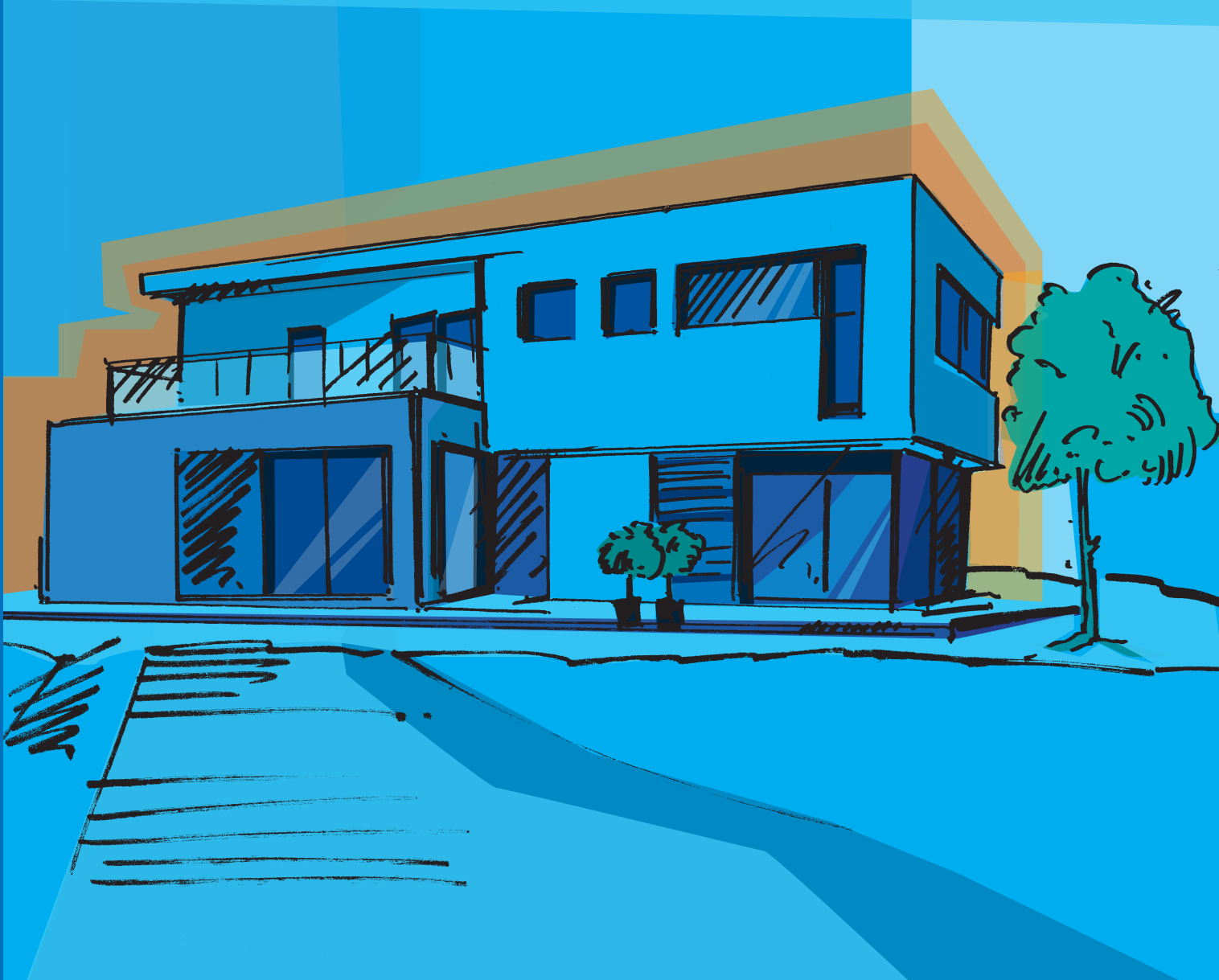


DIE GEBÄUDEHÜLLE – DARAUF KOMMT ES AN!

Modernisieren im Gebäudebestand

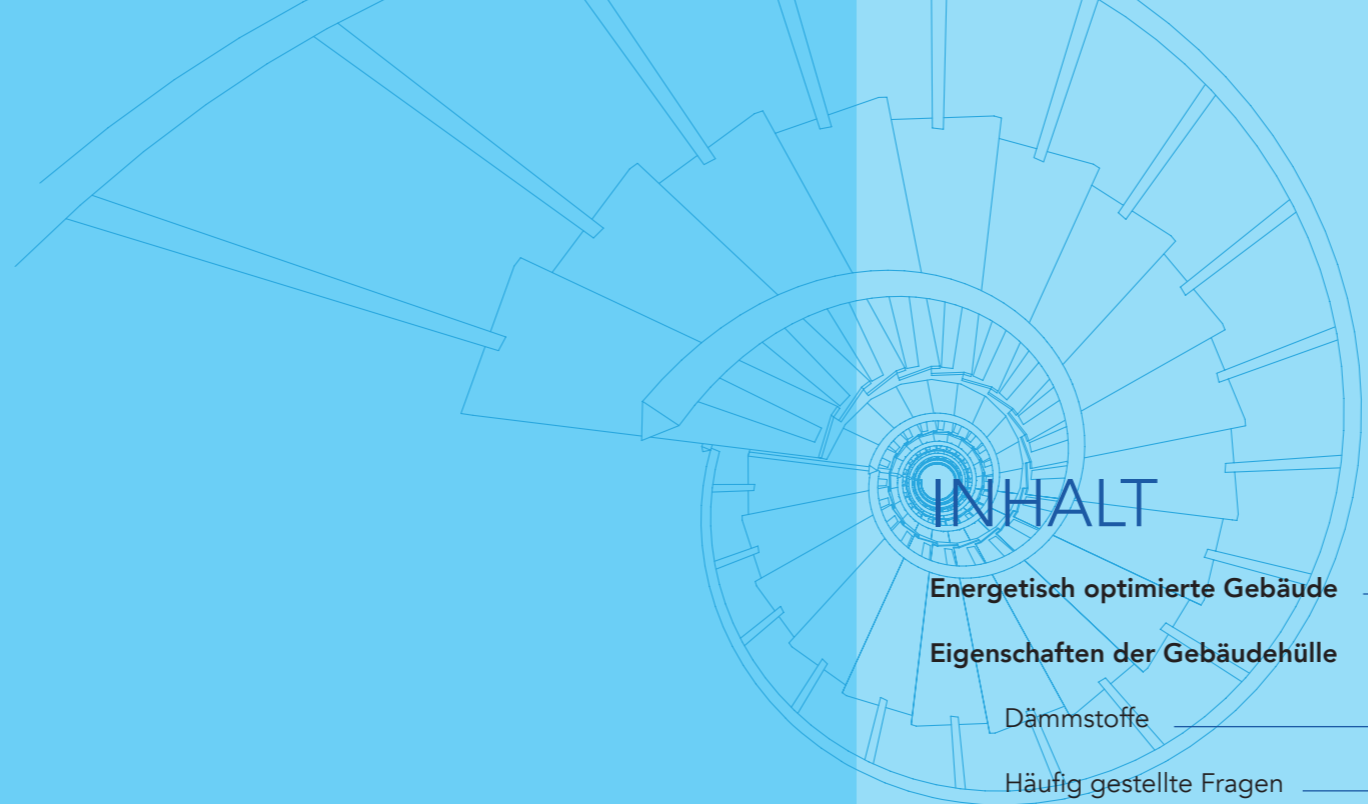
ENERGIESPARINFORMATION 1



Im Auftrag des Hessischen
Ministeriums für Wirtschaft,
Energie, Verkehr und Wohnen



EUROPÄISCHE UNION:
Investition in Ihre Zukunft
- Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



INHALT

Energetisch optimierte Gebäude	_____	4
Eigenschaften der Gebäudehülle	_____	5
Dämmstoffe	_____	5
Häufig gestellte Fragen	_____	6
Komponenten der Gebäudehülle	_____	7
Außenwand	_____	7
Dach und oberste Geschossdecke	_____	8
Fenster	_____	8
Außentüren	_____	10
Unterer Gebäudeabschluss und Gebäudesockel	_____	11
Gebäudeklima	_____	12
Luftdichtheit	_____	13
Hygienischer Luftwechsel	_____	14
Wärmebrücken und Bauteilanschlüsse	_____	15
Sommerlicher Wärmeschutz	_____	17
Gebäudeenergiebilanz	_____	18
Wirtschaftlichkeit	_____	19
Modernisierungskosten	_____	19
Lebenszyklus	_____	20
Wirtschaftliches Optimum	_____	21
Schrittweise Modernisierung	_____	22
Beratung und Förderung	_____	23

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen und Werbemittel.

Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist.

Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

ANMERKUNG

ENERGETISCH OPTIMIERTE GEBÄUDE

Bei Bestandsgebäuden fällt ein signifikanter Teil der Energiekosten für Heizwärme an. Zudem sind Bauteile stark der Witterung ausgesetzt und ihre Ausgestaltung hat einen wesentlichen Einfluss darauf, wie warm es im Winter und wie kühl es im Sommer bei Ihnen im Gebäude ist. Richten Sie daher Ihr Augenmerk auf die Faktoren, die den größten Einfluss darauf ausüben: an erster Stelle auf die Gebäudehülle. Ob Sie Ihr Haus nun selbst bewohnen oder vermietet haben, hier finden Sie wertvolle Hinweise, wie Sie Ihr Wohngebäude energetisch modernisieren, die Bausubstanz erhalten und dabei wirtschaftlich agieren können.

In den letzten Jahrzehnten haben sich energetisch hocheffiziente Bauelemente im Neubau und bei der Modernisierung etabliert. Regelmäßig werden Bauelemente eingesetzt, deren energetische Qualität deutlich über den gesetzlichen energetischen Mindeststandard hinausgeht. Diesen Trend unterstützen zahlreiche Fördermaßnahmen.

Das Ziel der energetischen Modernisierungen (Vorteile im blauen Kasten nebenan) sollte immer ein hocheffizienter, zukunftsweisender Standard sein.

Wichtig dabei ist, den Zustand sämtlicher Regelbauteile der Gebäudehülle zu analysieren und entsprechend zu modernisieren.

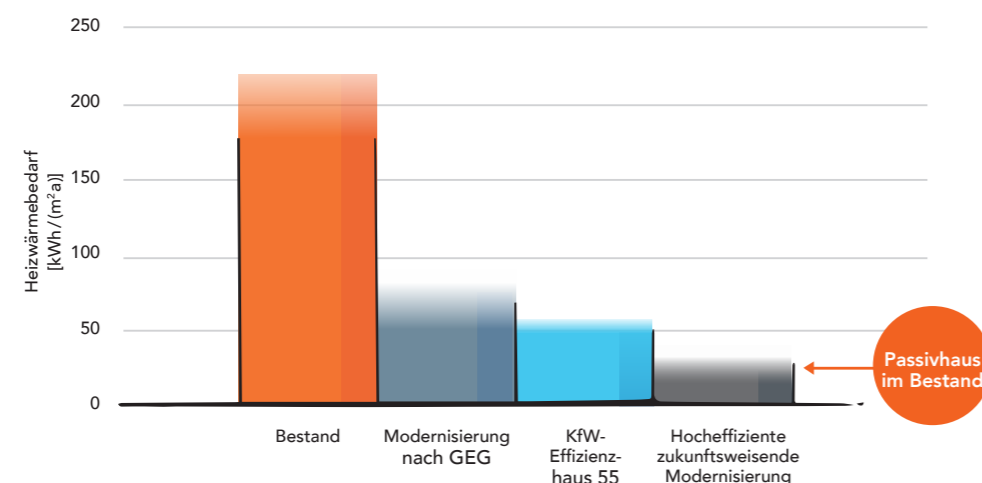
Wie die unten stehende Grafik zeigt, bestehen bei verschiedenen energetischen Modernisierungs-

qualitäten signifikante Unterschiede im Hinblick auf den Wärmeverlust: Bereits eine umfangreiche Änderung von Außenbauteilen nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) verringert bei einem Einfamilienhaus den Heizwärmebedarf gegenüber einem nicht modernisierten Bestandsgebäude um ca. 65 %. Energetisch hocheffiziente Bauelemente reduzieren ihn nochmals um den Faktor 3.

Vorteile einer energetisch hocheffizienten Modernisierung:

- Verringerung der Betriebskosten
- gesteigerter Wohnkomfort
- Wertsteigerung des Gebäudes und Bauschadenfreiheit über Jahrzehnte
- Nutzung von Förderangeboten

Heizwärmebedarf verschiedener Energiestandards eines typischen Einfamilienhauses



EIGENSCHAFTEN DER GEBÄUDEHÜLLE

Steht vielleicht ein Hausanstrich, eine Dachneueindeckung oder eine Putzerneuerung an Ihrem Gebäude an? Dann ist jetzt der richtige Zeitpunkt für eine energetische Modernisierung. Informieren Sie sich im Rahmen einer Energieberatung über die Möglichkeiten und gesetzlichen Verpflichtungen. Für eine wesentliche Verbesserung der energetischen Qualität sollten Sie Folgendes beachten:

Dämmstoffe

Für die Wärmedämmung stehen zahlreiche Materialien und verschiedene Ausführungen zur Auswahl. Das wichtigste Merkmal für die Effizienz der Gebäudehülle ist der Wärmedurchgangskoeffizient, der sogenannte U-Wert der Bauteile. Je niedriger dieser ist, desto besser ist die Dämmeigenschaft. Der U-Wert ist wesentlich von der Dicke und der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs abhängig. Die Tabelle zeigt die energetischen Qualitäten von Bauteilen verschiedener Gebäudeenergiestandards.

		Bestand (50er Jahre)	Modernisierung nach GEG	Modernisierung KfW-Effizienzhaus 55	Hocheffiziente Modernisierung
Außenwand	z.B. Polystyrol	-	ca. 12 cm	ca. 20 cm	ca. 24 cm
Dach	z.B. Polyurethan	-	ca. 10 cm	ca. 16 cm	ca. 20 cm
Kellerdecke	z.B. Mineralfaser	-	ca. 6 cm	ca. 8 cm	ca. 10 cm
Fenster	U _w -Wert	3,2 W/(m²K)*	1,3 W/(m²K)	1,0 W/(m²K)	0,8 W/(m²K)
Lüftung		Fensterlüftung	Abluftanlage	Abluftanlage	Kontrollierte Wohnraumlüftung

*Isolierverglasung (Fenster wurden bereits einmal ausgetauscht)

Die untere Tabelle verdeutlicht, dass dieselbe Bauteilqualität (U-Wert) entweder durch hocheffiziente Dämmstoffe (niedrige Wärmeleitfähigkeit) mit geringer Dicke oder durch weniger effiziente, aber dickere Dämmstoffe erreicht wird. Beispielsweise erfordert der Anschluss des Fensterrahmens an eine Mauerwerksinnenecke häufig eine effiziente (und teurere), aber schmale Laibungsdämmung (siehe Foto).

Material	Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]	Dämmstoffdicke [cm]	U-Wert [W/(m²K)]	Brandschutzklasse
Phenolharz-Hartschaum	0,023	15	0,15	Schwer entflammbar
Polystyrol	0,032	21		Schwer entflammbar
Mineralfaser	0,032	21		Nicht brennbar
Zelluloseflocken	0,037	25		Normal entflammbar
Holzfasern	0,038	25		Normal entflammbar
Hanf	0,040	27		Normal entflammbar



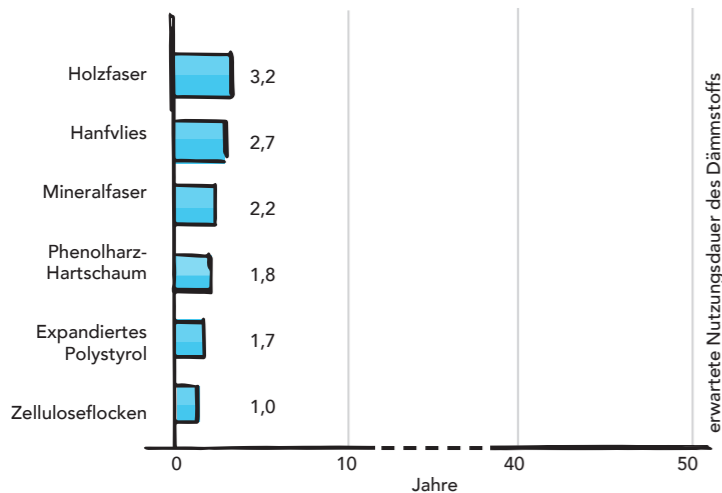
Wohnbau Gießen GmbH

Häufig gestellte Fragen:

Ist die graue Energie von Dämmstoffen höher als die Einsparung von Energie?

Was ist graue Energie? Als graue Energie wird die Energie bezeichnet, die für Herstellung, Transport und Entsorgung von Produkten (auch Dämmstoffen) erforderlich wird. Zur Berechnung wird der Einsatz erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energie herangezogen. Wenn die Energieeinsparung durch eine energetische Maßnahme die graue Energie ausgeglichen hat, spricht man von energetischer Amortisation. Die unten stehende Grafik beziffert sie beispielhaft für eine hocheffiziente Außenwanddämmung beim Einsatz verschiedener Materialien. Es zeigt sich, dass sich die Dämmmaßnahme unabhängig vom Dämmstoff nach kurzer Zeit energetisch rechnet.

Energetische Amortisation einer Außenwanddämmung (Fallbeispiel)



Eingangsdaten aus Ökobaudat des BMI

Der Einsatz von Dämmstoffen bringt Kostenvorteile. Weder der Verbrauch grauer Energie noch die Entsorgung und das Brandrisiko sprechen dagegen. Ihre Energieberaterin oder Ihr Energieberater wird Sie darüber ausführlich informieren.

Was passiert mit Dämmstoffen nach der Nutzung?

Alternativ zur stofflichen Wiederverwendung, der Energiegewinnung durch Verbrennen und der Deponierung als Bauschutt eignen sich verschiedene Entsorgungsmöglichkeiten. Bei sortenreinem Rückbau kann beispielsweise zerkleinerte Mineralfaserdämmung als Zuschlagstoff für die Ziegelherstellung eingesetzt werden. Rückgebaute Hartschaumplatten können durch chemische Prozesse erneut als Rohstoff in der Dämmplattenherstellung Verwendung finden. Einen Vorteil können Naturdämmstoffe bieten. Sofern sie keine Zusatzstoffe enthalten, können sie kompostiert werden.

Besteht durch Dämmstoffe ein hohes Brandrisiko?

Die kostengünstigen und weit verbreiteten geschäumten Dämmstoffe wie Polystyrol sind schwer entflammbar. Dennoch zählen sie baufachlich zur Kategorie der brennbaren Dämmstoffe. Bei Bränden sind schwer entflammbare Dämmstoffe allerdings nur selten beteiligt. In den sehr seltenen Fällen des Brandes von Dämmstoffen wurden regelmäßig die Regeln der Technik missachtet. Der fachgerechte Einbau und der brandhemmende Schutz müssen eine hohe Priorität während und nach der Modernisierung haben. Im Übrigen gewährleisten nichtbrennbare Dämmstoffe wie Mineralfaser in diesem Bereich zuverlässigen Brandschutz.

KOMPONENTEN DER GEBÄUDEHÜLLE

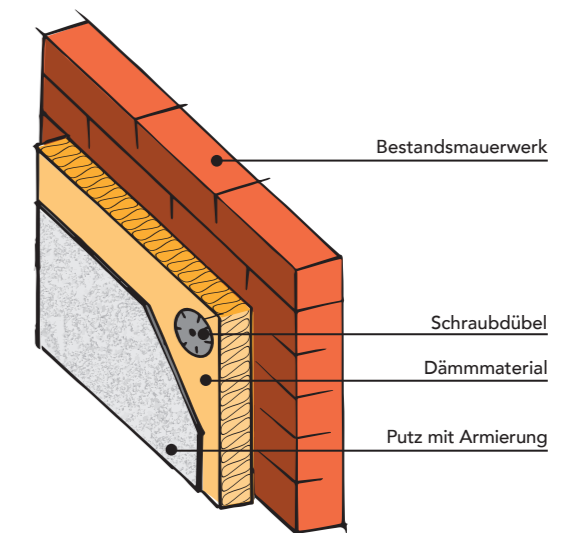
Eine energetische Modernisierung stellt Sie vor die Wahl verschiedener Konstruktionen und Ausführungen der energierelevanten Bauteile. Die Berücksichtigung von Details wie die Eignung von Dämmstoffen für den Wanduntergrund ist dabei von besonderer Bedeutung. Professionelle Unterstützung erhalten Sie durch eine Expertin oder einen Experten für Fachplanung oder Energieberatung, um ein kostengünstiges, behagliches und bauschadenfreies Wohnen zu garantieren.

Außenwand

Für eine nachträgliche, hocheffiziente energetische Außenwanddämmung stehen zwei verschiedene Dämmsysteme zur Verfügung:

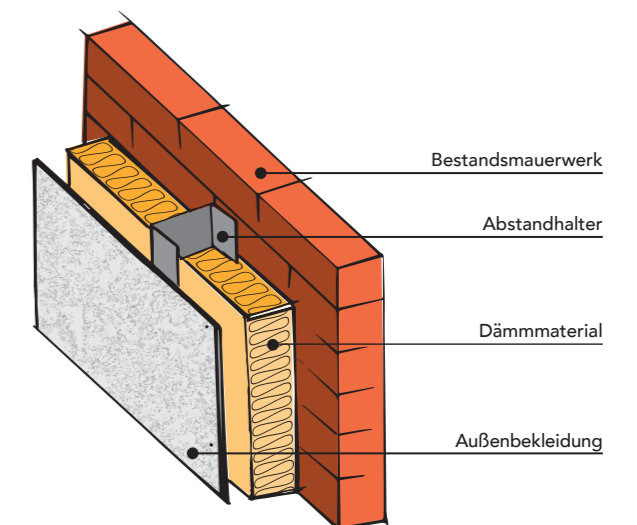
- **Das Wärmedämmverbundsystem (WDVS)** charakterisiert insbesondere eine hohe Kosteneffizienz und die Möglichkeit zum Einsatz von verschiedenen Dämmstoffmaterialien. Beim WDVS handelt es sich um aufeinander abgestimmte Komponenten. Voraussetzung ist ein sorgfältiger Einbau durch einen Fachbetrieb, der den Dämmstoff fugenlos und ohne Hinterlüftung auf dem Untergrund aufbringt.

Wandaufbau eines Wärmedämmverbundsystems



- **Die hinterlüftete Vorhangfassade (VHF)** bietet durch die Wahl der Außenbekleidung einen großen visuellen Gestaltungsspielraum (z. B. Holz, Naturstein, Keramik, Metallblech). Entsprechend unterschiedlich können die Investitionskosten ausfallen. Vorteile bietet das System beim Aufwand für die Wartung. Als Dämmmaterial wird häufig Mineralfaser eingesetzt. Zur Feuchteabfuhr ist die Außenbekleidung hinterlüftet. Zur Vermeidung von Wärmeverlusten sollte der Abstandhalter aus gering wärmeleitendem Material wie glasfaserverstärktem Kunststoff bestehen.

Wandaufbau einer Vorhangfassade



Mehr zum Thema:
Dachmodernisierung
Energieeffizient
www.lea-hessen.de



Mehr zum Thema:
Innendämmung
Behaglich,
sicher, kostengünstig
www.lea-hessen.de



Das WDVS oder die VHF sind für einschalige, verputzte Wände die richtige Wahl. Besteht die Außenwand aus zwei Mauerchalen, kommt alternativ oder zusätzlich zu WDVS und VHF die Kerndämmung mit Einblasdämmstoff infrage.

Für strukturierte Fassaden wie bei Gründerzeit- und Jugendstilgebäuden oder Sichtfachwerk eignet sich die Innendämmung. Das gilt auch für Gebäude, die unter Denkmal- oder Ensembleschutz stehen. Dennoch gibt es Beispiele sensibler Bestandsgebäude, bei denen die Außenwand energetisch in hohem Maß verbessert wurde. Zur Innendämmung finden Sie in der Energiesparinformation 5 „Innendämmung“ ausführliche Informationen.

Dach und oberste Geschossdecke

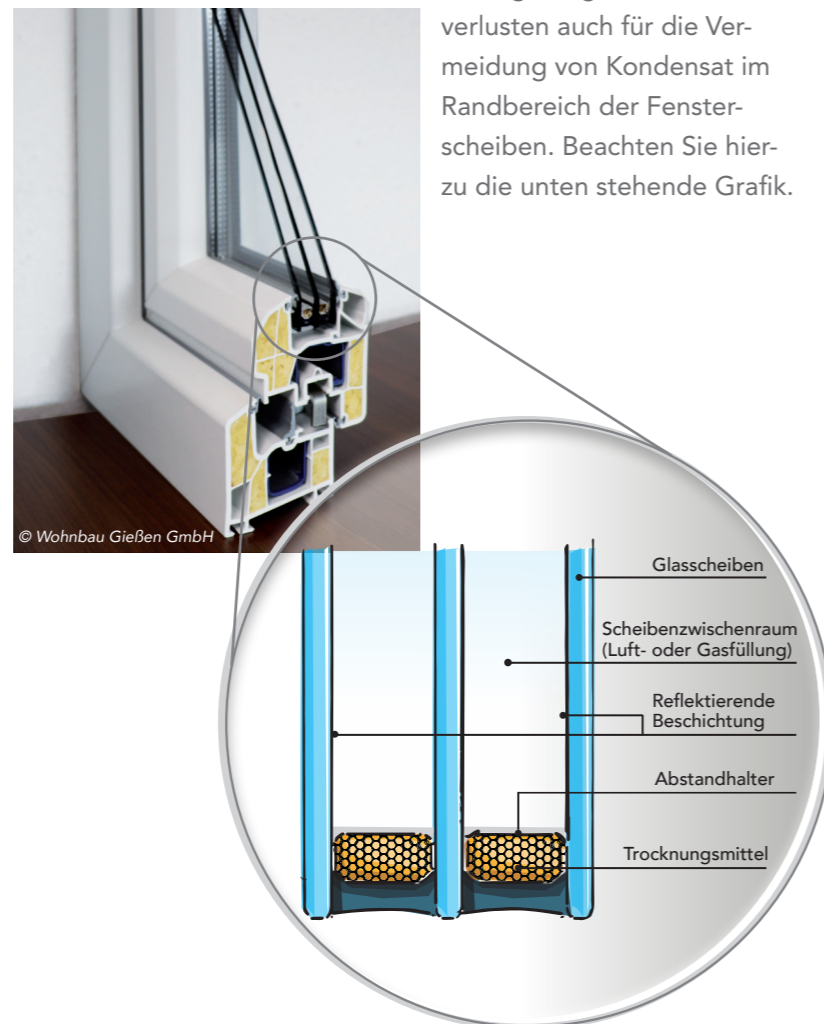
Je nach Bauweise macht das Dach ca. 20 bis 30% der Gebäudehüllfläche aus, das heißt: Hier entstehen signifikante Wärmeverluste. Deshalb empfiehlt es sich, im Dachbereich hohe Dämmdicken von 25 bis 40 cm zu verbauen. Beachten Sie zudem, dass gesetzliche Nachrüstpflichten bestehen. Näheres erfahren Sie dazu in der Energiesparinformation 3 „Dachmodernisierung Energieeffizient“.

Richten Sie Ihre besondere Aufmerksamkeit auf den oberen Gebäudeabschluss, es lohnt sich!

Fenster

Bei der Modernisierung der Fenster kommt es in erster Linie auf den Wärmedurchgangskoeffizienten (U_{window} oder U_w) an. Fenster bestehen hauptsächlich aus der Verglasung, die von einem Rahmen umschlossen ist. Der Rahmenanteil am Gesamtfenster beträgt ca. 15 bis 35%. Sowohl die Verglasung (U_{glas}) als auch der Rahmen (U_{frame}) besitzen spezifische Wärmedurchgangskoeffizienten, die sich unter Einbeziehung des Wärmeverlustes über den Abstandhalter flächengewichtet zu einem finalen U_w -Wert zusammensetzen. Er ist maßgebend für die energetische Bewertung von Fenstern und in Leistungsbeschreibungen aufzunehmen.

Abstandhalter mit geringer Wärmeleitfähigkeit, beispielsweise aus Kunststoff, sorgen neben der Verringerung von Wärmeverlusten auch für die Vermeidung von Kondensat im Randbereich der Fensterscheiben. Beachten Sie hierzu die unten stehende Grafik.



Beim erstmaligen Einbau oder bei der Erneuerung von Fenstern schreibt aktuell der Gesetzgeber einen U_w -Wert von $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ vor. Mehr Energieeinsparung erreichen Sie jedoch mit einer 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung.

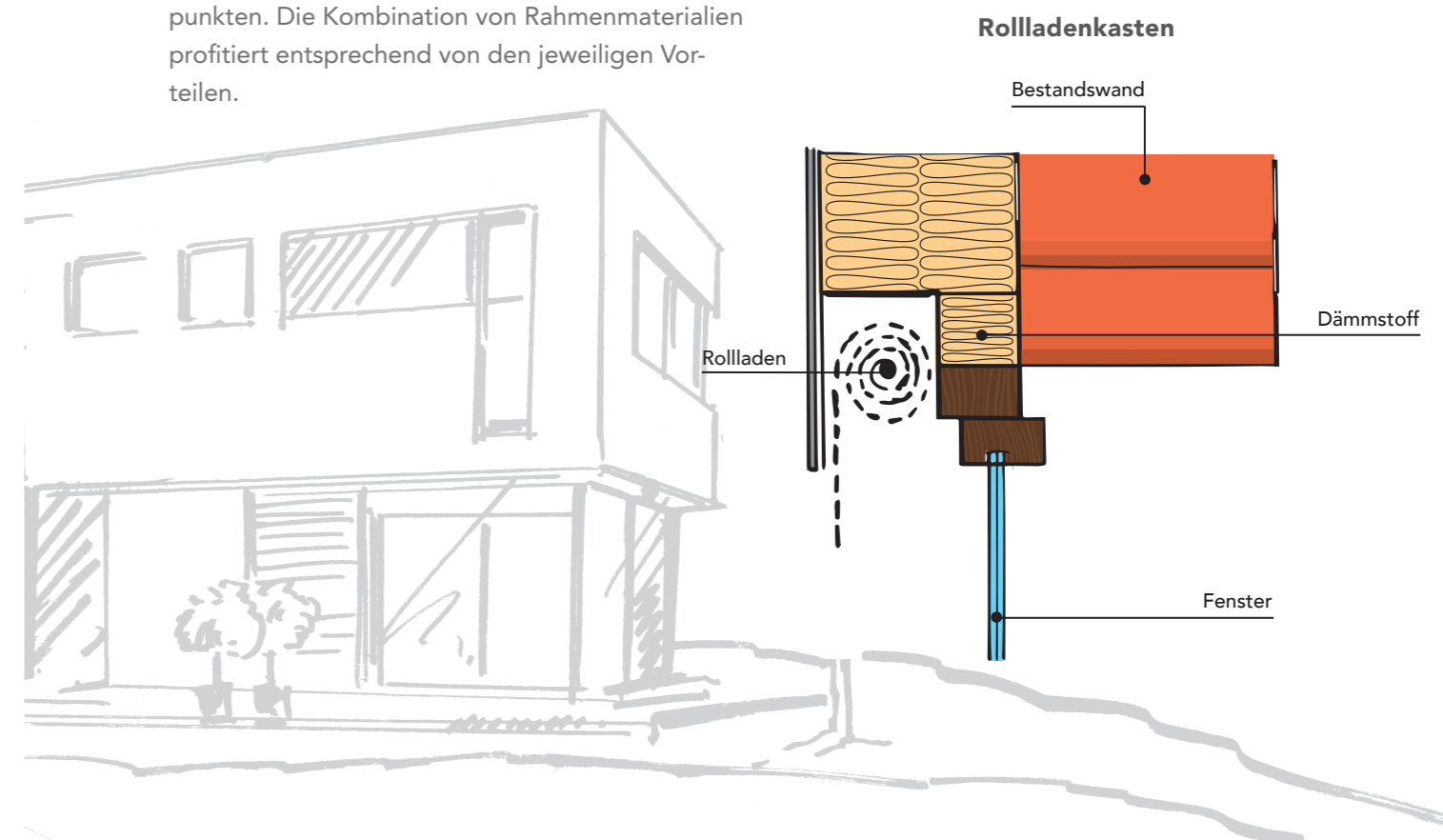
Unabhängig von den eingesetzten Rahmenmaterialien ist ein Wärmedurchgangskoeffizient des Gesamtfensters mit einer 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung von weniger als $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ möglich. Dieser sorgt für optimalen Wärmeschutz und hohe Behaglichkeit.

Kunststoffrahmen sind in der Anschaffung preiswert und zeigen einen geringen Wartungsaufwand. Holzrahmen besitzen Vorteile in Bezug auf das Wohnklima und die Formbeständigkeit, während Aluminiumwerkstoffe bei der Witterungsbeständigkeit und auch beim Wartungsaufwand punkten. Die Kombination von Rahmenmaterialien profitiert entsprechend von den jeweiligen Vorteilen.

Achten Sie beim Fenstertausch auch auf die Rollladen- bzw. Raffstorekästen.

Durch ungedämmte Rollladenkästen können große Wärmeverluste entstehen. Es ist sinnvoll, bei einem Fenstertausch auch den Rollladenkasten zu ersetzen.

Die unten stehende Grafik zeigt die optimierte Einbauebene des Rollladenkastens. Hersteller bieten wärmeoptimierte und luftdichte Systeme an. Insbesondere wenn nach der Modernisierung die neuen Fenster und der Rollladenkasten in der Ebene des Mauerwerks verbleiben, sind Detaillösungen zum wärmeoptimierten Anschluss erforderlich. Informieren Sie sich hierzu bei einer Expertin oder einem Experten für Fachplanung oder Energieberatung.



Optimierung der Fenstersituation

Nutzen Sie die solare Wärme Ihrer Fenster!
Obwohl Fenster die Bauteile mit den größten Wärmeverlusten darstellen, lassen sich durch sie auch Wärmegewinne erzielen, die Sie im Zuge einer energetischen Modernisierung nicht außer Acht lassen sollten.

Zwei Größen haben Einfluss auf die Wärmegewinne eines Fensters:

■ **Der Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert)** beschreibt den Anteil der solaren Einstrahlung, die über die Verglasung zur Erwärmung des Gebäudes beiträgt. Je höher er ist, desto besser. Er steht in Konkurrenz zum Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) der Verglasung. In Nordfassaden hat der g-Wert wegen geringer Sonneneinstrahlung eine untergeordnete Bedeutung (Größenordnung g-Wert 0,5). Ein optimierter U_w -Wert ist dagegen vorteilhaft. Anders verhält es sich bei Fenstern in sonnigen Südfassaden. Denn hier überwiegt der Vorteil der solaren Wärmegewinnung (Größenordnung g-Wert 0,6). Es lohnt sich, verschiedene Verglasungen im Gebäude einzusetzen.

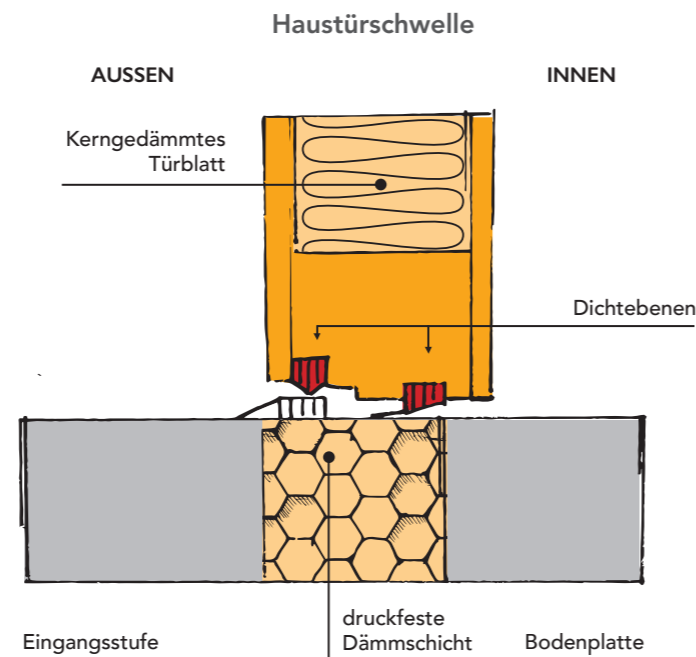
■ **Der Fensterflächenanteil** – v. a. auf der Südfassade – ist besonders bei hocheffizienten Gebäuden von Bedeutung. Hochwertige 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen auf der Südseite führen bei zunehmender Verglasungsfläche zu einem sinkenden Heizwärmebedarf. Ideal sind Fensterflächenanteile auf der Südseite zwischen 20 und 60 Prozent der Fassadenfläche. Im Gebäudebestand kann die Vergrößerung der Fensterfläche in Höhe oder Breite von Vorteil sein.

Außentüren

Ähnlich wie bei den Fenstern lässt sich auch bei Außentüren der zu erzielende Wärmeschutz durch die Wahl des Materials sowie dessen Dicke beeinflussen. Holz- und Kunststofftüren besitzen als Standardausführung einen U_{door} -Wert von ca. $1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Es geht aber auch besser!

Wärmedämmte Außentüren (U_{door} -Wert ca. $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) mindern signifikant die Wärmeverluste und führen zu hoher Behaglichkeit im Hausflur – auch in direkter Türnähe.

Eine problematische Wärmebrücke stellt bei vielen Gebäuden die Verbindung von Eingangsstufe und Bodenplatte dar. Viele Jahrzehnte war es gängige Baupraxis, beide Komponenten aneinanderzugießen. Bei einer hocheffizienten Modernisierung sollten die Eingangsstufe und die Bodenplatte thermisch getrennt ausgeführt werden. Zudem sind die umlaufenden Dichtungsebenen der Außentür zu berücksichtigen. Diese Maßnahmen verbessern den Wärmeschutz, die Bauschadenfreiheit und die Behaglichkeit.



Unterer Gebäudeabschluss und Gebäudesockel

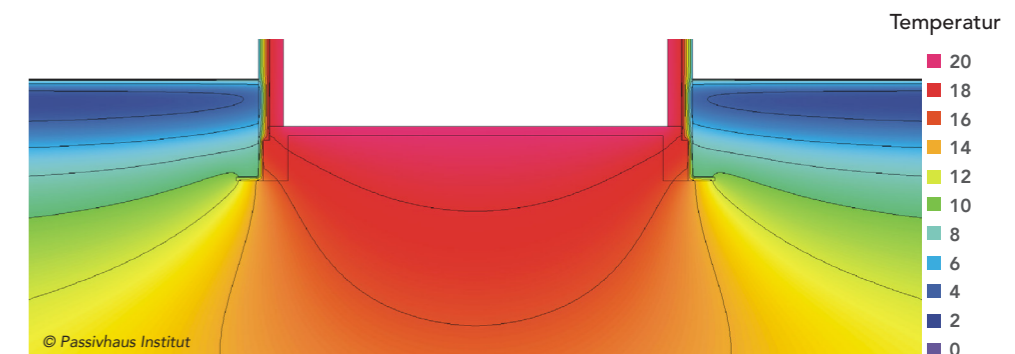
Die Kellerdecke ist vergleichsweise einfach von unten zu dämmen. Ähnlich wie bei der Bodenplatte ist die nachträgliche Dämmung von oben aufwändiger. Bieten Erd- oder Kellergeschosse keine ausreichenden Raumhöhen, sind individuelle Lösungen zu suchen. Eine Möglichkeit können dünnere, aber effizientere Dämmstoffe sein. Achten Sie vor allem auf den Kellerabgang, er sollte gedämmt und luftdicht ausgeführt werden.

Im Fall von beheizten untersten Geschossen oder wenn die Kellerdecke nicht gedämmt werden kann, stellt die Bodenplatte den unteren thermischen Gebäudeabschluss dar. Oft kann im Gebäudebestand die Bodenplatte aus bautechnischen Gründen nicht oder nur mäßig gedämmt werden. Um den Wärmeabfluss dennoch zu verringern, eignet sich das Anbringen einer Außenwanddämmung bis über die Fundamente hinaus (alternativ als liegende Dämmung). Die unten stehende Grafik macht folgenden Effekt deutlich:
Bei einer Ausführung von seitlichen Dämmschürzen fließt Wärme aus dem Gebäude fast ausschließlich in das Erdreich unterhalb der Bodenplatte ab. In einer mehrjährigen Einschwingzeit bildet sich ein sogenannter Wärmesee.



Der Gebäudesockel sollte bei einer Außenwanddämmung Teil Ihrer Planung sein. Wird die Kelleraußenwand für das Aufbringen einer Feuchtigkeitssperre freigegeben, ist der gleichzeitige Einbau einer Wärmedämmung im Erdreich, die sogenannte Perimeterdämmung, sinnvoll. Der Übergang zwischen Außenwanddämmung und Perimeterdämmung wird in der Regel mit einem speziellen Sockelprofil ausgebildet. Metallische Profile verursachen bedeutende negative Wärmebrückeneffekte. Die Ausführung mit einem wärmebrückenfreien Kunststoffprofil mit Einputzgewebe ist deshalb die bessere Wahl.

Die geringe Temperaturdifferenz zwischen dem untersten Geschoss und dem Erdreich verringert zukünftig die Wärmeverluste und vermeidet Fußkälte.



Gebäudeklima

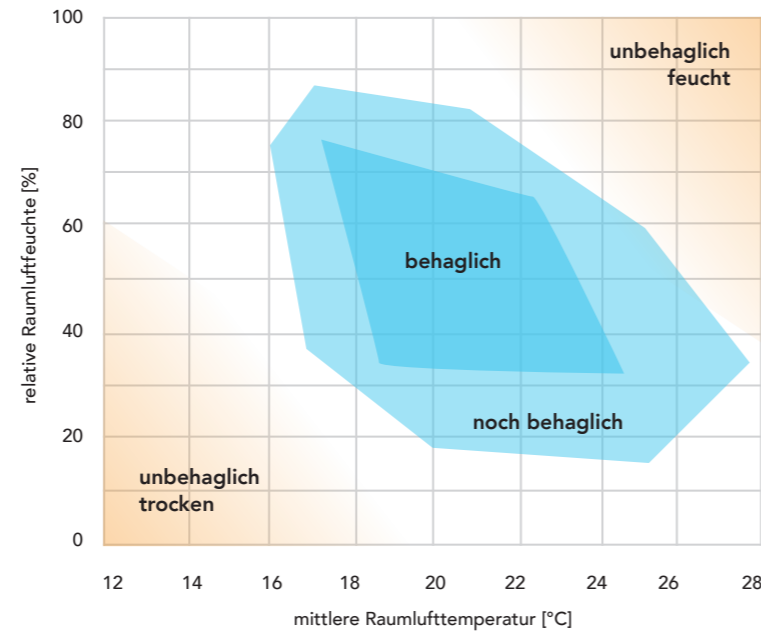
Das Klima in einem Gebäude wird sehr unterschiedlich empfunden. Wir zeigen Ihnen wichtige, objektiv messbare Parameter, die das Gefühl von Behaglichkeit in einem Gebäude beeinflussen.

Die Luftfeuchtigkeit im Gebäude erhöht sich zum Beispiel durch Personen und Pflanzen oder die Feuchteinträge durch Duschen und Baden. Sie wird durch das Lüften reguliert. Ein Austausch geschieht über Leckagen (Infiltration), die klassische Fensterlüftung oder eine mechanische Be- und Entlüftung.

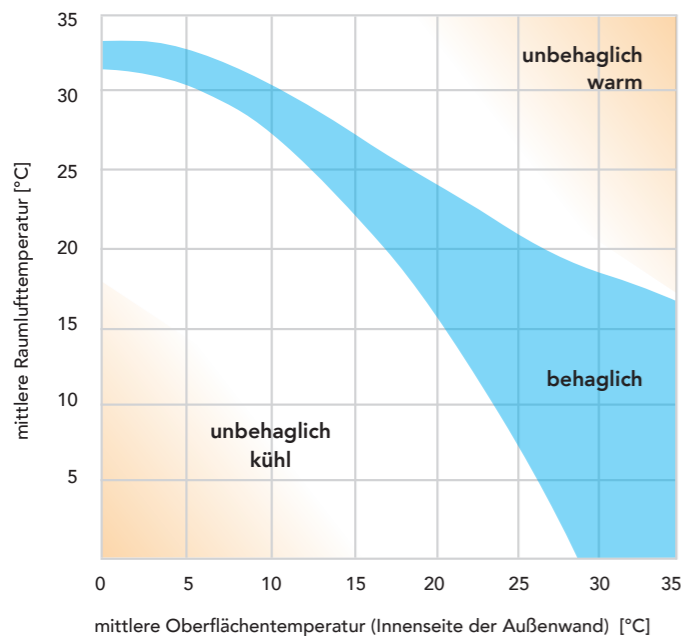
Für eine hohe Behaglichkeit spielt die relative Raumluftfeuchte eine Rolle. Sie ist an einem Hygrometer abzulesen.

Je höher die Luftfeuchtigkeit ist, desto geringer darf die Raumlufttemperatur sein, um noch als behaglich empfunden zu werden.

Einfluss der Raumluftfeuchte auf die Behaglichkeit



Einfluss der Oberflächentemperatur auf die Behaglichkeit



Die **gefühlte Temperatur** ist etwa der Durchschnitt aus Wandoberflächen- und (an einem Thermometer abzulesender) Lufttemperatur im Raum. Bei niedrigen Oberflächentemperaturen von Bauteilen kann der Aufenthalt im Raum trotz hoher Lufttemperatur als unbehaglich empfunden werden. Eine Wärmedämmung sorgt für warme Innenoberflächen, indem Wärmeverluste vermieden werden.

Ein behagliches Innenraumklima kann somit schon bei geringerer Lufttemperatur und entsprechend weniger Brennstoffverbrauch erreicht werden.

Sonderfall: Fenster und Behaglichkeit

Bei Fenstern ist der Aspekt der Behaglichkeit besonders entscheidend, weil über die Fenster vergleichsweise hohe Verluste über Wärmeleitung und Wärmestrahlung entstehen.

Die rechts stehende Grafik zeigt: Bei einer 2-Scheiben-Isolierverglasung – (typisches Baujahr 1974) sind die Wärmeverluste so groß, dass bei niedrigen Außentemperaturen eine Wärmezufuhr (durch Anordnung eines Heizkörpers unter dem Fenster) erforderlich ist, um Behaglichkeit zu erreichen.

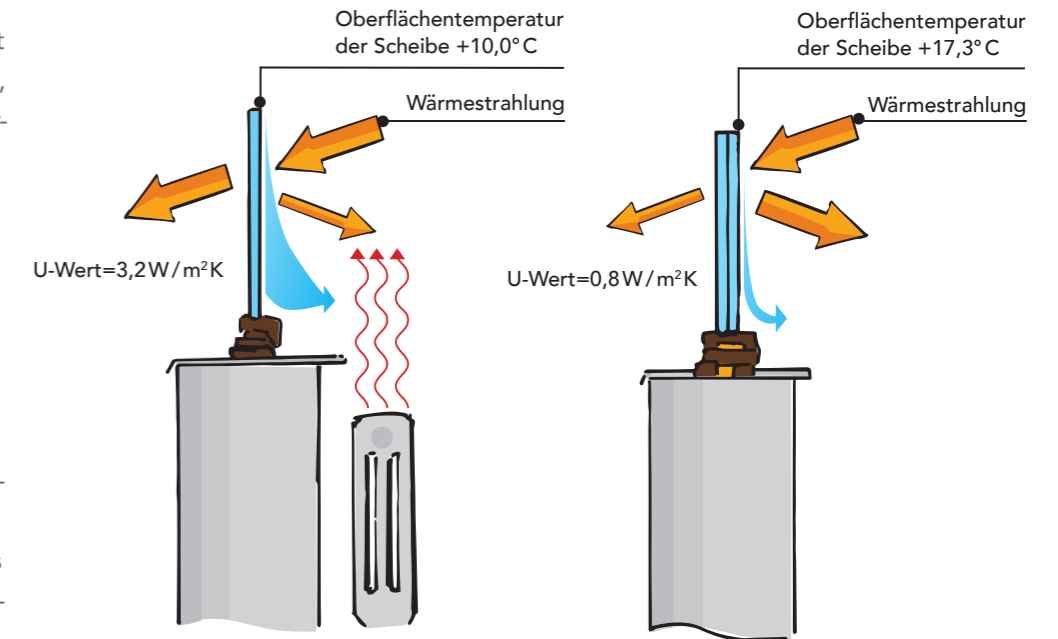
Bei einer 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit einem energetisch hochwertigen Fensterahmen ($U_w < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) kann auf einen Heizkörper unter dem Fenster verzichtet werden.

Dies ermöglicht den Einsatz von Flächenheizungen oder von Heizkörpern an anderer Stelle im Raum.

Luftdichtheit

Die Luft- und Winddichtheit der Gebäudehülle sind wesentliche Merkmale für das energieeffiziente Bauen und Modernisieren. Luftdichte Gebäude zeichnen sich aufgrund verringerter bzw. kontrollierter Lüftungswärme-

Thermische Effekte einer 2- und 3-Scheiben-Verglasung



verluste durch eine hohe Energie- und Kosteneinsparung aus.

Verbesserungen der Luftdichtheit lassen sich durch eine qualitätsgesicherte Ausführung von Bauteilmodernisierungen, insbesondere der Bauteilanschlüsse, erreichen. Sprechen Sie mit der für die Fachplanung beauftragten Person über die Bedeutung für das Lüftungskonzept.

Weitere positive Eigenschaften luftdichter Gebäude mit Lüftungskonzept:

- Vermeidung von Bauschäden
- erhöhter Schallschutz
- Steigerung der Behaglichkeit im Gebäude
- optimale Funktion einer ventilatorgestützten, mechanischen Lüftungsanlage



Zur Qualitätskontrolle der Luftdichtheit wird ein sogenannter Blower-Door-Test durchgeführt. Dabei wird nach der Abdichtung von Leckagen in der Gebäudehülle künstlich eine Druckdifferenz zwischen dem Gebäudeinneren und der Außenluft erzeugt. Realisierte Projekte beweisen, dass auch im modernisierten Altbau der definierte Standard für Passivhäuser (siehe Tabelle) erreicht werden kann.

Hygienischer Luftwechsel

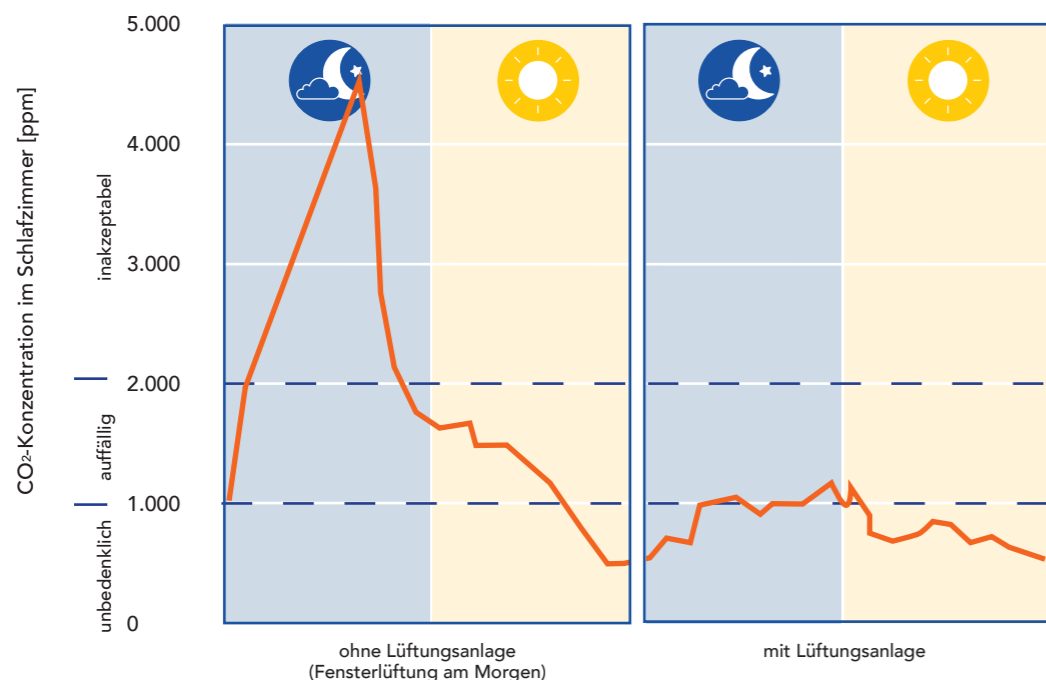
Um einen hygienischen Mindestluftwechsel zu gewährleisten, werden – insbesondere für Neubauten und umfassend modernisierte Gebäude – Lüftungskonzepte erforderlich, die neben der Luftqualität (z. B. CO₂) die notwendige Entfeuchtung der Raumluft sicherstellen. In dichten Gebäuden kann zwar der Luftaustausch durch Fensterlüftung erfüllt werden, allerdings wäre dafür mehrfaches Querlüften am Tag und in der Nacht erforderlich.

Anforderungswerte verschiedener Quellen zur Luftdichtheit (Luftwechsel pro Stunde)		
Neubau	Gebäude ohne raumluftechnische Anlage lt. Gebäudeenergiegesetz	3,0
	Gebäude mit raumluftechnischer Anlage lt. Gebäudeenergiegesetz	1,5
	Passivhaus	0,6
Bestand	Nicht modernisierter Zustand	3 bis größer 5
	Zielwert im hessischen Förderschwerpunkt „Modernisierung zum Passivhaus im Bestand“	1,0

Für einen ausreichenden Luftwechsel empfiehlt sich deshalb in vielen Fällen eine mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zur Be- und Entlüftung.

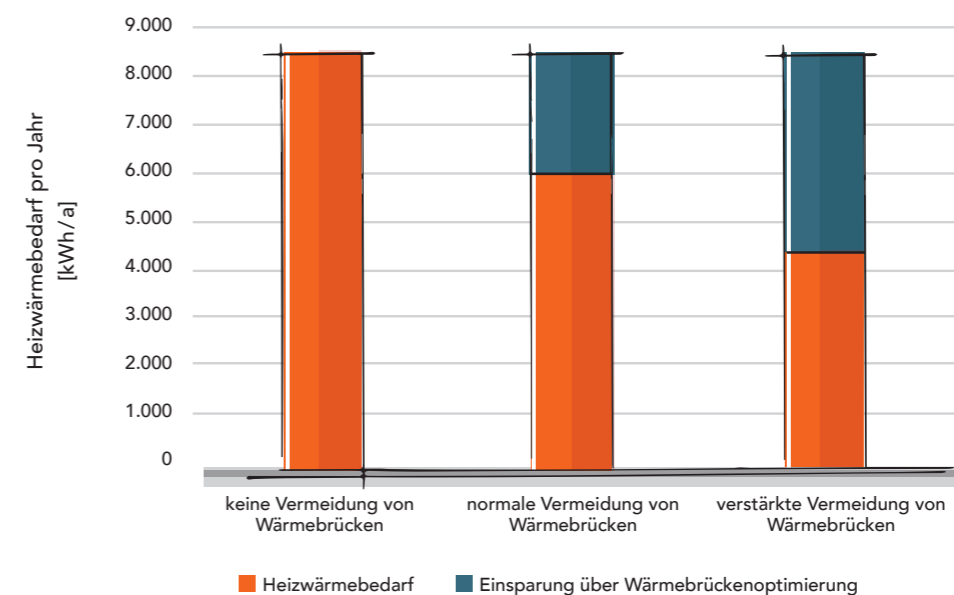
Wie sich die Raumluft mit und ohne Lüftungsanlage verändert, zeigt die unten stehende Grafik. Mehr erfahren Sie dazu in der Energiesparinformation 7 „Gute Luft zuhause – Clever lüften“.

CO₂-Konzentration im Schlafzimmer im luftdichten Gebäude mit unterschiedlichen Lüftungsvarianten



© HessenEnergie Gesellschaft für rationelle Energienutzung mbH

Auswirkung verschiedener Niveaus des Wärmebrückenverlusts auf den Heizwärmebedarf eines energetisch hocheffizient modernisierten Bestandsgebäudes



Wärmebrücken und Bauteilanschlüsse

Wärme geht immer den Weg des geringsten Widerstandes. An Durchdringungen der Dämmung oder an der Schnittstelle zweier Bauteile stellt sich oft ein veränderter (meist erhöhter) Wärmefluss ein. Diese örtlich begrenzten Schwachstellen in der Gebäudehülle bezeichnet man als Wärmebrücke.

Auswirkungen von Wärmebrücken sind:

- meist erhöhte Wärmeverluste
- meist verringerte innere Oberflächentemperaturen, was zum Durchfeuchten von Bauteilen und Schimmelwachstum führen kann.

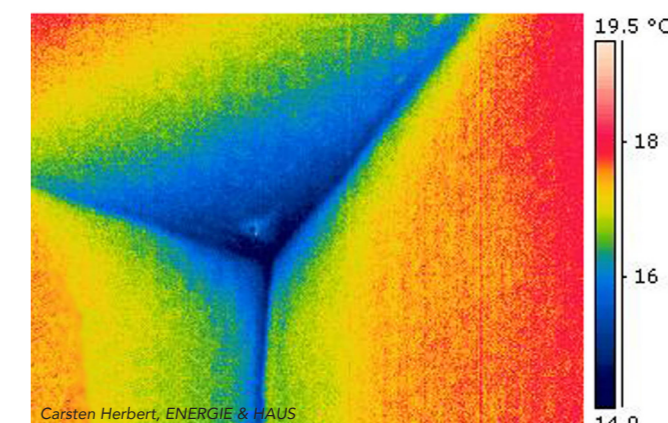


Carsten Herbert, ENERGIE & HAUS

Die oben stehende Grafik verdeutlicht den energetischen Einfluss bei einer entsprechenden Berücksichtigung in der Planung.

In der Ausführung ist darauf zu achten, Wärmebrücken zu vermeiden. Detaillierte Hinweise zu verschiedenen Arten von Wärmebrücken-Vermeidungsstrategien finden Sie in der Energiesparinformation 8 „Gute Dämmung rundherum“.

Wärmebildaufnahmen der betroffenen Bauteile sind bei der Schwachstellensuche hilfreich. Sie machen die Temperaturverteilung am Bauteil und damit Wärmebrücken sichtbar.



Carsten Herbert, ENERGIE & HAUS

Wärmebrückenfreier Fenstereinbau

Schon die Wahl der Einbauebene des Fensters in die Außenwand nimmt erheblichen Einfluss auf den Wärmeverlust. Um ihn zu minimieren, sollte die Außenwanddämmung möglichst weit über den Fensterrahmen gezogen werden. Bewährt hat sich der Fenstereinbau möglichst weit nach außen im Wandaufbau.

Dadurch lassen sich die Wärmeverluste im Anschlussbereich reduzieren, höhere solare Gewinne erzielen und der sogenannte Schießcharteneffekt vermeiden. Die Fenster können durch Winkel oder Vorwandmontagesysteme an geeigneter Stelle positioniert werden. Die unten stehende Grafik verdeutlicht schematisch den Fensteranschluss.

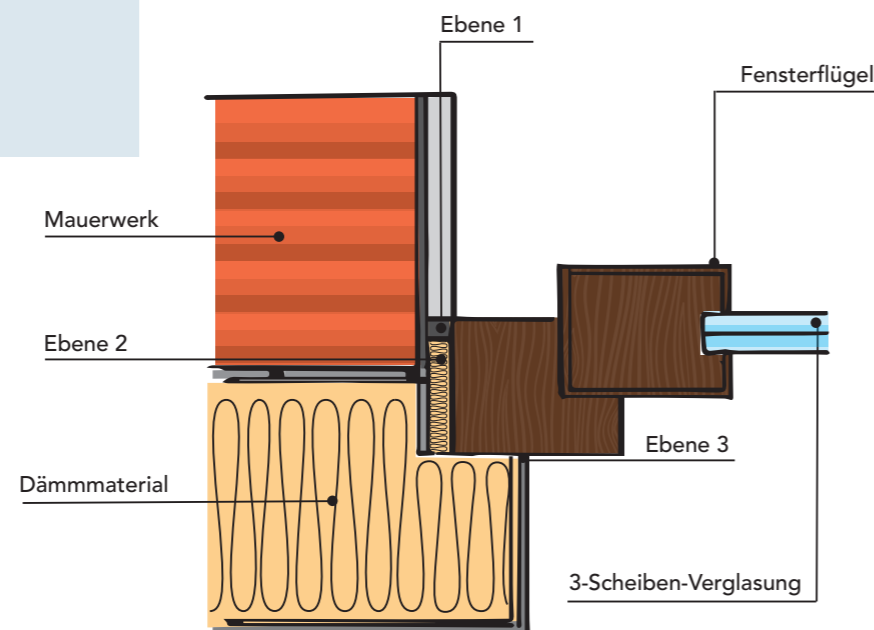
Achten Sie auf:

- die Luftdichtheit (Ebene 1 innerer Fugenbereich),
- den Wärme- und Schallschutz (Ebene 2 mittlerer Fugenbereich)
- sowie die Winddichtheit und den Schlagregenschutz (Ebene 3 äußerer Fugenbereich).



Am sinnvollsten ist es, die Außenwanddämmung und den Fenstertausch zeitgleich durchzuführen.

Fensteranschluss an die Außenwand ohne Rollladenkasten (Draufsicht)



Sommerlicher Wärmeschutz

Was im Winter ein Vorteil ist, kann im Sommer schnell zum Problem werden: Wärme in Form solarer Strahlungsenergie kann über die Verglasungsflächen das Gebäude tagsüber übermäßig aufheizen. Massive Wände, Decken und Böden helfen dagegen, die Wärmeeinträge abzpuffern. Darüber hinaus empfehlen sich weitere Maßnahmen zur Reduzierung der solaren Einstrahlung und/oder zur Wärmeabfuhr aus dem Gebäude:

- **Feststehende horizontale Sonnenschutzrichtungen wie Dachüberstand oder Balkone**
Sie halten auf der Südseite von Gebäuden die hoch stehende Sonne ab, lassen die Wärmestrahlung der winterlich tief stehenden Sonne aber in das Gebäude.
- **Regulierbarer beweglicher Sonnenschutz wie außen liegende Raffstores**
Durch deren Einstellung kann eine Aufheizung der Räume vermieden und die indirekte Belichtung ermöglicht werden.

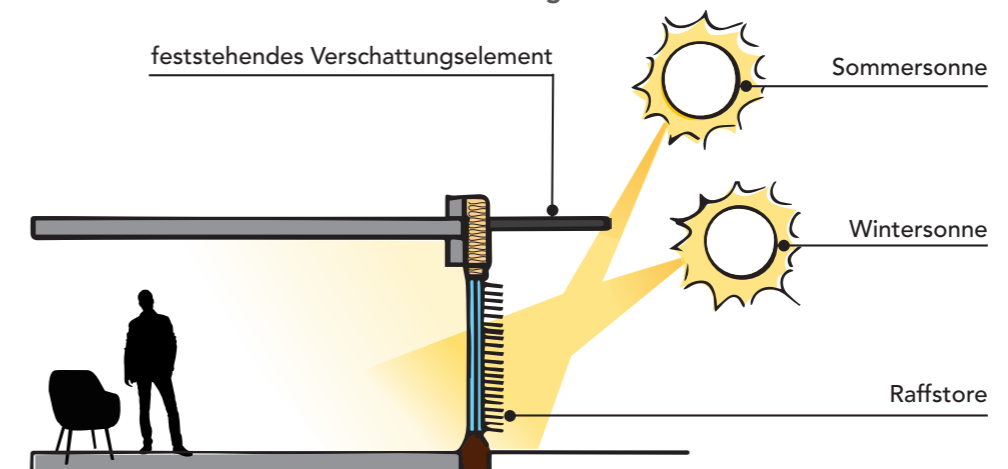
- **Verschattung der Dachflächenfenster**
Eine Verschattung von außen ist für den sommerlichen Wärmeschutz unverzichtbar.

- **Einsatz von Dämmmaterialien mit einer hohen Dichte**
Ausgebaute Dachräume in Holzbauweise sind für eine Aufheizung besonders anfällig. Dämmmaterialien mit hoher Wärmespeichermöglichkeit wie Holzfaser helfen, die Raumtemperatur zu regulieren.

- **Aktive Wärmeabfuhr**
Nutzen Sie das nächtliche Temperaturgefälle zwischen Innenraum und Außenluft. Durch Lüften sorgen Sie auf schonende Weise für die Wärmeabfuhr in Ihrem Gebäude. Bei einer Lüftungsanlage sollte im Sommer bei warmen Außentemperaturen die Wärmerückgewinnung ausgeschaltet werden. Auf den Einsatz von stromverbrauchenden Klimaanlage sollten Sie verzichten.

Mit baulichen Maßnahmen und bewusstem Nutzerverhalten ermöglichen Sie den sommerlichen Wärmeschutz.

Verschattungsvarianten





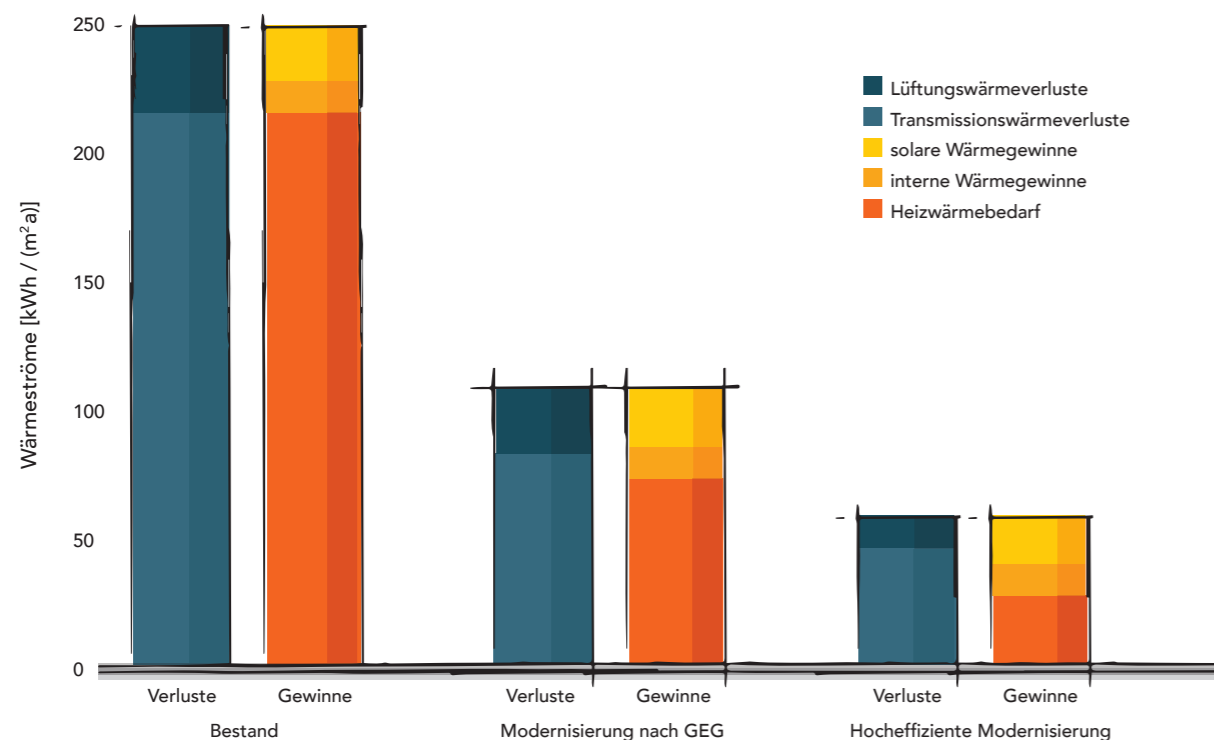
GEBÄUDEENERGIEBILANZ

Je nach Energiestandard treten bei jedem Gebäude Wärmeverluste und Wärmegewinne in unterschiedlicher Höhe auf. Bei der Energiebilanz kommt es darauf an, dass sich beide Wärmeströme die Waage halten. Es muss dem Gebäude genauso viel Wärme zugeführt werden, wie anderswo verloren geht.

Die Wärmeverluste unterteilen sich in Transmissions- (über die Gebäudehülle) und Lüftungswärmeverluste (über Leckagen, Fensterlüftung oder Lüftungstechnische Anlagen). Zu den Wärmegewinnen zählen solare Einstrahlung, interne Wärmequellen (wie Körperwärme oder Abwärme von elektrischen Geräten) und die über die Gebäudebeheizung zugeführte Wärme.

Die solaren und internen Wärmegewinne bleiben unabhängig vom Energiestandard auf vergleichbarem Niveau. In einem nach gesetzlichen Mindestanforderungen modernisierten Gebäude fallen diese freien Wärmegewinne in der Energiebilanz kaum ins Gewicht, während sie bei energetisch hocheffizienten Gebäuden einen signifikanten Anteil ausmachen (siehe Grafik).

Wärmegewinne und -verluste verschiedener Energiestandards



Je besser der Energiestandard eines Gebäudes ist, desto eher tragen die solare Einstrahlung und die internen Wärmegewinne zur Gebäudebeheizung bei. Das spart Heizenergie und Brennstoffkosten.

WIRTSCHAFTLICHKEIT

Eine energetische Gebäudesanierung stellt Sie vor die Frage, welcher Energiestandard Ihnen gute Ergebnisse im Hinblick auf Einsparung, Kosteneffizienz und Langlebigkeit bietet. Reicht der gesetzliche Mindeststandard aus oder ist ein höheres Effizienzniveau zielführend?

Modernisierungskosten

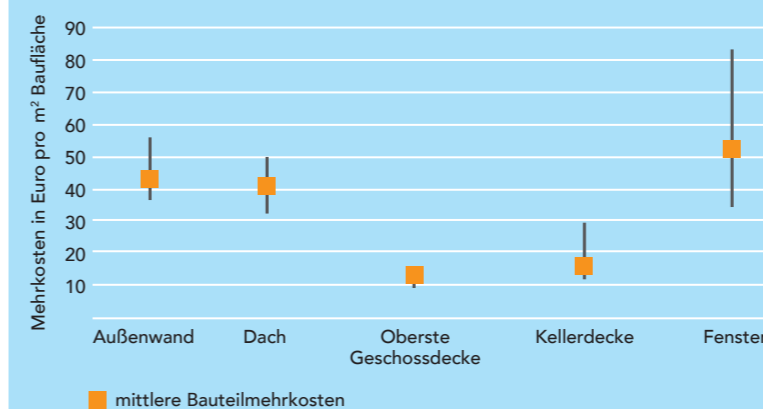
Investitionen in die energetische Modernisierung der Gebäudehülle oder in energierelevante Anlagentechnik fließen durch die Heizkosteneinsparungen langfristig wieder ins eigene Vermögen zurück. Wenn Sie im Zuge des Instandsetzungszyklus ohnehin Bauteile sanieren möchten oder staatliche Förderungen beanspruchen können, begünstigen diese Faktoren die Wirtschaftlichkeit Ihrer Investition zusätzlich.

Für umfassende Modernisierungsmaßnahmen sowie für die Umsetzung von Einzelmaßnahmen gibt der Gesetzgeber energetische Mindestanforderungen vor, die es einzuhalten gilt. Beachten Sie, dass sich eine Bauteildämmung oder die Fenster und Türen nachträglich nur mit unverhältnismäßig hohem baulichen und finanziellen Aufwand erneuern lassen. Deshalb sind energetisch hocheffiziente Bauteile bei einer Modernisierung von großem Vorteil.

Es lohnt sich, Mehrkosten für die Maßnahmen aufzuwenden, die über den gesetzlichen Mindeststandard hinausgehen.

Die unten stehende Grafik zeigt die Ergebnisse einer Analyse von Preisen abgerechneter Bauleistungen – untersucht durch das Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern. Abgebildet sind die Mehrkosten hocheffizienter Bauteilmmodernisierungen im Vergleich zum gesetzlichen Mindeststandard für Einzelmaßnahmen (jeweils vergleichbar mit den Eigenschaften der Bauteile in der oberen Tabelle auf Seite 5). Auch wenn die Kosten je Bauteil schwanken, geben sie grundsätzlich einen guten Anhaltspunkt, mit welchen Mehrinvestitionskosten bei einer hocheffizienten Modernisierungsmaßnahme zu rechnen wäre. Wenden Sie sich bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung an Ihre Energieberaterin oder Ihren Energieberater.

Bauteilmehrkosten einer hocheffizienten Modernisierung im Vergleich zum gesetzlichen Mindeststandard



Das Land Hessen fördert die hocheffiziente Modernisierung in einer Vielzahl von vorbildlichen Projekten mit attraktiven Zuschüssen. Erfahren Sie mehr z. B. in der Broschüre „Modernisierung zum Passivhaus im Bestand“.



© arch+E Gesellschaft von Architekten mbH Dipl.-Arch. Peter Hufer



Lebenszyklus

Bei der Bestandsmodernisierung ist die hochwertige Ausführung der Gebäudehülle ein zentraler Punkt für die Wertbeständigkeit eines Gebäudes. Die Investitionen sollten 50 Jahre und mehr Bestand haben. Kostengünstigere Lösungen führen zu einer niedrigen Energieeffizienz mit meist höheren Wärmeverlusten. Die Folge: Die Energiekosten belasten über einen langen Zeitraum in hohem Maße die Finanzen der Eigentums- und Mietparteien. Bei dem ältesten Passivhaus, gelegen in Darmstadt, untersuchte man nach 25-jähriger Nutzung die Nachhaltigkeit und den Zustand der eingesetzten Materialien und Lösungen.

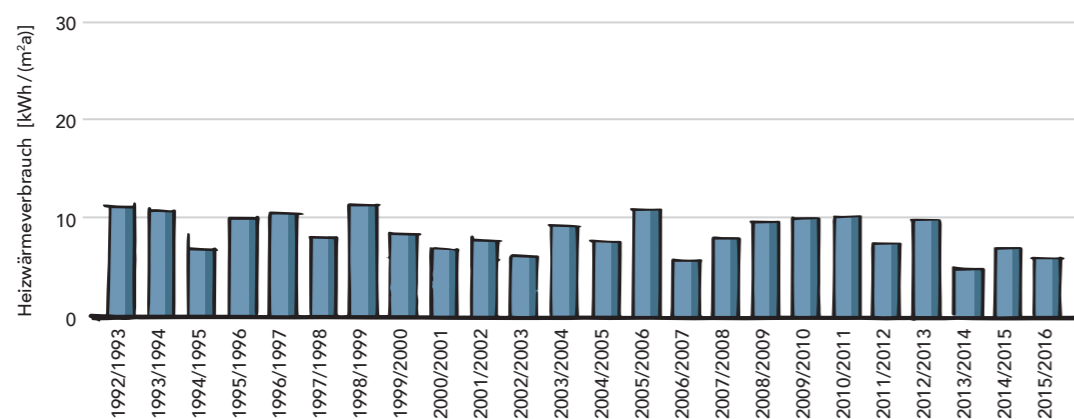
Das Ergebnis war eindeutig:

- Das **Wärmedämmverbundsystem** (Foto oben) hatte nichts von seiner Dämmwirkung und Funktionalität eingebüßt. Auch die **Dachkonstruktion und -dämmung** zeigten keinerlei Aufweichung und behalten so auch nach 25 Jahren uneingeschränkt ihre Eigenschaften.

- Das Einhalten der Anforderung an die **Luft-dichtheit** des Gebäudes konnte messtechnisch nachgewiesen werden, nachdem die Fenster eingestellt und die Lippendichtungen ausgetauscht wurden. Die Dämmwirkung der **3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung** wies eine ähnlich hohe energetische Qualität auf wie zum Zeitpunkt des Einbaus.
- Chemische und mikrobiologische Untersuchungen erbrachten keine vom Gebäude verursachten Belastungen; die **Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung** gewährleistete nach wie vor einen hygienischen Luftwechsel.
- Der gemessene **Heizwärmeverbrauch** lieferte über die gesamte Nutzungsdauer konstant niedrige Werte (s. Grafik).



Erstes Passivhaus, Darmstadt
Gemessener Heizwärmeverbrauch 1992-2016
Mittelwert: 8,4 kWh / (m²a)



Zahlenwerte vom Passivhaus Institut

Wirtschaftliches Optimum

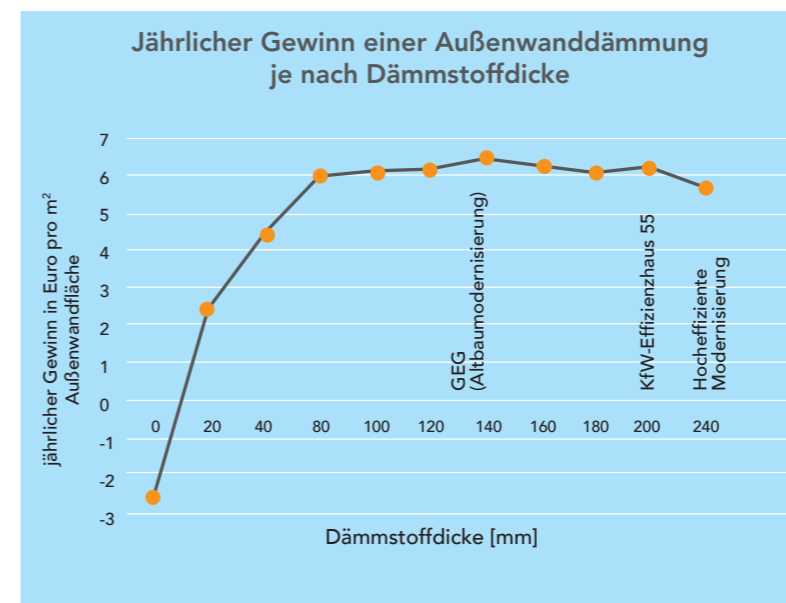
Wann ist eine energetische Modernisierungsmaßnahme wirtschaftlich? Vereinfacht gesagt, wenn die eingesetzte Investition durch die Energieeinsparung zurückfließt. Zur Einschätzung der Wirtschaftlichkeit eines Bauteils ist dessen Lebenszyklus eine entscheidende Größe. Es hat sich gezeigt, dass Dämmstoffe und Fenster auch nach 25 Jahren ihre Funktionsfähigkeit bewahren. Eine mindestens doppelt so lange Lebensdauer ist hier realistisch. Die unten stehende Grafik zeigt beispielhaft bei der Modernisierung der Außenwand den zu erwartenden jährlichen Gewinn über einen Zeitraum von 50 Jahren. Dieser ist auf der senkrechten Achse abhängig von der eingesetzten Dämmstoffdicke abzulesen. Hier wird von der reinen Investition für den Dämmstoff ausgegangen. Diese Betrachtung ist immer dann zulässig, wenn der Wärmeschutz mit ohnehin nötigen Instandsetzungen verbunden wird. Es zeigt sich bereits bei einer Außenwandmodernisierung mit moderater Dämmstoffdicke nach dem

gesetzlichen Mindeststandard ein bedeutender jährlicher Gewinn im Laufe des Lebenszyklus. Interessant ist, dass der Gewinn auch bei Dämmstoffdicken für hocheffiziente Gebäudeenergiestandards – und das sogar ohne die Berücksichtigung von Fördermitteln – erhalten bleibt. Das heißt, dass hier die Energieeinsparung die Mehrinvestitionen ausgleicht und auch die verbesserte Außenwanddämmung in hohem Maße wirtschaftlich ist.

Beachten Sie weitere Vorteile einer hocheffizienten Modernisierung:

- Sicherheit bei Energiepreissteigerungen
- Starke Entlastung der Umwelt
- Bauschadenfreiheit
- Behaglichkeit im Gebäude
- Nutzung von Förderangeboten

Nutzen Sie bei einer fälligen Modernisierungsmaßnahme die Chance, einen hocheffizienten Wärmeschutz einzusetzen.



Eingangsdaten der Berechnung:

Investitionskosten:	Baupreise des BKI*
Wärmeleitfähigkeit Dämmstoff:	0,032 W/(mK)
U-Wert der ungedämmten Außenwand:	0,93 W/(m²K)
Aufwandszahl der Heizung:	1,15
Gradtagzahl (alt):	3.251 Kd
Gradtagzahl (neu):	3.021 Kd
Energiepreis:	6,6ct/kWh (brutto)
Energiepreissteigerung:	3,5%/Jahr
Kapitalzins:	2,0%
Betrachtungszeitraum:	50 Jahre

*Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern

Schrittweise Modernisierung

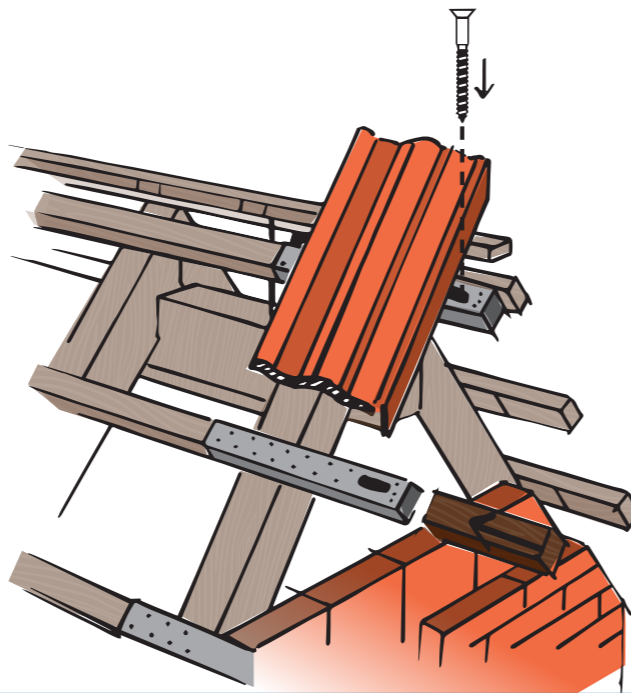
Bedenken Sie: Wenn Sie alle energetisch nachteiligen Bauteile eines Gebäudes gleichzeitig modernisieren, ist dies ökonomisch und ökologisch vorteilhaft. Im Modernisierungsablauf können Synergien genutzt werden wie die Gerüststellung für Außenwand und Dach oder die Baustelleneinrichtung. Auch eine Energieoptimierung der Bauteilschnittstellen und die Beseitigung von Wärmebrücken lassen sich so einfacher realisieren. Und die Kosten? Natürlich ist für eine energetisch umfassende Modernisierung innerhalb einer kurzen Zeitspanne – trotz attraktiver Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten – ein hoher finanzieller Aufwand erforderlich.

Die Alternative: eine ebenso hocheffiziente schrittweise Modernisierung! Der finanzielle Aufwand wird dann auf mehrere Modernisierungsetappen verteilt.

Wenn Sie sich deshalb für eine schrittweise Modernisierung entscheiden, sollten Sie zu einem sehr frühen Zeitpunkt über ein förderfähiges individuelles Sanierungskonzept (Sanierungsfahrplan) verfügen. Es berücksichtigt die Modernisierung aller Bauteile einzeln oder gruppenweise und deren sukzessive Umsetzung. Zum Beispiel kann die Modernisierung von Dach und Kellerdecke im ersten Schritt erfolgen. Im zweiten folgen Fassade, Fenster und Haustür. Sprechen Sie dazu Ihre Energieberaterin oder Ihren Energieberater an.

Besonderes Augenmerk ist auf die Planung und Ausführung von Bauteilanschlüssen zu legen, damit diese Schnittstellen bei nachfolgenden Maßnahmen wärmebrückenoptimiert realisiert werden können. Denn spätere Bauteilmodernisierungen werden mit Sicherheit kommen.

Beispielsweise ist im Fall einer Dachmodernisierung als primäre Maßnahme auf einen ausreichenden Dachüberstand zu achten, zum Beispiel durch die konstruktive Verlängerung (s. Foto/Grafik). So kann eine zeitlich nachgeordnete Außenwanddämmung problemlos angeschlossen werden.



Mit guter Planung und Ausführung kann – unterstützt durch Ihre Energieberaterin oder Ihren Energieberater – auch die schrittweise Modernisierung zu hocheffizienten zukunftsweisenden Gebäuden führen. Dabei können Sie gleichzeitig von Förderangeboten profitieren.

BERATUNG UND FÖRDERUNG

Kompetente Beratung finden Sie bei der LEA Hessen

Die LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH ist die zentrale Ansprechpartnerin rund um die Themen Energiewende und Klimaschutz in Hessen. Sie berät private Haushalte, öffentliche Institutionen und Unternehmen aus Hessen zum gesamten Spektrum der Fördermöglichkeiten – zum Beispiel zu Energieeffizienzmaßnahmen und zur Nutzung von erneuerbaren Energien. Auch Ihnen steht die LEA Hessen gern zur Seite.

Lernen Sie uns kennen unter:

www.lea-hessen.de

Haben Sie Fragen zu konkreten Förderangeboten oder möchten Sie sich einen Überblick zu den am Markt verfügbaren Fördermöglichkeiten verschaffen? Gern können Sie sich telefonisch von den Mitarbeitenden der LEA Hessen beraten lassen.



Unsere Hotline ist wie folgt erreichbar:

Rufnummer: 0611 95017 – 8440

Die LEA-Fördermitteldatenbank können Sie unter folgendem Link abrufen:

<https://lea.foerdermittelauskunft.de>

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) sowie die Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (WIBank) sind die zentralen Stellen auf Bundes- und Landesebene bei der Beantragung und Bewilligung von Fördermitteln. Informieren Sie sich hier:

www.bafa.de

www.kfw.de

www.wibank.de/wibank



Herausgeberin

LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH
im Auftrag des Hessischen Ministeriums
für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen

LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH
Wettinerstraße 3
65189 Wiesbaden
+49 611 95017 – 8400
www.lea-hessen.de

Konzeption und Umsetzung

HessenEnergie Gesellschaft für
rationelle Energienutzung mbH
Mainzer Straße 98 – 102
65189 Wiesbaden
+49 611 74623 – 0
www.hessenenergie.de

Gestaltung und Illustration

Sabine Becker
Graphik & Design, Wiesbaden
sabine_becker_design@t-online.de

Druck

A&M Service GmbH, 65604 Elz
www.a-m-service.de

ClimatePartner^o
klimaneutral

Gedruckt auf RecyStar Natur, hergestellt aus 100%
Altpapier, ausgezeichnet mit den Umweltzertifikaten
Blauer Engel, FSC-Recycling und der EU-Blume.

Stand: Mai 2021