebruttovolumens berechnet wird.

Beim Vergleich von Energiekennwerten ist dieser Unterschied immer zu beachten: Die beiden Werte unterscheiden sich nämlich zumeist deutlich. Als grobe Faustregel kann man davon ausgehen, dass die Gebäudenutzfläche um 25 % größer ist als die Wohnfläche. Da der Energiebedarf durch die Fläche dividiert wird, liegen somit Kenngrößen, die sich auf die Gebäudenutzfläche A_N beziehen, um etwa 20 % niedriger als die wohnflächenbezogenen Werte.

Die wesentlichen Konzepte für Niedrigenergiehäuser

Niedrigenergiehaus: Traditionelle Definition

Als der Begriff des Niedrigenergiehauses eingeführt wurde, verwendete man zur Definition zumeist den auf die Wohnfläche bezogenen Heizwärmebedarf. In der Regel wurde davon gesprochen, dass ein Wert von 70 kWh/(m²·a) unterschritten werden muss. Um die großen Unterschiede in der Kompaktheit unterschiedlicher Bauweisen zu berücksichtigen, wurden später differenziertere Kennwerte festgesetzt. (Quelle: Hessischer Leitfaden für energiebewusste Gebäudeplanung [LEG] 1999)

Niedrigenergiehaus und Energieeinsparverordnung

Die EnEV 2009 definiert den maximal zulässigen Primärenergiebedarf über ein Referenzgebäude. Der Planer legt die Abmessungen des Gebäudes fest und versieht alle Bauteile mit den im Gesetz für das Referenzgebäude festgelegten „Standard-U-Werten“. Ebenso wird ein typisches Heizsystem mit einer kleinen Solaranlage gewählt. Denn für Neubauten fordert das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz EEWärmeG den Einsatz eines bestimmten Anteils von Sonne, Biomasse oder Erdwärme. Das Energiebilanzprogramm des Planers liefert mit diesen Eingabewerten einen Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser. Er liegt ungefähr in einem Bereich von 50 kWh/(m²·a) (sehr große Mehrfamilienhäuser) bis 100 kWh/(m²·a) (kleine, wenig kompakte Einfamilienhäuser). Typische Werte für Einfamilienhäuser liegen bei 85 - 95 kWh/(m²·a), für Reihenhäuser eher bei 75 - 85 kWh/(m²·a). Die Angaben beziehen sich auf die Gebäudenutzfläche A_N und nicht auf die Wohnfläche. Der Planer hat danach die Freiheit, entweder beim Wärmeschutz, der Anlagentechnik oder beim Einsatz erneuerbarer Energien zu variieren, solange der mit den Standardwerten ermittelte Primärenergiekennwert nicht überschritten wird. Je nach Güte des Heizsystems und dem Einsatz regenerativer Energien (Solaran-

lage oder nachwachsende Brennstoffe) kann der Bauherr beim Wärmeschutz Abstriche machen, wenn der geforderte Primärenergiekennwert eingehalten wird, der ja sowohl vom Wärmeschutz als auch von der Effizienz der Wärmeversorgung abhängt. Vereinfacht gesprochen kann man sagen: Wenn der Bauherr der Effizienz des Heizsystems keine besondere Aufmerksamkeit beimisst, muss er beim Gebäude-Wärmeschutz ungefähr Niedrigenergiehausniveau erreichen. Wenn er sich dagegen für eine effiziente Heizungsvariante entscheidet (z.B. Aufstellung eines Brennwertkessels innerhalb der beheizten Gebäudehülle plus Solaranlage), so kann er bei der Dämmung deutlich unter dem Niedrigenergiehaus-Standard liegen, wenn auch nicht beliebig weit: Die EnEV schreibt neben dem Primärenergiebedarf auch einen Mindest-Wärmeschutz vor. Da ein sehr guter Wärmeschutz und eine möglichst effiziente Wärmeversorgungstechnik aber Hand in Hand gehen sollten, lässt sich festhalten: Wer energiesparend bauen will, sollte sich nicht am Mindeststandard der EnEV 2009 orientieren, sondern deutlich mehr tun: Wer sich hinsichtlich der Bauteil-U-Werte an den auf Seite 4 genannten Standards orientiert und auf eine kompakte Bauweise achtet, kann sicher sein, dass es sich um ein Niedrigenergiehaus mit verbesserter energetischer Gesamteffizienz handelt.

KfW-Effizienzhaus 70

Dieser Standard wurde von der KfW für die Förderung von besonders guten Niedrigenergiehäusern eingeführt. Bedingung: Beim Primärenergiebedarf muss ein Kennwert von 70 % des Neubauniveaus (d.h. 30 % unter Neubauniveau) eingehalten werden. Der spezifische Transmissionswärmeverlust (s. Seite 4) muss den Grenzwert der EnEV um 15 % unterschreiten. Die KfW-Energieeffizienzhäuser 70 und 55 (s.u.) lösen die bisherigen „KfW-Energiesparhäuser“ 60 und 40 ab. Diese waren auf etwas andere Weise definiert: Beim Primärenergiebedarf musste ein Kennwert von 60 bzw.

40 kWh/(m²·a) eingehalten werden. Der spezifische Transmissionswärmeverlust musste den Grenzwert der EnEV 2007 um 30 % bzw. 45 % unterschreiten. Beim Einfamilien- und Reihenhauses entspricht das Effizienzhaus 70 ungefähr dem Energiesparhaus 60 (ebenso das Effizienzhaus 55 dem Energiesparhaus 40). Beim Mehrfamilienhaus gehen die neuen „Effizienzhaus-Standards“ weiter als die alten (s. Tabelle S.19).

3-Liter-Haus

Das 3-Liter-Haus definiert sich über die Endenergie zur Beheizung. Gemeint ist ein Gebäude, das für seine Heizung (ohne Warmwasser) 3 Liter Heizöl pro m² und Jahr benötigt. Dies entspricht umgerechnet einem Endenergieeinsatz von 30 kWh/(m²·a) bzw. wenn stattdessen mit Gas geheizt würde, einem jährlichen Volumen von 3 m³ Erdgas pro m² Gebäudefläche. Der Begriff des 3-Liter-Hauses korrespondiert sehr schön mit dem „3-Liter-Auto“: Ein Fahrzeug, das nur 3 Liter Benzin pro 100 Kilometer verbraucht, kann ja als vorbildlich gelten. Und so ähnlich ist es auch mit dem 3-Liter-Haus: Berücksichtigt man typische Zuschläge für die Warmwasserbereitung und den Hilfsstrom und rechnet auf dieser Basis den Primärenergiebedarf aus, so liegt das Gebäude am Ende typischerweise in der Größenordnung von 60 kWh/(m²·a) und entspricht in etwa dem Effizienzhaus 70. Es ist allerdings zu beachten, dass die Definition des 3-Liter-Hauses etwas unscharf ist: Manchmal bezieht sich die Angabe auf die Wohnfläche, in anderen Fällen ist die Gebäudenutzfläche A_N gemeint. Der Begriff wird auch auf andere Qualitätsniveaus übertragen: 5-Liter-Haus, 7-Liter-Haus, 10-Liter-Haus. Je nach Anwendung ist dann gelegentlich auch der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung mit eingerechnet: Ein 7-Liter-Haus (Heizung und Warmwasser) kann dann ungefähr dasselbe bedeuten wie ein 5-Liter-Haus (nur Heizung).

Impressum:

Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz,

Mainzer Straße 80, 65189 Wiesbaden

wiss. Betreuung: Institut Wohnen und Umwelt, (IWU)

Annastraße 15, 64285 Darmstadt

Text: Urfassung W. Feist; Überarbeitung: Rolf Born, Nikolaus

Diefenbach, Tobias Loga, Maria und Jens Knissel

Fotos: Marc Großklos, H. Heilbronn, Optiwin Fenstersysteme,

EMB Passivhaus GmbH, Umweltamt der Stadt Münster, Schwenk

Dämmtechnik, Arbeitskreis ökologischer Holzbau

Gestaltung: IWU

Ausgabe: 7/07; Überarbeitung: 8/2009

Unveränderter Nachdruck und Vervielfältigung sind gestattet

ISBN 978-3-89274-299-9

KfW-Effizienzhaus 55

Das KfW-Effizienzhaus 55 weist gegenüber dem KfW-Effizienzhaus 70 oder 3-Liter-Haus einen noch deutlich besseren energetischen Standard auf: Die KfW wird diese ab Anfang 2010 zu besonders günstigen Bedingungen fördern. Der Primärenergiebedarf maximal 55 % der EnEV-Vorgaben betragen.

Passivhaus

Das Passivhaus wird wie das „klassische“ Niedrigenergiehaus über den Heizwärmebedarf pro Quadratmeter Wohnfläche definiert. Zielwert sind hier 15 kWh/(m²·a), also nur etwa ein Viertel des Wertes eines typischen Niedrigenergiehauses. Dies lässt sich nur erreichen, wenn neben einem ganz hervorragenden Wärmeschutz eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingebaut wird. Angesichts des äußerst niedrigen Heizwärmebedarfs lassen sich mit dem Passivhaus auch hervorragende primärenergetische Kennwerte erreichen. Beispielsweise können die Bedingungen des KfW-Effizienzhauses 55 auch mit einfachen und somit kostengünstigen Wärmeversorgungssystemen eingehalten werden. Das Konzept sieht vor, dass inklusive Haushaltsstrom für Heizung, Lüftung, Beleuchtung und Hausgeräte ein Primärenergiebedarf von 120 kWh/(m²·a) nicht überschritten wird.

Null- und Plus-Energiehäuser

Diese Gebäude bauen auf der Entwicklung des Passivhauses auf und erreichen eine weitere Absenkung des Energiebedarfes durch die Nutzung von Solarenergie. Neben thermischen Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung gewinnen Photovoltaikanlagen Strom zum Betrieb von Lüftungsanlagen und Wärmepumpen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass Erzeugung und Verbrauch nicht immer gleichzeitig erfolgen. So hat z. B. eine PV-Anlage den maximalen Ertrag während des Sommers, die Wärmepumpe hingegen, mit welcher ihr Ertrag meist verrechnet wird, ist jedoch überwiegend im Winter in Betrieb. Einige Planer gehen noch einen Schritt weiter und kompensieren auch den Verbrauch von Haushaltsstrom durch den Einsatz von größeren PV-Anlagen.

Informationen für Planer und fachlich Interessierte bieten:

- Hessische Energiesparaktion, Annastraße 15, 64285 Darmstadt
Auf der Internetseite www.energiesparaktion.de finden Sie unter anderem eine Vielzahl von Zeichnungen zu Konstruktionsdetails zum kostenfreien Herunterladen
- Passivhaus-Institut Darmstadt (Informationen rund ums Passivhaus): www.passiv.de
- Niedrigenergiehaus-Institut Detmold (RAL-Gütesiegel Niedrigenergiehaus), www.nei-dt.de

Übersicht über verschiedene energetische Gebäudestandards und die entsprechenden Definitionen

	Baustandard	Nachweisverfahren	Anforderung auf Ebene			Einbeziehung von				Bezugsfläche		Randbedingungen				Grenzwerte [kWh/m ² -a]			um eine Vergleichbarkeit herzustellen: der typische Heizölverbrauch inkl. Warmwasser bezogen auf die reale Wohnfläche [Liter pro m ² und Jahr] ohne Haushaltsstrom	
			Nutzenergie	Endenergie	Primärenergie	Heizwärme	Warmwasserbedarf	Hilfsenergie Heizung und Lüftung	Haushaltsstrom	PV-Strom von der Dachfläche	reale Wohnfläche	A _N , abgeleitet aus dem Gebäudebruttovolumen	Interne Wärmegewinne während der Heizperiode [W/m ²]	Raumsolltemperatur	mittlere Luftwechselrate [1/h]	Anzahl der Heizgradstunden [1000 Kelvinstunden/Jahr]	EFH frei stehend	RH/DHH		MFH
alt	Mindestanforderung WSchV 95	DIN 4108	X			X					X	5	20 °C	0,6	0,9-84	160	140	95	10 - 20	
	Mindestanforderung EnEV 2007	EnEV			X	X	X	X			X	5	19 °C	^{0,6} / _{0,7}	66	120	110	70	8,5 - 15	
	Zehn-Liter-Haus (Sanierung)	EnEV		X		X	(X)			(X)	(X)	5	19 °C	^{0,6} / _{0,7}	66	100	100	100	15 - 20	
	Mindestanforderung EnEV 2009	EnEV			X	X	X	X		X	X	5	19 °C	^{0,6} / _{0,7}	66	-95	-85	-55	7 - 12	
Niedrigenergiehäuser	Fünf-Liter-Haus	EnEV		X		X	(X)			(X)	(X)	5	19 °C	^{0,6} / _{0,7}	66	50	50	50	8 - 9	
	NEH nach Hessischem Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung	LEG	X			X				X		2,5	20 °C	0,6	84	70	65	55	7,5 - 9	
	Drei-Liter-Haus	EnEV		X		X				(X)	(X)	5	19 °C	^{0,6} / _{0,7}	66	34	34	34	7 - 8	
	KfW Effizienzhaus 70	EnEV			X	X	X	X			X	5	19 °C	^{0,6} / _{0,7}	66	-65	-60	-40	5 - 8,5	
	KfW Effizienzhaus 55	EnEV			X	X	X	X			X	5	19 °C	^{0,6} / _{0,7}	66	-50	-45	-30	4 - 6,5	
	Passivhaus (Bedingung 1)	PHPP	X			X				X		2,1	20 °C	-0,4*	84	15	15	15	3	
	Passivhaus (Bedingung 2)	PHPP			X	X	X	X	X	(X)	X	2,1	20 °C	-0,4*	84	120	120	120		
	Nullenergiehaus	EnEV			X	X	X	X	(X)	X		X	5	19 °C	-0,4*	66	~ 0	~ 0	~ 0	1 - 2
	Plusenergiehaus	EnEV			X	X	X	X	(X)	X		X	5	19 °C	-0,4*	66	< 0	< 0	< 0	~ 0

EnEV = Energie-Einsparverordnung
 EnEV rechnet nach DIN V4108-6 und DIN V 4701-10 ab 2009 alternativ mit DIN 18599
 LEG = Leitfaden energiebewusste Gebäudeplanung
 PHPP = Passivhaus Projektierungspaket

(X) = es gibt keine eindeutige Festlegung bzw. mehrere Definitionen im Umlauf

^{0,6}/_{0,7}=mit/ohne Luftdichtigkeitsprüfung
 -0,4* = Lüftung mit WRG; zwingend mit detaillierter Anlagenplanung

Die Art der Bilanzierung für verschiedene Hauskonzepte in einer Übersicht. Nicht alle Details und Sonderfälle der Berechnungen, insbesondere bezüglich der verwendeten Randbedingungen können in dieser Tabelle wiedergegeben werden.

Des weiteren besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Es sind eine Fülle von weiteren werbewirksamen Begriffen für Hauskonzepte in Umlauf, bei denen häufig unklar bleibt, was und mit welchem Rechenverfahren bilanziert wird.

HESSEN



**Hessisches Ministerium für
Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz**

Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden
www.hmuelv.hessen.de



Institut
Wohnen und Umwelt

