



UmweltWissen

In der Zukunft zu Hause: Hocheffizient bauen und sanieren

Wussten Sie, dass die meisten Familien ihr Eigenheim energieeffizienter gestalten als staatlich gefordert und damit langfristig profitieren? Verpassen Sie nicht Ihre Chance auf geringere Kosten bei höherem Wohnkomfort.

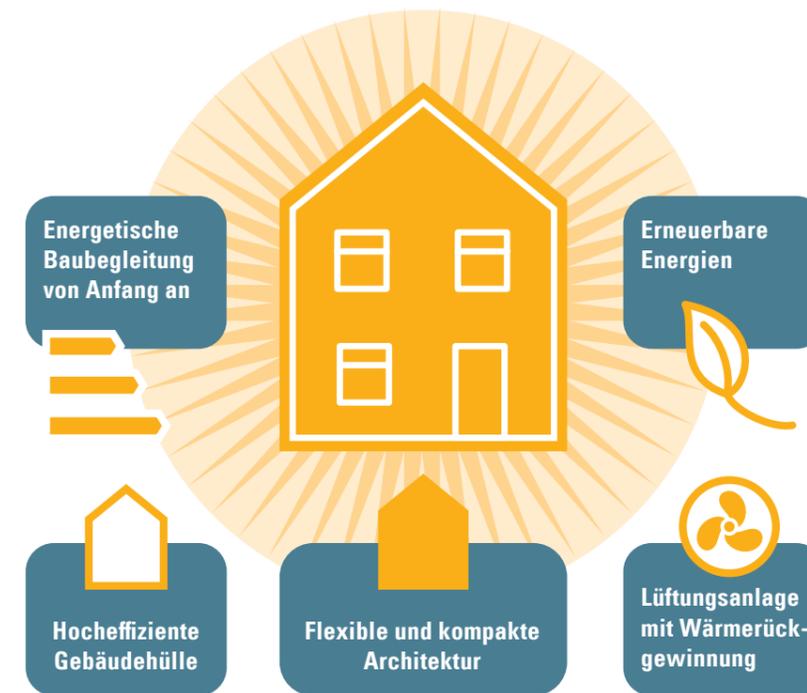
Hier erfahren Sie, welche Vorteile Sie erwarten und wie Sie Ihr Zuhause fit machen für die Zukunft.

INHALT

Das zukunftsfähige Haus – hocheffizient und umweltfreundlich	3	Exkurs: Smart Home – ein intelligentes Gebäude?	29
Kosten runter	4		
Komfort rauf	5		
Hocheffizient – so geht’s	6	Neubau – so könnte Ihr Zuhause aussehen	30
Vor dem Bau	8	Praxisbeispiel: Massives Einfamilienhaus mit Erdwärmepumpe und Bauteilspeicher	32
Soll ich neu bauen oder ein bestehendes Haus kaufen und sanieren?	8	Praxisbeispiel: Das Holzhaus, das weniger als ein Ster Holz im Jahr braucht	33
Eine gute Planung und Bauausführung spart viel Geld	9	Sanierung – was ist möglich und wie können Sie vorgehen?	34
Gebäudehülle – das Gesicht des Hauses	10	Praxisbeispiel: Ein altes Haus für die Zukunft	36
Wie viel Dämmung ist sinnvoll	10	Praxisbeispiel: Schritt für Schritt in ein modernes Zuhause	37
Welche Dämmstoffe gibt es?	11	Gebäude im Einklang mit der Natur	38
Das Dach – schützt vor Kälte im Winter und Hitze im Sommer	12	Rechtlicher Rahmen	39
Die Außenwände – die tragenden Mauern	14	Fördermittel	40
Fenster und Türen – zwischen drinnen und draußen	16	Weitere Informationen	41
Fundament und Keller – warm oder kalt	18	Literaturverzeichnis	42
Die Konstruktion – wärmebrückenfrei und luftdicht	20	Impressum	43
Gebäudetechnik – richtig heizen und lüften	24	Bildnachweis	43
Das Heizsystem für ein gemütliches Zuhause	24		
Komfortlüftungsanlagen – Gewinn für Mensch und Umwelt	28		

DAS ZUKUNFTSFÄHIGE HAUS – HOCHEFFIZIENT UND UMWELTFREUNDLICH

Was bietet Ihnen ein zukunftsfähiges Haus? Dank einer hochwärmedämmten Hülle, einer intelligenten Architektur und der passenden Gebäudetechnik sorgt es für ein komfortables, kostengünstiges und umweltfreundliches Zuhause. Dabei stellen erneuerbare Energien den geringen Energiebedarf kostenneutral und zukunftssicher bereit. Und der Clou daran: Dieser höchste Effizienzstandard bezahlt sich selbst.



Setzen Sie diese einfachen Bausteine konsequent um, dann erhalten Sie ein Zuhause für die Zukunft.

Erläuterungen zu den verwendeten Einheiten

kW – Kilowatt

h – Stunde

a – Jahr

K – Kelvin

l – Liter

m – Meter

cm – Zentimeter

m² – Quadratmeter

m³ – Kubikmeter

kWp – Kilowatt peak, Spitzenleistung von Photovoltaikanlagen

kW_{thermisch} – Kilowatt (Wärmeleistung)

kW_{elektrisch} – Kilowatt (elektrische Leistung)

ePM1 ≥ 50 % – Filterklasse von Luftfiltern die über 50 Prozent der Partikel mit der Größe von 1 Mikrometer filtert (PM, particulate matter)

n50 – Luftwechselrate bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal angegeben in 1 pro Stunde

RC 2 – Widerstandsklasse einbruchhemmender Fenster (RC, resistance class)

BHKW – Blockheizkraftwerk, eine modulare Anlage zur Gewinnung elektrischer Energie und Wärme

CO₂ – Kohlenstoffdioxid, ein Treibhausgas

Kosten runter

... denn das zukunftsfähige Haus ist kostengünstig.

- Die Investition in den höchsten Energiestandard unterstützt der Staat in Neubau und Sanierung mit einer **Förderung in Höhe von bis zu mehreren zehntausend Euro**. Erfahrungen zeigen, dass Sie bei einem neuen Passivhaus nur max. 4 % Mehrkosten aufbringen müssen im Vergleich zu einem Haus nach gesetzlichem Mindeststandard. Dies geht aus Untersuchungen der wahren Bauteilkosten hervor.¹
- Dank höchstem Effizienzstandard sparen Sie Jahr für Jahr hunderte Euro **Heizkosten**. Zusammen mit der Förderung können Sie damit die anfänglichen Mehrkosten finanzieren. Und ganz wichtig: So werden Sie unabhängiger von schwankenden Energiepreisen.^{1, 2}
- Wenn Sie den Effizienzstandard Ihres Gebäudes erhöhen, müssen Sie weniger Geld in das Heizsystem investieren. Sie brauchen **weniger Heizflächen und Rohrleitungen**. Außerdem können Sie einen leistungsärmeren Wärmeerzeuger einbauen.
- Es lohnt sich, in eine **hohe Qualität** zu investieren. Hochwertige Baustoffe und eine gute Qualitätssicherung im Bauablauf schützen Sie vor frühzeitigen Sanierungsmaßnahmen. Damit sparen Sie in Zukunft bei Reparatur und Instandhaltung.
- Beauftragen Sie Planer, die bereits Erfahrung mit hocheffizienten Gebäuden wie dem Passivhaus haben. Diese Planer können unnötig hohe **Baukosten** vermeiden und finanzielle Risiken minimieren. Verzichten Sie auf Luxusausführungen und wählen Sie einfache Lösungen.

Sie sparen die Investition in ein hocheffizientes Zuhause mit Fördermitteln und geringeren Heizkosten mehrfach wieder ein.

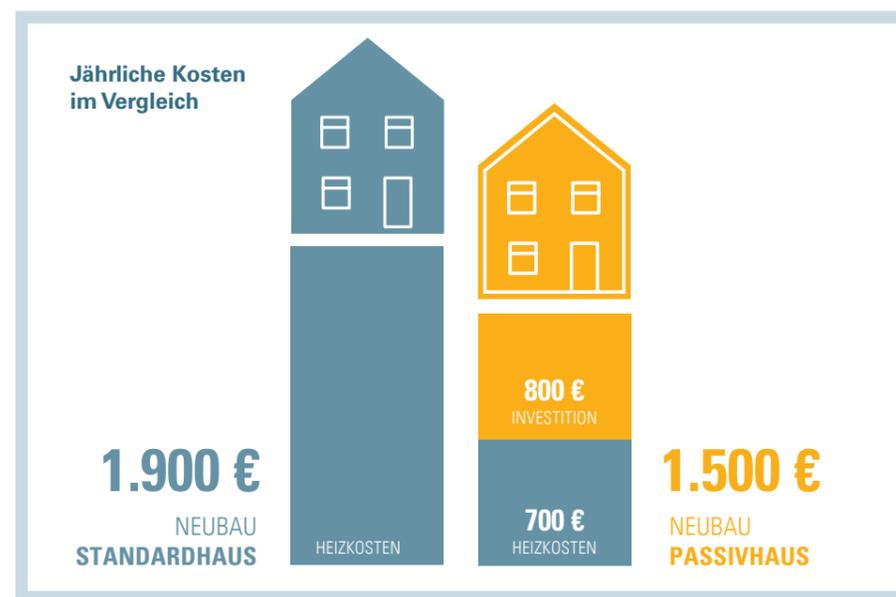
Im Standardhaus zahlen Sie beispielsweise im Jahr rund 1.900 Euro für die Heizung (Brennstoff bzw. Strom und Investition).

Im Passivhaus sind es bei der gleichen Heiztechnik nur etwa 700 Euro Heizkosten im Jahr. Rechnen Sie die Investition von 19.000 Euro, verteilt auf einen Finanzierungszeitraum von 25 Jahren, kommen jährlich 800 Euro dazu, gerechnet ohne Zins.

Selbst ohne Förderung sparen Sie also bereits ab dem Einzug 400 Euro im Jahr. Nach 25 Jahren sogar 1.200 Euro jedes Jahr.

¹ Quellen: Horn (2020), Sommer (2018)

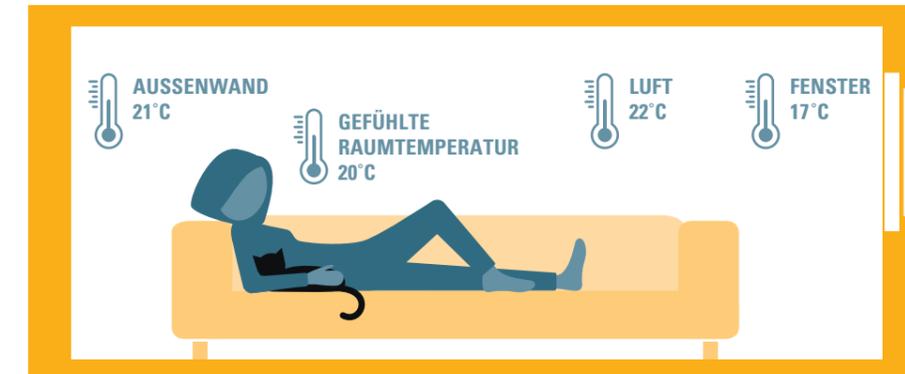
² Eigene Berechnungen nach C.A.R.M.E.N. e.V. und BDEW



Jährliche Kosten eines Gebäudes mit 160 Quadratmetern Wohnfläche und folgenden Annahmen; Heizwärmebedarf: Standardhaus 60 kWh/(m²a), Passivhaus 15 kWh/(m²a); Vollkosten Heizung inkl. Warmwasser: Standardhaus 20 ct/kWh, Passivhaus 27 ct/kWh; Investition in die verbesserte Gebäudehülle des Passivhauses 19.000 Eur (4 % der Baukosten von 480000¹); Finanzierung von Heizung und Gebäudehülle über 25 Jahre

Komfort rauf

... denn zukunftsfähig Wohnen ist komfortabel und gesund.



Gut gedämmte Wände und Fenster sind ein Garant für hohen Komfort. Die gefühlte Raumtemperatur ergibt sich aus den Temperaturen von Wänden, Fenstern und der Luft.

- Gut gedämmte Wände und Fenster haben angenehm **warme Oberflächen**. Bei warmen Wänden müssen Sie für den gleichen Komfort weniger heizen.
- Die Wärmedämmung** schützt nicht nur vor kalten Wintern, sondern auch vor heißen Sommern. Ihr Zuhause bleibt länger kühl, wenn Sie gut dämmen und den direkten Sonnenschein durch die Fenster verhindern.
- Hocheffiziente Gebäude, die richtig geplant und ausgeführt sind, **schimmeln nicht**. Das ist gut für Ihre Gesundheit und verhindert zugleich Bauschäden. Vorsicht ist bei der Sanierung angesagt. Denn ein Fenstertausch ohne Fassadendämmung kann zu Schimmel führen.
- Eine **Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung** sorgt für eine stets optimale Raumluft. Ihr Zuhause ist immer frisch gelüftet, Gerüche und Wasserdampf verschwinden von alleine. Schadstoffe aus Möbeln, Reinigungsmitteln und das Kohlenstoffdioxid aus der Atmung werden kontinuierlich fortgelüftet.
- Eine Lüftungsanlage mit dem passenden **Zuluftfilter** befreit Sie von einem Großteil des Feinstaubs – über die Hälfte bei einer Filterklasse „ePM1 ≥ 50 %“. Auch Insekten wie Stechmücken bleiben draußen und Allergiker werden vor Pollen geschützt.
- Die Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage sorgt auch im tiefsten Winter für **vor-gewärmte Frischluft**. Und im Sommer kann sie beispielsweise mit einem Erdwärmetauscher den Wärmeeintrag begrenzen.
- Eine gute Lüftungsanlage **verhindert sogar trockene** Luft im Winter. Planen Sie die Anlage dazu beispielsweise mit einer Sensorsteuerung oder mit einer Feuchterückgewinnung.
- Eine gute Dämmung und Luftdichtheit sind in der Regel auch ein guter **Lärmschutz**. Hocheffiziente und gut dichtende Fenster schützen Sie meist gut gegen Lärm. Dank Lüftungsanlage können Sie die Fenster geschlossen lassen und der Lärm bleibt draußen.

Hocheffiziente Gebäude haben ein hervorragendes Innenraumklima.

Hocheffiziente Gebäude bieten Sommer wie Winter hervorragenden Komfort.

Pollen, Staub und Schimmel bleiben draußen.

Effizienz und Lärmschutz gehen Hand in Hand.

HOCHEFFIZIENT – SO GEHT'S

Heute ist es problemlos möglich, die Wärmeverluste von Gebäuden so stark zu reduzieren, dass kaum noch geheizt werden muss. Wenn Sie in der Planung die folgenden zehn Gebote beherzigen, haben Sie es schon geschafft.

DIE ZEHN GEBOTE ZUR ENERGETISCHEN OPTIMIERUNG VON WOHNGBÄUDEN³

- 1 **Legen Sie bereits bei Beginn der Planung Wert auf den höchsten Effizienzstandard und stimmen Sie Ihre Pläne von Beginn an mit einem Energieberater ab.**
- 2 **Gestalten Sie das Gebäude kompakt. Eine kleine Außenfläche verringert Energieverluste. Verzichten Sie beispielsweise auf Erker, Dachgauben oder Wandvorsprünge.**
- 3 **Dämmen Sie so viel wie möglich. Wände vertragen leicht 25 bis 30 Zentimeter, Dächer sogar 45 Zentimeter Dämmung. Wählen Sie hocheffiziente Drei-Scheiben-Fenster.**
- 4 **Lassen Sie die Konstruktion mit minimalen Wärmebrücken und maximaler Luftdichtheit planen und ausführen.**
- 5 **Nutzen Sie Solarenergie passiv. Großzügige Südfenster fangen im Winter viel Sonnenwärme ein, sie sparen Energie für Heizung und Beleuchtung.**
- 6 **Lassen Sie eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung einbauen.**
- 7 **Vermeiden Sie die Kühlung mit einer Klimaanlage: Ein Sonnenschutz ist besser und günstiger als aktiv zu kühlen. Dabei helfen Ihnen ein passender Dachüberstand, außenliegende Rollläden und eine Nachtlüftung.**
- 8 **Optimieren Sie die Heizung: Setzen Sie auf kurze gedämmte Heizungsrohre, energiesparende Pumpen und Flächenheizungen.**
- 9 **Setzen Sie auf erneuerbare Energien mit Solaranlage, Wärmepumpe, Pelletheizung oder Fernwärme.**
- 10 **Beauftragen Sie für die Bauphase eine unabhängige Qualitätssicherung und eine energetische Baubegleitung.**

³nach: Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e. V. 2015

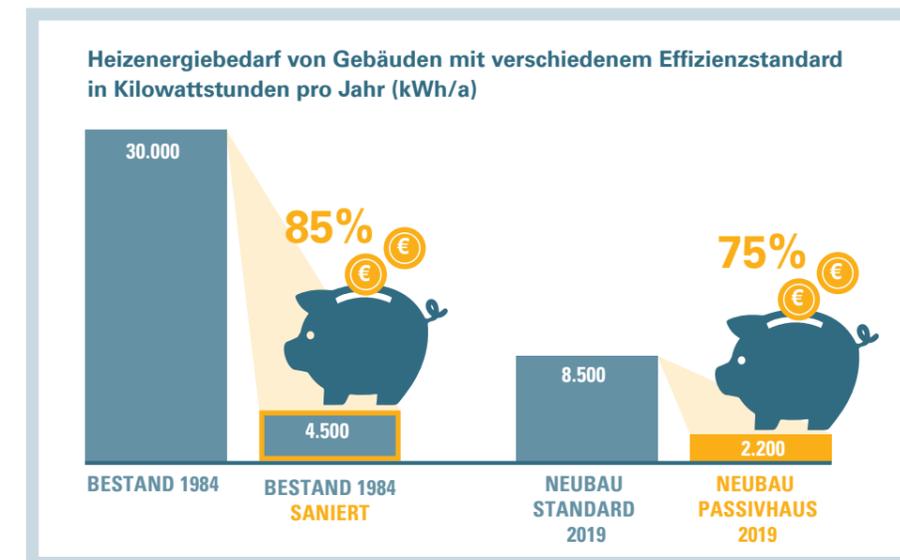
Halten Sie sich an die zehn Gebote, können Sie folgende Energiestandards erreichen:

Jährlicher Verbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche	Neubau Passivhausstandard	Sanierung Drei-Liter-Haus-Standard
Heizwärmebedarf max. (kWh/m ² a)	15	30
Heizölverbrauch rechnerisch (l/m ² a)	1,5	3

Passivhaus und Drei-Liter-Haus sind „Stand der Technik“. Sie sind technisch ausgereift und meist wirtschaftlich.

Der hocheffiziente Passivhausstandard ist in der Praxis bewährt. In Deutschland wurden bereits über 30.000 Passivhäuser gebaut. Die Erfahrungen reichen von Einfamilienhäusern über Wohnblocks bis zu Museen und Schwimmbädern. Zahlreiche öffentliche Einrichtungen haben sich von der Wirtschaftlichkeit überzeugen lassen. Beispielsweise errichten der Freistaat Bayern und Städte wie Nürnberg, Stuttgart oder Frankfurt am Main neue Gebäude fast nur noch als Passivhäuser.

Über 30.000 Passivhäuser in Deutschland zeigen, was möglich ist.



In Bestandsgebäuden aus dem Jahr 1984 kann mit einer Sanierung 85 Prozent des Energieverbrauchs eingespart werden.

Auch beim Neubau kann durch eine hocheffiziente Bauweise wie dem Passivhausstandard noch fast 75 Prozent des Energieverbrauchs gegenüber dem Mindeststandard eingespart werden.

Verbraucht ein Einfamilienhaus (150 m²) von 1984 etwa 3.000 Liter Heizöl im Jahr (etwa 30.000 kWh), sind es nach einer guten thermischen Sanierung beispielsweise nur noch 450 Liter (etwa 4.500 kWh).

Wird ein vergleichbarer Neubau nach aktuellen Anforderungen gebaut, benötigt er etwa 8.500 kWh Heizenergie im Jahr. Für das gleiche Haus im Passivhausstandard reichen etwa 2.200 kWh.

VOR DEM BAU

Machen Sie sich Gedanken, ob Sie neu bauen wollen oder ob auch eine Sanierung in Frage kommt. Stellen Sie außerdem bereits in der Planung die Weichen für ein kostengünstiges und hocheffizientes Gebäude.

Soll ich neu bauen oder ein bestehendes Haus kaufen und sanieren?

Ein Neubau bietet eine hohe Gestaltungsvielfalt, ein altes Haus bringt seinen eigenen Charakter mit. In beiden Fällen können Sie ein energetisch hochwertiges Zuhause erhalten.



Neubau oder Sanierung? Ein unscheinbares altes Häuschen erstrahlt nach der Sanierung in neuem Glanz.

Die Vorteile einer Sanierung

- Für den höheren Aufwand einer energetischen Sanierung belohnt Sie der Staat mit höheren Fördersätzen.
- In der Regel können Sie den größten Teil des Rohbaus erhalten. Bleiben Keller, Böden, Wände und das Dach erhalten, sparen Sie Rohstoffe und Energie. Das schont die Umwelt.
- Erschließungskosten entfallen: Energie, Wasser und Telekommunikation sind meist schon angeschlossen.

Die Vorteile im Neubau

- Sie können den höchsten Effizienzstandard einfach und kompromisslos erreichen.
- Die Baustoffe, Heizungs- und Lüftungsanlagen können Sie frei wählen.
- Sie können die Sonne optimal nutzen. Je nach Situation vor Ort können Sie die Fenster so planen, dass sie die Sonne im Winter gut einfangen. Oder das Dach für die Solarstromerzeugung optimal ausrichten.



Kleine Planänderungen haben einen hohen Einfluss auf Bau- und Energiekosten. Lassen Sie sich frühzeitig mit einer Energieberatung unterstützen.

Eine gute Planung und Bauausführung spart viel Geld

Die **Planung** ist der wichtigste Schritt im Bau. Hier können kleine Entscheidungen große Auswirkungen haben. Manches Detail, wie ein Erker, kann Sie viel Geld kosten. Auch jede nachträgliche Änderung müssen Sie meistens relativ teuer bezahlen. Lassen Sie sich daher lieber Zeit für die Planung und beschreiben Sie Ihre Anforderungen abschließend.

Binden Sie bereits zu Planungsbeginn eine **Energieberatung** ein. Nur so können Sie sicher sein, dass der Energiestandard und damit die Energiekosten am Ende stimmen. Die Energieberatung deckt energetische Schwachstellen in der Planungsphase auf und kann kostengünstige Lösungen vorschlagen. Wenn Sie bereits Bauanträge gestellt oder gar Bauaufträge erteilt haben, ist es meist zu spät. Oder Sie müssen eine neue Planung teuer bezahlen.

Auch vor und während einer Sanierung hilft Ihnen eine Energieberatung, Fehlerquellen zu umgehen. Sie sollten beispielsweise den Fenstertausch immer kombinieren, beispielsweise mit einer Fassadendämmung. Die Heizung sollten Sie erst nach der Sanierung der Gebäudehülle tauschen. Lassen Sie sich daher in der Beratung einen individuellen Sanierungsfahrplan erstellen.

Beauftragen Sie eine **unabhängige Baubegleitung** und Bauabnahme. Bezahlen Sie die Baubegleitung direkt, vertritt sie Ihre Interessen gegenüber den Bauausführenden und kann die Qualität sichern. Ist der Innenausbau zu weit fortgeschritten, kann vieles nicht mehr nachgearbeitet werden.

Machen Sie eine **Planung für alle Lebenslagen**: Sehen Sie eine ebenerdige Nutzung für das Alter vor, oder planen Sie Platz ein, um einen Lift nachzurüsten. Eventuell lässt sich Ihr Haus später in zwei Wohnungen aufteilen, wenn Ihre Kinder ausgezogen sind. Leichte, nicht tragende Innenwände können später mit wenig Aufwand umgesetzt werden und erhöhen die Flexibilität. Ein Installationsschacht und Leerrohre bieten Raum für künftige Technologien. Ein flexibles und damit langlebiges Gebäude schont die Umwelt und Ihren Geldbeutel.

Optimieren Sie von Anfang an Energiestandard und Baukosten mit einer staatlich geförderten Energieberatung.

Eine unabhängige Qualitätssicherung schützt Sie vor unangenehmen Überraschungen.

Ein flexibles Haus bietet eine Heimat in allen Lebenslagen.

GEBÄUDEHÜLLE – DAS GESICHT DES HAUSES

Außenwände, Dach, Fenster und Türen geben dem Gebäude ein Gesicht. Gleichzeitig ist die Gebäudehülle der wichtigste Baustein eines energieeffizienten und zukunftsfähigen Hauses. Hier sollten Sie investieren.

Wie viel Dämmung ist sinnvoll?

Die hohe Effizienz Ihres Hauses erreichen Sie mit ausreichenden Dämmstoffstärken. Für Wände sind – je nach Material – 25 bis 30 cm angemessen. Für das Dach sogar bis zu 45 cm.

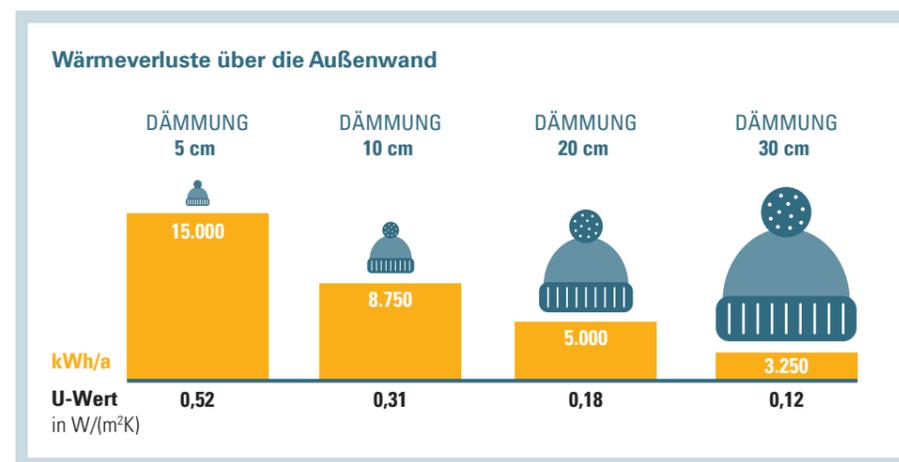
Kosten und Energieeinsatz einer dicken Dämmung amortisieren sich nach einigen Jahren.

Hartnäckig hält sich das Gerücht, dass üppige Dämmstoffstärken im Vergleich zu geringeren Dämmstoffstärken wirkungslos sind. Richtig ist, dass der erste Zentimeter Dämmung der wirkungsvollste ist und der letzte am wenigsten bewirkt. Richtig ist aber auch, dass der erste Zentimeter der teuerste und der letzte der günstigste ist. Das wirtschaftliche Optimum liegt daher je nach Wandaufbau bei etwa 20 bis 30 cm. Der Montageaufwand, das Verputzen oder Verkleiden der Dämmung unterscheiden sich nicht. Es entsteht lediglich ein geringer Materialmehrpriest.

Wärmedämmende Steine oder Ziegel können einen Teil oder die gesamte Dämmung übernehmen. Holzständerwände werden komplett mit Dämmstoff gefüllt und schaffen die gleiche Dämmwirkung bei geringeren Wandstärken.

Egal aus welchem Material die Dämmung ist, spart sie die zur Herstellung benötigte Energie in nur ein bis zwei Jahren wieder ein. Untersuchungen zeigen, dass bis zu Dämmstoffstärken von 50 bis 100 cm ein ökologischer Nutzen vorliegt.

Beim Einsatz von Hochleistungsdämmstoffen wie Vakuumisulationspaneelen (VIP) oder Aerogelen reichen für eine hochwertige Dämmung oft schon fünf bis zehn Zentimeter. Da diese Dämmstoffe teurer sind, werden sie in der Regel dort verbaut, wo nur wenig Platz ist. Aerogele können beispielsweise in schmale Hohlräume von zweischaligem Mauerwerk eingeblasen werden. Vakuumisulationspaneele können Ihnen helfen, wenn das Haus an der Grundstücksgrenze steht und nur wenige Zentimeter zur Verfügung stehen.



Typische Wärmeverluste in Kilowattstunden pro Jahr (kWh/a) über die Außenwand eines Einfamilienhauses mit 24 cm starken Hochlochziegeln und verschieden dicken Dämmstoff (Wärmeleitfähigkeit 0,04 W/(mK)). Für einen U-Wert von 0,15 W/(m²K) sind etwa 25 cm Dämmung notwendig.

Welche Dämmstoffe gibt es?

Dämmstoffe können aus Naturfasern gewonnen werden, beispielsweise Holzfaserplatten oder Hanf- und Jutedämmung. Auch Zellulose aus Altpapier wird als recycelte Holzfaser zur Dämmung eingesetzt. Diese **Naturfaserdämmstoffe** sind meist ökologisch unbedenklich.

Daneben gibt es **Dämmstoffe aus fossilen Quellen**. Die prominentesten Vertreter sind Platten aus Polyuretan (PU) und Polystyrol (bekannt als EPS und XPS oder unter dem Markennamen Styropor®). XPS wird insbesondere für die Dämmung von erdberührenden Bauteilen verwendet.

Die dritte große Gruppe von **Dämmstoffen ist mineralischen Ursprungs**. Dazu gehören Steinwolle, Glaswolle, Mineralschaumplatten und Perlite. Glasschaumschotter kann als Recyclingmaterial für die Dämmung unter der Bodenplatte eingesetzt werden.



Material	Wärmeleitfähigkeit in W/(mK)	Schichtdicke in cm für einen U-Wert 0,15 W/(m²K)
Expandiertes Polystyrol (EPS)	0,032 – 0,040	21 – 27
Extrudiertes Polystyrol (XPS)	0,030 – 0,040	20 – 27
Polyurethan Hartschaum	0,025 – 0,029	17 – 19
Glaswolle	0,035 – 0,045	23 – 30
Steinwolle	0,035 – 0,050	23 – 33
Perliteplatten	0,055 – 0,060	37 – 40
Perliteschüttung	0,050 – 0,055	33 – 37
Kalziumsilikatplatten	0,050 – 0,065	33 – 43
Mineralschaumplatten	0,045	30
Schaumglas	0,040 – 0,060	27 – 40
Holzspäne, Holzfaser (lose)	0,040 – 0,055	27 – 37
Holzfaserplatten	0,040 – 0,055	27 – 37
Zellulose	0,040 – 0,045	27 – 30
Zellulose	0,040 – 0,045	27 – 30
Korkplatte	0,040 – 0,045	27 – 30
Neptungras	0,045	30
Schafwolle	0,040	27
Aerogel	0,014 – 0,021	9 – 14
Vakuumisulationspaneel (VIP)	0,007 – 0,008	5



co2online
↓ Kosten für Wärmedämmung

Verschiedene Dämmstoffe, ihre Wärmeleitfähigkeit und die empfohlene Schichtdicke

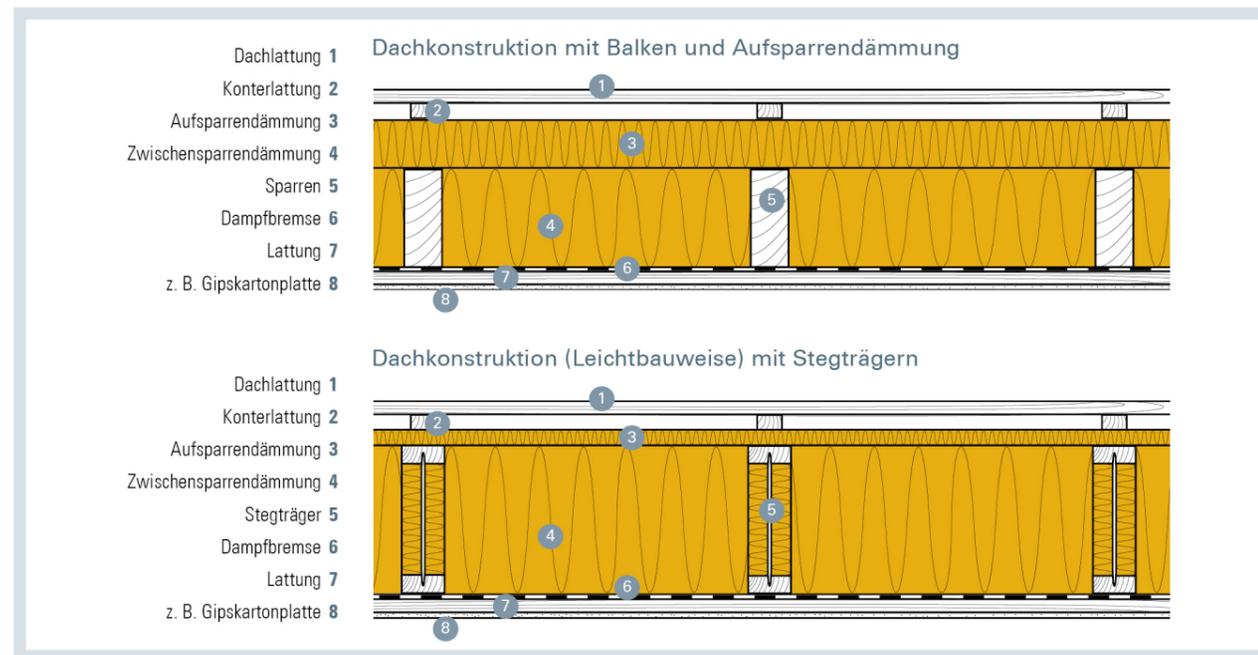
Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015

Dämmen Sie das Dach mit bis zu 45 Zentimetern. Der U-Wert des Daches sollte höchstens 0,15 W/(m²K), besser noch 0,08 W/(m²K) betragen.

Das Dach – schützt vor Kälte im Winter und Hitze im Sommer

Ein Dach schützt nicht nur vor schlechtem Wetter. Es spielt auch eine wichtige Rolle in der Energiebilanz des Gebäudes. Da das Dach eine große Oberfläche hat, über die es Wärme nach oben verliert und gleichzeitig der Himmel keine Wärme zurückstrahlt, ist gerade hier eine hochwertige Dämmung wichtig. Das gut gedämmte Dach schützt Sie auch im Sommer vor Hitze.

Wenn Sie das Dach neu errichten, können Sie eine passivhaustaugliche Dämmung sehr einfach und kostengünstig erreichen. Die Mehrinvestition gegenüber der üblichen Dämmung beträgt oft weniger als 700 Euro für ein Einfamilienhaus (~4,4 Euro pro Quadratmeter Dachfläche⁴), denn der Mehraufwand für die hochwertige Dachdämmung ist nur gering.



Klassischer Dachstuhl mit Balken und Aufsparrendämmung (oben), Dachkonstruktion mit Stegträgern (unten)

Dämmvarianten im Neubau

- In einem klassischen Dachstuhl aus **Dachbalken** (auch Sparren genannt) wird der Raum zwischen den Sparren mit einer Wärmedämmung versehen. Um die geringer dämmenden Dachbalken auszugleichen, wird zusätzlich eine Aufsparrendämmung vorgenommen. Dabei werden die Sparren statt mit Holz einfach mit festen Dämmstoffplatten belegt, bevor Lattung und Dacheindeckung angebracht werden. Statt einer Aufsparrendämmung kann die Dämmung auch von unten angebracht werden. Dann spricht man von einer Untersparrendämmung.
- Anstelle einer Konstruktion aus massiven Holzbalken kann der Dachstuhl auch mit sogenannten **Stegträgern**, auch Doppel-T-Träger genannt, erstellt werden. Die Wärmedämmung gelingt mit einer Zwischensparrendämmung. Wegen ihrer schmalen Bauform haben die Stegträger nur eine geringe Wärmeleitung. Die Überdämmung (Auf- oder Untersparrendämmung) ist daher entsprechend dünn.

Ein energieeffizientes Dach ist schon für wenig Geld zu haben.

Im Neubau können Sie das Dach als klassischen Dachstuhl oder mit Stegträgern ausführen.

⁴Quelle: Horn (2018)

Dämmvarianten in der Sanierung

- **Dämmung von außen:** Dies kommt vor allem dann in Frage, wenn Sie das Dach neu eindecken. Bei der Dämmung von außen bietet sich oft die ergänzende Aufsparrendämmung wie im Neubau an. Manchmal wird auch eine sogenannte Aufdopplung vorgenommen, bei der auf die bestehenden Dachbalken neue Dachbalken oder Stegträger mit Zwischensparrendämmung aufgelegt werden. Die Aufdopplung mit Dachbalken ist interessant, wenn der Dachüberstand für eine spätere Fassadendämmung oder als passiver Sonnenschutz verlängert werden soll.
- **Dämmung von innen:** Wenn Sie das Dachgeschoss aus- oder umbauen, kann die Dämmung von innen interessant sein. Zusätzlich zur Zwischensparrendämmung kann eine Untersparrendämmung ergänzt werden, wenn die Deckenhöhe ausreicht.



Wärmedämmung von innen: Zwischensparrendämmung

- **Dämmung der obersten Geschoßdecke:** Dies ist meist die einfachste und kostengünstigste Variante. Hier können Sie die Dämmung von 45 cm meist leicht erreichen. Wird der Dachboden nicht als Lagerraum gebraucht, kann dort schon eine lose Schüttung von Dämmstoff ausreichen. Ohne weitere Baumaßnahmen ist das sehr günstig. Wollen Sie den Dachboden noch als Lagerraum nutzen, muss über dem Dämmstoff ein begehbare Boden entstehen. Entweder werden Holzbohlen verlegt, zwischen denen Dämmung eingebracht wird und oben darauf Holzbohlen den Boden bilden. Oder Sie verlegen druckstabile Dämmstoffplatten, auf denen Sie den Boden erstellen. Soll der Dachboden später doch als Wohnraum genutzt werden, war die Bodendämmung allerdings umsonst, und Sie müssen doch das Dach dämmen.

Bei unbewohntem Dachboden können Sie die Zwischendecke kostengünstig dämmen.

Wichtig

Egal ob Neubau oder Sanierung. Ein besonderes Augenmerk ist auf eine fehlerfreie und lückenlose Abdichtung mit der Dampfbremse zu legen. Die Dampfbremse muss dabei möglichst nah am Innenraum liegen. So wird verhindert, dass vom Innenraum warme feuchte Luft oder Wasserdampf in die Konstruktion gelangt, dort abkühlt und Wasser auskondensiert. Die Dampfbremse besteht oft aus Folie, oder sogenannten OSB-Platten (Platte aus ausgerichteten groben Spänen, englisch: oriented strand board). Die Anschlüsse werden mit speziellem Klebeband abgedichtet.

Außerhalb der Dampfbremse sollte die Konstruktion diffusionsoffen sein, das heißt, anfallende Feuchtigkeit kann nach außen entweichen. Dachluken oder Türen zu einem ungedämmten Dach müssen luftdicht schließen.

Das Dach muss luftdicht vom Innenraum getrennt sein.

Die Außenwände – die tragenden Mauern

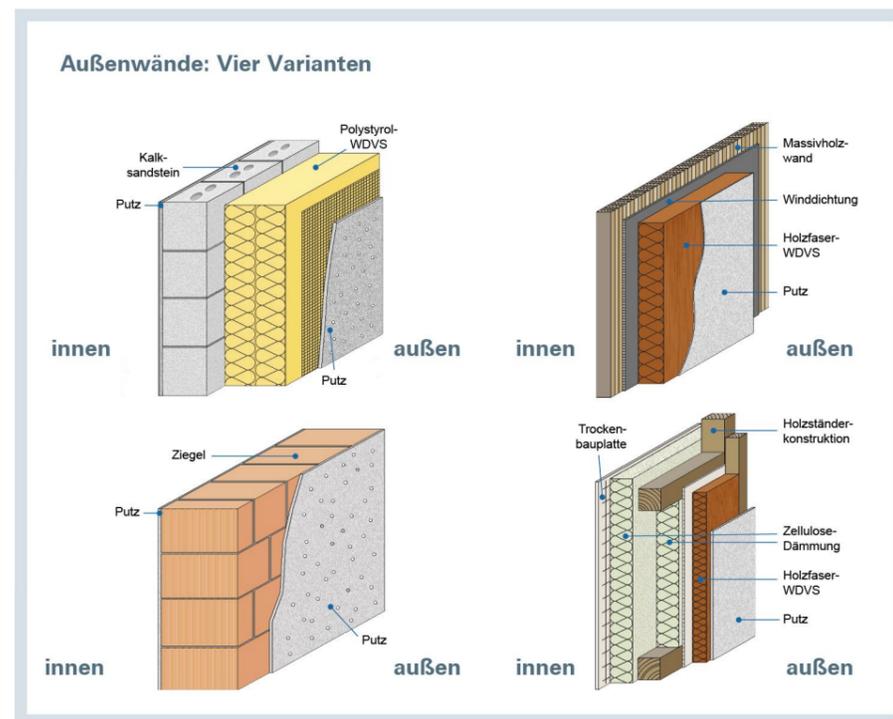
Richtig ausgeführt tragen die Außenwände Ihr behagliches und warmes Zuhause. Investieren Sie in eine großzügige Dämmung der Mauern. Dabei spielt es keine Rolle welchen Baustoff Sie wählen. Egal, ob Sie Holzrahmen, Massivholz, Kalksandstein, Ziegel oder Beton nehmen, alle Konstruktionen sind ausreichend stabil, langlebig und sicher.

Bei **massiven Außenwänden** wie Kalksandsteinen kann der Dämmstoff als Wärmedämmverbundsystem (WDVS) außen auf das Mauerwerk aufgebracht und dann verputzt werden. Dieser sogenannte zweischalige Wandaufbau sorgt dafür, dass das tragende Mauerwerk warm bleibt und – ebenso wie die darin enthaltenen Wasserleitungen – vor Frost und Bauschäden geschützt ist.

Das gleiche Prinzip verwenden **Massivholzwände**. Auf Wände aus Vollholz wird außen eine Dämmung aufgebracht und anschließend verputzt oder mit Holz verkleidet. Dieser Wandaufbau wird oft in der Fabrik vorgefertigt und die Wandelemente vor Ort zu einem Haus zusammengesetzt.

Eine **monolithische Außenwand** besteht aus einem durchgehend einheitlichen Baustoff. Das sind wärmedämmende Baumaterialien wie Porenbeton oder Dämmziegel. Achten Sie bei der monolithischen Bauweise darauf, dass keine Wärmebrücken durch Mörtelfugen entstehen.

Die leichteste Bauweise ist die Gebäudeaußenwand in **Holzrahmenkonstruktion** – auch als Holzständerkonstruktion bekannt. Dafür wird die Dämmung zwischen den tragenden Balken untergebracht. Aufgrund des geringen Gewichtes wird auch diese Bauweise sehr oft in Werkshallen vorgefertigt und bleibt so vor schlechtem Wetter auf der Baustelle geschützt.



Massive Außenwand (links oben)
Massivholzwand (rechts oben)
Monolithische Wand (links unten)
Holzrahmenkonstruktion (rechts unten)

Eine **bestehende Außenwand** sollten Sie von außen dämmen. Wie bei einem zweischaligen Mauerwerk können Sie meist einfach ein Wärmedämmverbundsystem aufbringen. Oder Sie montieren eine Holzrahmenkonstruktion, die Sie mit losem Dämmstoff ausfüllen lassen. Dies kann sich gerade bei sehr unebenen Wänden anbieten.

Eine **nachträgliche Innendämmung** sollten Sie nur im Notfall erwägen. Dies kann nötig sein, wenn es sich um eine denkmalgeschützte Fassade handelt oder wenn das Gebäude an einer Grundstücksgrenze steht, die nicht überbaut werden darf. Eine Innendämmung führt immer dazu, dass die Außenwand im Winter stark abkühlt. Befinden sich darin Wasserleitungen können diese einfrieren. Haben Deckenbalken ihr Auflager in der Außenwand, kann es zu Feuchtigkeitskondensation und in der Folge zu Holzschäden kommen. Eine Innendämmung sollten Sie nur von erfahrenen Fachleuten durchführen lassen. Als Dämmsysteme haben sich hier insbesondere Kalziumsilikatplatten bewährt.

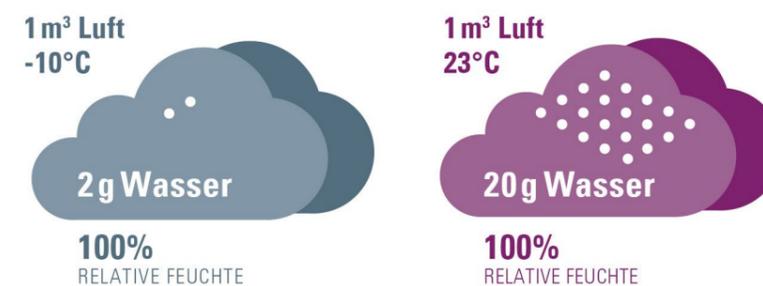
Können wärmedämmte Wände noch atmen?

Hartnäckig hält sich das Gerücht, dass Gebäude durch ihre Wände atmen. Oft wird die Befürchtung geäußert, dass feuchte Wände nach der Dämmung nicht mehr nach außen abtrocknen können.

Diese Befürchtung ist unberechtigt. Feuchtigkeit schlägt sich an Innenwänden nur nieder, wenn die Oberflächen wesentlich kälter sind als die Innenluft. Mit einer Dämmung wird die Wand wärmer und bleibt daher trocken. Außerdem entweicht Feuchtigkeit grundsätzlich nicht über die Außenwände, sie muss über die Fenster oder eine Lüftungsanlage fortgelüftet werden. Die Vorstellung, dass Gebäude bei guter Dämmung „ersticken“ ist somit unbegründet.

Wasser entweicht nur durch aktives Lüften, über die Fenster oder eine Lüftungsanlage.

Aufnahmefähigkeit von Feuchtigkeit in Luft im Vergleich



Je höher die Temperatur ist, desto mehr Wasserdampf kann die Luft aufnehmen. Daher können Sie Feuchtigkeit mit warmer Luft fortlüften, während einströmende kalte Außenluft wieder viel Feuchte aufnehmen kann.

Die relative Luftfeuchtigkeit gibt den Anteil der Wasserdampfsättigung an. 100 Prozent bedeutet, dass nicht mehr Wasserdampf in der Luft aufgenommen werden kann.

Die absolute Luftfeuchtigkeit gibt die Masse des Wasserdampfes in Gramm (g) pro Kubikmeter (m³) Luft an. Außenluft von -10 °C enthält maximal 2 g Wasser pro Kubikmeter Luft. Wird diese Luft im Gebäude auf 23 °C erwärmt, kann sie 20 g aufnehmen.



Bayerisches Wirtschaftsministerium
↓ Wer früher dämmt, hat's länger warm

Fenster und Türen – zwischen drinnen und draußen

Fenster und Türen sorgen als Verbindung zwischen drinnen und draußen nicht nur für Licht und Ausblick, sondern gewinnen und verlieren auch Wärme. Hocheffiziente **Drei-Scheiben-Fenster** kosten heute kaum mehr als Zwei-Scheiben-Fenster, sparen aber deutlich Heizkosten ein.

Für Balkon- und Terrassentüren gilt dasselbe wie für Fenster. Auch Haustüren sollten nicht nur optisch ansprechend, sondern auch energieeffizient sein. Bei der **Funktion** sind keine Abstriche nötig, selbst schwellenlose Türen sind möglich.

Das **Material** der Fensterrahmen können Sie frei nach persönlichen Wünschen wählen. Kunststofffenster sind pflegeleicht. Holzfenster bedürfen eines regelmäßigen neuen Anstrichs. Holz-Alu-Fenster sind außen robust und zeigen innen Holz. Aus bautechnischer Sicht sind alle Baustoffe in Ordnung.

Investieren Sie in Drei-Scheiben-Fenster. Damit halbieren Sie die Energieverluste.

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015

	Einfachglas	Isolierglas		Wärmeschutzglas	
Scheiben	1	2	2	3	3
Wärmeschutzbeschichtung	–	0	1	2	2
Füllung	–	Luft	Argon	Argon	Krypton
U _g -Wert	5,80	3,00–2,80	1,30–1,10	0,70–0,50	0,60–0,50
g-Wert	0,90–0,85	0,80–0,76	0,70–0,64	0,60–0,45	0,66–0,45

U-Wert und g-Wert beim Fenster

Beim Fenster gibt es verschiedene U-Werte. Der Uw-Wert bezieht sich dabei auf das gesamte Fenster (englisch: window), also Glas und Rahmen zusammen. Der Ug-Wert berücksichtigt nur das Glas (englisch: glazing). Während der Uf-Wert nur den Rahmen betrachtet (englisch: frame). Wählen Sie Fenster, die einen Uw-Wert möglichst unter 0,8 W/(m²K) haben.

Bei Fenstern gibt es neben dem U-Wert noch den als g-Wert bekannten Energiedurchlassgrad. Der g-Wert gibt an, wie viel Sonnenlicht durch das Fenster ins Haus dringt. Ein Fenster mit hohem g-Wert lässt viel Licht und damit Energie ins Haus, eines mit kleinem g-Wert nur wenig. Moderne Drei-Scheiben-Verglasung hat üblicherweise einen g-Wert von 0,5 bis 0,6. Das Fenster lässt also 50 bis 60 Prozent des Sonnenlichtes herein. Wenn Sie durch die Scheibe blicken, merken Sie den unterschiedlichen g-Wert nicht.

Da sich der g-Wert auf die Wärmegewinne auswirkt, sollten Südfenster einen hohen g-Wert (~0,6) haben. Bei anderen Fenstern reicht auch ein g-Wert von 0,5.

Wählen Sie Fenster die einen Uw-Wert möglichst unter 0,8 W/(m²K) haben



Dachüberstand und Balkon bieten eine passive Verschattung der Südfenster. Im Winter (links) scheint die Sonne ungehindert in die Fenster, während die Fenster im Sommer (rechts) mittags zuverlässig im Schatten liegen.

Im Sommer sollten Sie die Fenster verschatten.

Die **Energiebilanz** von Fenstern wird neben dem U-Wert stark von ihrer Ausrichtung bestimmt. Große Südfenster gewinnen im Winter mehr Energie, als sie verlieren. Um eine Überhitzung der Räume im Sommer zu vermeiden, können Südfenster mit einem Dachüberstand, darüberliegendem Balkon oder Jalousien verschattet werden. Vorsicht bei Ost- und Westfenstern: Sie lassen im Winter nur wenig Sonne ins Haus, können aber im Sommer viel Wärme herein lassen. Dies können Sie mit Rollläden oder Jalousien verhindern. Nordfenster bringen keine Wärmegewinne, erzeugen aber auch keine sommerliche Überhitzung.

Je nach Himmelsrichtung können Fenster mehr Energie gewinnen als verlieren.

Tipps

Sofern Ihr Zuhause von Lärm belastet ist, können Sie spezielle Schallschutzfenster einbauen lassen. Wärmeschutz und Schallschutz können sehr gut kombiniert werden.

Auch im Altbau sollten die Fenster möglichst effizient sein. Dabei ist jedoch auf ein ausreichendes Zusammenspiel zwischen Wand und Fenster zu achten. Werden Fenster ausgetauscht, ohne dass die Wand gedämmt und Wärmebrücken beseitigt werden, kann Schimmel wachsen. Manchmal reicht auch eine Lüftungsanlage. Lassen Sie dies bei einer Energieberatung klären.

Denken Sie beim Fenstereinbau auch an den Einbruchschutz. Die Polizei empfiehlt für einbruchsgefährdete Fenster (beispielsweise im Erdgeschoss oder an Balkonen) eine erhöhte Widerstandsklasse (RC 2 oder höher).



Bayerisches Wirtschaftsministerium
↓ Fenster – Lösungen für Lärm- und Wärmeschutz

Polizei Bayern
↓ Einbruchhemmende Fenster

Fundament und Keller – warm oder kalt?

Bevor Sie ein Haus bauen, müssen Sie klären, ob Sie einen Keller wollen oder auf ihn verzichten. Mit einem Keller haben Sie viel zusätzlichen Wohnraum zur Verfügung. Ohne Keller sparen Sie einen Teil der Baukosten, benötigen später aber vielleicht zusätzliche Abstellräume auf dem Grundstück.

Haben Sie sich gegen einen Keller entschieden, wird meist auf einer dicken Dämmschicht eine Betonplatte gegossen. Diese ist Fundament und Boden in einem. Wenn Sie ein Holzhaus planen, können Sie bei passendem Untergrund auch Streifenfundamente setzen lassen. Auf diese Fundamentstreifen wird dann eine Bodenplatte in Holzrahmenbauweise gelegt.

Haben Sie sich für einen Keller entschieden, müssen Sie noch klären, ob er warm oder kalt sein soll. Heute werden Keller meist in die Dämmung einbezogen.

Vorteile eines warmen Kellers innerhalb der Dämmhülle:

- Sie können den Keller fast uneingeschränkt als Wohn-, Aufenthalts- und Lagerraum nutzen.
- Sie können im Keller Wäsche trocknen.
- Ist der Keller wärmebrückenfrei und trocken, bleibt er frei von Schimmel und Feuchtschäden.
- Türen zum Erdgeschoss sind einfach ausführbar, können offenstehen oder sind ganz verzichtbar, Dämmung und Luftabschluss sind unproblematisch.
- Sie können den Keller zu allen Tages- und Jahreszeiten lüften.

Vorteile eines kalten Kellers:

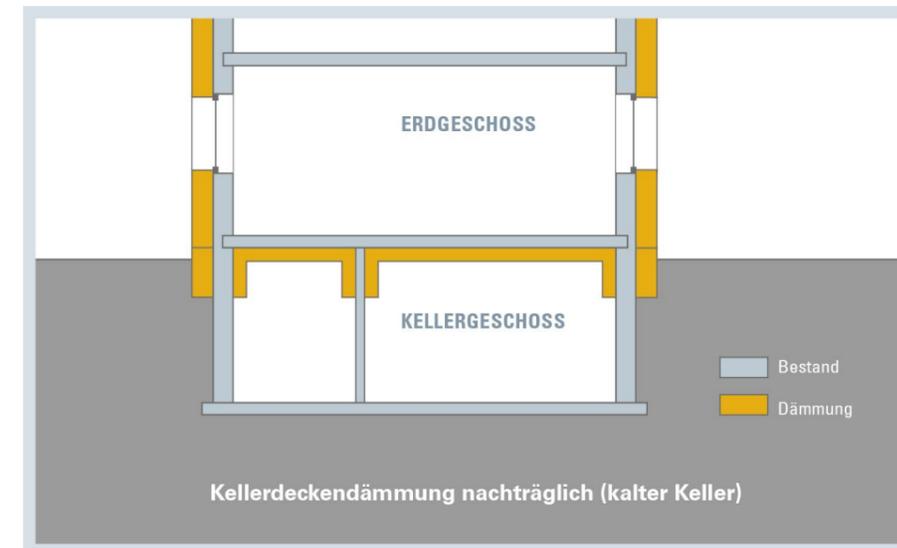
- Sie können Obst und Gemüse ohne Kühlung im Keller lagern.

Egal wofür Sie sich entscheiden, es ist wichtig, dass der Keller trocken ist. So treten keine Feuchteprobleme wie Schimmel oder Salzausblühungen auf. Beim Neubau gibt es etablierte Verfahren, sogar wenn der Keller im Grundwasser steht. Im Bestand sollte die Feuchtezufuhr durch Fachleute unterbunden werden. Dazu kann es notwendig sein, Drainagen zu legen oder mit Injektionen ins Mauerwerk eine Abdichtung vorzunehmen.

Die Dämmung für erdberührende Teile – die sogenannte Perimeterdämmung – ist meist aus XPS (druck- und wasserfestes Polystyrol) oder Schaumglasschotter. Diese sollte mit einer Stärke von mindestens 20 bis 30 cm einen U-Wert von höchstens 0,15 W/(m²K) erreichen.

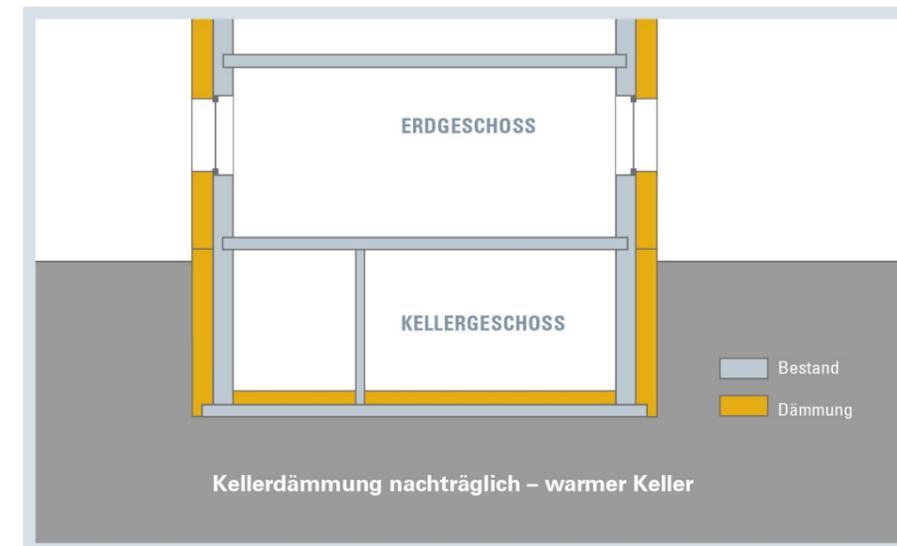
Sofern ein bestehender Keller ausreichend hoch ist, können Sie die Kellerdecke einfach und kostengünstig von unten dämmen. Wichtig ist, dass die Dämmung an den Außenwänden – im sogenannten Sockelbereich – etwa einen halben Meter unter die Erdoberfläche reichen. Für ein optimales Ergebnis sollten Sie die Dämmung zudem innen an allen Kellerwänden etwa 50 cm nach unten ziehen. Mit etwas handwerklichem Geschick können Sie die Kellerdecke in Eigenleistung dämmen.

Wollen Sie den Keller nachträglich in die warme Hülle des Hauses einbeziehen, sollten Sie die Kellerwände freigegeben und von außen dämmen. Notfalls ist eine Innendämmung möglich, diese sollte aber nur von Experten vorgenommen werden. Zusätzlich müssen Sie den Kellerboden dämmen, hier bleibt meist nur eine Innendämmung.



Nachträgliche Dämmung der Kellerdecke (oben): Dabei wird die Dämmung auch an den Wänden nach unten gezogen.

Der Keller wird nachträglich in die Dämmebene einbezogen (unten).



Tipps

Sparen Sie sich die Trittschalldämmung, zumindest im Keller und Erdgeschoss. In Ein- und Zweifamilienhäusern kann meist darauf verzichtet werden. In diesem Fall kann der Betonboden Wärme aufnehmen und speichern, außerdem ist der Bodenaufbau so auch kostengünstiger. Die Wärmespeicherung verringert im Winter Ihre Heizkosten und im Sommer die Überwärmung. Auch ein Wasserschaden im Keller lässt sich leichter trocknen, wenn sich keine Trittschalldämmung mit Wasser füllt.

Vorsicht: Lüften Sie unbeheizte Keller nie, wenn es draußen wärmer ist als im Keller. Die warme Luft trägt sonst Feuchtigkeit in den Keller. Wenn die Luft dort abkühlt, kondensiert das Wasser aus und Sie bekommen einen feuchten Keller. Besser lüften Sie den Keller im Winter. Die kalte Außenluft enthält nur wenig Feuchtigkeit, erwärmt sie sich im Keller, kann sie viel mehr Feuchtigkeit aufnehmen.

Lüften Sie einen ungeheizten Keller nie, wenn es draußen wärmer ist als im Keller – sonst bildet sich Kondenswasser.

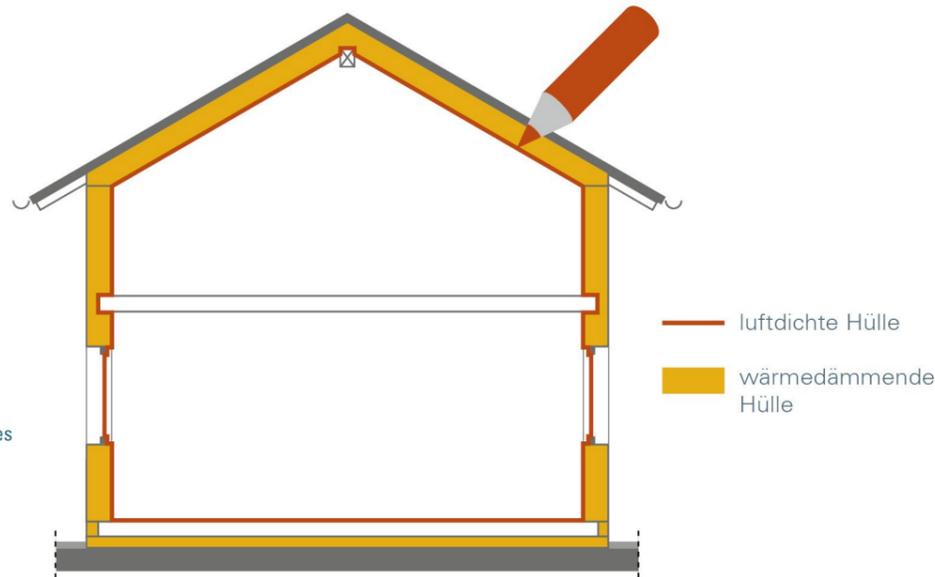
Luftdichte Ebene und wärmedämmende Hülle vermeiden Bauschäden.

Unterscheiden Sie luftdichte Ebene und wärmedämmende Hülle.

Die Konstruktion: wärmebrückenfrei und luftdicht

Ein wichtiges Grundprinzip moderner Gebäude ist die wärmebrückenfreie und luftdichte Gebäudehülle. Ihren Ursprung hat dieses Prinzip in der Bauphysik, es verhindert Bauschäden durch Luftfeuchtigkeit. Positiver Nebeneffekt: Der Energiebedarf sinkt.

Die „Stiftregel“ besagt, dass der Planer im Bauplan zwei getrennte Hüllen ununterbrochen nachziehen können muss. Die luftdichte Ebene innen und die Dämmebene außen.



Die beheizten Bereiche eines Gebäudes sind lückenlos von zwei Hüllen umgeben: Einer wärmedämmenden Hülle außen (orange) und einer luftdichten Hülle innen (rot).

Vermeiden Sie Wärmebrücken

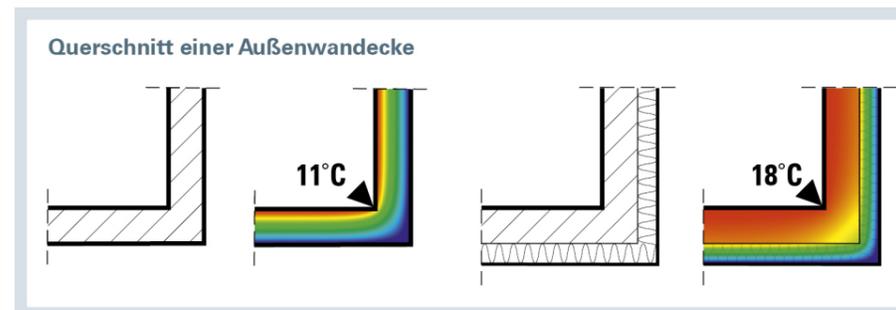
Wärmebrücken sind Bereiche der Gebäudehülle, die Wärme schneller nach außen leiten als angrenzende Bauteile. Dies können beispielsweise der Anschluss eines Balkons oder die Fensterlaibung sein. Als Faustwert gilt: Oberflächen mit einer Temperatur unter 13 °C sind besonders anfällig für Feuchteschäden wie Schimmel. Grundsätzlich gibt es geometrische Wärmebrücken und konstruktive Wärmebrücken.

Geometrische Wärmebrücken entstehen immer dann, wenn die Innenfläche eines Bauteils wesentlich kleiner ist als die Außenfläche. Typische geometrische Wärmebrücken sind Außenwandoecken, Erker und Dachgauben. Während Sie auf Erker und Dachgauben eventuell verzichten können, müssen Sie die Ecken von Außenwänden gut dämmen, um die Wärmebrücke zu schließen.

Die Temperaturen der Außenwand werden in unterschiedlichen Farben dargestellt, von Rot (18°C) über Gelb (11°C) und Grün (2°C) bis Blau (-5°C).

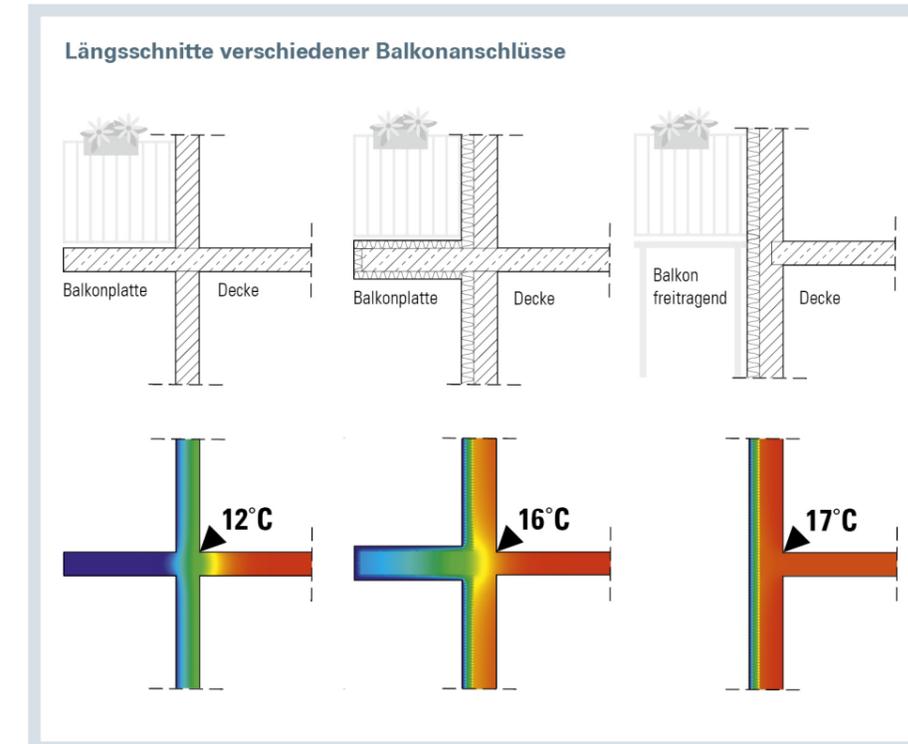
Ist die Wand ungedämmt (links) sinkt die Temperatur im Eck auf etwa 11°C: Es kann schimmeln.

Wird die Wand mit 20 cm gedämmt (rechts), bleibt die Innenecke 18°C warm. Schimmel hat keine Chance.



Konstruktive Wärmebrücken entstehen, wo Bauteile mit unterschiedlichen Dämmeigenschaften aufeinandertreffen. Typische konstruktive Wärmebrücken finden Sie bei Balkonen, Rollladenkästen und Fenstern.

Ideal ist es, wenn Sie den Balkon auf eigenen Stützen vor die Fassade stellen. Ist dies nicht möglich, können Sie den Balkon im Neubau auch thermisch getrennt anbringen. In der Sanierung können Sie einen bestehenden Balkon abbrechen und freistehend neu errichten. Oder den Balkon alternativ rundum dämmen.



Die Temperaturen der Außenwand und des Balkons werden in unterschiedlichen Farben dargestellt, von Rot (18°C) über Gelb (11°C) und Grün (2°C) bis Blau (-5°C).

Im linken Bild ist der ungedämmte Balkonanschluss mit auskragender Betonplatte zu erkennen. Die Balkonplatte leitet Wärme nach außen und die Ecken in den Räumen haben etwa 12°C. Damit sind sie schimmelgefährdet.

Im mittleren Bild ist der Balkon rundum gedämmt, die Wärmebrücke wurde gehoben und die Ecken in den Räumen haben eine Temperatur von 16°C.

Im rechten Bild wurde der Balkon freistehend errichtet und die Wand ununterbrochen gedämmt, die Ecken in den Räumen haben etwa 17°C.



Energie-Atlas Bayern
↓ Schimmel

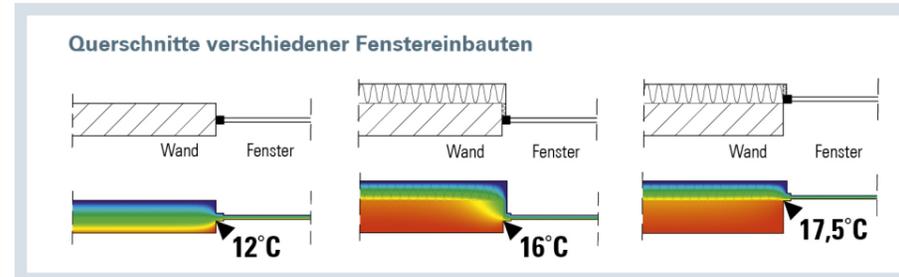


Zugluft an den Rollladen-Banddurchlässen vermeiden Sie mit Bürstensystemen.

Im Neubau (links) wurde ein gedämmtes Rollladenmodul eingebaut. Dabei wird die Dämmung über dem Fenster nach innen gesetzt.

In der Sanierung (rechts) wurde der alte Rollladen stillgelegt und mit Dämmung gefüllt. Außen wurde ein neuer Rollladen aufgesetzt.

Wenn die **Fenster** falsch eingebaut werden, entstehen Wärmebrücken. Idealerweise setzen Sie die Fenster in die Dämmebene, da sie – energetisch – die gleiche Aufgabe übernehmen. Die Fenster hängen sozusagen vor der Wand. Zusätzlich sollte die Dämmung bis über den Rahmen reichen.



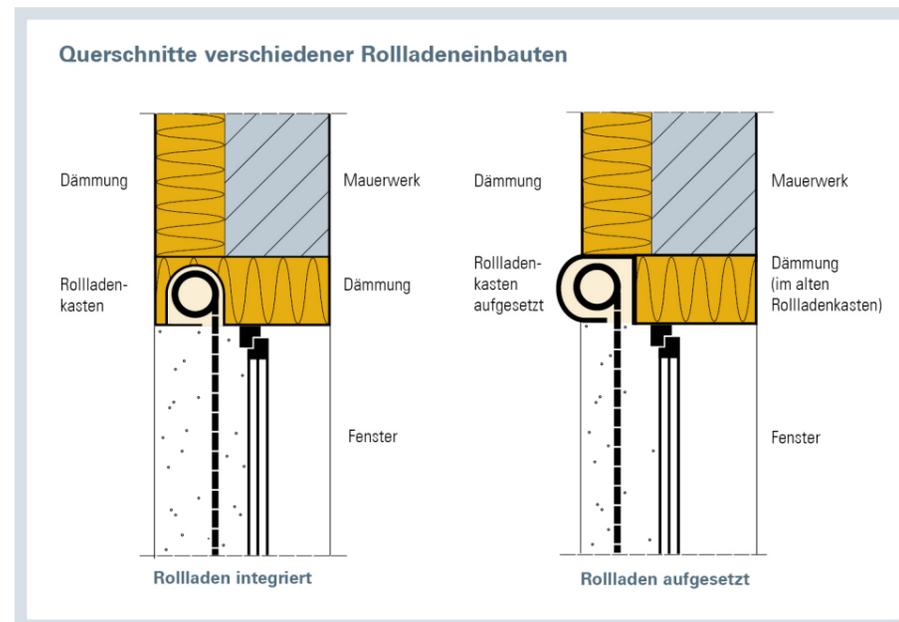
Links ist das Fenster im Einbau vor einer Sanierung zu sehen. Die Wand ist ungedämmt. Die Ecke zwischen Wand und Fensterrahmen hat 12°C und ist damit schimmelgefährdet.

In der Mitte ist die sanierte Variante abgebildet. Dabei wurden die Wand und die Fensterlaibung gedämmt. Bei dieser Sanierung ist die Wärmebrücke entschärft. Die Temperatur im Eck beträgt 16°C. Schimmel ist kein Problem mehr.

Rechts ist der optimale Fenstereinbau zu sehen. Das Fenster wurde von der Wand in die Dämmebene verschoben und der Rahmen überdämmt. Die Temperatur fällt in der Ecke auf nur 17,5°C ab. Die Wärmeverluste sind minimiert.

Der Anschluss der **Fensterbank** muss ebenso fehlerfrei sein. Vergessen Sie nicht – gerade bei der Sanierung – den Hohlraum zwischen Fensterblech und Mauerwerk lückenlos mit Dämmstoff zu füllen.

Auch **Rollladenkästen** bilden eine Schwachstelle. Optimal ist es, Rollladenkästen möglichst weit außen zu montieren und auf der Innenseite zu dämmen. Für den Neubau gibt es dafür gedämmte Rollladenelemente. Bei einer Sanierung können Sie den alten Kasten mit Dämmstoff füllen und einen neuen Rollladen außen anbringen.



Warum Luftdichtheit so wichtig ist

Wenn Innenluft in die Konstruktion eindringt, setzt sich an kühlen Stellen Feuchtigkeit ab. Diese Feuchtigkeit kann zu Schimmel führen und im schlimmsten Fall die Bausubstanz zerstören. Daher müssen Sie die Hülle gut abdichten. Undichte Stellen (Leckagen) treten meist an Übergängen verschiedener Bauteile auf. Beispielsweise wo Fenster an die Wand anschließen. Zudem geht an undichten Stellen Wärme verloren.

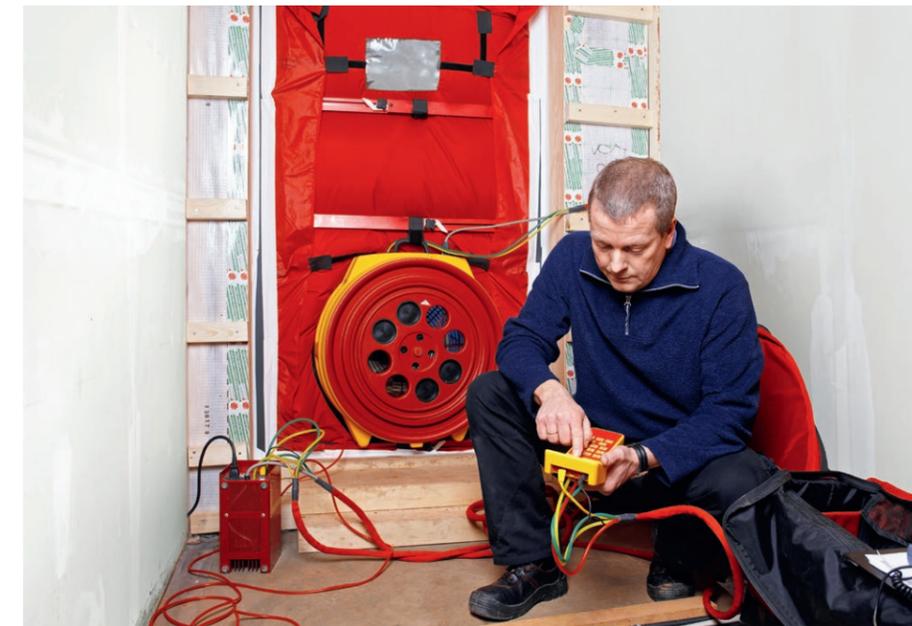
Um das Risiko von Leckagen zu vermeiden, sollten Sie die luftdichte Hülle möglichst selten durchdringen. Besondere Vorsicht ist bei der Elektro- und Sanitärinstallation geboten.

Bei Außenwänden in Holzrahmenbauweise hilft Ihnen eine **Installationsebene**, die innerhalb der luftdichten Hülle liegt. Diese Ebene verhindert auch, dass Sie später die luftdichte Hülle unbeabsichtigt beschädigen. Denn bereits der Nagel für ein Wandbild reicht aus, um die Ebene zu durchdringen.

Bei Kalksandstein- oder Porenbetonwänden müssen Sie darauf achten, dass die Hohlräume der Steine keine offene Verbindung zum Dachanschluss erzeugen. Oder Sie greifen auf Steckdosen mit **luftdichter Kabeldurchführung** zurück.

Für Sanitäranlagen können Sie Probleme vermeiden indem Sie die Rohrleitungen in Innenwänden verlegen. Oder Sie platzieren Leitungen hinter einer sogenannten **Vormauerung**.

Eine Schwachstelle stellt oft die Be- und **Entlüftung von Abwasserleitungen** dar. Um den Abfluss sicherzustellen, müssen diese Leitungen belüftet werden. In Ein- und Zweifamilienhäusern können Sie Belüftungsventile innerhalb des Hauses einbauen. Die Platzierung der Ventile im Bad oder Dachboden verhindern, dass die Gebäudehülle durchdrungen wird.



Die luftdichte Ebene verhindert Bauschäden und reduziert Wärmeverluste.

Vermeiden Sie es, die luftdichte Ebene zu durchdringen.

Wichtig

Lassen Sie die luftdichte Ebene bereits im Rohbauzustand prüfen. Ist der Innenausbau erst begonnen, können Sie Fehler nur noch mit großem Aufwand beheben. Mit einer Differenzdruckmessung, dem sogenannten Blower-Door-Test, wird geprüft, an welchen Stellen Luft durch die Gebäudehülle strömt. Diese Stellen können dann abgedichtet werden.

Blower-Door-Test

GEBÄUDETECHNIK – RICHTIG HEIZEN UND LÜFTEN

Heizung und Lüftungsanlage bringen Wärme und Frischluft ins Haus. So macht die richtige Gebäudetechnik Ihr Zuhause komfortabel.



Heizungssteuerung

Wichtig

Eine gute Gebäudetechnik hilft nur, wenn sie auch richtig eingestellt ist. Die Voreinstellung des Herstellers ist für Ihr Haus in der Regel unpassend.

Zur Einstellung gehört, das Heizsystem hydraulisch abzugleichen. Nur so kann die Anlage effizient arbeiten. Auch bei Lüftungsanlagen müssen die Volumenströme auf Ihren individuellen Bedarf eingestellt werden. Wird dies nicht gemacht, zahlen Sie unnötig viel für Energie und Ihr Komfort leidet, wenn Luftwechsel und Wärmezufuhr nicht stimmen.

Beauftragen Sie daher die Einstellung und den hydraulischen Abgleich Ihrer Gebäudetechnik beim Einbau gleich mit und optimieren Sie die Einstellungen in den ersten Jahren, um Komfort und Effizienz zu verbessern.

Das Heizsystem für ein gemütliches Zuhause

Für Wohngebäude gibt es verschiedene Heizsysteme. In Bestandsgebäuden mit hohem Energiebedarf verursacht die Heizung die größten Umweltwirkungen. In hocheffizienten Gebäuden sind die Auswirkungen dagegen so gering, dass kein Heizsystem klar im Vorteil ist.

Welche Heizsysteme gibt es?

Aktuell werden vor allem folgende Heizsysteme verbaut:

- **Luftwärmepumpen** gewinnen Wärme aus der Umgebungsluft. Sie sind meist einfach und kostengünstig einzubauen. Luftwärmepumpen haben allerdings durch die Wärmegewinnung aus Außenluft gerade dann einen besonders schlechten Wirkungsgrad, wenn viel Wärme benötigt wird, weil es draußen kalt ist. Sie sind daher nur in Gebäuden mit höchster Effizienz wie Passivhäusern zu empfehlen.
- **Kombigeräte – auch Kompaktheizgeräte** genannt – kombinieren eine Luftwärmepumpe mit der Lüftungsanlage. Sie nutzen die Wärme der Abluft und sind damit effizienter als Luftwärmepumpen, die nur mit Außenluft arbeiten. Kombigeräte haben zudem den Vorteil, dass Sie nur ein Gerät für Heizung und Lüftung benötigen. Sie sind als Luftwärmepumpen ebenfalls nur für Passivhäuser zu empfehlen.
- Andere **Wärmepumpen** beziehen ihre Wärme aus dem Boden oder dem Grundwasser. Der Boden, aus dem die Wärme gewonnen wird, hat dabei im Winter etwa 10°C und damit eine höhere Temperatur als die Außenluft. So sind Wärmepumpen auch für Gebäude mit mittlerer bis hoher Effizienz interessant. Beispielsweise bei thermisch hochwertig sanierten Gebäuden. Gegenüber Luftwärmepumpen müssen Sie zwar in Wärmekollektoren oder Bohrungen investieren, sparen das aber durch höhere Effizienz wieder ein.
- **Pelletheizungen** eignen sich gerade in Bestandsgebäuden und für sanierte Gebäude, wo sie die umweltfreundliche Alternative zur Ölheizung sind. In hocheffizienten Häusern können Pelleteinzelöfen mit relativ geringen Anschaffungs- und Betriebskosten eine Luft- oder Elektroheizungen ergänzen.



Wärmepumpe mit Speicher

- **Gasheizungen** sind – sofern ein Gasanschluss vorhanden ist – gerade in Bestandsgebäuden und bei größeren Objekten wie Mehrfamilienhäusern eine kostengünstige Heiztechnik. Einen ökologischen Vorteil entfalten sie nur zusammen mit einer Solarthermieanlage.
Im Neubau dürfen Sie eine Gasheizung nur einbauen, wenn Sie zusätzlich erneuerbare Energien nutzen, oder das Gebäude einen sehr hohen Effizienzstandard erreicht. Bei hocheffizienten Einfamilienhäusern können Hausanschluss und Grundgebühren hohe Kosten verursachen. Diese zusätzlichen Investitionen können eine Gasheizung teuer machen.
- Ist vor Ort ein **Wärmenetz** vorhanden, kann dies auch eine kostengünstige und in der Regel umweltfreundliche Energiequelle sein. Der Einkaufspreis liegt dabei zwar oft über dem Preis für Gas oder Pellets. Dafür entfallen die Umwandlungsverluste im Haus, Sie zahlen nur die Wärme, die Sie wirklich brauchen. Daher sind Investitionen und jährliche Ausgaben für Wärme und Betrieb oft günstiger als bei einer eigenen Heizung.
- **Stromdirektheizungen** – auch als Infrarotheizungen bekannt – werden häufig als kostengünstige Heizsysteme verkauft. Es stimmt, dass sie in der Anschaffung meist die günstigste Variante sind. Dafür müssen Sie den höchsten Energiepreis zahlen. Strom kostet etwa das Drei- oder Vierfache von Holz oder Gas.
Stromdirektheizungen sind nur in einem Fall ökologisch sinnvoll: Wenn die Wärme in sehr effizienten Gebäuden über ein bis zwei Wochen gespeichert werden kann und eine intelligente Steuerung nur dann heizt, wenn erneuerbare Energien mehr Strom liefern als insgesamt verbraucht wird.
- In **Brennstoffzellenheizungen** wird aus Wasserstoff oder Erdgas durch einen elektrochemischen Prozess Wärme und Strom gewonnen. Wesentlicher Vorteil ist der hohe Wirkungsgrad, da sie Strom für Ihr Zuhause erzeugen und die dabei anfallende Wärme für Heizung und Warmwasser nutzen. Die Leistung von Brennstoffzellen ist meist so gering, dass sie nur für hocheffiziente Häuser in Frage kommen.
Eine mit Erdgas betriebene Brennstoffzelle ist immer noch eine fossile Heizung. Der Bezug von Bioerdgas (Biometan) oder regenerativ erzeugtem Wasserstoff wäre die ökologischere Alternative. Wasserstoffsysteme sind bisher nur sehr wenige am Markt verfügbar.

Vergleichen Sie stets Vollkosten und nicht den Brennstoffpreis mit dem Wärmepreis.



Energie-Atlas Bayern
↓ Bauen und sanieren,
Heizung





Bei richtig ausgelegten Heizflächen merken Sie oft gar nicht, dass sie warm werden.

Wärmeerzeuger werden oft zu groß geplant. Sie können dann nicht optimal arbeiten.

Mit Luftheizungen sparen Sie sich konventionelle Heizungsrohre und Heizflächen.



Energie-Atlas Bayern
↓ Bauen und sanieren,
Heizung

Eine Fußbodenheizung steigert Komfort und spart Energie.

Tipps

- Flächenheizungen verbessern Komfort und Effizienz. Die von Flächenheizungen abgegebene Strahlungswärme wird als sehr angenehm empfunden und Sie können die Raumlufttemperatur bei gleichem Komfort senken. Die niedrigeren Temperaturen in einer Flächenheizung und die geringere Raumtemperatur reduzieren die Energieverluste und steigern die Effizienz der Wärmeerzeugung. Beides zahlt sich für Sie durch geringere Heizkosten aus.
- Flächenheizungen können Sie im Boden, in der Wand oder in der Decke installieren. Decken oder Wandheizung eignen sich je nach Heizsystem auch zur sommerlichen Kühlung.
- Effiziente Heizungen sind genau dimensioniert. Die Spitzenleistung Ihrer Heizung brauchen Sie nur an wenigen Tagen im Jahr. Eine Sicherheitsreserve ist hier nicht erforderlich.
- Besonders nach einer energetischen Sanierung ist die Heizung deutlich zu groß. Tauschen Sie die Heizung daher möglichst erst nach der Sanierung aus.
- Im Bestand sind auch die Heizungsumwälzpumpen meist überdimensioniert. Optimal sind geregelte Hocheffizienzpumpen, die sehr wenig Strom verbrauchen.
- Platzieren Sie die Heizung in der gedämmten Hülle, dann bleiben die Wärmeverluste im Haus.
- Luftheizungen können in Passivhäusern die Wärme über die Lüftung verteilen. Damit sparen Sie die sonst übliche Wärmeverteilung mit Heizungsrohren, Radiatoren oder Flächenheizungen.
- Vorsicht: Luftheizungen werden oft als unangenehm empfunden, da die Raumluft im Winter besonders trocken wird. Wählen Sie daher eine Anlage mit Feuchterückgewinnung. Denken Sie auch daran, für Badezimmer eine Zusatzheizung einzuplanen, die Sie wärmt, wenn Sie aus der Dusche steigen.



Erneuerbare Energie vor Ort

Wenn Sie in Ihrem Haus erneuerbare Energien gewinnen, schonen Sie die Umwelt und steigern Ihre Unabhängigkeit. Um die selbst gewonnene Energie auch nachts nutzen zu können, müssen Sie Energiespeicher einplanen. Übliche Systeme sind:

- **Solarthermieanlagen** mit einem großen Pufferspeicher ergänzen Heizung und Warmwasserbereitung. So können Sie die übrige Heizung im Sommer abschalten.
- **Photovoltaikanlagen** stellen Strom aus Sonnenenergie bereit. Sie können den Strom dabei deutlich günstiger selbst gewinnen als die Versorgung über das Stromnetz ist. In Verbindung mit einem Batteriespeicher kann der Strom vom Tag auch noch nach Sonnenuntergang genutzt werden. Für die Energiewende optimal sind Speicher, die von einem Anbieter ferngesteuert werden. Der Anbieter kann den Speicher dann laden, wenn im Stromnetz ein Überschuss von erneuerbaren Energien herrscht und entladen, wenn Strom gebraucht wird. Sie profitieren im Gegenzug von einem günstigen Strompreis.
- Haben Sie sich für eine **Luftwärmepumpe** und eine Photovoltaikanlage entschieden, können Sie die Wärmepumpe tagsüber mit eigenem Photovoltaikstrom betreiben und die Wärme für die Nacht speichern. Denn tagsüber ist die Effizienz der Luftwärmepumpe dank höherer Außentemperaturen besser als nachts. Auch wenn dies oft anders beworben wird, müssen Sie dennoch Strom zukaufen, da die Photovoltaikanlage im Winter nur an wenigen sonnigen Wintertagen genug Strom liefert.
- **Erd- oder Grundwasserwärmepumpen** können rund um die Uhr mit höherer Effizienz betrieben werden als Luftwärmepumpen. Sie gehören daher zu den besten Heizsystemen im Neubau.
- **Holzheizungen** können Sie als alleinstehenden Kaminofen im Wohnraum nutzen, oder als Heizkessel in die Zentralheizung integrieren. Sie entscheiden, ob Sie mit Pellets oder Stückholz heizen wollen. Für Zentralheizungen gibt es auch Kessel die Holzpellets und Stückholz verbrennen können. Manche Holzöfen in Wohnräumen liefern Ihnen auch Wärme für die Zentralheizung und Warmwasserbereitung. Holzheizungen können viel Feinstaub erzeugen. Achten Sie daher bei allen Varianten auf eine gute Partikelabscheidung, um die Umweltwirkung zu verringern.

Tipps

- Haben Sie ein Heizsystem mit Wärmespeicher oder eine Solarthermieanlage, lassen Sie das Warmwasser mit einer Frischwasserstation bedarfsgerecht erzeugen. Eine Mindesttemperatur im Speicher zum Schutz vor Legionellen ist dann nicht mehr nötig und die Effizienz steigt.
- Achten Sie bei einem Solarwärmespeicher darauf, dass die Wärme mit hoher Temperatur in einen Schichtspeicher eingeschichtet wird. So kann Ihre Heizung an sonnigen Tagen pausieren. Sehr gut eignen sich dazu Systeme mit vom Speicher unabhängigem Solarwärmetauscher.
- Wärmespeicher sollten gut gedämmt sein. Steht Ihr Speicher in Wohnraumnähe, heizt er bei schlechter Dämmung das Gebäude im Sommer ungewollt. Je geringer die Wärmeverluste eines Solarwärmespeichers sind, desto mehr Tage ohne Sonnenschein können überbrückt werden. Das ist gerade in der Übergangszeit wichtig.



Erneuerbare Energien sparen Energiekosten und erhöhen Ihre Unabhängigkeit.



C.A.R.M.E.N. e.V.
↓ Erneuerbare Energien
↓ Marktübersicht Wärmespeicher



Komfortlüftungsanlagen – Gewinn für Mensch und Umwelt

Wir verbringen die meiste Zeit in Innenräumen. Gesunde Raumluft ist deshalb sehr wichtig für das Wohlbefinden. Atmung hinterlässt CO₂, aus Möbeln und Baustoffen treten Schadstoffe aus. Beim Kochen und Duschen werden Gerüche und Feuchtigkeit freigesetzt. Alle diese Stoffe müssen regelmäßig aus Ihrer Wohnung abgeführt werden. Dazu ist ein vollständiger Luftaustausch etwa alle zwei Stunden notwendig. Dabei ist die **Fensterlüftung** nicht nur aufwendig und unkomfortabel. Im Winter geht beim Lüften viel Wärme verloren und die Behaglichkeit sinkt.

Komfortlüftungsanlagen sind eine elegante Möglichkeit, den notwendigen Luftwechsel sicherzustellen und zugleich Wärmeenergie und damit Heizkosten einzusparen. Eine Komfortlüftungsanlage beinhaltet immer eine Wärmerückgewinnung. Nur so erreichen sie höchste Komfort und geringste Heizkosten. Eine Lüftungsanlage kann ihre Kosten dann über ihre Lebensdauer wieder einsparen.

Entsprechend ausgelegte Lüftungsanlagen bieten einen guten Schallschutz, hochwertige Luftfilterung, Feuchteabfuhr zum Bautenschutz (gerade in Altbauten) und ein angenehmes Raumklima, da immer frisch gelüftet ist.

Es gibt ganz unterschiedliche Lüftungskonzepte, die alle Ihre Stärken und Schwächen haben. Ideal sind zentrale Lüftungsanlagen, sie bieten den besten Wärme- und Schallschutz. Dezentrale Lüftungsanlagen können dafür bei Sanierungen meist einfacher verbaut werden.

Tipp

Eine Lüftungsanlage mit Feuchterückgewinnung verbessert die Luftfeuchte im Winter zusätzlich.

Zentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung verbessern den Wohnkomfort.

Komfortlüftungsanlagen finanzieren sich selbst.



Bayerisches Wirtschaftsministerium

↓ Richtig lüften mit Komfortlüftungsanlagen



Exkurs: Smarthome – Ein intelligentes Gebäude?

Smarthome-Technologien versprechen eine Vernetzung des ganzen Gebäudes, von der Heizung über die Rollläden bis zur Beleuchtung. Damit lassen sich manche Dinge automatisieren, was komfortabel sein kann. Smarthome-Systeme bieten auch Chancen zur Energieeinsparung, sollten aber nicht überbewertet werden.

Smarthome-Systeme brauchen zunächst einmal Strom. Überlegen Sie daher, ob Sie diese wirklich brauchen. Denn gerade der für den Betrieb notwendige Strom kann schnell 100 Euro und mehr im Jahr kosten. Auch die Server internetbasierter Angebote benötigen permanent Strom, um die Daten zu verarbeiten.

Lernende Systeme oder Anwesenheitssensoren können die Heizung optimiert steuern. Dies lohnt sich vor allem für Gebäude mit geringer Energieeffizienz, zum Beispiel im Bestand. Interessant kann es sein, eine Wetterprognose zu integrieren. So wird die Heizung gedrosselt, wenn klar ist, dass bald die Sonne ausreichend Wärme spendet und es wohliger warm wird, bis Sie wieder nach Hause kommen.

Eine gute Steuerung von Lüftungsanlagen kann Kosten und Energie sparen. CO₂- und Feuchtesensoren steuern die Lüftung bedarfsgerecht. Alternativ können Sie den Luftwechsel zeitgesteuert verringern, wenn Sie nicht im Haus sind.

Auch für den sommerlichen Wärmeschutz können automatische Rollläden oder Jalousien helfen, die Wärme draußen zu halten. Dies ist besonders interessant, wenn Sie nicht zu Hause sind. So kann ein Windwächter die Jalousie bei starkem Wind automatisch einfahren und vor Schaden schützen. Eine Zeitsteuerung täuscht Anwesenheit vor und schreckt Einbrecher ab.

Viele dieser Funktionen gibt es allerdings auch ohne Smarthome-System. Der Vorteil herkömmlicher Systeme: Einmal eingestellt müssen Sie sich nur noch selten darum kümmern.

Smarthome-Systeme verbrauchen oft mehr Energie als sie wieder einsparen.

Gute Steuerungen gibt es auch ohne „smarte“ Funktion. Sie können, aber müssen nicht eingreifen.



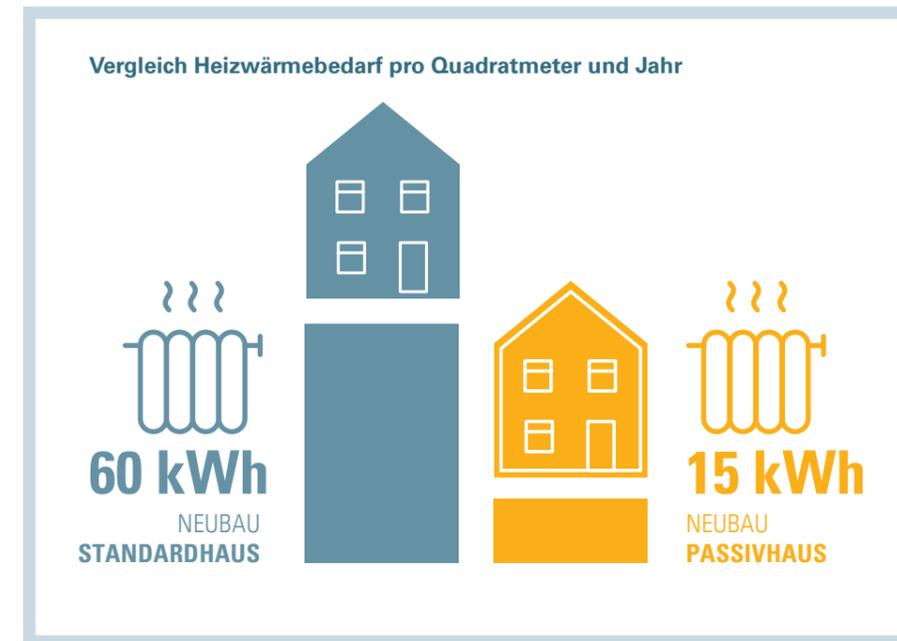
NEUBAU – SO KÖNNTE IHR ZUHAUSE AUSSEHEN

Der Passivhausstandard ist im Neubau bereits etabliert und tausendfach bewährt. Die meisten Passivhausbewohner würden sich heute wieder für ein Passivhaus entscheiden. Gerade Wohnhäuser können mit einer guten Planung und bei geringem Aufwand problemlos in diesem Standard errichtet werden. Dessen wesentliche Kriterien sind:

- Ein Heizwärmebedarf von höchstens 15 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr [kWh/(m²a)] (1,5 Liter Heizöl pro Quadratmeter und Jahr),
- eine maximale Heizlast von 10 W/m² ermöglicht einfache hocheffiziente Heizsysteme,
- ein Wärmedurchgang (U-Wert) durch Wände, Dach und Boden von höchstens 0,15 W/(m²K),
- ein Wärmedurchgang (U-Wert) durch Fenster und Türen von höchstens 0,8 W/(m²K),
- eine Luftdichtheit von mindestens n₅₀ = 0,6/h,
- ein Primärenergiebedarf von höchstens 120 kWh/(m²a) und
- eine Übertemperaturhäufigkeit im Sommer von unter 10 Prozent

Null- oder Plusenergiehäuser gewinnen mit einer großen Photovoltaikanlage so viel Strom, dass sie – über das Jahr gesehen – den gesamten Energiebedarf des Gebäudes decken können, beziehungsweise einen Überschuss erzeugen.

Solarhaus und Sonnenhaus haben oft eine geringere Effizienz als das Passivhaus, nutzen dafür die Sonne noch stärker. Dazu werden im Sonnenhaus große Solarthermieanlagen und Wärmespeicher, im Solarhaus große Glasflächen verbaut. Bei diesen Konzepten



Braucht ein Standardneubau im Jahr 2022 zur Beheizung etwa 60 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr [kWh/(m²a)], sind für ein Passivhaus nur 15 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr nötig.

sollten Sie dennoch nicht auf die üppige Wärmedämmung und eine Lüftungsanlage verzichten. Ob diese Konzepte für Ihren Standort passen, sollten Sie genau prüfen. Scheint die Sonne im Winter nicht oder nur wenige Stunden am Tag, können Sie keine Wärme gewinnen.

Alle diese Häuser können auch ein **Effizienzhaus** sein. Dieser Effizienzstandard wird von der staatlichen Förderbank KfW definiert und orientiert sich am rechtlichen Rahmen. Je kleiner die Kennzahl, desto besser der Standard. Vereinbaren Sie mit Ihren Baupartnern ein Effizienzhaus 40. Dies ist der aktuell beste Förderstandard für Neubauten. In der Regel erfüllen Sie mit einem Passivhaus die Anforderungen an ein Effizienzhaus 40.

Zur Planung von Gebäuden mit sehr niedrigem Energieverbrauch hat sich das Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP) sehr gut bewährt. Es liefert realistische Energiekennwerte und ermöglicht Ihnen, das Gebäude in der Planung zu optimieren. Andere Programme, die zum Nachweis des Energiestandards eingesetzt werden, verwenden unrealistische Annahmen, wie Wohnflächenberechnung oder Luftwechselraten. Sie liefern daher oft abweichende Ergebnisse und sind zur Planung ungeeignet.

Wenn Sie sich fragen, welche **Bauweise** – Holz, Stein, Ziegel, oder Beton – Sie für Ihr Zuhause wählen sollen, lautet die Antwort: Jene mit denen Sie sich wohlfühlen. Die übliche Bauweise unterscheidet sich meist je nach Region. Dies liegt vor allem am regionalen Angebot der Rohstoffe. Ist die Gegend reich an Lehm, finden Sie vor allem Ziegelbauwerke, in sandigen Gebieten, dominiert Kalksandstein. Aber alle Bauweisen sind geeignet, gemütliche, hochwertige und hocheffiziente Gebäude zu errichten. Von der Umweltwirkung unterscheiden sich die verschiedenen Bauweisen nur wenig.

Einen deutlichen Einfluss auf die **Umweltbilanz** haben jedoch der Effizienzstandard und die Lebensdauer. Am besten schneiden dabei Gebäude mit höchster Effizienz ab.



Bayerisches Wirtschaftsministerium

↓ Das nachhaltige Haus

Praxis-
Beispiel

Massives Einfamilienhaus mit Erdwärmepumpe und Bauteilspeicher

Ein durchdachtes Energiekonzept lag Familie Slesiona von Anfang am Herzen. Für ihr neues Heim in der Nähe von Deggendorf legten sie früh in der Planung fest, was ihnen wichtig ist. So sollte das Haus günstig und zweckmäßig mit hoher Flexibilität geplant werden. Der Energiestandard sollte auch im Jahr 2020 noch aktuell sein, aber die Technik als Mittel zum Zweck einfach bleiben.

Eingezogen ist Familie Slesiona im Jahr 2014 in ihr 200-m²-Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung. Die Einliegerwohnung bietet Flexibilität für die Zukunft und wird im Moment als Büro genutzt. Als Baustoffe kamen Ziegelwände und Betondecken zum Einsatz. Diese Bauweise kann viel Wärme speichern und verringert vor allem im Sommer die Überwärmung.

Im Winter fangen große Südfenster viel Sonnenlicht und Wärme ein. Den geringen Restwärmebedarf deckt eine Erdwärmepumpe über die in den Betondecken eingelassenen Heizrohre (Betonkernaktivierung). Die 120 Meter tiefe Erdwärmesonde ermöglicht einen hervorragenden Wirkungsgrad der Wärmepumpe. Aus einer Kilowattstunde Strom werden so 6,5 Kilowattstunden Wärme (Jahresarbeitszahl von 6,5). Im Sommer wird überschüssige Wärme aus dem Haus wieder in den Erdboden eingebracht.

Tipp des Bauherren

„Optimieren Sie zuerst die Gebäudehülle und setzen Sie dann auf eine einfache Gebäudetechnik.“

Praxis-
Beispiel

Das Holzhaus, das weniger als ein Ster Holz im Jahr braucht

Die Familie Sift/Hauser hat sich im Jahr 2013 in der Nähe von Augsburg ein neues Zuhause in umweltfreundlicher Holzständerbauweise geschaffen. Dank dem Bau im Passivhausstandard reicht ein Ster Holz im Jahr zum Heizen. Der Holzofen im Wohnzimmer heizt über den offenen Grundriss und die Lüftungsanlage das ganze Haus. Damit konnte der Bauherr auf die Investition in ein klassisches wasserführendes Heizsystem verzichten.

Eine Photovoltaikanlage erzeugt etwa 12.500 Kilowattstunden pro Jahr (kWh/a) günstigen und umweltfreundlichen Strom. Das ist etwa das Doppelte des jährlichen Strombedarfs. Den Überschuss speist Familie Sift/Hauser ins Stromnetz ein. Nur nachts und im Winter muss Strom aus dem Netz bezogen werden.

Eine intelligente Regelung sorgt dafür, dass mittags, wenn die Sonne viel Energie liefert, eine Wärmepumpe Warmwasser erwärmt und für später speichert. Künftig kann die Wärmepumpe gezielt dann betrieben werden, wenn im Stromnetz Überschüsse aus erneuerbaren Energien verfügbar sind und dann pausieren, wenn nur wenig erzeugt wird.

Familie Sift/Hauser ist auch Jahre nach ihrem Einzug sehr zufrieden mit ihrem Zuhause – das Energiekonzept ist voll aufgegangen.

„Nehmen Sie alles mit, was technisch möglich ist: Bei der Photovoltaikanlage nicht lange rechnen, sondern so groß wie möglich bauen.“

Heute würde ich Elektromobilität und Batteriespeicher dazunehmen. Das kann ich ja, wenn der Einspeisevertrag endet, immer noch machen.“

Steckbrief

- Vier Personen – etwa 230 m² Wohnfläche
- Energiestandard: Passivhaus
- Heizenergieverbrauch: 1.500 kWh/a
- Stromverbrauch für Haushalt, Warmwasser und Pool: 6.000 kWh/a
- Stromgewinnung der Photovoltaikanlage 12.500 kWh/a, davon werden 9.500 kWh/a ins Stromnetz eingespeist
- Strombezug 3.000 kWh/a, wenn die Photovoltaik nicht genug liefert

Gebäudetechnik

- Holzofen mit zehn Stunden Wärmespeicher
- Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Warmwasserwärmepumpe aus der Abluft der Lüftungsanlage
- Außenjalousien gegen sommerliche Überhitzung

Tipp des Bauherren

Eine Sanierung kann den Energieverbrauch je nach Gebäude um bis zu 90 Prozent senken.

Überlegen Sie, welche Möglichkeiten das bestehende Gebäude bietet. Manchmal bewirken kleine Änderungen große Unterschiede.



Verbraucherzentrale Bundesverband

↓ Energieberatung

Bundeswirtschaftsministerium

↓ Sanierungskonfigurator

SANIERUNG – WAS IST MÖGLICH UND WIE KÖNNEN SIE VORGEHEN?

Wenn Sie Ihr Gebäude sanieren, können Sie Ihren Energieverbrauch, je nach Alter und Qualität des Gebäudes, um bis zu 90 Prozent senken. Haben Sie vorher den Energiegehalt von 3.000 Liter Heizöl im Jahr gebraucht, können Sie ein hochwertig modernisiertes Zuhause mit der Energie von 300 bis 600 Litern Heizöl im Jahr beheizen. Wie hoch die Einsparungen bei Ihnen ausfallen können, erfahren Sie bei einer Energieberatung.

Eine Sanierung ist unbestreitbar mit einer hohen Investition verbunden. Energetische Verbesserungen rechnen sich aber meist in absehbarer Zeit, wenn Sie diese im Rahmen einer sowieso notwendigen Instandhaltung umsetzen. Klopfen Sie zunächst das bestehende Gebäude darauf ab, ob Sie Ihre Vorstellungen verwirklichen können. Dabei können Sie mit Hilfe von Bausachverständigen klären:

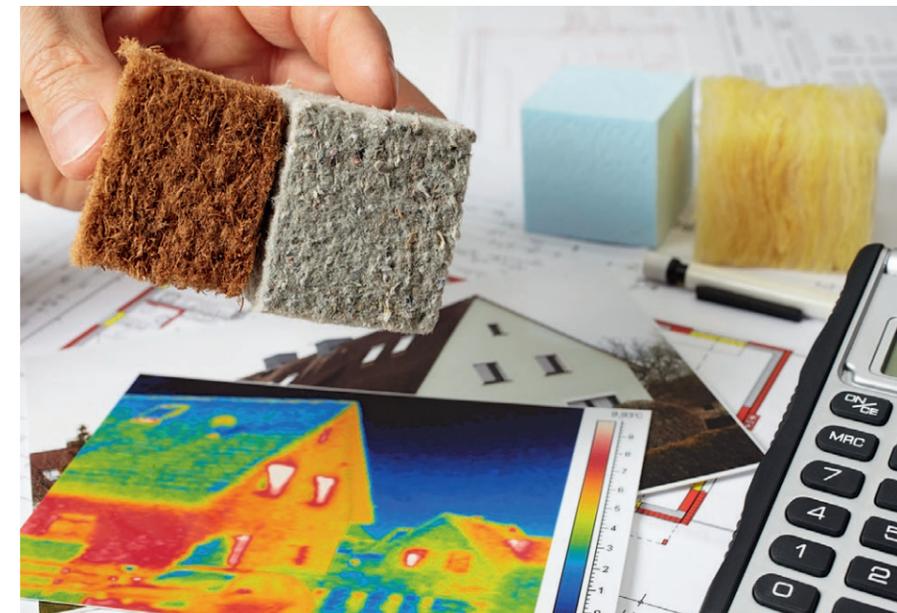
- In welchem Zustand sind Gebäudesubstanz und Haustechnik? Können Sie von einer weiteren langen Lebensdauer ausgehen? Lässt die Statik eine Erweiterung im Dachgeschoss oder eine Photovoltaikanlage auf dem Dach zu?
- Lässt sich das Haus Ihren Wünschen und Bedürfnissen anpassen? Können die Zimmer neu aufgeteilt werden? Lassen sich dafür Zwischenwände versetzen oder entfernen? Lassen sich eventuell die Fenster vergrößern? Erhalten Sie den Raum, den Sie sich vorstellen?
- Kann das Gebäude auf einen zukunftsfähigen Gebäudestandard saniert werden oder schränken bauliche Auflagen ein? Steht das Gebäude unter Denkmal- oder Ensemblechutz? Lassen die Bauvorschriften die nachträgliche Außendämmung zu?

Erstellen Sie einen individuellen Sanierungsfahrplan

Um teure Fehler zu vermeiden, besprechen Sie in einer Energieberatung Ihren individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP). Dieser kann sich auch über mehrere Jahre erstrecken. Legen Sie fest, welchen Gebäudestandard Sie erreichen wollen und welche Maßnahmen Sie dafür vornehmen. Beispielsweise: Welche Effizienz benötigen die neuen Fenster? Wie dick wird die neue Dämmung des Daches?

Eine sinnvolle Sanierung könnte so aussehen:

- Zuerst dämmen Sie das **Dach** oder den ungenutzten Dachspitz. Letzteres ist oft vergleichsweise einfach und kostengünstig.
- Tauschen Sie die **Fenster** aus und dämmen Sie die **Fassade**. Um Bauschäden zu vermeiden, sollten Sie diese Maßnahmen kombinieren.
- Danach lassen Sie eine **Lüftungsanlage** einbauen. Denn neue Fenster verhindern unkontrollierten Luftaustausch und Sie müssen aktiv lüften. Eine Lüftungsanlage dagegen lüftet für Sie – komfortabel und dank Wärmerückgewinnung sogar kostenneutral.
- Vergessen Sie nicht, die **Kellerdecke** zu dämmen. Dies können Sie in der Regel unabhängig von allen vorangegangenen Maßnahmen machen. Es kann sich auch anbieten, dies als erstes zu erledigen, wenn Sie mit den anderen Maßnahmen noch warten wollen, weil die nächste Instandhaltung erst in ein paar Jahren fällig wird.
- Erneuern Sie die **Heizungsanlage** zum Schluss. Denn mit den oben beschriebenen Maßnahmen sinkt der Wärmebedarf Ihres Hauses deutlich. Jetzt reicht auch eine kleinere Heizung mit weniger Leistung.



Eine Sanierung bietet viele Ansätze. Sprechen Sie mit einem Energieberater über mögliche Schritte und den richtigen Zeitpunkt.

Tipps

- Planen Sie Maßnahmen dann, wenn ohnehin Instandhaltungsmaßnahmen anfallen. Und kombinieren Sie die Maßnahmen so, dass Synergien genutzt werden. Nutzen Sie beispielsweise das Gerüst für Dachsanierung und Fassadenarbeiten oder kombinieren Sie Fenstertausch und Fassadendämmung.
- Sie können sich wie beim Neubau von Architekten und Bauingenieuren unterstützen lassen. Manche bieten an, für Sie die gesamte Sanierung abzuwickeln. Beispielsweise Handwerker zu suchen, Aufträge zu vergeben, die Sanierung zu überwachen und Leistungen abzunehmen. Oder Sie suchen einen Generalunternehmer, der alles aus einer Hand anbietet.
- Auch wenn Sie keine umfassende Sanierung planen, kann eine Energieberatung sinnvoll sein. Experten können Ihr Gebäude genau untersuchen und einzelne Maßnahmen empfehlen. Sie stellen mit Ihnen einen Sanierungsfahrplan auf, der sich auf einzelne Maßnahmen beschränken kann, oder Empfehlungen für die Zukunft enthält. Dabei wird festgehalten, welche Maßnahmen möglich sind und wann Maßnahmen sinnvoll sind. Wird zum Beispiel in drei Jahren ein neuer Fassadenanstrich fällig und die Handwerker stellen sowieso ein Gerüst auf, sollten Sie nachrechnen, ob sich eine Fassadendämmung lohnt.
- Der Einbau einer Lüftungsanlage lässt sich gut mit Umbauarbeiten im Wohnraum verbinden. Der Einbau kann auch einige Jahre vor oder nach der Fassadendämmung erfolgen.

Oft lohnt sich eine energetische Verbesserung bei anstehenden Instandhaltungen.

Praxis-
Beispiel

Steckbrief

- Sechs Personen – 195 m² Wohnfläche
- Energiestandard: vergleichbar KfW-Effizienzhaus 40
- Heizenergiebedarf: vorher 50.000 kWh/a nachher 4.000 kWh/a

Gebäudetechnik

- 40 m² Solarthermieanlage für Warmwasser und Heizungsunterstützung
- 5.000 Liter Pufferspeicher
- Holzpelletofen
- Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Ein altes Haus für die Zukunft

Ein altes Haus aus Familienbesitz aus dem Jahr 1976 sollte 2009 das neue Zuhause für Familie Zukunft werden. Doch so recht fit für die Zukunft war es nicht. Das Haus brauchte rund 4.500 Liter Heizöl im Jahr.

Auch passte der Grundriss nicht für die sechsköpfige Familie. Es gab also mehr als nur einen Grund, vor dem Einzug eine Komplettanierung in Angriff zu nehmen. Dabei veränderten Christine und Jens Zukunft nicht nur den Zuschnitt der Räume, sondern gestalteten das Haus flexibler. So kann nun jede Etage einzeln bewohnt werden, wenn die Kinder später einmal aus dem Haus sind.

Jetzt holen große Passivhausfenster die Sonne ins Haus. Zusammen mit einer guten Dämmung von Fassade, Keller und Dach bleibt das Haus auch im Winter gemütlich warm. Eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sorgt für stets frische Luft bei minimalen Wärmeverlusten. Die notwendige Wärme liefert eine Wandheizung mit Holzpelletkessel. Zwischen Februar und November stellt eine Solarthermieanlage Warmwasser und Heizwärme bereit.

Dank der Sanierung erreicht das Gebäude die Anforderungen eines KfW-Effizienzhaus 40. Jens Zukunft geht davon aus, dass sie die Investition in die hochwertige Gebäudehülle bis zum Jahr 2029 wieder eingespart haben.

Tipps des Bauherren

„Haben Sie keine Angst alles anzufassen und machen Sie lieber mehr als zu wenig. Reichlich Fördergeld deckt Mehrkosten locker ab. Fragen Sie auch in Ihrer Kommune nach Fördermitteln, hier gibt es oft viel Geld.“

Machen Sie ein Konzept aus einem Guss und setzen Sie lieber auf passive Elemente wie gute Dämmung und gute Fenster als auf viel Technik. Gerade die Solarthermieanlage hat anfangs Probleme bereitet.

Ich hätte nie gedacht, dass sich die Wohnqualität mit einer energetischen Sanierung so sehr verbessern lässt.“

Praxis-
Beispiel

Steckbrief

- Etwa 180 m² Wohnfläche
- Energiestandard: Neubaustandard 2019
- Heizenergiebedarf: 58 kWh/(m²a)
- Strombezug: 3.100 kWh/a inklusive Elektroauto
- Stromerzeugung (teilweise eingespeist):
 - 5.000 kWh/a mit BHKW
 - 5.000 kWh/a mit Photovoltaikanlage

Gebäudetechnik

- BHKW Leistung 6,3 kW_{elektrisch} und 14,5 kW_{thermisch}
- Solarthermieanlage für Warmwasser
- 825 Liter Pufferspeicher
- 5 kW_p Photovoltaikanlage mit 9 kWh Batteriespeicher
- Ladepunkt für ein Elektroauto

Schritt für Schritt in ein modernes Zuhause

Als Familie Keller 1976 ihr Zuhause errichtete, spielte Energiesparen noch keine große Rolle. Dennoch brachten sie auf die Ziegelwand bereits eine dünne Dämmschicht auf. Das ganze Energiekonzept wurde erst 20 Jahre später in Frage gestellt.

1995 entdeckten die Bewohner die Sonne für sich. Aus der offenen Terrasse wurde ein Wintergarten, der viel Sonnenenergie einfängt. Im Dach wurde eine Solarthermieanlage zur Warmwasserbereitung integriert, die von Mai bis Oktober die Ölheizung ersetzte. Im Jahr darauf ergriff Familie Keller das Angebot der Stadtwerke, eine Photovoltaikanlage zu errichten.

Doch Sonne allein reichte ihnen nicht, daher hat Familie Keller im Jahr 2000 die Kellerdecke gedämmt. In den Jahren 2004 und 2005 wurden die Fenster gegen sehr gute Isolierglasfenster getauscht und die Fassade mit einer weiteren Dämmung versehen.

Nach diesen Verbesserungen musste im Jahr 2006 die alte Ölheizung weichen. Seitdem erzeugt ein kleiner heizölbetriebener Motor (BHKW) im Winter Wärme und Strom. Kalte Herbsttage überbrückt die Familie mit einem Kachelofen, der auch die Warmwassererwärmung unterstützt.

Nun fehlte nur noch das Dach. In den Jahren 2013 bis 2014 wurde die Dämmung verstärkt, sowie eine zweite Photovoltaikanlage mit 5 kW_{peak} (kWp) und einem 9-kWh-Batteriespeicher ergänzt. Seit 2015 wird damit neben dem Haus ein eigenes Elektroauto versorgt.

„Es muss nicht alles auf einmal gemacht werden, Sie können Ihr Zuhause auch schrittweise verbessern.“

Tipp des Bauherren

GEBÄUDE IM EINKLANG MIT DER NATUR

Mit der Gebäudehülle können Sie der Natur vor ihrer Haustüre helfen. Eine Gebäudebegrünung kann Lebensraum für Insekten schaffen. Egal ob im Garten, an der Fassade oder auf dem Dach. Im Sommer helfen viele Pflanzen, die Hitze in der Umgebung Ihres Zuhauses zu mildern.

Für Fledermäuse und Vögel gibt es vor allem an alten Gebäuden oft Quartiere, meist im offenen Dach oder an Spalten der Fassadenverkleidung. Bei der Sanierung sollten diese Aufenthaltsräume berücksichtigt werden. Vielleicht können Sie diese erhalten oder Ersatzräume schaffen.

Auch im Neubau können Sie etwas für Vögel und Fledermäuse tun. Schaffen Sie Brutplätze für Gartenvögel auf offenen Dachbalken oder bringen Sie Nistkästen an der Hauswand an. Für manche Fledermausarten reichen schon ein oder zwei Zentimeter dicke Ritzen beispielsweise an Holzfassaden oder Zierbrettern von Dachbalken. Oder Sie greifen auf Fledermauskästen zurück.



Eine Dachbegrünung kann Lebensraum für Insekten werden (links).

Nistkästen helfen unseren Gartenvögeln (rechts).

Fledermauskästen schaffen neuen Lebensraum an Gebäuden (unten).



UmweltWissen
↓ Fledermausquartiere an Gebäuden

RECHTLICHER RAHMEN

Den Energieverbrauch in allen Lebensbereichen zu verringern ist ein wichtiger Teil des Klimaschutzes. In Deutschland sollen die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 Prozent gegenüber 1990 gesenkt werden. Daher ist es auch notwendig, dass der Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 klimaneutral wird. Dazu muss der Energieverbrauch möglichst gering sein.

Die Gesetzgeber in Europa und Deutschland haben daher gewisse Pflichten für Gebäudeeigentümer und Bauherrschaften erlassen. Der Energieverbrauch neuer Gebäude soll nahezu bei null liegen und die benötigte Energie möglichst vor Ort gewonnen werden. Dies gelingt nur mit einer hochwärmegeämmte Gebäudehülle und erneuerbaren Energien.

Die rechtlichen Vorgaben zielen vor allem auf den winterlichen Wärmeschutz ab. Es gibt aber auch Regelungen für den sommerlichen Hitzeschutz. Im Neubau müssen Sie oft zusätzlich erneuerbare Energien einsetzen. Bei einigen Umbaumaßnahmen müssen Sie – zum Bautenschutz – ein Lüftungskonzept erstellen lassen.

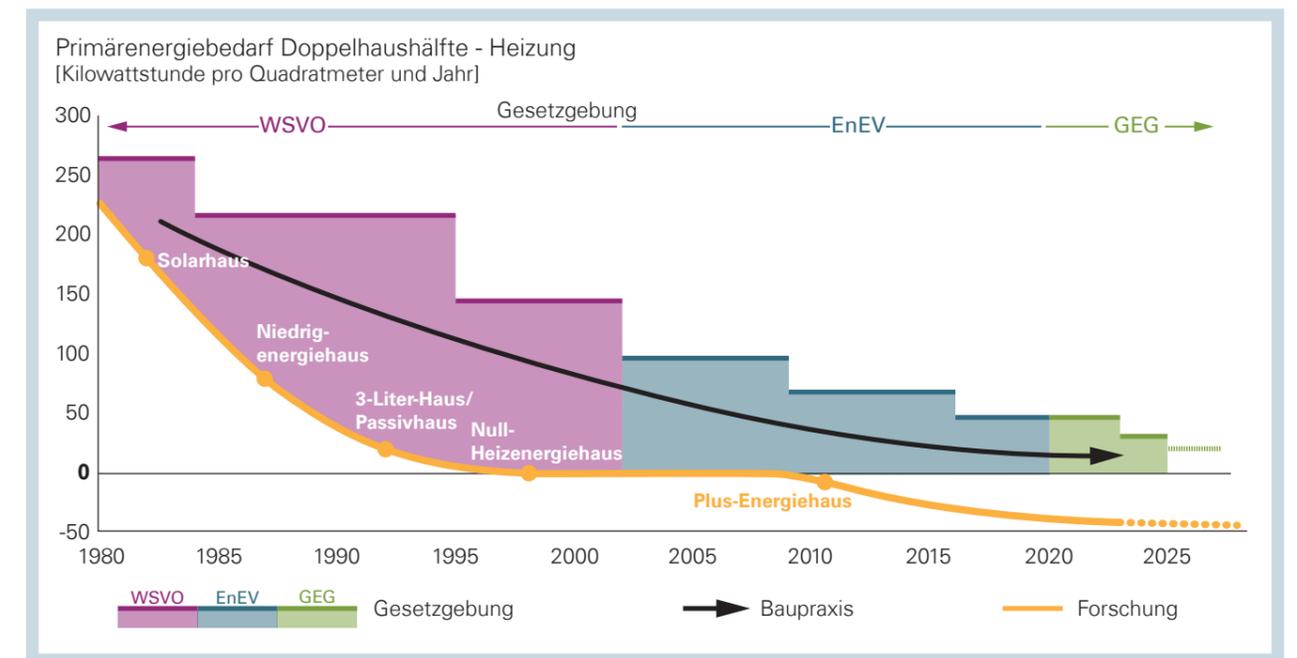
Bei einem Neubau müssen Sie einen Energieausweis erstellen lassen, daher sollten Sie möglichst früh eine Energieberatung in Anspruch nehmen. So können Sie Baukosten sparen und Fördermittel erhalten. Erfolgt die Beratung zu spät, sind manche Änderungen nicht mehr ohne Weiteres möglich.

Pflichten treffen Sie auch dann, wenn Sie ein Gebäude verändern. Denn energetische Verbesserungen sind gerade dann auch wirtschaftlich interessant. Und sei es eine Wanddämmung bei einem neuen Fassadenanstrich. Was genau Sie tun müssen und wann es sich rechnet, erfahren Sie in einer Energieberatung.

Die Heizung in deutschen Wohngebäuden macht etwa ein Fünftel des deutschen Energieverbrauchs aus.



Energie-Atlas Bayern
↓ Bauen und Sanieren



Energiesparendes Bauen hat sich in den letzten 40 Jahren deutlich weiterentwickelt. Viele Projekte zeigen, dass technisch viel mehr möglich ist als rechtlich vorgegeben wird. Dank hoher Stückzahlen sind effiziente Gebäude heute sogar meist wirtschaftlicher als Gebäude nach Mindeststandard.

FÖRDERMITTEL

Egal, ob Sie planen ein Haus zu bauen oder zu sanieren: Der Staat bietet Ihnen finanzielle Anreize, über Ihre Pflicht hinauszugehen. Hier können Sie sich leicht mehrere zehntausend Euro sichern.

Fördermittel erhalten Sie für eine hohe Gebäudeeffizienz und für den Einsatz von erneuerbaren Energien. Die Bundesfördermittel werden von der KfW-Bank und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle verwaltet. Auch der Freistaat Bayern fördert ambitionierte Vorhaben. Zusätzlich bieten einige Kommunen eigene Förderprogramme an.

Tipps

- Denken Sie bitte daran, sich rechtzeitig um Fördermittel zu bewerben. In der Regel gibt es das Geld nur, wenn Sie die Förderung über einen zugelassenen Energieberater vor Baubeginn oder Unterschrift unter dem Bauvertrag beantragt haben.
- Haben Sie die Energieberatung bereits frühzeitig eingebunden, verpassen Sie nicht die Chance, mit kleinen Änderungen am Gebäudeplan eine höhere Förderung zu erhalten.
- Übrigens wird schon die Energieberatung gefördert.

EINE ERSTINFORMATION ERHALTEN SIE BEI C.A.R.M.E.N. E. V.:

↓ www.carmen-ev.de > Service > Förderprogramme

BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE GEBÄUDE:

↓ www.kfw.de > Privatpersonen

FÜR STAATLICHE FÖRDERPROGRAMME ZUGELASSENE ENERGIEBERATER FINDEN SIE UNTER:

↓ www.energie-effizienz-experten.de

WEITERE INFORMATIONEN

MEHR ZU BAUEN UND SANIEREN, HEIZUNG UND SCHIMMEL

↓ www.energieatlas.bayern.de > Bürger > Bauen und Sanieren

DAS NACHHALTIGE HAUS – HEUTE FÜR MORGEN BAUEN

↓ www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00193.htm

VERSCHIEDENEN BAUWEISEN IM VERGLEICH EINER LEBENSZYKLUSBETRACHTUNG VON WOHNGEBÄUDEN

↓ www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00154.htm

GÄNGIGE VORURTEILE ÜBER WÄRMEDÄMMUNG, SCHIMMEL & CO. „WER FRÜHER DÄMMT HAT'S LÄNGER WARM“

↓ www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00138.htm

KOSTEN VERSCHIEDENER DÄMMMASSNAHMEN

↓ www.co2online.de > Modernisieren und Bauen > Dämmung > Dämmmaßnahmen: Übersicht

FENSTER - LÖSUNGEN FÜR LÄRM- UND WÄRMESCHUTZ

↓ www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_lae_00051.htm

EMPFEHLUNGEN DER POLIZEI ZUM EINBRUCHSCHUTZ BEI FENSTERN UND TÜREN:

↓ www.k-einbruch.de/sicherheitstipps/fenster/

RICHTIG LÜFTEN MIT KOMFORTLÜFTUNGSANLAGEN

↓ www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00153.htm

MEHR ZUR NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN ERFAHREN SIE BEI C.A.R.M.E.N. E.V.

↓ www.carmen-ev.de > Erneuerbare Energien

EINE LISTE HOCHEFFIZIENTER WÄRMESPEICHER STELLT C.A.R.M.E.N. E.V. BEREIT:

↓ www.carmen-ev.de > Service > Marktüberblick > Marktüberblick Wärmespeicher

ERSTBERATUNG ZUR GEBÄUDESANIERUNG BEI DER VERBRAUCHERZENTRALE:

↓ www.verbraucherzentrale-energieberatung.de

ONLINERECHNER ZU KOSTEN UND EINSPARUNGEN EINER SANIERUNG:

↓ www.sanierungskonfigurator.de

BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE GEBÄUDE:

↓ www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesfoerderung-fuer-effiziente-Gebäude

ENERGIEBERATER FÜR STAATLICHE FÖRDERMITTEL, DIE ENERGIE-EFFIZIENZ-EXPERTEN-LISTE:

↓ www.energie-effizienz-experten.de

FLEDERMAUSQUARTIERE AN GEBÄUDEN

↓ www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00124.htm

BERATUNGSSTELLE ENERGIEEFFIZIENZ UND NACHHALTIGKEIT DER BAYERISCHEN ARCHITEKTENKAMMER

↓ www.byak-ben.de

EINE DATENBANK MIT TAUSENDEN PASSIVHÄUSERN

↓ www.passivhausprojekte.de

RECYCLINGBAUSTOFFE IM HOCHBAU

↓ www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_abfall_002.htm

UMGANG MIT BODENAUSHUB

↓ www.lfu.bayern.de/abfall/mineralische_abfaelle/faq_bodenaushub/index.htm



LITERATURVERZEICHNIS

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (2015):

[Energieeffizient bauen und modernisieren](#). 119 S.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (2021*):

↓ [Energiedaten: Gesamtausgabe](#)

BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT E.V. (2021*):

↓ [BDEW-Heizkostenvergleich Neubau 2021](#). PDF, 49 S.

C.A.R.M.E.N. E.V. (2018):

[Wärmegestehungskosten verschiedener Heizsysteme](#)

GESELLSCHAFT FÜR RATIONELLE ENERGIEVERWENDUNG E.V. (2015*):

[Die 10 Gebote zur energetischen Optimierung von Wohngebäuden](#). PDF, 2 S.

HORN, G. (2020):

[Wenig Geld – Viel Vorteil: Vergleich der Bauteilkosten EnEV versus Passivhaus](#).

In: Holzbau - die neue Quadriga, 3/2020, S. 16 ff

SOMMER, A.-W. (2018):

[Passivhäuser+](#). Verlagsgesellschaft Rudolf Müller. S. 453

* Zitate von online-Angeboten vom 08.06.2021

Hinweis zur gedruckten Version: Diese Publikation finden Sie auch als PDF im Internet. Dort sind die mit gelbem Pfeil gekennzeichneten Literaturstellen verlinkt. Sie können also von dort aus auf sie zugreifen oder die jeweiligen Stichworte in eine Suchmaschine eingeben.



Mehr UmweltWissen:

- ↓ Radon in Gebäuden
- ↓ Hochwasser-Eigenvorsorge
- ↓ Regenwassernutzung
- ↓ Vogelschlag an Glasflächen
- ↓ Lärm – Wohnen, Arbeit und Freizeit
- ↓ Abwasserleitungen
- ↓ Künstliche Mineralfasern

- ↓ [Alle Publikationen](#)
- ↓ [Wegweiser für mehr Umweltschutz im Alltag](#)

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Text/Konzept:

LfU: Stefan Kreidenweis, Anahit Chachatryan

Bildnachweis:

© KB3/Adobe Stock: S. 8, © ristaumedia.de /Adobe Stock: S. 9, © Ingo Bartussek/Adobe Stock: S. 11, 23, 35, © Cornelia Pithart/Adobe Stock: S. 13, © SIRADOS, eine Marke der WEKA Media GmbH & Co. KG: S. 14, © Dr. Josef Hochhuber: S. 17, © Dimitri Metz/Adobe Stock: S. 18, © Passivhausinstitut Darmstadt: S. 20 oben, © maho/Fotolia: S. 24 oben, © LfU: S. 24 unten, © Antonio Gravante/Adobe Stock: S. 25, © vipman/Shutterstock: S. 26 oben, © Kilian Brees: S. 26 unten, 27, 32, 33, 36, 37, © Antonioguilem/Adobe Stock: S. 28, © Monster Zstudio/Adobe Stock: S. 29, © Chris Müller: S. 30, © Martina Berg/Adobe Stock: S. 38 links oben, © Stef Bennett/Adobe Stock: S. 38 rechts oben, Rudmer Zwerver/Adobe Stock: S. 38 unten, © Fraunhofer IBP: S. 39, © Stockfotos-MG/Adobe Stock: S. 40

LfU, M. Wölfl: Titel, S. 3, S. 4, S. 5, S. 7, S. 10, S. 11, S. 12, S. 15, S. 16, S. 19, S. 20, S. 21, S. 22, S. 31

Stand:

Juni 2021
Aktualisiert Dezember 2023

Auflage:

6.000 Stück

Druck:

Uhl-Media GmbH
Kemptener Str. 36
87730 Bad Grönenbach
01/2024



Dieses Druckerzeugnis ist mit dem Blauen Engel ausgezeichnet.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 12 22 20 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.



Eine Behörde im Geschäftsbereich
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

