



RIEDSTÄDTER LEITLINIEN: Planungshilfe für **ENERGIESPARHÄUSER**



Informationsbroschüre für
Bauinteressenten,
Planer und Handwerker

VORWORT



Liebe Mitbürgerinnen und Mitbürger, liebe Bauwillige,

der Schutz des globalen Klimas ist eine zentrale Zukunftsaufgabe zur Erhaltung unseres Lebensraumes und erfordert in vielen Bereichen Anstrengungen, die weit über das derzeit übliche Maß hinausgehen. Klimaschutz ist nicht nur eine internationale Aufgabe. Klimaschutz ist im besonderen Maße eine lokale Herausforderung. Die in ihren Auswirkungen kaum abschätzbaren Klimaveränderungen sind maßgeblich auf den verschwenderischen Einsatz fossiler Energien zurückzuführen. Deshalb ist es wichtig mit wertvollen Ressourcen sparsam umzugehen und den CO₂-Ausstoß nachhaltig zu senken, damit unsere Erdatmosphäre nicht noch weiter belastet wird.

Mit dem Neubau eines Hauses treffen Sie Entscheidungen, die dessen Energieverbrauch auf viele Jahrzehnte hinaus bestimmen. Bei einer vorausschauenden Planung erhöhen Energiesparmaßnahmen den Wert Ihres Gebäudes. Ein erhöhter Wärmeschutz ist für Sie eine gute Versicherung gegen künftige Energiepreiserhöhungen. Einem relativ geringen baulichen Mehraufwand stehen Einsparungen bei den Heizkosten gegenüber. Zusätzlich können Sie noch von verschiedenen Fördermaßnahmen profitieren.

Im Rahmen der Erstellung und Umsetzung der Riedstädter Agenda 21, die im November 2000 von der Gemeindevertretung verabschiedet worden ist, sind Klimaschutzstrategien zu entwickeln, die Voraussetzungen für eine klimaverträgliche und ressourcenschonende Weiterentwicklung unserer Gemeinde schaffen. Dazu hat der Riedstädter Energietisch mit der Erstellung eines Energiekonzeptes für das Neubaugebiet in Goddelau ‚Am Hohen Weg‘ einen maßgeblichen Beitrag geleistet.

Diese Vorgaben besitzen in allgemeingültiger Form als „Riedstädter Leitlinien für ein energiesparendes Bauen“ Gültigkeit für alle zukünftigen Neubaugebiete in unserer Gemeinde. Auch wenn Sie nicht in Neubaugebieten tätig werden, legen wir Ihnen nahe, sich an diesen Empfehlungen zu orientieren. Mit der Entscheidung für eine rationelle, umweltfreundliche Energienutzung und eines maximalen Jahresheizwärmebedarfs der Gebäude von 50 Kilowattstunden pro Quadratmeter liegen Sie unter den Anforderungen der Energieeinsparverordnung. Durch die erforderliche Wärmedämmung verringern Sie die lokale lufthygienische Belastung, wie beispielsweise mit Stickoxiden, Schwefeldioxid und Staub, und zum anderen leisten Sie einen Beitrag zur globalen CO₂-Reduzierung.

Die vorliegende Informationsbroschüre dient Ihnen, aber auch Ihren Planern und Handwerkern, zur Unterstützung bei der Mitwirkung eines aktiven Klimaschutz in unserer Gemeinde. Die Gemeinde Riedstadt möchte Ihnen auf diese Weise helfen, dass sich diese Lebensentscheidung von besonderem Gewicht für Sie, aber auch für die Umwelt auszahlt.

Unser besonderer Dank gilt dem Riedstädter Energietisch, dessen Mitglieder sich mit großem Engagement für die Umsetzung eines nachhaltigen Klimaschutzes eingesetzt haben, Herrn Rainer Feldmann für die Erstellung dieser Broschüre und unseren Werbepartnern, die eine Realisierung dieser Broschüre ermöglicht haben.

Mit herzlichen Grüßen



Gerald Kummer
Bürgermeister



Norbert Schaffner
Beigeordneter

EINFÜHRUNG

Lebensgrundlage Energie

Energie ist die Grundlage unseres Lebens. Durch die Nutzung verschiedener Energiequellen ist es dem Menschen möglich geworden, sich angenehme Lebensräume zu schaffen. Ein höherer Lebensstandard bedeutet dabei in der Regel auch einen höheren Energieverbrauch.

Jeder Mensch in Deutschland verbraucht zum Beispiel 1000 mal mehr Energie als ein Nepalese im fernen Asien, und Jahr für Jahr nimmt dieser Bedarf noch zu. Um den stetig wachsenden Energiebedarf zu decken, werden hauptsächlich fossile Energieträger wie Erdöl, Gas oder Kohle verbraucht. Zur Energiegewinnung werden diese verbrannt, und dabei Kohlendioxid (CO₂) und weitere umweltbelastende Stoffe freigesetzt.

Hält der gegenwärtige Anstieg bei der Nutzung dieser Brennstoffe in dem gleichen Ausmaß wie bisher an, werden sich die CO₂-Emissionen in den nächsten 50 Jahren verdoppeln. Dieser prognostizierte Anstieg des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre fördert den sogenannten „Treibhauseffekt“, der nach Meinung vieler Wissenschaftler in den nächsten Jahrzehnten zu weltweiten Klimaveränderungen mit katastrophalen Folgen führen wird.

Um diese Entwicklung abzumildern oder bestenfalls zu verhindern, muss der gegenwärtige Anstieg der CO₂-Emissionen angehalten und umgekehrt werden. Dafür ist es notwendig, die jährliche Menge der ausgestoßenen Treibhausgase in den nächsten 50 Jahren auf etwa die Hälfte zu reduzieren.

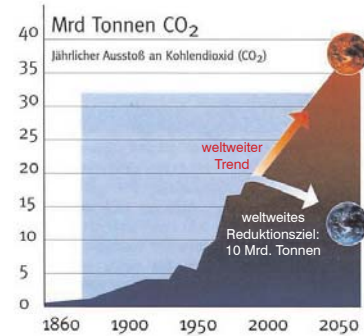


BILD: Weltweite CO₂-Emissionen und notwendige Reduktion für eine Klimastabilisierung.

Den nachfolgenden Generationen einen Teil der Energieträgervorräte zu sichern, sollte für jeden eine weitere Motivation zum Energiesparen sein. Die momentan bekannten Vorkommen von Erdöl, Erdgas und Uran dürften, bei unverändertem Verbrauch, gegen Mitte des nächsten Jahrhunderts zur Neige gehen.

UMSETZUNG

Einsparpotenziale

Die größten Energieeinsparpotenziale liegen dort, wo viel Energie verbraucht wird, und das sind neben dem Verkehr die privaten Haushalte. Fast 30% der in Deutschland zur Verfügung stehenden Endenergie wird in Wohnhäusern benötigt. Die moderne Heizung, das fließende Warmwasser und die zahlreichen elektrischen Geräte, die für jeden Haushalt selbstverständlich sind, benötigen somit mehr Energie als die gesamte Industrie.

Der überwiegende Anteil des häuslichen Energiebedarfs entfällt dabei auf die Raumheizung. Eine energie-sparende Bauweise und effiziente Heizsysteme verhelfen dazu diesen Verbrauch deutlich zu verringern.

Die Reduzierung des Heizenergiebedarfs bietet Ihnen als Bauherr die Möglichkeit, aktiven Umweltschutz zu betreiben und gleichzeitig Kosten zu sparen, da eine zukünftige Steigerung der Energiepreise den Geldbeutel nicht mehr belasten wird. Selbst bei ernsthaften Energiekrisen können energiesparende Häuser noch komfortabel beheizt werden.

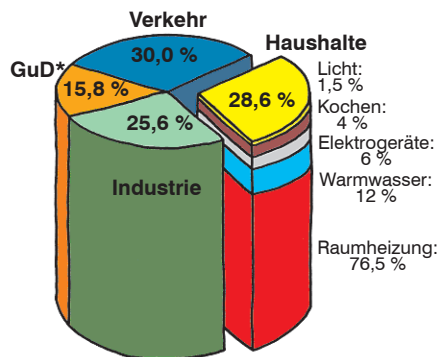


BILD: Anteile am Endenergieverbrauch in Deutschland (*GuD= Gewerbe und Dienstleistung)

Der energiebewusste Neubau

Mit der seit 1. Februar 2002 gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV) will die Bundesregierung die Einsparpotenziale bei der Raumheizung erschließen. Durch das Zusammenlegen von Wärmeschutz- und Heizungsanlagenverordnung sollten die Anforderungen an den Neubau um durchschnittlich 30% hinsichtlich der energetischen Beschaffenheit gegenüber den zuvor geltenden gesetzlichen Bestimmungen verschärft werden.

Erste Berechnungen haben aber gezeigt, dass das ehrgeizige Ziel, den Niedrigenergiehausstandard mit der EnEV zur Regel der Technik einzuführen, nicht erreicht wird.

Damit in Riedstadt ein Beitrag für einen nachhaltigen und vorbeugenden Klimaschutz geleistet werden kann, hat die Gemeindevertretung die „Riedstädter Leitlinien“ für die Planung und den Bau von Energiesparhäusern beschlossen.

In Zukunft dürfen alle neu errichteten Wohnhäuser in Riedstädter Baugebieten als Hauptanforderung nur noch einen maximalen Jahresheizwärmebedarf von 50 kWh pro Quadratmeter Wohnfläche aufweisen und sollen darüber hinaus, als zusätzliche Nebenbedingung, die Anforderungen der EnEV um mindestens 30% unterschreiten.

Durch diese Festsetzung reduzieren sich die CO₂-Emissionen eines Energiesparhauses um über 70% gegenüber einem Wohnhauses, das nach den Bestimmungen der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977 (WSVO 77) gebaut wurde.

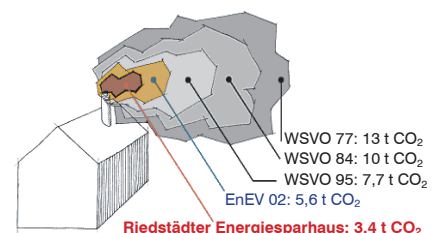


BILD: Jährliche CO₂-Emissionen von Einfamilienhäuser mit verschiedenen Wärmeschutzstandards.

DAS RIEDSTÄDTER ENERGIESPARHAUS

Mit Einführung der EnEV muss neben dem Wärmeschutz der Gebäudehülle auch das Heizsystem, die Warmwasserbereitung, die Wahl des Energieträgers und sogar der Stromverbrauch für Umwälzpumpen und Regelungen in die Energiebilanz eines Neubaus mit einbezogen werden. Ergebnis des Nachweises nach EnEV ist der sogenannte Primärenergiebedarf.

Der maximal zulässige Jahresprimärenergiebedarf ist vom A/V-Verhältnis, der Nutzfläche des Gebäudes und von der Art der Warmwasserbereitung abhängig.

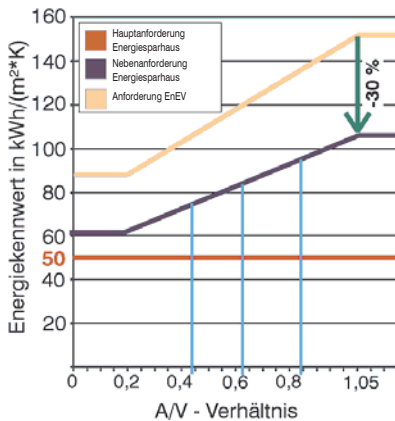


DIAGRAMM: Anforderungen an Neubauten gemäß EnEV und Riedstädter Leitlinien.

Der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf nach EnEV ist für Gebäude mit überwiegender Warmwasserbereitung aus elektrischem Strom dargestellt.

Die Hauptanforderung für alle Riedstädter Energiesparhäuser in der Begrenzung des Heizwärmebedarfs liegt in der Tatsache begründet, dass die energetische Qualität eines Hauses in großem Maße vom Wärmeschutz der Gebäudehülle bestimmt wird. Der Planer ist somit angehalten, neben einer umweltfreundlichen Heiztechnik auch auf den für die Heizkosten entscheidenden Endenergiebedarf zu achten.

Hinweis für Planer:

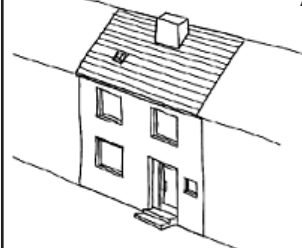
Als Berechnungsgrundlage zur Bestimmung des Heizwärmebedarfs ist der vom hessischen Umweltministerium herausgegebene „Leitfaden energiebewusste Gebäudeplanung“ (LEG) anzuwenden. Die Berechnung nach EnEV liefert durch zu optimistische Annahmen keine realistischen Aussagen über den zukünftigen Heizwärmeverbrauch des Gebäudes.

Info: www.iwu.de

Beispiele für Riedstädter Energiesparhäuser:

1. Reihemittelhaus:

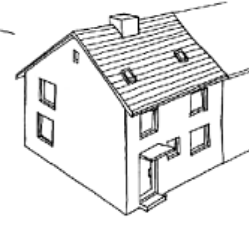
Wohnfläche: 125 m²
A/V- Verhältnis: 0,47 1/m



Heizwärmebedarf:
47,5 kWh/(m²*a)
jährlicher Gasverbrauch:
ca. 550 m³
Primärenergiebedarf:
68,0 kWh/(m²*a)
Einsparung gegenüber EnEV:
30 %

2. Reihenendhaus oder Doppelhaushälfte:

Wohnfläche: 150 m²
A/V- Verhältnis: 0,47 1/m



Heizwärmebedarf:
50,0 kWh/(m²*a)
jährlicher Gasverbrauch:
ca. 690 m³
Primärenergiebedarf:
68,6 kWh/(m²*a)
Einsparung gegenüber EnEV:
37 %

3. Freistehendes Einfamilienhaus:

Wohnfläche: 175 m²
A/V- Verhältnis: 0,47 1/m



Heizwärmebedarf:
50,0 kWh/(m²*a)
jährlicher Gasverbrauch:
ca. 800 m³
Primärenergiebedarf:
67,3 kWh/(m²*a)
Einsparung gegenüber EnEV:
47 %

Anmerkung zur Beispielerrechnung:

Für die Wärmeversorgung wurde eine Gas-Brennwerttechnik mit einer solarunterstützten Trinkwasserversorgung und eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung gewählt. Die genauen Berechnungsblätter für die Beispieler Varianten können beim Riedstädter Umweltamt angefordert werden.

GRUNDLAGEN FÜR ENERGIESPARENDE GEBÄUDEPLANUNG

Planungsgrundlagen

Um den Anforderungen gerecht zu werden, müssen von Beginn an bestimmte Grundlagen des energiesparenden Bauens beachtet werden. So ist beim Planen und Bauen von neuen, umwelt- und zukunftsgerichten Gebäuden der oberste Grundsatz, den Energieverbrauch zu minimieren und nicht, wie es oft der Fall ist, mit dem Einsatz von Technik den Energiebedarf zu optimieren.

Erreicht wird dies durch eine intelligente (integrale) Planung, d.h. je früher der Planer den Energiebedarf des Gebäudes berücksichtigt, desto höher wird das erschließbare Einsparpotenzial sein. Wichtig dabei ist jedoch, das gesamte Objekt mit seinen einzelnen Komponenten (Hüllflächenbauteile, Heizung, Lüftung, Einsatz regenerativer Energie) als Gesamtsystem zu betrachten.

Ein energiebewusster Neubau zeichnet sich aus, durch

1. seine Architektur und das Raumprogramm,
2. einen sehr guten Wärmeschutz der Gebäudehülle und
3. eine intelligente und einfache Haustechnik.

Bei jeder Änderung einer Komponente ergeben sich Rückwirkungen auf das Gesamtsystem. Deshalb muss das Konzept in sich schlüssig sein, d.h. die Einzelkomponenten sind aufeinander abzustimmen. Bei der Planung und der Realisierung des Gebäudes ist dabei zu bedenken, dass der Sanierungszyklus von Wohngebäuden erfahrungsgemäß mindestens 25 bis 30 Jahre beträgt und in diesem Zeitraum wirtschaftlich keine Verbesserungen mehr möglich sind.

Das ökologische Energiesparhaus

Ihnen als Bauherr sollten aber auch andere ökologische Belange wichtig sein. Durch eine gezielte Auswahl von Bau- und Dämmstoffen, lassen sich weitere Aspekte des Umweltschutzes, des zukünftigen Recyclings oder der Gesundheitsverträglichkeit stärker berücksichtigen. Einen weiteren Schwerpunkt Ihrer Planung sollte der Einsatz von Wasserspartechiken oder die Nutzung von Regen- und Grauwasser darstellen.

Flächensparendes Bauen, die Reduzierung der Bodenversiegelung oder eine möglichst standortgerechte Bepflanzung der Außenanlage sind weitere wichtige Kriterien, die bedacht werden sollten.

Ein nach ökologischen Maßstäben gebautes Haus setzt jedoch immer eine energiesparende Bauweise voraus.

DIE ARCHITEKTUR VON ENERGIESPARHÄUSERN

Bei der Architektur und der Grundrissgestaltung sollten Sie und Ihr Planer auf folgende Punkte besonders achten:

• Kompakter Baukörper

Je weniger Oberfläche ein vorhandenes Raumvolumen umschließt, desto geringer sind die Energieverluste und auch die Baukosten.

Verzichten Sie daher auf so weit es geht auf verwinkelte Grundrisse, Erker, Gaupen etc. so weit es geht. Für Einfamilienhäuser ist ein A/V-Verhältniss von ca. 0,85 anzustreben.

Eine Gliederung der Gebäude kann durch unbeheizte Anbauten wie Balkone, Carports, Garagen oder Lager-schuppen erreicht werden.

Mit Reihen- und Mehrfamilienhäusern als Gebäudeform läßt sich die wärmeabgebende Oberfläche weiter verringern.

• Optimierung passiver Sonnenenergienutzung

Neben einer konsequenten Nord-Süd Ausrichtung des Gebäudes ist es auch notwendig, die Verschattung im Winter durch Nachbarhäuser, Bäume oder auskragende Bauteile (Balkone, usw.) zu berücksichtigen. Vorteilhaft sind großzügige Fensterflächen an der Südfassade, an der Nordseite sind Fenster zu minimieren.

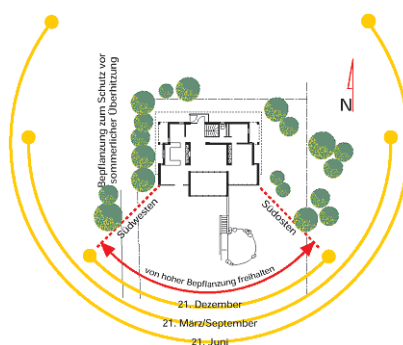


Bild: Anordnung eines Energiesparhauses auf einem Grundstück, zur Optimierung von passiver Sonnenenergie

• Raumkonzept der Gebäuderichtung anpassen

Die Hauptwohnräume (Wohn-, Kinder-, Esszimmer, usw.) sollten im Süden, Pufferzonen (Schlafräume, Treppenhaus etc.) im Norden angeordnet sein. Es ist auch sinnvoll, die wärmsten Räume (Bäder) nicht an den Gebäudeecken vorzusehen.

• Minimierte Installationswege

Räume sind so zu platzieren, dass Ver- und Entsorgungsleitungen möglichst kurze Wege haben und nachträglich zugänglich sind (Bad, WC, Küche etc.). Ein eingeplanter, vertikaler Installationsschacht ist hierfür eine ideale Lösung.

• Tageslichtausnutzung

Durch eine entsprechende Anordnung der Fenster und die Verwendung von hellen Innenraumfarben ist eine hohe Tageslichtausnutzung möglich, so dass auf elektrisches Licht tagsüber verzichtet werden kann.

GERINGE WÄRMEVERLUSTE ÜBER DIE GEBÄUDEHÜLLE

Die Verringerung der Wärmeverluste über die Gebäudehülle ist das primäre Ziel einer energiesparenden Bauweisen. Notwendig für die Umsetzung ist hierbei

- ein sehr guter Wärmeschutz aller Außenbauteile,
- eine luftdichte Ausführung der Gebäudehülle,
- die Reduzierung von Wärmebrücken.

Gute Wärmedämmung

Die Güte des Wärmeschutzes der Außenbauteile ist die mit Abstand wichtigste Einflussgröße für den Energieverbrauch eines Gebäudes.

Daher hat eine sehr gute Wärmedämmung der Gebäudehülle höchste Priorität, um die Voraussetzungen für ein Energiesparhaus zu schaffen. Sie sollte sich wie eine zweite Hülle nahtlos um das Gebäude legen.

Die wärmetechnische Qualität der Dämmung wird durch den U-Wert bestimmt (früher k-Wert).

Je kleiner der U-Wert desto besser ist die Wärmedämmung.

Die folgende Tabelle gibt Anhaltswerte darüber, mit welchen U-Werten Sie ein Energiesparhaus realisieren können.

Empfehlung für den maximalen U-Wert einzelner Bauteile der wärmeübertragenden Umfassungsfläche A für Riedstädter Energiesparhäuser:		
Bauteil	U-Wert [W/(m²K)]	Dämmstoffdicke [WLG 040]
1. Außenwand	0,2	ca. 18 cm
2. Dächer, Dachgeschossdecken,	0,15	ca. 30 cm (je nach Holzanteil)
3. Kellerdecken, Wände und Decken gegen unbeheizte Räume und gegen Erdreich	0,3	ca. 12 cm
4. Fenster (incl. Rahmen) Verglasung	1,3 1,1	

Tabelle: Zielwerte für den Wärmeschutz von Riedstädter Energiesparhäuser.

Mehrkosten für erhöhten Wärmeschutz

Bei vorausschauender Planung bedeutet ein erhöhter Wärmeschutz nur einen geringen Mehraufwand von etwa 1% bis 3% der Baukosten.

Je nach Ausführungsart des Bauteils sind dies ca. 10 bis 50 Euro/m², die sich jedoch durch die eingesparten Energiekosten in wenigen Jahren amortisieren (s. Seite 12).

Auf den folgenden Seiten finden Sie einige Konstruktionsbeispiele für hochdämmende Außenbauteile.

Es werden keine exotischen Maßnahmen vorgeschlagen, sondern nur Varianten, die sich auch in der Praxis bewährt haben und schon hundertfach gebaut wurden.

Wärmeleitgruppe (WLG):

Die wärmetechnische Qualität von Baustoffen wird durch die Wärmeleitfähigkeitsgruppe beschrieben, die auf der Verpackung der Bau- bzw. Dämmstoffe angegeben ist.

DIE HOCHGEDÄMMTE AUSSENWAND

Für Außenwände sollte eine Konstruktion gewählt werden, die einen U-Wert von ca. 0,2 W/m²K aufweist. Dieser Anforderung kann eine massive Mauer mit Außendämmung oder eine Holz-Leichtbauwand gerecht werden. Eine monolithische Außenwand nur aus handelsüblichen Leichtziegeln oder Porenbeton erreicht den empfohlenen Wärmeschutz ab einer Wandstärke von ca. 50 cm. Erst mit zusätzlichen Dämmschichten (evtl. Dämmputz) können geringere Wanddicken die erforderlichen Dämmwerte erreichen. Aus Kostengründen und durch ihren höheren Flächenverbrauch sind monolithische Wandkonstruktionen weniger empfehlenswert.

Für ein energiesparendes Bauen haben sich die nebenstehenden Konstruktionsprinzipien bewährt:

1. Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem („Thermohaut“). Sehr kostengünstiger Aufbau für hohen Dämmstandard.
2. Zweischaliges Sichtmauerwerk mit 15 cm Schalenabstand und einer Kerndämmung. Robuste und langlebige Konstruktion.
3. Wärmedämmung auf Mauerwerk mit Hilfe einer hinterlüfteten Außenbekleidung angebracht („Vorhangfassade“). Bauphysikalisch unbedenklich.
4. Leichtbauwand aus Holzständerwerk, beidseitig beplankt und mit einer Füllung aus Dämmstoff. Auf der Außenseite ist auch ein Verblendmauerwerk denkbar. Hoher Dämmwert bei geringer Wandstärke.

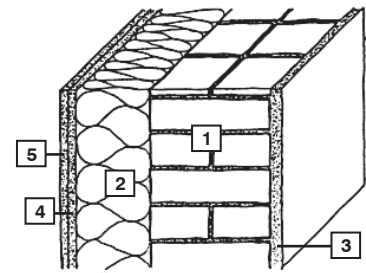


Bild: Skizze einer massiven Wand mit einer Thermohaut

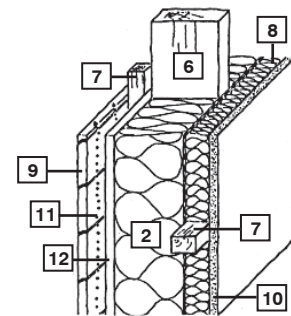


Bild: Skizze einer Leichtbauwand in Holzbauweise mit hinterlüfteter Vorhangfassade und Installationsebene

Wandkonstruktion und Material	Dämmstoff Qualität	U-Wert bei Dämmstoffstärke von				
		20 cm	18 cm	16 cm	14 cm	12 cm
Einschalige Wand aus 17,5 cm KS (0,70 W/mK) mit Wärmedämmverbundsystem	WLG 040	0,183	0,202	(0,244)	(0,253)	(0,289)
	WLG 035	0,162	0,179	0,199	(0,211)	(0,258)

Tabelle: U-Werte von verschiedenen Außenwänden aus Kalksandstein mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS). Werte in Klammern erreichen nicht die Riedstädter Empfehlung.

Für die energetische Qualität spielt es keine entscheidende Rolle, ob Außenwände in Leicht- oder Massivbauweise erstellt sind. Die für den Wohnkomfort oft wichtig erachtete Speicherfähigkeit kann auch durch die Masse der Innenbauteile und durch die Möblierung gewährleistet werden.

ENERGIESPARENDE DACHKONSTRUKTIONEN

Die Dachkonstruktion bzw. die oberste Geschossdecke, bei nicht ausgebauten Dachräumen, soll mindestens einen U-Wert von 0,15 W/m²K erreichen. Dies erfordert eine Dämmebene, abhängig vom Holzanteil und der Güte des Dämmstoffes, von über 25 cm Dicke. Die Dämmebene muss dabei möglichst durchgehend und spalten- bzw. fugenfrei eingebaut werden. Für die Dachkonstruktion gibt es zahlreiche Aufbaumöglichkeiten, bei denen allerdings immer das Ziel sein sollte, den Holzanteil zu minimieren. Bei einer Zwischensparrendämmung erreicht man dies durch die Verwendung von Leichtbauträgern aus Holz, sogenannten Steg- oder Boxträgern.

Holzanteil der Konstruktion	Dämmstoff Qualität	Wärmeleitfähigkeit incl. Holzanteil	Schichtdicke des dämmenden Aufbaus				
			36 cm	34 cm	32 cm	30 cm	28 cm
12,5 Prozent	WLG 045	0,056 W/mK	(0,152)	(0,160)	(0,170)	(0,181)	(0,193)
	WLG 040	0,051 W/mK	0,138	0,146	(0,155)	(0,165)	(0,177)
	WLG 035	0,047 W/mK	0,128	0,135	0,143	(0,153)	(0,163)
10,0 Prozent	WLG 045	0,054 W/mK	0,146	(0,155)	(0,164)	(0,175)	(0,187)
	WLG 040	0,049 W/mK	0,133	0,141	0,149	(0,159)	(0,170)
	WLG 035	0,045 W/mK	0,122	0,129	0,137	0,146	(0,156)
7,5 Prozent	WLG 045	0,051 W/mK	0,138	0,146	(0,155)	(0,165)	(0,177)
	WLG 040	0,047 W/mK	0,128	0,135	0,143	(0,153)	(0,163)
	WLG 035	0,042 W/mK	0,114	0,121	0,128	0,137	0,146
0,0 Prozent	WLG 045	0,045 W/mK	0,122	0,129	0,137	0,146	(0,156)
	WLG 040	0,040 W/mK	0,109	0,115	0,122	0,130	0,139
	WLG 035	0,035 W/mK	0,096	0,101	0,107	0,114	0,122

Tabelle: Exemplarische U-Werte von Dachaufbauten mit unterschiedlichem Holzanteil und verschiedenen Dämmstoffdicken und -qualität. Werte in Klammern erreichen nicht die Riedstädter Empfehlung.

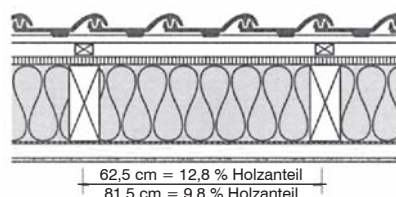


Bild: Holzanteil einer Dachkonstruktion mit 8 cm breiten Sparren abhängig vom Sparrenabstand

Am häufigsten wird heute die Zwischensparrendämmung ausgeführt. Nahezu jedes Dämmmaterial ist einsetzbar. Eine zusätzliche Untersparrendämmung verringert den Wärmebrückeneffekt der Sparren und kann als Installationsebene genutzt werden. Die Dämmung auf den Sparren verlangt äußerste Sorgfalt bei den Anschlusspunkten der Sparren an die angrenzenden Bauteile wie Wand oder Dachflächenfenster.

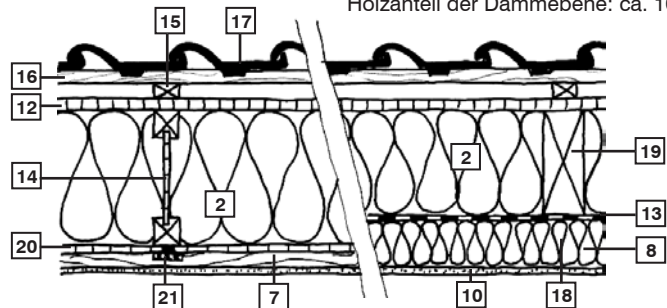
Im Geschosswohnungsbau ist der klassische kalte Dachboden mit Dämmung über der obersten massiven Geschossdecke die beste Lösung. Bei massiven Flachdächern hat sich die Dämmung auf der Decke bewährt.

Hinweis für den Planer:
Entgegen der bisher hauptsächlich ausgeübten Praxis kann bei Dächern auf eine Belüftung (durchgehende Luftschicht oberhalb der Dämmebene) verzichtet werden. Verwenden Sie dazu ein diffusionsoffenes Unterdach und bringen unterhalb der Dämmung eine ausreichend dichte Schicht (Dampfbremse oder -sperre) an.

Beispiele für Dachkonstruktionen:

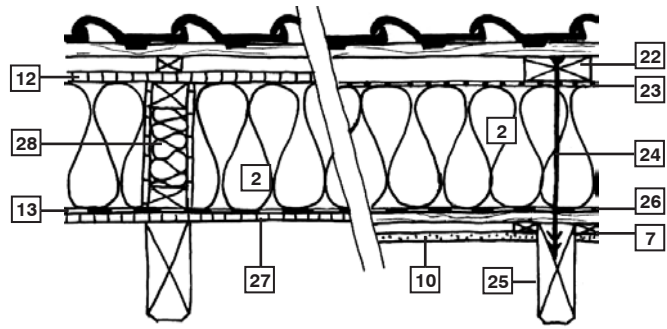
1. Warmdach mit Zwischensparrendämmung aus Zellulosefaser und Doppel-T-Träger als Sparren.
Holzanteil der Dämmebene: ca. 3 %

2. Warmdach mit kombinierter Zwischen- und Untersparrendämmung aus Faserdämmstoff. Konventioneller Sparren aus Vollholz.
Holzanteil der Dämmebene: ca. 10 %



3. Warmdach mit Aufsparrendämmung aus Mineralfaser. Boxträger als Tragkonstruktion für Dachhaut und Unterdach.
Holzanteil der Dämmebene: ca. 4 %

4. Warmdach mit Aufsparrendämmung aus druckstabilen Dämmstoffplatten. Tragkonstruktion der Dachhaut wird an Sichtsparren befestigt.
Kein Holzanteil in der Dämmebene.



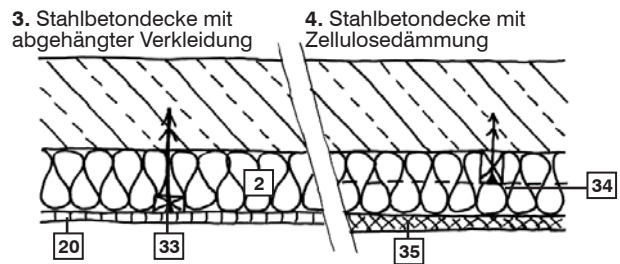
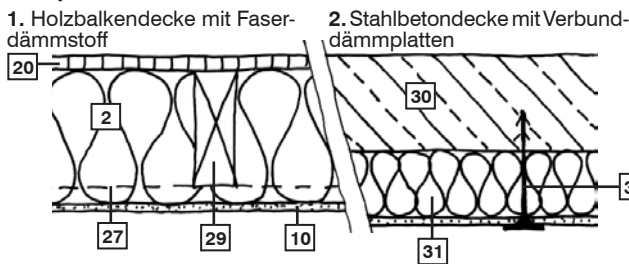
KELLERDECKEN UND ERDBERÜHRTE BAUTEILE

Für diese Bauteile genügt ein U-Wert von 0,3 W/m²K den Ansprüchen für ein Energiesparhaus, da auf der kalten Seite des Bauteils im Winter kein Frost herrscht und deshalb der Wärmefluss geringer ausfällt wie bei den Außenluftbauteilen. Mit einer Dämmstofflage von 12 cm (WLG 040) ober- oder unterhalb der Kellerdecke, die im Wohnungsbau meistens aus Stahlbeton hergestellt wird, ist dieser Zielwert erreichbar.

Alternativ zu Geschossdecken aus Stahlbeton können auch Holzbalkendecken mit zwischenliegender Dämmung eingesetzt werden. Mit dieser Variante sind deutlich höhere Dämmstoffstärken und somit ein besserer Wärmeschutz zu erzielen. Wird ein Teil des Kellers beheizt (Einliegerwohnung) oder ohne Keller gebaut, müssen alle Bauteile gegen Erdreich entweder mit einer Innen- oder Außendämmung versehen werden.

Bei innenliegender Dämmung ist es notwendig, einen Nachweis über Tauwasserfreiheit zu führen. Die Dicke einer außenliegenden Dämmung (Perimeterdämmung) muß um ca. 25% gegenüber der Innendämmung erhöht werden, da durchfeuchtete Dämmstoffe einen schlechteren Wärmeschutz aufweisen als trockene.

Beispiele für Kellerdeckenkonstruktionen:



Legende für Konstruktionsbeispiele von Seite 5 und 6:			
1 Mauerwerk	9 Vorhangsfassade (Stülp Schalung)	17 Ziegeleindeckung als Dachhaut	25 sichtbarer Dachsparren
2 Dämmstoff	10 Innenverkleidung	18 Rahmenhölzer quer zum Sparren	26 Rauhspundschalung
3 Innenputz	11 Lüftungsebene	19 konventioneller Dachsparren	27 Sichtverschalung
4 Unterputz mit Armierungsgewebe	12 bituminierte Holzweichfaserplatte	20 Span- oder OSB-Platte	28 Boxträger
5 Dekor-Außenputz	13 Dampfbremse	21 luftdichte Plattenstoßverklebung	29 Deckenbalken
6 Holzständer	14 Doppel-T-Träger	22 tragfähige Konterbohle	30 Stahlbetondecke
7 Unterkonstruktion	15 Konterlattung	23 diffusionsoffene Unterspannbahn	31 Verbundelement (Dämmstoff mit Gipsfaserplatte)
8 gedämmte Installationsebene	16 Dachlattung		32 Tellerübelverschraubung
			33 Lattung an Distanzschraube abgehängt
			34 Kreuzlattung als Unterkonstruktion zementgebundene Holzwoolleichtbauplatte

GEEIGNETE FENSTER FÜR ENERGIESPARHÄUSER

Fenster eines Energiesparhauses müssen mit Wärmeschutzverglasung ausgestattet sein. Zu empfehlen sind dabei Zweischeiben-Wärmeschutzgläser mit einem U_g -Wert von höchstens $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ und für das gesamte Fenster sollte der U_w -Wert nicht über $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ liegen.

Die Verschlechterung des U-Wertes kommt dadurch zustande, dass bis zu 35% der Fensterfläche vom Fensterahmen beansprucht wird und dieser oft einen schlechteren Dämmwert aufweist als die Verglasung. Bei der Auswahl der Fenster sollte deshalb nicht nur die energetische Qualität der Verglasung, sondern auch die des Rahmens verglichen werden.

Fenster haben im Vergleich zu den nicht transparenten Bauteilen der Gebäudehülle die höchsten Wärmeverluste. Diesen Verlusten stehen jedoch Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung gegenüber.

Zur Beschreibung der energetischen Güte der Verglasung ist deshalb neben dem U-Wert auch der g-Wert wichtig. Dieser gibt an, wieviel Energie von der Sonneneinstrahlung, die bei senkrechtem Lichteinfall durch die Verglasung in den Raum gelangt, genutzt wird. Je höher der g-Wert einer Verglasung, desto mehr Sonnenenergie wird durchgelassen.

Diese Energiegewinnung wird als „Passive Sonnenenergienutzung“ bezeichnet. Ein optimiertes Fenster zeichnet sich daher nicht nur durch einen geringen U-Wert sondern auch durch einen hohen g-Wert der Verglasung aus.

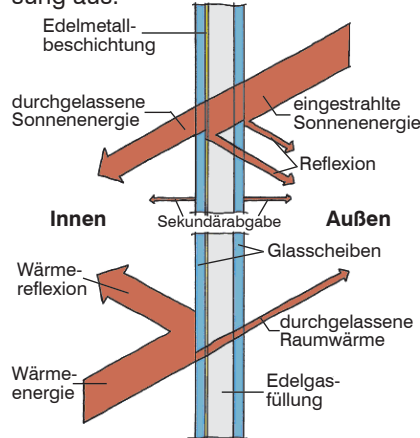


Bild: Energiefluss an Fensterflächen. Grundprinzip der passiven Sonnenenergienutzung und der Wärmeverluste einer Zweischeiben-Verglasung.

Wärmeschutzverglasungen werden auch als Dreischeiben-Verglasungen, mit einem erreichbaren U_w -Wert unter $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ angeboten. Beim Einsatz derartiger Verglasungen sollten Sie darauf achten, überwiegend Fenster mit geringem Rahmenanteil (Fenster-türen) oder mit wärmetechnisch optimierten Rahmen (U_f kleiner $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) zu verwenden.

In der Regel erwirtschaften Südfenster während der Heizperiode Energiegewinne, d.h. die Wärmegewinne von der Sonne sind höher als die Wärmeverluste. Dennoch sollten Sie sich nicht verleiten lassen, zu viel Fensterfläche im Süden anzubringen. Bei mehr als 40% Fensterflächenanteil auf der Südseite steigt die Gefahr der Überhitzung im Sommer und möglicher Unbehaglichkeiten im Winter.

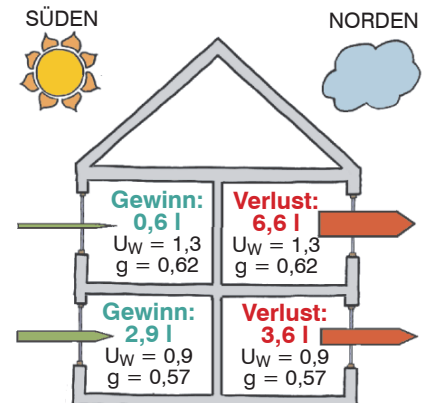


Bild: Energiebilanz verschiedener Fenster mit Süd- und Nordorientierung. Es sind die Gewinne und Verluste als vergleichbare Heizölmenge dargestellt, die sich während einer Heizperiode von 225 Tagen über 1 m^2 Fensterfläche ergeben.

Hinweis für Planer:
Bei Wohngebäuden mit einem Fensterflächenanteil von bis zu 30 % darf ein vereinfachtes Rechenverfahren für den EnEV-Nachweis angewendet werden.

DER WINTERGARTEN ALS BEITRAG ZUM ENERGIESPAREN

Ein geschlossener, nicht beheizter Wintergarten kann auch dazu beitragen, den Heizwärmebedarf eines Hauses mit Hilfe der passiven Sonnenenergienutzung zu senken. Die solaren Gewinne werden hierbei dem Gebäude aber nicht direkt zugeführt, sondern durch den aufgeheizten Glasanbau entsteht ein sogenannter Klimapuffer zwischen der Außenluft und dem Wohnraum, der den Wärmeverlust der Außenwände bzw. Fensterflächen reduziert. Der Effekt darf jedoch nicht überschätzt werden, da sich bei einer unzureichenden Nutzung der Wintergarten sogar nachteilig auf den Energieverbrauch auswirken kann. Nur unter bestimmten Voraussetzungen kann der Wintergarten helfen, die Heizkosten in bescheidenem Maße zu senken. Aufgrund der hohen Investitionskosten sollte er als ein Objekt angesehen werden, das dazu dient, die Wohnqualität zu steigern.

Vorteile Wintergarten

- Verbesserung der Lebens-, der Raum- und der Luftqualität (Wohnwertverbesserung)
- Reduzierung des Heizenergieverbrauchs (wenn der Wintergarten nicht beheizt wird)
- Schaffung von Spiel- und Erlebnisraum für Kinder
- Verbesserung des Schallschutzes

Nachteile Wintergarten

- hohe Investitionskosten
- hoher Instandhaltungsaufwand
- Reinigung der großen Glasflächen
- hoher Energieverbrauch bei falschem Gebrauch
- Verminderung des Tageslichts in den dahinter liegenden Räumen
- u.U. Wärmebelastung im Sommer
- beeinträchtigte Belüftungsmöglichkeiten (behinderte Querlüftung)



Bilder: Wintergartenbeispiele

TEMPORÄRER WÄRMESCHUTZ AM FENSTER

Neben einer hochwertigen Verglasung kann auch ein temporärer Wärmeschutz an den Fenstern in den Nachtstunden zu einer Reduzierung der Wärmeverluste beitragen. Mit Hilfe von Roll- oder Klapppläden und Vorhängen lässt sich die Energiebilanz von Fenstern zusätzlich verbessern. Voraussetzung dafür sind jedoch eine gute Wärmedämmung und eine hohe Dichtigkeit der Rolladenkästen. Vorhänge dürfen dabei aber nicht über die Heizkörper reichen, da sich sonst der Wärmeverlust - im Vergleich zu einem Fenster ohne überlangen Vorhang - um bis zu 40% erhöhen kann.

Neben den traditionellen Vorrichtungen zum temporären Wärmeschutz sind zusätzliche Lösungsmöglichkeiten wie Schiebe-, Kipp- und Faltelemente, transportable Platten und Lamellenkonstruktionen an der Innenseite wie an der Außenseite von Fensterflächen denkbar.

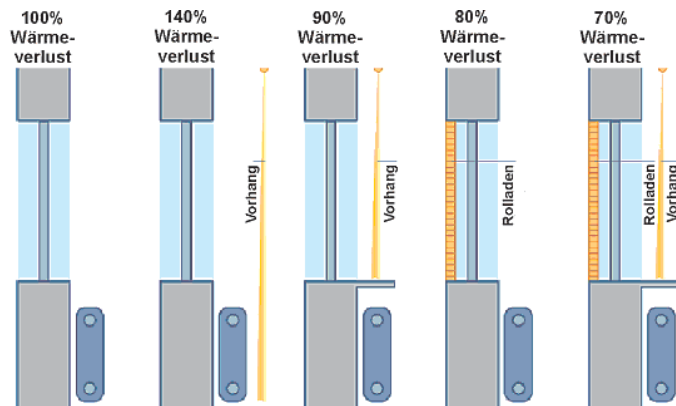


Bild: Reduzierung des Wärmeverlustes von Fenstern durch temporären Wärmeschutz

Eine Doppelverglasung mit zusätzlichen Wärmeschutzvorrichtungen stellt eine echte Alternative zu Sonderverglasungen ohne temporären Wärmeschutz dar. Insbesondere wenn man berücksichtigt, dass bei Fenstern, die zur Sonne ausgerichtet sind, auch im Winter durch die Sonneneinstrahlung Energiegewinne erzielt werden können.

Temporärer Wärmeschutz empfiehlt sich, außer bei Dunkelheit, die im Winter bis zu 16 Stunden pro Tag andauern kann, auch bei zeitweiliger Abwesenheit der Bewohner.

Hinweis für Planer:

Die erzielbaren Verbesserungen durch einen temporären Wärmeschutz dürfen bei der Energiebilanzierung nicht angesetzt werden.

NOTWENDIGE WÄRMEBRÜCKENREDUZIERUNG

Baupraktische Erfahrungen haben deutlich gemacht, dass mit zunehmender Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes von Außenbauteilen die Vermeidung von Wärmebrücken immer mehr an Bedeutung gewinnt. Wärmebrücken wirken sich nicht nur nachteilig auf den Heizwärmebedarf eines Gebäudes aus, sie beeinträchtigen auch die Behaglichkeit des Raumklimas und die Wohnhygiene. Wärmebrücken sind häufig die Ursache von Feuchteschäden mit nachfolgender Schimmelbildung.

Wärmebrücken lassen sich nicht gänzlich vermeiden, aber durch eine sorgfältige Detailplanung kann zumindest der Wärmebrückeneinfluss deutlich verringert werden.

Folgende Maßnahmen verhelfen zu einem geringen Wärmebrückeneinfluss:

- Vermeidung von auskragenden Bauteilen, welche die dämmende Hülle durchstoßen.
- Ein lückenloser Anschluss zwischen Dach-, Dachgeschossdecke und Außenwanddämmung.
- In die Dämmebene eingefügte Fenster, wobei die Dämmung über den Blendrahmen geführt werden muß.
- Eine aufgebrachte Kopfdämmung bei Wände die in die Dachdämmung einbinden.
- Die Stirnseiten der Stahlbetondecken in der Außenwand ausreichend mit Dämmstoff überdecken (Sockel- bzw. Perimeterdämmung).
- Für Aufstandsflächen von Innenwänden auf Kellerdecken sollten Steinlagen mit geringer Wärmeleitfähigkeit verwendet werden.

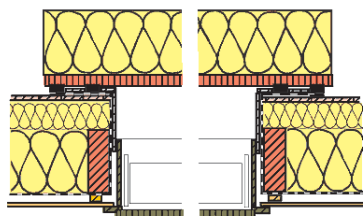


Bild: Wärmebrückenfreie Dachbodenlücke zum unbeheizten Raum. Bei 80% aller Energiesparhäuser wird diese Wärmebrücke nicht erkannt oder berücksichtigt.

Hinweis für Planer:

Mit Einführung der EnEV wird die Wärmebrückenwirkung erstmalig berücksichtigt indem der U-Wert der einzelnen Umfassungsflächen der Gebäudehülle um bis zu $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ erhöht werden muss.

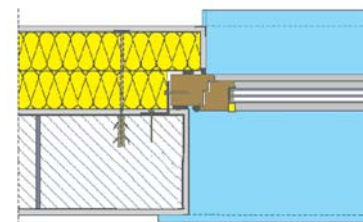


Bild: Wärmebrückenfreier Fensteranschluss bei einer Außenwand mit Thermohaut.

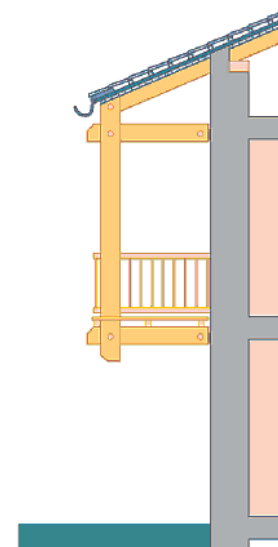


Bild: Wärmebrückenfreier an Dachkonstruktion angehängter Balkon

LUFTDICHTHE GEBÄUDEHÜLLE

Mit zunehmenden Wärmeschutzanforderungen erlangt die Luftdichtheit von Gebäuden eine wachsende Bedeutung. Man kann am eigenen Körper feststellen, dass bei Wind eine dicke Kleidung wichtiger ist als ein dicker Wollpullover. Bei einem Haus ist das ähnlich. Durch Ritzen und Fugen dringt trockene, kalte Luft in das Gebäude ein, an anderer Stelle verläßt feuchte warme Raumluft das Gebäude durch die Konstruktion. Die Luftdichtheit ist daher unbedingt erforderlich, um die angestrebte Verringerung des Heizenergiebedarfs auch wirklich zu erreichen und Bauschäden sowie Komforteinbußen zu vermeiden.

Folgende Gründe sprechen für eine luftdichte Gebäudehülle:

- Vermeiden unnötiger Lüftungswärmeverluste
- Grundlage für die Funktion der Wärmedämmung
- Vermeiden von feuchtebedingten Bauschäden
- Vermeiden von Zugluft
- Verbesserte Raumluftqualität
- Verbesserter Schallschutz
- Grundlage für eine regelbare bedarfsorientierte Lüftung

Gesetzliche Anforderungen

Zur Verringerung der Heizwärmeverluste stellt die EnEV und die DIN 4108 Anforderungen an die Dichtheit der Gebäudehülle. Das Regelwerk schreibt vor, dass der Luftwechsel bei einem Druckunterschied von 50 Pascal zwischen Innen und Außen

- bei Gebäuden mit natürlicher Lüftung (über Fenster) den Wert $n_{50} = 3,0 [1/h]$ und
- bei Gebäuden mit raumlufttechnischen Anlagen den Wert $n_{50} = 1,5 [1/h]$

nicht übersteigen darf.

Durch diese gesetzliche Anforderung wird die luftdichte Bauweise zur Regel der Technik, die unaufgefordert auszuführen ist. Eine fehlerhafte Luftdichtung ist ein Mangel mit einer Haftungsdauer von bis zu 30 Jahren. Die Luftdichtheit ist ein Qualitätsmerkmal von Riedstädter Energiesparhäusern.

Wenn Zweifel an einer sorgfältigen Ausführung bestehen, können die Anforderungen durch eine Luftdichtheitsmessung, dem sogenannten „Blower-Door-Test“, überprüft werden.

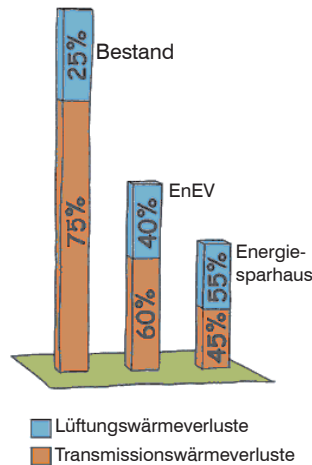


Bild: Anteil von Lüftungs- und Transmissionsverlusten am Gesamtwärmeverlust verschiedener Baustandards

Blower-Door-Test

Bei dieser Messung wird mit Hilfe von Ventilatoren in einem Gebäude oder einem einzelnen Raum ein Unter- bzw. Überdruck von 50 Pascal erzeugt. Die Luftmenge, die das Gebäude verläßt, wird bestimmt und dann ins Verhältnis zum Innenvolumen des Hauses gesetzt, womit sich der Dichtheitsgrad (der sogenannte n_{50} -Wert) der Gebäudehülle bestimmen läßt.

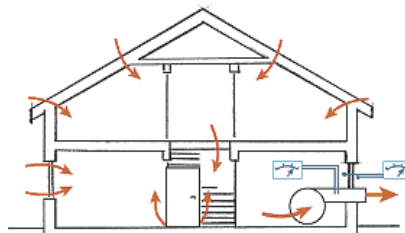


Bild: Prinzip einer Blower-Door-Messung

Mit unterschiedlichen Methoden lassen sich unerwünschte Leckstellen in der Gebäudehülle auffinden. Die Messung sollte auf jeden Fall noch während der Bauphase durchgeführt werden, da dann die aufgefundenen Leckagen problemlos abzudichten sind.

Für die Abdichtung von Undichtheiten ist unbedingt darauf zu achten, dass Materialien verwendet werden, die eine dauerhafte Dichtung gewährleisten. Die eingesetzten Baustoffe müssen miteinander verträglich und aufeinander abgestimmt sein. Geeignet sind unter anderem:

- Vorkomprimierte Fugendichtbänder
- Doppelseitig klebende Butyl-Kautschukbänder (es dürfen keine Teppichklebebänder verwendet werden)
- Spezialklebebänder von Fachfirmen.

Problemfelder der luftdichten Ebene:

1. Die Dichtung in der Fläche: jedes Bauteil hat eine Schicht, die als Luftdichtungsebene dienen muss. Bei massiven Wänden übernimmt diese Funktion der Innenputz und bei Leichtbaukonstruktionen (Holzständerwände, Dach, usw.) eine zusätzlich eingebaute Folie oder Plattenwerkstoffe auf der Innenseite des Bauteils. Bei Leichtbaukonstruktionen ist zusätzlich eine Winddichtungsebene (Unterspannbahn, Weichfaserplatten, usw.) auf der Außenseite vorzusehen.
2. Linienförmige Anschlüsse zwischen verschiedenen Bauteilflächen: Die luftdichten Schichten benachbarter Bauteile müssen direkt und dauerhaft dicht miteinander verbunden werden. Besonderes Augenmerk ist dabei auf den Ortgang oder alle anderen Dach-Wand-Anschlüsse zu richten.
3. Punktförmige Anschlüsse bei konstruktiven oder haustechnischen Durchdringungen, wie Kamine, Pfetten oder Durchbrüche von Strom- und Wasserleitungen.
4. Bauelemente mit Schließ- und Einbaufugen, wie Fenster, Türen und Rolllokästen.

Beispiele für luftdichte Anschlussdetails bietet die DIN 4108 Teil 7.



Bild: In Haustür eingebaute Blower-Door-Messanlage

DIE HAUSTECHNIK FÜR ENERGIESPARHÄUSER

Neben den hohen Wärmeschutzanforderungen gehört eine effiziente und dem niedrigen Heizwärmebedarf angepasste Anlagentechnik zum Konzept eines Riedstädter Energiesparhauses. Erst durch ein perfektes Zusammenwirken von Gebäude und Heizung werden die Voraussetzung für ein optimales Raumklima geschaffen, das der Art der Nutzung und den Gewohnheiten der Bewohner entspricht.

• Heizung

Durch die gute Ausnutzung der anfallenden (wenn auch zum Teil unregelmäßigen) internen und solaren Wärmegevinne können Heizungsanlagen von Energiesparhäuser sehr klein dimensioniert werden. Sie müssen aber auf die im Tagesverlauf oft kurzfristig stark schwankenden „Gratis-Wärmeangebote“ raumweise, flink und präzise reagieren können. In Zeiten mit geringem oder fehlendem Wärmebedarf sollte die Wärmezufuhr rasch gedrosselt bzw. ganz abgestellt werden können. Entsprechende Steuerungs- und Regeleinrichtungen müssen grundsätzlich vorhanden sein, so dass unnötige Bereitschafts-, Speicher-, Verteilungs- und Regelverluste vermieden werden können.

Als Wärmeerzeuger kommen nach dem Stand der Technik insbesondere Gasthermen sowie Öl- oder Gas-Brennwert-Kessel in Frage.

Eine CO₂-neutrale Alternative sind Niedertemperatur-Kessel, die mit Biomasse (Holz, Raps-Öl, etc.) betrieben werden. Immer beliebter werden hier die sogenannten Holzpelletsöfen. Für Biomasse-Heizsysteme existieren momentan attraktive Förderprogramme der Bundesregierung.



Bild: Regenerativer Energieträger Holzpellets

In Bezug auf die Primärenergiebilanz schneidet die Versorgung über ein Nah- oder Fernwärmenetz aus einem Heizkraftwerk mit Kraft-Wärme-Kopplung auch sehr gut ab.

Greifen Sie wo immer es geht auf eine Nah- oder Fernwärmeversorgung zurück, da sich der Einbau eines eigenen Heizkessels bei einem Wärmebedarf von unter 3 kW (ausreichende Kesselleistung für Energiesparhäuser) kaum lohnt und die Wärmeübergabestation deutlich kostengünstiger ist als der eigene Heizkessel. Diese Art der Energieversorgung wird für das Neubaugebiet „Am Hohen Weg“ in Goddelau angeboten.

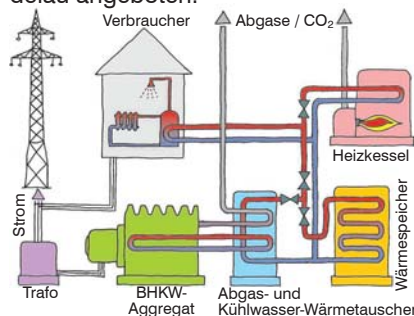


Bild: Prinzip der Nah- und Fernwärmeüberlieferung über Heizkraftwerk mit Kraft-Wärme-Kopplung

Wärmepumpenheizungen stellen auch eine Alternative dar, aber nur wenn sie mit Strom aus regenerativen Quellen betrieben werden.

Für die Wärmeübergabe in den Raum haben sich für ein Energiesparhaus gut regelbare Plattenheizkörper oder Radiatoren mit geringem Wasserinhalt bewährt. Wegen der größeren Trägheit sind konventionelle Fußbodenheizungen oft nicht optimal geeignet.

• Warmwasserbereitung

Ist die Warmwasserbereitung mit der Heizung gekoppelt, wird im Gegensatz zu einem konventionellen Gebäude die Kesselleistung beim Energiesparhaus nicht vom Wärmebedarf für die Gebäudeheizung bestimmt, sondern vom Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung. Um auch hier den Energieverbrauch zu minimieren, ist es sinnvoll, ein Einfamilienhaus mit sehr kurzen Warmwasserleitungen zu planen, so dass auf eine Zirkulation verzichtet werden kann. Ist dies nicht möglich, sollte auf jeden Fall die Umwälzpumpe zu Tageszeiten, an denen kein Warmwasserbedarf besteht, über eine Zeituhr abschaltbar sein. Sehr gut gedämmte Warmwasserleitungen und -speicher reduzieren Verteilungs- und Standverluste. Von einer ganzjährigen elektrischen dezentralen Warmwasserbereitung sollte aus Umweltgründen verzichtet werden.

Thermische Solaranlage

Durch den Einbau einer thermischen Solaranlage kann bei guter Auslegung mehr als die Hälfte des jährlichen Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung gedeckt werden. Sollten beim Neubau die Mittel für eine Solaranlage nicht ausreichen, ist es dennoch sinnvoll, Vorkehrungen für einen nachträglichen Einbau zu treffen. Der Platzbedarf für Kollektoren und Speicher ist bei der Planung mit einzubeziehen und die Leitungen dazwischen können ohne großen Mehraufwand bereits in der Bauphase verlegt werden.

Faustformeln für Solaranlagen:

- 1.) 1 bis 1,5 m² Kollektorfläche pro Person, also 4 - 6 m² für 4-Personenhaushalt.
- 2.) 75 bis 100 Liter Speichervolumen pro Person, also 300 - 400 l für 4-Personenhaushalt.

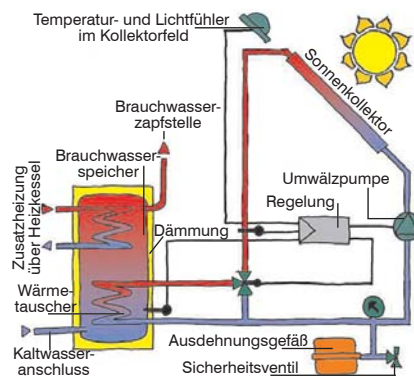


Bild: Funktionsschema einer Solaranlage zur Unterstützung der Brauchwassererwärmung

• Zusätzlich schonende Haustechnik

Neben der eben beschriebenen Haustechnik, die zur optimalen Bereitstellung der benötigten Raumwärme verantwortlich ist, sollten auch folgende Konzepte für Energie- und Ressourceneinsparung im Haushalt berücksichtigt werden:

- Um Trinkwasser zu sparen sollte auf eine Regenwassernutzung zurückgegriffen werden. Das so gewonnene Wasser kann für die WC-Spülung oder der Gartenbewässerung dienen.
- Bei einer effizienten Warmwasserbereitung sind Spül- oder Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss zu bevorzugen.
- Beim Kauf von Geräten und Beleuchtung ist auf die Energieeffizienzklasse zu achten.
- Wenn ein Gasanschluss vorhanden ist, sollte mit Gas statt mit Strom gekocht werden.

MECHANISCHE LÜFTUNGSANLAGEN

Für das Wohlbefinden der Bewohner und den Werterhalt der Bausubstanz ist die Versorgung eines Gebäudes mit frischer Außenluft unverzichtbar. Über den Austausch der Raumluft müssen neben der durch die Nutzung anfallenden Feuchtigkeit auch Gerüche und Schadstoffe aus Wohnräumen, Küchen und Bädern abgeführt werden. Die Energiemenge zur Erwärmung dieser notwendigen Frischluft ist bei einem Energiesparhaus etwa so hoch wie der Energieverlust über die Gebäudehülle. Ziel ist es, konstant und kontrollierbar soviel zu lüften, dass eine gute Luftqualität erreicht wird. Dabei sind zu hohe Lüftungsverluste zu vermeiden, da diese sonst mit zusätzlichem Energieeinsatz bezahlt werden müssen.

Theoretisch kann eine „kontrollierte“ Lüftung durch regelmäßiges Fensterlüften erreicht werden. Diese Disziplin wird in der Praxis jedoch selten durchgehalten, so dass schon aus Komfortgründen eine kontrollierte mechanische Lüftungsanlage eingebaut werden sollte.

Für Energiesparhäuser haben sich zwei Systeme für die kontrollierte Wohnungslüftung etabliert:

1. Einfache Abluftanlage

Ein zentraler Abluftventilator saugt aus den Räumen, in denen vor allem Feuchtigkeit und Gerüche entstehen, Luft an und führt sie über das Dach ab. Die Frischluft strömt über Ventile in der Außenwand oder den Fensterrahmen in die Wohnräume nach. Der Einbau eines einfachen Abluftsystems verbessert in erster Linie die Luftqualität. Eine deutliche Energieeinsparung kann mit diesem System noch nicht erzielt werden.

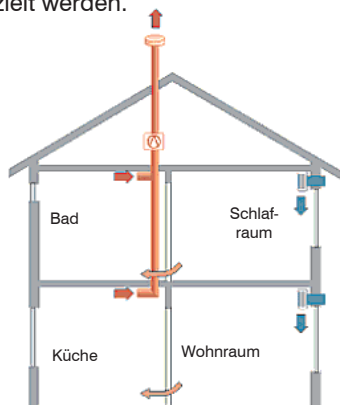


Bild: Funktionsprinzip einer einfachen Abluftanlage

2. Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung

Bei diesem System wird ein großer Teil der in der Abluft enthaltenen Energie mit Hilfe eines Wärmetauschers auf die Zuluft übertragen. Die Zuluft tritt somit schon vorgewärmt in die Wohnräume ein. Erforderlich ist hierfür allerdings neben dem Abluft- auch ein Zuluftkanal. Je höher der Wirkungsgrad des Wärmetauschers desto größer ist die Wärmerückgewinnung.

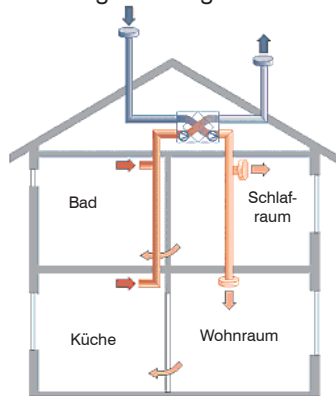


Bild: Funktionsprinzip einer Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung

Die Entscheidung, ob eine Lüftungsanlage mit oder ohne Wärmerückgewinnung eingesetzt werden soll, ist oft schon durch den Heizenergiekennwert vorgegeben. Für Einfamilienhäuser ist der zulässige Heizwärmebedarf von 50 kWh/m²*a ohne eine Wärmerückgewinnung aus der Abluft unter Umständen nur schwer zu erreichen.

Die Auswahl des Anlagentyps sollte frühzeitig erfolgen, damit bereits in der Planungsphase der Platz für Rohrleitungen und Zentralgerät mit berücksichtigt werden kann. Für einen energetisch erfolgreichen Einsatz der Wärmerückgewinnung sind insbesondere eine sehr dichte Gebäudehülle, eine gute Planung von Anlage und Rohrnetz, ein sorgfältiger Einbau sowie stromsparende Ventilatoren notwendig.

Ein energieeffizientes Verhältnis zwischen eingesetzter Antriebsenergie und zurückgewonnener Wärmeenergie sollte bei mindestens 1:5 liegen. Besonders sparsame Anlagen erreichen ein Verhältnis von 1:9. Darüber hinaus ist eine regelmäßige Wartung und die bedarfsgerechte Anwendung durch den Bewohner notwendig. Zu diesem Zweck sollte Ihnen als Bauherr bei der Abnahme der Lüftungsanlage eine Pflege- und Bedienungsanleitung ausgehändigt werden.

Der mit einer kontrollierten Wohnungslüftung erreichbare gehobene Komfort wird sich in den nächsten Jahren weiter durchsetzen. In 10 bis 15 Jahren ist damit zu rechnen, dass diese Anlagen ebenso zum Standard gehören werden wie heute die Zentral- oder Gasetagenheizung. Die Investition in eine Lüftungsanlage wirkt sich also wertsteigernd auf Ihre Immobilie aus.

	Vorteile	Nachteile
Zu- / Abluftanlage	<ul style="list-style-type: none"> sichere Entlüftung sichere, weitgehend wetterunabhängige Belüftung Außenluft kann durch hochwertige Filter aufbereitet werden hoher Schallschutz nach außen möglich Zuluftauslässe unabhängig von Heizflächen planbar Wärmerückgewinnung 	<ul style="list-style-type: none"> nur bei sehr luftdichter Gebäudehülle energieeffizient höherer Kapitaleinsatz als bei Abluftanlagen höherer Wartungsaufwand zur Reinhaltung (Zuluftkanäle) höherer Platzbedarf für Lüftungskanäle im Wohnbereich
einfache Abluftanlage	<ul style="list-style-type: none"> preiswert geringer Stromeinsatz sichere Entlüftung sichere Belüftung bei sehr dichter Gebäudehülle keine Lüftungskanäle für die Zuluft notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> Typ und Anordnung von Heizflächen und Außenluftdurchlässen müssen abgestimmt werden Begrenzte Schalldämmung nach außen unter Umständen mangelhafte Belüftung der lee-seitigen Räume und Zugerscheinungen in luv-seitigen Räumen bei stark windexponierten Lagen

WIRTSCHAFTLICHKEIT VON ENERGIESPARHÄUSER

Die in dieser Broschüre vorgeschlagenen Empfehlungen zum Bau von Energiesparhäusern gehen über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinaus. Diese sind natürlich in einigen Bereichen mit zusätzlichen Kosten verbunden. In der folgenden Grafik sind die durchschnittlichen Mehrkosten (bezogen auf die Wohnfläche) für einen erhöhten Wärmeschutz eines beispielhaften Energiesparhauses gegenüber eines konventionell gebauten Hauses dargestellt.

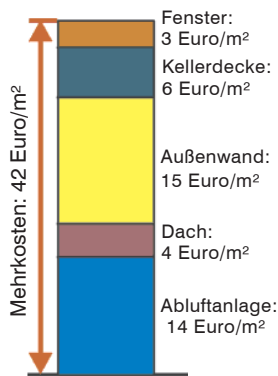


Bild: Durchschnittliche Mehrkosten eines Energiesparhauses

Es ergeben sich insgesamt Mehrkosten von ca. 42 Euro/m². Die Kosten der Abluftanlage von 14 Euro/m² sollten aber nicht zu den Mehrkosten gerechnet werden, da diese hauptsächlich zur Verbesserung der Luftqualität dient und somit einen Komfortgewinn erzielt, der sich finanziell nur schwer bewerten lässt.

Es ergeben sich somit zusätzliche Kosten von ca. 4200 Euro (bei 150 m² Wohnfläche) für den erhöhten Wärmeschutz der Gebäudehülle. Dem stehen aber Einsparungen an Heizkosten gegenüber. Berücksichtigt man bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung auch zukünftige Energiepreissteigerungen, lohnen sich die Mehraufwendungen für ein Energiesparhaus.

In den meisten Fällen amortisieren sich die Mehrkosten bei Energiepreisen ab ca. 45 Cent pro Liter Heizöl. Dieses Preisniveau wurde im Jahr 2000 schon einmal erreicht und wird mit hoher Wahrscheinlichkeit zukünftig weitaus höher liegen.

Das nachfolgende Diagramm zeigt den zu erwartenden Energiepreis im Mittel der nächsten 25 Jahre bei Energiepreissteigerungen von 3 bis 7 % pro Jahr.

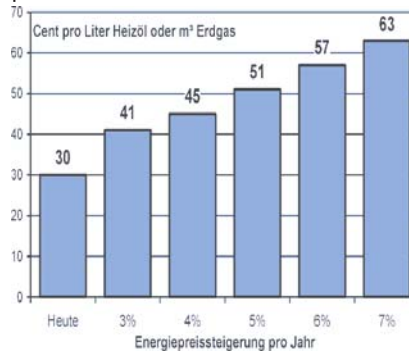


DIAGRAMM: Mittlerer Energiepreis der nächsten 25 Jahre bei unterschiedlichen Energiepreissteigerungsraten

Förderung von Energiesparhäusern

Die wichtigste Fördermaßnahme für den Bau von Energiesparhäusern ist momentan das CO₂-Minderungsprogramm der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Im Auftrag der Bundesregierung vergibt die KfW zinsverbilligte Darlehen für Energiesparhäuser, deren Primärenergiebedarf 60 bzw. 40 kWh pro Gebäudenutzfläche (nach EnEV) und Jahr nicht übersteigt. Die Fördersumme ist auf 30.000 Euro (KfW-60-Haus) bzw. 50.000 Euro (KfW-40-Haus) pro Wohneinheit in dem entsprechenden Gebäude begrenzt. Der jeweilige Kreditantrag muss vor Beginn des Bauvorhabens bei einem beliebigen Kreditinstitut (am besten bei Ihrer Hausbank) gestellt werden. Weitere Informationen sind erhältlich bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Postfach 11 11 41, 60046 Frankfurt, Internet: www.kfw.de.

Darüber hinaus gibt es auch noch weitere Förderprogramme für energiesparende Haustechnik, die sich aber im Laufe der Zeit ständig ändern. Das Umweltamt Riedstadt informiert Sie gern, ob und welche aktuellen Förderprogramme Sie für den Bau Ihres Energiesparhauses und den Einsatz von Energiesparteknik in Anspruch nehmen können.

ENERGIESPARENDES NUTZERVERHALTEN

Durch einen guten Wärmeschutz und eine effizient arbeitende Haustechnik sind die Voraussetzungen für einen niedrigen Heizenergiebedarf geschaffen. Da aber ein Hausbewohner mit seinem Verhalten den Energieverbrauch entscheidend mit beeinflusst, können Unterschiede von bis zu 50% beim Heizenergiebedarf von baugleichen Häusern mit gleicher Technik festgestellt werden.

Folgende Faktoren, die vom Nutzer bestimmt werden, haben zum Teil große Auswirkungen auf den Energieverbrauch:

- Das Lüftungsverhalten
- Die gewählte Raumlufttemperatur
- Die tägliche Betriebszeit der Heizung
- Die Auswahl der elektrischen Haushaltsgeräte
- Der Warmwasserverbrauch

Darüber hinaus wird der Energiebedarf für bestimmte Anwendungen meist falsch eingeschätzt. Mit Wärme wird oft gedankenlos umgegangen, da Räume überheizt werden und die Raumtemperatur durch offene Fenster „geregelt“ wird.

Deutlich sensibler wird mit der Beleuchtung umgegangen, obwohl es hier ungleich länger dauert bis eine Kilowattstunde verbraucht ist und ihr Anteil am Gesamtenergieverbrauch eines Haushaltes nur ca. 1% ausmacht

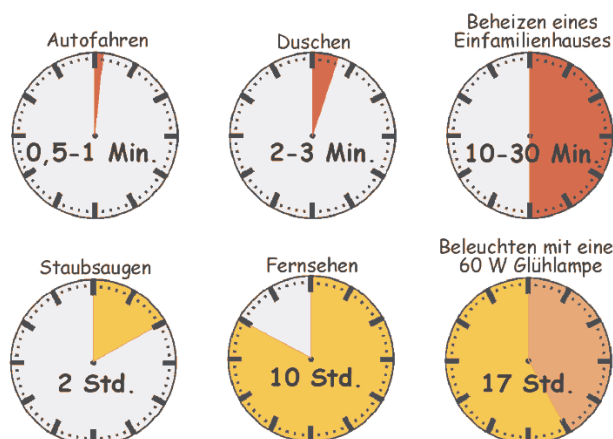


Bild: Ungefähre Dauer verschiedener Anwendungen, bis eine Kilowattstunde Endenergie verbraucht ist.

ENERGIEEFFIZIENTES LÜFTEN

Wie schon beschrieben, sichert richtiges Lüften eine gute Raumluftqualität und ist somit für Hygiene, Gesundheit und den Erhalt der Bausubstanz wichtig. Je stärker gelüftet wird, desto schneller lassen sich diese Ziele erreichen, desto höher ist aber auch der Heizenergieverbrauch.

Verfügt Ihr Gebäude über keine mechanische Lüftungsanlage, sollten Sie folgende Regeln für eine energiesparende Fensterlüftung beachten:

1.) Lüften Sie nur raumweise. Bei guter Querlüftung sind 3 Minuten für einen kompletten Luftaustausch ausreichend.

2.) Stoßlüftung über ein ganz geöffnetes Fenster ist im Winter nur dann zu empfehlen, wenn sie diszipliniert und maximal 4 bis 7 Minuten durchgeführt wird.

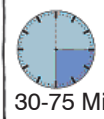
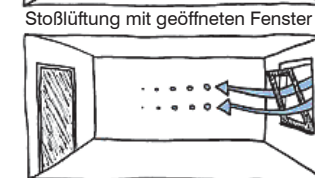
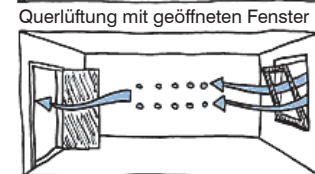
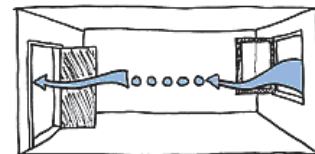
3.) Man braucht Zimmer nur aktiv zu lüften, wenn sie auch benutzt werden. Bei nicht bewohnten Räumen reicht die Selbstlüftung durch Fugen und Ritzen zur Lüfterneuerung aus.

4.) Ein gekipptes Fenster als Lüftungsart führt meist zu überhöhten Energieverlusten. Zur Dauerlüftung ist die Kippstellung nur von Mai bis September sinnvoll. In der Heizperiode sollte ein Fenster nicht länger als 7 bis 20 Minuten pro Stunde gekippt sein, was jedoch für einen vollständigen Luftaustausch in der Regel nicht ausreicht.

5.) Bei jeder Art der Bedarfslüftung ist die Dauer des Fensteröffnens abhängig vom Außenklima. Je kälter es draußen ist, um so kürzer braucht gelüftet werden.

6.) Die Heizkörper sollten bei jedem Lüftungsvorgang abgedreht werden.

Diese Regeln brauchen nur beachtet zu werden, wenn für den Luftaustausch keine mechanischen Lüftungsanlagen vorgesehen sind. Wird zusätzlich zu einer Abluftanlage (mit oder ohne Wärmerückgewinnung) das Fenster während der Heizperiode geöffnet, kann sich der Jahres-Heizwärmebedarf eines Energiesparhauses um bis zu 100% erhöhen.



Fenster in Dauerkippstellung

BILD: Durchschnittlich notwendige Lüftungszeit für einen kompletten Luftaustausch während der Heizperiode.

RICHTIG BETRIEBENE HEIZUNGSANLAGEN

Neben einem energiesparendem Lüftungsverhalten kann auch die richtige Wahl der Raumlufttemperatur und der Umgang mit der Heizungsanlage (Betriebszeiten, Einstellung und Wartung) dazu beitragen, den Heizenergieverbrauch ohne zusätzliche Kosten zu senken. Folgende Punkte sollten beim Heizen beachtet werden:

1.) Die Raumtemperatur sollte immer entsprechend der Art und Dauer der Benutzung gewählt werden. Für die einzelnen Räume lassen sich folgende Richtwerte angeben:

Raum:	Raumlufttemperatur:
Bad (bei Benutzung)	20 - 22° C
Wohnen	20° C
Küche (viel Gratiswärme)	18° C
Schlafen, ungenutzte Räume	16 - 18° C
Flur	16° C

2.) Senken Sie beim Verlassen der Wohnung die Temperatur. Bei ein bis zwei Tagen Abwesenheit reicht eine Durchschnittstemperatur von ca. 15° C, bei längerer Abwesenheit von 12° C aus.

3.) Durch eine der Jahreszeit angepasste Kleidung kann Heizenergie gespart werden, da man mit niedrigeren Raumtemperatur auskommt. Eine Verringerung um 1° C bringt eine Ersparnis von ca. 6%.

4.) Eine 5 bis 10 %-ige Heizkostenreduktion kann man dadurch erreichen, dass nachts die Temperatur in der ganzen Wohnung auf 16 bis 18° C herabgesetzt wird. Diese sogenannte Nachtabsenkung über ca. 8 Stunden sollte aber nicht mehr als 5° C betragen, da sonst am nächsten Morgen für ein rasches Aufheizen der Räume zuviel Energie benötigt wird.

5.) Heizkörper und Thermostatventile dürfen nicht durch Möbel zugestellt oder von Vorhängen oder Heizkörperverkleidungen verdeckt sein. Durch die behinderte Luftzirkulation kann sich unter Umständen der Energiebedarf um 20% erhöhen.

6.) Heizungsanlagen müssen regelmäßig überprüft und gewartet werden. Dazu gehört die Überprüfung, ob sich

Luft im Verteilungssystem befindet oder der Brenner noch richtig eingestellt ist. Rußablagerungen sollten einmal jährlich vor Beginn der Heizperiode entfernt werden, da diese die Abgastemperaturen und somit auch den Energieverbrauch erhöhen.

7.) Die Wassertemperatur im Heizungssystem sollte die jeweilige Außentemperatur berücksichtigen. Gleichbleibend hoch eingestellte Vorlauftemperaturen kosten unnötig Energie.

8.) Kontrollieren Sie monatlich den Brennstoffverbrauch. Das liefert Ihnen Erfahrungswerte, ob Sie klimagerecht oder sparsam geheizt haben.

9.) Rollos, Klapppläden oder Vorhänge sollten nachts geschlossen sein. Damit sparen Sie nicht nur Energie, sondern die Räume heizen sich am nächsten Morgen auch wieder schneller auf.

10.) Halten Sie die Türen zu kälteren oder unbeheizten Räumen immer geschlossen.

GLOSSAR

Amortisationszeit:

Im Zusammenhang mit energiesparender Bauweise die Dauer, in der die Mehrkosten eines erhöhten Wärmeschutzes durch die Einsparung bei den Heizkosten wieder erwirtschaftet werden.

Atmosphäre

Die Atmosphäre bildet die Gashölle eines Planeten, im Falle der Erde die Lufthölle; sie besteht in der Troposphäre (bis 10 km Höhe) aus 78 Prozent Stickstoff, 21 Prozent Sauerstoff, 0,97 Prozent Edelgas sowie 0,03 Prozent Kohlendioxid.

A/V-Verhältnis:

Verhältniss der wärmeübertragenden Umfassungsfläche A zum hiervon eingeschlossenen Bauwerksvolumen V.

Biomasse:

Biomasse ist die gesamte durch Pflanzen und Tiere anfallende / erzeugte organische Substanz. Beim Einsatz von Biomasse zu energetischen Zwecken ist zwischen nachwachsenden Rohstoffen oder Energiepflanzen sowie organischem Abfall zu unterscheiden.

Blockheizkraftwerk (BHKW):

Kraftwerk bestehend aus einem oder mehreren Motoren, mit denen gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt wird. Die Motoren treiben Generatoren an; die vom Motor erzeugte Wärme kann zu Heizzwecken verwendet werden.

Brauchwasser:

In der Haustechnik übliche Bezeichnung für das Warmwasser.

Brennwertkessel:

Heizkessel mit hohem Wirkungsgrad durch zusätzliche Nutzung der Kondensationswärme des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes.

Dampfbremse:

Folie oder Pappe, die das Eindringen von Raumluftfeuchte mit der möglichen Folge von Kondensat im Bauteil wesentlich reduziert.

Emission

Zu den Emissionen zählen sowohl die von einer Anlage, einem Gebäude, einer Fabrik oder einem Verkehrsmittel in die Umwelt abgegebenen gasförmigen, flüssigen und festen Schadstoffe als auch die Abgabe von Wärme, Strahlung, Geräuschen u. ä.

Endenergie

Energieträger und -formen, die dem Endverbraucher zur Verfügung stehen.

Energiekennzahl:

Berechneter jährlicher Energieverbrauch eines Gebäudes pro Quadratmeter Nutz- bzw. Wohnfläche in der Einheit kWh/(m²*a).

Energiebilanz:

Weist alle Energiegewinne und -verluste eines beheizten und genutzten Gebäudes aus. Kann auch für einzelne Bauteile aufgestellt werden.

Energieträger

Stoffe oder physikalische Erscheinungen, in denen Energie gespeichert ist.

Erneuerbare Energien:

Als erneuerbar (regenerativ) werden jene Energiequellen bezeichnet, die praktisch unerschöpflich sind: Sonnenenergie (mit den indirekten Formen Biomasse, Wasserkraft, Windenergie, Umgebungswärme etc.), Erdwärme und Gezeitenenergie.

Grauwasser:

Zur Toilettenspülung oder Gartenbewässerung wiederverwendbares Abwasser von Bade- oder Duschwanne.

Heizwärmebedarf:

Der Energiebedarf, der zur Aufrechterhaltung der gewünschten Raumtemperatur in der Heizperiode ohne Berücksichtigung der Heizanlagenverluste notwendig ist.

Holzpellets:

Ein aus naturbelassenem Holz hergestellter und zu 100% erneuerbarer Brennstoff. Ohne Zugabe von Bindemittel werden Hobel- und Sägespäne aus der Holzindustrie unter hohem Druck verdichtet und in kleine zylindrische Röllchen gepresst. Durch die geringe Restfeuchte der Holzpellets verbrennen diese nahezu rückstandsfrei.

Luftwechsel:

Gibt an, wie oft das gesamte Luftvolumen eines Raumes bzw. eines Gebäudes pro Stunde ausgetauscht wird.

Lüftungswärmeverlust:

Wärmeverluste sowohl durch gewünschten als auch ungewollten Luftaustausch.

Passive Sonnenergienutzung:

Passiv nennt man die Nutzung der Sonnenenergie, wenn keine beweglichen Elemente erforderlich sind. Durch Fenster oder Wintergärten nutzt jedes Haus die Sonnenenergie. Als aktive Nutzung bezeichnet man den Einsatz jener Systeme, die Sonnenlicht mittels Sonnenkollektoren in Wärme (Solarthermieanlagen) oder durch Solarzellen in Strom (Photovoltaikanlagen) umwandeln.

Primärenergie:

Primärenergie ist der rechnerisch nutzbare Energiegehalt all jener Energieträger, die in der Natur vorkommen und noch keiner Umwandlung unterworfen sind. Hierzu zählen fossile Energieträger wie Stein- und Braunkohle, Erdöl und Erdgas und erneuerbare Energien. In Deutschland ist Mineralöl mit 39 Prozent der wichtigste Energieträger - gefolgt von Gas (21 Prozent) und Steinkohle (13 Prozent). Die erneuerbaren Energieträger decken rund zwei Prozent des Primärenergieverbrauchs.

Transmissionswärmeverlust:

Wärmeverluste durch Außenbauteile aufgrund der Wärmeleitung.

Treibhauseffekt

Klimawirksame Spurengase in der Atmosphäre lassen die kurzwellige Sonnenstrahlung nahezu ungehindert zur Erde passieren, halten aber einen Großteil der langwelligen Wärme-Rückstrahlung auf der Erdoberfläche zurück. Im natürlichen Gleichgewicht zwischen Ein- und Abstrahlung bewirkt der natürliche Treibhauseffekt eine Durchschnittstemperatur auf der Erde von plus 15 Grad Celsius; diese läge ohne Treibhauseffekt bei zirka minus 18 Grad Celsius. Die zunehmende Emission von klimawirksamen Spurengasen bei der Nutzung fossiler Energien führt zu einer vom Menschen verursachten Temperaturerhöhung.

U-Wert (früher: k-Wert):

Ein Begriff, der im Zusammenhang mit Wärmedämmung immer wieder auftaucht, ist der sogenannte „Wärmedurchgangskoeffizient“. Der U-Wert gibt an, wie viel Wärmeenergie durch ein Quadratmeter eines Bauteils bei einem Temperaturunterschied von einem Grad Kelvin (= ein Grad Celsius) zwischen Innen- und Außenseite dringt. Im Zusammenhang mit Fenstern beschreibt der U_w-Wert die Dämmeigenschaften des gesamten Fensters, der U_f-Wert die des Fensterrahmens und der U_g-Wert die der Verglasung.

Wärmebrücken:

Stellen der Gebäudehülle, die einen wesentlich kleineren Wärmedurchlasswiderstand aufweisen als benachbarte Bauteile oder Flächen und haben somit einen höheren Transmissionswärmeverlust. Sie besitzen demnach auch tiefere raumseitige Oberflächentemperaturen. Auf diesen kühleren Oberflächen kann feuchte Raumluft kondensieren und zu Feuchtigkeitsschäden führen.

IMPRESSUM

Herausgeber:



Gemeindevorstand der
Gemeinde Riedstadt
Umwelt und Wirtschaft
Hans-Jürgen Unger
Bahnhofstr. 1
64560 Riedstadt
Tel.: 06158 / 1886711
Internet: www.riedstadt.de
e-mail: Umweltamt.riedstadt@t-online.de

Verfasser:



(auch verantwortlich für Layout und Gestaltung)

Dipl.-Ing.
Rainer Feldmann
Schwarzer Weg 4
64287 Darmstadt
Tel.: 06151 / 9671771

Bilder, Grafiken und Quellen:

Diplomarbeit von Rainer Feldmann am Institut für Massivbau der TU Darmstadt, FG Bauphysik, Betreuung: Dr.-Ing. Susanne Schwickert; Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt; Impuls-Programm-Hessen, Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie; Ministerien der Länder Hessen, Rheinland-Pfalz, Bayern und Nordrhein-Westfalen.

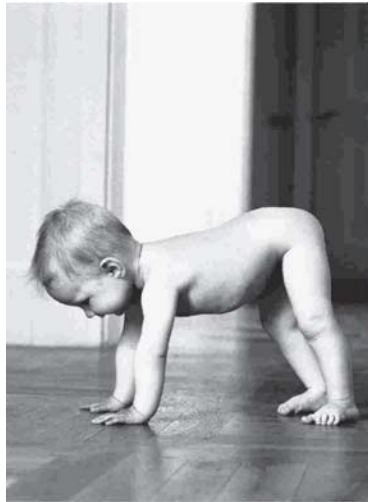
Mitwirkende Unternehmen bei der Realisierung dieser Broschüre

www.uewg.de
0180 10 10 500



Heizkissenliebhaber, Energiesparstrümpfe,
Stand-by-Ausschalter beruhige ich mit **meiner Energie!**

Mit meiner Dienstleistungsbereitschaft können alle rechnen, ich sichere Ihre Energieversorgung.
UEWG macht's möglich. Mit meiner Energie.



ES GIBT VIELE GRÜNDE FÜR DIE EIGENEN VIER WÄNDE, ABER KEINEN SCHÖNEREN.

Egal, aus welchen Gründen Sie sich Ihren Traum von den "eigenen vier Wänden" erfüllen wollen - mit einer Baufinanzierung von uns geht dies sorgenfrei von der ersten Planung bis zur Versicherung. Ein interessantes Zinsniveau, attraktive Immobilienpreise und staatliche Förderungen - für Ihren Traum sind die Perspektiven gegenwärtig besonders günstig. Wenn Sie jetzt die aktuellen Chancen richtig nutzen, können Sie Ihre Wohnträume noch schneller und kostengünstiger verwirklichen. Wir beraten Sie gerne ausführlich.

Kreissparkasse Groß-Gerau

Weil unterem Strich die Leistung zählt

www.kskgrossgerau.de

Jetzt kommt zusammen
was zusammen gehört:

ENERGY COMPLETE.

HEAG



NOHL

gemeinsam mit
ihrem Vertriebspartner

en tega
energie mit esprit