

Leitfaden Niedrigenergiehaus -  
Qualitätssicherung im Neubau



## Qualitätssicherung am Beispiel von Niedrigenergiehäusern

"Passt wackelt und hat Luft", sagt der Handwerker (auch der Profi!), wenn sein Werk gelungen ist ... oder scheint. Augenmaß ist gut, baubegleitende Kontrolle unter Umständen besser. Das gilt für "normale" Gebäude und erst recht für so relativ komplexe Projekte wie Niedrigenergiehäuser. Baubegleitende Kontrolle verhindert Fehler, vermeidet langfristig Bauschäden und spart Geld - und zwar erheblich mehr, als sie kostet. Dies zeigen langjährige Erfahrungen der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg mit Förderprogrammen zur Energieeinsparung. Auch die Auswertung einer aktuellen Umfrage zum energiesparenden Bauen hat diese Erfahrungen bestätigt. So weisen die in Hamburg geförderten Niedrigenergiehäuser, die betreut wurden, deutlich niedrigere spezifische Heizenergieverbräuche auf als jene Niedrigenergiehäuser, bei denen keine Baubetreuung stattfand.

Die Einhaltung dämm- und haustechnischer Anforderungen wird durch die baufachliche Beratung mit Baustellenbegehungen gewährleistet. Das beweist auch die abschließend durchgeführte Luftdichtheitsmessung, denn durch sie wird die Notwendigkeit der sorgfältigen Ausführung für alle am Bau Beteiligten eindrucksvoll dargestellt.

In Anlehnung an diese erfolgreich durchgeführte beratende Baubegleitung wird das Qualitätssicherungsprogramm Niedrigenergiehaus im Einfamilienhausbereich mit folgenden Inhalten eingeführt:

### • Beratung

Im Rahmen des Beratungsgesprächs mit den Bauherren und Architekten werden die Baupläne, Konstruktionen und Berechnungen sowie die Haustechnik ausführlich besprochen. Es werden Lösungen aufgezeigt, Kosten und Einsparmöglichkeiten dargestellt und Hinweise zu Problempunkten gegeben.

### • Baustellenbegehung

Im Rahmen des Baustellenbesuches werden Problempunkte besprochen, sichtbare Mängel in Bezug auf die Niedrigenergiehaus-Ausführung festgestellt und Lösungsvorschläge gemacht. Die Beteiligung der Handwerker ist erforderlich.

### • Luftdichtheitsmessung

Vorbereitung, Koordination und Durchführung der Prüfung. Erläuterung der festgestellten Mängel und Hinweise zur Beseitigung. Beratung zum Nutzerverhalten und zum Umgang mit der kontrollierten Lüftung.

## Energiesparendes Bauen lohnt!

Ein Niedrigenergiehaus verbraucht nur ungefähr 30% der Heizenergie eines durchschnittlichen Gebäudes. Durch erhöhte Wärmeschutzmaßnahmen, eine gute Bauausführung und innovative Haustechnik liegt der Verbrauch an Heizenergie bei ca. 50 kWh/m<sup>2</sup>a.

Die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg hat in der Zeit von 1990 bis 1999 insgesamt 514 Wohneinheiten in Niedrigenergiehaus-Bauweise gefördert. Alle Gebäude wurden nach folgendem Standard gebaut:

- sehr gute Wärmedämmung der Außenwand, des Daches und der Kellerdecke/Sohle
- Wind- und luftdichte Ausführung der Gebäudehülle
- wärmebrückenfreie Konstruktion
- kompakte Gebäudeform
- Einbau eines Systems zur kontrollierten Lüftung
- Installation eines schnell regelbaren, effizienten Niedertemperaturheizsystems
- passive Nutzung der Sonnenenergie

Alle Niedrigenergiehäuser wurden - ein besonderes Merkmal der Hamburger Förderung - in allen Planungs- und Bauphasen durch ein Ingenieurbüro begleitet. Diese Fachberatung und die abschließend durchgeführte Luftdichtheitsmessung gewährleisteten den hohen Qualitätsstandard der geförderten Niedrigenergiehäuser.

Bauherren, Architekten und Handwerker wurden eingehend informiert, z.B. über hochwärmedämmte Wand- und Dachaufbauten, die Notwendigkeit der fugenlosen, luftdichten Ausführung und die Funktionsweise der kontrollierten Lüftung.

Die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg unterstützt das Qualitätssicherungsprogramm für Wohngebäude, die auf dem Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg errichtet werden.

**Wesentliches Hilfsmittel bei diesem Qualitätssicherungsverfahren ist der baubegleitende Leitfaden Niedrigenergiehaus.**

# Inhalt

Wärmedämmung Außenwand und Dach ...Seite 4



Heizung und Warmwasser...Seite 10

Luftdichtheit...Seite 6



Fenster und Wärmebrücken...Seite 11

Kontrollierte Lüftung...Seite 8



Beratung...Seite 12

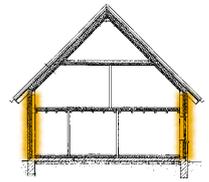
## & Kontakt

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg  
Energieabteilung  
Billstraße 84  
20539 Hamburg

Henning Kremer  
Tel.: 040 / 428 45 - 27 24  
Fax: 040 / 428 45 - 20 99

e-mail: [Henning.Kremer@bsu.hamburg.de](mailto:Henning.Kremer@bsu.hamburg.de)

# Wärmedämmung Außenwand



Eine sehr gute Wärmedämmung der Außenwände ist unerlässlich, sie hat viele Vorzüge:

- Der Energieverbrauch für die Heizung wird deutlich gesenkt und damit ein Beitrag zum Umweltschutz geleistet.
- Die Außenwände sind wärmer und das Raumklima dadurch behaglicher. Bauschäden, z.B. durch Feuchtigkeit werden so vermieden.

## U-Wert (bisher: k-Wert)

Der U-Wert beschreibt den Wärmedurchgang durch ein Außenbauteil in Watt je m<sup>2</sup> Fläche und je 1 Grad Temperaturunterschied zwischen innen und außen. Einheit: W/m<sup>2</sup>K)

Je kleiner der U-Wert, umso besser ist der Wärmeschutz.

Die Außenwände sollten einen U-Wert von höchstens 0,20 W/m<sup>2</sup>K haben. Dieser ist mit jeder Bauart zu erreichen, z.B.:

im zweischaligen Mauerwerk



Wandaufbau z.B.:  
11,5 cm Vormauerziegel  
15 cm Kerndämmung WLG 035  
17,5 cm Hochlochziegel  
Innenputz

in Holzkonstruktionen



Wandaufbau z.B.:  
Außenbekleidung  
Holzständer mit 16 cm  
Wärmedämmung WLG 040  
Dampfbremse  
Lattung mit 4 cm  
Wärmedämmung WLG 040  
Innenbekleidung

als einschaliges Mauerwerk



Wandaufbau z.B.:  
Außenputz  
Wärmedämmverbundsystem  
24 cm Porenbeton  
Innenputz

## Auf der Baustelle - Bitte beachten:

Die in den Bauplänen und im Wärmeschutznachweis angegebenen Dämmstoffstärken und Wärmeleitfähigkeitsgruppen (WLG) müssen mit den Dämmstoffwerten auf der Baustelle übereinstimmen.

**Die Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG)** beschreibt die wärmetechnische Qualität eines Dämmstoffes: Je kleiner desto besser, z.B. 035. Zu finden auf der Verpackung der Wärmedämmung - was manchmal nicht einfach ist!





### Dachschrägen - Flachdächer - oberste Geschossdecke

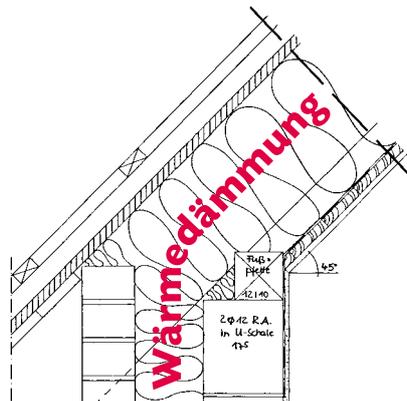
Die Ausführung des Daches ist von maßgeblichem Einfluss auf die Qualität eines Hauses. Von zentraler Bedeutung sind die Wärmedämmung und die Luftdichtheit (siehe Seite 6).

Die sehr gute Wärmedämmung des Daches bedeutet:

- behaglich warme Räume im Winter
- angenehme Temperatur im Dachgeschoß bei sommerlicher Hitze
- niedrige Heizkosten

Dächer, Decken gegen unbeheizte Dachräume und Abseitenwände sollten einen U-Wert (bisher: k-Wert) von höchstens  $0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  haben.

Erreicht wird dieser Wert z.B. bei geneigten Dächern durch eine Dämmstoffstärke von ca. 28 cm. Empfehlenswert ist die Sparrenvollämmung:



Der Dämmstoff wird in der gesamten Sparrenhöhe eingebracht. Dabei ist auf eine diffusionsoffene Unterspannbahn/Unterdach zu achten. Bei zu geringer Sparrenhöhe ist die Aufdoppelung um 4 oder 6 cm sinnvoll und kostengünstig.

Sparrenaufdoppelung



Dämmung mit Zellulose



Dämmung mit Mineralwolle

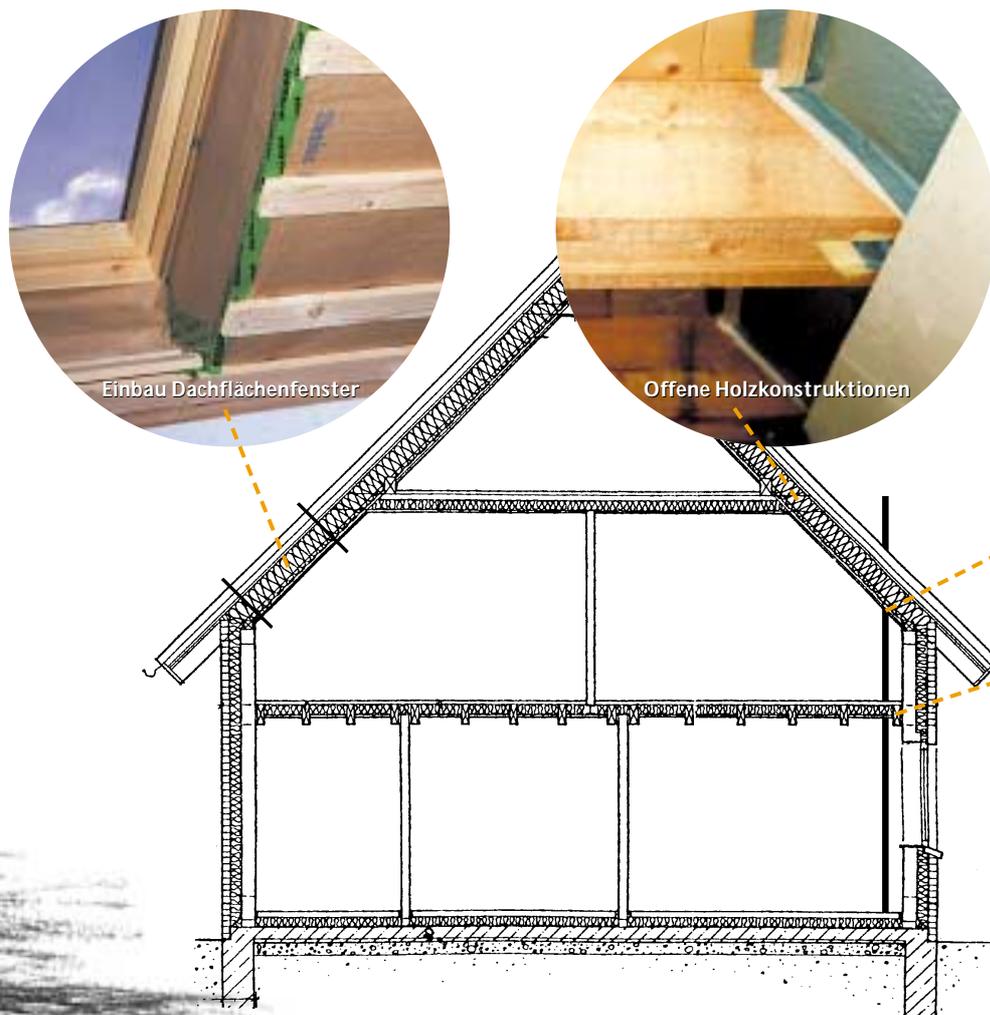


Die Dämmung muß lückenlos und sorgfältig verlegt werden. Dabei sind auch die Anschlüsse an die Dämmung der Außenwände zu beachten (siehe Seite 11: Wärmebrücken).

# Luftdichtheit

Die Gebäudehülle muss fugenlos, d.h. luftdicht hergestellt werden. Bei gemauerten Bauteilen übernimmt der Innenputz diese Funktion, im Dach oder in Holzkonstruktionen wird die Luftdichtheit durch die Dampfbremse erreicht. Alle Bauteilanschlüsse müssen dauerhaft luftdicht hergestellt werden.

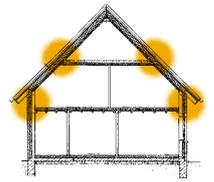
Eine luftdichte Gebäudehülle ist Voraussetzung für niedrigen Energieverbrauch und ein behagliches Raumklima. Zugluft und unangenehm trockene Luft werden vermieden. Bauschäden durch das Eindringen warmer und feuchter Luft in Dämmschichten sind ausgeschlossen. Auch eine Verbesserung des Schallschutzes, z.B. im Bereich von Fensteranschlüssen, ist Folge der Luftdichtheit.



Schon bei der Planung des Hauses muß die Ebene der Luftdichtheit festgelegt und durchgängig geplant werden. Hierbei ist auch die statische Konstruktion und die Haustechnikplanung einzubeziehen.

Durchdringungen und Anschlüsse verschiedener Bauteile sind frühzeitig und genau zu überlegen. Die Trockenbauarbeiten, z.B. Tischler- und Zimmerarbeiten sind dabei von besonderer Wichtigkeit.

Sorgfältige Planung und exakte Ausführung sichern die Qualität des Bauwerks!



Die gültige Wärmeschutzverordnung (1995) stellt klare Anforderungen an die Gebäudedichtheit: "Die ... Fugen in der wärmeübertragenden Umfassungsfläche müssen entsprechend dem Stand der Technik dauerhaft luftundurchlässig abgedichtet sein."

Beispiele für luftdichte Konstruktionen und die genauen Anforderungen sind in der DIN V 4108 Teil 7 "Luftdichtheit von Bauteilen und Anschlüssen" dargestellt.



Dachdurchdringung



Hier fehlt der Putz hinter den Deckenbalken!

Die Luftdichtheit hat viele Vorteile:  
Bauschäden werden vermieden.  
Das Raumklima ist behaglich.  
Der Heizenergieverbrauch wird gesenkt.  
Der Schallschutz wird verbessert.

Ein Missverständnis: die atmende Wand.

Weder der Abtransport von Wasserdampf noch von Luft findet über die Außenwand statt. Auch ein diffusionsoffenes Ziegelmauerwerk kann nur ca. 3% der anfallenden Feuchtigkeit abführen.

Ein "Atmen" der Wand bedeutet ausschließlich, dass der Innenputz oder die Gipskartonplatte (also ca. 1 - 2 cm) Wasserdampf aufnehmen und wieder abgeben kann. Die erforderliche Lüftung mit Feuchtigkeitsabtransport muss durch die Fensterlüftung oder über eine Anlage zur kontrollierten Lüftung erfolgen.

Die Luftdichtheit eines Gebäudes beeinträchtigt in keiner Weise die Raumluftqualität!

## Die Prüfung der Luftdichtheit mit der Blower Door

Nach Fertigstellung des Putzes, der Dampfbremse und Einbau aller Fenster und Außentüren ist die Prüfung der Luftdichtheit mit der "Blower Door" empfehlenswert, um Fugen und Fehlstellen der Gebäudehülle zu erfassen.

Die "Blower Door" wird in den Rahmen einer Außentür eingesetzt. Mit dem Gebläse wird ein Unterdruck von 50 Pascal hergestellt. Dies entspricht der Windstärke von ca. 6. Gemessen wird die durch Fugen, Öffnungen oder Undichtigkeiten nachströmende Luftmenge. Diese wird ins Verhältnis gesetzt zum Luftvolumen des untersuchten Gebäudes. Die so ermittelte Zahl wird  $n_{50}$  Wert genannt.



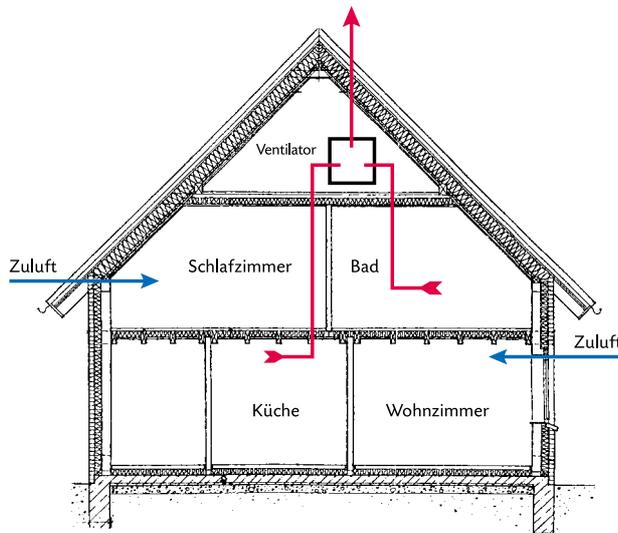
**Gute  $n_{50}$ -Werte liegen unter 1,5 pro Stunde.**



# Kontrollierte Lüftung

Die richtige Lüftung ist wichtiger Bestandteil eines angenehmen Raumklimas und eines niedrigen Heizenergieverbrauchs. Der regelmäßige Austausch der verbrauchten und feuchten Luft gegen Frischluft ist zwingend erforderlich. Bisher werden die meisten Wohngebäude über die Fenster ent- und belüftet, mit einem eher zufälligen Ergebnis, denn Wind- und Temperatureinflüsse können nicht berücksichtigt werden. Außerdem ist es nahezu unmöglich, sowohl den hygienisch notwendigen Luftwechsel herzustellen, als auch energiesparend zu lüften.

Seit vielen Jahren werden in Niedrigenergiehäusern Anlagen zur kontrollierten Lüftung eingebaut und von den Bewohnern genutzt.



Die verbrauchte, feuchte Raumluft wird in Küche, Bad und WC über einen regelbaren Ventilator nach außen geführt. Diese Räume werden als Ablufträume bezeichnet.

In allen Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmern (Zulufträume) strömt frische Außenluft zu. Dies geschieht über regelbare Öffnungen, z.B. Nachströmöffnungen in den Außenwänden oder Spaltventile in den Fensterrahmen.

## Wichtig: Eine Anlage zur kontrollierten Lüftung ist keine Klimaanlage!

### Die Vorteile:

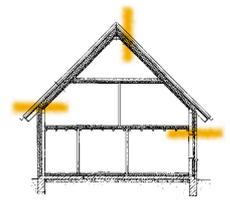
- optimales Raumklima bei geringen Heizkosten
- von Witterungsverhältnissen unabhängiger, regelmäßiger Luftwechsel
- Lufterneuerung auch bei Abwesenheit der Bewohner
- Lärmschutz und Pollenfilter möglich
- schnelle Abführung von Gerüchen und Luftfeuchte
- keine Schäden durch Feuchtigkeit und Schimmelbildung
- Schutz vor Einbruch, da die Fenster geschlossen bleiben können

### Die Voraussetzungen:

eine luftdichte Gebäudehülle (siehe Seite 6)

frühe und sachgerechte Planung, dabei ist zu beachten:

- der Ventilator muß manuell oder automatisch regelbar sein und geräuscharm laufen
- die Leistung sollte bei einer Frischluftmenge von 30 m<sup>3</sup> pro Stunde je Bewohner liegen
- die Zuluftöffnungen müssen gut erreichbar und verschließbar sein
- Anordnung: oberer Fensterrahmen oder in Höhe des Fenstersturzes, möglichst in der Nähe der Heizkörper



Zuluftventil im Fensterflügel



Zuluft als Außenwanddurchführung



Boxventilator im Spitzboden



## Die Kosten einer Anlage zur kontrollierten Lüftung

Investitionskosten: ca. 1.500,- € bis 2.500,- € inkl. Einbau für ein Einfamilienhaus

Die Kosten hängen im wesentlichen von der Gebäudegröße, der Anordnung der Räume und den gewählten Anlagenbestandteilen ab. Die Spaltventile in den Fensterrahmen sind z. B. meist kostengünstiger als Nachströmöffnungen in den Außenwänden.

Verbrauchskosten: ca. 20,- € Stromkosten/Jahr

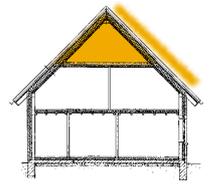
Die elektrische Anschlussleistung des Ventilators sollte bei einer zentralen Entlüftung im Einfamilienhaus 50 W nicht überschreiten.

Aufwendiger und teurer ist der Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Hier wird die Abluft aus Bad/WC/Küche über einen Wärmetauscher geführt, in dem die Frischluft vorgewärmt wird. Sie wird dann in die Wohnräume geleitet.

Die Kosten einer Anlage mit Wärmerückgewinnung liegen ca. zwischen 4.500,- € und 7.000,- €.



# Heizung & Warmwasser



Ein Niedrigenergiehaus hat einen geringen Wärmebedarf für die Beheizung. Meist ist eine Kesselleistung von ca. 5 kW ausreichend. Hierfür ist ein Brennwertkessel die optimale, energiesparende und erprobte Anlage. Wenn möglich ist die kostensparende Anordnung im Spitzboden zu wählen, da hier auf einen Schornstein verzichtet werden kann.

Das Heizsystem muss präzise eingestellt sein (hydraulischer Abgleich), um auf Wärmegewinnung durch Sonneneinstrahlung, Personen und Geräte schnell reagieren zu können.

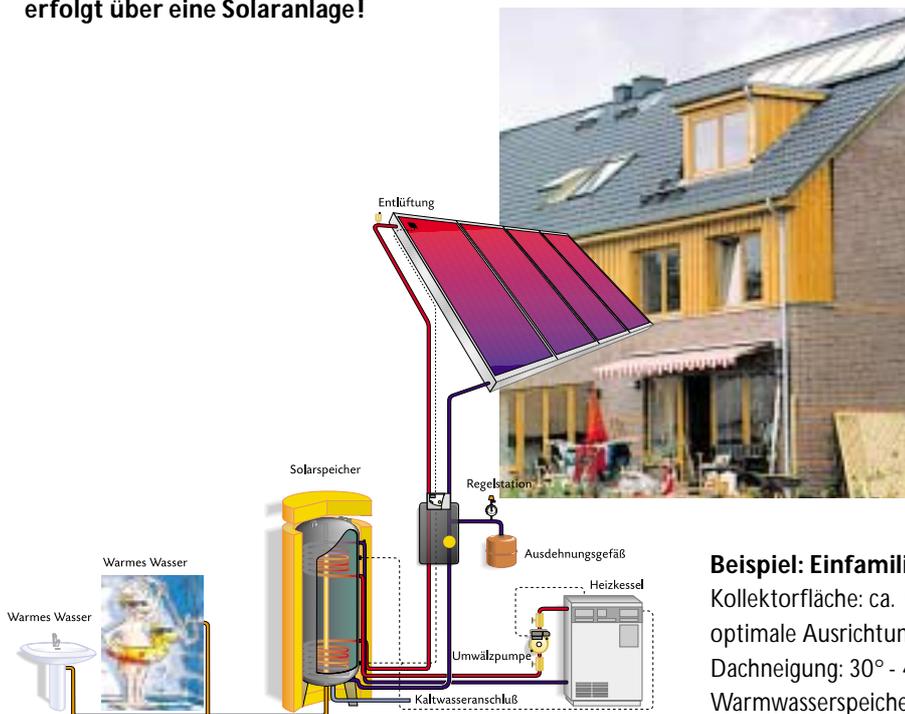
Der Einsatz von Elektroheizungen ist wegen des im Vergleich zu Gas- bzw. Ölheizungen deutlich höheren Primärenergieaufwandes in Hamburg grundsätzlich unzulässig (§ 3 Hamburgisches Klimaschutzgesetz).

Wichtig: Kamine und Kaminöfen sind zur Beheizung ungeeignet und wenig effizient.

## Warmwasserbereitung

Die Warmwasserbereitung kann über den Brennwertkessel und einen indirekt beheizten Warmwasserspeicher erfolgen.

### Die optimale Warmwasserbereitung erfolgt über eine Solaranlage!

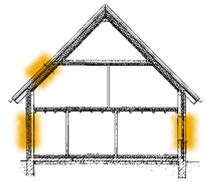


#### Beispiel: Einfamilienhaus

Kollektorfläche: ca. 5 - 6 qm  
optimale Ausrichtung: Süd-West, Süd, Süd-Ost  
Dachneigung: 30° - 45° (optimal)  
Warmwasserspeicher: 300 l  
Kosten: ca. 4.500,- bis 5.500,- €

**Ertrag im Jahresdurchschnitt: ca. 60% des Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung.**

# Die Fenster



Auch die Fenster haben Einfluss auf den Energieverbrauch eines Niedrigenergiehauses. Dabei sind zu bedenken:

Die sehr gute Verglasung:

- U-Wert Fenster =  $1,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- U-Wert Verglasung =  $1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Der Einbau in der Ebene der Wärmedämmung.

Orientierungswerte für die optimale Verteilung, um solare Gewinne zu nutzen:

- nach Süden ca. 50 - 70% Fensterflächenanteil an der Fassade
- nach Norden ca. 10 - 20%
- nach Osten und Westen ca. 25 - 35%

Räume mit hohem Wärmebedarf, z.B. Wohnräume, sollten möglichst nach Süden orientiert sein. Untergeordnete, wenig genutzte Räume, z. B. Abstellräume, Treppenhäuser, Gästezimmer benötigen weniger Wärme und können nach Norden/Osten angeordnet werden.



## Schwachstellen - Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Schwachstellen im Wärmeschutz des Gebäudes, die zu einem erhöhten Heizenergieverbrauch führen und bei längerer Durchfeuchtung durch Tauwasserniederschlag Bauschäden verursachen können.

Konstruktiv bedingte Wärmebrücken liegen vor, wenn gut wärmeleitende Baustoffe ein Außenbauteil mit besserem Wärmeschutz durchdringen, wie z.B. die auskragende Betonplatte bei einem Balkon.

Wärmebrücken können aber auch durch die unsachgemäße und lückenhafte Verlegung der Wärmedämmung entstehen.

Grundsätzlich ist eine möglichst kompakte Gebäudeform anzustreben. Konstruktiv bedingte Wärmebrücken benötigen geeignete Detaillösungen, z.B.:

Anschluß Sohlplatte



Anschluß Sohlplatte - Außenwand: Einsatz eines wärmedämmenden Materials als untere Steinreihe.

Auskragende Bauteile



Auskragende Bauteile, z.B. Balkone: Durch vorgesetzte Holzkonstruktionen wird die notwendige thermische Trennung erreicht.

Kerndämmung im Leibungsbereich



So nicht. Bauschutt gehört nicht in die Dämmschicht.

# Beratung

Beratungsgespräch am: .....

Teilnehmer: .....

Unterschrift des Bauherren/der Bauherrin: .....

## GEBÄUDEDATEN

Bauort: .....

Art des Gebäudes: .....

Wohnfläche: .....

Bauweise: .....

Anzahl der Geschosse: .....

Architekt/Bauträger: .....

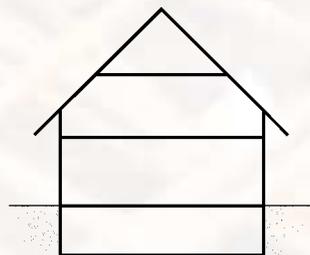
Eigenleistung: .....

Jahresheizwärmebedarf:  kWh/m<sup>2</sup>a entspricht  % des zulässigen

Wertes nach Wärmeschutzverordnung 95 in Höhe von  kWh/m<sup>2</sup>a

	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K		Dämmstoff	
	NEH-Standard	Ist	WLG	Dicke in cm
Außenwand	0,20			
Dach/oberste Decke	0,15			
Kellerdecke/Sohle	0,30			
Fenster	1,30			

Dämmverlauf:



# Beratungsinhalte

**Wärmedämmung/Wärmebrücken**

**Luftdichtheit**

**Kontrollierte Lüftung**

**Heizung/Warmwasserbereitung**

Bitte beachten Sie darüberhinaus nachfolgende Hinweise:

# Auf der Baustelle

Termin:

Teilnehmer:

Unterschrift des Bauherren/der Bauherrin:

## **Bautenstand**

**Wärmedämmung/Wärmebrücken**

**Luftdichtheit**

**Kontrollierte Lüftung**

**Heizung/Warmwasserbereitung**

Bitte beachten:

Die Prüfung der Luftdichtigkeit erfolgt, nachdem alle Öffnungen des Gebäudes geschlossen sind.  
Die gemauerten Bauteile müssen verputzt und die Dampfbremse vollständig angedichtet sein.

---

Beratendes Ingenieurbüro

Datum, Unterschrift

# Notizen



