

Inhaltsverzeichnis

- 07 Wie viel Energie verbraucht mein Haus?**
- 08 Den Energieverbrauch meines Hauses verstehen
- 12 Wärmeverluste verstehen
- 18 Wärmeverluste verhindern

- 25 Heizung und Warmwasser**
- 26 Die Heizungsanlage richtig einstellen
- 32 Der hydraulische Abgleich

- 39 Rohrleitungen und Pumpen**
- 40 Rohrleitungsdämmung: minimaler Aufwand, maximale Wirkung
- 47 Pumpen optimieren

- 55 Das Dach günstig dämmen**
- 56 Die oberste Geschossdecke dämmen
- 63 Schrägdachdämmung: wann es sich lohnt
- 69 Schrägdachdämmung im Einblasverfahren

- 85 Außenwand und Keller günstig dämmen**
- 86 Außenwanddämmung: preisgünstige Optionen
- 91 Außenwände von innen dämmen
- 100 Besonders effektiv: Dämmung hinter den Heizkörpern
- 105 Dämmung der Kellerdecke: wann es sich lohnt
- 111 Alternativen zur Kellerdeckendämmung

- 115 Fenster und Luftdichtheit optimieren**
- 116 Fensterverglasung ertüchtigen
- 125 Luftdichtheit verbessern
- 137 Der Mindestluftwechsel zum Feuchteschutz

- 141 So geht's ohne Kesseltausch**
- 143 Die Luft-Luft-Wärmepumpe
- 148 Die Warmwasser-Wärmepumpe
- 153 Die Infrarotheizung

- 158 Service**
- 158 Überblick: So viel können Sie sparen
- 161 Fachbegriffe erklärt
- 171 Stichwortverzeichnis

12

Wärmeverluste verstehen



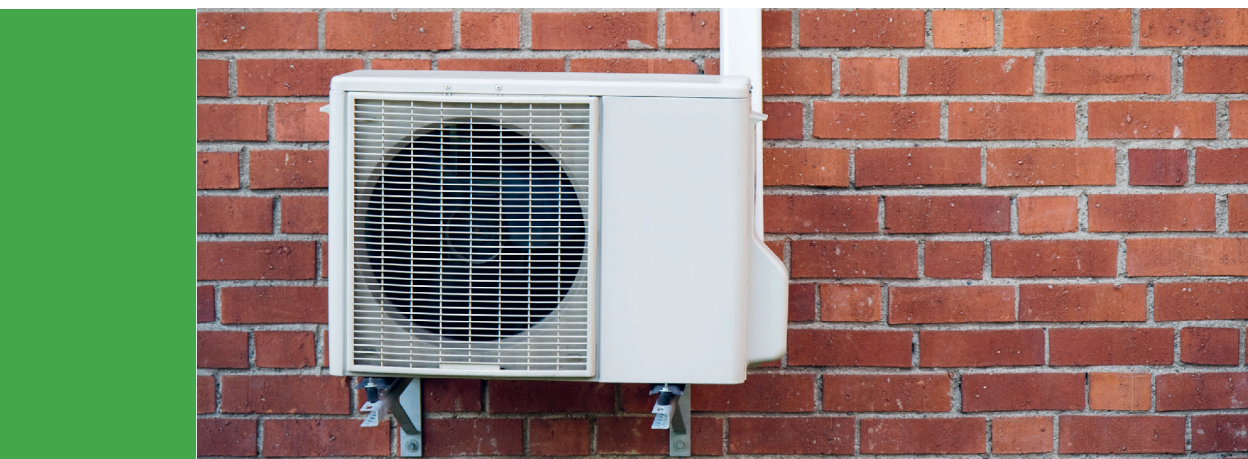
148

Die Warmwasser-Wärmepumpe



47

Pumpen optimieren



Den Energieverbrauch meines Hauses verstehen

Wer wissen will, wie man ans Ziel kommt, muss erst einmal wissen, wo er steht. Warum erfolgreiches Energiesparen mit einem Zählerstand beginnt.

Um zu verstehen, ob und welche Einsparmöglichkeiten existieren, muss man den eigenen Energieverbrauch berechnen können. Erstaunlicherweise gelingt uns das bei unseren Häusern nicht wirklich gut: Kaum jemand ist in der Lage, den Energieverbrauch seines Hauses richtig einzuschätzen und zu bewerten.

Ganz anders ist das beim Auto: Als Autofahrernation sind wir es gewohnt, den Spritverbrauch als spezifischen Verbrauch in Litern pro 100 gefahrene Kilometer anzugeben. Anders als der absolute Verbrauch, der einfach nur in Litern angegeben wird, macht der spezifische Verbrauch Autos und Fahrweisen miteinander vergleichbar. Der einfache Kniff, den Verbrauch auf eine sinnvolle Größe zu beziehen, macht aus einer abstrakten Zahl ein nützliches Hilfsmittel.

Diesen Trick kann man auch auf Häuser anwenden. Dafür bezieht man den jährlichen Wärmeenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser einfach auf einen Quadratmeter der beheizten Wohnfläche. Um den spezifischen Verbrauch eines Hauses zu ermitteln, braucht es wie beim Spritver-

brauch also grundsätzlich ebenfalls nur zwei Zahlen: die jährlich benötigte Wärmeenergie und die Wohnfläche.

In der Praxis ist die Verbrauchsberechnung bei einem Haus allerdings aufwendiger als beim Auto. Schließlich hat nicht jedes Haus dieselbe Heizung, und teilweise werden auch mehrere Brennstoffe (Erdgas, Heizöl, Pellets, Scheitholz) oder Strom gleichzeitig genutzt. Unser Rechenblatt auf der nebenstehenden Seite hilft Ihnen bei der Ermittlung der sogenannten Energiekennzahl (EKZ) für Ihr Haus.

Die Energiekennzahl berechnen

Die Energiekennzahl gibt an, wie viele Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr Ihr Haus verbraucht. Doch nicht alle Energieträger und Brennstoffe werden in Kilowattstunden abgerechnet: Bei Heizöl stehen die gelieferten Liter auf der Rechnung, bei Holz wird die Menge in Raummeter angegeben. Das macht die Verbrauchseinschätzung knifflig. Mit unserer Tabelle können Sie die Energiemengen der jeweiligen Energieträger leicht in Kilowattstunden (kWh) um-

Wärmeverluste verhindern

Warum gleich die Leiter holen? Die niedrig hängenden Früchte schmecken doch genauso gut! Um Ihr Haus energetisch zu ertüchtigen, müssen Sie kein Gerüst aufstellen.

Als niedrig hängende Früchte bezeichnet man Aufgaben, bei denen mit geringem Aufwand ein maximaler Erfolg erzielt werden kann. Bezogen auf die energetische Gebäudesanierung kann man diejenigen Maßnahmen als niedrig hängende Früchte (manchmal auch auf Englisch: „low hanging fruits“) bezeichnen, die bereits mit wenig Aufwand eine nennenswerte Energieeinsparung ermöglichen, also ein besonders gutes Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen aufweisen. Anders als bei vergleichsweise teuren Energiesparmaßnahmen ist der Aufwand bei den auch Quick Wins genannten Maßnahmen so gering, dass sie höchst wirtschaftlich sind. Daher lohnt sich deren Umsetzung fast immer und ausnahmslos.

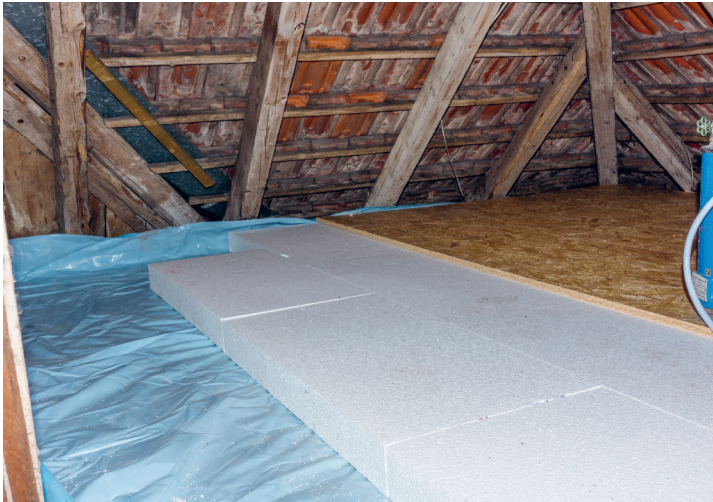
Geringinvestive Maßnahmen

Wenn Menschen über eine energetische Gebäudemodernisierung nachdenken, denken sie meist an die „großen Vier“: die Dachdämmung, die Außenwanddämmung, den Fensteraustausch und die Heizungsmodernisierung. All diese Maßnahmen können

selbst in einem kleinen Einfamilienhaus hohe fünfstellige Summen kosten. Das Besondere an den Maßnahmen, die wir als niedrig hängende Früchte bezeichnen, ist es, dass sie nur wenig und manchmal sogar gar nichts kosten. Man spricht daher auch von geringinvestiven Maßnahmen.

Der Grund, warum Menschen bei energetischer Modernisierung immer zuerst an die teuren Maßnahmen denken, ist leicht erklärt. Mit Maßnahmen, die wenig kosten, kann man als Unternehmen kaum oder gar kein Geld verdienen. Daher kommen diese günstigen Maßnahmen in der öffentlichen Debatte auch seltener vor und werden weniger ernst genommen. Weder werben Firmen dafür, noch gibt es teure Medienkampagnen, die über den Nutzen dieser Maßnahmen aufklären.

In den vergangenen Jahrzehnten war das kaum aufgefallen. Solange Energie verhältnismäßig günstig war, waren energetische Maßnahmen weniger relevant. Doch mit steigenden Energiepreisen rücken auch Maßnahmen in den Fokus, die nicht viel



Lohnt sich, auch ohne dass das Dach neu eingedeckt wird: die Dämmung der obersten Geschossdecke.

kosten, da sie auch für die Haushalte umsetzbar sind, die nur über überschaubare Haushaltseinkommen verfügen.

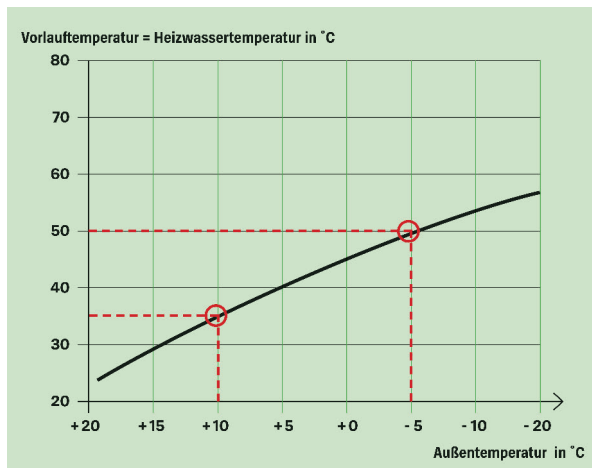
Der richtige Zeitpunkt ist jetzt

Außer dem besonders guten Kosten-Nutzen-Verhältnis haben low hanging fruits in der energetischen Gebäudemodernisierung noch einen weiteren entscheidenden Vorteil. Sie sind nicht von einem sogenannten Instandsetzungszeitpunkt (Erneuerungszeitpunkt) abhängig. Denn die „großen Vier“ können wirtschaftlich nur dann sinnvoll realisiert werden, wenn sie aus anderen Gründen, zum Beispiel, weil eine Dachreparatur unumgänglich geworden ist, ohnehin gemacht werden müssen. Anders ist das bei den in diesem Ratgeber vorgestellten geringinvestiven Maßnahmen. Hier muss man nicht warten, bis ein Bauteil des Gebäudes oder die Anlagentechnik das Zeitliche segnet, bis man es erneuern und energetisch verbessern kann. Unsere hier vorgestellten Maßnahmen können immer und zu jeder Zeit umgesetzt werden. Sie können also sofort loslegen.

Es lohnt sich

Die Volksweisheit „Was nichts kostet, ist nichts wert“ enthält die Botschaft, dass hohe Qualität auch einen entsprechend hohen Preis hat. Vereinfacht könnte man sagen, je teurer etwas ist, desto besser muss es auch sein. Dass das nicht stimmen kann, zeigen viele Gegenbeispiele kostenloser Dinge, die sogar einen ausgesprochen hohen Wert haben, wie das zum Beispiel bei einer Freundschaft der Fall ist. Wer sich mit den hier vorgestellten „Billigmaßnahmen“ beschäftigt und anfreundet, wird deren Wert auf jeden Fall erkennen und vielleicht sogar ungeahnt neue Freundschaften schließen.

Die in diesem Buch vorgestellten Maßnahmen sind vielfältig und unterscheiden sich daher auch in den möglichen Einsparungen, die man mit ihnen erzielen kann. Nicht jede Maßnahme in diesem Ratgeber ist in jedem Haus oder jeder Wohnung anwendbar. Wer sich aber konsequent und umfänglich mit den bei sich selbst vorhandenen niedrig hängenden Früchten beschäftigt, wird überrascht sein, wie hoch das mögliche Einsparpotenzial ist. In vielen Fäl-



Um die richtige Einstellung (Lage) der Heizkurve zu finden, braucht es mindestens zwei Punkte (Tage) mit deutlich unterschiedlichen Außentemperaturen.



So wird die Heizkurve eingestellt

Wer seine Heizkurve optimal einstellen möchte, muss zwei Dinge wissen. Zunächst muss man verstehen, wie die Einstellung ganz grundsätzlich funktioniert. Man braucht das theoretische Basiswissen. Wer die Grundlagen verstanden hat, muss dieses Wissen in einem weiteren Schritt auf die eigene Heizungsregelung anwenden, wozu die Betriebsanleitung der eigenen Heizung studiert werden muss. Beginnen wir mit den Grundlagen.

Über die Heizkurve können wir die sogenannte Vorlauftemperatur regeln: die Heiztemperatur, die zum Heizkörper geschickt wird. Wir sagen der Heizung also, bei welcher Außentemperatur welche Vorlauftemperatur erforderlich ist. Die Vorlauftemperatur steigt mit abnehmender Außentemperatur immer weiter an. Wie stark sie steigt und bei welcher Außentemperatur welche Vorlauftemperatur benötigt wird, müssen wir durch Testen herausfinden. Hierfür brauchen wir mindestens zwei Testtage. Denn um die Lage einer Gerade oder Linie (eine Heizkurve ist eigentlich eine etwas gekrümmte Linie) zu definieren,

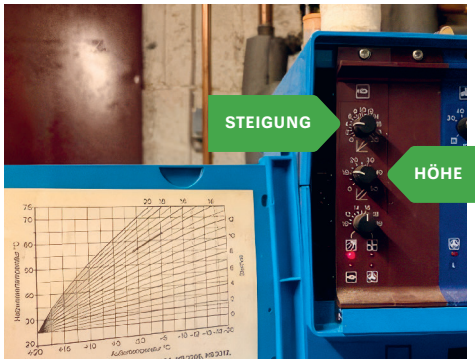
braucht es mindestens zwei Punkte. Die Optimierung soll ja nicht nur für eine einzige, sondern für möglichst jede denkbare Außentemperatur passen.

Das bedeutet für uns: Wir müssen unsere Heizkurveineinstellung bei mindestens zwei unterschiedlichen Außentemperaturen durchführen, und diese sollten sich möglichst deutlich voneinander unterscheiden.

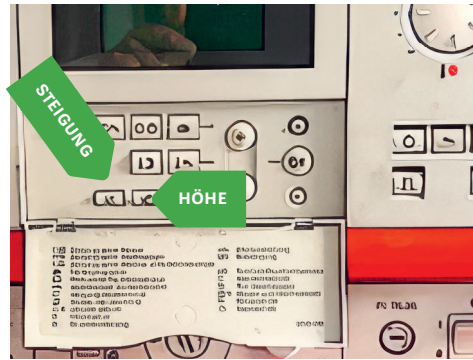
Einer der Tage sollte bei einer moderaten Außentemperatur in einem Temperaturbereich zwischen +10 bis +5 Grad Celsius stattfinden. Die zweite Einstellung sollte dagegen an einem Tag gemacht werden, an dem es ordentlich kalt ist, also bei -5 Grad Celsius und darunter. Die beiden Tage können also durchaus mehrere Wochen oder sogar Monate auseinander liegen.

→ Früh genug anfangen!

Bei welcher Außentemperatur man beginnt, spielt eigentlich keine Rolle. Damit man die Optimierung der Heizkurve allerdings in einem Winter schafft, empfiehlt es sich, die erste Einstellung am Anfang der Heizperiode, also im Herbst, vorzunehmen.



Einstellung der Heizkurve über Drehknöpfe



Einstellung der Heizkurve über Tasten

Alles, was es für die Einstellung braucht, ist ein Raumluftthermometer. Als Testräume eignen sich die Räume mit den höchsten Temperaturen im Haus. Das sind meist die Hauptaufenthaltsräume und auch das Badezimmer.

Zu Beginn der ersten Einstellung werden die Heizkörperthermostate in den Testräumen auf die maximale Temperatur eingestellt. Bei den meisten Modellen entspricht das der Einstellung „5“. Das ist erforderlich, damit die von der Heizung gelieferte Wärme für den Test auch komplett bei den Heizkörpern und damit in den Räumen ankommt.

Das Aufdrehen der Thermostate führt wahrscheinlich dazu, dass die Raumtemperatur in unseren Testräumen deutlich ansteigt. Spätestens dann ist klar, dass ein hohes Einsparpotenzial existiert. Dieses Potenzial gilt es nun zu nutzen, indem wir die Einstellungen der Heizkurve an der zentralen Heizungsregelung so wählen, dass die Raumtemperatur wieder auf unsere gewohnte Wohlfühltemperatur (also die Solltemperatur) absinkt. Die Solltemperatur der Testräume haben wir dafür im Vorfeld mit dem Raumthermometer gemessen und notiert.

Um die Vorlauftemperatur der Heizkurve zu reduzieren, müssen wir uns zunächst mit der Funktion unseres Heizungsreglers vertraut machen. Dieser ist meist direkt am Heizkessel angebracht, kann bei modernen Anlagen aber auch im Kesselgehäuse integriert sein. Für die Einstellung nehmen wir die Bedienungsanleitung zur Hand und suchen das entsprechende Kapitel, in dem die Einstellung der Heizkennlinie behandelt und erläutert wird. Ist die Betriebsanleitung nicht mehr vorhanden, kann man alternativ dazu auch KI-Chatprogramme nutzen. Wir geben dazu einfach folgenden Satz in das Chatprogramm ein: „Wie kann ich an meiner Heizung (Hersteller/Modellbezeichnung/Baujahr) die Heizkurveneinstellungen verändern?“ Die Nutzung eines KI-Chatprogramms kann sogar dann von Vorteil sein, wenn die Betriebsanleitung noch existiert. Die vollständigen Betriebsanleitungen können nämlich durchaus umfangreich sein und die Suche nach der richtigen Stelle entsprechend aufwendig. Eine KI kann dabei helfen, die relevanten Informationen zu filtern und zusammenzufassen.

Am einfachsten ist die Einstellung der Heizkurve, wenn diese über zwei feste Außentemperaturpunkte eingestellt wird, wie



Zwei weit verbreitete Varianten voreinstellbarer Heizungsventile

Ventile austauschen lassen (Kosten: 50 bis 100 Euro pro Ventil). Oder man tauscht die alten Thermostatventile gegen moderne elektronische Ventile, die den hydraulischen Abgleich automatisch selbst erledigen (siehe dazu den Abschnitt „Smart Home: intelligente Thermostate nutzen“ auf Seite 35).



Hydraulischen Abgleich selbst durchführen

Wenn man den hydraulischen Abgleich fachlich vollkommen korrekt machen wollte, bräuchte man dafür eine entsprechende Berechnung. Diese ist allerdings recht aufwendig und teuer. Die hier vorgestellte Do-It-Yourself-Variante funktioniert auch ohne Berechnung und kostet nichts. Das Ergebnis wird dennoch eine deutliche Verbesserung der Hydraulik ergeben. Das hat damit zu tun, dass sich jede noch so kleine Verbesserung deutlich positiv auf das Gesamtsystem auswirkt. Zudem kann man beim hydraulischen Abgleich praktisch nichts falsch machen. Auch in diesem Zusammenhang gilt: Jede kleinste Verbesserung ist besser, als nichts zu tun.

Für die Voreinstellung der einzelnen Ventile teilen wir die Heizkörper im Haus in drei Kategorien auf.

- 1 Die 30 Prozent der Heizkörper, die von Heizungsraum und Heizkessel am weitesten entfernt eingebaut sind. Die Ventile der Kategorie 1 werden auf maximalen Durchfluss eingestellt. Da die Grundeinstellung maximaler Durchfluss ist, werden die Ventileinstellungen wahrscheinlich gar nicht verändert werden müssen.
- 2 Die 30 Prozent der Heizkörper, die am nächsten zum Heizungsraum und Heizkessel eingebaut sind. Die Ventile der Kategorie 2 werden auf ungefähr ein Drittel des Maximalwerts eingestellt (zum Beispiel Einstellung 3 bis 4 bei einem Maximalwert von 9). Achtung: Auch bei Ventilen deren Maximalwert bei 6 liegt, sollte der Einstellwert von 3 nicht unterschritten werden.
- 3 Die verbleibenden 40 Prozent, die zwischen den Kategorien 1 und 2 liegen. Die Ventile der Kategorie 3 werden auf ungefähr zwei Drittel des Maximalwerts eingestellt (zum Beispiel Einstellung 6 bei einem Maximalwert von 9).



Wärmeleitungen in unmittelbarer Nähe zum Heizungskessel (links) und Warmwasserspeicher (rechts) sind oft aufwendiger zu dämmen als lange, gerade Rohrleitungen. Daher wird das häufig unterlassen – ein Fehler, denn hier entstehen wegen großer Rohrdicken und hoher Temperaturen die größten Verluste.

Fehlt die Rohrleitungsdämmung unmittelbar am Speicher, erhöhen sich die Wärmeverluste, der Speicher kühlt schneller aus und muss öfter nachgeladen werden. Häufiges Nachladen lässt die Wärmeverluste wegen des Aufheizens des Heizkessels immens steigen. Die Dämmung der Heizungsrohre in der Nähe des Warmwasserspeichers wirkt daher doppelt. Sie reduziert nicht nur die unmittelbaren Wärmeverluste durch stetiges Auskühlen der Rohrleitung, sondern auch die Anzahl der Nachladungen des Wärmespeichers und die damit einhergehenden Auskühlungsverluste des Heizkessels.



Rohrdämmung richtig montieren

Rohrleitungsdämmung gibt es in zwei Varianten: biegesteif und flexibel. Flexible Rohrdämmung besteht meist aus aufgeschäumtem biegsamem Kunststoff. Diese Dämmung eignet sich besonders für flexible Rohre, die stark gebogen sind, wie man sie manchmal als Verbindungsleitung zwischen Kessel und Speicher vorfindet. Alle anderen Leitungen werden eher mit nicht flexiblen Dämmschalen aus Kunststoff oder alukaschierter Mineralfaser gedämmt. Die

Kunststoffdämmschalen sind sehr leicht zu verarbeiten, altern bei Temperaturen über 60 Grad Celsius allerdings deutlich schneller. Mineralfaserdämmschalen sind nicht brennbar, bleiben auch bei hohen Temperaturen langfristig stabil und sind dadurch die etwas bessere und sicherere Wahl.

→ Die passende Dämmdicke ermitteln

Die erforderliche Dämmdicke entspricht in etwa dem Rohrdurchmesser. Dieser lässt sich mit einem Messermaßstab ermitteln. Beträgt der Rohrdurchmesser zum Beispiel 30 Millimeter, sollte auch die Dämmdicke circa 30 Millimeter betragen. Überall da, wo der Platz nicht ausreicht, weil Rohre zu eng oder zu nah an der Wand oder Decke befestigt wurden, kann man auch auf dünnere Dämmdicken ausweichen. Bevor man sich auf den Weg zum Baumarkt macht, sollte man eine grobe Bestandsaufnahme der ungedämmten Rohrleitungen machen und die Längen einschließlich der erforderlichen Innendurchmesser notieren.



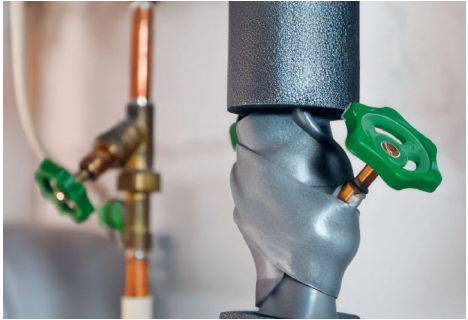
In Baumärkten gibt es meist eine große Auswahl unterschiedlichster Dämmschalen. Für eine gute Dämmwirkung sollte die Dämmdicke mindestens dem Rohrdurchmesser entsprechen.



Vor dem Einkauf müssen sämtliche Rohrleitungsdicken und -längen notiert werden.



Für den Zuschnitt der Dämmschalen ist ein großes Brotmesser meist schon ausreichend.



Selbstklebende Schaumstoffbänder eignen sich besonders für knifflige Stellen wie Ventile (Bild rechts).



Für stark gebogene flexible Leitungen eignen sich am besten flexible Rohrleitungsdämmungen aus weichen Schaumstoffen.



Das Dach günstig dämmen

Die Heizung muss nur so viel Wärme liefern, wie über die Gebäudehülle verloren geht. Daher sollten wir die sinnlos verlorene Wärme auf ein Minimum reduzieren.

Stellen Sie sich vor, Sie gießen an einem kalten Wintertag heißes Wasser in einen löchrigen Eimer. Egal, wie viel Sie nachfüllen, das Wasser verschwindet unaufhaltsam. Genau so verhält es sich mit unserem Zuhause: Die Heizung muss exakt die Menge an Wärme nachliefern, die über die Gebäudehülle verloren geht. Und Wärme ist ein echter Ausbrecherkönig!

Wenn wir die Wärme an der Flucht hindern wollen, ist der obere Gebäudeabschluss eine der wichtigsten Stellen im Haus. Aber keine Sorge: Wenn Sie dabei sofort an sündhaft teure Großbaustellen denken – wie eine aufwendige Dachdämmung einschließlich Neueindeckung –, dann kön-

nen wir Sie beruhigen: Wir widmen uns auch in diesem Kapitel bewusst den eher kostengünstigen Wärmeschutzmaßnahmen. Wir zeigen Ihnen hochwirksame und bezahlbare Lösungen, von denen sich manche sogar in Eigenleistung umsetzen lassen. Ob es dabei um die enorm effektive Dämmung der Obergeschossdecke geht, um clevere Lösungen für die Dachschrägen oder das Entschärfen extremer Wärmelöcher in den Abseiten: Den Heizenergiebedarf Ihres Hauses durch verbesserten Wärmeschutz im Dach zu senken, ist die Basis für eine zukunftsfähige Immobilie und muss dennoch nicht viel kosten.

Besonders effektiv: Dämmung hinter den Heizkörpern

Besonders viel Wärme geht immer da verloren, wo auch die Temperaturen besonders hoch sind. Und die höchsten Raumtemperaturen herrschen direkt hinter den Heizkörpern.

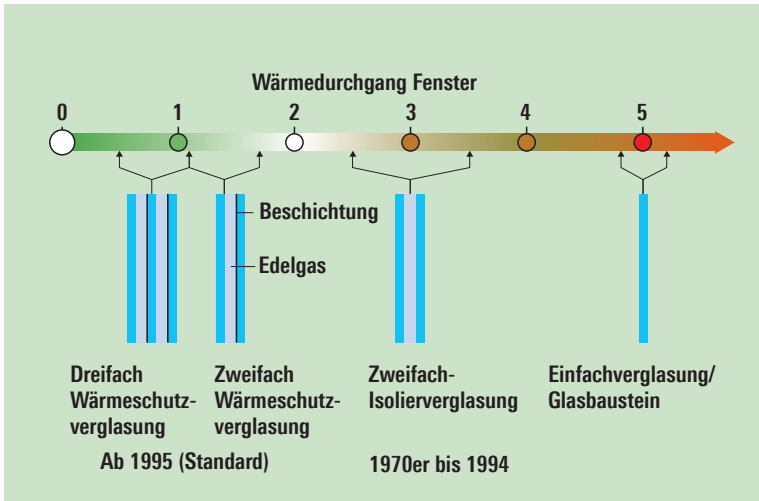
Hinter einem Heizkörper geht im Vergleich zu den benachbarten Außenwandbereichen besonders viel Wärme verloren. Was hinter einem Heizkörper passiert, ist eigentlich ganz leicht zu erklären, wird aber oft missverstanden. Anders als häufig vermutet ist der Hauptgrund für die höheren Wärmeverluste nicht die oft dünnere Wand in der sogenannten Heizkörpernische. Die eigentliche Ursache ist die hohe Temperatur, die hinter einem Heizkörper herrscht, ganz egal, ob der Heizkörper in einer Nische steht oder nicht.

Während sich die Lufttemperatur in einem Wohnraum in einer Größenordnung um 20 Grad Celsius bewegt, herrschen im engen Raum zwischen Wand und Heizkörper nicht selten Temperaturen von 40, 50 oder sogar über 60 Grad Celsius. Dadurch verdoppeln sich der Temperaturunterschied zwischen innen und außen und somit auch die Wärmeverluste durch die Transmission in diesem Bereich. Zusätzliche Wärmeenergie geht durch die erhöhte Wärmestrahlung des Heizkörpers verloren,

die von der Wand absorbiert wird. So können die Wärmeverluste pro Quadratmeter Wandfläche hinter einem Heizkörper gegenüber einer Wand ohne Heizkörper schnell das Vier- bis Achtfache betragen.

Die Dicke der Außenwand spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle. So erhöht sich der Wärmeverlust in einer 12 Zentimeter dicken Hochlochziegelwand gegenüber einer 24 Zentimeter dicken Wand nur um rund die Hälfte.

Offensichtlich spielt bezüglich der Wärmeverluste hinter einem Heizkörper die Wärmestrahlung eine nennenswerte Rolle. Nur so lässt sich erklären, dass eine doppelt so dicke Wand einen überschaubaren Einspareffekt hat. Genau dieser Umstand bringt uns auf die richtige Spur. Wenn wir die Wärmeverluste hinter einem Heizkörper mit oder ohne Nische reduzieren wollen, müssen wir uns nicht nur um die Verbesserung des Wärmeschutzes kümmern, sondern auch um die Reduktion der Verluste, die durch die Wärmestrahlung verursacht werden.



Die Grafik zeigt die Unterschiede der verschiedenen Fenstertechnologien. Moderne Dreifach-Wärmeschutzfenster haben einen Wärmedurchgang (U_w) von unter $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Vor 1995 waren die Fenster um den Faktor drei schlechter.

sind diese Fenster eine energetische Katastrophe – glücklicherweise kommen sie nur noch selten vor. Mit einem U-Wert von etwa $5,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sind einfach verglaste Fenster um den Faktor fünf bis sieben schlechter als moderne Fenster. Dasselbe gilt übrigens auch für die damals gerne verwendeten Glasbausteine.

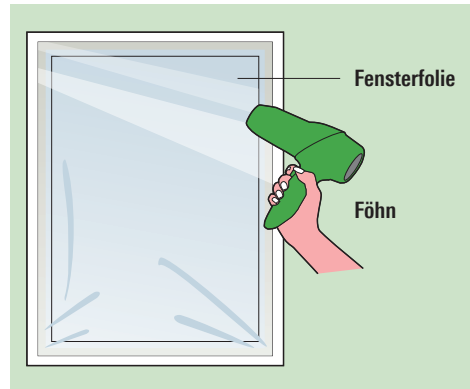
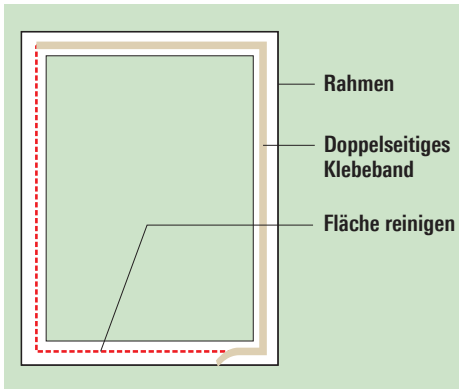
In den 1970ern gab es bei den Fenstern dann den ersten richtigen Technologiesprung. Die sogenannte Isolierverglasung mit zwei Scheiben verbesserte den U-Wert deutlich auf rund $2,5$ bis $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und war bis 1994 der übliche Standard, der auch heute noch in sehr vielen Häusern aus dieser Zeit eingebaut ist. Gleichzeitig gibt es bei der Isolierverglasung die größten Missverständnisse. Isolierglasfenster besitzen zwar zwei Scheiben, verfügen aber noch nicht über die heute üblichen beschichteten Gläser oder Edelgasfüllungen, die den Wärmeschutz von Verglasungen noch einmal deutlich verbessern.

Erst in den 1990er-Jahren gab es mit der Wärmeschutzverglasung den bis heute letzten großen Technologiesprung bei Fens-

tern. Dafür wurden hauchdünne Metallbeschichtungen auf das Glas aufgedampft und der Scheibenzwischenraum mit Edelgas gefüllt. Der U-Wert sank gegenüber dem Isolierglas noch einmal deutlich auf einen Wert unter $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Ab 1995 wurde die Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung zum gesetzlichen Mindeststandard. In den Folgejahren wurde die Wärmeschutzverglasung stetig weiterentwickelt. Moderne zweifach verglaste Fenster erreichen heute U-Werte um $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Fenster mit Dreifach-Wärmeschutzverglasung erreichen sogar Spitzenwerte von $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und besser.

→ Welcher U-Wert gilt fürs Fenster?

Beim Kauf von Fenstern wird meist nur der U_g -Wert der Verglasung angegeben (G für glazing = Glas). Entscheidend für die Wärmebilanz ist jedoch der U_w -Wert für das Gesamtfenster (W für window = Fenster), der den meist schlechteren Dämmwert des Fensterrahmens (U_f / F für frame = Rahmen) mit einbezieht.



Folien, die auf den Fensterrahmen gespannt werden, schaffen ein zusätzliches Luftpolster, das den Wärmeschutz des Fensters verbessert. Dafür wird die Folie am Fensterrahmen verklebt und anschließend mit einem Föhn erwärmt, wodurch sie faltenfrei schrumpft.

Die mögliche Einsparung ergibt sich durch zwei unterschiedliche Effekte. Zum einen wirkt das Luftpolster zwischen Folie und innerer Scheibe als zusätzliche isolierende Hürde. Ein weiterer Effekt entsteht durch die Verwendung von Folien, die Wärmestrahlen reflektieren können. Wie bereits erwähnt, hatten isolierverglaste Fenster noch keine Beschichtung, die verhindert, dass Wärmestrahlung durch die Scheibe das Haus verlässt. Fensterfolien aber haben diese reflektierende Eigenschaft.

Gängige Fensterfolien, die auf den Rahmen geklebt werden, bestehen aus Polyethylen (PE). Sie sind thermoplastisch und weich. Nach der Befestigung auf den Rahmen werden sie mit einem Föhn erwärmt. Dadurch schrumpft die Folie und spannt sich automatisch faltenfrei vor dem Rahmen auf. Wärmestrahlung wird von PE-Folien allerdings nur zu einem sehr geringen Anteil reflektiert. Der Wärmeschutz verbessert sich in erster Linie durch das Luftpolster. Mit PE-Folien lässt sich der Wärmedurchgang durch ein Isolierglasfenster um bis zu 25 Prozent reduzieren.

Ganz anders funktioniert das Prinzip von Polyester-Folien (PET). Polyester ist formstabil (starr), es lässt sich daher nicht wie PE vor den Rahmen spannen. Der Einspareffekt der sogenannten Low-E-Folien entsteht

Darum lohnt es sich

Kosten:
15 Euro

pro Quadratmeter

Einsparung:
75 kWh

pro Quadratmeter und Jahr

Rendite: 50 %

Betrachtet wird die Variante mit PE-Folie.

Die Kosten für die PE-Folie betragen 3 Euro pro Quadratmeter. Berechnet auf eine Dauer von zehn Jahren Restlebensdauer muss die PE-Folie fünfmal erneuert werden, wodurch die Kosten auf 15 Euro steigen.

Die Luft-Luft-Wärmepumpe

Im Jahr 2025 waren bereits die Hälfte aller neu eingebauten Wärmepumpen Heizungswärmepumpen. Es muss aber nicht immer die große Lösung sein.

Wie sieht die private Wärmewende aus?

Der alte Heizkessel fliegt raus, eine neue, zentrale Wärmepumpe zieht ein. Teilweise muss dafür am Haus und an der Heizungsanlage noch etwas optimiert werden. Das ist der klassische Weg und das vorherrschende Bild, wenn es um die Wärmewende in den eigenen vier Wänden geht. Gleichzeitig ist das aber auch der Weg der „hoch hängenden Früchte“ – oft aufwendig und teuer sowie momentan noch von Fördermitteln abhängig und natürlich nur dann sinnvoll, wenn die alte Heizung ohnehin kaputt ist und erneuert werden muss.

Der Wechsel von fossilen zu erneuerbaren Heizsystemen in unseren Wohnhäusern wird nicht über Nacht vollzogen werden können. Aktuell muss sich eine ganze Industrie auf diese neue Situation einstellen. Heizungsfachfirmen müssen sich neu orientieren, qualifizieren und Erfahrungen sammeln. Und nicht jeder Haushalt wird dem oben gezeichneten Weg sofort folgen können.

Gerade in den vergangenen Jahren haben viele Haushalte ihre alten fossilen Heizkessel noch einmal erneuert. Wenn die Be-

troffenen ihre neue Heizung nun vorzeitig gegen eine Wärmepumpe tauschen wollten, würde diese vorgezogene Investition unnötig hohe Zusatzkosten verursachen. Das ist ein klassischer Fall eines Lock-in-Effekts.

Kritisch kann es auch für Haushalte mit geringem Einkommen werden. Typisches Beispiel sind betagte, verwitwete Personen, die mittlerweile allein im ehemaligen Familienheim wohnen. Ein Umbau der Heizungsanlage hin zu einer zentralen Wärmepumpenanlage stellt dann oft eine finanzielle Überforderung dar. Aber auch der Weiterbetrieb der fossilen Heizung ist wirtschaftlich keine gute Option, da die Kosten für fossile Energien in den kommenden Jahren drastisch steigen werden. Einen Vorschmack darauf, wie schnell die Preise von fossilen Energien sich verteuern können, haben uns die Preisschocks durch die Gas-Krise 2022 und die Iran-Krise 2026 gegeben. Was also tun?

Für diese speziellen Lebenssituationen braucht es unbedingt funktionierende Zwischenlösungen. Diese Lösungen müssen technisch einwandfrei und dennoch erschwinglich sein, damit sie auch für prekäre

Überblick: So viel können Sie sparen

Mini-Aufwand, Maxi-Wirkung: Die Tabelle ordnet die im Buch beschriebenen Maßnahmen nach der Renditeerwartung, verstanden als das Verhältnis von finanziellem Aufwand für die Maßnahme und erzielbarer Einsparung.

Maßnahme	Beschreibung	Spezifische Kosten	Einsparung mit Kurzerläuterung	Rendite
Richtiges Einstellen der Heizungsanlage (Heizkurve)	Anpassung der Heizkurve an den tatsächlichen Wärmebedarf, um Überversorgung zu vermeiden	0 Euro	5–30 % des jährlichen Brennstoffverbrauchs	∞
Leistungsreduzierung vorhandener Pumpen	Manuelle Reduzierung der Leistungsstufe an der alten Umwälzpumpe über den Drehschalter	0 Euro	bis zu 75 Euro pro Jahr	∞
Hydraulischer Abgleich (Do-it-yourself)	Einstellung der Heizkörperventile für gleichmäßige Wärme und Senkung der Vorlauftemperatur	0 Euro bei vorhandenen einstellbaren Ventilen	5–6 % der Heizenergie im Einfamilienhaus	∞
Optimierung der Warmwasserzirkulation	Begrenzung der Pumpenlaufzeit mittels Zeitschaltuhr	5 Euro (Zeitschaltuhr)	150 Euro pro Jahr	1500 %
Wassersparende Duschköpfe	Einsatz von Sparbrausen zur Reduzierung des Durchflusses bei gleichem Komfort	50 Euro (Mittelwert)	200 Euro pro Jahr (Wasser, Abwasser, Wärme)	400 %
Dämmung von Rohrleitungen	Nachträgliche Dämmung von Rohren in unbeheizten Bereichen	5 Euro pro lfd. Meter	150 kWh pro lfd. Meter und Jahr	300 %
Fensterfolien für Isolierglasfenster	Folien auf Rahmen oder Glas zur Reduzierung von Wärmeverlusten	15 Euro pro m ²	75 kWh pro m ² und Jahr	50 %
Dämmung von Heizkörpernischen	Dämmung dünner Wandbereiche hinter Heizkörpern mit Hochleistungsdämmstoff	15 Euro pro m ²	60 kWh pro m ² und Jahr	40 %