



## Hinweise zum Energiesparen



# Kosten und Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen

- 01 \_ Vorschriften und technische Regeln
- 02 \_ Begriffe im Bau- und Heizungsbereich
- 03 \_ Baugenehmigung für energiesparende Maßnahmen
- 04 \_ Der private Bauherr
- 05 \_ Heizkostenabrechnung
- 06 \_ Modernisierung mit Mietern
- 07 \_ Baumängel – Bauschäden – Mängelansprüche
- 08 \_ Feuchte Wände und Schimmelbildung
- 09 \_ Mauerfeuchtigkeit
- 10 \_ Raumklima und Behaglichkeit
- 11 \_ Vom Mindestwärmeschutz zum Niedrigstenergiegebäude
- 12 \_ Wärmeschutz an Fenstern
- 13 \_ Fensterabdeckungen – Schutz vor Wärme und Kälte
- 14 \_ Wärmeschutz an der Außenwand
- 15 \_ Wärmeschutz am Dach
- 16 \_ Wärmeschutz im Kellergeschoss
- 17 \_ Wärmedämmung – Wärmespeicherung
- 18 \_ Wärmebrücken
- 19 \_ Luftdichtheit der Gebäudehülle
- 20 \_ Wärmeschutz – Schallschutz
- 21 \_ Dämmstoffe
- 22 \_ Baustoffe für tragende Bauteile
- 23 \_ Putze und Anstriche
- 24 \_ Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS)
- 25 \_ Vorgehängte hinterlüftbare Fassaden (VHF)
- 26 \_ Baubiologie und Wärmeschutz
- 27 \_ Passive Sonnenenergienutzung
- 28 \_ Unbeheizte Wintergärten
- 29 \_ Natürliche Klimatisierung
- 30 \_ Bauwerksbegrünung
- 31 \_ EnEV – Altbausanierung
- 32 \_ Heizen und Lüften
- 33 \_ Stromsparen im Haushalt
- 34 \_ Abstimmung von Gebäude und Heizung
- 35 \_ Bestandteile einer Heizungsanlage
- 36 \_ Brennertypen
- 37 \_ Moderne Heizungsregelung
- 38 \_ Kamine und andere Abgasanlagen
- 39 \_ Heizwärmeverteilung im Gebäude
- 40 \_ Thermostatventile
- 41 \_ Brennstoffe
- 42 \_ Verbesserungsvorschläge für bestehende Heizungen
- 43 \_ Warmwasserbereitung
- 44 \_ Heizkessel
- 45 \_ Holzfeuerungen
- 46 \_ Wärmepumpen
- 47 \_ Aktive Sonnenenergienutzung
- 48 \_ Kosten und Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen**

Das vorliegende Merkblatt setzt sich schwerpunktmäßig mit Kosten und Wirtschaftlichkeit von Verbesserungen des Wärmeschutzes und der Heizungstechnik in bestehenden Gebäuden (Altbauten) auseinander.

Bei den angegebenen Preisen und Kosten kann es sich nur um grobe Orientierungswerte handeln. Im Einzelfall ergeben sich Baupreise in der Regel aus einem Bieterwettbewerb (siehe dazu [Merkblatt 04](#) „Der private Bauherr“).

### Verbesserung des Wärmeschutzes / Kosten / Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit einer Verbesserung des Wärmeschutzes von Außenbauteilen eines bestehenden Gebäudes lässt sich nach einer Faustformel abschätzen:

**U-Wert-Differenz · 10 = Liter Heizöl oder m<sup>3</sup> Gas / m<sup>2</sup> Bauteil und Jahr**

Zieht man den niedrigeren U-Wert (siehe dazu [Merkblatt 02](#) „Begriffe im Bau- und Heizungsbereich“) des geplanten Bauteils vom höheren U-Wert des bestehenden Bauteils ab und multipliziert man diese U-Wert-Differenz mit 10, erhält man die zu erwartende jährliche Energieeinsparung pro Quadratmeter des Bauteils, ausgedrückt in Liter Heizöl oder m<sup>3</sup> Gas.

Eine Verbesserung des U-Wertes einer Außenwand durch bauliche Maßnahmen von 1,4 W/(m<sup>2</sup> · K) auf 0,2 W/(m<sup>2</sup> · K) ergibt eine U-Wert-Differenz von 1,2. Nach Durchführung der baulichen Maßnahme können also jährlich ca. 12 Liter Heizöl oder 12 m<sup>3</sup> Gas pro Quadratmeter der Außenwand eingespart werden.

Der U-Wert von 1,4 W/(m<sup>2</sup> · K) wurde in unserem Beispiel gewählt für eine Außenwand aus Mauerwerk eines Wohngebäudes der Baualtersklassen 1949 bis 1957 bzw. 1958 bis 1968 nach der „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand“ vom 30. Juli 2009 Tabelle 2 „Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten nicht nachträglich gedämmter Bauteile im Urzustand“ (siehe dazu [Merkblatt 01](#) „Vorschriften und technische Regeln“).

Bei einem Wohngebäude der Baualtersklasse 1984 bis 1994 hätte man als U-Wert der Außenwand  $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  einsetzen müssen. Bei einer Verbesserung des U-Wertes auf  $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  errechnet sich für diesen Fall eine U-Wert-Differenz von  $0,4$ . Die zu erwartende Einsparung beträgt in diesem Fall ca. 4 Liter Heizöl oder 4 Kubikmeter Gas pro Quadratmeter der Außenwand und Jahr.

Das Ergebnis der Faustformel muss z. B. bei obersten Geschossdecken zu nicht beheizten Dachräumen sowie Wänden und Decken zu Absseiten (Drempel) um den Temperatur-Korrekturfaktor  $F_x = 0,8$  reduziert werden, bei Wänden und Decken zu unbeheizten Räumen beträgt der Temperatur-Korrekturfaktor  $F_x = 0,5$ .

Durch Anwendung der Temperatur-Korrekturfaktoren wird dem Umstand Rechnung getragen, dass bestimmte Bauteile nicht an Außenluft sondern an die Luft in unbeheizten Räumen oder an Erdreich grenzen, wodurch sich die Wärmeverluste entsprechend reduzieren.

Aus wirtschaftlichen Gründen empfiehlt es sich, Verbesserungen des Wärmeschutzes dann vorzunehmen, wenn Instandhaltungsarbeiten anstehen. Die Kosten, die zur Instandhaltung eines Bauteils ohnehin entstanden wären („Sowieso-Kosten“) müssen dann bei Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von den Kosten der Verbesserung des Wärmeschutzes abgezogen werden.

Eine anstehende Erneuerung einer Putz- und Anstrichschicht lässt sich z. B. kostengünstig mit dem Einbau eines Wärmedämm-Verbundsystems (WDVS) verbinden.

Wirtschaftlich vertretbar sind insbesondere „handfeste“, praktisch erprobte und erkennbar geeignete kostengünstige Maßnahmen. Gemeint sind planungs- und ausführungssichere „Bewährte Bauweisen“.

## Wärmeschutz der obersten Geschossdecken

Nach der am 1. Mai 2014 in Kraft getretenen Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) § 10 „Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden“ Abs. 3 müssen „... zugängliche Decken beheizter Räume zum unbeheizten Dachraum (oberste Geschossdecken), die nicht die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-02 erfüllen, nach dem 31. Dezember 2015 so gedämmt (sein), dass der Wärmedurchgangskoeffizient der obersten Geschossdecke  $0,24 \text{ Watt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  nicht überschreitet.“ (siehe dazu [Merkblatt 31](#) EnEV – Altbausanierung“).

Zusätzliche Wärmedämm-Schichten mit Dicken von 12 bis 16 cm können begehbar oder nicht begehbar ausgeführt werden. Es steht eine Vielzahl von Baumaterialien und Ausführungsarten zur Verfügung.

Die Kosten für den nachträglichen Einbau durch Fachleute reichen von netto € 25 bis € 35 pro Quadratmeter.

## Wärmeschutz von bestehenden Außenbauteilen

Nach der am 1. Mai 2014 in Kraft getretenen Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) Anlage 3 Tabelle 1 gelten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte), die einzuhalten sind (siehe dazu [Merkblatt 31](#) „EnEV – Altbausanierung“).

Bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von **Außenwänden** von Wohngebäuden mit Innentemperaturen  $\geq 19^\circ \text{C}$  gilt ein Höchstwert der Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_{\text{max}}$  von  $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Diesen Wert erreicht man z. B. durch das Anbringen eines Wärmedämm-Verbundsystems (WDVS) (siehe dazu [Merkblatt 24](#) „Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS)“) auf der bestehenden Außenwand. Die Kosten für den Einbau von WDVS betragen zwischen netto € 80 und € 120 pro Quadratmeter.

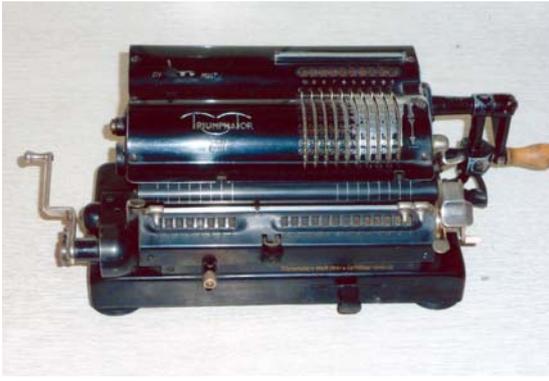


Abbildung 1

Gerechnet ...

Als Alternative bietet sich das Anbringen einer vorgehängten hinterlüftbaren Fassade (VHF) z. B. in Form einer Holzverschalung an (siehe dazu [Merkblatt 25](#) „Vorgehängte hinterlüftbare Fassaden (VHF)“). Kosten für das Anbringen einer VHF reichen von netto € 100 bis € 140 pro Quadratmeter Außenwand.

Außenliegende [Fenster](#), [Fenstertüren](#) dürfen bei Ersatz oder erstmaligem Einbau und dem Einbau zusätzlicher Vor- oder Innenfenster den Bemessungswert des Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters  $U_{\max}$  von  $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  nicht überschreiten.

Handelsübliche Fenster entsprechen dem geforderten Wärmeschutz und Kosten je nach Ausführung (siehe dazu [Merkblatt 12](#) „Wärmeschutz an Fenstern“) zwischen netto € 300 und € 600 pro Quadratmeter.

[Dachflächen](#) von Wohngebäuden können wärmeschutztechnisch auf vielfältige Art und Weise nachgerüstet werden (siehe dazu [Merkblatt 15](#) „Wärmeschutz am Dach“).

Der Wert  $U_{\max}$  von Dachflächen darf je nach Ausführung  $0,20$  bis  $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  nicht überschreiten (EnEV 2014, Anlage 3, Tabelle 1).

Die Kosten einer Nachrüstung von Steildächern belaufen sich auf netto € 80 bis € 120 pro Quadratmeter, bei Flachdächern liegen die Kosten bei netto € 60 bis € 100 pro Quadratmeter.



Abbildung 2

... wurde schon immer

Bei Decken gegen unbeheizte Räume, z. B. [Kellerdecken](#) (siehe dazu [Merkblatt 16](#) „Wärmeschutz im Kellergeschoss“) wird ein Wert  $U_{\max}$  von  $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  gefordert (EnEV 2014, Anlage 3, Tabelle 1). Je nach Ausführung belaufen sich die Kosten für eine nachträgliche Wärmedämmung der Kellerdecken von unten auf netto € 40 bis € 60.

### Verbesserung der Heizungstechnik / Kosten / Wirtschaftlichkeit

Der Betrieb von Gebäuden und seinen technischen Einrichtungen wird geprägt durch die Versorgungssicherheit, den Komfort aber auch die Wirtschaftlichkeit.

Für eine Bewertung eines bestimmten Energiebedarfes ist zunächst die Kenntnis über die bezogenen, verteilten und bereit gestellten Mengen erforderlich. Dies ist nur auf der Basis geeigneter Messungen möglich.

In der Wohnungswirtschaft ergibt sich ein Anhaltspunkt anhand der Energieausweise und der vorgeschriebenen Heizkostenabrechnungen. Neben der Nutzung ist auch der Verlauf der Außentemperaturen wesentlich, weshalb es bei vergleichenden Betrachtungen Schwankungen gibt.

## Erneuerung eines Heizkessels

Wird in einem Einfamilienhaus der Wärmeerzeuger erneuert, so erfordert dies Investitionen von rund € 8.000. Hierin enthalten sind auch die Nebenkosten. Bei einer durchschnittlichen technischen Standzeit von bis zu 18 Jahren ergibt sich, dass jahresdurchschnittlich ein Investitionsbedarf von rund € 440 entsteht.

Wird ein veralteter Kessel erneuert, so erhöht sich der Jahresnutzungsgrad um ca. 15 Prozent (75 % / 90 %). Hierdurch verringert sich der Brennstoffbedarf um rund 3 Liter Heizöl oder 3 m<sup>3</sup> Erdgas pro m<sup>2</sup> und Jahr, was bei einer zu beheizenden Wohnfläche von 150 m<sup>2</sup> jährlich 450 Litern Heizöl bzw. Kubikmetern Erdgas entspricht. Bei einem angenommenen Brennstoffpreis von 75 Ct./Liter Heizöl bzw. 75 Ct./Kubikmeter Erdgas folgert daraus eine Kosteneinsparung von jährlich ca. € 340. Dies bedeutet, dass eine vorgezogene Kesselerneuerung um 1,5 Jahre als wirtschaftlich zu bezeichnen ist.

Zusätzlich zur Einsparung wird auch die Versorgungssicherheit erhöht. Ein Abwarten des technischen Endes der Einsatzzeit oder das Hinauszögern einer Erneuerung ist folglich unwirtschaftlich.

## Austausch der Heizungspumpe

Der Austausch einer veralterten gegen eine elektronisch geregelte Heizungspumpe in einem Mehrfamilienhaus reduziert den Jahresstrombedarf um mehr als 200 kWh (> 25 %) was bei einem angenommenen Strompreis von 26 Ct./kWh einer jährlichen Einsparung von € 52 entspricht.

Die Umrüstung einschließlich Nebenkosten verursacht Aufwendung von ca. € 360, was bei durchschnittlichen technischen Einsatzzeiten von 8 Jahren einem jahresdurchschnittlichen Investment von € 45 entspricht. Hier ist erkennbar, dass bei einer Amortisationszeit von ca. 7 Jahren ein vorgezogener Austausch, der auch durch keine Vorschrift gefordert wird, zwingend erforderlich ist.

## Nachträglicher hydraulischer Abgleich

Die Anforderungen an Errichtung von Neubauten werden auch im Wohnungsbestand angewendet, wenn wesentliche heiztechnische Änderungen anstehen. Die Nachrüstung von Strangreguliertventilen, voreinstellbaren Thermostatventilen, Rücklaufverschraubungen und elektronischer Pumpen, ermöglicht die Anpassung an den individuellen Wärmebedarf.

Werden Heizkostenverteiler (Bestandsschutz) gegen Heizkostenverteiler ohne elektrische Energieversorgung nach dem Verdunstungsprinzip oder Heizkostenverteiler mit elektrischer Energieversorgung (siehe dazu [Merkblatt 05](#) „Heizkostenabrechnung“) ausgetauscht, so stellt im Einzelfall der hydraulische Abgleich eine Voraussetzung für die Verwendung der Messergebnisse für die Erstellung von Heizkostenabrechnungen dar.

Im Mehrfamilienhaus entstehen für die technischen Maßnahmen Kosten von ca. € 400 pro Wohneinheit (Bandbreite € 300 bis 500 je Wohneinheit). Die Einsparungen liegen über 20 %, was bei der Beheizung einer 75 m<sup>2</sup> großen Wohneinheit Einsparungen von rund 225 Litern Heizöl bzw. Kubikmetern Erdgas entspricht. Bei einem Bezugspreis von 0,75 €/Liter Heizöl bzw. Kubikmeter Erdgas ergeben sich Einsparungen von rund € 170. Die Maßnahme erweist sich mit einer statischen Amortisationszeit von rund 2,5 Jahren als außerordentlich günstig.

## Lebenszyklus von Gebäuden / Bauteile

Im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen spielen die Gesamtkosten innerhalb des Lebenszykluses von Gebäuden/Bauteilen eine wesentliche Rolle. Nicht nur die Errichtung oder Beschaffung, auch der laufende Unterhalt, die Reparaturen, Inspektionen und Wartungen aber auch die Erneuerung und Entsorgung sind zu betrachten.

Werden Gebäude mit technischen Standzeiten von 100 Jahren errichtet und betrieben, so ergeben sich schon nach 30 Jahren beachtliche Instandhaltungs- und Sanierungsaufwendungen, beispielsweise am Außenputz, den Außenfenstern und möglicherweise der Bedachung.

Die technischen Einrichtungen im Gebäudebestand haben ähnlich lange Nutzungszeiten für die Heizungsverrohrung, für Heizflächen und Sanitärinstallationen.

Wärmeerzeuger (Heizkessel) werden dagegen in der Regel nicht länger als 20 Jahre eingesetzt.

Brenner und Heizungspumpen können ihre Nutzungszeit nach 8 bis 12 Jahren beenden, die Regelungstechnik wird durchschnittlich alle 10 Jahren zu erneuern sein.

Weitere Angaben zu Nutzungszeiten können der VDI Richtlinie 2067, Blatt 1 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – Grundlagen und Kostenberechnung“, Ausgabedatum 2012-09 entnommen werden.

Zur Beurteilung von Investitionsaufwendungen werden oft Rentabilitätskriterien herangezogen, die sich am Aufwand von Maßnahmen und erzielbaren Einsparungen orientieren. Wird die Einsparung zum einzusetzenden Geldbetrag ins Verhältnis gesetzt, ergibt sich die statische Amortisation. Beispielhaft beträgt sie 8 Jahre wenn das eingesetzte Kapital € 2.400 und die jährliche Einsparung € 300 beträgt (Rechengang:  $2.400 \text{ €} : 300 \text{ €/a} = 8 \text{ Jahre}$ ).

In der Wohnungswirtschaft sind Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen mit Hilfe dynamischer Methoden oder des Annuitätenverfahrens gebräuchlich

#### Impressum



Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft und Medien, Energie  
und Technologie

Oberste Baubehörde im  
Bayerischen Staatsministerium  
des Innern, für Bau und Verkehr

Postanschrift: 80525 München  
Hausadresse: Prinzregentenstr. 28 | 80538 München  
Telefon: 089 2162-2303 | 089 2162-0  
Fax: 089 2162-3326 | 089 2162-2760  
E-Mail: info@stmwi.bayern.de  
poststelle@stmwi.bayern.de  
Internet: www.stmwi.bayern.de  
www.energie.bayern.de

Titelbilder: SWM, Alexander Walter |  
©PantherMedia/Harald Richter | Corel |  
toenje „Feuer im Ofen“ www.piqs.de  
Text: Dr. Georg W. Seunig, München  
Dipl.-Wirtsch.-Ing.(FH) Eckhard Dittrich,  
Neubiberg  
Bilder: Dr. Georg W. Seunig, München  
Gestaltung: Technisches Büro im StMWi  
Stand: September 2014

#### Hinweis

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.

Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben von parteipolitischen Informationen oder Werbemitteln. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Die Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts kann dessen ungeachtet nicht übernommen werden.