

Niedrigenergiehäuser

Wissenswertes über
Grundlagen und Funktionsweise



HESSISCHES MINISTERIUM
FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN



Institut
Wohnen und Umwelt



Energiebewußt in Hessen

Was sind Niedrigenergiehäuser?

Wegen der schlechten Wärmedämmung ist der Heizenergiebedarf von Altbauten immer noch sehr groß: Zwischen 18 und 30 Liter Heizöl je Quadratmeter Wohnfläche und Jahr werden dort verbraucht. Die Ende der 70er Jahre eingeführte Wärmeschutzverordnung hat für Neubauten schon deutliche Verbesserungen gebracht. Häuser, die gemäß der letzten Fassung von 1995 errichtet wurden, verbrauchen zwischen 9 und 15 Liter Heizöl je Quadratmeter. Seit Anfang 2002 gilt die neue Energieeinsparverordnung. Sie begrenzt den Heizenergiebedarf auf ungefähr 7 bis 12 Liter Heizöl je Quadratmeter.

Die Baupraxis ist jedoch schon sehr viel weiter als die gesetzlichen Anforderungen: Seit Beginn der 90er Jahre sind Niedrigenergiehäuser in Deutschland bereits in großer Stückzahl gebaut worden. Ihr jährlicher Heizölverbrauch liegt nur noch zwischen 2 und 7 Litern pro m².

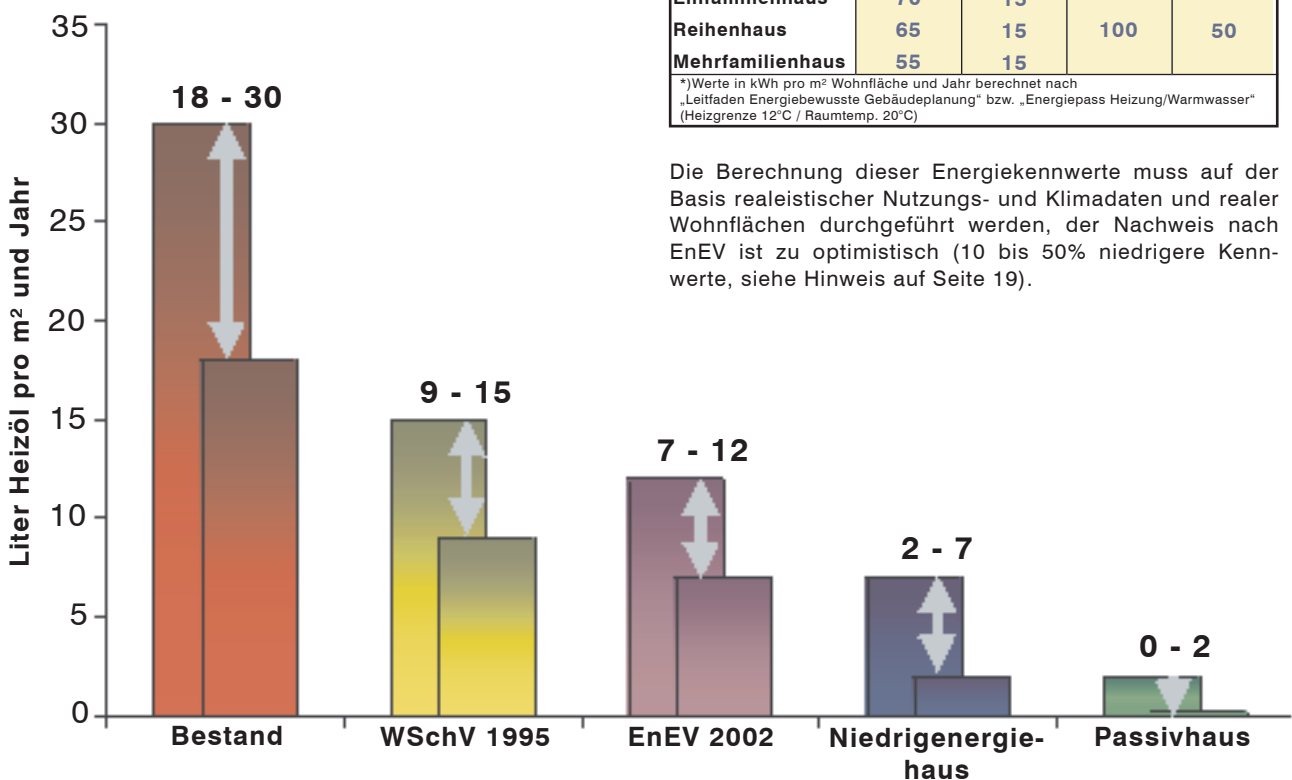
Noch weiter geht der Passivhaus-Standard mit Werten unter 2 Litern pro m². Aus Sicht von Klimaschutz und Ressourcenschonung sollten langfristig alle Neubauten Passivhaus-Standard erreichen.

„NEH“ - Standard

Formell kann das Niedrigenergiehaus entsprechend der folgenden Tabelle definiert werden:

Anforderungen an Niedrigenergiehäuser Energiekennwerte nach LEG / EPHW*				
Gebäudetyp	Heizwärmebedarf		Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser	
	Grenzwert	Zielwert	Grenzwert	Zielwert
Einfamilienhaus	70	15		
Reihenhaus	65	15	100	50
Mehrfamilienhaus	55	15		

*) Werte in kWh pro m² Wohnfläche und Jahr berechnet nach „Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung“ bzw. „Energiepass Heizung/Warmwasser“ (Heizgrenze 12°C / Raumtemp. 20°C)



Spezifischer Heizenergiebedarf von Wohngebäuden in Liter Heizöl pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr

Warum überhaupt Niedrigenergiehäuser?

Immerhin wird bei uns gut ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs für die Beheizung von Gebäuden genutzt. Das ist nach wie vor die größte Einzelanwendung von Energie in Deutschland. Energiesparmaßnahmen durch energiesparende Bauweisen und sparsame Heizsysteme können diesen Verbrauch deutlich verringern. Energieeinsparung ist ein wichtiger Beitrag zum Umweltschutz: die Gewinnung, der Transport und die Umwandlung von Energie ist mit der Abgabe von Luftschadstoffen verbunden. Die weiteren Umweltrisiken wie weltweite Klimaveränderung durch die Abgabe von Kohlendioxid (CO₂) in die Atmosphäre, Belastung von Gewässern und

Landschaft durch den Abbau von Energierohstoffen und mit dem Kernenergieeinsatz verbundene Probleme sind ebenfalls bedeutsam.

Niedrigenergiehäuser haben wesentlich geringere jährliche Energiekosten als durchschnittliche Gebäude. Vor allem, wenn in Zukunft die Energiekosten wieder ansteigen werden, wird dies für die Nutzer auch entscheidende finanzielle Vorteile bieten. Wegen des ohnehin sehr geringen Verbrauchs lassen sich solche Häuser auch bei sehr teurer Energie oder bei ernsthaften Versorgungskrisen mit nur wenig eigenen Vorräten weiter komfortabel beheizen.

Hat der Neubau eigentlich noch eine Bedeutung?

Die Entwicklung des künftigen Energieverbrauchs wird vom Qualitätsstandard der Neubauten stark beeinflusst: denn Gebäude werden ein halbes Jahrhundert und länger genutzt. Gut ein Drittel der in 30 Jahren bestehenden Häuser wird noch neu gebaut werden - im Zuge der Ersatzbeschaffung für Abriss und durch den weiter steigenden Wohnflächenbedarf pro Kopf.

Für die Zielsetzung einer Senkung des CO₂-Ausstoßes in Deutschland ist die energietechnische Sanierung von bestehenden Gebäuden sehr bedeutend. Die Niedrigenergiebauweise bei Neubauten ist jedoch ebenso entscheidend, damit die

Einsparerfolge nicht durch zuwachsenden Energieverbrauch der Neubauten aufgezehrt werden. Energiesparende Neubauten haben eine Vorbildfunktion für die Sanierung von Altbauten.

Beim Neubau lässt sich der Entwurf und die konstruktive Ausführung erfahrungsgemäß leichter in Richtung auf hohe Energieeinsparungen optimieren. Daher können viele Maßnahmen zu nur vergleichsweise geringen Mehrkosten mit durchgeführt werden.

Aus diesen Gründen liegt beim Neubau eine besondere Verantwortung für die Berücksichtigung des sparsamen Energieeinsatzes vor.

Wie wird ein Gebäude zum Niedrigenergiehaus?

Über die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Heizenergieeinsparung liegen heute umfangreiche Erfahrungen vor. Danach kommt es vor allem auf

die Beachtung der folgenden Punkte an, um bei der Errichtung eines Neubaus einen geringen Energieverbrauch zu erreichen.

Konstruktionsmerkmale von Niedrigenergiehäusern

- Sehr guter Wärmeschutz aller Bauteile der Gebäudehülle
- Sorgfältige Ausführung des Wärmeschutzes im Detail, Vermeidung und Reduzierung von Wärmebrücken
- Kompakte Bauweise
- Dichtheit der Außenbauteile
- Kontrollierte, bedarfsgerechte Lüftung
- Ausnutzung passiv-solarer Gewinne
- Flinke Heizungsregelung
- Angepasste Heizwärmeerzeugung und -verteilung, stromsparende Ausstattung der Heiz- und Lüftungsanlage (Lüftermotoren, Brenner, Umwälzpumpen)
- Nutzerfreundliche Bedienung von Heiz- und Lüftungsanlage

Für Gebäude wie Büros, Kaufhäuser, Verwaltungsbauten, Banken, Krankenhäuser, Laboratorien etc. sind weitere Anforderungen für die Heizenergie und Stromeinsparung zu beachten:

- Minimierung des Klimatisierungsenergiebedarfes
- Minimierung des Stromverbrauchs durch
 - Optimierung der Tageslichtnutzung,
 - stromsparende Umwälzpumpen,
 - Ausstattung mit stromsparenden Arbeitshilfen (PC, Drucker etc.)

1. Sehr guter Wärmeschutz der Außenbauteile

Empfehlenswert ist es, beim Wärmeschutz deutlich über die gesetzlichen Anforderungen der letzten Jahre hinauszugehen. Dies ist bei Neubauten in den skandinavischen Ländern heute selbstverständlich, bei uns aber leider zu wenig bekannt.

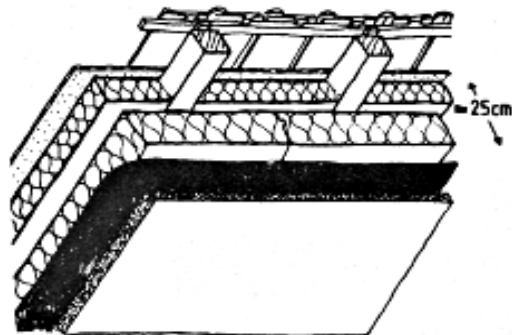
- Dachgeschoßdecken, geneigte Dächer, Dachabseiten, Flachdächer

sollten einen Wärmedurchgangskoeffizient (U- Wert) von weniger als 0, 15 W/(m²K) aufweisen, d.h. eine Dämmung besitzen, die 25 cm und mehr hochwertigem Dämmstoff entspricht. Diese Dämmung sollte möglichst durchgehend angebracht werden und darf keine Spalten, Fugen und Löcher aufweisen (vgl. dazu Energiespar-Information Nr. 6 und 7).

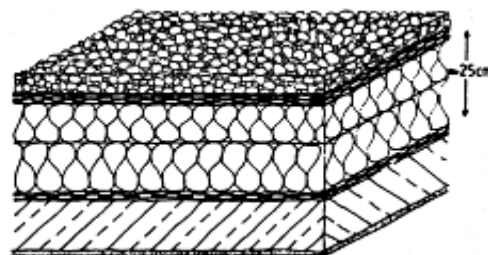
Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)

Die Wärmeverluste durch ein Bauteil nehmen zu, wenn die Unterschiede zwischen Außen und Innentemperatur zunehmen und wenn die Bauteilfläche vergrößert wird. Die wärmetechnische Qualität eines Bauteils wird daher durch den Wärmeverlust charakterisiert, den 1 Quadratmeter dieses Aufbaus bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin (1 Kelvin entspricht genau 1°C Celsius) aufweist. Gemessen wird dieser Wärmedurchgangskoeffizient oder U-Wert in Watt je Quadratmeter und Kelvin, abgekürzt „W/(m²K)“. Mit dem U-Wert lässt sich der Energieverlust durch ein Bauteil in grober Näherung abschätzen: U-Wert x 9 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.



Hochgedämmtes Steildach



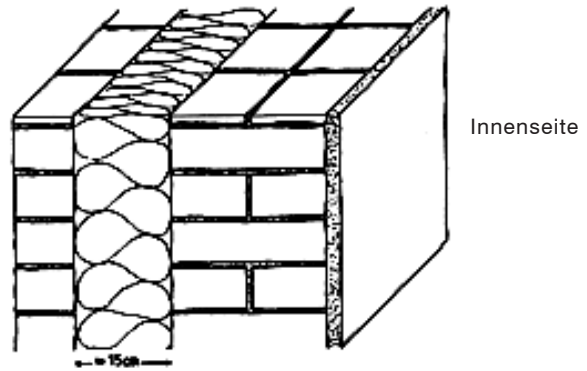
Hochgedämmtes Flachdach



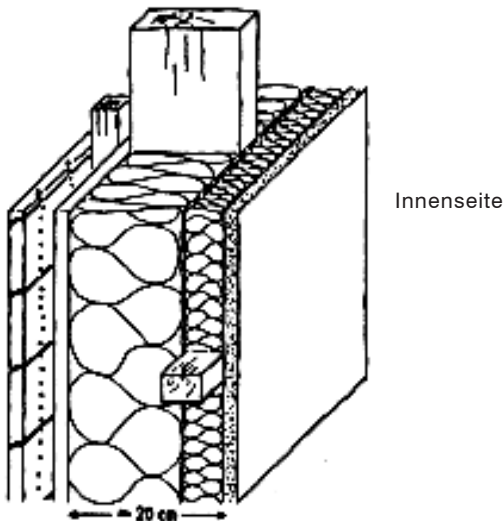
Hier sind 20 cm Dämmstoff zwischen den Sparren des Daches angebracht. Sie werden noch durch 5 cm Dämmung unter den Sparren ergänzt (Gipskarton-Verbundplatte).

- Aussenwände

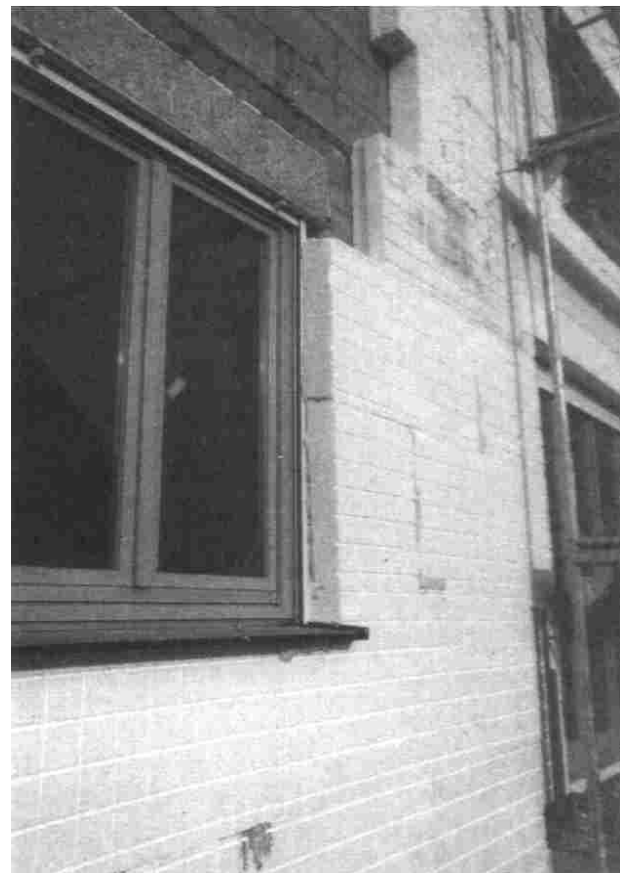
sollten einen U-Wert von weniger als $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ aufweisen. Dies ist z.B. durch Verwendung eines Wärmedämmverbundsystems auf der Außenseite eines tragenden Mauerwerks mit mindestens 15 cm Dämmstoffstärke, einer Vorhangfassade, durch Verwendung eines kerngedämmten mehrschaligen Mauerwerks mit ebenfalls 15 cm Dämmstofflage oder durch die Verwendung von gedämmten Holzleichtbauwänden (übliche Lösung in Skandinavien und Amerika) mit mindestens 20 cm Dämmstärke, möglich (vgl. dazu Energiespar-Information Nr. 2 und 10).



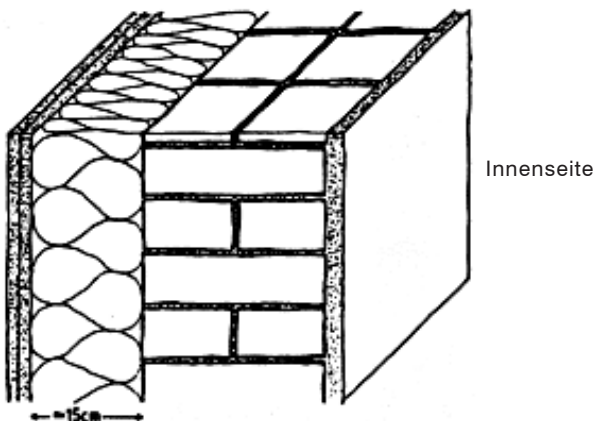
Zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung



Hochgedämmte Holzständerkonstruktion



15 cm starkes Wärmedämmverbundsystem aus Polystyrol-Hartschaumplatten auf einer 24 cm Hochlochziegel-Außenwand. Ein solches Dämmsystem ist bauphysikalisch äußerst günstig. Während es in der ungedämmten Wand zu Tauwasserausfall kommen kann, wird die Tauwassermenge durch die Dämmung auf Null reduziert!



Wärmedämmverbundsystem

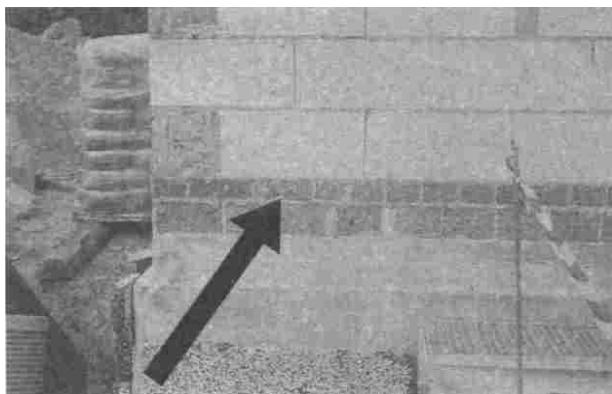
2. Sorgfältige Ausführung des Wärmeschutzes im Detail

- Vermeidung und Reduzierung von Wärmebrücken

Wärme wird immer auf dem Weg, der am besten Wärmeleitet, fortgeführt. Wird eine (vielleicht gut gedämmte) Außenwand durch eine ungedämmte

durchgehende Balkonplatte durchbrochen, 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). Das bedeutet vor allem:

- Vermeidung von auskragenden Bauteilen
- Lückenloser Anschluß zwischen Dach-, Dachgeschossdecken- und Außenwanddämmung
- Einfügen der Fenster in die dämmende Hülle (Dämmung über den Blendrahmen führen)
- Aufbringung eines an die Außenwanddämmung anschließenden Wärmeschutzes des gesamten Hausumfangs (Perimeterdämmung) im Erdreich oder Verwendung von gut dämmenden Steinen für die Außen- und Innenwandaufleger.



Hier begrenzt eine Lage gut dämmender Bimsstein auf der Kellerdecke die Wärmeverluste der Außen- und Innenwände in den ungeheizten Keller.

3. Kompakte Bauweise

Je größer die Außenoberfläche eines Gebäudes bei vorgegebenem Wärmeschutz und vorgegebenem Nutzvolumen ist, desto höher sind die Wärmeverluste. Es ist daher sinnvoll, unnötige 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:

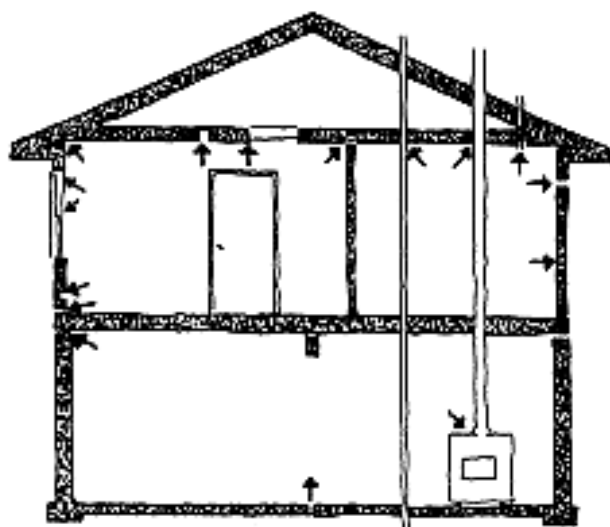
- Vermeidung unnötig komplizierter Gebäudeformen
- verdichtete Bauweise (z.B. Reihenhäuser statt Einzelhäuser)



Eine kompakte Bauweise z.B. als Reihenhäuser, wie bei diesen Niedrigenergiehäusern in Darmstadt-Kranichstein, minimiert die wärmeabgebende Außenoberfläche von Gebäuden.

4. Dichtheit der Außenbauteile

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 und Bauschäden können durch einströmende feuchte Innenluft entstehen. Gedämmte Holzkonstruktionen, wie z.B. Dachstuhl, müssen sorgfältig gegen ein- und austretenden Luftzug abgedichtet werden. Herkömmliche Dachdämmungen sind im allgemeinen extrem undicht und daher meist fast unwirksam.

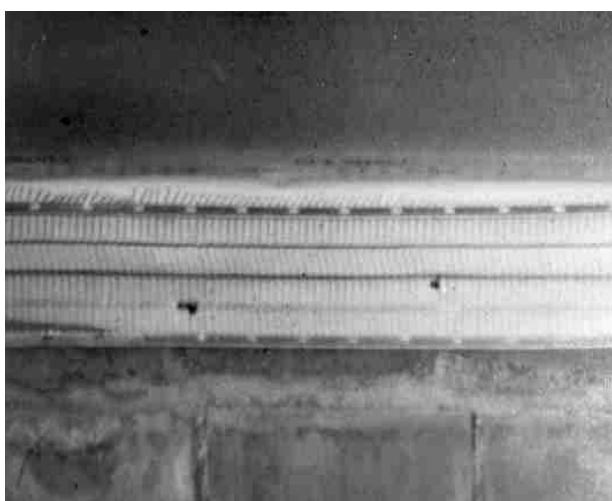


Problempunkte der luftdichten Gebäudehülle

Eine richtig ausgeführte Konstruktion (vgl. auch Energiespar-Information Nr. 7) besteht aus:

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

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



Bewährt hat sich beispielsweise das Einputzen einer Dampfsperre-Folie mit Streckmetall (Dampfsperre ist gleichzeitig Luftdichtung in den Innenputz der Wände am Anschlusspunkt Dach/Außenwand).

5. Kontrollierte und bedarfsgerechte

Lüftung

Ausreichende Lüftung ist eine Grundvoraussetzung für hygienisches Wohnen und für den Erhalt der Bausubstanz. Zu geringe Lüftung kann zu ungesunden Konzentrationen von Schadstoffen (wie Stickoxiden, Lösungsmitteldämpfen, Radon), Geruchsstoffen (wie Küchendämpfen) und Wasserdampf in der Innenluft führen. Letzteres ist umso problematischer, je schlechter der Wärmeschutz der Bauteile ist.

Andererseits sollen Bauteile und Anschlüsse so dicht wie möglich ausgeführt werden, denn durch Bauteilfugen aus- und eintretende Luftströme sind häufige Bauschadensursachen. Zudem hat die unregelmäßige Lüftung durch Undichtheiten in

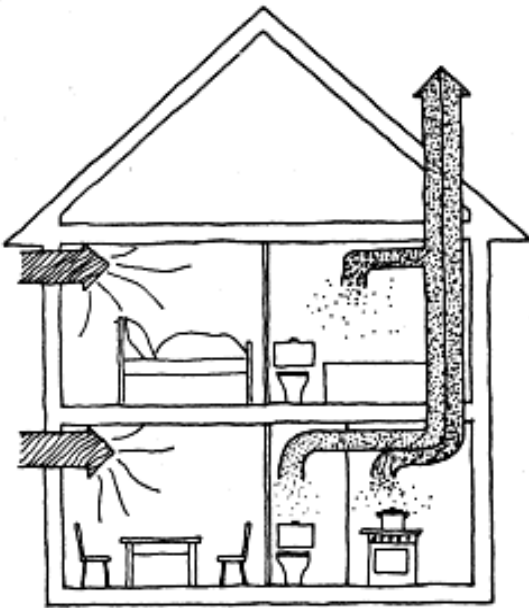
der Außenkonstruktion viele Nachteile: bei geringen Windstärken ist die Lüftung meist unzureichend, bei stärkerem Wind kommt es zu lästigen Zugerscheinungen und der Wärmeverlust ist unnötig hoch. Auch bei stärkstem Wind kann es trotz undichter Fugen Räume geben, die nur unzureichend belüftet sind. Die Fugenlüftung ist daher ungeeignet, die erforderliche Lüftererneuerung in den Wohnräumen zu garantieren.

Der Nutzer selbst kann durch zeitweiliges Öffnen der Fenster in regelmäßigen Abständen für Luftaustausch sorgen. Auch diese sogenannte Stoßlüftung ist schlecht regelbar und zudem von der Gegenwart und der Bereitschaft des Nutzers abhängig. Im allgemeinen wird heute in unseren Wohnungen zu wenig gelüftet. Wegen der schlechten Regelbarkeit der Stoßlüftung ist eine gerade ausreichende Lüftung aber nur schwer zu erreichen; doch diese ist anzustreben, da eine ständige Überlüftung erhöhte Lüftungswärmeverluste und somit einen zu hohen Energieverbrauch zur Folge hätte - abgesehen davon, dass die Raumluft dann sehr trocken werden kann (vgl. dazu auch Energiespar-Informationen Nr. 8 und 9).

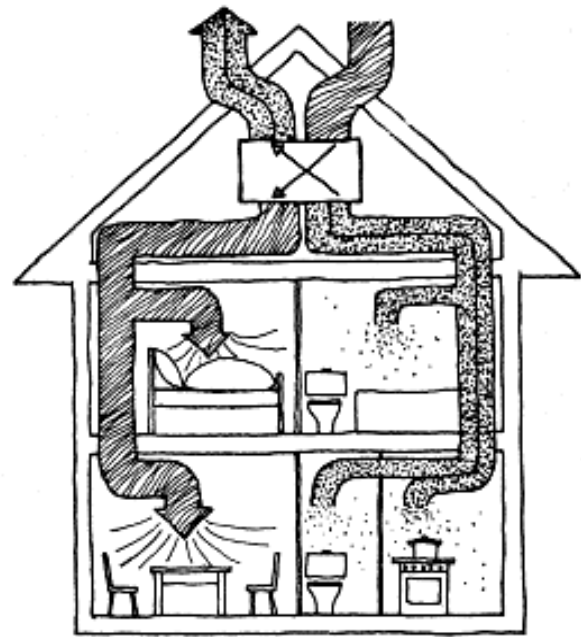
In Niedrigenergiehäusern haben sich Systeme mit kontrollierbarer Lüftung bewährt. Dabei sind zwei Haupttypen zu unterscheiden:

• reine Abluftsysteme

Zuluftöffnungen (das sind vom Nutzer einstellbare Öffnungen in der Außenwand oder im Fensterrahmen) befinden sich in allen Räumen mit Frischluftbedarf. Aus den Räumen mit dem größten Problemstoffanfall (WC, Bad, Küche) wird über einen Lüfter verbrauchte Luft abgesaugt und über Dach abgeführt. Solche Anlagen können auch durch den Problemstoffanfall (z.B. Wasserdampf) geregelt werden. Sie erlauben eine Einstellung des Luftwechsels nach den hygienischen Notwendigkeiten und den Bedürfnissen der Nutzer. Sie gewährleisten auch in windstillen Perioden eine ausreichende Lüftung und führen trotzdem nicht zu überhöhten Lüftungswärmeverlusten (Bedarfslüftung). Das System 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.



Kontrollierte Lüftung mit Abluftanlage



Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung

• 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 geschickt, in dem sie einen großen Teil ihres Energieinhalts an von außen angesaugte Frischluft abgibt - die Abluft wird dabei abgekühlt und schließlich, meist über Dach, abgeführt. Die im Wärmetauscher vorerwärmte 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. Der Vorteil der Wärmerückgewinnung ist die Verringerung der Wärmeverluste.

Nach den inzwischen vorliegenden Erfahrungen aus zahlreichen Niedrigenergiehäusern gibt es folgende wichtige Voraussetzungen für den sinnvollen Betrieb von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung:

- Das Gebäude in dem eine solche Anlage mit Zu- und Abluftführung betrieben wird, muss sehr sorgfältig abgedichtet sein. Während die oben beschriebenen reinen Abluftanlagen auch in Häusern mit einer gewissen Restleckage noch sinnvoll arbeiten, ist ein Wärmerückgewinnungssystem in einem undichten Haus zwecklos.

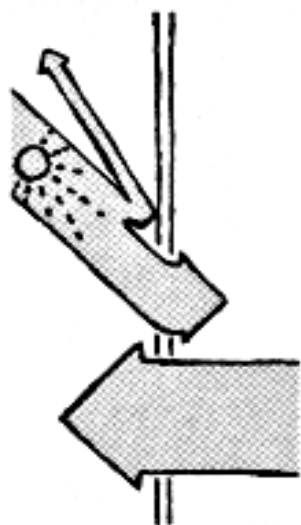
- Der Stromverbrauch der Wärmerückgewinnungsanlage sollte maximal ein Fünftel der zurückgewonnenen Wärme betragen; sonst sind allein die Betriebskosten der Anlage höher als die Energiekosteneinsparung. Wenn auch nur wenige der derzeit am Markt befindlichen Anlagen diese Bedingung erfüllen, so zeigen zahlreiche ausgeführte Beispiele, dass sogar ein Verhältnis von Stromverbrauch zu zurückgewonnener Wärme von 1 : 9 realisierbar ist.
- Die Luftmengen von Ab- und Zuluft müssen in der Anlage exakt eingestellt werden.
- Die Zuluftseite muss mit guten Filtern ausgestattet sein und die Filter müssen regelmäßig gewechselt werden.

Nur eine auf den tatsächlichen Lüftungsbedarf einstellbare kontrollierte Lüftung kann sowohl den Anforderungen an gesundes Wohnen als auch an den Schutz der Baukonstruktion und die Verringerung von Wärmeverlusten gerecht werden. Einfache Abluftsysteme sind die heute wirtschaftlichste Lösung, durch Wärmerückgewinnungsanlagen ist eine weitere Energieeinsparung möglich.

6. Ausnutzung passiver-solarer Gewinne

Durch die Fenster wird auch in der Heizzeit solare Strahlungsenergie ins Gebäude geführt. Diese verringert den Heizwärmeverbrauch. Im Gegensatz dazu wird die auf die nicht transparenten Außenoberflächen 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.

Fenster haben andererseits aber auch verhältnismäßig hohe Wärmeverluste. Üblicherweise übersteigen diese auch auf der Südseite die Solargewinne im Winter.



Solare Energiegewinne und Wärmeverluste eines Fensters an der Südfassade über die Heizperiode bei einem Niedrigenergiehaus

Für Niedrigenergiehäuser sollte daher grundsätzlich Wärmeschutzverglasung eingesetzt werden, durch welche die Verluste um mehr als die Hälfte verringert werden (U-Wert 1,3 W/(m²K) oder geringer). Wärmeschutzverglasungen haben spezielle, für das Auge nicht erkennbare Beschichtungen, welche die Sonneneinstrahlung fast ungehindert ins Gebäude einlassen, aber die Wärmestrahlung von der inneren, warmen zur äußeren, kalten Scheibe stark verringern. Durch eine Füllung des Scheibenzwischenraums mit Edelgasen (z.B. Argon) wird auch der Wärmetransport durch Wärmeleitung weiter reduziert.

Wärmeschutzverglasungen können auf der Südseite eines Wohngebäudes in der Heizzeit bereits auf eine positive Energiebilanz kommen, solange die Flächen nicht zu groß werden (also etwa 50 % der Südfassade nicht überschreiten). Bei zu großen Südfensterflächen kann auch an sonnigen Wintertagen eine Überheizung eintreten und die sommerlichen Temperaturen werden schwerer beherrschbar.

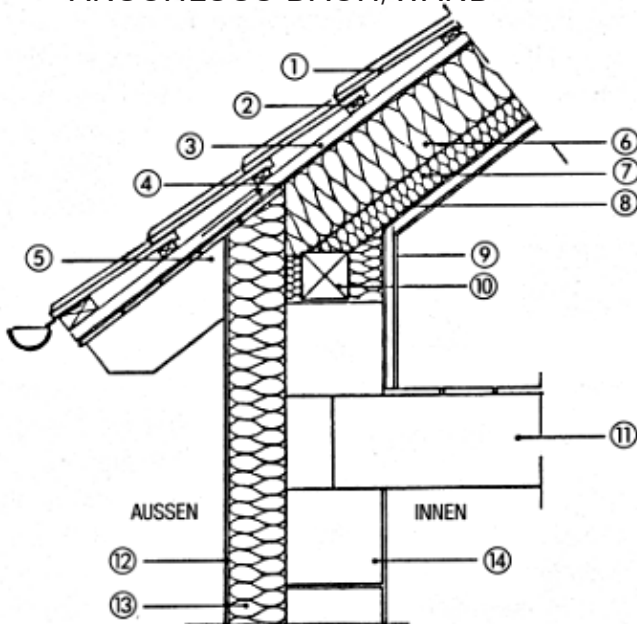
Der Einfluss der Südfensterfläche auf den winterlichen Heizwärmeverbrauch eines Niedrigenergiehauses ist im Vergleich zum Einfluss der Dämmung und der Kompaktheit gering, so dass die Größe der Südfenster nach anderen als Energiespargesichtspunkten gewählt werden kann: vorausgesetzt, es wird Wärmeschutzverglasung verwendet.

Fensterflächen in Ost- oder Westorientierung sollten dagegen möglichst klein gehalten werden, da diese in der Heizperiode zu Mehrverbrauch führen und im Sommer stärker als Südfenster zur Aufheizung beitragen. Ost/West-Fenster müssen daher immer einen ausreichenden, der Einstrahlung anpassbaren Sonnenschutz aufweisen (z.B. Rollläden, Rollläden oder Fensterläden).

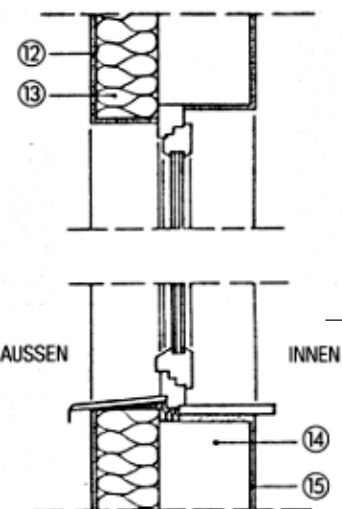
Nordfensterflächen haben immer höhere Wärmeverluste als gut gedämmte Wände, führen aber nicht zu den für Ost/West-Flächen genannten Problemen im Sommer.

Große Erwartungen bzgl. der Energieeinsparung wurden in angebaute Verglasungen (Wintergärten, Solar-Gewächshäuser usw.) gesteckt. Durch gut geplante, nicht beheizte und thermisch vom Hauptgebäude gut getrennte Glasanbauten ist tatsächlich eine gewisse Energieeinsparung möglich. Eine Verbesserung des Wärmeschutzes des Hauptgebäudes sowie Maßnahmen zur Verringerung der Lüftungswärmeverluste sparen aber weit mehr Energie und sind bauseitig weniger aufwendig. Der Niedrigenergie-Standard verringert den Heizwärmebedarf von 15 auf 3-7 Liter Heizöl pro m² Wohnfläche und Jahr. Durch einen gut geplanten Wintergarten wird demgegenüber in der Regel nur eine Einsparung um einen Liter Heizöl von 15 auf 14 Liter Heizöl pro m² Wohnfläche und Jahr erreicht - bei mindestens doppelt so hohen Investitionskosten. Durch das Beheizen von Glasanbauten wird am Ende sogar der Energieverbrauch gegenüber Gebäuden ohne Vorbau steigen.

ANSCHLUSS DACH/WAND

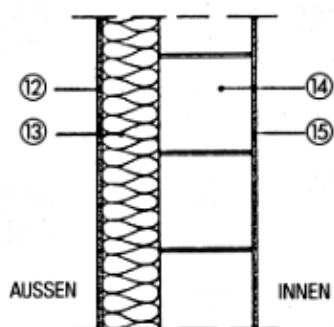


FENSTERANSCHLUSS



Wärmeschutzverglasung
($U < 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

WANDDÄMMUNG



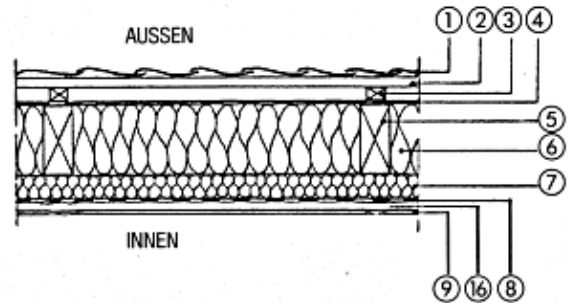
- 1 Dachziegel
- 2 Dachlattung
- 3 Konterlattung
- 4 Unterspannbahn, diffusionsoffen
- 5 Dachsparren, 80/180 mm
- 6 Mineralfaserdämmung, 180 mm
- 7 Dämmstoffplatte, 60 mm (z.B. Polystyrol)

- 8 Dampfsperre, fugendicht
- 9 Gipskartonplatte
- 10 Fußpfette
- 11 z. B. Holzbalkendecke
- 12 Mineralischer Außenputz
- 13 Dämmstoffplatte, 150 mm (z. B. EPS-Hartschaum)
- 14 Tragende Außenwand, 175 mm

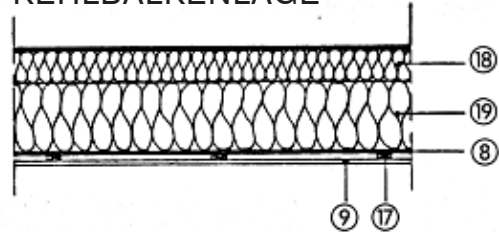
NIEDRIGENERGIEHÄUSER

MASSIVBAUWEISE

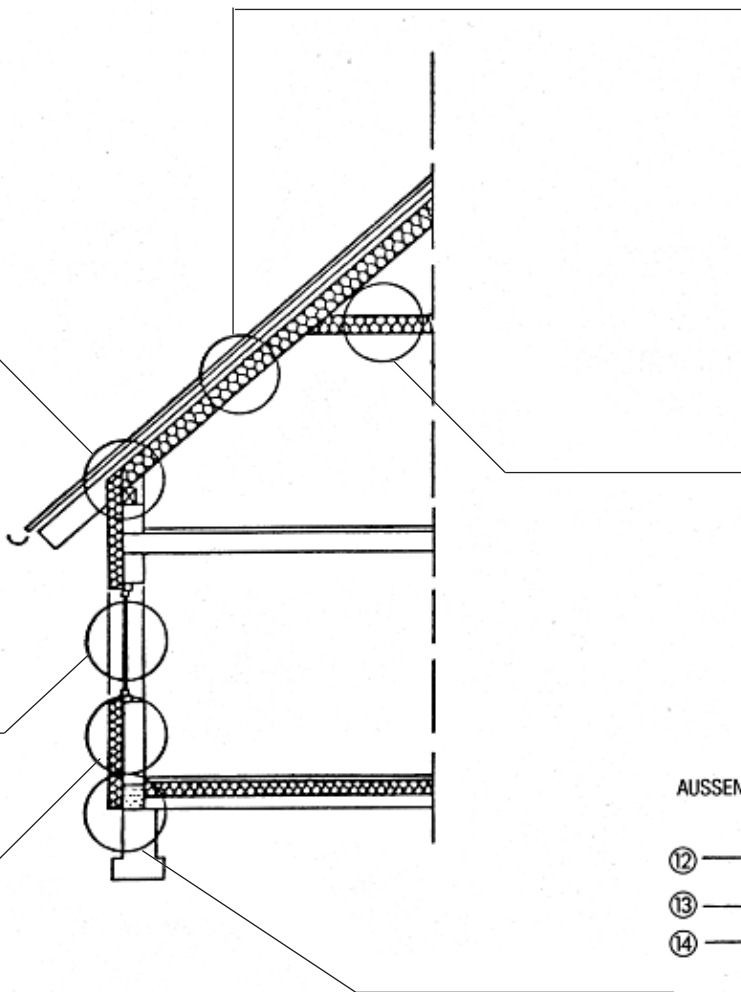
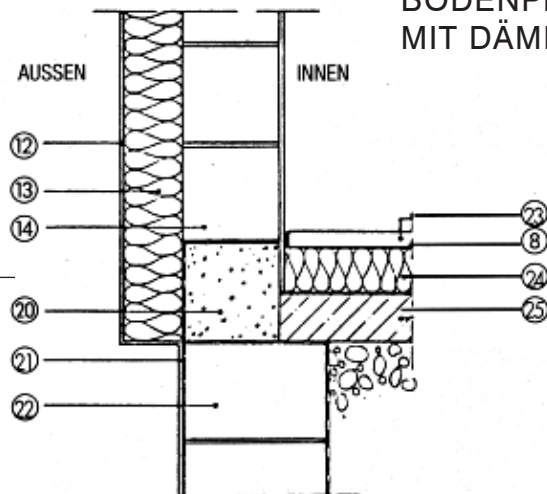
DACHDÄMMUNG



KEHLBALKENLAGE



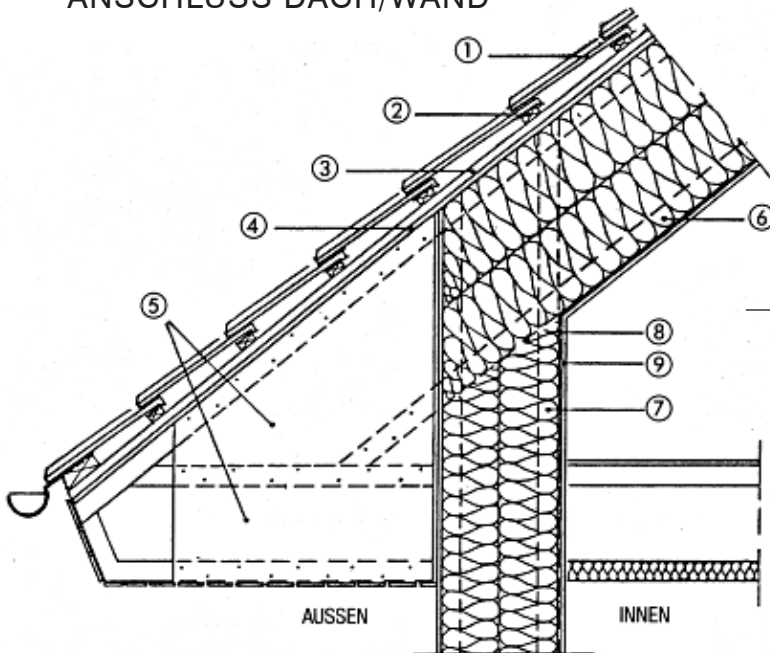
ANSCHLUSS GEMAUERTE WAND / BODENPLATTE MIT DÄMMSTEIN



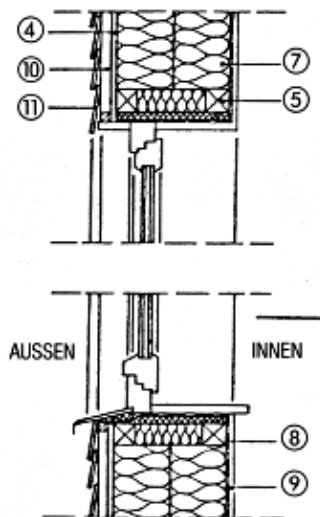
- 15 Innenputz
- 16 Lattung: 20/60 mm
- 17 Lattung: 24/48 mm
- 18 Mineralfaserdämmung, 80 mm über Kehlbalken
- 19 Mineralfaserdämmung, 180 mm zwischen Kehlbalken
- 20 Porenbeton oder Spezial-Dämmelement
- 21 Feuchtigkeitisolierung

- 22 Betonstein
- 23 Estrich
- 24 Dämmung (z. B. 120 mm Polystyrol)
- 25 Bodenplatte

ANSCHLUSS DACH/WAND

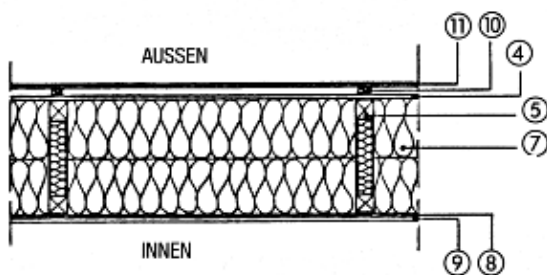


FENSTERANSCHLUSS



Wärmeschutzverglasung
($U < 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

WANDDÄMMUNG



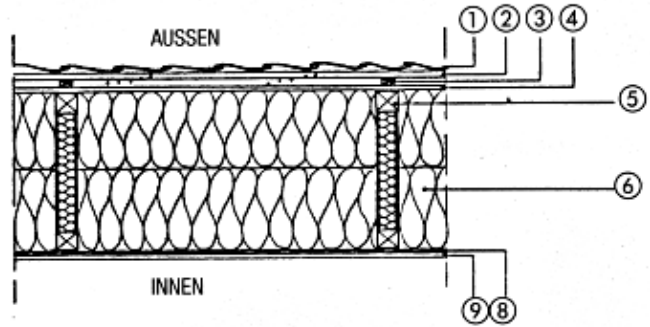
- 1 Dachziegel
- 2 Dachlattung
- 3 Konterlattung
- 4 Winddichtung (z. B. bituminierte Holzfaserplatte)

- 5 Boxträger
- 6 Mineralfaserdämmung, 300 - 400 mm
- 7 Mineralfaserdämmung, 300 mm
- 8 Dampfsperre, fugendicht
- 9 Gipskartonplatte

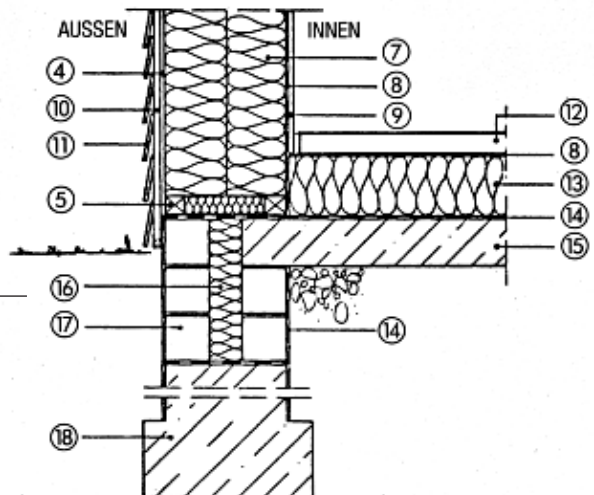
NIEDRIGENERGIEHÄUSER

HOLZLEICHTBAUWEISE

DACHDÄMMUNG



ANSCHLUSS WAND / BODENPLATTE



- 10 Lattung
- 11 Hinterlüftete Verkleidung
- 12 Estrich
- 13 Dämmung (z.B. 120 mm Polystyrol)
- 14 Feuchtigkeitsisolierung

- 15 Bodenplatte
- 16 Dämmstoff
- 17 Mauersteine
- 18 Fundament



Beim architektonischen Entwurf kann auch die „Zonierung“ eine Rolle spielen. Bei den Gebäuden in Viernheim liegt der Eingangsbereich nach Norden (Flur, WC, Küche) und ist mit kleinen Fenstern ausgestattet (oberes Foto). Die Südseite öffnet sich mit 50% Fensterflächenanteil der Sonne. Hier sind die Wohn- und Arbeitsräume angeordnet (unteres Foto).

7. Auf das Gebäude abgestimmte Heizanlage

Die Heizanlage im Niedrigenergiehaus muss sich dem rasch ändernden Wärmebedarf schnell anpassen können: durch einsetzende Sonnenstrahlung oder höhere Belegung eines Raumes geht der Wärmebedarf oft stark zurück, manchmal sogar auf Null. Die Heizanlage muss dann in der Lage sein, die Wärmeabgabe rasch zu drosseln. Dies setzt gut eingestellte Thermostatventile und eine schnell regelbare Heizleistung in jedem Raum voraus. Ungeeignet sind Heizungen ohne raumweise thermostatische Regelung. Die Heizanlage muss außerdem über eine zentrale witterungsgeführte Regelung verfügen. Die Anlage muss vollständig außer Betrieb gehen, wenn kein Wärmebedarf mehr besteht.

Schließlich sollten effiziente moderne Anlagen für die Wärmeerzeugung verwendet werden: am besten schneidet dabei die Fern- oder Nahwärmeversorgung aus Heizkraftwerken oder Blockheizkraftwerken ab. Ohnehin ist zu empfehlen, Niedrigenergiehäuser über Heizzentralen mit Wärme zu versorgen, da sich der Einbau eines eigenen Heizkessels bei einem Wärmebedarf von weniger als 3 kW kaum noch lohnt. Bei Gasheizungen ist heute der Brennwertkessel Stand der Technik, bei Ölheizungen Nieder- und Tieftemperaturkessel. Eine elektrische Wärmeerzeugung ist schon aus Gründen der hohen Heizkosten nicht zu empfehlen - aber auch die Umweltbilanz spricht gegen solche Heizungen.



Dieses Niedrigenergiehaus steht in Bad Hersfeld an einem Nordhang. Mit 6,5 Liter Heizöl pro m² Wohnfläche zeigt es: Eine hohe passive Solarenergienutzung ist keine notwendige Voraussetzung für energiesparendes Bauen unter unseren Klimabedingungen, wie es der verbesserte Wärmeschutz, die Dichtheit der Konstruktion, die Reduzierung der Lüftungswärmeverluste und die Kompaktheit des Gebäudes sind.

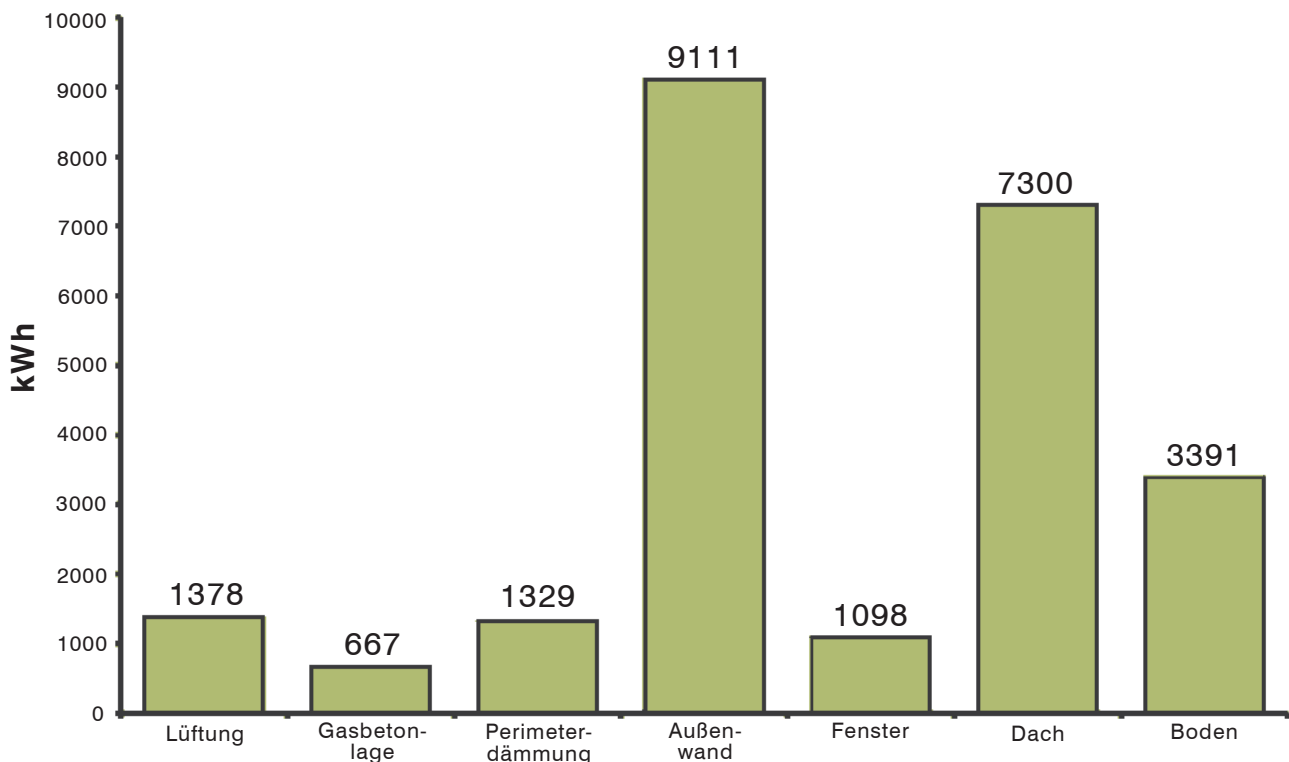
Die Energiebilanz ist positiv

Der in den Dämmstoffen und der Lüftungsanlage eines Niedrigenergiehauses steckende Energie-Mehraufwand wird schnell durch die eingesparte jährliche Heizenergiemenge amortisiert. Beim ersten hessischen Niedrigenergiehaus in Schrecksbach (EFH, 168 m² Wohnfläche) liegen die Dämmschichtdicken zwischen 12 und 24 cm Polystyrol und Mineralfaser:

- Der Herstellungsprimärenergieaufwand für Dämmung und Lüftungsanlage betrug rund 2.500 Liter Heizöläquivalent und war nach 13 Monaten durch die Heizenergieeinsparung amortisiert.

- Bei einer Systemlebensdauer zwischen 15 (Lüftung, Verglasung) und 50 Jahren (Dämmung) erspart die Niedrigenergiebauweise der Umwelt 30-50 mal mehr Energieeinsatz und Schadstoffausstoß als zur Herstellung der erhöhten Dämmschichtdicken und der Lüftungsanlage aufgewendet wird.

- Diese Aussage gilt auch unter Einbeziehung des Energieaufwandes für ein zukünftiges Recycling von Dämmstoffen. Heute entfallen nur 0,2 bis 0,5 % des Lebensdauer-Primärenergieaufwandes eines Hauses auf Abriss und Recycling.



Herstellungs-Primärenergieaufwand für das erste hessische Niedrigenergiehaus (EFH) in Schrecksbach: Bei dem Gebäude beträgt die gesamte Primärenergieeinsparung über 30 Jahre 65.200 Liter Heizöl, in den hierzu benötigten Dämmstoffen und der Lüftungsanlage stecken nur 2.500 Liter Heizöl-(Energie-Äquivalent).

Recycling von Dämmstoffen

Die meisten Dämmstoffe lassen sich heute mit geringem Aufwand recyceln. Beim Ausbau können sie auf der Baustelle zusammengepresst und in den Herstellungsprozess zurückgeführt werden, so dass man sie später wieder für andere Dämmzwecke verwenden kann.

Bei der Planung von Neubauten sollte prinzipiell darauf geachtet werden, dass die Baustoffe bei einem späteren Abriss oder einer grundlegenden Sanierung auch voneinander getrennt werden können. Beim Ankauf von Dämmmaterialien sollten Sie auf die Recyclingfähigkeit besonderen Wert legen.

Werden Niedrigenergiehäuser nicht viel zu teuer?

Ein über das vorgeschriebene Maß hinausgehender Wärmeschutz, eine sorgfältig ausgeführte winddichte und wärmebrückenfreie Konstruktion, moderne Lüftungstechnik, bessere Verglasungen und eine hocheffiziente Heizanlage kosten selbstverständlich etwas mehr als durchschnittlicher Standard.

Die Erfahrung mit zahlreichen Bauprojekten zeigt, dass bauliche Mehrkosten unter 5.000 Euro bei einem Einfamilienhaus entstehen. Das entspricht Mehrkosten für den zusätzlichen Wärmeschutz von 20 bis 35 Euro pro m² Wohnfläche oder 1 bis 3 % der reinen Baukosten im Vergleich zu konventionell gebauten Häusern. Zusätzlich schlagen die Kosten für eine empfehlenswerte Abluftanlage mit ca. 2000 Euro zu Buche. Noch nicht berücksichtigt sind dabei die geringeren Kosten bei der Heizwärmeverteilung, den Heizkörpern und dem Kessel.

Durch die immer stärkere Verbreitung von Niedrigenergiehäusern sind die Kosten vieler Komponenten bereits deutlich gesunken. So ist z.B. der Einbau von Wärmeschutzverglasung für Fenster heute üblich und die Kosten dafür sind in der Regel geringer als die für gewöhnliche Isolierverglasung. Dass kostengünstiges und energiesparendes Baueneine Gegensätze sind sondern sich in vielen Punkten ergänzen, zeigen viele ausgeführte Projekte und die große Anzahl von Kostengünstigen Hausangeboten in Niedrigenergiebauweise.

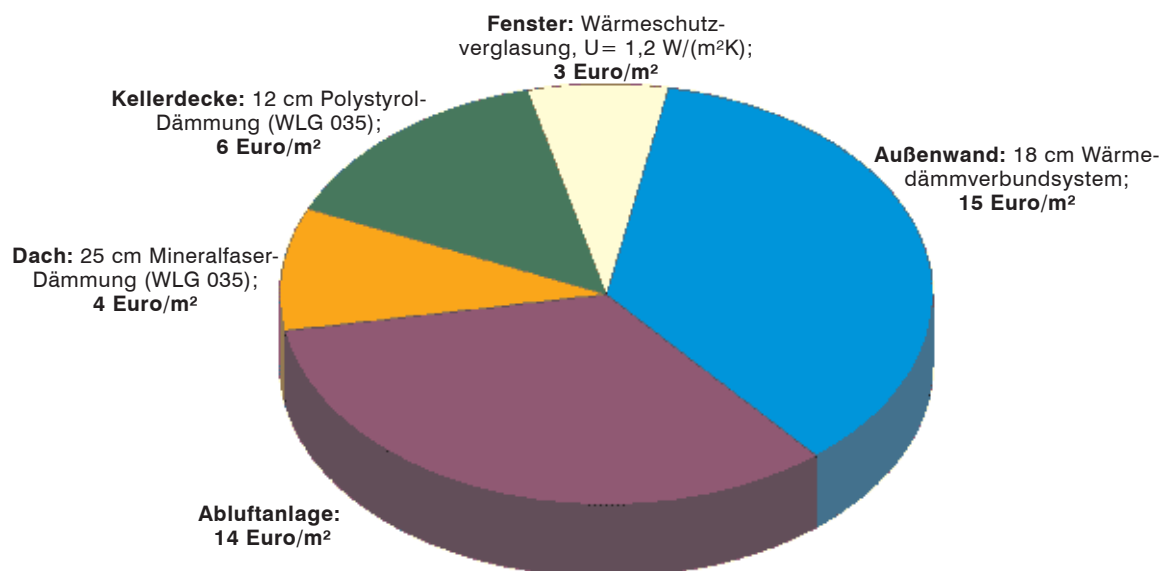
Entscheidend ist aber, dass durch die energiesparende Bauweise Jahr für Jahr Energie- und Betriebskosten eingespart werden: sinkt der Brennstoffverbrauch eines neuen Einfamilienhauses von üblicherweise heute 18 l/(m² Jahr) auf 7 l/(m² Jahr) im Niedrigenergiehaus, so werden jährlich bei einem Heizölpreis von 30 Cent/l bereits ca. 1.00 Euro pro m² Wohnfläche Heizkosten eingespart, bei einem über die Nutzungsdauer des Gebäudes (30 Jahre) eher realistischen mittleren Ölpreis von 55 Cent/Liter sind es 1.90 Euro pro m² Wohnfläche und Jahr.

Bei 7 % Zinsbelastung würde dies bauliche Mehrkosten zwischen 20 und 25 Euro pro m² Wohnfläche bereits rechtfertigen.

Dies zeigt: Die Mehrkosten eines Niedrigenergiehauses bekommt der Bauherr weitgehend aus der Energiekosteneinsparung wieder zurückgezahlt. Andere Vorteile sind:

- eine größere Unabhängigkeit von eventuellen Energiepreiserhöhungen,
- die höhere bauliche Qualität des Gebäudes, die sich in geringere Bauschäden äußert,
- sowie ein höherer Wohnkomfort, von dem alle Bewohner von Niedrigenergiehäusern berichten.

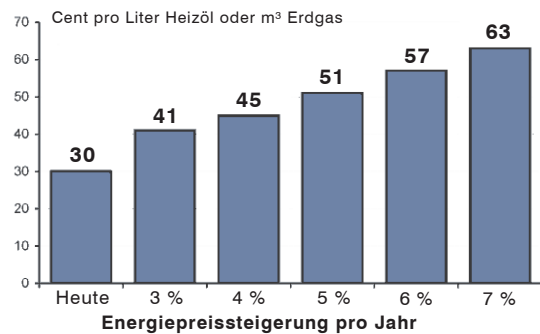
Jedes Niedrigenergiehaus erspart der Atmosphäre ca. 1 Tonne CO₂-Ausstoß.



Die oben stehende Grafik zeigt die investiven baulichen Mehrkosten gegenüber eines herkömmlich gebauten Hauses am Beispiel eines Einfamilien-Niedrigenergiehauses. Insgesamt betragen die spezifischen Mehrkosten 42 Euro pro Quadratmeter Wohnfläche. Bei einer Wohnungsgröße von 142 m² bedeutet dies pro Wohneinheit einen investiven Mehraufwand von ca. 6000 Euro. Mit 2000 Euro schlägt dabei die Abluftanlage zu Buche. Diese Kosten dürfen streng genommen nicht zu den Mehrkosten gezählt werden, da die kontrollierte Wohnungslüftung in erster Linie die Luftqualität im Haus verbessert und nicht der Energieeinsparung dient. Ein Komfortgewinn, der mit Geld schlecht zu bewerten ist.

Der zukünftige Energiepreis

Im Mittel der nächsten 25 Jahre wird der Energiepreis bei 3% Steigung bereits 41 Cent/Liter Heizöl, bei 7% sogar 63 Cent/Liter Heizöl betragen. Dieses Preisniveau existiert heute bereits in Dänemark und Schweden. Wer heute ein Haus baut, will dieses 50 und mehr Jahre nutzen. Er sollte seine Entscheidung deshalb nicht am zufälligen Tagespreis, sondern an langfristigen Preiserwartungen orientieren. Wirtschaftlich sind Niedrigenergiehäuser bei baulichen Mehrkosten um 50 Euro/m² Wohnfläche ab einem Energiepreis von 35 bis 40 Cent pro Liter Heizöl, oder m³ Erdgas.



Energiepreis im Mittel der nächsten 25 Jahre bei Energiepreiserhöhungen von 3 - 7 % pro Jahr.

Wie gesund lebt es sich in einem Niedrigenergiehaus?

Nach den neuesten Erkenntnissen über Wärmebehaglichkeit sind vor allem warme raumschließende Oberflächen für das Wohlbefinden entscheidend. Nach Untersuchungen von Lueder in der Schweiz ist ein gleichmäßiges Wärmestrahlungsklima sehr förderlich für die Gesundheit und wird sogar als Therapieform z. B. bei rheumatischen Erkrankungen angewandt. Im Niedrigenergiehaus wird ein angenehmes Wärmestrahlungsklima durch den hervorragenden Wärmeschutz der Außenbauteile automatisch erreicht: die Art der Wärmezufuhr wird dann zweitrangig.

Die kontinuierliche Frischluftzufuhr, wie sie durch die Bedarfslüftung im Niedrigenergiehaus gegeben ist, führt zu einer sicheren Beseitigung von Schad-, Problem- und Geruchsstoffen aus dem Wohnraum. Die hohe Luftqualität wird von Bewohnern solcher Häuser immer wieder ausdrücklich

gelobt. Sie konnte 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, Holzfasertafeln, 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 Durch-

feuchtung 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.

Komfortgarantie bei künftigen Energiekrisen

Bei normalen Innentemperaturen um 20°C werden in einem Niedrigenergiehaus im Jahr im hiesigen Klima z.B. bei 130 m² Wohnfläche weniger als 900 Liter Heizöl verbraucht. Werden in Zeiten von teurer und knapper Energie im Durchschnitt auch 18°C in den Räumen akzeptiert (dies ist im Niedrigenergiehaus eine bereits als komfortabel empfundene Temperatur, weil auch die Wandoberflächen warm sind), so sinkt der Verbrauch wegen des dann höheren Anteils der Gratiswärme stärker als bei einem Normalgebäude, nämlich um ca. 20%. Mit sehr wenig Energie lassen sich im Niedrigenergiehaus daher noch durchaus komfortable Verhältnisse erreichen.

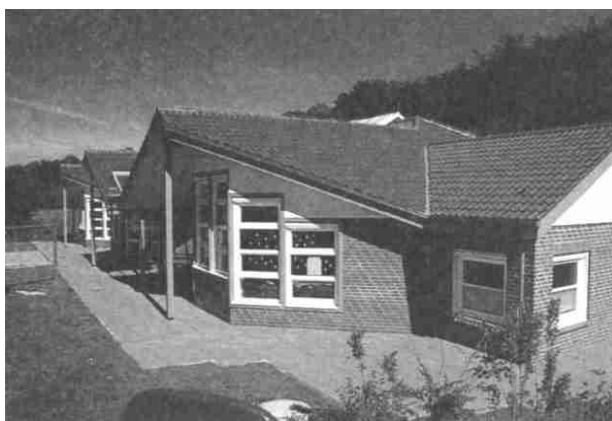
Niedrigenergiehäuser dienen aufgrund ihrer hohen Energieeinsparung dem Umweltschutz, bieten ihren Bewohnern gesündere und behaglichere Wohnverhältnisse, sind wegen langfristig auf jeden Fall steigender Energiepreise im Endeffekt kostengünstiger und in ihrer Gestaltung frei: Aus jedem Gebäudeentwurf kann ein Niedrigenergiehaus werden, wenn die hier behandelten Regeln berücksichtigt werden, ebenso wie bei jeder Gebäudesanierung der Niedrigenergiehausstandard angestrebt werden kann.

Nicht nur Wohnhäuser im Niedrigenergie-Standard



Turnhalle in Biblis im Niedrigenergie-Standard

Das linke Foto zeigt die erste hessische Turnhalle im Niedrigenergie-Standard. Die Turnhalle Biblis ging 1993 in Betrieb. Bereits im ersten Jahr wurde das gesteckte Ziel von 5 m³ Erdgasverbrauch pro m² Turnhallenfläche um rund 30% unterboten. Die Mehrkosten von ca. 237.000 Euro machen sich mehrfach bezahlt: durch jährlich 87 Tonnen CO₂-Einsparung und eingesparte Heizkosten, die die Mehrkosten innerhalb der Lebensdauer wieder einspielen.



Kindertagesstätte in Haina / Kloster im Niedrigenergie-Standard



Modellhafte Wärmetechnische Sanierung einer Grundschule (Baujahr 1970) in Freiensteinau auf das Einsparniveau des Niedrigenergie-Standards

Was bringt die neue Energieeinsparverordnung

Gegenüber der von 1995 bis 2001 geltenden Wärmeschutzverordnung (WSchV) hat die neue Energieeinsparverordnung (EnEV) den Wärmeschutzstandard nicht entscheidend verbessert. Nach den Grenzwerten der EnEV gebaute Häuser entsprechen in der Regel noch nicht dem in dieser Broschüre beschriebenen Niedrigenergiehaus-Standard.

Dennoch hat die EnEV qualitative Verbesserungen gebracht, da jetzt auch das Heizsystem und die Warmwasserbereitung und sogar der Stromverbrauch für Umwälzpumpen und Regelungen in die Betrachtung einbezogen werden. Ergebnis des Nachweises nach EnEV ist der sogenannte Primärenergiebedarf, also der gesamte jährliche Energieaufwand für Raumheizung und Warmwasserbereitung.

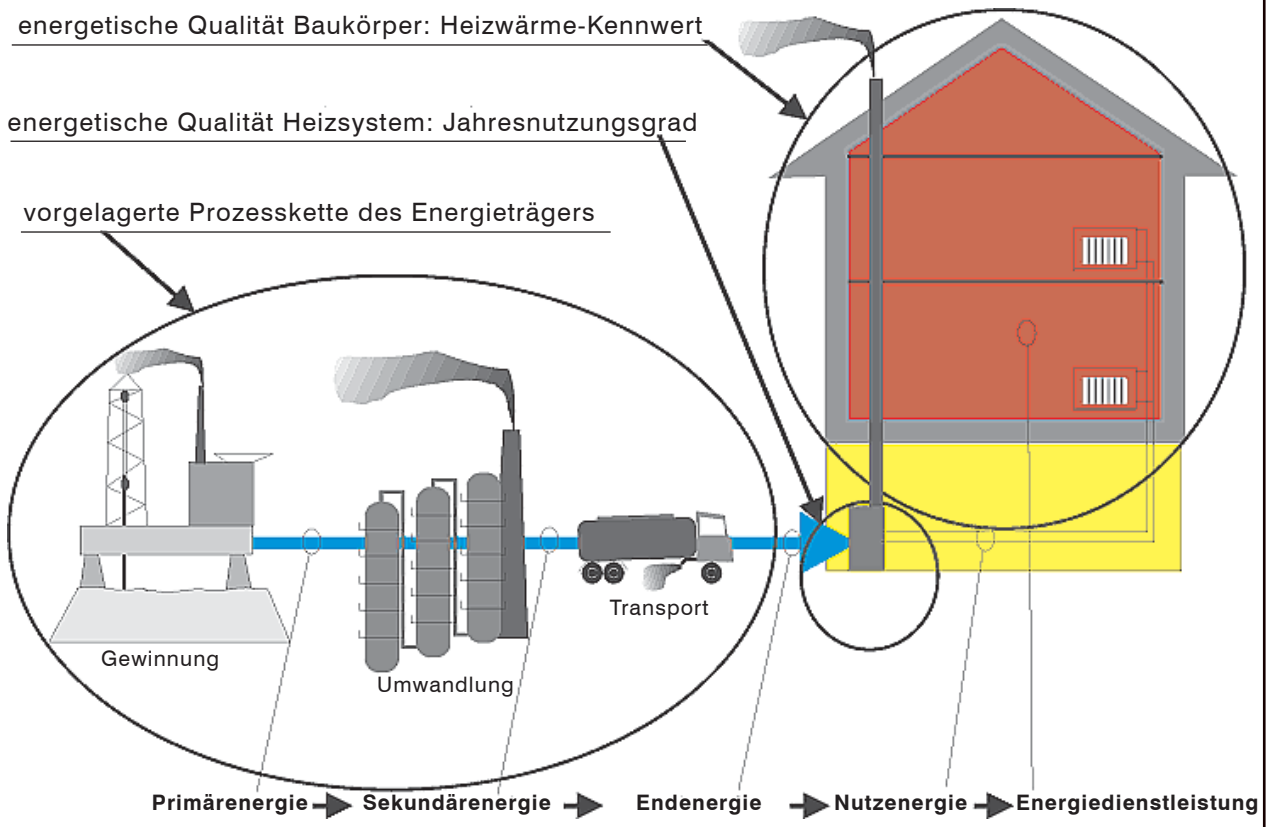
Darin werden auch die Energieverluste bei Gewinnung und Wandlung der Energierohstoffe und beim Transport bis hin zum Verbraucher berücksichtigt. Diese Verluste liegen z.B. für die Brennstoffe Erdgas und Heizöl bei ca. 10 %, für elektrischen Strom (auf Grund der Wärmeverluste der Kraftwerke) bei etwa zwei Drittel der ursprünglich eingesetzten Energie.

Bei der Interpretation der Ergebnisse nach EnEV ist jedoch Vorsicht angebracht: Die Energiekennwerte werden durch verschiedene optimistische Annahmen „schöngerechnet“. Wer realistischere Aussagen über den zukünftigen Energieverbrauch haben möchte, sollte auf bewährte Berechnungswerkzeuge wie den „Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung“ (LEG) bzw. den Energiepass Heizung/Warmwasser (EPHW) zurückgreifen. Weitere Informationen und Berechnungstools im Internet unter www.iwu.de.

energetische Qualität Baukörper: Heizwärme-Kennwert

energetische Qualität Heizsystem: Jahresnutzungsgrad

vorgelagerte Prozesskette des Energieträgers



Informationen für Planer und fachlich Interessierte bieten:

- das Impulsprogramm Hessen, Annastraße 16, 64285 Darmstadt; Internet: www.impulsprogramm.de
- die Planungshilfe Niedrigenergiehaus, Kosten ca. 40 Euro; Bezug über: Stadtwerke Hannover AG, Infocenter, Osterstraße 31, 30159 Hannover
- das Buch „Das Niedrigenergiehaus. Neuer Standard für energiebewusstes Bauen“; Hrsg. W. Feist; C.F.Müller-Verlag, Heidelberg 1998
- das Niedrigenergiehaus-Institut Detmold (RAL-Gütesiegel Niedrigenergiehaus)



Mehrfamilienhaus in Dietzenbach



Zweifamilienhaus in Ahnatal



Reihenhaus in Darmstadt



Niedrigenergie-Siedlung „Am Birkenwäldchen“, Viernheim



Einfamilienhaus in Frankenberg / Eder



Niedrigenergie-Siedlung „Distelweg“, Niedernhausen

Förderung für Niedrigenergiehäuser

Niedrigenergie- und Passivhäuser werden durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau in Form eines zinsgünstigen Darlehens gefördert. Förderfähig sind Wohnhäuser, die einen jährlichen Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser von max. 60 bzw. 40 kWh pro m² einhalten („KfW-Energiesparhaus 60“ bzw. „KfW-Energiesparhaus 40“). Das „KfW-Energiesparhaus 60“ entspricht einem sehr guten Niedrigenergiehaus, das „KfW-Energiesparhaus 40“ einem Passivhaus. Die aktuellen Förderkonditionen erhalten Sie im Internet unter: www.kfw.de.

Impressum:

Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Referat Öffentlichkeitsarbeit
Postfach 3109, 65021 Wiesbaden
wiss. Bearbeitung: IWU, Institut Wohnen und Umwelt,, Annastraße 15, 64285 Darmstadt
Texte: W. Feist, W. Eicke-Hennig, T. Loga
Fotos: Benedik, Brucker, Eicke-Hennig, EXPO-Stadt, Feist, Gitter & Hamacher, Hatteh, Huber, Hessisches Umweltministerium, Kalthoff, maingas, Such, Schulz
Grafik: Planungsbüro für energiegerechte Architektur, Frankfurt
Druck: Druckwerkstätten Koehler & Hennemann, Wiesbaden
Gestaltung: Harms & v. Ketelhodt, Oberursel / Taunus
Nachdruck und Vervielfältigung auch in Auszügen nur mit Genehmigung des Herausgebers
Ausgabe: 02 / 2002 ISBN 3-89274-099-2