

DAS ENERGIE- SPARSCHWEIN

Informationen zum Wärmeschutz und zur
Heizenergieeinsparung für Eigenheimbesitzer
und Bauherren



INHALT

-
- 4 Geld sparen – Klima schützen
 - 5 Vorurteile ausgeräumt
 - 8 Energieverbrauch und CO₂-Emissionen
-
- 16 Der Einstieg zum Energiesparen und Klimaschützen
 - 16 Energieausweis
 - 19 Der Weg zum Energiesparhaus
-
- 22 Energiesparende Gebäude
 - 22 Niedrigenergiehäuser
 - 22 Niedrigstenergiehäuser
 - 22 Passivhäuser
 - 25 Sonstige energieoptimierte Gebäude
 - 26 Ein Beispiel
-
- 28 Einfache Sofortmaßnahmen zum Energiesparen
 - 28 Zehn Energiespartipps für den Winter
 - 29 Energiespartipps für den Sommer: Einen kühlen Kopf behalten!
-
- 32 Was lässt sich am und im Haus machen?
 - 32 Überblick
 - 34 Gebäudehülle
 - 54 Richtiges Heizen und Lüften – Schimmel vermeiden und bekämpfen
 - 60 Heizung und Warmwasser
-
- 109 Fördermöglichkeiten und Beratung
 - 109 Einige wichtige Hilfen durch den Förderdschungel
 - 111 Bundesweite Förderprogramme (Beispiele)
-
- 113 Vorschriften und Anforderungen
 - 113 Das Energieeinsparungsgesetz (EnEG)
 - 113 Die Energieeinsparverordnung (EnEV)
 - 117 Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)
 - 117 Die EU-Verordnung 2009/641/EG
 - 117 Die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV)
-
- 122 Falls Sie mehr wissen wollen
-
- 124 Notizen
-
- 127 Impressum

GELD SPAREN - KLIMA SCHÜTZEN



Die Art und Weise, wie wir gegenwärtig Energie nutzen, ist nicht nachhaltig. Die dabei entstehenden Treibhausgasemissionen und der immense Ressourcenverbrauch gefährden unsere natürlichen Lebensgrundlagen. Energiesparen ist der einfachste und schnellste Weg, um das Klima zu schützen und den Geldbeutel zu schonen. Investitionen rechnen sich durch die entfallenden Energiekosten. Deshalb sollte jeder Hauseigentümer und Bauherr seinen Energiebedarf durchforsten und Energiesparmöglichkeiten so weit wie möglich nutzen.

In unseren Haushalten verbrauchen wir Energie in vielfältiger Weise. Dabei spielen die Elektrogeräte eine nicht unbedeutende

Rolle, der größte Energiefresser aber ist die Heizung. Leider wird mehr als nötig Energie für die Temperierung von Wohnungen und Häusern genutzt. Privathaushalte in Deutschland setzten 2007 ca. 191 Millionen Tonnen Kohlendioxid frei. 52 Prozent davon stammen aus Energie, die eigentlich für die Heizung von Gebäuden bestimmt war, aber entweder nie dort ankam oder dem Gebäude schnell wieder entwichen ist. Solche vermeidbaren Emissionen machen Kohlendioxid zum Klimakiller Nummer 1. Letztlich stehen wir auch vor der Herausforderung, mit den fossilen Energieträgern möglichst sparsam umzugehen, da sie nur begrenzt verfügbar sind. Steigende Energiepreise für Gas und Öl können ein Indiz dafür sein.

Diese Broschüre zeigt Ihnen Wege auf, wie Sie mit einfachen Maßnahmen und mit moderner Technik die zum Beheizen Ihrer Wohnung vorgesehene Energie so wirksam und effizient wie möglich einsetzen können. Dadurch sparen Sie nicht nur bares Geld, sondern tragen auch zum Klimaschutz bei. Je weniger Energie man heute verbraucht, desto weniger schlagen höhere Energiepreise morgen zu Buche – die beste Versicherung gegen steigende Energiekosten. Während die allgemeinen Verbraucherpreise von 2000 bis 2011 um 19 Prozent stiegen, nahmen die jährlichen Ausgaben für Energie im Bereich Raumwärme und Warmwasser pro Haushalt um 30 Prozent zu. Haupttreiber hierbei waren die Anstiege der Preise für Heizöl (+ 100 Prozent), Erdgas (+ 69 Prozent) und Strom (+ 68 Prozent). Die Broschüre richtet sich sowohl an Eigentümer eines Ein- oder Zweifamilienhauses wie auch an Bauherren, die sich schon während der Planungsphase darüber informieren wollen, wie sich durch eine energiesparende Bauweise Geldbeutel und Klima gleichermaßen schützen lassen.

Gerade Eigentümer von älteren Ein- und Zweifamilienhäusern können ohne Verlust an Lebensqualität mit deutlich weniger Heizenergie auskommen. Wer seine veraltete Heizungsanlage durch eine neue ersetzt, kommt auf bis zu 25 Prozent Energieersparnis. Kommen passende bauliche Maßnahmen hinzu, ist die Ersparnis noch deutlich größer: Die wirksamsten Sanierungen liegen bei 90 Prozent Einsparungen an Primärenergie. Die besten Ergebnisse erzielt, wer sich vor einer Sanierung fachmännisch beraten lässt. Solche Vor-Ort-Beratungen werden sogar staatlich gefördert.

Diese Broschüre soll dazu anregen, Gebäude wirksam zu beheizen, d.h. die Energie so einzusetzen, dass sie tatsächlich das Gebäude heizt, und nicht das Klima. Andere Aspekte wie das Beheben von Bauschäden, komplexe bauphysikalische Zusammenhänge beim Feuchteschutz, Fragen des Brandschutzes oder des Schallschutzes usw. kann sie jedoch nicht abdecken. Die im Einzelfall notwendige detaillierte und fachliche Beratung kann und will die Broschüre nicht ersetzen.

VORURTEILE AUSGERÄUMT

1 „Energiesparen lohnt sich nicht.“
Auch künftig werden die Energiepreise wohl weiter steigen. Je teurer Energie wird, desto eher lohnt es sich, sie zu sparen. Umgekehrt gilt: Je weniger Energie Ihr Haus braucht, desto weniger spüren Sie künftige Energiepreissteigerungen. Dabei sind Energiesparmaßnahmen am günstigsten, wenn einzelne Bauteile ohnehin instand gesetzt werden müssen. Wenn beispielsweise der rissige Putz erneuert wird, ist dies ein guter Zeitpunkt, für eine ausreichende Wärmedämmung zu sorgen. Natürlich lohnt sich nicht jede Maßnahme – vielmehr kommt es darauf an, das Passende zu finden. Hilfsangebote und Beratungsmöglichkeiten, die Sie bei Ihren Entscheidungen unterstützen, zeigen wir ab Seite 16.

2 „Sanierete Gebäude sehen hässlich aus und zerstören unsere Baukultur.“
Gebäude müssen ihr Erscheinungsbild durch eine energetische Sanierung nicht verlieren! In den meisten Fällen kann eine Außendämmung auch optisch ansprechend gestaltet werden. Bei erhaltenswerten Fassaden kommt oft eine so genannte Innendämmung

ins Spiel, zusammen mit anderen Maßnahmen (Dämmung der rückseitigen Fassade, des Dachs, Modernisierung der Heizung) spart man auch so erhebliche Mengen an Energie. Das ist natürlich etwas aufwändiger. Fachwissen und Erfahrung von Architekten und Fachplanern sind gefragt. Mittlerweile kann man anhand vieler Beispiele zeigen, dass Energiesparen und Baukultur gut miteinander vereinbar sind. Ein gelungenes Beispiel zeigen wir Ihnen auf den Seiten 26-27.

3 „In sanierten Gebäuden schimmelt es.“

In sanierten Gebäuden kann die Raumluft nicht mehr durch Ritzen und Spalten nach außen entweichen. Das spart Energie und Geld. In Häusern, an denen Energiesparmaßnahmen durchgeführt wurden, liegen die Ursachen für Schimmelbildung vor allem in Planungs- oder Ausführungsfehlern. Wenn beispielsweise Wärmebrücken in Ecken oder Fensterleibungen nicht beseitigt werden, schlägt sich dort Feuchtigkeit nieder und Schimmel kann sich bilden. Oder es werden dichte Fenster eingebaut, ohne gleichzeitig für ausreichende Lüftung zu sorgen. Solche Fehler sind leicht zu vermeiden.

Wärmebrücken lassen sich beseitigen, ausreichende Lüftung ist notwendig. Informationen darüber, wie Schimmel entsteht und wie man ihn verhindern kann, finden Sie ab Seite 54. Fragen Sie Ihre Planer und Installateure, welche Erfahrungen sie besitzen, um der Schimmelbildung vorzubeugen. In den meisten Fällen wird Schimmel jedoch nicht durch Energiesparmaßnahmen, sondern durch Baufeuchte, defekte Sanitärbereiche

oder Fehlverhalten der Nutzer (z. B. Wäschetrocknen ohne zu lüften) verursacht.

4 „Wände müssen atmen können.“

Der Austausch von Feuchtigkeit zwischen Innenluft und Außenluft findet nicht über die Wände statt, sondern durch Lüften – entweder klassisch, über die Fenster, oder mittels Lüftungsanlagen. Wände können in der Regel nur wenig Feuchtigkeit puffern. Die anfallende Feuchtigkeit muss in jedem Fall regelmäßig abgeführt werden. Wasserdampf diffundiert zwar durch das Mauerwerk, jedoch in sehr geringem Umfang. Dabei verhindert eine diffusionsoffene Bauweise, dass sich der Wasserdampf im Laufe der Jahrzehnte in der Wandkonstruktion ansammelt.

5 „Dicke, massive Wände sind wirkungsvoller als eine Wärmedämmung.“

Auch dicke Wände schützen nicht vor Wärmeverlusten! Eine Wand aus Hochlochziegeln müsste mehr als 3 Meter stark sein, um so gut vor Wärmeverlusten zu schützen wie eine 36 cm starke Wand mit 15 cm Wärmedämmung. Massive Wände haben einen Vorteil: Im Sommer dienen sie als Wärmepuffer und halten dadurch die Räume kühl. Vor Wärmeverlusten schützen sie dennoch nur mit ausreichend Wärmedämmung.

6 „Wärmedämmung wirkt nicht.“

Der physikalische Effekt der Wärmedämmung wurde bereits seit Längerem nachgewiesen. Im günstigsten Fall haben Eigentümer den Energieverbrauch ihres Gebäudes – auch durch Wärmedämmung – auf

ein Zehntel gesenkt! Wenn die erwartete Energieersparnis nicht eintritt, kann das viele Ursachen haben: Fehler bei der Planung oder bei der Ausführung sollten rechtzeitig aufgespürt werden. Womöglich haben sich auch die Nutzungsgewohnheiten geändert: Die Raumtemperaturen sind höher oder es wird häufiger gelüftet. Schon bei der Planung sollte man dies berücksichtigen. Wärmedämmung wirkt aber noch auf eine weitere Art und Weise: Die Oberflächen der Wände sind im Winter wärmer; Bewohner empfinden das als behaglich. Der gleiche Effekt tritt auch bei isolierenden Fenstern auf. Übrigens macht es nicht viel Sinn, während des Winters die Sonnenenergie über die Außenhaut von Gebäuden einzufangen – dafür scheint die Sonne in dieser Jahreszeit zu selten und zu schwach. Wände geben die eingefallene Sonnenenergie schneller wieder nach außen ab, als sie innen genutzt werden könnte.

7 „Gedämmte Wände lassen im Sommer die Wärme nicht mehr nach draußen.“

Wärmedämmung setzt schon einen Schritt früher an: Sie sorgt im Sommer dafür, dass von vornherein weniger Wärme in die Räume gelangen kann! Auch Fenster brauchen Schutz – z. B. von außen liegenden Jalousien oder Rollläden. Die Wärme, die sich dennoch im Laufe eines Sommertages in den Räumen ansammelt, „entsorgt“ man am effektivsten, in dem man nachts oder frühmorgens kräftig lüftet. Das ist viel wirkungsvoller, als auf schlecht isolierte Wände zu vertrauen. Mehr Tipps für den Sommer lesen Sie ab Seite 29.

8 „Wärmedämmung herzustellen braucht mehr Energie, als sie später einspart.“

Viele Materialien können als Dämmstoffe verwendet werden. Der Aufwand an Energie, um diese Materialien herzustellen, unterscheidet sich stark. Allen Dämmstoffen ist jedoch gemein, dass der Betrag an eingesparter Heizenergie deutlich größer ist als die Energiemenge, die zur Produktion verwendet wurde. Oft gleichen Dämmstoffe den Herstellungsaufwand schon in der ersten Heizsaison wieder aus und haben danach eine positive Energiebilanz. Einige Eigenschaften von Dämmstoffen finden Sie ab Seite 43.

9 „Unser Haus ist schon energieeffizient.“

Sind Sie sicher? Wissen Sie, wie viel Heizenergie Ihr Haus braucht? Vielleicht findet sich ja doch noch eine Möglichkeit, den Energieverbrauch weiter zu verringern. Ab Seite 60 haben wir einige Tricks zusammengestellt, um mit geringem Aufwand viel zu bewirken. Wenn Sie bereits Energiesparmaßnahmen durchgeführt haben, prüfen Sie, ob sich die erwartete Energieeinsparung auch tatsächlich eingestellt hat, damit sich Ihre Investition auch rechnet. Denn energieeffiziente Häuser sollte man auch effizient betreiben. Erfassen Sie daher regelmäßig Ihre Energieverbräuche, z. B. mit einem kostenlosen Energiesparkonto: <http://www.energiesparclub.de>

ENERGIEVERBRAUCH UND CO₂-EMISSIONEN

ENERGIE: NUTZENERGIE - ENDENERGIE - PRIMÄRENERGIE

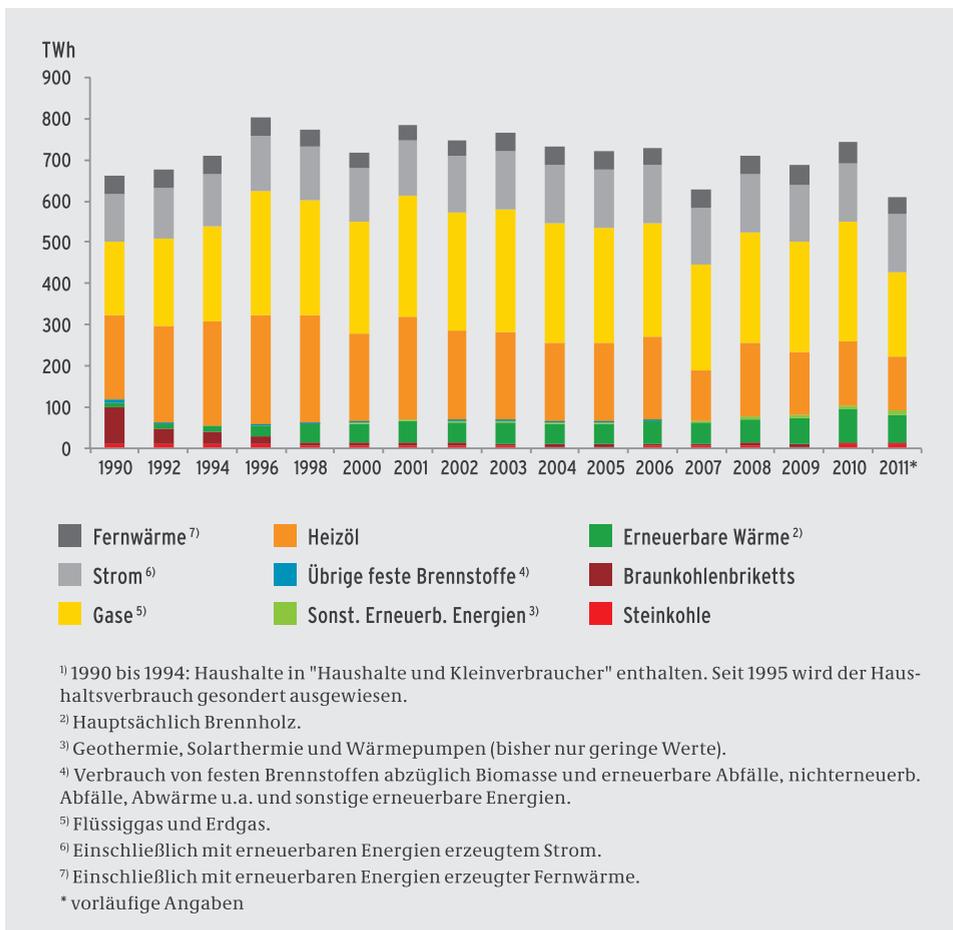
- **Energie** kommt in vielen unterschiedlichen Formen vor und ist zunächst einmal ziemlich abstrakt – schließlich kann man sie kaum mit den Sinnen erfassen. Energie beschreibt die Fähigkeit eines Mediums, Arbeit zu verrichten. Ihre physikalische Einheit ist 1 Joule = 1 J oder 1 Kilowattstunde = 1 kWh = 3,6 Mega-Joule. „Energie“ beschreibt beispielsweise, wie viel Wärme ein Heizkessel erzeugt oder wie viel Brennstoff er dafür benötigt. **Leistung** sagt aus, wie viel Energie in einem bestimmten Zeitraum eingesetzt wird. Ihre Einheit ist 1 Joule pro Sekunde = 1 Watt. „Leistung“ beschreibt beispielsweise, welche Wärmeleistung ein Heizkessel zu einem gegebenen Zeitpunkt bereitstellen kann.
- **Nutzenergie** steht den Endverbrauchern direkt zur Verfügung. Sie bezeichnet den Nutzen (die „Energie-Dienstleistung“), den wir mit dem Einsatz von Energie tatsächlich erreichen wollen, zum Beispiel Raumwärme (Heizwärme), warmes Wasser oder Licht. Nutzenergie wird durch die Umwandlung von Endenergie erzeugt. Dabei entstehen Energieverluste, z. B. die Abwärme einer Glühlampe, die eigentlich nur Licht erzeugen soll.
- Die **Endenergie** ist die Menge an Energie (z. B. in Form von Strom, Fernwärme, Gas oder Heizöl), die die Endnutzer für eine bestimmte Energie-Dienstleistung einsetzen. Vereinfacht ausgedrückt ist sie die Energie, die die Verbraucher mit der Stromrechnung oder Heizkostenabrechnung bezahlen.
- **Primärenergie** bezeichnet die Endenergie-Menge zuzüglich des Energieanteils aus den vorgelagerten Produktionsschritten (Gewinnung des Heizöls, Erzeugung und Transport des Stroms usw.). Man versteht unter Primärenergie nicht nur fossile, „nicht-erneuerbare“ Energieträger, sondern auch erneuerbare Primärenergie, z. B. aus Holz, Wasserkraft, Wind usw. Die vorgelagerten Prozesse müssen berücksichtigt werden, um die Umweltauswirkungen unterschiedlicher Energiearten (z. B. Strom, Gas oder Holz) miteinander vergleichen zu können. Strom hat im Verhältnis zu Öl oder Gas einen insgesamt etwa dreimal so hohen Bedarf an erneuerbarer und nicht-erneuerbarer Primärenergie. Aus diesem Grund ist Strom als wesentlich wertvollere Energie anzusehen und sollte möglichst nicht „verheizt“ werden!

Im Jahr 2007 wurden in Deutschland insgesamt 2443 Terawattstunden (TWh) – das sind 2443 Milliarden Kilowattstunden (kWh) – Endenergie verbraucht (2011: 2429 TWh nach vorläufigen Angaben). Auf die privaten Haushalte entfielen davon etwa 627 TWh (26 Prozent; ohne Kraftstoffe) (2011: 610 TWh nach vorläufigen Angaben). Das Jahr 2007

ähnelt insofern dem Jahr 2011, für das jedoch noch keine vergleichbar detaillierten Daten vorliegen. Der Energieverbrauch verursachte im Jahr 2007 in Deutschland insgesamt 841 Millionen Tonnen CO₂. Der Anteil der deutschen Haushalte beträgt etwa 23 Prozent (191 Millionen Tonnen CO₂; ohne Kraftstoffe).

Abbildung 1

ENTWICKLUNG DES ENDENERGIEVERBRAUCHS DER HAUSHALTE ¹⁾ 1990 BIS 2011*



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2011, Stand: Oktober 2012

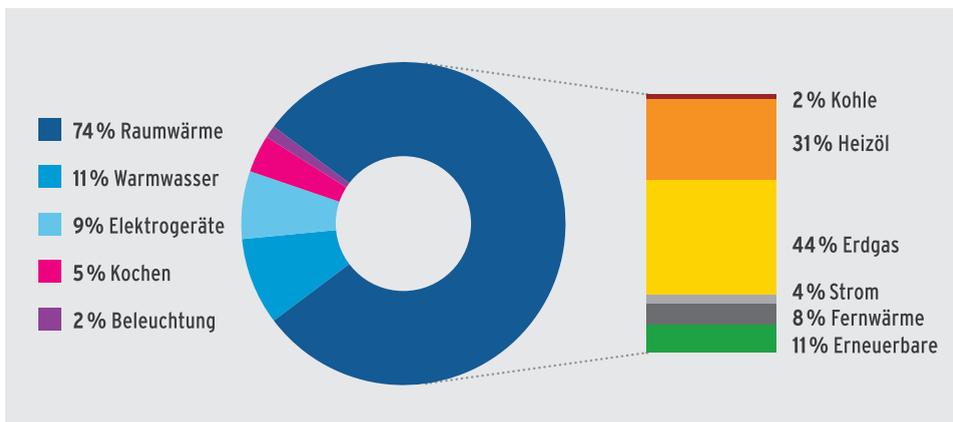


Die Haushalte setzten im Jahr 2007 zum Beheizen der Wohnungen 74 Prozent ihres Endenergieverbrauchs (temperaturbereinigt) ein, weitere 11 Prozent dienen der Warm-

wasserbereitung. Die übrigen 15 Prozent entfielen auf Elektrogeräte, Kochen und Beleuchtung.

Abbildung 2

ENDENERGIEVERBRAUCH FÜR RAUMWÄRME IN HAUSHALTEN NACH ENERGIETRÄGERN 2007 (TEMPERATURBEREINIGT)



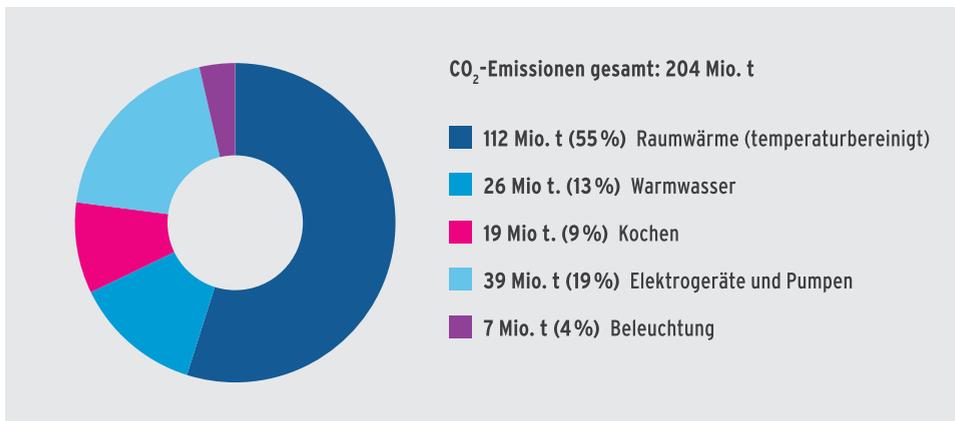
Quellen: Öko-Institut, basierend auf AG Energiebilanzen/BDEW, AG Energiebilanzen, Temperaturbereinigung durch Öko-Institut, In: Umweltbundesamt [Hrsg.] (2012): Energieeffizienzdaten für den Klimaschutz

Bei den verursachten CO₂-Emissionen ändern sich die Verhältnisse: Etwa 55 Prozent (112 Millionen Tonnen CO₂, temperaturbereinigt) stammten aus dem Beheizen von Wohngebäuden. Der Anteil von Elektrogeräten, Kochen und Beleuchtung war mit 32 Prozent

(65 Millionen Tonnen CO₂) mehr als doppelt so hoch wie beim Endenergieverbrauch. Grund ist die fossile, ineffiziente und CO₂-intensive Stromerzeugung – ein wichtiger Grund, mit Strom möglichst sparsam umzugehen.

Abbildung 3

CO₂-EMISSIONEN NACH ANWENDBEREICHEN 2007 - DIREKTE UND INDIKRETE EMISSIONEN (TEMPERATURBEREINIGT)



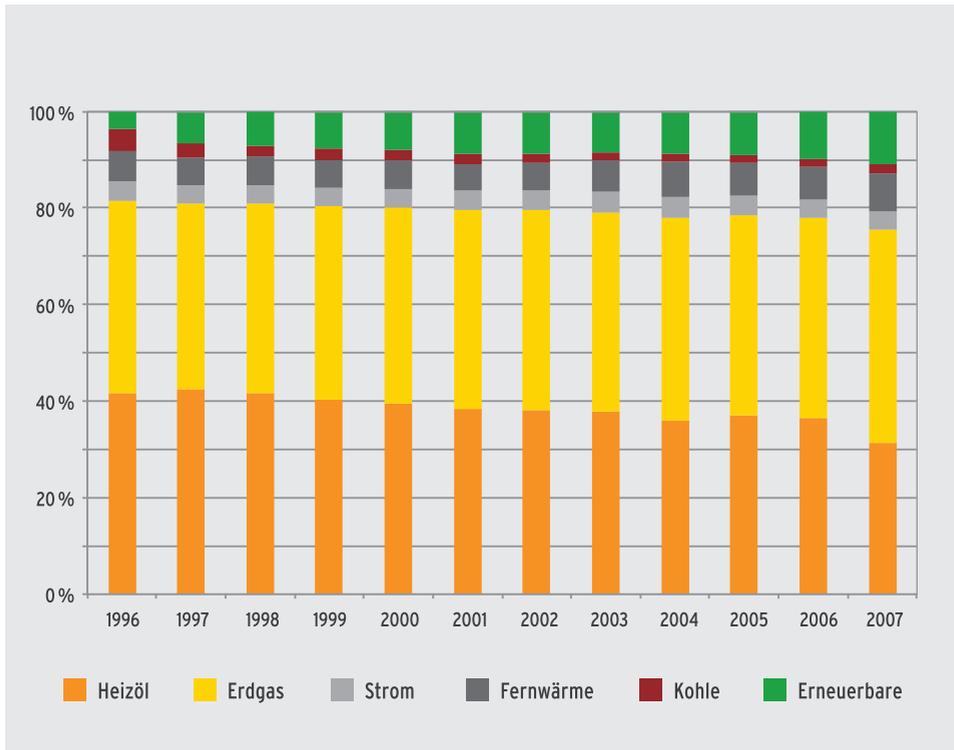
Quellen: Öko-Institut, basierend auf AGEb 2009, Berechnungen Öko-Institut, In: Umweltbundesamt [Hrsg.] (2012): Energieeffizienzdaten für den Klimaschutz

Mit 237 TWh entfiel auf Erdgas in 2007 fast die Hälfte (44 Prozent) des Endenergieverbrauchs (temperaturbereinigt) für das Heizen. Damit ist Erdgas hierbei zum wichtigsten Energieträger geworden. Auch die Fernwärme gehörte zu den Gewinnern, ihr Anteil erhöhte sich leicht von 6,2 Prozent im Jahr 1996 auf 8,1 Prozent im Jahr 2007. Der Anteil von Strom blieb in etwa konstant und lag 2007 bei 3,6 Prozent. Rückläufig sind dagegen Heizöl und Kohle. Heizöl trug nur noch zu 31,3 Prozent bei, 1996 waren es noch 41,6

Prozent. Kohle schließlich fiel auf 1,9 Prozent des Endenergieverbrauchs für die Bereitstellung von Raumwärme. Dagegen ist der Anteil der sonstigen inklusive erneuerbare Energien von 3,7 Prozent im Jahr 1996 auf 10,8 Prozent im Jahr 2007 deutlich angestiegen. Insgesamt war der Energieverbrauch für Raumwärme rückläufig und sank seit 1996 um 4,8 Prozent auf 535 TWh (temperaturbereinigt). Wenn die Wohnfläche im selben Zeitraum nicht um fast 13 Prozent gewachsen wäre, könnte der Energieverbrauch noch niedriger sein.

Abbildung 4

VERLAUF DER ENERGIETRÄGERANTEILE BEIM ENDENERGIEVERBRAUCH FÜR RAUMWÄRME (TEMPERATURBEREINIGT)



	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
%												
Heizöl (leicht)	41,6	42,3	41,7	40,2	39,5	38,5	38,1	37,7	35,9	36,9	36,4	31,3
Erdgas	39,8	38,6	39,3	40,2	40,7	41,2	41,5	41,5	42,2	41,5	41,6	44,3
Strom	4,3	3,8	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	4,1	4,3	4,1	3,7	3,6
Fernwärme	6,2	5,8	5,9	5,8	5,9	5,6	5,8	6,6	7,3	6,9	6,8	8,1
Kohle	4,4	3,0	2,3	2,4	2,2	2,2	1,9	1,5	1,4	1,5	1,7	1,9
Sonstige inkl. Erneuerbare	3,7	6,5	7,1	7,7	7,9	8,6	8,7	8,5	8,9	9,1	9,7	10,8

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
TWh												
Gesamt	562	603	618	617	627	608	621	610	576	572	582	535
Heizöl (leicht)	234	255	257	248	248	234	237	230	207	211	212	168
Erdgas	223	232	243	248	255	250	258	253	243	237	242	237
Strom	24	23	23	23	24	24	24	25	25	23	22	19
Fernwärme	35	35	36	36	37	34	36	41	42	39	40	43
Kohle	25	18	14	15	14	13	12	9	8	9	10	10
Sonstige inkl. Erneuerbare	21	39	44	47	50	53	54	52	51	52	57	58

Quelle: Öko-Institut, basierend auf Daten: AGEb/BDEW 1996-2007, AGEb 2009, Anpassung an Energiebilanz und Temperaturkorrektur: Öko-Institut, In: Umweltbundesamt [Hrsg.] (2011): Energieeffizienz in Zahlen

Der erfasste Endenergieverbrauch allein sagt noch nichts über die Entwicklung der Energieeffizienz von Wohngebäuden in Deutschland, weil beispielsweise auch milde Winter den Energieverbrauch beeinflussen. Ein Gebäude abzureißen, verringert den Endenergieverbrauch; ein Gebäude zu errichten oder zu erweitern, erhöht ihn. Korrigiert man

den Endenergieverbrauch um solche Einflüsse, stellt man eine spürbare Verbesserung fest: Der jährliche Endenergieverbrauch für Raumwärme ist seit 1996 von 191 kWh/m² um 16 Prozent auf 161 kWh/m² in 2007 gesunken. Dennoch bleibt für einen wirkungsvollen Klimaschutz noch viel zu tun!

Abbildung 5

ENTWICKLUNG DES DURCHSCHNITTLICHEN SPEZIFISCHEN ENDENERGIEVERBRAUCHS FÜR RAUMWÄRME (TEMPERATURBEREINIGT)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Raumwärme pro Wohnfläche												
kWh/m ²	191	201	203	200	201	192	195	190	178	175	177	161

Quellen: Öko-Institut, basierend auf AGEb/BDEW, StBA 2004, 2008a, 2009b, Berechnungen Öko-Institut, In: Umweltbundesamt [Hrsg.] (2012): Energieeffizienzdaten für den Klimaschutz



NACHHALTIGES BAUEN UND WOHNEN

Neben einer signifikanten Reduzierung der Kohlendioxidemissionen gibt es weitere relevante Umweltziele für den Bereich Bauen und Wohnen: Beispielsweise werden täglich fast 94 Hektar (130 Fußballfelder) Fläche versiegelt und rund ein Viertel des Abfalls in Deutschland sind Bau- und Abbruchabfälle. Nachhaltiges Bauen und Wohnen muss also auch die reduzierte Inanspruchnahme von Flächen und Ressourcen in den Blick nehmen. Sie als VerbraucherIn können selbst dazu beitragen:

- **Sanierung statt Neubau:** Wer ein bestehendes Haus saniert, statt ein neues zu bauen, spart Baustoffe und Fläche.
- **Umwelt- und gesundheitsverträgliche Bauprodukte verwenden:** Gleich ob Sie sanieren oder neu bauen, mit diesen Bauprodukten – z. B. am Blauen Engel erkennbar – schützen Sie Ihre Gesundheit, die Umwelt und das Klima.
- **Wohnort mit kurzen Wegen:** Wer es zur Arbeit, zum Einkaufen, zu Freizeitmöglichkeiten und zum öffentlichen Nahverkehr nicht weit hat, verringert den Autoverkehr – das spart Geld und trägt einen guten Teil zu mehr Ruhe und besserer Luft bei.
- **In den Siedlungskernen bauen statt auf der grünen Wiese:** Die Zersiedelung der Landschaft kann man begrenzen, indem zuerst die Lücken in bestehenden Siedlungen bebaut werden. Das sorgt auch für kurze Wege.
- **Bei der Größe des Wohnraums langfristig denken:** Ihr Bedarf an Wohnraum kann sich während der Lebensdauer eines Gebäudes stark ändern. Sie haben die Möglichkeit, die Wohnraumgröße an den sich wandelnden Bedarf anzupassen, flexible Grundrisse zu wählen oder umzuziehen – beispielsweise, wenn die Kinder aus dem Haus sind.

Mehr Informationen finden Sie in der Broschüre „Nachhaltiges Bauen und Wohnen“ des Umweltbundesamtes: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3952.html>

DER EINSTIEG ZUM ENERGIESPAREN UND KLIMASCHÜTZEN

In den meisten Fällen lohnt es sich durchaus, den Energieverbrauch eines Gebäudes zu senken. Dabei stellen sich allerdings eine Reihe Fragen: Befindet sich Ihr Gebäude eigentlich auf dem Stand der Technik? Gibt es besondere Schwachstellen? Hat Ihr Gebäude eine gute Energieeffizienz? Hat es einen niedrigen Energieverbrauch? Und was bedeutet eigentlich „niedrig“? Welche energiesparenden Maßnahmen rechnen sich? Welche Fördermittel gibt es? Erste Antworten auf dem Weg zu einem energiesparenden Haus:

ENERGIEAUSWEIS

Miet- oder Kaufinteressenten von Wohnungen oder Häusern haben seit 1.1.2009 das Recht, beim Anbieter einen so genannten Energieausweis einzusehen.

Der Ausweis klassifiziert Gebäudes hinsichtlich ihrer Energiequalität und gibt Tipps für energetische Modernisierungsmaßnahmen. Es gibt ihn in zwei Varianten:

- Der Energieverbrauchsausweis zeigt den gemessenen und witterungsbereinigten Endenergieverbrauch. Er berücksichtigt zugleich das Nutzerverhalten und beschreibt daher nur bedingt die energetische Qualität eines Gebäudes an sich.
- Beim Energiebedarfsausweis werden Endenergie- und Primärenergiebedarf auf der Grundlage von Gebäudedaten unter standardisierten Bedingungen berechnet. Er bildet daher die tatsächliche energetische Qualität des Gebäudes ab, unabhängig vom Nutzerverhalten.

Der Energiebedarfsausweis ist verbindlich für Neubauten und für Wohngebäude, die weniger als fünf Wohnungen haben und das Wärmeschutzniveau der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977 nicht erreichen. In den verbleibenden Fällen genügt ein Energieverbrauchsausweis. Baudenkmäler benötigen keinen Ausweis.

HINWEIS

Ab voraussichtlich 2014 gelten beim Energieausweis folgende Änderungen:

- Miet- oder Kaufinteressenten muss eine Kopie des Energieausweises vorgelegt werden, ohne dass sie explizit danach fragen müssen; nach Vertragsabschluss oder Baufertigstellung erhalten sie eine Kopie.

- Immobilienanzeigen in kommerziellen Medien müssen den Energiekennwert des Energieausweises enthalten. Damit bekommen Interessenten von Anfang an Informationen hinsichtlich der Energieeffizienz des Gebäudes.
- So genannte Modernisierungsempfehlungen zeigen, welche kostenoptimalen oder kosteneffizienten Möglichkeiten bestehen, die Energieeffizienz des Gebäudes zu verbessern. Als Miet- oder Kaufinteressent erfahren Sie, welche Schwachpunkte das Gebäude hat.

Diese Vorgaben entstammen einer EU-Richtlinie, sie treten mit der novellierten Energieeinsparverordnung in Deutschland in Kraft.

Die zweite Seite des Energieausweises (Abbildung 6) zeigt den Energiebedarf eines Gebäudes: den jährlichen Primärenergiebedarf sowie den Endenergiebedarf für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung. Berücksichtigt wird beim Primärenergiebedarf neben der Endenergie auch die so genannte „Vorkette“ (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweiligen Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, erneuerbare Energien). Freiwillig können noch die CO₂-Emissionen des Gebäudes angegeben

werden. Das Gebäude in diesem Beispiel liegt mit einem Primärenergiebedarf von 250 Kilowattstunden (kWh) je beheiztem Quadratmeter Nutzfläche pro Jahr am unteren Ende des mittleren Bereichs der Skala. Die Vergleichswerte zeigen, dass ein großes Verbesserungspotenzial besteht.

Weiterführende Informationen zum Energieausweis bietet die Deutsche Energie-Agentur unter <http://www.zukunft-haus.info> oder Tel. 08000 / 736 734.

HINWEIS

Um unterschiedlich große Gebäude und variierende Raumhöhen vergleichbar zu machen, bezieht der Energieausweis den Energiebedarf oder -verbrauch auf die so genannte *Nutzfläche*. Sie ist nicht identisch mit der nutzbaren *Wohnfläche*. Man kann die Energiekennwerte *überschlägig* wie folgt umrechnen:

bis zwei Wohnungen mit beheiztem Keller:

Energiekennwert (Wohnfläche) = 1,35 x Energiekennwert (Nutzfläche)

mehr als zwei Wohnungen im Haus:

Energiekennwert (Wohnfläche) = 1,2 x Energiekennwert (Nutzfläche)

Abbildung 6

MUSTERSEITE EINES ENERGIEAUSWEISES FÜR WOHNGBÄUDE

ENERGIEAUSWEIS

für Wohngebäude
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Musterstr. 123b
Vorderhaus

2

Energiebedarf

Endenergiebedarf

↓

222 kWh/(m²·a)

CO₂-Emissionen¹⁾ **56** [kg/(m²·a)]

↑

250 kWh/(m²·a)

Primärenergiebedarf "Gesamtenergieeffizienz"

Anforderungen gemäß EnEV²⁾

Primärenergiebedarf

Ist-Wert kWh/(m²·a) Anforderungswert kWh/(m²·a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle H_T

Ist-Wert W/(m²·K) Anforderungswert W/(m²·K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau) eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

Verfahren nach DIN V 18599

Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² ·a) für			Gesamt in kWh/(m ² ·a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte ⁴⁾	
Erdgas H	177,9	40,5	0,0	218,4
Strom	0,0	0,0	3,6	3,6

Ersatzmaßnahmen³⁾

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 EEWärmeG

Die um 15% verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 i. V. m. § 8 EEWärmeG

Die Anforderungswerte der EnEV sind um % verschärft.

Primärenergiebedarf

Verschärfter Anforderungswert: kWh/(m²·a)

Transmissionswärmeverlust H_T

Verschärfter Anforderungswert: W/(m²·K)

Vergleichswerte Endenergiebedarf

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs zwei alternative Berechnungsverfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_N).

1) Freiwillige Angabe 2) bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Abs. 1 Satz 2 EnEV 3) nur bei Neubau im Falle der Anwendung von § 7 Nr. 2 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
4) Ggf. einschließlich Kühlung 5) EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser

Quelle: dena/BMVBS



DER WEG ZUM ENERGIESPARHAUS

Ein Haus energetisch zu sanieren, ist zwar nicht einfach, lohnt sich aber in vielerlei Hinsicht. Dabei gilt es, viele Aspekte zu berücksichtigen. Schließlich soll die gefundene Lösung optimal zu Ihrem Gebäude und Ihren Vorstellungen passen. Um diese Aufgabe zu meistern, gibt es unterschiedliche Hilfestellungen:

Online-Ratgeber

Einen ersten Überblick über die Höhe des Energieverbrauchs Ihres Gebäudes können Sie sich mit Hilfe von Internet-Ratgebern verschaffen. Sie benötigen dafür nur wenige Grunddaten des Gebäudes und die letzte Abrechnung des Energieversorgers. So können Sie auch überschlägig abschätzen, ob und welche Maßnahmen sich lohnen und wie viel Energie und Energiekosten Sie einsparen können. Um den Energieverbrauch dauerhaft im Blick zu behalten, können Sie im Internet auch ein kostenloses „Energiesparkonto“ eröffnen. Dabei werden Ihre Verbräuche ausgewertet

und Sie erhalten weitere Energiespartipps. Eine Internetadresse unter mehreren: <https://ratgeber.co2online.de/index.php?berater=ratgeberauswahl>

Kostenloser Energie-Check

Im Rahmen der Kampagne „Haus sanieren – profitieren“ der Deutschen Bundesstiftung Umwelt bieten Handwerker kostenlose Energie-Checks an. Ergebnis des etwa 30-minütigen Rundgangs durch das Haus ist ein erster Überblick über den energetischen Zustand des Gebäudes und der Heizungsanlage – eine gute Grundlage für eine ausführlichere Energieberatung. Teilnehmende Handwerker können Sie unter <http://www.sanieren-profitieren.de/1691.html> suchen oder bei einigen örtlichen Handwerkskammern oder Kreishandwerkerschaften erfragen.

Individuelle Energieberatung

Um herauszufinden, mit welchen Maßnahmen und Maßnahmenpaketen Sie wie viel Energie und Energiekosten einsparen kön-

nen, empfiehlt sich eine individuelle Energieberatung. Sollten Sie qualifizierte Berater in Anspruch nehmen, wird die Leistung staatlich gefördert. Professionelle Energieberatungen bieten nicht zuletzt auch die örtlichen Verbraucherzentralen an. Um den Energieberater oder die Energieberaterin Ihres Vertrauens auszuwählen, können Sie beispielsweise nach bestehenden Referenzen, Erfahrungen, bisherigen Projekten oder realistischen Einsparungen fragen.

Weitere Informationen:

- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Energiesparberatung, Frankfurter Straße 29 – 35, 65760 Eschborn, Telefon: 0 61 96 / 908-880, <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiesparberatung/index.html>
- Energieberatung der Verbraucherzentralen: Beratung per Telefon (018 809 802 400 – 0,14 €/Minute aus dem deutschen Festnetz) oder Email, Kontakt zu den örtlichen Verbraucherzentralen: <http://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de/>

„Sanierungsfahrplan“

Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den Primärenergieverbrauch von Gebäuden bis zum Jahr 2050 um 80 Prozent im Vergleich zu 2008 zu senken. Sie können Ihren Teil dazu beitragen, indem Sie sich bei einer Energieberatung die Schritte auf dem Weg zu diesem Ziel aufzeigen lassen. Denn: Ein Gebäude schrittweise zu sanieren, schont die Nerven und hält die finanzielle Belastung in Grenzen. Nicht zuletzt können Sie auch Ihre persönlichen Pläne für die nächsten Jahre einfließen lassen. Ein Nachteil eines schrittweisen Vorgehens

ist, dass derzeit die Förderbedingungen für Komplettpakete günstiger sind als für einzeln durchgeführte Maßnahmen. Zudem sind die Baukosten bei umfassenden Sanierungen in der Regel niedriger. Welchen Weg Sie auch wählen, Ziel sollte stets ein optimaler und zukunftsfähiger Standard des Gebäudes sein.

Baubegleitung

Nachdem Sie die Maßnahmen zusammen mit Fachleuten entwickelt und geplant sowie Fördermittel beantragt haben, geht es an die Ausführung. Das Baugeschehen besteht aus vielen einzelnen Arbeiten, die oft gleichzeitig durchgeführt und aufeinander abgestimmt werden müssen. Damit hinterher auch die gewünschten Ergebnisse erreicht werden und keine Fehler auftreten, ist eine professionelle Baubegleitung durch erfahrene Architekten oder Ingenieure zu empfehlen. Bei besonders energieeffizienten Neubauten und Sanierungen werden die Kosten für die Baubegleitung auch (anteilig) gefördert.

Als Bestandteil der Qualitätssicherung sind auch Luftdichtheitsprüfungen empfehlenswert, bei denen mit Unter- und Überdruck nach undichten Stellen gesucht wird, wo ungewollte Lüftungsverluste auftreten oder gar Bauschäden entstehen können („Blower-Door-Test“). Sinnvoll sind auch Thermografieaufnahmen mit Wärmebildkameras, die Teile der Gebäudehülle mit besonders hohen Wärmeverlusten zeigen. Solche Aufnahmen sollten auch vor einer Sanierung erstellt werden, um etwaigen Handlungsbedarf zu erkennen. Das Gleiche gilt nach der Durchführung von Baumaßnahmen, um zu überprüfen, ob alle Wärmebrücken beseitigt worden sind.

Blower-Door-Tests zeigen, wie luftdicht ein Gebäude ist und an welchen Stellen im Winter warme Luft entweichen kann.



ENERGIESPARENDE GEBÄUDE

In der Praxis haben sich verschiedene Konzepte und Standards energiesparender Häuser bereits herausgebildet. Das ist insbesondere bei Neubauten zu beobachten. Aber auch bestehende Gebäude werden saniert. Die meisten Techniken und Konzepte werden zunächst im Neubau entwickelt und erprobt, und anschließend auf Altbauten übertragen. Viele Beispiele zeigen, dass solche Gebäude optisch an Attraktivität gewinnen und Wärmedämmung das Erscheinungsbild nicht unbedingt beeinträchtigt.

NIEDRIGENERGIEHÄUSER

Unter einem „Niedrigenergiehaus“ versteht man ein Gebäude, bei dem die Wärmeverluste der Gebäudehülle etwa 30 % niedriger als nach heutigen Mindestanforderungen sind. Obwohl mit dem Begriff seit Jahren wie selbstverständlich umgegangen wird, gibt es bis heute keine allgemein verbindliche Definition. Einige Bundesländer legten in ihren Förderprogrammen fest, dass der Heizwärmebedarf der Niedrigenergiehäuser den nach der früheren Wärmeschutzverordnung geltenden Wert um mindestens 30 % unterschreiten muss. Andernorts galt hingegen ein Wert von 25 %. Daraus ergab sich für Mehrfamilienhäuser ein Heizwärmebedarf von 50 bis 60 kWh pro Quadratmeter (m²) Wohnfläche und Jahr und für Einfamilienhäuser von bis zu 70 kWh pro m² und Jahr.

Die wichtigsten Merkmale eines Niedrigenergiehauses sind:

- Kompakte Bauweise - damit verringert sich der Wärmeverlust über die Außenoberfläche;
- guter Wärmeschutz der Außenbauteile;
- deutlich verringerte Wärmebrücken;
- Wind- und Luftdichtigkeit der Konstruktion bei gleichzeitig ausreichender (kontrollierter) Be- und Entlüftung; hierfür haben sich mechanische Lüftungssysteme bewährt;
- passive Nutzung der Sonnenenergie durch richtig angeordnete und dimensionierte Glasflächen (Faustregel: große Fensterflächen nach Süden, kleine Fensterflächen nach Norden).

NIEDRIGSTENERGIEHÄUSER

Dabei handelt es sich um eine Weiterentwicklung der Niedrigenergiehäuser. Sie zeichnen sich durch einen extrem niedrigen Energiebedarf und eine besonders hohe Energieeffizienz aus. Dies ist der künftige Standard für neu zu errichtende Gebäude – nach einer EU-Richtlinie ab dem Jahr 2020. Ihr fast bei Null liegender oder sehr geringer Energiebedarf sollte zu einem überwiegenden Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden. Eine genaue Definition existiert noch nicht. Technisch gesehen wird es sich um Gebäude handeln, die besonders gut gedämmte Wände und Fenster haben, mit effizienter Heiz- und Lüftungstechnik ausgestattet sind und erneuerbare Energien nutzen.

PASSIVHÄUSER

Passivhäuser sind eine Weiterentwicklung von Niedrigenergiehäusern. Das erste wurde

bereits 1991 in Darmstadt gebaut. Passivhäuser zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie wegen ihres geringen Heizwärmebedarfs (weniger als 15 kWh/m^2) ohne aktives Heizsystem auskommen und dabei eine hohe Behaglichkeit ermöglichen, sowohl im Winter wie im Sommer. Ein neues Haus, das den aktuellen Vorschriften entspricht, bringt es auf über 50 kWh/m^2 . Alte Häuser können 150 kWh/m^2 oder mehr benötigen. In einem Passivhaus werden überwiegend passive Techniken (daher die Bezeichnung) eingesetzt, um ein komfortables Raumklima zu erhalten. Dazu zählen: ein sehr guter Wärmeschutz, passive Solarenergienutzung sowie eine Lüftungsanlage mit hochwirksamer Rückgewinnung der Wärme aus der verbrauchten Luft. Ein Erdwärmetauscher temperiert die frische Luft im Winter vor, im Sommer kühlt er sie. Aus Rücksicht auf die Energieeffizienz muss allerdings die Lüftungstechnik in Passivhäusern weiter verfeinert und verbessert werden. Die Zukunft gehört der bedarfsgerecht geregelten Lüftungstechnik und -anlage.

Die Grundidee des Passivhauses besteht darin, die Wärme im Gebäude zu halten und nur einen sehr geringen Wärmefluss nach außen zuzulassen. Dieser Wärmeverlust wird im Passivhaus so

stark verringert, dass er durch Sonnenwärme und innere Wärmegewinne fast vollständig ausgeglichen wird. Sonnenwärme gelangt durch die Fenster ins Gebäudeinnere, Bewohnerinnen und Bewohner sowie Elektrogeräte sorgen ebenfalls für Wärmegewinne. Weil die ohnehin notwendige Lüftungsanlage die geringe Menge an Heizwärme transportieren kann, ist ein separates Heizsystem meist nicht erforderlich – was sich auch positiv auf die Investitionskosten auswirkt. Zusammen mit den niedrigen Energiekosten lohnt es sich, bereits in der Planungsphase über den Passivhaus-Standard nachzudenken und konkrete Angebote einzuholen.

Voraussetzungen für niedrige Verbrauchswerte bei Passivhäusern sind:

- kompakte Bauweise,
- im Vergleich zu Niedrigenergiehäusern ein weiter verbesserter Wärmeschutz, (U-Werte $< 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) ohne Wärmebrücken,
- hohe, überprüfte Luftdichtheit („luftdichte Ebene“),
- hoch wärmedämmte Fenster (U-Werte $< 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$),
- Lüftungsanlage mit hochwirksamer Wärmerückgewinnung,
- verstärkte passive Nutzung solarer Energie und innerer Wärmequellen.

DER U-WERT

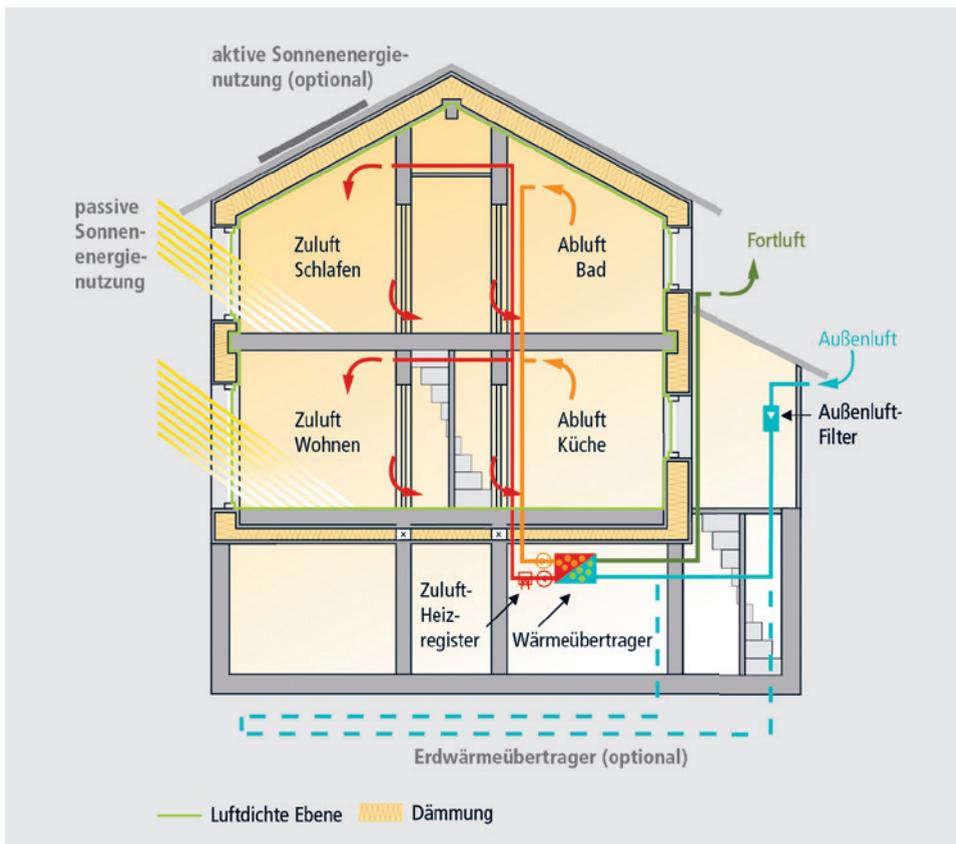
(ehemals k-Wert) ist die aktuelle Bezeichnung für den Wärmedurchgangskoeffizienten. Die Bezeichnung wurde im Zuge der EU-Harmonisierung eingeführt und löste den Buchstaben k ab. Der U-Wert gibt an, wie viel Wärme (in Watt [W]) pro Quadratmeter Fläche [m^2] je Grad Temperaturdifferenz (Kelvin [K]) durch ein Bauteil fließt. Die physikalische Einheit ist $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Je kleiner der U-Wert, desto weniger Wärme (und damit Energie) geht verloren, desto besser dämmt das betreffende Bauteil.

Der gute Wärmeschutz eines Passivhauses bewirkt, dass die Innenseiten von Wänden, Fenstern und Decken an kalten Tagen deutlich wärmer sind als bei schlechter gedämmten Gebäuden. So gibt es beispielsweise keine unangenehme Zugluft an Fenstern oder kalte Fußböden. Der Komfort ist folglich sehr hoch.

Übrigens kann man in einem Passivhaus die Fenster durchaus öffnen. Im Winter passiert dann das Gleiche wie in allen anderen Häusern: Es wird kalt. Allerdings sorgt eine entsprechend dimensionierte Lüftungsanlage dafür, dass die Luft in den Räumen erst gar nicht als "verbraucht" empfunden wird.

Abbildung 7

PRINZIPIKSIZZE EINES PASSIVHAUSES



Quelle: © Passivhaus Institut

Der Passivhaus-Gedanke, möglichst sparsam mit Energie umzugehen, geht über das Gebäude selbst hinaus: Haushaltsgeräte und Beleuchtung sollen mit ihrer Abwärme nicht

das Haus heizen, sondern Strom möglichst effizient nutzen. Sie werden deswegen in die Bilanzierung des gesamten Primärenergiebedarfs (niedriger als 120 kWh/m² pro Jahr)

einbezogen; berücksichtigt werden Heizung, Warmwasser, Kühlung, Lüftung und Haushaltsstrom. Zum Vergleich: Ein Drei-Personen-Haushalt in einem Neubau nach Energieeinsparverordnung bringt es auf etwa 200 kWh/m², in einem unsanierten Altbau können es auch über 400 kWh/m² sein.

Bei Passivhäusern sind neben dem Einsatz innovativer Technik die Qualitätssicherung, Bauplanung und Bauausführung von ausschlaggebender Bedeutung. Das Passivhaus Institut, Darmstadt, zertifiziert als unabhängige Institution Produkte hinsichtlich ihrer Eignung für den Einsatz in Passivhäusern. Produkte, die das Zertifikat "Passivhaus geeignete Komponenten"

tragen, sind nach einheitlichen Kriterien geprüft, ihre Kennwerte sind vergleichbar und die Bauteile von exzellenter energetischer Qualität. So wird die Planung einfacher. Die Zertifizierung trägt außerdem dazu bei, die einwandfreie Funktion des Passivhauses zu gewährleisten. Die gelisteten Firmen können Ihnen zugleich kompetente Fachleute für Planung und korrekte Ausführung vermitteln.

Das Passivhaus Institut vergibt auch das Zertifikat "qualitätsgeprüftes Passivhaus". So gekennzeichnete Gebäude erfüllen die vorgegebenen Kriterien für Passivhäuser. Informationen sind über die Internet-Seite <http://www.passiv.de> abrufbar.

HINWEIS

Je geringer der Energiebedarf eines Hauses sein soll, desto genauer muss die Berechnung sein. Die in der Energiesparverordnung vorgegebenen Methoden sind in diesem Zusammenhang nicht immer ausreichend. Sie sollten bei besonders effizienten Gebäuden um spezielle Berechnungsmethoden ergänzt werden. So hat das Passivhaus Institut beispielsweise das „Passivhaus-Projektierungs-Paket“ entwickelt und die Methode an den Energieverbräuchen bereits existierender Passivhäuser präzisiert, um realistische Ergebnisse zu erhalten.

Der Bau von Passivhäusern wird in Form zinsvergünstigter Kredite durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert. Inzwischen existieren in Deutschland mehrere tausend Wohneinheiten nach dem Passivhaus-Prinzip.

SONSTIGE ENERGIEOPTIMIERTE GEBÄUDE

Neben Niedrigenergiehaus und Passivhaus haben sich weitere, besonders sparsame Gebäudetypen entwickelt:

Ein **Nullenergiehaus** ist ein Gebäude, das über das gesamte Jahr so viel Energie verbraucht, wie es selbst gewinnt. Meistens dient dazu eine Photovoltaik-Anlage. Eine ausgeglichene Energiebilanz ist am einfachsten zu erreichen, wenn der Wärmebedarf sehr niedrig ist, ähnlich einem Passivhaus. Gewinnt ein Haus im Laufe eines Jahres mehr Energie, als es verbraucht, spricht man von einem **Plusenergiehaus** (oder auch „Effizienzhaus-Plus“). Im Fachjargon hat es einen Endenergieverbrauch

und einen Primärenergieverbrauch kleiner als Null. Beide Typen benötigen vor allem im Winter von außen Energie, um diesen Verbrauch dann im Sommer wieder auszugleichen.

Unter einem **Nullheizenergiehaus** versteht man ein Gebäude, das einen Jahresheizwärmebedarf in einem durchschnittlichen Jahr von 0 kWh/m^2 hat. Auch am kältesten Tag des Jahres darf in einem solchen Haus kein Heizbedarf entstehen.

Ein **energieautarkes Haus** deckt den Bedarf an Heizenergie, Energie für die Warmwasserbereitung und elektrischer Energie (Ventilatoren, Haushaltsstrom), ohne Verwendung externer Endenergie. Es nutzt die natürlichen Energieströme wie Sonnenstrahlung und Wind. Für die Warmwasserbereitung werden Solarkollektoren verwendet, eine Photovoltaikanlage erzeugt elektrischen Strom. Im Winter kommen Brennstoffzellen zum Einsatz, die den im Sommer erzeugten und auf dem Grundstück gespeicherten Wasserstoff nutzen.

Die technische Realisierbarkeit eines energieautarken Hauses wurde bereits in den 1990er Jahren nachgewiesen. Ob das Konzept künftig eine weite Verbreitung findet, ist jedoch ungewiss, weil der damit verbundene technische Aufwand äußerst hoch ist.

EIN BEISPIEL

Ein Zweifamilienhaus aus dem Jahr 1938 wurde 2008 saniert. Dabei spielten der Erhalt des ursprünglichen Erscheinungsbildes, ein wirksamer sommerlicher Wärmeschutz und ein umfassender ökologischer Anspruch eine große Rolle. Durch die Sanierung verringerte sich der Endenergiebedarf um 85

Prozent, von $311 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ auf $49 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$; die Energiekosten wurden im etwa gleichen Umfang gesenkt. Der Bauherr: „In der ersten Heizperiode war der Heizenergieverbrauch nur so hoch, als hätte man 235 Liter Heizöl im gesamten Winter für beide Wohnungen zusammen verheizt. Heizten wir nicht mit Pellets, würden wir also in einem 1,5-Liter-Haus leben.“ Der Primärenergiebedarf sank um 94 Prozent, von $400 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ auf $25 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Die baulichen Maßnahmen umfassen einen besonders guten Wärmeschutz:

- 44 cm starke Fassadendämmung mit einer Holzfaser-gefüllten Einschalung ($U = 0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$),
- 50 cm starke Dachdämmung mit Holzfasern ($U = 0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$),
- 12 cm starke Dämmung der Kellerdecke ($U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$),
- Fenster ($U = 0,82 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) und Türen mit Dreifach-Wärmeschutzverglasung.

Damit der Wärmeschutz in seiner Wirkung nicht beeinträchtigt wird, wurden Wärmebrücken konsequent reduziert:

- Dämmung der Kellerwände von außen, um Wärmebrücken am Sockel zu verringern,
- Einbau von Fenstern und Türen an wärmebrückenminimierter Position,
- thermische Entkopplung des Hauseingangs und der Kelleraußentreppe.

Die Oberflächentemperaturen der Wände entsprachen den Erwartungen. Selbst an den "kritischen" Raumecken – den geometrischen Wärmebrücken – lagen die niedrigsten Oberflächentemperaturen über $18,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Das bedeutet eine verminderte Wärmeabstrahlung der Nutzer an die Wandflächen und zugleich einen größeren Komfort.

Durch architektonische Details blieb das Erscheinungsbild des Gebäudes erhalten:

- Verlängerung des Dachüberstandes mit ausgerundeter Unterseite,
- angeschrägte Fensterlaibungen vergrößern die Maueröffnungen, verhindern den „Schießcharten-Effekt“ und ermöglichen höhere passiv-solare Wärmegewinne im Winter.

Ein durchdachtes Konzept für den sommerlichen Wärmeschutz sorgt dafür, dass es im Sommer nicht zu heiß wird:

- Installation von außen liegenden, automatisch gesteuerten Sonnenschutzanlagen,
- Holzfasern (Zellulose) als Dämmstoff mit hoher Wärmespeicherfähigkeit verlangsamen das Aufheizen,
- Luftdichte Bauweise.

Auch die Gebäudetechnik wurde auf einen energiesparenden und umweltfreundlichen Stand gebracht:

- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (eine Anlage pro Wohnung), Sole-Erdwärmetauscher (Vorwärmen der Luft im Winter, Kühlen im Sommer)
- Holzpellet-BHKW mit thermischer Solaranlage (4,5 m² Vakuumröhrenkollektoren) inkl. Nahwärmeversorgungsleitung zu einem Nachbarhaus, um erstens über eine Rücklauf-Wärmeanhebung den Ölbrenner „arbeitslos zu machen“ und den fossilen Brennstoff Öl durch nachwachsende Holzpellets zu substituieren und zweitens auf hohe Laufzeiten des BHKWs zur Stromerzeugung für den Eigenbedarf und zur Netzeinspeisung zu gelangen. (Durch die Insolvenz des Holzpellet-BHKW-Herstellers steht eine solche Anlage für andere Projekte derzeit nicht zur Verfügung.)
- Kleinst-Heizkörper für individuelle Regelung der Raumtemperatur, programmierbare Heizkörperthermostate,
- Regenwassernutzung für Toiletten.

Wohnhaus vor (links) und nach (rechts) energetischer Sanierung



Quelle: sol•id•ar Architekten und Ingenieure, Berlin, Weitere Informationen:
<http://www.solidar-architekten.de/projekte/altbau/solidar-rodensteinstrasse.html>

EINFACHE SOFORTMASSNAHMEN ZUM ENERGIESPAREN



ZEHN ENERGIESPARTIPPS FÜR DEN WINTER. KLEINER EINSATZ - GROSSE WIRKUNG

1 Jedes Grad zählt: Die Raumtemperatur sollte im Wohnbereich möglichst nicht mehr als 20 °C betragen. Jedes Grad weniger spart Heizenergie! Unsere Empfehlung für andere Räume: in der Küche, wo Kühlschrank, Herd und Spülmaschine mitheizen, 18 °C, im Schlafzimmer 17 °C. Entscheidend ist die individuelle Behaglichkeit. Sie hängt vor allem von der raumseitigen Oberflächentemperatur der Wände und Fenster ab.

2 Räume nur nach Bedarf heizen: Senken Sie die Raumtemperatur nachts oder tagsüber, wenn Sie einige Stunden lang nicht da sind, um einige Grad auf etwa 18 °C ab. Bei Abwesenheit von wenigen Tagen sollte die Temperatur auf 15 °C, bei längerer Abwesenheit noch etwas niedriger eingestellt werden. Während der Nachtstunden kann die Raumtemperatur in Wohn- und Arbeitsräumen um 5 °C gesenkt werden. Moderne Heizungsanlagen ermöglichen eine zentral gesteuerte Absenkung der Raumtemperatur.

3 Thermostatventile bremsen „automatisch“: Sie halten die Temperatur in den einzelnen Räumen konstant auf dem gewünschten Wert, auch wenn die Sonne ins Zimmer scheint. Je genauer ein Thermostat-

ventil die Raumtemperatur einhalten kann, desto geringer ist der Energieverbrauch. Die richtige Nutzung von Thermostatventilen kann 4 bis 8 Prozent Heizenergie sparen. Neben den klassischen Thermostatköpfen gibt es auch programmierbare Thermostate, die nur zu den eingegebenen Zeiten heizen. Der Einsatz programmierbarer Thermostate kann etwa 10 Prozent Energie sparen. Achten Sie jedoch darauf, dass Gardinen oder Möbel nicht die Thermostatventile verdecken, anderenfalls funktionieren sie nicht ordnungsgemäß.

4 Kippfenster sind „Dauerlüfter“ und heizen buchstäblich zum Fenster hinaus: Regelmäßiges Lüften ist in der Heizsaison unerlässlich, um die Feuchtigkeit in den Wohnräumen zu verringern und eine gute Luftqualität zu gewährleisten. Dauerlüften mit gekippten Fenstern bei laufender Heizung ist reine Energieverschwendung. Bei ausgeschalteter Heizung kühlen die Wände und Möbel stark aus. Stattdessen mehrmals kurz (einige Minuten) und kräftig – am besten mit Durchzug – lüften. Die Thermostatventile sollten während des Lüftens herunter gedreht sein.

5 „Heimliches“ Dauerlüften vermeiden: Durch undichte Fenster gelangt verhältnismäßig viel kalte Außenluft in den Raum. Sie aufzuwärmen kostet nicht nur Energie. Wird sie erwärmt, sinkt auch die Luftfeuchte – es wird unbehaglich trocken. Ausreichend

feuchte Luft hingegen wirkt wärmer als trockene und ist gesünder. Verschließen Sie Fugen und Ritzen mit Dichtungsprofilen; sie sind schon für 1 bis 1,50 Euro pro Meter in jedem Baumarkt zu haben und können gut in Eigenleistung angebracht werden. Dauerhafter – aber mit 7,50 bis 10 Euro pro Meter auch teurer – sind neue Lippenprofile; diese Lösung hält fünf bis zehn Jahre. Wichtig ist dann regelmäßiges Lüften über die Fenster.

6 Nachts Rollläden, Fensterläden und Gardinen schließen: Bei tiefen Außentemperaturen treten die höchsten Wärmeverluste über Glas und Rahmen auf. Allein Rollläden können Wärmeverluste durch das Fenster um mehr als 20 Prozent verringern. Geschlossene Vorhänge verstärken diesen Effekt. Das wirkt sich günstig auf den Heizenergieverbrauch aus.

7 Wärmestau an Heizkörpern vermeiden: Heizkörperverkleidungen und Einrichtungsgegenstände vor Heizkörpern verhindern die Wärmeabgabe in den Raum und erhöhen die Heizkosten um etwa 5 Prozent. Reichen Vorhänge über die Heizkörper hinab, kann sich der Wärmeverlust nochmals erheblich erhöhen – die Wärme wird über die Fenster nach außen geleitet.

8 Wärmebrücke „Heizkörpernische“: In Heizkörpernischen sind die Hauswände besonders dünn, deshalb kann mehr Wärme nach außen verloren gehen. Eine nachträgliche Wärmedämmung – bei Platzmangel hilft auch eine 5 mm dicke, aluminium-kaschierte Styroporplatte – schafft Abhilfe und spart Heizenergie. Eine kostengünstige Investition, die sich nach spätestens zwei bis drei Heizperioden rechnet.

9 Elektrische Zusatzheizungen nur im Notfall: Ein Dauerbetrieb von Heizlüftern und Radiatoren ist reine Energie- und Geldverschwendung. Solche Geräte sollten nur im Notfall eingesetzt werden.

10 Heizungsanlagen regelmäßig durch Fachpersonal prüfen lassen – am besten zu Beginn der Heizperiode: Nur so ist ein effektiver und wirtschaftlicher Betrieb Ihrer Anlage gewährleistet, der Ihre Heizkosten um 5 bis 10 Prozent verringern kann. Ist die Temperaturabsenkung während der Nacht richtig eingestellt? Stimmt der Wasserdruck im Heizsystem? Beträgt die Warmwassertemperatur nicht mehr als 60 °C? Entspricht die Vorlauftemperatur dem Sollwert (die Werkseinstellungen sind meistens zu vorsichtig und verursachen einen höheren Energieverbrauch)? Befindet sich Luft in den Heizungsrohren und in den Heizkörpern? Reicht eine niedrigere Stufe der Umwälzpumpe?



ENERGIESPARTIPPS FÜR DEN SOMMER: EINEN KÜHLEN KOPF BEHALTEN!

Heiße Sommertage bringen oft Innentemperaturen über 30 °C mit sich. Dafür gibt es verschiedene Ursachen: Die dichte Bebauung in Städten führt tags und nachts zu höheren Temperaturen. Aber auch Mängel am Gebäude und das Nutzerverhalten tragen ihren Teil zur Überhitzung von Räumen bei.

Wie kommt die Wärme ins Haus?

- Sonnenlicht dringt durch die Fenster hinein und wandelt sich dort in Wärme um, die die Räume aufheizt.
- Die Mauern und Fenster werden durch die

Sonneneinstrahlung und warme Luft erwärmt und leiten die Wärme in die Räume.

- Warme Luft dringt durch offene Fenster und andere undichte Stellen in die Räume.
- Im Haus befindliche Personen, aber auch Elektrogeräte wie etwa der Herd, der große LCD-Fernseher oder der Kühlschrank, sind Wärmequellen, die die Räume erwärmen.

Was alle tun können: Wir geben Ihnen Tipps, wie Sie mit einfachen Kniffen die Temperatur in Ihrer Wohnung auf einem angenehmeren Niveau halten können. Grundsätzlich gilt: Ist die Temperatur in der Wohnung erst einmal hoch, ist es schwer, die Raumtemperatur wieder zu senken. Deshalb ist es wichtig, dass sich die Wohnung erst gar nicht aufheizt.

1 Nachts auf Durchzug lüften: Öffnen Sie abends alle Fenster (und auch die Türen zwischen den Räumen), sobald es draußen kühler ist als in der Wohnung. Während der Nacht kann dann die Außenluft die Wohnung kühlen. Schließen Sie die Fenster, wenn morgens die Außentemperatur wieder steigt.

2 Fenster tagsüber komplett geschlossen halten: Halten Sie die Fenster tagsüber geschlossen, damit die warme Außenluft nicht in die Wohnung dringen kann. Am besten lüften Sie Ihre Wohnung nachts und dann mit weit geöffneten Fenstern und Türen.

3 Wenn möglich, den Sonnenschutz außen anbringen: An Ihrem eigenen Haus sollten Sie Außen-Rollläden vor den Fenstern anbringen, damit die Sonnenenergie gar nicht erst eindringen kann. Als Mieter können Sie zumindest versuchen, Ihren Vermieter von Außen-Rollläden zu überzeugen. (ACHTUNG:

Ohne Einverständnis Ihres Vermieters dürfen Sie keine baulichen Änderungen an den Fenstern vornehmen!) Ist dies nicht möglich, sollten Sie zumindest innen liegende Jalousien, Faltrollo oder Vorhänge tagsüber schließen. Die sollten möglichst hell sein – dunkle Stoffe heizen den Raum zusätzlich auf. Für eine optimale Wirkung muss der Sonnenschutz geschlossen werden, sobald die Sonne auf das Fenster scheint – nicht erst, wenn es zu warm wird, z. B. früh morgens bei Ostfenstern.

4 Ventilatoren und Pflanzen senken die gefühlte Temperatur: Decken-, Raum- oder Tischventilatoren sorgen zwar nicht für weniger Wärme in der Wohnung, die Bewegung der Luft erweckt aber den Eindruck einer kühleren Raumtemperatur. Für einige Tage im Jahr sind solche Ventilatoren durchaus nützlich und relativ billig. Sie brauchen nur wenig Strom, weil sie eine 20 bis 50 Mal kleinere Leistungsaufnahme als ein Klimagerät haben. Pflanzen sind nicht nur schön für das Auge, sondern sie verdunsten auch Wasser, kühlen dadurch die Innentemperatur etwas ab und tragen so zu einem angenehmeren Innenraumklima bei.

5 Nicht benutzte Geräte in den Räumen abschalten: Die Hitze kommt nicht nur von außen, sondern auch von den eingeschalteten Geräten in den Räumen. Wer aufgeheizte Räume vermeiden will, muss darauf achten, dass nicht unnötig Wärme erzeugt wird. Also alles abschalten, was gerade nicht gebraucht wird: Kopierer, Drucker, Kaffeemaschine, unnötige Beleuchtung, Bildschirm und so weiter. Und: Je weniger Strom Elektrogeräte verbrauchen, desto weniger Wärme verursachen sie.

6 Einsatz von Klimageräten vermeiden: Auch wenn der Sommer noch so heiß ist: Verzichten Sie nach Möglichkeit auf den Einsatz von Kompakt-Klimageräten! Zu den Anschaffungskosten kommen beträchtliche Stromkosten hinzu, denn gerade ältere Geräte verbrauchen sehr viel Strom. Pro Betriebsstunde fallen schnell 50 Cent Stromkosten an. An den Effizienzklassen von A bis G können Sie effiziente Klimageräte erkennen. Dennoch haben effiziente Kompakt-Klimageräte nur eine geringe Kühlwirkung, im Gegensatz zu so genannten Split-Geräten (siehe Seite 106). Achtung: Splitgeräte sollten niemals selbst, sondern nur durch Fachleute installiert werden.

Die große Lösung: bauliche Maßnahmen
Verschiedene Maßnahmen können die einzelnen Wärmeströme nach innen vermeiden. Besonders gute Voraussetzungen für angenehme Sommertemperaturen weisen Wohnungen mit folgenden Eigenschaften auf:

7 Fenster mit wirksamem Sonnenschutz: Den Fenstern kommt eine besonders wichtige Rolle beim Kühlhalten der Räume zu. Außen liegende Sonnenschutzsysteme wie Roll-, Klapp- oder Schiebeläden vor den Fenstern lassen die Sonnenstrahlung erst gar nicht in die Wohnung eintreten. Die Fenster sollten auch nicht zu groß sein, weil sie im Sommer mehr Wärme einlassen als eine gut gedämmte Wand.

8 Wärmedämmung: Eine gute Wärmedämmung der Wände und Fenster hält auch Sommerhitze aus der Wohnung fern. Das ist viel wichtiger als der weit verbreitete Gedanke, dass Dämmung die Wärme nicht mehr aus dem Gebäude herauslassen würde

(die wird nämlich besser nach draußen weggelüftet). Eine Kombination massiver und damit wärmespeichernder Bauteile und solchen mit hohen Wärmedämmeigenschaften ist hier von Vorteil und sollte bereits bei der Planung des Hauses mit dem beteiligten Architekten besprochen und durchgerechnet werden.

9 Ausreichende, nutzbare Speichermasse der Bauteile: Massive Bauteile wie Boden, Decken und Wände speichern die Wärme, weshalb sie sich nicht gleich als Temperaturerhöhung im Raum bemerkbar macht. Wände und Böden sollten frei stehen, weitgehend zugänglich bleiben und nicht zugebaut werden. Teppiche sind deshalb nicht optimal. Nachts wird die gespeicherte Wärme dann nach draußen „weggelüftet“.

10 Lüftungsanlage: Wenn man über Nacht die Fenster nicht öffnen kann, weil es sonst zu laut ist oder aus Gründen des Diebstahlschutzes, bringt eine Lüftungsanlage kühle Nachtluft in die Räume. Wenn es eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist, kann man damit im Winter Heizwärme einsparen. Wichtig ist in jedem Fall eine luftdichte Bauweise.

11 Durchdachte Gestaltung: So genannte durchgesteckte Grundrisse, die quer durch ein Gebäude von Fassade zu Fassade reichen, ermöglichen die Querlüftung. Vor allem nachts, bei niedrigeren Außenlufttemperaturen, ist sie sehr wirksam und trägt zur Entladung der tagsüber aufgeheizten Speichermassen bei. Auch Dachüberhänge oder Balkone über den Fenstern spenden Schatten. Das Gleiche gilt für Bäume vor Fenstern oder der Fassade, außerdem wirken sie kühlend auf das Mikroklima.

WAS LÄSST SICH AM UND IM HAUS MACHEN?

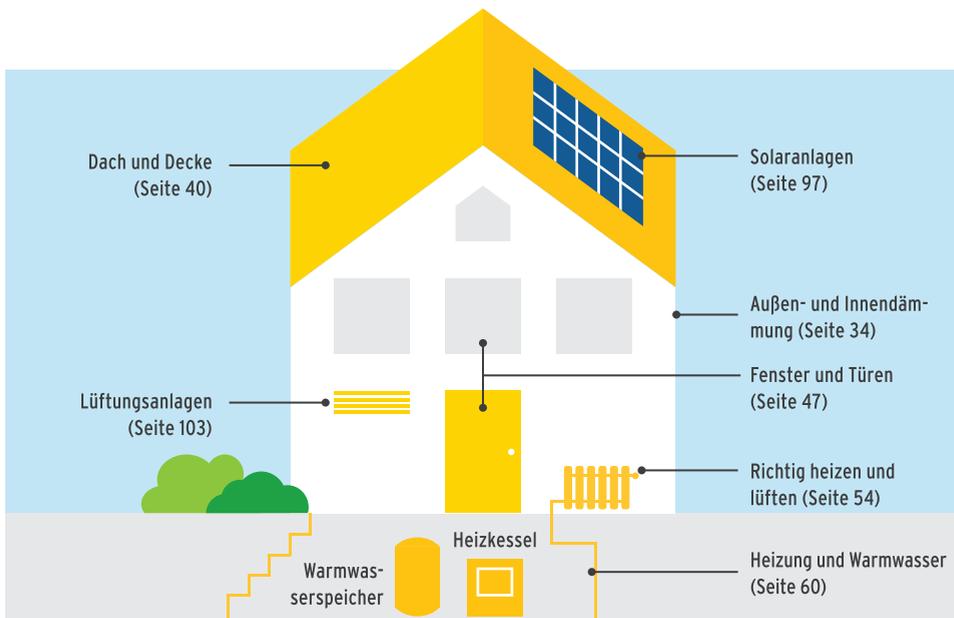
ÜBERBLICK

Bauliche Maßnahmen, insbesondere Wärmedämmmaßnahmen und die passive Nutzung der Sonnenenergie, können den Heizwärmebedarf von Gebäuden stark verringern. Im

Idealfall werden bauliche und anlagentechnische Maßnahmen durch eine integrale Planung aufeinander abgestimmt. Dies ist im Allgemeinen bei Neubauten einfacher zu realisieren als bei der Gebäudesanierung.

Abbildung 8

EIN TYPISCHES HAUS - WO MAN SPAREN KANN



Einsparpotenziale beim baulichen Wärmeschutz

Die folgenden Einschätzungen sind überschlägig und gelten nur für die jeweilige

Maßnahme. Wenn man verschiedene Maßnahmen miteinander kombiniert, ist es aussagekräftiger, im Rahmen einer individuellen Energieberatung eine vollständige und

fachgerechte Berechnung zu erstellen (siehe Seite 16), einschließlich Heizungs- und Lüftungstechnik. Am wirkungsvollsten ist ein „Gesamtpaket“. Bei der Umsetzung können Sie auch Schritt für Schritt vorgehen.

Reihenfolge der Maßnahmen bei der energetischen Gebäudesanierung

Nicht alle Maßnahmen zum Energiesparen lassen sich bei einem Altbau jederzeit sinnvoll umsetzen. Anstehende Modernisierungs- und Sanierungsarbeiten sollten genutzt werden, um den Aufwand möglichst

gering zu halten. Liegt der Energieverbrauch jedoch erheblich über dem Durchschnitt, so kann es sinnvoll sein, einige Maßnahmen sofort durchzuführen. Hier bietet sich beispielsweise die Wärmedämmung der Außenwände und Heizkörpernischen (jeweils von innen), der obersten Geschossdecke/ des Spitzbodens und der Kellerdecke, die Wärmedämmung der Warmwasser- und Heizungsrohre und die Nachtabschaltung der Zirkulationspumpen an. Die Tabelle verdeutlicht, welche Maßnahme wann sinnvoll ergriffen werden sollten.

Abbildung 9

MASSNAHMEN BEI DER ENERGETISCHEN GEBÄUDESANIERUNG

WELCHE MASSNAHME?	Baulicher Wärmeschutz					Heizen/ Warmwasser/ Lüften						
WANN?	Dämmung der Außenwand von außen	Dämmung von Außenwänden und Heizkörpernischen von innen	Dämmung von Dach oder oberer Geschossdecke	Dämmung der Kellerdecke	Wärmeschutzverglasung und energiesparende Fenster	Warmwasserbereitung	Wärmedämmung der Warmwasser- und Heizungsrohre	Heizungsoptimierung (hydraulischer Abgleich)	Brennwertkessel, Heizkessel, BHKW	Wärmepumpenanlagen	Solar Kollektoren	Lüftungskonzept/ Lüftungsanlage
Sofortmaßnahmen		●	●	●		●	●	●				
bei Fassadenrenovierung	●				●							●
bei Beseitigung von Schimmel- und Feuchteschäden	●	●										●
bei Wohnungsrenovierung; Heizkörpererneuerung		●					●	●				
bei Mieterwechsel	●						●					●
bei Dachausbau und -erneuerung			●								●	
bei Fenstererneuerung					●							●
bei Heizungserneuerung oder Ersatz von Einzelöfen						●	●	●	●		●	

GEBÄUDEHÜLLE

Schnelle Hilfe: Sofortmaßnahmen

Typische Schwachpunkte eines Hauses können Sie mit überschaubarem Aufwand und geringen Kosten schnell beheben, teilweise sogar in Eigenleistung.

- Kennen Sie eigentlich den Energieverbrauch Ihres Hauses? Das ist der Startpunkt, um mit dem Energiesparen zu beginnen. Wie Sie ihn ermitteln und richtig einschätzen erfahren Sie auf Seite 16!
- Sofern die Fenster nicht defekt sind: neue Fensterdichtungen einsetzen lassen (etwa 7 bis 10 Euro pro Meter). Notfalls Dichtbänder aus dem Baumarkt einkleben (etwa 1 bis 1,50 Euro pro Meter); sie halten aber auch nur wenige Jahre.
- In Heizkörpernischen sind die Außenwände oft dünn. Dort geht viel Wärme verloren: Dämmplatten anbringen (ab etwa 10 Euro pro m²).
- Rollladenkästen lassen viel Wärme entweichen, weil sie oft nicht isoliert und nicht luftdicht sind. Man kann sie nachträglich dämmen.
- Die Kellerdecke von unten zu dämmen, spart Energie und erhöht auch den Komfort (etwa 20 bis 70 Euro pro m²) – siehe auch Seite 43.
- Durch die oberste Geschoßdecke geht zum Dachboden hin viel Wärme verloren. Sie zu dämmen ist meist nicht aufwändig (nicht begehbar: etwa 10 bis 40 Euro pro m², begehbar: etwa 40 bis 80 Euro pro m²) – siehe auch Seite 42.

(Die entstehenden Kosten hängen vom ausgewählten Material und von der möglichen Dämmstärke ab.)

Dämmung der Außenwände

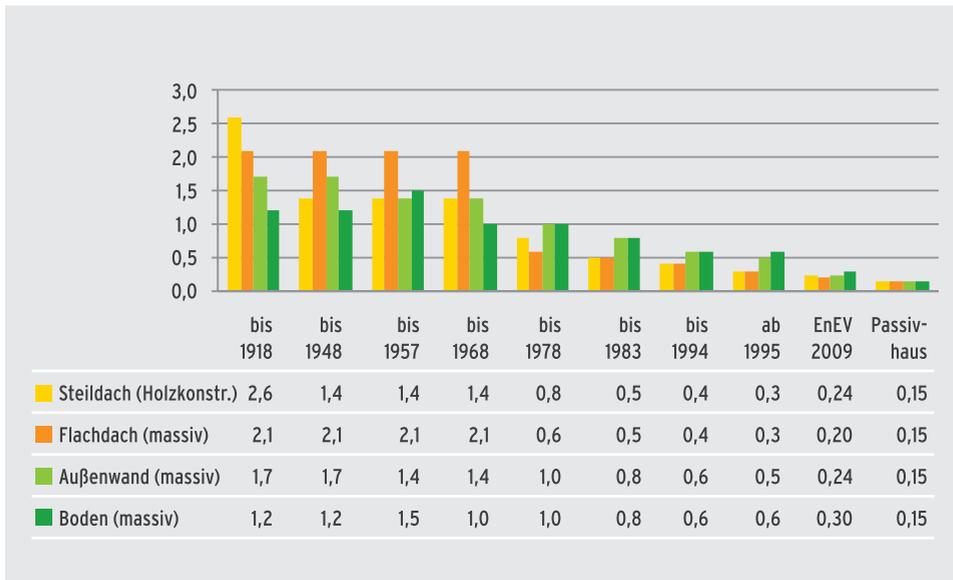
Außenwände tragen durchschnittlich mit ca. 30 Prozent zu den Wärmeverlusten eines Gebäudes bei. Bei diesem Bauteil sind daher Wärmedämmmaßnahmen besonders wirksam. Viele meinen, massive, dicke Außenwände schützen vor hohen Wärmeverlusten.

Es ist jedoch nicht möglich, von der Wandstärke alleine auf den Wärmeschutz zu schließen. Der technische Wärmeschutz der Außenwände und der anderen Bauteile hat sich im Laufe der Zeit stark weiterentwickelt: Moderne Passivhäuser, die derzeit den besten Wärmeschutz bieten, verlieren beispielsweise durch Dach und Wände zehnmal weniger Wärme als ein vor 1968 errichtetes Haus (siehe Abbildung 10).

Wenn eine massive Außenwand gedämmt wird, ist deren Effekt auf das kühle Raumklima im Sommer übrigens deutlich größer, weil sie von außen nicht erwärmt wird und Wärme besser aufnehmen kann als beispielsweise Leichtbauweise mit Ständerwerk.

Abbildung 10

HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER U-WERTE AUSGEWÄHLTER BAUTEILE



Quellen: BMVBS, Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand vom 30. Juli 2009; Energieeinsparverordnung 2009; Passivhaus Institut

Grundsätzlich ist eine Außenwand von außen und von innen dämmbar. Beide Maßnahmen sind vom Wärmeschutz her gleichwertig. Bei

gleicher Dämmschicht-Dicke ergibt sich die gleiche Dämmwirkung, unabhängig, ob die Dämmung innen oder außen angebracht ist.

WICHTIG

Wärmebrücken erhöhen den Energiebedarf, können zu Tauwasserbildung führen und die Schimmelpilzbildung fördern. Unabhängig von der Art der Wanddämmung sind Wärmebrücken unbedingt zu vermeiden. Unter Wärmebrücken versteht man Bauteile, die die Wärme schneller nach draußen ableiten als andere Teile, also wesentlich schlechter wärmedämmend wirken. Ursache dafür sind unter anderem Baufehler und bauphysikalisch falsche Konstruktionen. Wärmebrücken können z. B. ober- und unterhalb der Raumdecken, im Bereich der Balkone, bei ungedämmten Fensterlaibungen sowie in Raumecken auftreten, weil hier höhere Wärmeverluste entstehen als im übrigen Wandbereich.



Außendämmung

Für eine **Außendämmung** sprechen vor allem folgende Gründe:

- Falls das Haus ohnehin eine Modernisierung von außen (Reinigung, Schadensbeseitigung, Neuverputz oder Anstrich) braucht, kann die zusätzliche Wärmedämmung gleich mit erledigt werden.
- Falls die Fassade verwittert ist und neu verkleidet werden soll, bietet sich ein Wärmedämmverbundsystem oder eine vorgehängte Fassade an.

Falls innen Maßnahmen nicht gewünscht werden, aber der Wärmeschutz und die Behaglichkeit erhöht werden sollen, ist die Außendämmung die richtige Maßnahme.

Häufig bei der Außendämmung eingesetzte Systeme sind: **Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)**, auch als Thermohaut bezeichnet, und die sogenannte **hinterlüftete Vorhangsfassade**.

Wärmedämmverbundsysteme bestehen aus mehreren Komponenten (Dämmstoff, Armierungsgewebe und Außenputz). Sie können direkt auf den Altputz geklebt oder gedübelt werden – nachdem der lose Putz entfernt wurde.

Eine **hinterlüftete Vorhangsfassade** besteht aus einer Unterkonstruktion (z. B. Holz oder Aluminium-Profile), die auf der Außenwand befestigt ist, sowie der Wärmedämmung (z. B. Zellulose, Mineralfaser) und der Außen-

verkleidung. Die Zwischenräume der Unterkonstruktion enthalten den Dämmstoff. Ein Luftspalt zwischen Dämmung und Außenverkleidung, die an der Unterkonstruktion befestigt wird, dient der Hinterlüftung, und sorgt für den notwendigen Abtransport der

Feuchtigkeit. Eine hinterlüftete Vorhangsfassade kann die Außenwand gut vor Witterungseinflüssen schützen. Von Nachteil kann im Einzelfall (z. B. Platzmangel) die im Vergleich zum WDVS etwas höhere Wandstärke bei gleicher Dämmstoffdicke sein.

EMPFEHLUNG

Eine Außenwanddämmung sollte den U-Wert der Wand auf $0,20 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ oder weniger verringern. Bei einer zuvor ungedämmten Wand entspricht das einer Dämmstoffdicke von mindestens 17 cm (Annahme: WLГ 040). So lässt sich beispielsweise der jährliche Heizölverbrauch, bezogen auf die Bauteilfläche, um bis zu $10 \text{ Liter}/\text{m}^2$ reduzieren.*

Dämmstandard	U-Wert	Dämmstärke (ca.)	Jährl. Einsparung pro m^2 Wand		
			Wärme	Öl	Gas
EnEV **	$0,24 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	14 cm	103 kWh	10,3 Liter	$10,3 \text{ m}^3$
KfW ***	$0,20 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	17 cm	106 kWh	10,6 Liter	$10,6 \text{ m}^3$

* Abgeschätzt für den Standort Würzburg auf Grundlage eines zuvor ungedämmten und vor 1968 errichteten Bauteils

** Mindestforderung der Energieeinsparverordnung 2009 bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung eines Bauteils

*** Mindestforderung für die Förderung im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss“ als Einzelmaßnahme

Eine Außendämmung bietet zahlreiche Vorteile. Unter anderem

- werden durch Konstruktion und Geometrie bedingte Wärmebrücken (z. B. bei Heizkörpern, Fensterstürzen) verringert,
- wirkt das tragende Mauerwerk besser als Wärmespeicher – Innenräume bleiben im Sommer länger kühl und im Winter länger warm,
- sind Feuchtigkeits- und Frostschäden in der Regel vermeidbar,

- wird Bauschäden als Folge von Temperaturspannungen vorgebeugt,
- kann der Schallschutz verbessert werden.

Innendämmung

Für eine **Innendämmung** sprechen folgende Gründe:

- Falls einzelne Räume nacheinander modernisiert werden sollen.
- Falls einzelne Räume schnell aufheizbar sein sollen (z. B. Gästezimmer).

- Falls die Außenfassade denkmalgeschützt und daher eine Außendämmung nicht möglich ist.

Eine Innendämmung weist aber auch einige Nachteile auf:

- Die mögliche Dämmstoffdicke ist meist begrenzt (Platzmangel).
- Die Wohnfläche wird verkleinert.
- Wärmebrücken sind konstruktiv nur schwer zu vermeiden.

Falls eine Außendämmung aus bestimmten Gründen (z. B. Denkmalschutz) nicht möglich ist, kann eine Innendämmung in Betracht kommen. Oft werden entsprechende Maßnahmen mit Bauschäden oder Schimmelpilzbildung in Verbindung gebracht. Die wahren Ursachen sind aber eher falsche Planung beziehungsweise unsachgemäße Ausführung.

Bei der Innendämmung wird eine Tragkonstruktion an der Wand befestigt und zwischen Wand und Tragkonstruktion der Dämmstoff eingebaut. In jedem Fall ist die Konstruktion so zu wählen, dass die Feuchtigkeit aus der Raumluft dauerhaft nicht in die Wärmedämmung gelangt. Je nach Konstruktion und Material kann eine Dampfbremse oder Dampfsperre erforderlich sein. Bei kapillaraktiven Dämmstoffen, z. B. Mineraldämmplatten aus Kalziumsilikat, kann man unter Umständen auf einen solchen Feuchteschutz verzichten. An Steckdosen oder (Bohr-)Löchern in der Wand muss man besonders aufpassen, damit die Abdichtung nicht wieder durchlöchert wird. Wichtig ist auch, dass innerhalb der Konstruktion keine Luftspalten zwischen Wand und Dämmstoff oder zwischen den Dämmstoffstücken bleiben. Um Wärme-

verluste zu verringern, sind die Nischen an Heizkörpern nicht nur zur Wand hin, sondern auch an den Seiten zu dämmen. Gleiches gilt auch dort, wo die Innenwände oder Decken an eine Außenwand mit Innendämmung und an Fensterlaibungen stoßen: Die Innendämmung sollte „um's Eck“ herum noch ein Stück weit in den Raum verlängern werden, damit die Kälte nicht über die Innenwände an der Innendämmung vorbeiströmt.



HINWEIS

Um Bauschäden und Beeinträchtigungen der Gesundheit zu vermeiden, sind vor und während der Ausführung von Innendämmung folgende **Voraussetzungen zwingend** erforderlich:

- geringe Feuchtebelastung des Mauerwerks, d.h. keine aufsteigende Feuchte und geringe Schlagregenbeanspruchung,
- dauerhaft luftdichte Wandkonstruktion mit „luftdichter Ebene“ (Luftdichtheits-test!),
- wärmebrückenreduzierte Konstruktion, auch an den seitlichen Anschlüssen, mit Oberflächentemperaturen über 12,5 °C,
- Schutz vor Feuchtediffusion in der Dämmkonstruktion durch Dampfsperre oder -bremse (ggf. auch kapillaraktiver Dämmstoff).

Nutzen Sie unbedingt die Erfahrung und das Wissen erfahrener **Fachleute!** Optimal ist es, eine **detaillierte hygrothermische Simulation** durchzuführen, die Klarheit über die Eignung der örtlichen Gegebenheiten und über die Dauerhaftigkeit der gewählten Baukonstruktion schafft.

EMPFEHLUNG

Eine Innenwanddämmung sollte den U-Wert der Wand auf 0,35 W/(K·m²) oder weniger verringern. Bei einer zuvor ungedämmten Wand entspricht das einer Dämmstoffdicke von mindestens 9 cm (Annahme: WLГ 040). Der jährliche Heizölverbrauch lässt sich so, bezogen auf die Bauteilfläche, um bis zu 9 Liter/m² reduzieren.

Dämmstandard	U-Wert	Dämmstärke (ca.)	Jährl. Einsparung pro m ² Wand		
			Wärme	Öl	Gas
KfW	0,35 W/(K·m ²)	9 cm	93 kWh	9,3 Liter	9,3 m ³



Eine Innendämmung kann sinnvoll und wirtschaftlich sein. Sie erhöht die Oberflächentemperatur der Wände, so dass die Raumtemperatur gesenkt werden kann, was sich auch bei den Heizkosten bemerkbar macht. Schon mit einer 6 cm starken Innendämmung lassen sich die Energieverluste durch die Wand um bis zu 60 Prozent verringern (Annahme: WL 040). Wichtig ist eine sachgerechte Ausführung der Arbeiten, sonst können Schimmel und Feuchtigkeitsschäden auftreten.

Decken und Dach

Das Dach ist wegen seiner großen Fläche mit ca. 20 Prozent an den Wärmeverlusten eines Gebäudes beteiligt. Ein schlecht gedämmtes Dach führt im Sommer zu einem überhitzten und im Winter zu einem kalten Dachraum. Bleibt er ungenutzt oder dient als Lagerraum, reicht es, die oberste Geschossdecke zu dämmen.

• *Dämmung eines Steildachs*

Eine nachträgliche Dämmung von Steildächern kommt besonders in Verbindung mit einem Dachausbau oder einer Dacherneuerung in Frage. Hier müssen neben der Wärmedämmung die weiteren Funktionen des Daches und die konstruktiven Gegebenheiten berücksichtigt werden. Lassen Sie sich von einer Fachfrau oder von einem Fachmann beraten!

Die gebräuchlichste Art der Wärmedämmung von Steildächern ist die **Zwischensparrendämmung**. Auf die gleichfalls mögliche, jedoch seltenere **Aufsparrendämmung** und **Untersparrendämmung** wird hier nicht eingegangen.

Besonders wichtig bei der Dachdämmung ist der Einbau einer dampfbremsenden und

luftdichten Schicht (z. B. PE-Folie, verklebte Platten) von innen, da auf diese Weise unnötige Wärmeverluste über Luftströmungen vermieden werden. Bei der Zwischensparrendämmung muss das Dämmmaterial überall dicht an den Sparren anliegen.

Um Tauwasser im Dach zu vermeiden, sollte eine Hinterlüftung zwischen Dämmung und Dacheindeckmaterial von 2 bis 4 cm eingebaut werden. Bei sogenannten Warmdächern reicht die Dämmung bis an die Dacheindeckung heran. Sie haben keine Hinterlüftung.

EMPFEHLUNG

Eine Dachdämmung sollte den U-Wert des Dachs auf $0,14 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ oder weniger verringern. Das entspricht einer Dämmstoffdicke von mindestens 26 cm (Annahme: WLГ 040). So lässt sich beispielsweise der jährliche Heizölverbrauch, bezogen auf die Bauteilfläche, um bis zu $11 \text{ Liter}/\text{m}^2$ reduzieren.

STEILDACH (HOLZ)

Dämmstandard	U-Wert	Dämmstärke (ca.)	Jährl. Einsparung pro m^2 Wand		
			Wärme	Öl	Gas
EnEV	$0,24 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	14 cm	103 kWh	10,3 Liter	$10,3 \text{ m}^3$
KfW	$0,14 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	26 cm	112 kWh	11,2 Liter	$11,2 \text{ m}^3$

FLACHDACH (MASSIV)

Dämmstandard	U-Wert	Dämmstärke (ca.)	Jährl. Einsparung pro m^2 Dach		
			Wärme	Öl	Gas
EnEV	$0,20 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	18 cm	168 kWh	16,8 Liter	$16,8 \text{ m}^3$
KfW	$0,14 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	27 cm	174 kWh	17,4 Liter	$17,4 \text{ m}^3$

Reicht die vorhandene Sparrenhöhe nicht aus, um die empfohlene Dämmstoffdicke von mindestens 20 cm zu erzielen, kann beispielsweise eine zusätzliche Schicht Wärmedämmung an der Innenseite der Dachsparren („Aufdoppelung“) die notwendige Höhe schaffen. Andernfalls kommt eine Aufsparrendämmung infrage. Übrigens haben die hölzernen Dach-

sparren – im Gegensatz zum Dämmstoff – keine spürbare Dämmwirkung, sondern sind eher Wärmebrücken! Eine Aufdoppelung der Sparren schafft hier Abhilfe. Falls – etwa aus Kostengründen – keine dieser Varianten in Frage kommt, sind mindestens 16 cm Dämmstoffdicke anzustreben.

• *Dämmung der obersten Geschossdecke*
 Die Dämmung der obersten Geschossdecke kann auch kostengünstig in Eigenleistung erbracht werden. Für die Dämmung der obersten Geschossdecke eignen sich Dämmplatten (z. B. Hartschaum, Mineralwolle) oder Schüttungen (z. B. Perlite, Zellulose). Der Dämmstoff

wird auf der Decke und/oder zwischen vorhandenen Deckenbalken eingebracht. Wird der Dachraum als Abstellraum genutzt, ist über der Wärmedämmung eine tragfähige, begehbare Fußbodenfläche notwendig.

EMPFEHLUNG

Eine Dämmung der obersten Geschossdecke sollte den U-Wert der Geschossdecke auf $0,14 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ oder weniger verringern. Bei einer zuvor ungedämmten Decke entspricht das einer Dämmstoffdicke von mindestens 27 cm (Annahme: WLГ 040). Beispielsweise lässt sich damit der jährliche Heizölverbrauch bezogen auf die Bauteilfläche um bis zu $17 \text{ Liter}/\text{m}^2$ reduzieren.

Dämmstandard	U-Wert	Dämmstärke (ca.)	Jährl. Einsparung pro m^2 Dach		
			Wärme	Öl	Gas
EnEV	$0,24 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	15 cm	165 kWh	16,5 Liter	$16,5 \text{ m}^3$
KfW	$0,14 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	27 cm	174 kWh	17,4 Liter	$17,4 \text{ m}^3$

HINWEIS

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) schreibt vor, dass bisher ungedämmte, nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken beheizter Räume bis zum 31.12.2006 nachträglich gedämmt werden mussten. Nach dieser Maßnahme darf der Wärmedurchgangskoeffizient der Geschossdecke $0,24 \text{ Watt}/(\text{m}^2\text{K})$ nicht überschreiten. Für selbst genutzte Ein- und Zweifamilienhäuser gilt diese Vorschrift zwar nur bei einem Eigentümerwechsel: In diesem Fall verlängert sich die Frist. Aber durch die Energieeinsparung lohnt es sich trotzdem!

Kellerdecke

Eine Dämmung der Decke eines unbeheizten Kellers (Normalfall im Gebäudebestand) kann ca. 10 Prozent der gesamten Wärmeverluste eines Gebäudes reduzieren. Eine einfache und kostengünstige Maßnahme stellt das Verkleben von Styropor-, PUR-Hartschaum-

oder Mineralwolleplatten auf die Unterseite der Kellerdecke dar. Dies kann auch in Eigenleistung erbracht werden. Oft ist es sinnvoll, die Dämmung von der Kellerdecke noch ein Stück weit an den Kellerwänden nach unten zu führen, damit die Kälte aus dem Keller nicht über die Wände nach oben steigt.

EMPFEHLUNG

Eine Wärmedämmung sollte den U-Wert der Kellerdecke auf $0,25 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ oder weniger verringern. Bei einer zuvor ungedämmten Decke entspricht das einer Dämmstoffdicke von mindestens 9 cm (Annahme: WLГ 040). Beispielsweise lässt sich damit der jährliche Heizölverbrauch, bezogen auf die Bauteilfläche, um bis zu ca. 5 Liter/ m^2 reduzieren. Falls der Keller beheizt wird, sollten dessen Außenwände und Boden gedämmt sein.

Dämmstandard	U-Wert	Dämmstärke (ca.)	Jährl. Einsparung pro m^2 Boden		
			Wärme	Öl	Gas
EnEV	$0,30 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	9 cm	45 kWh	4,5 Liter	4,5 m^3
KfW	$0,25 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$	12 cm	49 kWh	4,9 Liter	4,9 m^3

Dämmstoffe

Wärmedämmstoffe verfügen über besonders günstige Wärmedämmeigenschaften. Die Dämmwirkung wird mit der Wärmeleitfähigkeit λ beschrieben ($\text{W}/(\text{K}\cdot\text{m})$). Je geringer die Wärmeleitfähigkeit eines Materials, desto besser ist seine Dämmwirkung. Dämmstoffe müssen eine Wärmeleitfähigkeit unter $0,1 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m})$ haben. Die Materialien sind nach Wärmeleitfähigkeitsgruppen (WLГ) zu unterscheiden. Eine WLГ von 040 bedeutet beispielsweise, dass der Dämmstoff eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m})$ aufweist. Die Tabellen geben einen Überblick

über Produktformen, Eigenschaften und Einsatzbereiche der Dämmstoffe.

In den letzten Jahren berichteten die Medien über spektakuläre Brandfälle im Zusammenhang mit Wärmeverbundsystemen. Im Jahr 2005 sind sogar Personen ums Leben gekommen. Daraus ist eine Debatte über die Gefahren von Wärmedämmverbundsystemen mit Polystyrolplatten entstanden. Untersuchungen haben mittlerweile gezeigt, dass in keinem der Fälle der Dämmstoff selbst die Brandursache war. Die eingebauten oder auf der Baustelle gelagerten Dämmstoffe ha-

ben zwar Brände verstärkt, ursächlich waren jedoch Fehler beim Einbau der Dämmstoffe: Die Bauausführung entsprach nicht der genehmigten Planung, teilweise wurde auf der Baustelle auch nachlässig gearbeitet.

Zugelassene Dämmstoffe oder Wärmedämmverbundsysteme unterscheiden sich in ihrer Brennbarkeit. Während beispielsweise EPS-Hartschaum als „normal entflammbar“ gilt, ist Mineralwolle „nicht brennbar“. Auch

Zellulose-Einblasdämmung aus nachwachsenden Rohstoffen (recyceltes Zeitungspapier) brennt nicht, sondern es verkohlt lediglich die äußere Schicht. Um Schäden zu vermeiden, sollte bei allen baulichen Maßnahmen für einen wirksamen Brandschutz gesorgt werden. Weitere Informationen siehe z. B. bei der hessischen Energiesparaktion unter <http://www.energiesparaktion.de/wai/showcontent.asp?ThemaID=19>

Abbildung 11

DÄMMSTOFFE UND PRODUKTFORMEN

ANORGANISCHE DÄMMSTOFFE

Platten, Matten: Kalzium-Silikat • Glaswolle • Perlit • Steinwolle • Vermikulit

Schäume: Beton • Gips • Glas • Perlit

Einblasprodukte: Glaswolle • Steinwolle

Schüttungen, Stopfmassen: Blähton • Glaswolle • Perlit • Steinwolle • Vermikulit

ORGANISCHE DÄMMSTOFFE

Platten, Matten: Baumwolle • Flachs • Hanf • Holzweichfaserplatte • Holzwolle-Leichtbauplatte • Kokos • Kork • Polyester • Schafwolle • Zellulose

Hartschaumplatten: Melaminharz • Phenolharz • Polystyrol • Polyurethan

Ortschäume: Harnstoff-Formaldehyd (UF) • Polyurethan

Einblasprodukte: Baumwolle • Flachs • Hanf • Holz (Wolle, Späne) • Zellulose

Schüttungen, Stopfmassen: Baumwolle • Flachs • Hanf • Holzwolle • Hobelspäne • Jute • Kokos • Kork • Schafwolle • Zellulose

VERBUNDSYSTEME

Hartschaum- und Mineralfaser Mehrschicht-Leichtbauplatten • Wärmedämmverbundsysteme • Sonstige Verbundplatten • Vakuum-Isolationspaneele

Quelle: Energieagentur NRW

Abbildung 12

EIGENSCHAFTEN UND EINSATZBEREICHE VON DÄMMSTOFFEN

Produkt	Wärmeleitfähigkeit λ [W/(K·m)]	Primärenergie-Bedarf für die Herstellung* [kWh/m ³]	Einsatzbereich
Baumwolle	0,040	80...160	Dach: Zwischensparrendämmung; Wand: in konstruktiven Hohlräumen; Decke: als Trittschall- und Hohlraumdämmung; in loser Form in Hohlräume einblasen; Fugendämmung mit Dämmzöpfen;
Flachs	0,040	160...460	Dach: Zwischensparrendämmung; Wand: Dämmung bei mehrschaligem Wandaufbau zwischen konstruktiven Hölzern; Decke: Filz als Trittschalldämmung und Vlies als Hohlraumdämmung lose verlegen
Hanf	0,04 -0,045	150...460	siehe Flachs
Holzfaserdämmung, lose	0,045	560...800	Dach, Wand, Decke: Einbau in konstruktive Hohlräume (Zwischensparrendämmung usw.); trockene Holzfasern in Hohlräume einblasen
Holzweichfaserplatte	0,045-0,055	280...1160	Dach: Aufdach- und Zwischensparrendämmung; Decke: Platten lose verlegen; Wand: Platten verschrauben, Außenwanddämmung bei Verbundsystemen
Holzwole-Leichtbauplatte	0,090	590-800	Wand, Decke: meist nur in Verbindung als Putzträger bei Decken- oder Dachuntersicht (Akustikplatte)
Kokosfaser a) Rollen b) Matten	a) 0,04 b) 0,045	95...580	Dach: Zwischensparrendämmung; Wand: zwischen der Holzkonstruktion einlegen oder als Wärmedämmverbundsystem; Decke: Hohlraum- oder Trittschalldämmung
Kork a) Granulat b) Backkork c) Korkplatten	0,045-0,055	a) 90...200 b) 65...450 c) 320...420	a) Dach, Decke, Wand: Einblasen in Hohlräume; b), c) Dach, Decke, Wand: Platten schrauben, verdübeln, nageln; Dach: Aufdach- und Zwischensparrendämmung; Decke: Trittschalldämmung; Wand: Verbundsystem und hinterlüftete Fassade
Mineralfaser a) Glaswolle b) Steinwolle	0,035-0,05	a) 100...800 b) 100...1400	Dach: Auf- und Zwischensparrendämmung; Decke: Trittschalldämmung; Wand: bei Wärmedämmverbundsystem und hinterlüfteter Fassade verdübeln oder verkleben
Expandiertes Perlit	0,045-0,060	90-340	Dach, Decke, Wand: Einfüllen in Hohlräume als Schüttdämmung; Ausgleichschüttung auf Fußböden
Polystyrol-hartschaumplatten a) EPS, Partikelschaum b) XPS, Extruderschaum	0,035-0,04	a) 340...740 b) 500...1800	Dach: Aufdachdämmung; Decke: Trittschalldämmung lose verlegen; Wand: bei Wärmedämmverbundsystem verdübeln oder verkleben

Produkt	Wärmeleitfähigkeit λ [W/(K·m)]	Primärenergie-Bedarf für die Herstellung* [kWh/m³]	Einsatzbereich
Polyurethan a) Hartschaumplatten b) Schäume	a) 0,025-0,035 b) 0,03	840 ...1500	Dach: Aufdachdämmung; Decke: Trittschalldämmung lose verlegen; Wand: bei Wärmedämmverbundsystem verdübeln oder verkleben
Schafwolle	0,040	40...100	Dach: Zwischensparrendämmung; Wand: zwischen konstruktiven Holzern; Decke: Trittschall-, Hohlraum-, Rohrleitungsämmung; Fugendämmung mit Rohrstopf
Schaumglas	0,040-0,055	420...1600	Flachdach / Perimeterdämmung: Einsatz als Platten, Verkleben mit Bitumen; Sole: Verlegen in Sand oder Mörtel
Vakuumdämmung	0,007	k.A.	Hauptsächlich für Bauteile bei beengten Platzverhältnissen
Zellulosedämmstoff a) lose b) Platten	0,040-0,045	a) 30...60 b) 370...610	a) Dach, Wand, Decke: Einbau von Fachfirmen mit Spezialgeräten in konstruktiven Hohlräumen; b) Dach: Zwischensparrendämmung; Wand, Decke: in konstruktiven Hohlräumen oder als Trittschalldämmung

Quellen:

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Ökologisches Baustoffinformationssystem

Wecobis, Abruf am 25.8.11, <http://www.wecobis.de>

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Ökobau.dat, Baustoffdatenbank für die Bestimmung globaler ökologischer Wirkungen, 2009, <http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/oekobaudat.html>

Buschmann, Rolf, Umweltverträglichkeit von Gebäudedämmstoffen, Kiel, 12.12.2003

Nierobis, Lars, <http://www.waermedaemmstoffe.com/> 2003

IpeG - Institut, Paderborn, <http://www.ipeg-institut.de> 2011

*Der aufgeführte Primärenergiebedarf für die Herstellung gibt an, wie viel Energie zur Herstellung des Produkts benötigt wird. Dabei wird beispielsweise für Polyurethan auch die Förderung des Erdöls und bei Zellulosedämmstoff die Sammlung des Altpapiers berücksichtigt. Der Energiebedarf für Einbau, Entsorgung oder das Recycling der Dämmung ist im Primärenergiebedarf dagegen nicht enthalten. Die auftretenden Unterschiede sind teilweise auf die Materialeigenschaften zurückzuführen, z. B. die Dichte, oder auf unterschiedliche Herstellungsverfahren. Die Auflistung dient daher nur der Orientierung. Tendenziell schneiden Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen gut ab, wenn sie nicht zu Platten verarbeitet werden. Auch Mineralwolle kann einen niedrigen Herstellungsaufwand haben. Einen hohen Energiebedarf haben dagegen Dämmstoffe aus Schaumglas, Polystyrol und Polyurethan. Fragen Sie am besten den Hersteller nach dem Primärenergiebedarf für die Herstellung, nachdem Sie sich für einen Dämmstoff entschieden haben. Für alle Dämmstoffe ergibt sich übrigens eine stark positive Gesamt-Energiebilanz, d.h. auch bei relativ energieaufwändig hergestellten Dämmstoffen ist der Betrag an eingesparter Heizenergie deutlich größer als der zur Herstellung erforderliche Energieaufwand.

UMWELTZEICHEN BLAUER ENGEL FÜR WÄRMEDÄMMSTOFFE

UND FÜR WÄRMEDÄMMVERBUNDSYSTEME

Seit 2010 gibt es das Umweltzeichen Blauer Engel für emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken für die Anwendung in Gebäuden (RAL-UZ 132). Wärmedämmstoffe und Unterdecken tragen wesentlich zur Energieeinsparung und zur Energieeffizienz von Gebäuden bei. Diese Produkte sollen aus Sicht des Umwelt- und Gesundheitsschutzes zugleich möglichst geringe Emissionen in die Innenraumluft aufweisen. Daher werden bei der Vergabe des Umweltzeichens mögliche Emissionen geprüft. Die Bewertung erfolgt angelehnt an das vom "Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten" – einem Bund-Länder-Ausschuss mit Experten aus den Umwelt- und Gesundheitsbehörden – erarbeitete Bewertungsschema (AgBB-Schema). Auch dürfen die ausgezeichneten Dämmstoffe keine gefährlichen Stoffe wie halogenierte organische Verbindungen oder problematische Weichmacher enthalten.

Auch Wärmedämmverbundsysteme können seit 2010 mit dem Blauen Engel (RAL-UZ 140) ausgezeichnet werden. Für die eingesetzten Dämmstoffe gelten vergleichbare stoffliche Kriterien wie für die Dämmstoffe beim Umweltzeichen RAL-UZ 132. Da die Dämmstoffe an der Außenwand angebracht werden, findet keine Emissionsprüfung statt. Ein wesentliches Kriterium für die Wärmedämmsysteme, die dieses Umweltzeichen tragen, sind umweltfreundliche Putze und Deckanstriche: Sie dürfen keine Biozide enthalten, um Oberflächenbewuchs mit Algen, Pilzen oder Flechten zu verhindern.

Informationen im Internet:

- RAL-UZ 132 Wärmedämmstoffe und Unterdecken: http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=443
- RAL-UZ 140 Wärmedämmverbundsysteme: http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=604

Fenster und Türen

Die Energiebilanz der Fensterflächen ist umso besser, je niedriger die Wärmeverluste und je höher die Wärmegewinne sind: Wärmeverluste hängen vor allem von der Konstruktion und dem sorgfältigen Einbau

der Fenster ab. Rollläden und Vorhänge unterstützen den Wärmeschutz. Die Wärmegewinne eines Fensters sind umso größer, je mehr Sonnenstrahlung es durchlässt. Ist es zur Sonne ausgerichtet und nachts gut gegen Wärmeverluste geschützt, kann es

sogar eine bessere Energiebilanz aufweisen als eine gut wärmedämmte Außenwand. Fenster mit besonders gutem Wärmeschutz (3-fach-Verglasung) erreichen sogar eine posi-

tive Energiebilanz – das heißt, sie gewinnen in der Heizperiode mehr Sonnenenergie als an Raumwärme verloren geht!

KENNWERTE VON FENSTERN

Der **U-Wert** in W/m^2K beschreibt die Wärmeverluste: durch die Verglasung (U_g), durch den Rahmen (U_f) oder – das ist der letztlich ausschlaggebende Kennwert – durch das gesamte Fenster (U_w). Je niedriger der U_w -Wert, desto besser. Zwischen Verglasung und Rahmen können erhöhte Wärmeverluste auftreten. Daher sollte auch der ψ_g -Wert [W/Km] (sprich: „Psi“), der diese Wärmebrücke beschreibt, möglichst niedrig sein.

Der **g-Wert**, der Sonnenergiedurchlassgrad in Prozent, sagt aus, wie viel der eingestrahnten Sonnenenergie in Form von Licht und Wärme durch das Fenster in den dahinter gelegenen Raum gelangt. Je höher der g-Wert, desto mehr Sonnenwärme kann im Raum genutzt werden. Das ist im Winter wichtig, weil es teure Heizenergie einspart. Im Sommer aber sollte der g-Wert möglichst niedrig sein, damit der Raum nicht überhitzt: Mittel der Wahl ist ein außen liegender Sonnenschutz.

Passive Solarenergienutzung: Solare Gewinne optimieren!

Im Gegensatz zur aktiven Solarenergienutzung sind für die passive Nutzung keine technischen Geräte erforderlich. Es genügt im Prinzip, für eine geschickte Anordnung der Fenster eines Gebäudes zu sorgen. Im Idealfall sind die Fensterflächen nach Süden größer, die Fensterflächen nach Norden kleiner. In der Praxis lassen sich Kompromisse oft nicht vermeiden. Die Fenster sollten jedoch nicht übermäßig groß sein: Sie gewinnen Wärme aus der Sonneneinstrahlung nämlich nicht nur im Winter, wenn man die Wärme braucht,

sondern auch im Sommer, wenn es schon warm genug ist. Wichtig ist daher in jedem Fall eine wirksame Verschattung der Fenster, am besten außen liegend. Sie verhindert nicht nur, dass sich die Wohnräume überhitzen. Sie kann auch während der Heizperiode zu einer Verringerung des Heizenergiebedarfs von ca. 10 Prozent beitragen, weil sie die Abstrahlung von Energie reduziert. Genauso günstig wirkt sich das Vorhandensein von Speichermassen (z. B. massive Bauteile oder Möbel) aus. Sie lagern überschüssige eingestrahlte Sonnenenergie ein und geben die Wärme in den Abend- und Nachtstunden wieder ab.



Manche Gründerzeithäuser hatten außen liegende Jalousien.

Sie können im Sommer den Wärmeeintrag verringern und vor Überhitzung schützen.

Für Neubauten und den Ersatz von Fenstern in Altbauten steht eine Vielzahl von Alternativen zur Verfügung, die bei sachgerechter Anwendung alle Anforderungen an den Wärmeschutz erfüllen. Die Energieinsparverordnung schreibt für den erstmaligen Einbau, Ersatz oder Erneuerung von Fenstern **Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte)** vor:

- **komplette Fenstererneuerung:** U-Werte von höchstens $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ für Verglasung inklusive Rahmen,
- **Einbau von Dachflächenfenstern:** U-Werte von höchstens $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ für Verglasung inklusive Rahmen,

- **Austausch der Verglasung:** U-Werte von höchstens $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ für die Verglasung.

Noch bessere Werte lassen sich erreichen mit

- einer **Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung**,
- einem **gut dämmenden Rahmen** aus Holz, Kunststoff oder **wärmegeprägten Metallprofilen** mit gut gedichteten Fensterfugen und
- einem **Wärmeschutz während der Nachtzeit**.

WICHTIG

Der Wärmeschutz der Wand muss stets besser sein als der des Fensters, damit die im Raum vorhandene Feuchtigkeit am Fenster kondensieren kann. Das ist wichtig, falls doch zu viel Feuchte im Raum ist. Kondensiert die Feuchtigkeit nämlich an der Wand, entsteht leicht Schimmel. Abhilfe schafft regelmäßiges Lüften oder eine Lüftungsanlage.

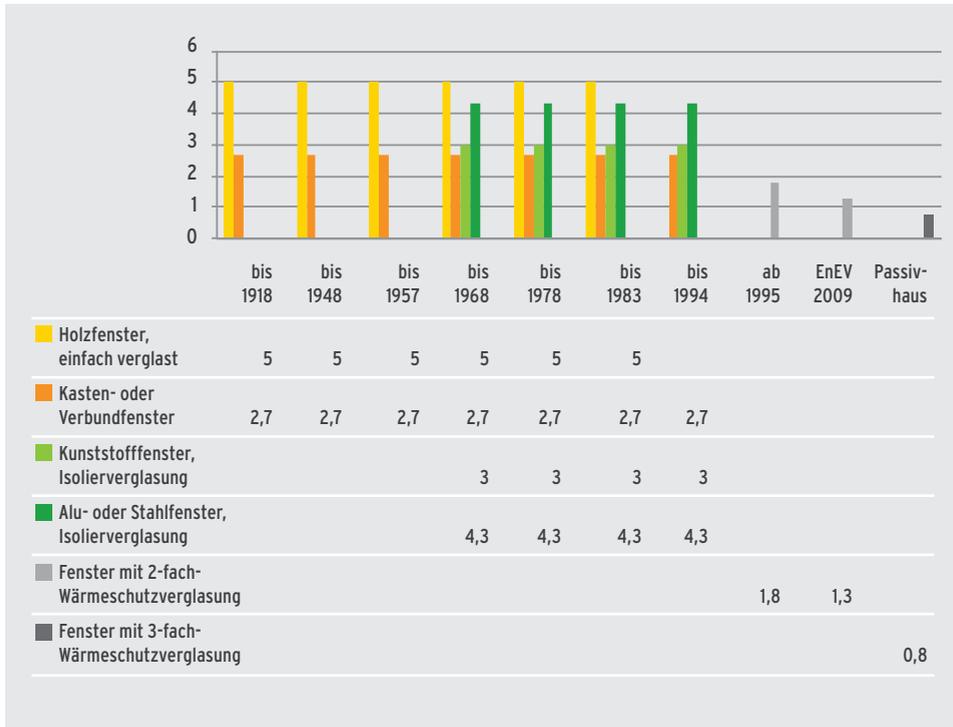
Art der Fensterverglasung – geringe U-Werte sind entscheidend

Die Verglasung macht 65 bis 85 Prozent des gesamten Fensters aus. Die **Art der Verglasung** bestimmt Wärmedämmung und Schallschutz. Den besten Wärmeschutz bieten heute Dreischeiben-Wärmeschutzverglasungen – gegenüber Zweischeiben-Wärmeschutzglas können die Wärmeverluste so fast halbiert werden. Für die zusätzliche

Dämmwirkung sorgt die dritte „Scheibe“, eine wärmereflektierende Metallbedampfung auf zwei Scheibeninnenoberflächen; hinzu kommt noch eine isolierende Edelgasfüllung. Angenehmer Nebeneffekt eines Fensters mit sehr gutem Wärmeschutz: Die Temperatur an der Innenseite der Verglasung ist so hoch, dass keine kalte Zugluft mehr entsteht. Energiesparen sorgt auch für einen besseren Komfort!

Abbildung 13

HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER U-WERTE VON FENSTERN



Quellen: BMVBS, Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand vom 30. Juli 2009, Energieeinsparverordnung 2009, Passivhaus Institut

Fensterrahmen – Holz, Kunststoff oder Metall?

Auch das Rahmenmaterial – 15 bis 35 Prozent des gesamten Fensters entfallen auf den Rahmen – entscheidet über die Energieeinsparung. Holz- und Kunststoffrahmen haben die beste Dämmwirkung. Gleichwertige Metallrahmen (Aluminium, Stahl) müssen durch innere Kunststoff-Abstandhalter thermisch getrennt sein, um die Wärmeleitung des Materials zu verringern. Wichtig ist auch eine gut und **dauerhaft innen und außen abgedichtete Anschlussfuge zwischen Rahmen**

und Mauerwerk. Hier können Fugendichtungsbänder den Wärmeschutz verbessern. In eine gedämmte Wand sollten Fenster so eingebaut werden, dass die Fensterrahmen außenbündig mit der gemauerten Außenwand abschließen. Die Außendämmung sollte den Fensterrahmen einige Zentimeter überdecken. Das minimiert Wärmebrücken. Die Anschlussritze sowie die umlaufende Leiste lassen sich nach dem Anputzen mit Versiegelungsmasse verbessern. Die Fugendichtigkeit ist im mehrjährigen Turnus zu prüfen.

HINWEIS

Es muss nicht immer ein komplett neues Fenster sein. In gut erhaltenen, vorhandenen Rahmen kann eine Einfachverglasung durch eine wirksame Wärmeschutzverglasung ausgetauscht werden. Flügel und Beschläge müssen allerdings das zusätzliche Gewicht aufnehmen können. Vorteile: Ersparnisse an Material, Kosten und Erhalt des Erscheinungsbildes (wichtig insbesondere bei denkmalgeschützten Häusern). Die Wärmeverluste über die Scheibe können um etwa 70 Prozent gesenkt werden.

Energiesparmaßnahmen in Eigenleistung

Einige Energiesparmaßnahmen können auch selber erbracht werden, z. B. der Einbau einfachverglaster Vorsatzflügel auf der Innenseite der Holzfensterrahmen. Sie verbessern den U-Wert des einfachverglasten Fensters um bis zu 40 Prozent.

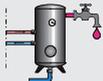
Wintergärten

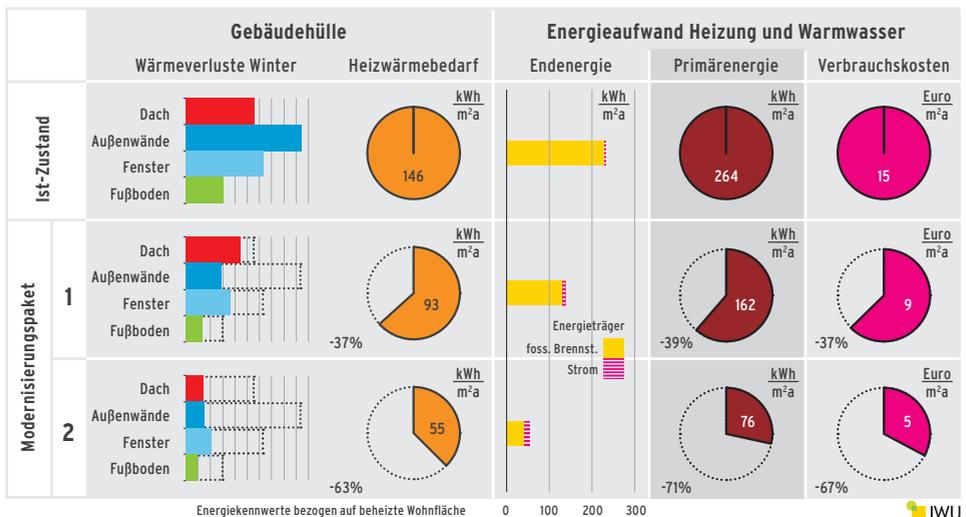
In gewissem Umfang kann auch mit einem Wintergarten Solarenergie passiv genutzt werden. Der Beitrag von Wintergärten zur Energieeinsparung wird jedoch im Allgemeinen überschätzt. Sie dienen in erster Linie der Erhöhung der Wohnqualität. Zu beachten ist, dass der Wintergarten vom Wohnbereich thermisch getrennt und unbeheizt sein sollte.

Abbildung 14

BEISPIEL: EINFAMILIENHAUS AUS DEN 1960ER JAHREN

Exemplarische Möglichkeiten der Energieeinsparung für ein typisches Einfamilienhaus aus dem Zeitraum 1958 bis 1968. Schwachpunkt in der Gebäudehülle sind die Außenwände. Gas-Kessel und Warmwasserspeicher sind veraltet. Das zukunftsweisende Modernisierungspaket kann den Primärenergieverbrauch um zwei Drittel verringern. Die Verbrauchskosten pro Quadratmeter beheizter Wohnfläche können von 13 auf 5 Euro sinken – künftige Preissteigerungen sind hier noch nicht enthalten.

EFH_E	Heizsystem-Variante 1	1958 ... 1968			
		Gebäudetyp Klassifizierung (TABULA Code)			
		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Land <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>DE</td></tr></table> Deutschland Germany ➤ Typologie Region <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>N</td></tr></table> - nicht spezifiziert - National ➤ Größenklasse <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>SFH</td></tr></table> Einfamilienhaus ("EFH") Single Family House ➤ Baualterklasse <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>5</td></tr></table> [E] 1958 ... 1968 ➤ Zusatz-Kategorie <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>Gen</td></tr></table> Grund-Typ Generic 	DE	N	SFH
DE					
N					
SFH					
5					
Gen					
beheizte Wohnfläche	242 m ²	Charakterisierung des Gebäudetyps typisch 1- oder 2-geschossig, mit Satteldach, Dachgeschoss beheizt; bisweilen auch 1-geschossig mit Flachdach; Betondecken; Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Gitterziegeln, Holzspansteinen o.ä., verputzt; in Norddeutschland meist zweischalig unverputzt 			
Anzahl Vollgeschosse	1				
Anzahl Wohnungen	1				
Beispielgebäude - Ist-Zustand					
Konstruktion	Beschreibung	U-Wert W/(m ² K)			
Dach / oberste Geschossdecke 	Steildach mit 5 cm Dämmung Holz-Sparren, 5 cm Dämmung im Zwischenraum, verputzt	0,8			
Außenwand 	Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Hochlochziegeln oder Gitterziegeln	1,2			
Fenster 	Holzfenster mit Zweischeiben-Isolierverglasung Zweischeiben-Isolierverglasung im Holzrahmen (in späteren Jahren modernisiert, Original-Fenster nicht mehr erhalten)	3,5			
Fußboden 	Betondecke mit 1 cm Dämmung Stahlbeton, 1 cm Trittschalldämmung, Zementestrich	1,1			
Wärmeversorgungssystem	Beschreibung	Energieaufwand für 1 kWh Wärme			
Heizsystem 	Gas-Zentralheizung, geringe Effizienz: Niedertemperatur-Kessel, hohe Wärmeverluste der Verteilleitungen	1,42 kWh Gas			
Warmwassersystem 	zentrale Warmwasserbereitung mit Gas, geringe Effizienz: Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Niedertemperatur-Kessel); schlecht gedämmte Zirkulationsleitungen	2,70 kWh Gas			
Wärmeversorgung gesamt	Primärenergieaufwandszahl nicht-erneuerbare Energieträger	1,72 kWh Primärenergie			
	inkl. Strom für Hilfsenergie				



Modernisierungspaket 1: "konventionell"			Modernisierungspaket 2: "zukunftsweisend"		
Maßnahme	U-Wert W/(m²K)		Maßnahme	U-Wert W/(m²K)	
Dämmung im Sparren-Zwischenraum 12 cm (bei Bedarf Aufdopplung der Sparren und Freiräumen des Zwischenraums)		0,41	Dämmung im Sparren-Zwischenraum 12 cm + zusätzliche Dämmlage 18 cm		0,14
Dämmung 12 cm + Verputz (Wärmedämmverbundsystem), alternativ: hinterlüftete Fassade (z. B. Zellulose zwischen Traghölzern)		0,23	Dämmung 24 cm + Verputz (Wärmedämmverbundsystem), alternativ: hinterlüftete Fassade (z. B. Zellulose zwischen Traghölzern)		0,13
Einbau von Fenstern mit 2-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung		1,3	Einbau von Fenstern mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen		0,8
Dämmung 8 cm unter der Decke / alternativ: auf der Decke (im Fall einer Fußbodensanierung)		0,31	Dämmung 12 cm unter der Decke (bei ausreichender Kellerraumhöhe) / alternativ: auf der Decke (im Fall einer Fußb.-sanierung) oder kombin. unter/auf		0,23
Wärmeversorgungssystem	Energieaufwand für 1 kWh Wärme		Wärmeversorgungssystem	Energieaufwand für 1 kWh Wärme	
Gas-Zentralheizung, hohe Effizienz: Brennwertkessel; minimierte Wärmeverluste der Verteilungen		1,14 kWh Gas	Gas-Zentralheizung, hohe Effizienz: Brennwertkessel; minimierte Wärmeverluste der Verteilungen		0,56 kWh Gas
zentrale Warmwasserbereitung mit Gas, mittlere Effizienz: Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Brennwertkessel), keine Zirkulationsleitung		2,46 kWh Gas	Lüftungsanlage mit 80% Wärmerückgewinnung		zuzügl. Strom für Lüftungsanlage
			zentrale Warmwasserbereitung mit Gas, hohe Effizienz: Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Brennwertkessel) + thermische Solaranlage, keine Zirkulationsleitung		0,39 kWh Gas
Primärenergieaufwandszahl nicht-erneuerbare Energieträger	inkl. Strom für Hilfsenergie	1,57 kWh Primärenergie	Primärenergieaufwandszahl nicht-erneuerbare Energieträger	inkl. Strom für Hilfsenergie	1,14 kWh Primärenergie

Quelle: IWU (2011), Deutsche Gebäudetypologie - beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden

RICHTIGES HEIZEN UND LÜFTEN - SCHIMMEL VERMEIDEN UND BEKÄMPFEN

Bei älteren Gebäuden wird die Luft in Innenräumen relativ häufig ausgetauscht, selbst bei geschlossenen Fenstern und Türen bis zu zweimal in der Stunde (bis zu 2 Raumvolumina pro Stunde). Der Grund sind Fugenundichtigkeiten und andere Öffnungen. Bei einem so häufigen Luftwechsel ist sichergestellt, dass Schadstoffe aus Bauprodukten und der Raumausstattung und/oder Feuchtigkeit kaum zu einer Beeinträchtigung der Innenraumluftqualität führen.

Moderne, energieeffiziente Gebäude haben dagegen einen sehr viel geringeren Luftaustausch, weil Undichtigkeiten der Gebäudehülle aus Energiespargründen vermieden werden sollen und müssen. Die Luftwechsel sinken auf Werte von 0,1 - 0,3 Raumvolumina pro Stunde.

Mit verstärkter Luftdichtheit der Gebäude besteht die Gefahr, dass sich im Innenraum freigesetzte Stoffe anreichern. Das gilt z. B. für flüchtige organische Verbindungen aus Lösemitteln, Inventar und Bauprodukten oder einfach Feuchtigkeit, die bei der Raumnutzung entsteht. Erhöhte Feuchtigkeit führt auf Dauer zu Schimmelbefall, gesundheitlich negative Folgen sind möglich. Das gilt es zu verhindern.

Eine Maßnahme ist der konsequente Einsatz emissionsarmer Bauprodukte im Innenraum. Der Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB), dessen Geschäftsstelle im Umweltbundesamt angesiedelt ist, hat ein Prüfverfahren für Bauprodukte im Hinblick auf ihre Emissionen erarbeitet. Diese Prüfung ist seit 2005 Bestandteil der Zulassung von Bodenbelägen für die Verwendung im Innenraum beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt). Bodenbeläge sollten daher über eine bauaufsichtliche Zulassung verfügen, die an dem Überwachungszeichen (Ü-Zeichen) mit dem Hinweis „Emissionsgeprüft nach DIBt-Grundsätzen“ zu erkennen ist. Bis Ende 2011 wurden vom DIBt zusätzlich Parkett- und Holzfußböden (Ausnahme: unbeschichtete Massivholzböden), Kunstharzestriche, Sportböden, Mehrzweck-Sporthallenböden sowie alle verwendeten Beschichtungen, Kleber und Verlegeunterlagen bauaufsichtlich in Bezug genommen, das heißt, für diese Bauproduktgruppen ist eine Prüfung nach dem AgBB-Bewertungsschema vorgeschrieben. Weitere Bauproduktprüfungen sollen folgen. Viele im Innenraum einzusetzende Bauprodukte (textile und elastische Bodenbeläge, Parkett, Laminat, Bodenbelagsklebstoffe, Lacke und Farben, Dichtstoffe, Dämmstoffe, Paneele) und Einrichtungen (Schränke, Polstermöbel, Lattenroste, Matratzen) sind mit dem Umweltzeichen Blauer Engel ausgezeichnet.

EMPFEHLUNG

Achten Sie beim Kauf darauf, dass der Hersteller eine bauaufsichtliche Zulassung (Ü-Zeichen mit dem Hinweis „Emissionsgeprüft nach DIBt-Grundsätzen“ oder „nach AgBB-Schema geprüft“) vorweisen kann. Besonders emissionsarme Produkte sind am Umweltzeichen Blauer Engel zu erkennen.

Eine weitere Maßnahme zur Verringerung von Schadstoffbelastungen in der Wohnung und zum Abtransport von Feuchtigkeit aus der Luft ist Lüften und Heizen. Dies ist in allen

Gebäuden, gleich ob alt oder neu, wichtig. In „luftdichten“ Gebäuden wirkt sich ein zu geringes Lüften aber ungleich negativer aus (z. B. Schimmelbildung) als im unsanierten Altbau.

EMPFEHLUNG

Zur Vermeidung bauphysikalischer Schäden – wie Schimmelpilzbefall – wird in der DIN 4108-2 ein Mindestluftwechsel von 0,5 Raumvolumina pro Stunde empfohlen. Eine verbindliche Festlegung für den Mindestluftwechsel in Gebäuden existiert allerdings nicht und hängt von der jeweiligen Einzelsituation ab.

Lassen Sie bereits bei der Planung eines Neubaus, einer Sanierung oder auch schon beim Tausch einiger Fenster ein Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 von Fachleuten erstellen, um zu prüfen, ob Lüftungstechnische Maßnahmen für einen ausreichenden Feuchteschutz erforderlich sind.

Raumluftfeuchtigkeit und Schimmelpilzbildung

Schimmelpilze sind ein natürlicher Teil unserer belebten Umwelt. Ihre Sporen sind fast überall zu finden, also auch in Innenräumen. Sie sind normalerweise harmlos. Übersteigt allerdings die Schimmelpilzkonzentration ein bestimmtes Maß, kann es zu unhygienischen und unter Umständen auch zu gesundheitsbelastenden Zuständen kommen.

Schimmelpilze benötigen zum Wachsen viel Feuchtigkeit. Ursachen solch hoher Feuchtigkeit innerhalb von Gebäuden können zum Beispiel sein:

➤ defekte Dächer (insbesondere Flachdächer), Dachrinnen und Fallrohre,

- ungenügendes Austrocknen nach Baumaßnahmen,
- Wassereintritte infolge von Überschwemmungen u.ä.,
- Rohr- und Schlauchbrüche,
- hohe Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit ungenügender Lüftung und Heizung,
- fehlerhafte, z. B. nicht dauerhaft luftdicht ausgeführte, Innendämmung, in die, Feuchtigkeit aus der Raumluft eindringen und dort kondensieren kann,
- im Mauerwerk aufsteigende Feuchte.

Auch durch Fehler in der Gebäudekonstruktion (zum Beispiel ungenügende Abdichtung und dadurch Durchfeuchtung bei Schlagregen) kann die Feuchtigkeit in Wände, Fußböden und Decken eindringen und zur Gebäudeein-

nenseite wandern. Durch Wärmebrücken oder unzureichend oder falsch angebrachte Wärmedämmungen kann es zu einer erhöhten relativen Feuchte an der Oberfläche bis hin zur Tauwasserbildung an Innenflächen der Gebäudewände kommen.

Kampf dem Schimmelpilzbefall

Grundvoraussetzung für eine Wohnung ohne Schimmelpilzwachstum ist eine Errichtung des Gebäudes nach dem Stand der Technik (z. B. wärmeschutztechnische Maßnahmen nach DIN 4108 und weiteren Normen). Auch die Gebäudenutzer müssen durch ihr Verhalten dazu beitragen, das Gebäude frei von Schimmelpilzen zu halten. Durch richtiges Lüften und Heizen muss die Feuchtigkeit im Gebäude begrenzt werden. Die relative Feuchte der Luft im Gebäude soll dauerhaft einen Wert von im

Mittel ca. 60 bis 65 Prozent (unmittelbar über Wandmaterialien 80 Prozent) nicht überschreiten. Im Sommer können auch kurzzeitig 60 bis 70 Prozent Raumluftheuchte „normal“ sein (bei sehr schwülem Wetter teilweise sogar mehr), im Winter, bei niedrigen Temperaturen, ist dies bereits deutlich erhöht. Dann sollte die relative Raumluftheuchte nicht mehr als 50 bis 55 Prozent betragen. Feuchtigkeit, die durch die Aktivitäten im Raum (z. B. Kochen, Waschen, Aquarium, Schwitzen) entsteht, muss durch regelmäßiges Lüften nach außen abgeführt werden. Kalte Außenluft, die durch Lüften in Innenräume gelangt, nimmt beim Erwärmen Feuchtigkeit auf, die mit der erwärmten Luft wieder nach außen abgeführt wird. Je kälter die Außenluft ist, desto mehr Wasser kann sie beim Erwärmen aufnehmen und desto größer ist der Lüftungs- und Trocknungseffekt.

HINWEIS

Regeln Sie die Heizkörperthermostate auf eine für Sie behagliche Raumtemperatur ein und belassen Sie diese Stellung möglichst. Beim Lüften sollten die Thermostate gedrosselt und anschließend auf die ursprüngliche Stellung zurückgestellt werden.

HINWEIS

In einem Drei-Personen-Haushalt werden durch die Wasserdampf-abgabe der Personen (30 bis 100 g/h je Person) durch Duschen, Waschen, Wäschetrocknen, Kochen sowie durch Pflanzen, Aquarien und andere Feuchtigkeitsquellen **täglich etwa 6 - 14 kg Wasser** freigesetzt. Um 10 kg Wasser aus Innenräumen abzuführen, müssen ca. 3.000 kg Luft bewegt werden. Dies bedeutet, dass der Luftinhalt der Innenräume im Mittel etwa sieben Mal täglich ausgetauscht werden muss, um die unerwünschte Feuchtigkeit abzutransportieren.

Abbildung 15

DURCHSCHNITTLICHE TÄGLICHE WASSERDAMPFABGABE (FEUCHTELAST) IN EINEM DREI-PERSONEN-HAUSHALT

Raum	Quellen	Wassermenge in g/Tag*)
Küche	Kochen + Feuchtreinigung	800-3000
Bad/WC-Raum	Waschmaschinenlauf	bis 150
	Duschbad	600-800
	Wäschetrocknen	bis 1200
Andere Räume	ruhende Person	bis 1000
	aktive Person	bis 2500
	Topfpflanzen	700-3600
	Sonstiges, z. B. nasse Kleidung	200
	freie Wasserflächen	500-700
Wohnung	alle	bis 11500

*) Erfahrungswerte aus Literaturangaben (Circa-Angaben)

Tauwasserbildung

Wird warme, mit Wasser gesättigte, Luft abgekühlt, kann die Luft das Wasser nicht mehr vollständig aufnehmen und es fällt in flüssiger Form an. In der Wohnung kann es dadurch an kalten Wänden, an denen die warme Raumluft abkühlt, zur Tauwasserbildung kommen. Je schlechter die Wärmedämmung der Außenwände ist und je mehr bauliche Fehler bei der Gebäudekonstruktion gemacht wurden (z. B. Wärmebrücken) und je schlechter eine Wand belüftet wird (zum Beispiel hinter Schränken oder hinter Wandverkleidungen), um so niedriger ist im Winter die Oberflächentempe-

ratur der Außenwand und um so größer ist die Gefahr der Tauwasserbildung in diesen Bereichen.

Bei neuen und energetisch aufwändig sanierten Gebäuden werden die Außenwände und die Fenster sehr gut wärmegeklämt. Das ist ein Vorteil, da damit die Temperatur in den Wänden zunimmt und die Gefahr der Kondenswasserbildung zunächst verringert wird. Gleichzeitig wird aber der natürliche Luftaustausch durch diese baulichen Maßnahmen zum Teil deutlich reduziert (Luftwechselraten von 0,1-0,3/h sind in solchen Gebäuden keine

Seltenheit; in alten Gebäuden erreichen die natürlichen Luftwechselraten zum Teil das Zehnfache dieser Werte). Durch die Verringerung des Luftaustausches steigt die relative Feuchte im Gebäude und die relative Feuchte

an den Innenflächen der Außenwände kann kritische Werte erreichen. Eine Tauwasserbildung lässt sich durch Reduzierung der Feuchtigkeitsquellen, mehr Fensterlüftung und/oder eine mechanische Belüftung verhindern.

HINWEIS

Bei Außenwänden – vor allem wenn sie ungenügend gedämmt sind – sollten keine Möbelstücke unmittelbar an die Wand gestellt und keine schweren Gardinen angebracht werden. Möbelstücke sollten ca. 10 cm von der Wand entfernt aufgestellt werden. Auch bei gut gedämmten Wänden muss für eine ausreichende Hinterlüftung der Gegenstände gesorgt werden.

HINWEIS

Bei älteren Gebäuden haben Fenster oft eine schlechtere Wärmedämmung als die Wände. Wasserdampf-Kondensation tritt dann zuerst am Fenster auf und liefert einen Hinweis darauf, dass mehr geheizt und/oder mehr gelüftet werden muss. Bei dicht schließenden, wärmegeprägten Fenstern ist diese Kontrollmöglichkeit leider nicht mehr gegeben. Daher muss bei dicht schließenden Fenstern vorsorglich vermehrt gelüftet werden.

Wenn bei einer Sanierung nur die Fenster getauscht, nicht aber der Wärmeschutz der gesamten Gebäudehülle verbessert wurde, sind die kältesten Stellen in der Wohnung nicht mehr die Fenster, sondern z. B. Außenwände und vor allem Außenwanddecken oder nicht beseitigte Wärmebrücken. Dort lässt sich eventuell auftretendes Kondenswasser

viel schlechter beobachten. Man kann auch Feuchtigkeitsmessgeräte zur Beurteilung heranziehen, sollte dabei aber bedenken, dass einfache Geräte unzuverlässig sein können und durch Anzeige von Nachkommastellen eine unberechtigte Genauigkeit vortäuschen.

HINWEIS

Vermieter sollten ihre Mieter unbedingt über die Folgen von energetischen Sanierungsmaßnahmen informieren. Vor allem die Notwendigkeit einer vermehrten Lüftung beim Einbau von dicht schließenden Fenstern sollte den Raumnutzern nahe gebracht werden, um Problemen mit späterem Schimmelpilzwachstum vorzubeugen.

SACHGERECHTES LÜFTEN

- Zur Verringerung der Feuchte im Raum sollte mehrmals täglich vorzugsweise eine **kurze Stoßlüftung** durch weites Öffnen der Fenster für ca. 5 - 10 Minuten durchgeführt werden. Im Sommer kann es aufgrund der etwa gleich hohen Lufttemperaturen innen und außen bis zu 30 Minuten dauern, bis der gewünschte Luftaustausch erfolgt. Quertlüftung (Durchzugluft) hilft, die Zeitspanne zu verkürzen. Spaltlüftung mit gekippten Fenstern bringt dagegen wenig, der Luftaustausch dauert sehr lange. Vor allem im Winter kommt es zu Energieverlusten.
- Im **Bad** - das gilt insbesondere für Räume mit ungenügender Lüftungsmöglichkeit - sollte nach dem Duschen das Wasser von Wänden und Boden entfernt werden. Badezimmertüren sollten vor und nach dem Duschen geschlossen bleiben, damit die Feuchtigkeit nicht in die anderen Räume eindringen kann. Anschließend muss gründlich gelüftet werden. Im Badezimmer reicht eine kurzfristige Lüftung nach dem Duschen meist nicht aus, da nasse Handtücher und Wände zu viel Feuchtigkeit enthalten. Evtl. kann, insbesondere bei kleinen Räumen, eine über Feuchtesensoren gesteuerte mechanische Entlüftung in der Außenwand hilfreich sein.
- In der **Küche** kann ein Dunstabzug mit Abführung der Abluft ins Freie Feuchtigkeit aus dem Raum entfernen.
- Weniger beheizte Räume (z. B. **Schlafzimmer**) sollten nicht durch warme Luft aus anderen Räumen am Abend aufgewärmt werden. An den kalten Außenwänden kann es sonst zu Tauwasserbildung kommen. Wegen der vermehrten Feuchtigkeitsabgabe beim Schlafen sollten Schlafzimmer morgens gelüftet werden.
- Kühle Räume, z. B. im Keller, sollten im Sommer (Außentemperatur deutlich höher als die Innentemperatur) vorzugsweise in den Morgen- und Abendstunden und nicht am Tag gelüftet werden, um einen Feuchtigkeitseintrag und Kondensation zu vermeiden.
- Räume, die längere Zeit nicht benutzt und beheizt wurden, müssen bei erneuter Nutzung vermehrt gelüftet werden, da sich sonst an den kalten Wänden Tauwasser bilden kann.

Mechanische Lüftungsanlagen

Für besonders luftdichte Gebäude kann der Einsatz mechanischer Lüftungsanlagen erforderlich sein, um eine gesundheitlich verträgliche Raumluftqualität und ein behagliches Raumklima zu schaffen oder zu erhalten. Bei Passivhäusern ist die Lüftungstechnik wegen der gleichzeitigen Wärmerückgewinnung Standard. Die Anlagen sind Bestandteil des

energetischen Gesamtsystems. In Altbauten erfordert in den meisten Fällen der nachträgliche Einbau solcher Lüftungsanlagen größeren bautechnischen und finanziellen Aufwand. Eventuell kann hier der Einbau dezentraler Lüftungseinrichtungen (bedarfsregulierte Lüftungsklappen in Fensterflügeln etc.) von Vorteil sein.

HINWEIS

Um die Gefahr einer gesundheitlichen Beeinträchtigung der Raumnutzer z. B. durch mikrobielle Verunreinigung der Anlagen zu vermeiden, sollten Lüftungsanlagen regelmäßig von geschultem Fachpersonal gewartet und kontrolliert werden. Ähnliches gilt für raumlufttechnische Anlagen in Bürogebäuden.

HEIZUNG UND WARMWASSER

Neben der Höhe des Wärmebedarfs bestimmt die Heizungsanlage maßgeblich die Umweltbilanz eines Hauses. Hoher Nutzungsgrad und geringe Schadstofffreisetzung sind entscheidende Faktoren für umweltfreundliches Heizen. Sowohl bei der Raumheizung wie bei der Warmwasserbereitung hat sich in den vergangenen Jahren Grundlegendes getan. So ist der Brennstoffverbrauch durch die Entwicklung neuer Heiztechniken erheblich verringert worden. Moderne Heizkessel arbeiten zudem wesentlich sauberer, was zu einer seit Jahren sinkenden Menge gesundheitsgefährdender Stoffe geführt hat. In jüngster Zeit haben Vielfalt und Reifegrad der verfügbaren Heiztechniken zugenommen, insbesondere bei erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWär-

meG) sowie steigende Energiepreise werden die Nachfrage nach modernen Heizungsanlagen weiter steigern.

Das ist auch höchste Zeit, denn in deutschen Heizungskellern schlummern viele veraltete Heizungsanlagen, die unnötig viel Energie vergeuden: Laut Schornsteinfeger-Statistik waren 2010 etwa 55 Prozent der 14 Millionen überwachungspflichtigen Gas- und Ölheizungen älter als 15 Jahre, 1,7 Millionen Anlagen (20 Prozent) sind älter als 20 Jahre und fast eine Million Anlagen (7 Prozent) sogar älter als 28 Jahre. Die Langlebigkeit der Technik ist durchaus von Vorteil – würden diese Anlagen in der Regel nicht zu viel Energie verbrauchen. Aber auch bei neueren Anlagen lohnt oft ein Blick auf die Wärmeverteilung, weil mit vergleichsweise kleinen Verbesserungen nennenswerte Energieeinsparungen erreicht werden können.

Schnelle Hilfe: Sofortmaßnahmen

Rund ums Heizen können Sie kurzfristig und mit überschaubarem Kostenaufwand sparsamer mit Energie umgehen und Ihre Heizungsanlage effizienter betreiben:

- Kennen Sie eigentlich den Energieverbrauch Ihres Hauses? Das ist der Startpunkt, um mit dem Energiesparen zu beginnen. Wie Sie ihn ermitteln und richtig einschätzen, erfahren Sie auf Seite 16!
- Räumen Sie die Heizkörper und Thermostatventile von Verkleidungen und Möbeln frei, damit die Luft im Raum zirkulieren kann.
- Dämmen Sie die Verteilleitungen in unbeheizten Räumen, damit die erzeugte Heizwärme auch in den Wohnräumen ankommt.
- Neue Heizkörperthermostate (ab 15 Euro) regeln die Raumtemperatur genauer. Programmierbare Heizkörperthermostate

senken automatisch die Raumtemperatur ab.

- Die Heizungsumwälzpumpe ist oft der größte Stromverbraucher im Haus! Stellen Sie sie auf eine niedrigere Stufe ein oder tauschen Sie sie gegen eine Hocheffizienz-Pumpe aus (ab 200 Euro plus Installation). Das rechnet sich binnen weniger Jahre.
- Lassen Sie eine Heizungsoptimierung vornehmen: Ein Installateur stellt die Wärmeverteilung so ein, dass die Heizkörper gleichmäßig mit Heizwasser versorgt werden. Er passt die Pumpenleistung an oder tauscht die Pumpe und stellt die Regelung ein. Der Heizkessel arbeitet im Ergebnis etwa 10 Prozent sparsamer, die Pumpe braucht weniger Strom. Kosten: etwa 5 bis 7 Euro pro m² Wohnfläche.

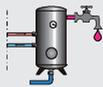
Mehr Informationen finden Sie im Kapitel „Richtig Heizen“ auf Seite 70.

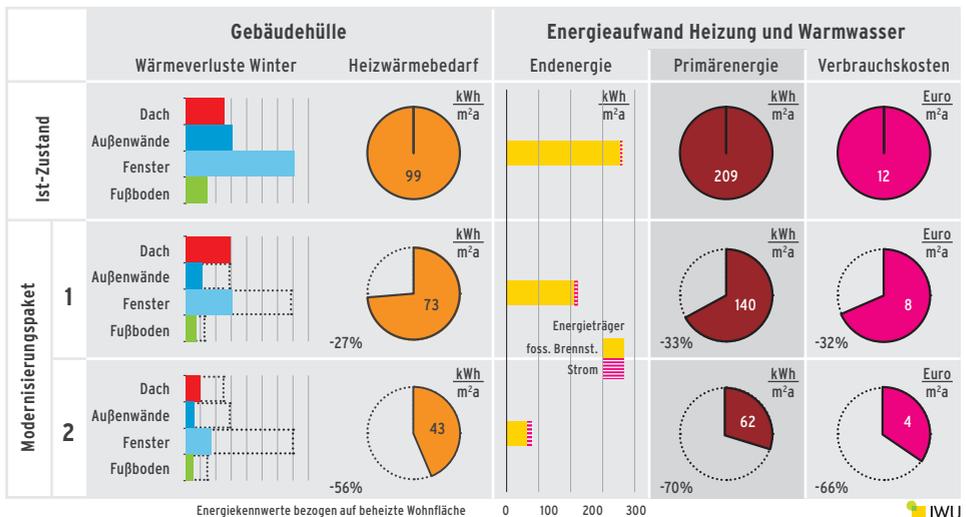


Abbildung 16

REIHENHAUS/DOPPELHAUSHÄLFTE AUS DEN 1980ER JAHREN

Exemplarische Möglichkeiten der Energieeinsparnis für ein typisches Reihen(end)haus aus den Jahren 1984 bis 1994. Schwachpunkt in der Gebäudehülle sind die Fenster, sofern sie nicht ausgetauscht wurden. Gaskessel und Warmwasserspeicher sind veraltet. Das zukunftsweisende Modernisierungspaket kann den Primärenergieverbrauch um 70 Prozent verringern. Die Verbrauchskosten pro Quadratmeter beheizter Wohnfläche können von 12 auf 4 Euro sinken – künftige Preissteigerungen sind hier noch nicht enthalten.

EFH_E	Heizsystem-Variante 1	1984 ... 1994			
	Gebäudetyp Klassifizierung (TABULA Code)				
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Land <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>DE</td></tr></table> Deutschland Germany ➤ Typologie Region <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>N</td></tr></table> - nicht spezifiziert - National ➤ Größenklasse <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>TH</td></tr></table> Einfamilienhaus ("RH") Terraced House (Single Family) ➤ Baualtersklasse <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>8</td></tr></table> [H] 1984 ... 1994 ➤ Zusatz-Kategorie <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>Gen</td></tr></table> Grund-Typ Generic 	DE	N	TH	8
DE					
N					
TH					
8					
Gen					
beheizte Wohnfläche 116 m ² Anzahl Vollgeschosse 2 Anzahl Wohnungen 1	Charakterisierung des Gebäudetyps				
					
Beispielgebäude - Ist-Zustand					
Konstruktion	Beschreibung	U-Wert W/(m ² K)			
Dach / oberste Geschossdecke 	Steildach mit 12 cm Dämmung 12 cm Dämmung zwischen den Holz-Sparren	0,40			
Außenwand 	Mauerwerk aus Leicht-Hochlochziegeln / Leichtmörtel	0,6			
Fenster 	Holzfenster mit Zweischeiben-Isolierverglasung Zweischeiben-Isolierverglasung im Holzrahmen (in späteren Jahren modernisiert, Original-Fenster nicht mehr erhalten)	3,5			
Fußboden 	Betondecke mit 6 cm Dämmung Stahlbeton, 6 cm Wärmedämmung, Zementestrich	0,5			
Wärmeversorgungssystem	Beschreibung	Energieaufwand für 1 kWh Wärme			
Heizsystem 	Gas-Zentralheizung, geringe Effizienz: Niedertemperatur-Kessel, hohe Wärmeverluste der Verteilleitungen	1,53 kWh Gas			
Warmwassersystem 	zentrale Warmwasserbereitung mit Gas, geringe Effizienz: Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Niedertemperatur-Kessel); schlecht gedämmte Zirkulationsleitungen	2,70 kWh Gas			
Wärmeversorgung gesamt	Primärenergieaufwandszahl nicht-erneuerbare Energieträger	1,94 kWh Primärenergie <small>inkl. Strom für Hilfsenergie</small>			



Modernisierungspaket 1: "konventionell"	Modernisierungspaket 2: "zukunftsweisend"
-----------------------------------------	-------------------------------------------

Maßnahme	U-Wert W/(m²K)	Maßnahme	U-Wert W/(m²K)
Dämmung im Sparren-Zwischenraum 12 cm (bei Bedarf Aufdopplung der Sparren und Freiräumen des Zwischenraums)	 0,41	Dämmung im Sparren-Zwischenraum 12 cm + zusätzliche Dämmlage 18 cm	 0,14
Dämmung 12 cm + Verputz (Wärmedämmverbundsystem), alternativ: hinterlüftete Fassade (z. B. Zellulose zwischen Traghölzern)	 0,20	Dämmung 24 cm + Verputz (Wärmedämmverbundsystem), alternativ: hinterlüftete Fassade (z. B. Zellulose zwischen Traghölzern)	 0,12
Einbau von Fenstern mit 2-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung	 1,3	Einbau von Fenstern mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen	 0,8
Dämmung 8 cm unter der Decke / alternativ: auf der Decke (im Fall einer Fußbodensanierung)	 0,24	Dämmung 12 cm unter der Decke (bei ausreichender Kellerraumhöhe) / alternativ: auf der Decke (im Fall einer Fußb.-sanierung) oder Komb. unter/auf	 0,19
Wärmeversorgungssystem	Energieaufwand für 1 kWh Wärme	Wärmeversorgungssystem	Energieaufwand für 1 kWh Wärme
Gas-Zentralheizung, hohe Effizienz: Brennwertkessel; minimierte Wärmeverluste der Verteilleitungen	 1,15 kWh Gas	Gas-Zentralheizung, hohe Effizienz: Brennwertkessel; minimierte Wärmeverluste der Verteilleitungen	 0,41 kWh Gas
zentrale Warmwasserbereitung mit Gas, mittlere Effizienz: Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Brennwertkessel), keine Zirkulationsleitung	 2,46 kWh Gas	Lüftungsanlage mit 80% Wärmerückgewinnung	 zuzügl. Strom für Lüftungsanlage
zentrale Warmwasserbereitung mit Gas, hohe Effizienz: Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Brennwertkessel) + thermische Solaranlage, keine Zirkulationsleitung	 2,46 kWh Gas	zentrale Warmwasserbereitung mit Gas, hohe Effizienz: Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Brennwertkessel) + thermische Solaranlage, keine Zirkulationsleitung	 0,39 kWh Gas
Primärenergieaufwandszahl nicht-erneuerbare Energieträger	inkl. Strom für Hilfsenergie 1,68 kWh Primärenergie	Primärenergieaufwandszahl nicht-erneuerbare Energieträger	inkl. Strom für Hilfsenergie 1,13 kWh Primärenergie

Quelle: IWU (2011), Deutsche Gebäudetypologie - beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden



Rote Karte für alte Heizkessel

Die Energieausnutzung von Heizkesseln wird mit dem Nutzungsgrad beschrieben. Er erfasst alle Verluste eines Heizkessels (Abgas- und Oberflächenverluste) innerhalb eines Jahres (Jahresnutzungsgrad). Soll der Nutzungsgrad der gesamten Anlage betrachtet werden, müssen weitere Verluste berücksichtigt werden. Dieser Wert darf aber nicht mit dem vom Schornsteinfeger gemessenen, momentanen Feuerungs-Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers verwechselt werden. Ältere Anlagen haben oftmals Energieverluste von mehr als 35 Prozent. Die Heizkessel weisen in der Regel folgende Mängel auf:

- große Oberflächenverluste infolge der hohen Kesseltemperatur und geringen Kesselkörperwärmedämmung (veraltete Kesselbauart),
- hohe Abgasverluste,
- zu geringe Laufzeit des Brenners sowie zu viele Ein- und Ausschaltvorgänge (überdimensionierter Heizkessel),
- veraltete, fehlende oder defekte Regeleinrichtung,
- nicht oder unzureichend wärmegeprägtes Rohrleitungssystem.

Alte Heizkessel erreichen den höchsten Nutzungsgrad nur bei Dauerbetrieb, der allerdings selbst bei extremen Minusgraden nahezu ausgeschlossen ist. Mit geringerer Auslastung fällt der Nutzungsgrad erheblich ab. Besonders deutlich wird das bei Auslastungen kleiner als 30 Prozent. Infolgedessen steigt der Energieverbrauch. Dass diese Heizkessel früher erheblich überdimensioniert wurden, verstärkt den Effekt. Wird die Auslastung eines alten Heizkessels verringert, zum Beispiel durch die Verminderung des Gebäudewärmebedarfs infolge von Wärmedämmmaßnahmen, verschlechtert sich der Nutzungsgrad des alten Heizkessels weiter.

HINWEIS

Bei Wärmedämmung des Gebäudes sollten Sie möglichst auch den Heizkessel sanieren! Erst durch den Einbau einer modernen und sparsamen Heizung wird die größte Energieeinsparung erreicht.

EMPFEHLUNG

Energieverbrauch und Umweltbelastung hängen stark vom Heizungssystem und vom eingesetzten Brennstoff ab. Das Alter der Heizungsanlage spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle: Ist Ihre Heizungsanlage älter als 15 Jahre, sollten Sie umgehend prüfen, ob sich eine moderne Anlage rentiert. Moderne Brennwertgeräte weisen die höchsten Nutzungsgrade klassischer Heiztechniken auf. Das heißt, die Energieverluste über die gesamte Heizperiode betragen nur noch wenige Prozent. Um abzuschätzen, ob und wie viel Energie und Geld Sie bei der Modernisierung Ihrer Heizung und Ihres Gebäudes sparen können, gibt es eine Reihe von Möglichkeiten:

- Mit den **Online-Energiespar-Ratgebern** von co2online können Sie schnell den energetischen Zustand Ihrer Heizung oder Ihres ganzen Hauses abschätzen: <http://www.co2online.de>
- Sie können einen Handwerker mit dem **Heizungs-Check** nach DIN EN 15378 beauftragen, der die gesamte Heizungsanlage auf Verbesserungsmöglichkeiten prüft. Geschulte Handwerker finden Sie im Internet unter <http://www.intelligent-heizen.info/heizungs-check>.
- Im 30-minütigen der Kampagne Haus sanieren – profitieren! geben Ihnen spezialisierte Handwerker einen ersten Überblick über den energetischen Zustand des gesamten Hauses, einschließlich der Heizungsanlage. Teilnehmende Betriebe finden Sie unter <http://www.sanieren-profitieren.de>.

Falls Ihr Heizkessel noch mit einer konstant hohen Heißwassertemperatur arbeitet oder die Raumluft im Heizkeller die 20-Grad-Marke erreicht, sollten Sie möglichst rasch eine Modernisierung Ihrer Heizungsanlage angehen.

Der richtige Energieträger

Für die Gebäudeheizung und Warmwasseraufbereitung werden in Deutschland vornehmlich Erdöl und Erdgas eingesetzt. Die Verbrennung von Heizöl setzt neben dem Klimagas Kohlendioxid vor allem Stickstoffverbindungen, Staub und Kohlenmonoxid sowie verschiedene Kohlenwasserstoffe frei. Erdgas schneidet besser ab. Bei der Verbrennung entstehen nahezu keine Schwefel- und deutlich weniger Stickstoffverbindungen. Außerdem wird weniger Kohlendioxid freigesetzt.

Jede Kilowattstunde Strom ist mit einem beträchtlichen Rucksack an Umweltschäden und schwer quantifizierbaren Risiken aus der Kernenergienutzung belastet. Grund: immer noch hohe Anteile von Stein- und Braunkohle (über 40 Prozent) und Kernenergie (über 20 Prozent) bei der Stromerzeugung in Deutschland. Nachtspeicherheizungen, wie sie seit den 1960er Jahren eingebaut wurden, sind daher besonders klima- und umweltschädlich. Elektrische Wärmepumpen, die seit einigen Jahren häufig installiert werden, können die-

sen Nachteil unter günstigen Bedingungen ausgleichen, indem sie Umweltwärme nutzen.

Immer größerer Beliebtheit erfreuen sich Holzheizungen, hauptsächlich Holzpellets. Holz, das aus nachhaltiger Waldwirtschaft stammt, gilt als nahezu klimaneutral, weil bei seiner Verbrennung nur so viel CO₂ entsteht, wie der Baum während seines Wachstums gebunden hat. Im Vergleich zu Öl und Gas entstehen jedoch mehr Luftschadstoffe.

Möchte man Heiztechniken, die unterschiedliche Energieträger nutzen, anhand ihrer Energieeffizienz und Klimawirkungen vergleichen, sollte man die gesamte Energieumwandlungs- und -bereitstellungskette „vom Heizkörper bis

zum eingesetzten Brennstoff“ berücksichtigen, weil Energieträger verschiedene Auswirkungen auf Umwelt und Klima haben. Besonders groß sind die Unterschiede zwischen Strom und Brennstoffen.

HINWEIS

Alle Energieträger haben Auswirkungen auf die Umwelt. Am umweltfreundlichsten ist es deshalb, möglichst wenig Energie zu brauchen. Sehr gut wärmegeämmte Häuser haben nur einen geringen Heizbedarf.

Abbildung 17

UMWELTWIRKUNGEN UNTERSCHIEDLICHER ENERGIE TRÄGER BEIM EINSATZ IN MODERNEN HEIZUNGSANLAGEN

	Kohlenmonoxid (CO)	Stickoxide (NOx)	Staub	nicht-erneuerbare Primärenergie	Kohlendioxid (CO ₂)
	[g/kWh]	[g/kWh]	[g/kWh]	[kWh Primärenergie pro kWh End-energie]	[g/kWh]
Erdgas	0,068	0,047	0	1,1	202
Heizöl	0,047	0,144	0,013	1,1	266
Strom (durchschnittlich)	0,278	0,443	0,019	2,6	575
Fernwärme (durchschnittlich)	0,098	0,242	0,006	1,3	200
Holzpellets	0,659	0,281	0,079	0,2	0
Holzhackschnitzel	1,062	0,349	0,144	0,2	0
Scheitholz	1,537	0,302	0,162	0,2	0

Quelle: Bettgenhäuser, Umweltwirkungen von Heizungen in Deutschland, Ecofys 2010 (FKZ 3708 41 150)

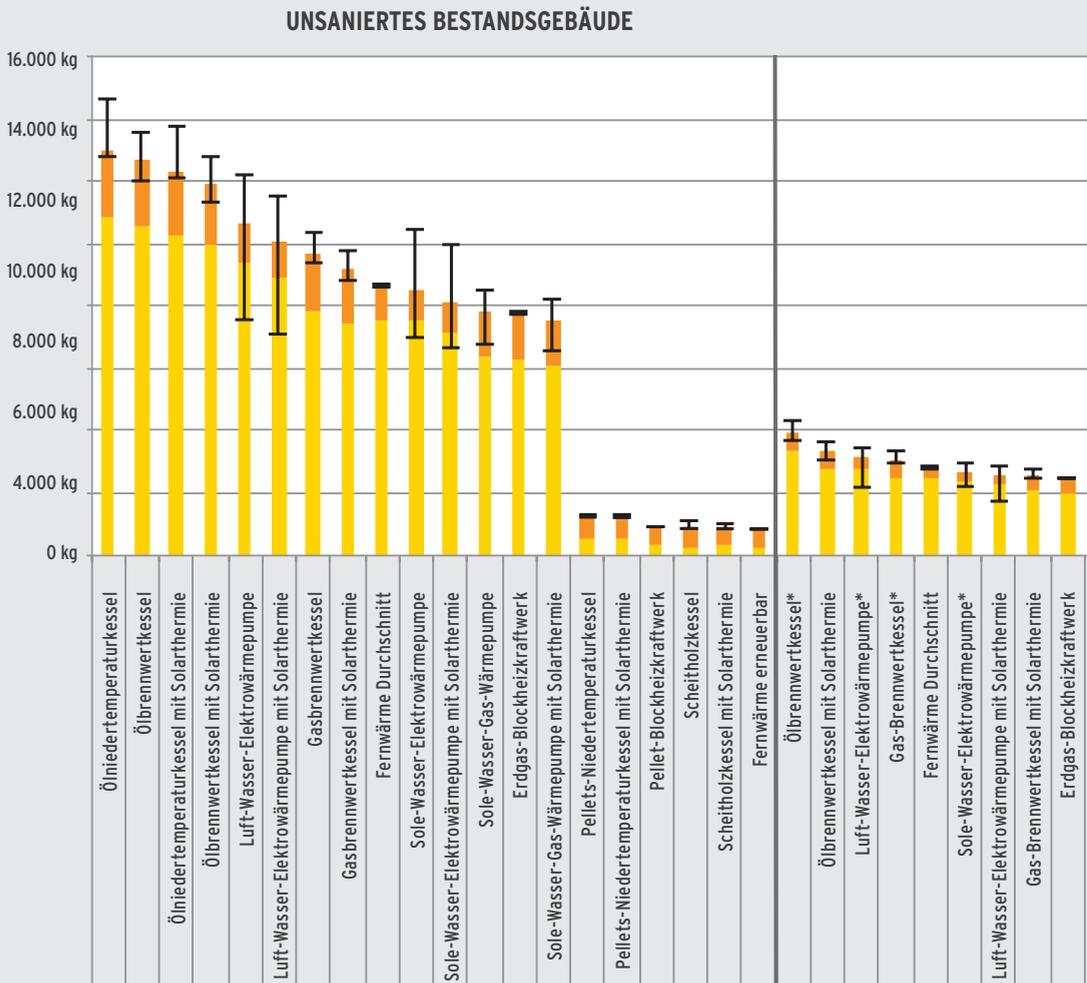
Anmerkung: Gewinnung, Aufbereitung und Transport von Brennstoffen verursachen weitere Emissionen (in der so genannten Vorkette), die in diesen Werten nicht enthalten sind.

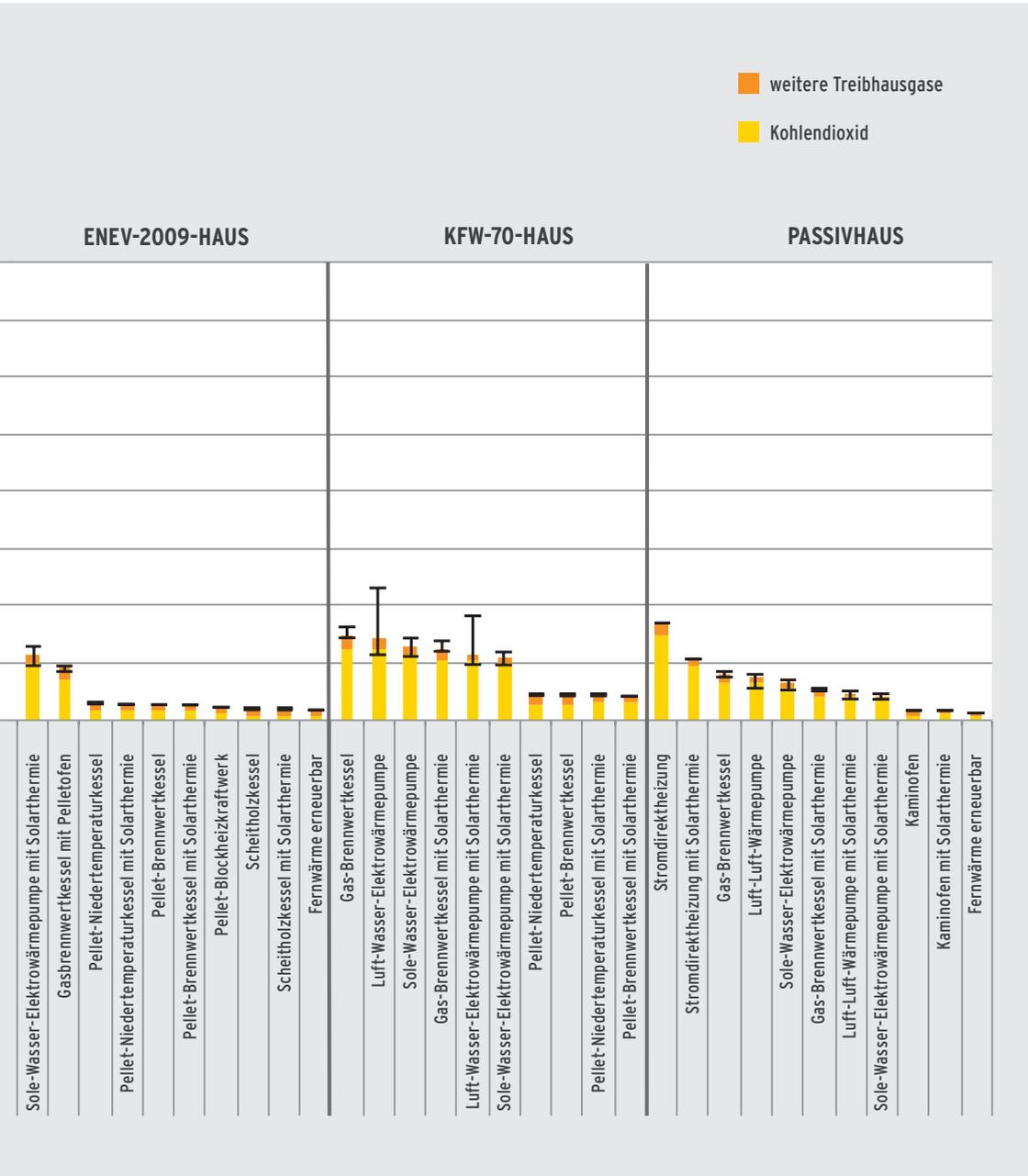


Abbildung 18

TREIBHAUSGASEMISSIONEN VON HEIZUNGSSYSTEMEN IN WOHNGBÄUDEN MIT UNTERSCHIEDLICHEN ENERGIESTANDARDS

Erläuterung: Nicht alle denkbaren Heizungssysteme sind dargestellt. Solarthermie dient nur der Warmwasserbereitung. Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung bei KfW-70-Haus und bei Passivhaus. Dargestellte Bandbreiten sind Anhaltswerte für die in der Praxis auftretende, teilweise stark abweichende Energieeffizienz. „*“ bedeutet: Anforderungen des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (Seite 117) sind für Neubauten nicht erfüllt, daher sind diese Systeme nur für die Sanierung bestehender Gebäude auf EnEV-Neubau-Standard relevant.





Richtig heizen

Fast alle Heizungssysteme funktionieren nach einem einfachen Prinzip: Eine Wärmequelle, d.h. ein mit Öl, Gas oder Festbrennstoffen betriebener Brenner, eine Wärmepumpe oder auch ein Solarkollektor erwärmt Wasser in einem Heizkessel. Von einer Pumpe angetrieben, zirkuliert es in einem Kreislauf und durchläuft die Heizkörper. Dort wird die Wärme an die Raumluft abgegeben. Gleichzeitig kühlt das Heizwasser ab und muss erneut erhitzt werden. Thermostatventile an den Heizkörpern begrenzen je nach Einstellung und Raumtemperatur das durchströmende Heizwasser.

Wie so oft liegt die Tücke im Detail. Die Umweltverträglichkeit einer Heizungsanlage hängt neben dem eingesetzten Brennstoff vor allem an ihrer Energieausnutzung: Wie viel der im Laufe eines Jahres eingesetzten Primärenergie kommt letztlich als nutzbare Wärme in den Wohnräumen (oder als erwärmtes Trinkwasser) an? Der Nutzungsgrad der gesamten Heizungsanlage lässt sich über zahlreiche Maßnahmen verbessern:

- möglichst effizienter Wärmeerzeuger,
- passende Dimensionierung,
- niedrige Vor- und Rücklauftemperatur,
- individuelle Einstellung der Heizung,
- geringe Verteilungsverluste,
- geregelte, sparsame Heizungsumwälzpumpe,
- genaue, funktionsfähige und voreingestellte Thermostatventile,
- hydraulischer Abgleich der Heizwärmeverteilung.

Viele dieser Maßnahmen lohnen sich auch, ohne gleichzeitig einen neuen Wärmeerzeu-

ger einzubauen. Gerade bei neueren Anlagen können kleine, günstige Verbesserungen viel bewirken. Wie viel Energie Sie mit den folgenden Maßnahmen sparen können, hängt stark davon ab, wie (in)effizient Ihre Heizanlage derzeit arbeitet. 10 bis 20 Prozent sind aber durchaus wahrscheinlich, in manchen Fällen auch mehr. Die im Folgenden genannten Angaben sind daher nur Richtwerte.

• *Möglichst effizienter Wärmeerzeuger*

Jeder Wärmeerzeuger, sei es ein Gas- oder Ölkessel, eine Wärmepumpe oder ein Blockheizkraftwerk, sollte die eingesetzte Energie möglichst vollständig ausnutzen, d.h. einen hohen Wirkungsgrad haben. Den erreicht man, indem aus dem eingesetzten Brennstoff oder Energieträger möglichst viel Wärme erzeugt wird, die dann effektiv an das Heizwasser übertragen wird. Die Abstrahl- und Abgasverluste müssen gering sein.

Ein wichtiger Punkt sind die **Wärmeverluste** im Abgas durch den Schornstein. Entsprechende Verluste über den Kamin wurden inzwischen bei hochwirksamen Anlagen auf ein Minimum gesenkt.

Häufig wird empfohlen, als Maßnahme zur Energieeinsparung bei alten Heizkesseln einen neuen Brenner anzubauen. Meist können so die Abgasverlust-Grenzwerte der 1. BImSchV erfüllt werden. Zu beachten ist jedoch, dass der alte Heizkessel weiterhin seine hohen Auskühl- und Oberflächenverluste hat, so dass der Brennertausch den Nutzungsgrad des Heizkessels nur geringfügig verbessert. Ein neuer Brenner allein bringt nicht die gewünschte Energieeinsparung.



- *Passende Dimensionierung*

Wichtig ist die richtige **Dimensionierung einer Heizungsanlage** auf Grundlage einer Berechnung des Energiebedarfs eines Gebäudes. Auch so können Energiekosten gespart werden – nicht nur beim Kauf der Anlage, sondern auch langfristig beim Brennstoffbedarf. Gerade ältere, aber auch viele neue Anlagen sind häufig überdimensioniert. Mit einem kleineren Wärmeerzeuger sinken auch die monatlich oder jährlich fälligen Anschlusskosten. Wenn eine Anlage zudem nicht „modulieren“, d.h. die erzeugte Wärmemenge nicht an die schwankende Wärmenachfrage anpassen kann, arbeitet sie im Teillastbetrieb, in dem sie häufig ein- und ausschalten muss. Das erhöht den Energieaufwand, den Verschleiß und somit die Heizkosten. Grundsätzlich sollten Sie vor der Installation einer neuen Heizungsanlage auch prüfen, wie der Wärmebedarf durch eine geeignete Wärmedämmung gesenkt werden kann.

- *Niedrige Vor- und Rücklauftemperatur*

Günstige Energieverbräuche sind abhängig von einer niedrigen **Vorlauftemperatur**. Gemeint ist die Temperatur des Wassers, das den Heizkessel auf dem Weg zu den Heizkörpern verlässt. Die **Rücklauftemperatur** bezeichnet die Temperatur des Heizwassers, das wieder am Wärmeerzeuger ankommt. Erst eine Rücklauftemperatur möglichst unter 45 °C sorgt bei Brennwertkesseln (Gas) für den Brennwertnutzen. Je größer der Heizenergiebedarf und je kleiner die Heizkörper, umso höher muss das Temperaturniveau sein. In den 70er Jahren lagen Vorlauf- und Rücklauftemperatur noch bei 90 °C/70 °C, in den 80ern sanken sie auf 70 °C/50 °C. Heute reicht bei besonders wirksamen Heizkörpern und niedrigem Energieverbrauch ein Temperaturniveau von 40 °C/30 °C, bei günstig ausgelegten **Fußbodenheizungen** genügen sogar 35 °C/28 °C oder noch weniger. Grundsätzlich, insbesondere jedoch bei Fußbodenheizungen, sollte die sogenannte **Auslegungstemperatur**, also die bei extremer Kälte (z. B. -12 °C Außentemperatur) erforderliche Vorlauftemperatur, möglichst gering sein. Aus Kostengründen wird dieses Ziel oftmals bei der Erstellung der Anlage außer Acht gelassen, weil kleinere Heizkörper oder kürzere Heizrohre in der Fußbodenheizung weniger kosten. **Aber Vorsicht: Die höheren Betriebskosten zahlen Sie während der gesamten Lebensdauer der Anlage (ca. 20 bis 35 Jahre)!** Oftmals sind vorhandene Heizkörper auch zu groß ausgelegt. In solchen Fällen lohnt eine genauere Betrachtung, um die Heizung mit einer niedrigeren Vorlauftemperatur und damit höherem Nutzungsgrad betreiben zu können.

- *Individuelle Einstellung der Heizungsregelung*

Die Heizungsregelung ist Teil jedes Wärmeerzeugers. Sie soll bewirken, dass nur so viel Wärme erzeugt wird, wie zum Heizen im jeweiligen Moment ausreicht. Wichtig ist, dass die Regelung für jedes Haus individuell eingestellt wird: Die Werkseinstellungen sind meist nicht ausreichend, weil sie oft einen "Sicherheitszuschlag" enthalten: Sie bewirken eine zu hohe Vorlauftemperatur und führen daher zu einem höheren Energieverbrauch. Eine automatische Nachtabsenkung um einige Grad Celsius verspricht eine Energieeinsparung von wenigen Prozent. Je besser ein Gebäude gedämmt ist, desto geringer ist aber dieser Effekt, weil ein solches Gebäude langsamer auskühlt.

- *Geringe Verteilungsverluste*

Die Wärmeverteilung ist notwendig, um die Heizwärme vom Wärmeerzeuger zu den Heizkörpern zu transportieren. Die Wärme, die auf diesem Weg verloren geht, muss zusätzlich aufgewendet werden. Die Wärmeverluste der Heizungsrohre sollten daher durch eine effektive Rohrleitungsdämmung minimiert werden. Faustregel: Die Dämmschicht sollte mindestens so dick wie der Innendurchmesser des Rohres sein. Die Rohrdämmung sollte stets lückenlos sein und eng anliegen, damit Luft nicht zirkulieren und Wärme wegtragen kann.

- *Thermostatventile*

Thermostatventile bestehen aus zwei Teilen: Am Thermostatkopf kann man die Raumtemperatur einstellen; er erfasst („fühlt“) die Raumtemperatur und gibt dem Ventil (gehäuse) vor, wie viel Heizwasser es in den Heizkörper fließen lassen soll, um die eingestellte Raumtemperatur zu erreichen. Das ist z. B. wichtig, wenn die Sonne in ei-

nen Raum scheint und ihn ausreichend erwärmt – ohne zusätzliches Heizen. Achten Sie darauf, dass die Thermostatventile nicht von Gardinen oder Möbeln verdeckt sind. Je genauer ein Thermostatventil die Raumtemperatur einhalten kann, desto geringer ist der Energieverbrauch. Neben den klassischen Thermostatköpfen gibt es auch programmierbare Thermostate, die nur zu den eingegebenen Zeiten auf die gewünschte Temperatur heizen und sonst die Raumtemperatur auf niedrigem Niveau halten. Manche „merken“ automatisch, wenn ein Fenster zum Lüften geöffnet ist, und drosseln solange die Wärmezufuhr. Ein fein voreingestelltes Ventil begrenzt den maximalen Durchfluss im Heizkörper und lässt dem Heizwasser genügend Zeit sich abzukühlen. Der Einsatz moderner Thermostate kann etwa 10 Prozent Energieersparnis bringen. Wie viel Energie Sie mit dem Ersatz Ihrer Thermostatventile sparen, kann der ThermostatCheck von co2online abschätzen: <http://www.co2online.de/kampagnen-und-projekte/energiespar-ratgeber/index.html>

HINWEIS

Um einen Raum schneller aufzuheizen, hilft es nicht, das Thermostatventil ganz aufzudrehen. Das Ventil steuert nämlich nur eine bestimmte Temperatur an. Dreht man das Ventil ganz auf, wird es eher zu warm und man muss das Ventil wieder herumdrehen. Wählen Sie eine passende Stufe und geben Sie Heizkörper und Thermostat etwas Zeit, den Raum aufzuheizen. Die Grundeinstellung 3 bedeutet meist 20 °C.

DER BLAUE ENGEL FÜR PROGRAMMIERBARE HEIZKÖRPERTHERMOSTATE

Programmierbare Heizkörperthermostate können einen Beitrag zur Einsparung von Heizenergie leisten, indem nachts oder bei Abwesenheit die Raumtemperatur gezielt abgesenkt wird. Die Einsparungen liegen dabei typischerweise bei etwa 10 Prozent, in Einzelfällen (z. B. Altbauten) auch höher. Mit dem Umweltzeichen für programmierbare Heizkörperthermostate können Produkte gekennzeichnet werden, die sich durch folgende Gebrauchs- und Umwelteigenschaften auszeichnen:

- präzise und schnelle Temperatursteuerung,
- geringer Stromverbrauch,
- Benutzerfreundlichkeit,
- recyclinggerechte Konstruktion,
- Vermeidung umweltbelastender Materialien,
- geringe elektromagnetische Strahlung.



Weitere Informationen: RAL UZ 168 Programmierbare Heizkörperthermostate:
http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=612

• *Geregelte Heizungsumwälzpumpe*

Die Heizungsumwälzpumpe transportiert das erwärmte Heizwasser vom Heizkessel zu den Heizkörpern und braucht dafür Strom. Weil die Thermostatventile stets unterschiedlich weit geöffnet sind und mehr oder weniger Heizwasser in die Heizkörper strömen lassen, schwankt auch die Menge an Heizwasser, die die Umwälzpumpe transportieren muss. Drehzahlgeregelte Heizungsumwälzpumpen passen ihre Drehzahl und damit ihren

Stromverbrauch an die benötigte Heizwassermenge automatisch an. Die Einstellung auf eine bestimmte Drehzahlstufe ist meist nicht erforderlich. Ungeregelte Pumpen würden immer bei voller Kraft laufen und unnötig viel Strom verbrauchen. Vor wenigen Jahren hat zudem eine neue, deutlich sparsamere Motortechnik Einzug gehalten: Elektronisch kommutierte Permanentmagnetmotoren (EC-Motoren) senken den Stromverbrauch nochmals um die Hälfte.

HINWEIS

Heizungsumwälzpumpen sind oft die größten Stromverbraucher im Haushalt! Drehzahlregelung und EC-Motor einer hocheffizienten Umwälzpumpe senken Ihren Stromverbrauch um drei Viertel. Über die eingesparten Stromkosten amortisieren sich hocheffiziente Umwälzpumpen bereits in kurzer Zeit, trotz des höheren Kaufpreises. Ein Austausch lohnt sich in vielen Fällen auch dann, wenn die installierte Pumpe noch nicht defekt ist. Eine entsprechende Pumpe funktioniert am besten im Zusammenspiel mit einer hydraulisch abgeglichenen Heizungsanlage. Weil die Lebensdauer einer Heizung 20 bis 25 Jahre beträgt, sollten Sie beim Kauf besonders auf drehzahlgeregelte Umwälzpumpen mit EC-Motor achten.

Nicht immer ist ein Austausch der Pumpe notwendig, um große Stromeinsparungen zu erreichen. Viele Geräte sind einfach nur falsch eingestellt. Ist die Pumpe regelbar, genügt es häufig schon, geringere Leistungsstufen auszuprobieren. Untersuchungen zeigen, dass Umwälzpumpen bis zu dreimal größer sind als nötig. Wer bei der Anschaffung einer neuen Umwälzpumpe die richtige Größe wählt, dem reicht eine kleinere Pumpe, die auch noch weniger kostet. Die Vorteile hocheffizienter Umwälzpumpen hat die EU-Kommission erkannt und gibt sie seit 2013 schrittweise als Standard vor (Verordnung 2009/641/EG). Weil diese besonders effizienten Umwälzpumpen nicht in allen alten Heizungsanlagen eingesetzt werden können, sind integrierte Umwälzpumpen (die Pumpen in bestehenden Wärmeerzeugern ersetzen sollen) bis zum 1.1.2020 von der Regelung ausgenommen. So wird vermieden, dass eine defekte Umwälzpumpe den Austausch des ganzen Wärmeerzeugers erzwingt.

Weitere Informationen:

➤ zur EU-Regelung:

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3794.html>

➤ zum Pumpentausch:

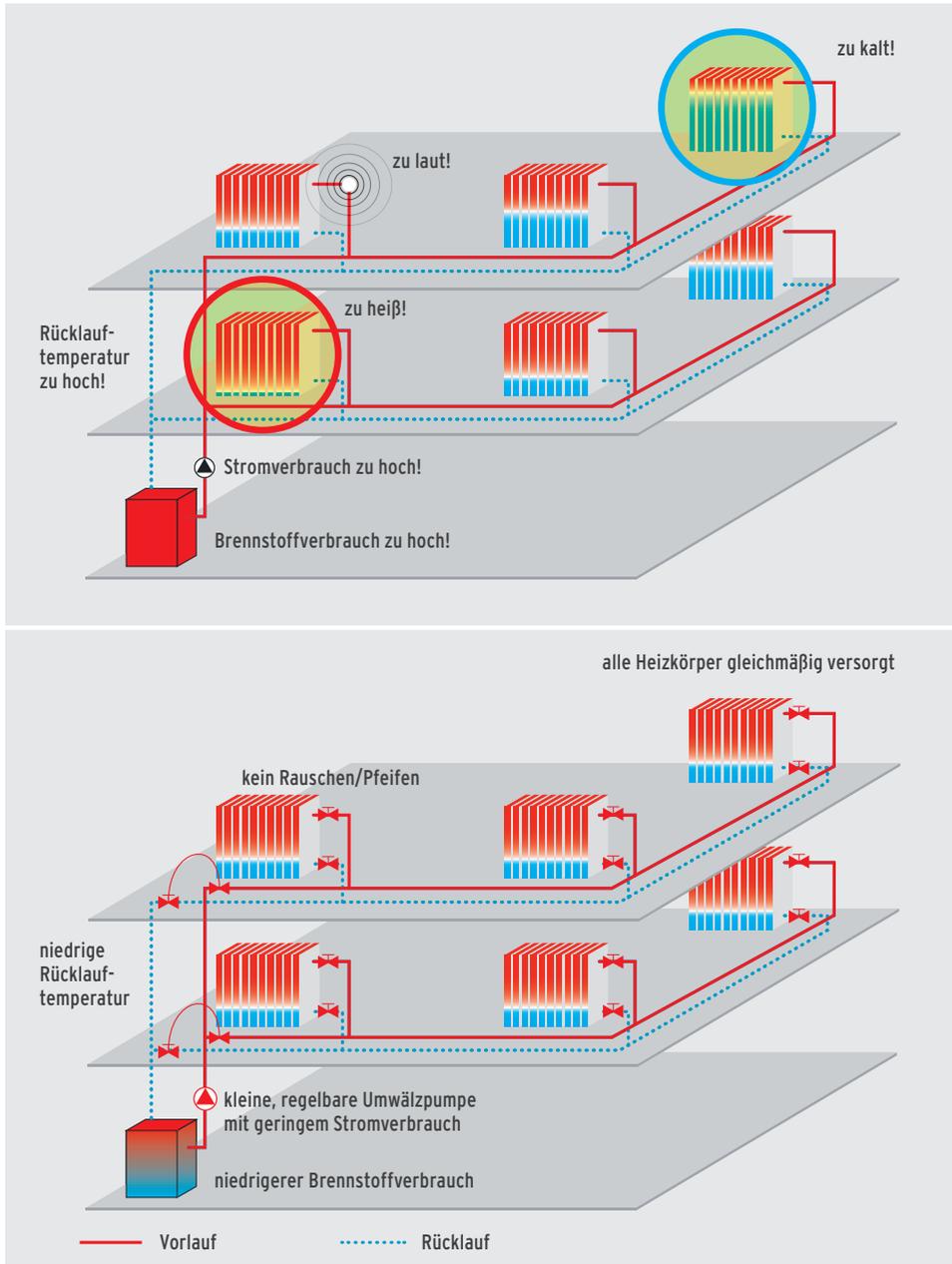
<http://www.sparpumpe.de>

• *Hydraulischer Abgleich der Heizwärmeverteilung*

Die erzeugte Wärme muss über die Heizkörper in die Räume gelangen (Wärmeverteilung). Heizwasser fließt dabei durch Rohrleitungen – so entsteht Reibungswiderstand. Je länger der Leitungsweg, desto größer der Widerstand. Weil Wasser den Weg des geringsten Widerstandes geht, fließt durch Heizkörper, die sich in der Nähe des Wärmeerzeugers befinden, mehr oder sogar zu viel Wasser: Sie werden schnell zu heiß. Die am weitesten entfernt liegenden Heizkörper bekommen zu wenig Heizwasser und können die Räume nicht mehr wunschgemäß heizen. Man erhöht deshalb schnell die Leistung (die Vorlauftemperatur) der Heizung oder die Leistungsstufe der Umwälzpumpe. Das Ergebnis: ein unnötig hoher Verbrauch an Wärme und Strom. Das Phänomen können Sie nicht nur an unterschiedlich warmen Heizkörpern, sondern auch am Rauschen oder Pfeifen in den Heizkörpern erkennen. (Wird ein Heizkörper nicht warm, kann sich auch Luft angesammelt haben; man sollte ihn dann erst einmal über die Entlüftungsschraube solange entlüften, bis Wasser austritt.)

Abbildung 19

HYDRAULISCH NICHT ABGEGLEICHENE HEIZUNGSANLAGE (OBEN) UND HYDRAULISCH ABGEGLEICHENE HEIZUNGSANLAGE (UNTEN)



Quelle: VdZ - Forum für Energieeffizienz in der Gebäudetechnik e.V.

Beim hydraulischen Abgleich wird die Wärmeverteilung so eingestellt, dass alle Heizkörper gleichmäßig mit ausreichend Heizwasser versorgt werden und der einzelne Heizkörper oben spürbar wärmer ist als unten. Gleichzeitig wird die Einstellung der Heizungsregelung überprüft und angepasst. Zusätzlich eine hocheffiziente Umwälzpumpe einzubauen, ist in vielen Fällen sinnvoll (s.o.). Ansonsten kann die bestehende Umwälzpumpe oft auf eine niedrigere Stufe eingestellt werden. Ergebnis: Alle Räume werden gleichmäßig beheizt; die gesamte Heizungsanlage arbeitet mit einem um bis zu 15 Prozent höheren Nutzungsgrad. Außerdem braucht die Umwälzpumpe weniger Strom. Durch den niedrigeren Verbrauch an Wärme und Strom rechnen sich die Anschaffungskosten – etwa 5 bis 7 Euro pro m² – in kurzer Zeit. Die Durchführung des hydraulischen Abgleichs und der Einregelung der gesamten Heizungsanlage ist Bedingung für verschiedene Förderprogramme, z. B. bei den KfW-Programmen oder beim Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien.

Weitere Informationen:

- zum Austausch von Umwälzpumpen: <http://www.sparpumpe.de>
- zur Heizungsoptimierung: <http://www.hydraulischer-abgleich.de/>
- zum Heizungs-Check: <http://www.intelligent-heizen.info/heizungs-check>

Warmwasserbereitung

Der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung wird oft als „Nebenprodukt“ der Heizung angesehen. Dabei hat die Warmwasserbereitung heute bereits einen Anteil von 10 bis 15 Prozent am Energiebedarf eines Gebäudes, mit steigender Tendenz. Grund: Der Energiebedarf für die Beheizung geht zurück, der relative Energiebedarf für die Warmwasserbereitung nimmt zu. Immer aufwändigere sanitäre Ausstattungen der Wohnungen tun ihr Übriges. Bei Passivhäusern kann der Anteil des Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung sogar bis zu 60 Prozent betragen.

Anwendung	Warmwassermenge in Liter	Wassertemperatur in °C
Vollbad	120 bis 150	40
Duschbad	30 bis 50	40
Händewaschen	2 bis 5	40
Kopfwäsche	5 bis 15	40
Küchenspüle	2 bis 15	55
Heißgetränk	Bis zu 1	100

Quelle: GRE

Der durchschnittliche Wasserbedarf (Warm- und Kaltwasser) liegt in Deutschland bei rund 110 Litern pro Person und Tag. Davon wird durchschnittlich ein Drittel als warmes Wasser benötigt. Jede Person hat einen Warmwasserenergiebedarf von umgerechnet 500 bis 660 kWh pro Jahr. Je nach Warmwassersystem kommen Verluste in bedeutender Höhe hinzu:

- Umwandlungs- und Übertragungsverluste
 - bei der Energieumwandlung (v.a. Stromerzeugung und -verteilung),
 - bei der Wärmeerzeugung (z. B. Gas- oder Ölfeuerung),
- Speicherverluste im zentralen Warmwasserspeicher wie auch in elektrisch beheizten Kleinspeichern (“Untertisch-Geräte”),
- Wärmeverluste in den Leitungen,
- thermische Desinfektion (kurzzeitiges Aufheizen des gesamten Systems auf mindestens 70 °C, um Legionellen abzutöten).

Allein die Wärmeverluste aus nicht gut gedämmten Warmwasserleitungen können über das Jahr einen zusätzlichen Energiebedarf von 20 bis 30 Prozent des eigentlichen Energiebedarfs zur Warmwasserbereitung verursachen. Die Warmwassertemperatur kann man aber nicht beliebig absenken, weil Legionellen (Bakterien im Trinkwasser, die die Legionärskrankheit auslösen) und andere Keime bei Temperaturen zwischen 30 °C und 50 °C am besten wachsen. Grundsätzlich gibt es zwei empfehlenswerte Möglichkeiten, einer Verkeimung vorzubeugen:

- 60°C Warmwassertemperatur am Abgang des Trinkwassererwärmers und gleichmäßiges Warmhalten des gesamten Warmwassers auf mindestens 55°C, um das Wachstum von Legionellen und anderen

Keimen zu verhindern. (Das sind Anforderungen des DVWG-Arbeitsblatts W 551 für Warmwasseranlagen mit mehr als 400 Litern Speicherinhalt oder mit mehr als 3 Litern Inhalt in der längsten Rohrleitung zwischen einem Wasserhahn und dem Speicher. Für Ein- und Zweifamilienhäuser ist dies eine Empfehlung.)

- Warmwasserspeicher sollten so klein wie möglich und Leitungsstrecken so kurz wie möglich sein, damit das warme Wasser rasch verbraucht wird und nicht lange im System verbleibt. So haben Legionellen und andere Keime wenig Zeit, sich zu vermehren.

Legionellen können übrigens auch in Kaltwasserleitungen wachsen, wenn das Wasser dort lange genug steht und sich erwärmt.

HINWEIS

Wählen Sie bei Warmwasserspeicherung nur die wirklich notwendige Temperatur, also z. B. 60 °C statt 85 °C. Warm- und Kaltwasserrohre sollten gut gedämmt sein und mindestens den Vorschriften der Energie-Einsparverordnung (EnEV) entsprechen. Dämmmaßnahmen sind vergleichsweise preiswert, besonders wenn sie in Eigenleistung erbracht werden: Das Material für die Dämmung kostet etwa 6 bis 12 Euro pro Meter. Einschließlich Handwerker-Montage kommt man ungefähr auf das Doppelte – insbesondere wenn viele Bögen und Absperrventile im Rohrsystem enthalten sind.

Es gibt einige Möglichkeiten, **bei der Warmwasserbereitung nennenswert Energie einzusparen** (und damit CO₂-Emissionen), ohne die Hygiene zu vernachlässigen:

Kurzfristig:

- frei liegende Verteilungs- und Zirkulationsleitungen isolieren,
- Speicher mit geringen Wärmeverlusten installieren,
- wassersparende Armaturen oder Durchflussbegrenzer verwenden,
- Laufzeiten der Zirkulationspumpe an die tatsächlichen Verbrauchsgewohnheiten anpassen (z. B. Nachtabstaltung mit Zeitschaltuhr oder temperaturabhängige Schaltung).

Mittel- bis langfristig:

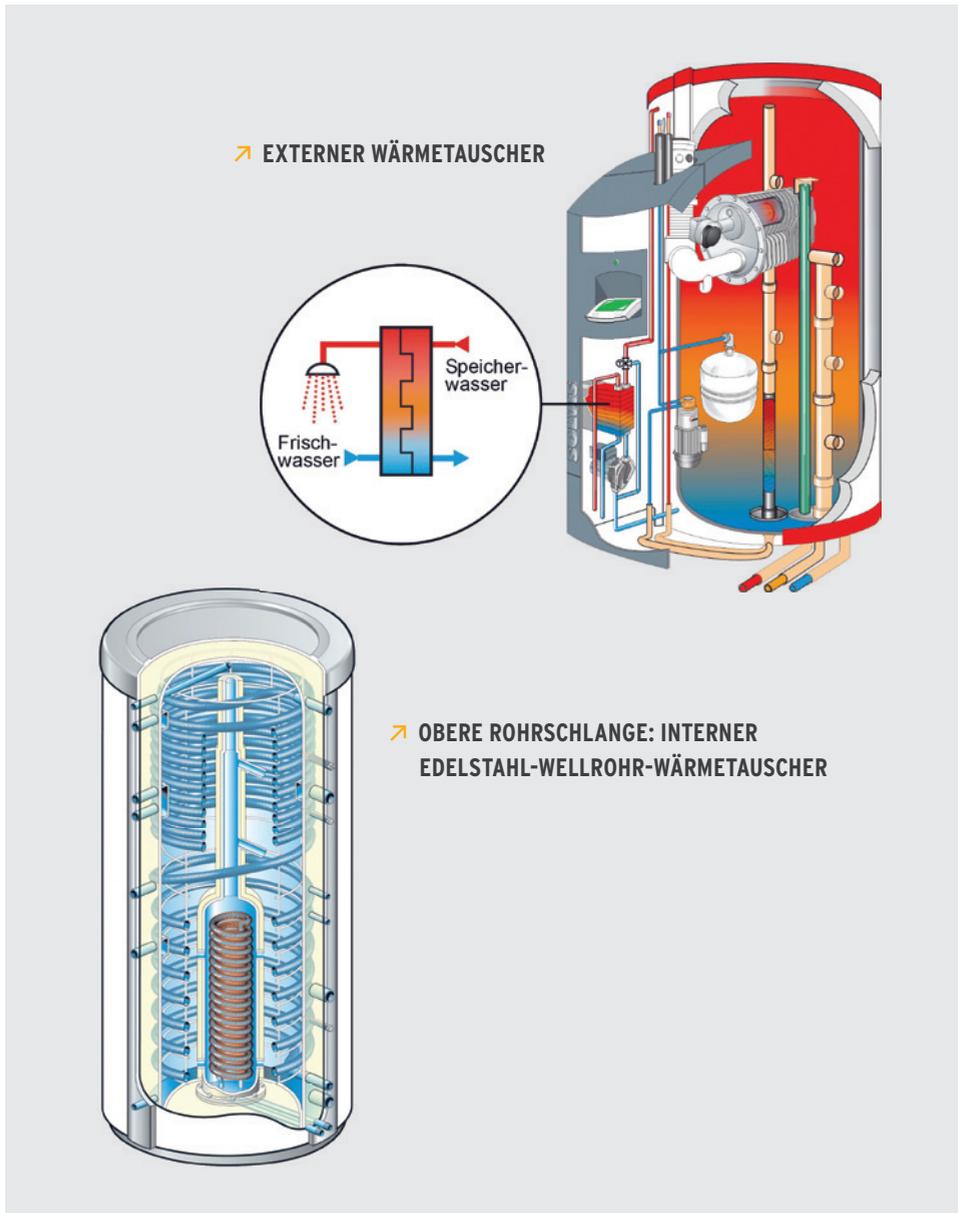
- Einbau eines effizienten Wärmeerzeugers, ggf. mit gleichzeitigem Wechsel zu einem umweltfreundlicheren Energieträger oder mit Einbindung einer Solaranlage,
- Installation eines so genannten „Frischwassersystems“: Trinkwasser wird erst bei Bedarf mit Wärme aus einem (Puffer-)Speicher über einen Wärmetauscher erwärmt und nicht in einem Speicher bevorratet. Das Funktionsprinzip ähnelt einem Durchlauferhitzer, der jedoch von einem Speicher

beheizt wird. Für kleinere Anlagen können in den Speicher integrierte Wärmetauscher genügen. Bei größeren Anlagen werden auch externe Plattenwärmetauscher eingesetzt. Mit solchen Systemen reicht eine etwas niedrigere Warmwassertemperatur aus (z. B. 50 °C statt 60 °C), weil nur sehr wenig Warmwasser vorgehalten wird. Das ermöglicht einen um 8 bis 10 Prozent effizienteren Betrieb des Wärmeerzeugers und erhöht bei Solaranlagen den solaren Deckungsanteil.

- Speziell zur Umstellung elektrischer Warmwasserbereitung bei vorhandener Zentralheizung wurden Durchflusswasserheizer oder Wohnungswärmestationen entwickelt: Das sind Durchlauferhitzer, die von der vorhandenen Zentralheizung mit Wärme versorgt werden. Gut gedämmte Heizungsleitungen helfen, den Wärmeeintrag in die Wohnräume während des Sommers zu reduzieren. Es gibt Geräte für die wohnungsweise Warmwasserversorgung, aber auch als Kleinstgeräte zur Untertisch-Montage, beispielsweise in Küchen.
- Bei grundlegender Sanierung: Wärmedämmung auch verdeckt (unter Putz) liegender Verteilungs- und Zirkulationsleitungen.

Abbildung 20

ZWEI ARTEN VON WARMWASSERSPEICHERN, DIE WARMWASSER IM DURCHLAUFPRINZIP BEREITEN



Quelle: Solvis (oben), Weishaupt (unten)

DER BLAUE ENGEL FÜR ENERGIESPARENDE WARMWASSERSPEICHER

Warmwasserspeicher mit dem Blauen Engel haben eine besonders effektive Wärmespeicherung und eine sehr gute Wärmeisolierung. Damit können die Energiekosten für die Warmwasserbereitung in Einfamilienhäusern um bis zu 10 Prozent gesenkt werden. In Verbindung mit Solarkollektoren helfen hochwertige Speicher, das zeitliche Auseinanderfallen von Wärmeangebot durch Sonneneinstrahlung und Warmwasserverbrauch für Heizung, Bad und Küche zu überbrücken.

Kriterien des Blauen Engels:

- Geltungsbereich: 50 bis 3000 Liter
- Energieeffizienz: Wärmeverlustrate (WVR) abhängig vom Speicherinhalt:
$$WVR \leq 0.13 \cdot (V_{\text{Speicher}})^{0.5}$$
- Umweltfreundliche Dämmstoffe
- Recyclinggerechte Konstruktion



Weitere Informationen im Internet:

RAL UZ 124 Energiesparende Warmwasserspeicher:
http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=614

Zirkulationsleitungen und -pumpen lassen das erwärmte Trinkwasser in den Verteilungsrohren umlaufen, damit an jeder Entnahmestelle möglichst rasch warmes Wasser vorhanden ist. In Ein- und Zweifamilienhäusern sind sie kein Muss, wenn die Zapfstellen in den einzelnen Etagen übereinander angeordnet und die Leitungswege kurz sind. Bei Neubauten, teilweise auch bei grundlegenden Sanierungen, ist bei der Planung auf möglichst kurze

Leitungswege zu achten. Dies reduziert die Baukosten für Leitungen, für deren Isolierung und die Verluste beim ständigen Vorhalten warmen Wassers im Verteilungssystem. Für Einfamilienhäuser sind Zirkulationsleitungen ohne Komforteinbuße verzichtbar. Will oder kann man jedoch nicht darauf verzichten, müssen laut EnEV die Verluste durch eine Abschaltung der Zirkulationspumpe während bestimmter Zeiten (z. B. in der Nacht oder

tagsüber bei längerer Abwesenheit) verringert werden. Seit Kurzem sind auch Zirkulationspumpen erhältlich, die sich eigenständig „merken“, wann warmes Wasser gebraucht wird. Nur in diesen Zeiträumen lassen sie das warme Wasser zirkulieren. Andere Zirkulationspumpen schalten sich erst wieder an, wenn die Rücklaufftemperatur unter einen bestimmten Wert sinkt.

Elektrische Warmwasserbereitung findet man in Deutschland in etwa jeder fünften Wohnung, auch in zentral beheizten Gebäuden. Sie wird unter anderem mit geringen

Energieverlusten und günstigen Preisen beworben. Wegen der energie- und CO₂-intensiven Stromerzeugung kann elektrische Warmwasserbereitung aber nur dann ökologisch vorteilhaft sein, wenn die Umwandlungs-, Speicher- und Leitungsverluste einer zentralen Warmwasserversorgung größer sind als die höheren CO₂-Emissionen aus Stromerzeugung und -verteilung. Ob dieser Vorteil tatsächlich erreichbar ist, hängt stark von den örtlichen Gegebenheiten ab (sehr lange Verteilleitungen, sehr geringer Warmwasserbedarf, z. B. im wenig benutzten Gästebadezimmer) und bedarf der individuellen Berechnung.

HINWEIS

Elektrische Warmwasserbereitung ist im Betrieb vergleichsweise teuer. Wegen der hohen Umwandlungsverluste bei der Stromerzeugung belastet sie in vielen Fällen die Umwelt. Sinnvollere Alternativen sind zahlreich: Zentralheizungen mit indirekt beheiztem Warmwasserspeicher (Gas-, Ölkessel, Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbare Energien), aber auch Gaskombiwasserheizer („Gasthermen“) und elektronische Gasdurchlauferhitzer.

Wenn elektrische Warmwasserbereitung unumgänglich ist, beispielsweise in bestehenden Wohnungen, sollten die verwendeten Geräte möglichst sparsam mit Strom umgehen: Das ist bei elektronisch geregelten Durchlauferhitzern und (Klein-) Speichern mit minimierten Speicherverlusten der Fall.

Gas- und Ölheizungen

Die so genannte **Brennwerttechnik** ist mittlerweile Standard. Sie nutzt die Wärme des Abgases und die Energie, die bei der Kondensation des Wasserdampfes frei wird. Die Brennwerttechnik nutzt also fast die gesamte im Brennstoff gespeicherte Energiemenge. Rechnerisch können Wirkungsgrade von bis zu 110 Prozent erreicht werden.

HINWEIS

Der Nutzungsgrad beschreibt den Nutzen pro Aufwand, also die erzeugten Einheiten an Heizwärme pro aufgewendeten Einheiten an Brennstoff. Wirkungsgrade und Nutzungsgrade werden noch oft auf den unteren Heizwert bezogen. Nutzt man nun die Kondensationswärme für die Heizwärme, wird der „Nutzen“ größer als der „Aufwand“ (unterer Heizwert ohne Kondensationswärme) und man erhält rechnerisch Wirkungs- und Nutzungsgrade von mehr als 100 Prozent. Der größere Brennwert (der obere Heizwert) enthält die Kondensationswärme im Abgas, im Gegensatz zum unteren Heizwert.

HINWEIS

Tauscht man den vorhandenen Kessel gegen einen Brennwertkessel, muss in der Regel der Schornstein angepasst werden: Niedrige Abgastemperaturen und das (leicht saure) Kondensat, das abfließen muss, stellen andere Anforderungen an den Schornstein.

Besonders wirkungsvoll ist die **Gas-Brennwerttechnik**. Die Verbrennung von Erdgas setzt relativ große Mengen an Wasserdampf frei, der im Wärmetauscher des Heizkessels kondensiert. Je mehr Kondensat anfällt – maximal 150 g pro kWh Gas sind möglich –, desto besser nutzen Sie die eingesetzte Energie aus. Die dadurch freigesetzte Energie wärmt das Heizwasser vor. Das setzt niedrige Vorlauf- und Rücklauftemperaturen von maximal 55/45 °C voraus (siehe Seite 70). Das Wasser selbst ist nur mäßig sauer und kann in die Kanalisation abgeleitet werden. **Öl-Brennwertheizungen** werden derzeit ebenfalls Standard. Sie sind jedoch weniger wirksam als Gas-Brennwertheizungen, da bei der Verbrennung von Heizöl deutlich weniger Wasserdampf entsteht und entsprechend weniger Kondensationswär-

me frei wird. Sofern man kein schwefelfreies Heizöl verwendet, führt der höhere Schwefelgehalt dazu, dass das Kondensat sauer ist und vor der Ableitung in den Kanal behandelt werden muss.

Hochtemperaturkessel brauchen eine Kesselwassertemperatur von konstant mindestens 70 °C bis 80 °C. Obwohl sie „Standardkessel“ heißen, ist dies veraltete Technik, die dringend durch modernere ersetzt werden sollte. **Niedertemperaturkessel** mit Gleitbetrieb heizen das Kesselwasser nur auf die erforderliche Vorlauftemperatur auf, bis auf das Niveau der Raumtemperatur. So kann ein Jahresnutzungsgrad von 85 Prozent und mehr erreicht werden. Sie sind vor allem dann sinnvoll, wenn hohe Vorlauftemperaturen

nicht verringert werden können und keinen Brennwertbetrieb ermöglichen. Oder der Schornstein kann nicht an die Anforderungen der Brennwerttechnik angepasst werden.

Bei Hoch- und Niedertemperatur-Kesseln kann eine zu niedrige Kesselwassertemperatur – durch Kondensation von Wasserdampf aus den Verbrennungsgasen – zu Korrosionsschäden führen.

HINWEIS

Mehrkosten für ein Gas-Brennwertgerät in Höhe von 1.000 bis 2.000 Euro gegenüber einem Niedertemperaturkessel können durch einen in der Regel um 10 Prozent geringeren Brennstoffbedarf wieder eingespart werden.

DER BLAUE ENGEL FÜR GAS-BRENNWERTKESSEL

Die Brennwerttechnik ist die zurzeit wirtschaftlichste Form beim Heizen mit fossilen Brennstoffen. Brennwertgeräte können im Leistungsbereich bis einschließlich 400 kW mit dem Umweltzeichen Blauer Engel ausgezeichnet werden, wenn sie die strengen Abgas- (Emissions-) und Effizienzkriterien einhalten. Die Geräte benötigen im Vergleich mit normalen Niedertemperaturheizkesseln bis zu 11 Prozent weniger Brennstoff, bei gleicher Heizleistung. Als relativ kleine Wandgeräte finden die Heizungen fast überall Platz. Oftmals werden sie unter dem Dach montiert und lediglich mit einem kurzen feuchtebeständigen Abgasrohr versehen. Weder ein eigener Raum noch ein gemauerter Schornstein sind dann erforderlich. Brennwertkessel lassen sich mit einem Warmwasserspeicher kombinieren und sorgen dann für eine komfortable Warmwasserbereitstellung.

Kriterien des Blauen Engels:

- Energieeffizienz: Norm-Nutzungsgrad zwischen 106 % (bei 1 kW) und 109 % (ab 50 kW)
- Emissionen: $\text{NO}_x \leq 40 \text{ mg/kWh}$, $\text{CO} \leq 20 \text{ mg/kWh}$
- Hilfsenergie: Bei Teillast $\leq 50 \text{ W}$ mit Unterstützungsgebläse, $\leq 110 \text{ Watt}$ mit Gebläsebrenner (bis 50 kW Heizleistung), im Schlumberbetrieb $\leq 12 \text{ Watt}$ (bis 50 kW Heizleistung)
- Integrierte Umwälzpumpe: Energieeffizienzindex $\text{EEI} \leq 0,27$

Informationen im Internet: RAL UZ 61 Gas-Brennwertkessel

http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=624

• *Verringerung der Schadstoffe im Abgas*

Die Abgasentwicklung ist abhängig von der Verbrennungstechnik. So kann beispielsweise bei **Ölzerstäubungsbrennern** das Öl durch die Zufuhr heißer Abgase vor dem Verbrennen verdampft werden. Das gasförmige Öl wird fast vollständig verbrannt, so dass ein weitgehend rußfreier und schadstoffarmer Betrieb erreicht wird. Bei **Gasbrennern** wirkt dagegen eine Absenkung der Verbrennungstemperatur der Entstehung von Stickoxiden entgegen. Dies wird zum Beispiel durch den Einsatz von Edelmetallen erreicht, die den Flammen einen Teil der Wärme entziehen, oder auch durch die Beschränkung der Sauerstoffzufuhr. Hier sind allerdings enge Grenzen gesetzt, da bei Sauerstoffmangel das giftige Kohlenmonoxid entsteht. Ein optimales Mischungsverhältnis von Sauerstoff und Gas ist eine Voraussetzung für das schadstoffarme und energiesparende Heizen.

Elektroheizung

Zwei Arten von Elektroheizung sind am häufigsten: **Nachtstromspeicherheizungen** wandeln nachts Strom in Wärme um und speichern diese. Viele Energieversorger bieten vergünstigten Heizstrom („Nachtstrom“) an. Tagsüber steht die eingespeicherte Wärme dann zum Heizen eines Raumes zur Verfügung. Wie andere Heizsysteme auch, heizen Nachtspeicherheizungen den ganzen Raum, indem sie die Raumluft umwälzen. **Infrarot-Strahlungsheizungen** sind elektrisch beheizte Stein- oder Glasplatten, die Wärmestrahlung (Infrarot-Strahlung) emittieren. Die Wärmestrahlung wandelt sich auf Gegenständen oder der menschlichen Haut direkt in Wärme um. Dabei verursacht sie keine Luftzirkulation und wirbelt kaum Staub

auf. Wärme durch Infrarotstrahlung empfindet man deshalb als angenehm. Die Raumtemperatur kann etwas niedriger ausfallen, wodurch die Wärmeverluste um einige Prozentpunkte sinken. Wärmestrahlung ist aber nur direkt spürbar, nicht durch Gegenstände hindurch oder „um die Ecke“. Vergünstigte Stromtarife sind in der Regel nicht möglich. Manchmal wird Infrarot-Strahlungsheizung für die Entfeuchtung des Mauerwerks empfohlen. Das verleitet aber dazu, auftretende Feuchteschäden nur zu kompensieren, anstatt die Ursachen zu beheben.

Mit elektrischem Strom zu heizen verursacht mehr Treibhausgase als nötig: 2007 hatte die elektrische Raumwärme einen Anteil von 5 Prozent am gesamten Stromverbrauchs. Nur etwa **jede 25. Wohnung** in Deutschland wird elektrisch beheizt. Elektro-Heizungen verursachen jedoch etwa ein **Siebtel der CO₂-Emissionen** der Haushalte. Die hohen Energieverluste bei der Stromerzeugung haben großen Anteil daran: Elektrischer Strom ist etwa dreimal so klimaschädlich wie Erdgas. Mit Strom zu heizen ist außerdem sehr teuer: Strom kostet mit etwa 24 Cent pro kWh dreibis viermal so viel wie Gas oder Heizöl mit 6-8 Cent/kWh. Selbst vergünstigter Heizstrom ist etwa doppelt so teuer wie Gas oder Heizöl.

HINWEIS

Der Einsatz von Strom für Heizzwecke, sowohl in Nachtspeicherheizungen wie auch in Infrarot-Strahlungsheizungen, ist **teuer und nicht umweltfreundlich**.

Der Einbau einer umweltfreundlicheren Heizungsanlage wird staatlich gefördert:

➤ <http://www.energiefoerderung.info/>

➤ <http://www.kfw.de>

Heizen mit Holz: Holzpellets, Holzhack-schnitzel, Scheitholz

Neben der Sonnenwärme steht dem Eigenheimbesitzer ein weiterer erneuerbarer Energieträger zum Heizen und zur Warmwasserbereitung zur Verfügung: Holz.

Während fossile Energieträger wie Heizöl oder Erdgas bei der Verbrennung seit Jahrmillionen in der Erde gespeicherten Kohlenstoff als Kohlendioxid (CO₂) freisetzen und damit den Treibhauseffekt verstärken, wird bei der Verbrennung von Holz nur so viel Kohlendioxid freigesetzt, wie vorher beim Wachstum des Baumes der Luft entzogen wurde. Das heißt: Solange bei nachhaltiger Waldbewirtschaftung

so viel Holz eingeschlagen wird, wie auch nachwächst, ist die energetische Nutzung von Holz nahezu klimaneutral (Fossile Energieträger werden für Holzgewinnung, -aufbereitung und -transport eingesetzt und verursachen geringe Treibhausgas-Emissionen).

Bei Heizen mit Holz denken Sie vielleicht zuerst an einen offenen Kamin. So stimmungsvoll ein Kaminfeuer auch sein mag, aus energetischer Sicht überzeugt der offene Kamin nicht. Ein Großteil der Wärme entweicht ungenutzt durch den Schornstein und eine erhebliche Menge an Luftschadstoffen gleich mit.

Aber es geht auch anders: Heutzutage lässt sich Holz in modernen Holzfeuerungen bei relativ geringem Arbeitsaufwand mit hohem Wirkungsgrad und deutlich gemindertem Schadstoffausstoß verbrennen.

EMPFEHLUNG

Lassen Sie Holzheizungen durch Fachbetriebe installieren und in Betrieb nehmen. Bereits im Vorfeld sollten Sie sich hinsichtlich der optimalen Dimensionierung der Anlage beraten lassen.

Mit richtiger Bedienung der Geräte können große Mengen Brennstoff eingespart und viele Schadstoffemissionen vermieden werden, z. B. durch den Einsatz von ausreichend getrocknetem Holz und richtiger Beladung. Beachten Sie die Hinweise in der UBA-Broschüre „Heizen mit Holz“.

• Pellet-Zentralheizkessel

Die besten Betriebsbedingungen für Holzfeuerungen erreichen Anlagen, die den Brennstoff – etwa als Pellets – kontinuierlich zuführen.

Holzpellets sind kleine zylindrische Presslinge aus unbehandelten Säge- und Hobelspänen. Sie sind gleichmäßig zusammengesetzt und lassen sich automatisch zünden. Holzpellets

für Haushalts-Heizungsanlagen sollten der DIN EN 14961-2 Klasse A1 entsprechen. Empfehlenswert ist es, Pellets zu nutzen, die eines der Qualitätssiegel ENplus oder DINplus führen. Der Heizwert von Holzpellets liegt bei 5 Kilowattstunden pro Kilogramm, damit können zwei Kilogramm Holzpellets etwa 1 Liter Heizöl oder 1 Kubikmeter Erdgas ersetzen. Der Bedienungskomfort einer vollautomatischen Pelletheizung ist vergleichbar mit dem einer Öl- oder Gasheizung. Die weitgehend standardisierten Eigenschaften der Holzpellets ermöglichen eine besonders schadstoffarme Verbrennung. Brennstoff- und Verbrennungsluftzufuhr, der Feuerungsraum, alles wird so auf die Eigenschaften des Holzpellet-Brennstoffes abgestimmt, dass die Verbrennung möglichst vollständig und schadstoffarm erfolgen kann. Ein Pufferspeicher, der unmittelbar nicht benötigte Wärme speichert, ist bei Pelletkesseln meist sinnvoll.

• *Stückholz-Zentralheizkessel*

Stückholz- oder Scheitholzessel sind von Hand mit Scheitholz bestückte Zentralheizkessel. Bei Stückholz-Zentralheizkesseln hat sich die Technik des unteren oder seitlichen Abbrandes durchgesetzt. Dabei brennt die Flamme nicht nach oben durch die Brennstoffschicht, sondern seitlich oder nach unten in einer separaten Brennkammer. Holzheizkessel sind recht komfortabel: Da bei der Verbrennung nur der Brennstoff über dem Glutbett erfasst wird, läuft die Verbrennung quasi kontinuierlich und gleichmäßig ab. Sie müssen deshalb nur in langen zeitlichen Abständen Holz nachlegen. Stückholzessel können nur zyklisch betrieben werden, d.h. eine Beladung mit Scheitholz wird am Stück verbrannt. Bei Stückholzesseln ist ein

ausreichend großer Pufferspeicher nötig. So kann die Anlage unter Volllast (weniger emissionsintensiv) betrieben werden; die nicht sofort benötigte Wärme wird gespeichert. Bei neuen Anlagen schreibt die 1. BImSchV Pufferspeicher vor (siehe Seite 117).

Die weitgehend standardisierten Eigenschaften der Holzpellets ermöglichen eine schadstoffärmere Verbrennung als andere Holz brennstoffe. Wenn auf kleinem Raum viele Holzfeuerungen betrieben werden, können aber auch die Emissionen schadstoffarmer Feuerungen spürbar werden.

Pellet- und Stückholzessel werden hauptsächlich im Leistungsbereich bis 50 Kilowatt angeboten. Für ein modernes Einfamilienhaus ist in der Regel eine Leistung von 15 Kilowatt ausreichend. Übrigens: Auch die Kombination eines Holzheizkessels mit einer thermischen Solaranlage ist eine interessante Option – im Sommer direkte Solarwärme vom Dach zur Warmwasserbereitung, im Winter gespeicherte Solarenergie aus Holz.

• *Holz hackschnitzelkessel*

Für größere Anlagen kommen als Brennstoff auch **Holz hackschnitzel** in Frage. Dabei handelt es sich um zerkleinertes Holz, das bei der Durchforstung von Wald entsteht, z. B. Schwachholz. **Hackschnitzelkessel** werden etwa ab einer Leistung von 30 kW angeboten. Für einen umweltfreundlichen Betrieb ist ein Pufferspeicher sinnvoll. Die Hackschnitzel sollten in einem Silo gelagert werden. Automatische Brennstoffzufuhr und Ascheabstrahlung ermöglichen für Hackschnitzelkessel einen automatischen Betrieb, dessen Komfort dem Betrieb von Ölkesseln ähnelt.

EMPFEHLUNG

Holzpellet- und Holz hackschnitzel-Heizkessel, die den Blauen Engel tragen, ermöglichen einen sparsamen und umweltfreundlichen Betrieb, wenn das Umweltzeichen RAL-UZ 112 erfüllt ist; (siehe Seite 89). Scheitholz kessel sollten mindestens die Kriterien des Marktanreizprogramms für erneuerbare Energien erfüllen (siehe Seite 112).

• Vom offenen Kamin zum Pelletofen:

Einzelraumfeuerungsanlagen

Meist als Komfort- und Zusatzheizung eingesetzt, dienen Einzelraumfeuerungsanlagen dazu, einen oder zwei benachbarte Räume zu heizen. Die meisten Öfen geben die Wärme vor allem als Strahlungswärme ab. Einige Ofenarten haben zusätzlich Wasser-Wärmetauscher. Eine Reihe unterschiedlicher Typen sind in Gebrauch, von offenen Kaminen, über Kaminöfen, Kachelöfen bis zu umweltfreundlicheren Pelletöfen.

• Pelletöfen

Pelletfeuerung gibt es nicht nur in Heizkesseln, die ganze Häuser beheizen, sondern auch in Kaminöfen oder Kachelofenheizeinsätzen. Die Pellets verbrennen schadstoffärmer als andere Holzbrennstoffe und sind wesentlich komfortabler in der Anwendung als Holzsplitte, da Pelletöfen weitgehend automatisch arbeiten. Der Brennstoff lässt sich optimal lagern und dosieren.

EMPFEHLUNG

Für neue Einzelraumfeuerungsanlagen gelten seit 22. März 2010 besondere Anforderungen an Schadstoffausstoß und Wirkungsgrad. Empfehlenswert ist es, bereits heute Anlagen zu kaufen, die die Anforderungen der **Stufe 2 der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1.BImSchV)** einhalten. Diese zweite Grenzwertstufe ist für Anlagen, die ab 2015 errichtet werden, Pflicht und deutlich strenger als die bereits gültige Stufe 1.

Noch weitergehende Anforderungen halten Kamineinsätze und -kassetten, Kaminöfen und Kachelofen-Heizeinsätze ein, die mit dem **DINplus**-Zeichen gekennzeichnet sind.

Wollen Sie sich einen besonders emissionsarmen Pelletofen oder -heizkessel mit geringen Emissionen anschaffen, sollten Sie auf das Umweltzeichen **Blauer Engel** achten (RAL UZ 111 – siehe Seite 89).

DER BLAUE ENGEL FÜR TECHNISCH GETROCKNETE

HOLZHACKSCHNITZEL UND HOLZPELLETS

Die Verminderung des Energie- und Ressourcenverbrauchs und die Vermeidung von Schadstoffemissionen sind wichtige Ziele des Umweltschutzes. Damit leisten Sie nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz, sondern schonen zugleich fossile Energie-Ressourcen und vermeiden Schadstoffeinträge in die Umwelt. Das Umweltzeichen Blauer Engel soll dem Käufer von technisch getrockneten Hackschnitzeln oder Holzpellets signalisieren, dass das damit versehene Produkt - im Vergleich zu anderen - dem Verbraucherschutz besser Rechnung trägt.



Mit dem Umweltzeichen für technisch getrocknete Hackschnitzel und Holzpellets können Holzbrennstoffe gekennzeichnet werden, die folgende Eigenschaften erfüllen:

- hohe Produktqualität (wichtig für die effiziente Nutzung und für geringe Schadstoffemissionen),
- Rohstoffe aus bestimmten naturbelassenen Holzarten,
- nachhaltiger Anbau von Wald- und Plantagenholz,
- Trocknung mit geringem Energieeinsatz,
- geringe Staubemissionen bei der Trocknung.

Informationen im Internet:

RAL UZ 153 Technisch getrocknete Holz hackschnitzel / Holzpellets:

http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=571



DER BLAUE ENGEL FÜR HOLZPELLETÖFEN, HOLZPELLET- UND HOLZHACKSCHNITZELHEIZKESSEL

Holzpelletfeuerungen ermöglichen durch ihren hohen Automatisierungsgrad und durch die Verwendung von Brennstoffen mit einheitlicher Qualität eine wirksame und schadstoffarme Nutzung regenerativer Brennstoffe zu Heizzwecken. Sie leisten damit einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Verringerung des Primärenergieeinsatzes von nicht-erneuerbaren Energieträgern.

Die Anforderungen des Blauen Engels

	RAL UZ 111 Holzpelletöfen	RAL UZ 112 Holzpelletkessel	Holzhackschneitzelkessel
Geltungsbereich	bis 15 kW	bis 500 kW	
Energieeffizienz	Wirkungsgrad $\geq 90\%$ bei Nennlast und Teillast	Wirkungsgrad $\geq 90\%$ bei Nenn- und Teillast, bei Anlagen bis 12 kW $\geq 89\%$ bei Teillast	
Emissionen	NOx: 150 mg/m ³ CO: 160 mg/m ³ (Nennlast), 350 mg/m ³ (Teillast) OGC: 8 mg/m ³ Staub: luftgeführte Öfen: 25 mg/mN ³ (Nennlast), 55 mg/m ³ (Teillast). wassergeführte Öfen: 20 mg/mN ³ (Nennlast), 45 mg/m ³ (Teillast)	NOx 150 mg/m ³	NOx 190 mg/m ³
		CO bis 50 kW: 80 mg/m ³ (Nennlast), 180 mg/m ³ (Teillast)	
		OGC 5 mg/m ³	
		Staub: 20 mg/m ³ (Nennlast) 40 mg/m ³ (Teillast)	Staub: 30 mg/m ³ (Nennlast) 40 mg/m ³ (Teillast)
Hilfsenergie	Luftgeführte Öfen: Betrieb: 50 W oder 0,8 % der Nennwärmeleistung bei Nennlast, 0,4 % bei Teillast, Schlumberbetrieb: 5 W Wassergeführte Öfen: Betrieb: 50 W oder 0,9 % der Nennwärmeleistung bei Nennlast, 0,7 % bei Teillast, Schlumberbetrieb: 8 W.	bis 50 kW: 80 W oder 0,8 % der Nennwärmeleistung bei Nennlast, 80 W oder 0,6 % bei Teillast. Schlumberbetrieb 15 W.	bis 50 kW: 80 W oder 1 % der Nennwärmeleistung bei Nennlast, 80 W oder 0,7 % bei Teillast. Schlumberbetrieb 20 W.
(Integrierte) Umwälzpumpe	Entsprechend Energieeffizienzklasse A	Entsprechend Energieeffizienzklasse A	



Informationen im Internet:

RAL-UZ 111 Holzpelletöfen:

http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=585

RAL-UZ 112 Holzpelletheizkessel und Holzhackschnitzelheizkessel:

http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=576

Weitergehende Informationen zum Thema Holzheizung:

- Broschüre „Heizen mit Holz“, Umweltbundesamt 2010, <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3151.html>
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Hofplatz 1, 18276 Gülzow, Telefon 0 38 43/69 30-0, Fax 0 38 43/69 30-1 02, E-Mail: [info\(at\)fnr.de](mailto:info(at)fnr.de), <http://bioenergie.fnr.de/bioenergie/festbrennstoffe/heizen-mit-holz>
- C.A.R.M.E.N. e.V., Schulgasse 18, 94315 Straubing, Telefon 09421/960-300, [contact\(at\)carmen-ev.de](mailto:contact(at)carmen-ev.de), <http://www.carmen-ev.de>

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Unter Kraft-Wärme-Kopplung versteht man die gleichzeitige Umwandlung von Brennstoffenergie (z. B. Heizöl oder Gas) in elektrische

Energie und in Heizwärme. Im Vergleich zur getrennten Erzeugung von Strom (z. B. in einem Kraftwerk) und Wärme (z. B. im Heizkessel) werden bei der Kraft-Wärme-Kopplung erheblich weniger Rohstoffe (z. B. Öl, Erdgas) verbraucht und es entstehen auch weniger klimabelastende Abgase (CO₂-Emissionen).

Gängigstes Beispiel für eine wirtschaftliche und umweltfreundliche Anwendung der Kraft-Wärme-Kopplung im häuslichen Bereich sind kleine Blockheizkraftwerke (BHKW). Für den Ein- und Zweifamilienhausbereich bieten einige Hersteller Kompaktanlagen an, die nicht größer als ein Heizkessel sind. Um ein BHKW gleichmäßiger auszulasten, empfiehlt sich die Installation eines Pufferspeichers.

Dominierende Techniken zur dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung sind heute Verbrennungsmotoren mit Otto- oder Dieselmotoren, die gasförmige oder flüssige Brennstoffe nutzen.

Der Motor treibt einen elektrischen Generator an. Das Kühlwasser und die heißen Motorabgase dienen zur Bereitstellung von Wärmeenergie. Der elektrische Wirkungsgrad liegt bei etwa 30 Prozent, der Brennstoffausnutzungsgrad

erreicht Werte bis ca. 90 Prozent. Allerdings ist die im Vergleich zum Heizkessel höhere Lärmbelastung zu berücksichtigen. Geregelte 3-Wege-Katalysatoren verringern die Emissionen an Luftschadstoffen.

DER BLAUE ENGEL FÜR KLEIN-BLOCKHEIZKRAFTWERKE

Blockheizkraftwerke (BHKW) sind durch die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme eine effiziente Form der Energieumwandlung. Sie leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Verringerung des Primärenergieeinsatzes und der Kohlendioxid-Emissionen. Zudem tragen sie zum Ausbau einer dezentralen Energieversorgung bei. Die Einspeisevergütung nach dem KWK-Gesetz und die Rückerstattung von Mineralölsteuer und vermiedener Netznutzungsentgelte unterstützen einen wirtschaftlichen Betrieb. Mit dem Umweltzeichen können kleine Blockheizkraftwerke bis zu einer elektrischen Leistung von 50 kW gekennzeichnet werden, die den eingesetzten Brennstoff rationell nutzen und deutlich weniger Stickstoffoxide und Kohlenmonoxid emittieren als vergleichbare BHKW. Ein BHKW mit dem Umweltzeichen trägt durch seine Produktunterlagen dafür Sorge, dass ein Sachverständiger das Gerät an die gesetzlichen Geräuschgrenzwerte anpassen kann.

Kriterien des Blauen Engels:

- Geltungsbereich: bis 50 kW (elektrisch)
- Energieeffizienz: Primärenergieeinsparung
 - < 10 kW_{el}: ≥ 15 %
 - ≥ 10 kW_{el}: ≥ 20 %
- Emissionen:
 - BHKW mit externer Verbrennung (z. B. Stirling-Motoren): CO ≤ 20 mg/kWh,
NO_x ≤ 40 mg/kWh
 - BHKW mit interner Verbrennung (z. B. Verbrennungsmotoren): CO ≤ 150 mg/m_N³,
NO_x ≤ 125 mg/m_N³
- (Integrierte) Umwälzpumpe Energieeffizienzindex EEI ≤ 0,27
- Geräuschemissionen: Beifügen eines Schallgutachtens und Hinweis auf anlagenspezifische Schallschutzmaßnahmen

Weitere Informationen: RAL UZ 108 Klein-Blockheizkraftwerke:

http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=664

Auch **Mikrogasturbinen** und **Stirlingmotoren** stehen für bestimmte Anwendungen der Kraft-Wärme-Kopplung zur Verfügung. Ein Stirling-Motor arbeitet mit so genannter äußerer Verbrennung. Im Gegensatz zum Verbrennungsmotor, der in Zylindern den Kraftstoff verbrennt, muss einem Stirling-Motor „nur“ Wärme zugeführt werden. Er ist damit für fast alle Brennstoffe geeignet, sogar Solarwärme und heiße Abwärme sind möglich. Erdgasbetriebene Stirling-BHKW sind bereits erhältlich, künftig auch für Holzpellets geeignete. Weitere Geräte sind derzeit in Entwicklung und sollen in den nächsten Jahren auf den Markt kommen.

Stirling-BHKW haben meist eine geringe Heiz- und elektrische Leistung. Dadurch eignen sie sich gut für Einfamilienhäuser. Im Vergleich zu Verbrennungsmotoren haben Stirling-BHKW jedoch einen vergleichsweise niedrigen elektrischen Wirkungsgrad. Ob sich Stirling-Motoren in Zukunft bewähren, hängt auch davon ab, ob die Motoren das Arbeitsmedium (meist Helium) dauerhaft halten.

Weitere Informationen erhalten Sie über folgende Internetadressen:

- Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung: <http://bkwk.de>
- BHKW-Infozentrum: <http://www.bhkw-infozentrum.de>
- ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch: <http://www.asue.de>
- Oft bieten auch die örtlichen Energieversorger Informationen an.

Eine weitere in die Zukunft gerichtete Technik ist der Einsatz von stationären **Brennstoffzel-**

len. Das Funktionsprinzip der Brennstoffzelle erlaubt die direkte Umwandlung der chemischen Energie des Brennstoffs in elektrische Energie. Brennstoffzellen sollen somit wesentlich höhere Wirkungsgrade als herkömmliche Wärme-Kraft-Maschinen erreichen. Zudem kann die beim Betrieb der Zelle abzuführende Wärme für die Wärmeversorgung genutzt werden. Von der Brennstoffzelle wird eine wirtschaftliche, umweltgerechte und verbrauchernahe Energieversorgung erwartet. Bis zur Serienreife der Brennstoffzelle besteht aber noch Bedarf an Forschung und Entwicklung, um die Lebensdauer (Standzeiten) zu erhöhen und die Herstellungskosten zu reduzieren. Weitere Informationen sind unter folgenden Internet-Adressen abrufbar:

- Initiative Brennstoffzelle: <http://www.initiative-brennstoffzelle.de>
- Feldtest mit Brennstoffzellen-Heizgeräten: <http://www.callux.net>

Nah- und Fernwärme

Vor allem in Städten sind Nah- und Fernwärme seit Langem verbreitet. Manchmal wird auch für Neubaugebiete eine gemeinsame Wärmeversorgung, beispielsweise mit einem Holzhackschnitzel-Heizwerk, erwogen. Einige „Bioenergie-Dörfer“ nutzen die Abwärme aus Biogas-Anlagen, um ihre Gebäude zu beheizen. Nahwärme kann auch für Siedlungen mit besonders sparsamen Häusern eine kostengünstige Lösung sein, wenn sich beispielsweise mehrere Häuser eine Heizung, z. B. einen Holzpelletkessel oder ein Blockheizkraftwerk, teilen, gemeinsam mehrere Erdsonden für Wärmepumpen errichten oder die Nahwärmeleitung auf kurzem Weg unter den Häusern hindurch verlegt wird.



Allen ist gemeinsam, dass kleinere oder größere Heiz- oder Heizkraftwerke Wärme erzeugen, die über Wärmenetze verteilt wird. Heizkraftwerke erzeugen in Kraft-Wärme-Kopplung nicht nur Wärme, sondern auch Strom, und sind daher umweltfreundlicher als Heizwerke, oft auch umweltfreundlicher als konventionelle Gas- und Ölheizkessel. Weitere Vorteile einer Nah- oder Fernwärmeversorgung sind die in der Regel hohe Zuverlässigkeit und die Wartungsfreiheit der Wärmeübergabestationen.

Nutzung der Umgebungswärme (Wärmepumpen)

Eine Wärmepumpe funktioniert im Prinzip wie ein „umgestülpter“ Kühlschrank. Beim Kühlschrank wird dem Kühlraum Wärme

entzogen. Auf der Rückseite des Geräts geben Blechlamellen diese Wärme an die Umgebung ab. Auch eine Wärmepumpe für die Hausheizung hebt („pumpt“) Wärme von einem niedrigen auf ein höheres Temperaturniveau. Bei ihr geht es aber nicht darum, Luft und Nahrungsmittel im Kühlschrank zu kühlen, sondern Raumluft, Möbel etc. zu heizen. Die Wärmepumpe entzieht dazu der Umgebung Wärme und gibt sie bei höherer Temperatur über die Raumheizung an das Gebäude ab. Als Wärmequelle dienen das Erdreich, Grundwasser und Außenluft, aber auch warme Abluft oder Abwärme z. B. aus kommunalem Abwasser.

Für die Umweltauswirkungen von Wärmepumpen ist entscheidend, wie der Verdichter

angetrieben wird: Bei Kompressions-Wärmepumpen ist es ein Gasmotor oder – das ist die derzeit häufigste Variante – ein Elektromotor; dieser braucht elektrischen Strom; man spricht dann von einer **elektrischen Wärmepumpe**. **Absorptions- und Adsorptions-Wärmepumpen** sind meist größere Geräte und nutzen vor allem Erdgas sowie Fernwärme oder Abwärme als Antriebsenergie für ihren thermischen Verdichter. Die erste gasbetriebene Adsorptions-Wärmepumpe für Einfamilienhäuser ist inzwischen erhältlich, weitere Anbieter werden folgen.

Wärmepumpen im **monovalenten Betrieb** decken den Wärmebedarf eines Gebäudes vollständig das ganze Jahr über ab. Man spricht von einem **bivalenten Betrieb**, wenn bei tiefen Außentemperaturen noch ein zusätzliches Heizungssystem (z. B. die alte, noch vorhandene Ölheizung oder ein Elektroheizstab) verwendet wird. Das bietet sich insbesondere für bestehende Systeme an, die eine hohe Vorlauftemperatur erfordern. Die Wärmepumpe wird auf ca. 40 bis 60 Prozent der Heizlast dimensioniert. Sie arbeitet dann während der Zeiten, in denen niedrige Vorlauftemperaturen ausreichen, und liefert 60 bis 90 Prozent der jährlich benötigten Wärme. Der Einsatz einer Wärmepumpe setzt, insbesondere im Altbau, sorgfältige Planung und fachliche Beratung voraus.

Die Jahresarbeitszahl (JAZ) beschreibt die Energieeffizienz einer elektrischen Wärmepumpe: Sie gibt das über ein Jahr ermittelte Verhältnis von abgegebener Nutzwärme (Heizarbeit) für die Raumheizung und dem erforderlichen Aufwand (Antriebsarbeit) an. Bei elektrischen Wärmepumpen ist dies der elektrische Strom für den Verdichter und die Hilfsantriebe (z. B. Solepumpe für die Erdsonde). Die Jahresarbeitszahl ist nicht zu verwechseln mit der Leistungszahl oder dem Coefficient of Performance (COP), die beide nur momentane Bestwerte bestimmter Betriebszustände liefern und dadurch eine höhere Effizienz vorgeben.

Maßgeblich ist, mit der Jahresarbeitszahl das gesamte Betriebsjahr mit vielen unterschiedlichen Betriebszuständen (und damit unterschiedlichen Leistungszahlen und COPs) zu betrachten. Zum Beispiel bedeutet eine JAZ von 3,0 für eine elektrische Wärmepumpe, dass für die Bereitstellung von 3 kWh Nutzwärme 1 kWh elektrischer Strom erforderlich ist; dabei werden 2 kWh Umgebungswärme nutzbar gemacht. Ein Wärmemengenzähler ermöglicht, anhand der Stromrechnung und der erzeugten Wärme die tatsächliche Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe zu ermitteln.

DER BLAUE ENGEL FÜR ENERGIESPARENDE WÄRMEPUMPEN

Der Blaue Engel für energiesparende Wärmepumpen zeichnet Geräte mit besonders geringen Treibhausgasemissionen aus. Dafür verwendet er den so genannten Total Equivalent Warming Impact, kurz: TEWI, der sowohl die Treibhausgasemissionen durch den Energieverbrauch wie auch die (meist klimaschädlichen) Verluste der Kältemittel umfasst. Den Blauen Engel können elektrische und gasbetriebene Wärmepumpen erhalten. Im Vergleich zu einem Gas-Brennwertkessel emittieren elektrische Wärmepumpen mit dem Blauen Engel weniger Treibhausgase. Bei Geräten, die die Außenluft als Wärmequelle nutzen, sind es 23 Prozent, bei Anlagen, die auf das Erdreich oder das Grundwasser zugreifen, sind es 38 Prozent weniger. Gasbetriebene Wärmepumpen sparen mindestens 23 Prozent an Treibhausgasemissionen ein. Gas-Wärmepumpen mit dem Blauen Engel emittieren darüber hinaus nur wenige Luftschadstoffe. Gekennzeichnete Wärmepumpen sind auch leiser als vergleichbare Geräte (bis 20 kW Nennleistung).

Kriterien des Blauen Engels für Wärmepumpen:

- Geltungsbereich: bis 100 kW
- Energieeffizienz als Total Equivalent Warming Impact, angegeben in g CO₂-Äquivalent / kWh:
 - Elektro-Wärmepumpe mit Wärmequelle Erde oder Wasser (W35): ≤ 143
 - Elektro-Wärmepumpe mit Wärmequelle Luft (W35): ≤ 178
 - Gas-Wärmepumpe (W35): ≤ 178
 - Gas-Wärmepumpe (W55): ≤ 218
- Emissionen (nur Gas-Wärmepumpen):
 - Gas-WP mit externer Verbrennung (z. B. Sorptions-WP): CO ≤ 20 mg/kWh, NO_x ≤ 40 mg/kWh
 - Gas-WP mit interner Verbrennung (z. B. Verbrennungsmotoren): CO ≤ 100 mg/kWh, NO_x ≤ 100 mg/kWh
- Integrierte Umwälzpumpe: Energieeffizienzindex EEI ≤ 0,27
- Geräuschemissionen: leistungsabhängig bis 20 kW: $L_{wAd} < 17 + 36 \log(P_N + 10)$



Informationen im Internet:

RAL UZ 118 Energiesparende Wärmepumpen:

http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=671

HINWEIS

Die Effizienz einer Wärmepumpenanlage ist hoch, wenn das gesamte System folgende Punkte erfüllt:

- Güte der eigentlichen Wärmepumpe (z. B. hohe Leistungszahl),
- gute Auslegung der installierten Einzelkomponenten und Abstimmung aufeinander,
- möglichst konstant hohe Temperatur der verwendeten Wärmequelle (Abwärme oder warmes Abwasser sind besser als Erdreich; Erdreich ist besser geeignet als Außenluft),
- möglichst niedrige Vorlauftemperatur (optimal sind 35 °C), bzw. möglichst kleine Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Heizungsvorlauf.

EMPFEHLUNG

Effiziente Wärmepumpenanlagen sollten sowohl in der rechnerischen Auslegung* als auch im praktischen Betrieb folgende Arbeitszahlen für Heizung und Trinkwassererwärmung erreichen:

Wärmequelle	Einsatzort einer Wärmepumpe Holzhackschnitzelkessel	
	Neubau	Bestand
Luft	3,5	3,3
Erdreich/Grundwasser	4,0	3,7

* Jahresarbeitszahlen in der Auslegung berechnet nach z. B. VDI 4650

Viele Stadtwerke und Energieversorger bieten günstige Sondertarife für Wärmepumpenstrom oder Investitionszuschüsse an. Effiziente elektrische Wärmepumpen können damit im Allgemeinen wirtschaftlich betrieben werden. Zuschüsse für die Errichtung von Wärmepumpenanlagen gibt es auch im Marktanreizprogramm Erneuerbare Energien (siehe Seite 112). Wirtschaftlichkeitsberechnungen sollten aber nicht ausschließlich die Betriebskosten, son-

dern in einer Gesamtkostenrechnung alle anfallenden Ausgaben berücksichtigen: Kosten für die Wärmepumpe selbst, für den Einbau und korrekte Einstellung der Regelparameter, für die Erschließung der Wärmequelle sowie die Betriebs- und Wartungskosten. Verbraucher sollten die Rahmenbedingungen der Berechnungen wie ihren individuellen Energieverbrauch und die prognostizierte Jahresarbeitszahl auf ihre Plausibilität hin überprüfen.

HINWEIS

Im Gegensatz zum Haushaltsstrom gibt es gegenwärtig für so genannten „Heizstrom“ praktisch keinen Wettbewerb: Betreiber von Wärmepumpen (oder von Nachtspeicherheizungen) haben bei Preiserhöhungen kaum eine Möglichkeit, den Heizstrom-Versorger zu wechseln, weil sich dieses Marktsegment für „alternative“ Anbieter nicht rechnet. Mit normalem Haushaltsstrom, den man auch als „Ökostrom“ kaufen kann, ist der Betrieb von Wärmepumpen aber teurer als mit „Heizstrom“.

HINWEIS

Grundsätzlich gilt: Vorrangig sollten Gebäudeeigentümer zunächst den Energiebedarf ihres Gebäudes durch bauliche Maßnahmen reduzieren, um günstige Bedingungen für den Einsatz von Wärmepumpen zu schaffen (z. B. Niedertemperaturheizung). Danach kann man den verbleibenden Wärmebedarf umweltfreundlicher decken.

Während man in Haushaltskühlschränken und Gefriertruhen in der Regel halogenfreie Kältemittel wie z. B. Isobutan verwendet, arbeitet der größte Anteil elektrischer Wärmepumpen mit teilfluorierten Kohlenwasserstoffen (HFKW). HFKW schädigen zwar nicht die Ozonschicht am oberen Rand der Atmosphäre, tragen jedoch erheblich zur Klimaerwärmung bei, wenn sie in die Umgebung gelangen. Teilfluorierte Kohlenwasserstoffe haben ein Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP), das bis zu 15.000 Mal größer ist als das von CO₂. Am Markt sind aber auch Wärmepumpen erhältlich, die natürliche Kältemittel wie CO₂ oder Propan verwenden.

Solaranlagen: Sonnenenergie nutzen

In Deutschland beträgt die eingestrahlte Sonnenenergie etwa 1.000 kWh pro Quadratmeter (m²) und Jahr. Diese Energie kann

mittels **Solarkollektoren** direkt in Wärme für Warmwasserbereitung und/oder Heizung (**Solarthermie**) oder auch in Strom (**Photovoltaik**) umgewandelt werden. Allerdings steht das Sonnenenergieangebot nur unregelmäßig zur Verfügung: So entfallen beispielsweise auf unsere Heizperiode – von etwa Mitte Oktober bis März – nur 35 Prozent der jährlichen Sonneneinstrahlung. Für die Nutzung der Sonnenenergie werden somit geeignete Puffersysteme benötigt, die kurzfristige Schwankungen ausgleichen, d.h. die Energie einige Stunden oder Tage lang speichern und bei Bedarf wieder abgeben.

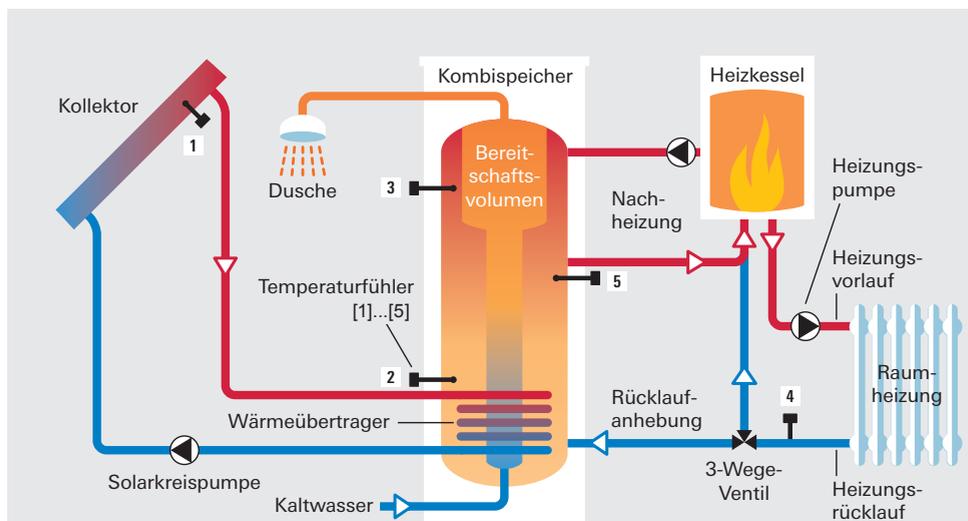
Solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung werden üblicherweise so ausgelegt, dass sie den Warmwasserbedarf (für einen Vier-Personen-Haushalt etwa 2500 kWh pro Jahr) im Sommer vollständig decken. In der

Heizperiode muss die Heizungsanlage unterstützend eingreifen. Ein Puffer speichert die solare Energie über einige Stunden bis Tage. Damit sparen diese Anlagen durchschnittlich mehr als die Hälfte des Brennstoffeinsatzes für Warmwasser und verringern gleichzeitig die Umweltbelastung (Ausstoß von Kohlendioxid und anderen Schadstoffen). Die Nutzung von **Sonnenenergie für Raumheizung** und Warmwasseraufbereitung erfordert gut ab-

gestimmte Speichersysteme und intelligente Regelungsmechanismen. Je weniger Heizwärme ein Haus braucht, desto einfacher ist es, einen spürbaren Anteil mit Sonnenwärme zu decken. Entscheidend sind dabei auch Art und Größe der Wärmespeicher. Manchmal tritt nämlich die erwartete Energieeinsparung einer Solaranlage nicht ein, beispielsweise wenn der Wärmespeicher immer auf die hohe Warmwasser-Temperatur aufgeheizt

Abbildung 21

EINBINDUNG SOLARTHERMISCHER ANLAGEN, DIE ZUR WARMWASSERBEREITUNG UND RAUMHEIZUNG BEITRAGEN, IN DIE HEIZUNGSANLAGE

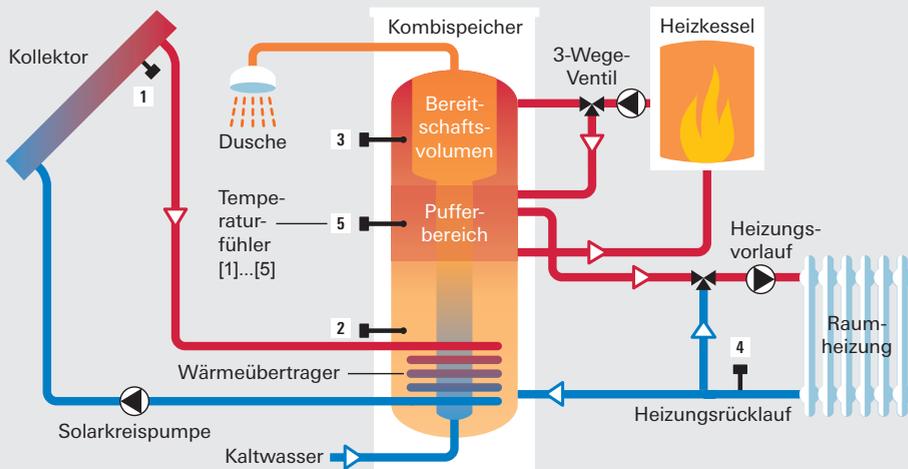


Bei der so genannten **Rücklaufanhebung** wird die Solarwärme aus dem Speicher zum Heizen genutzt, sobald der Heizrücklauf kälter ist als die Speichertemperatur. Reicht die Speichertemperatur nicht aus, heizt der Heizkessel bis zur benötigten Vorlauftemperatur nach. Solche Schaltungen sind nur für Heizkessel geeignet, die ihre Heizleistung über einen großen Bereich hinweg anpassen können; sie würden sonst häufig Ein- und Ausschalten („Takten“) und dadurch mehr Brennstoff verbrauchen. Bei überdimensionierten Kesseln ist dieser Effekt stärker. Die Wärmeverluste aus dem Speicher sind dabei etwas geringer als bei anderen Schaltungen.

wird. Die Raumheizung braucht nämlich im Jahresverlauf oft niedrigere Temperaturen als die Warmwasserbereitung. Geeignete Konfigurationen thermischer Solaranlagen ermöglichen, Wärme auf unterschiedlichen Temperaturniveaus zu speichern und bereitzustellen und bewirken damit messbare Energieeinsparungen. So genannte Schichtenspeicher sind besonders wirkungsvoll. Soll die Sonnenenergie einen Anteil von etwa

20 Prozent bei der Raumheizung liefern, muss die Wärme einige Tage gespeichert werden. Dafür sind zumeist hochisolierte Wasserspeicher mit einem Speichervolumen von etwa 70 bis 80 Liter pro m² Solarkollektorfläche üblich. Soll dagegen der Anteil 50 Prozent oder mehr betragen, muss die Energie über längere Zeiträume (Wochen oder Monate) gespeichert werden. Entsprechende Systeme halten 120 bis 150 Liter pro m² Kollektorfläche vor.

Quelle: Stiftung Warentest/Kati Hambling



Bei der **Direkteinbindung** ist die Raumheizung unmittelbar an den Speicher angeschlossen. Der Heizkessel erwärmt auf Vorrat den Pufferbereich in der Mitte des Speichers, wenn die Temperatur der gespeicherten Solarwärme nicht ausreicht. Diese Schaltung führt zu einem gleichmäßigen Betrieb des Heizkessels mit geringeren Laufzeiten. Sie ist besonders geeignet für Heizkessel mit schwacher Modulationswirkung, wie Holz-Heizkessel, einige Wärmepumpen und ältere Öl- oder Gas-Heizkessel. Durch den beheizten Pufferbereich sind die Wärmeverluste etwas höher als bei anderen Schaltungen, der Brennstoffverbrauch fällt durch den gleichmäßigen Betrieb des Kessels etwas geringer aus.

Tipps für die richtige Nutzung der Sonnenenergie

- Der Wärmebedarf des Gebäudes sollte weniger als 100 kWh pro m² und Jahr betragen. Anzustreben ist ein Niedrigenergiehaus-Standard von 30 kWh pro m² und Jahr oder besser.
- Einsatz eines nach Süden ausgerichteten und schattenfreien Kollektorfeldes mit einem Kollektoranstellwinkel von 30 ° bis 60 ° – je nach geographischer Breite. Wer Raumwärme solar erzeugen möchte, wählt einen steileren Kollektoranstellwinkel, weil am Anfang und gegen Ende der Heizperiode der Einstrahlwinkel der Sonne flacher ist.
- Einsatz von Heizungsanlagen mit einer möglichst niedrigen Vorlauftemperatur: maximal 55 °C, am besten kombiniert mit Fußbodenheizung oder Wandheizflächen mit 35 °C Vorlauftemperatur.
- Optimale Auswahl und Ausrichtung der einzelnen Systemkomponenten (Heizungsanlage, Rohrleitungssysteme, Solarkollektoren, Speicher u. a.)
- Auswahl einer stromsparenden Solarpumpe: drehzahl geregelt, mit EC-Motor
- Auswahl der Solarkollektoren und der Solarspeicher nach den Kriterien des Umweltzeichens
- Optimale Einstellung der Solar-Regelung
- Nutzen Sie solar erwärmtes Wasser auch für Waschmaschine und Geschirrspülmaschine, um Strom einzusparen.



DER BLAUE ENGEL FÜR SONNENKOLLEKTOREN

Durch den Einsatz von Solaranlagen zur Energiegewinnung werden Ressourcen geschont und Schadstoffe vermieden. Das Umweltzeichen berücksichtigt insbesondere Kriterien für Sonnenkollektoranlagen zur Warmwassererzeugung.

Die Produkte mit dem Umweltzeichen müssen nach RAL-UZ 73 folgende Anforderungen erfüllen:

Kriterien des Blauen Engels für Wärmepumpen:

- Kollektorsertrag bei 40 Prozent Deckungsanteil mindestens 525 kWh/m²
- als Wärmeträgermedium keine halogenierten Kohlenwasserstoffe; Beachtung der Gefahrstoffverordnung; keine Verwendung wassergefährdender Stoffe
- als Wärmedämmung keine halogenierten Kohlenwasserstoffe; keine Ausgasungen bei Stillstandstemperatur
- zur Sicherheit und Haltbarkeit (DIN EN 12975); Prüfprotokoll
- Erklärung des Zeichennehmers zur Rücknahme und Wiederverwertung von Altanlagen
- Vorlage einer Betriebs- und Einbauanleitung und eines Sicherheitsdatenblattes zum Wärmeträger
- Erläuterung des Absorber-Beschichtungsverfahrens

Informationen im Internet: RAL UZ 73 Sonnenkollektoren:

http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=428



• *Wirtschaftlichkeit der Solaranlagen*

Die Kosten einer solarthermischen Anlage sind sehr unterschiedlich und hängen u.a. von den Antworten auf folgende Fragen ab:

- Kann der Wärmebedarf durch geeignete Maßnahmen (Wärmedämmung und/oder -rückgewinnung) deutlich vermindert werden, damit nicht unnötig viel Zusatzwärme bereitgestellt werden muss?
- Soll die solarthermische Anlage bei einem Altbau zusätzlich installiert oder bei einem Neubau in das Gebäude integriert werden, so dass andere Bauteile – wie Dach- oder Hausfassade – teilweise ersetzt und ggf. Kosten reduziert werden können?
- Wie hoch soll der solare Deckungsgrad sein? Bei hohen Deckungsgraden sollte vor allem wegen der erheblichen Speicherkosten die gemeinsame Versorgung mehrerer Einfamilienhäuser angedacht werden (Nahwärmeversorgung).

Da die Kosten der Solaranlagen von vielen Einflussgrößen abhängen, sind Beispiele stets Einzelbetrachtungen. Meistens sind staatliche Förderungen verfügbar. Dementsprechend schwanken Angaben der Kosten bei konkreten Beispielen erheblich. Die Kosteneinsparung durch den Minderverbrauch von Heizöl oder Erdgas kann bei den heutigen Energiepreisen (insbesondere bei Einzelanlagen für Einfamilienhäuser) unter den Finanzierungskosten der Solaranlage liegen. Durch eine geschickte Kombination von Förderungen kann diese Finanzierungslücke aber zu einem guten Teil geschlossen werden. Doch selbst wenn im Augenblick die Anlage Mehrkosten mit sich bringt, ist zu bedenken,

dass Sonnenenergie langfristig nicht von den Kosten für fossile Brennstoffe abhängig ist. Zudem ist die Anlage üblicherweise nach 20 Jahren abgeschrieben, während ihre Lebensdauer deutlich größer sein sollte.

Prüfen Sie, ob eine solarthermische Anlage für Ihr Eigenheim eine Alternative ist. Der Staat fördert diese zukunftsweisende Technik, indem er Sie bei Beratung, Planung und Finanzierung unterstützt. Weitere Informationen und Beispielrechnungen sowie Hinweise zur Förderung von Solaranlagen finden Sie unter den folgenden Internetadressen:

- Internetportal zur Sonnenenergie:
<http://www.solarserver.de/>
- Verbraucherinformationen des Bundesverbandes Solarwirtschaft:
<http://www.solartechnikberater.de/>



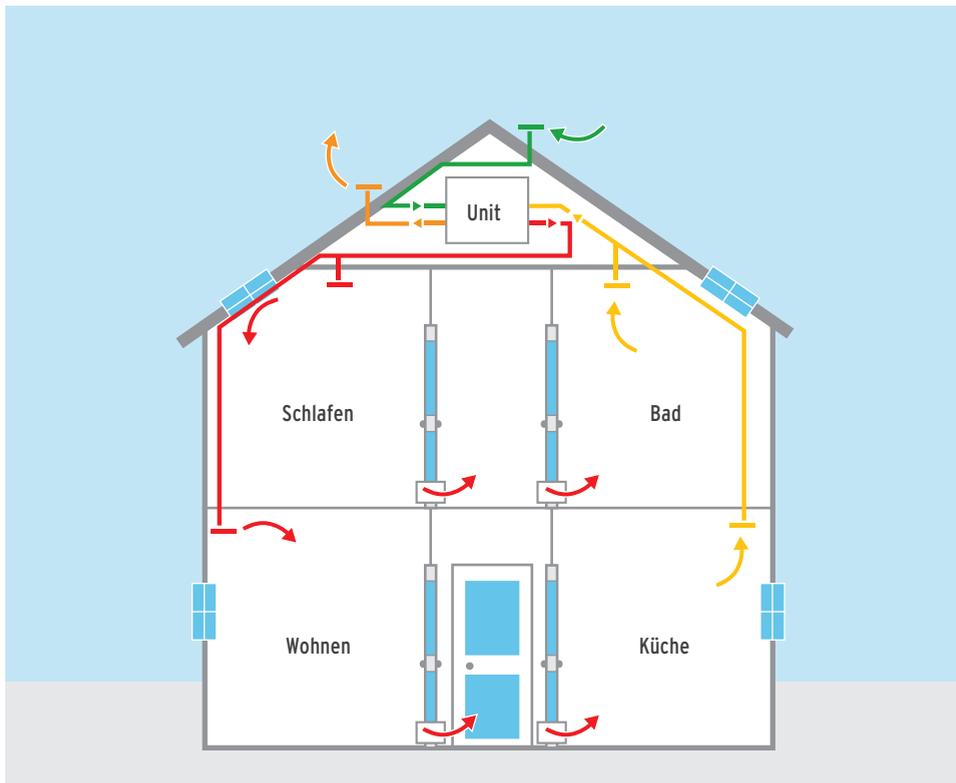
Stets frische Luft: Lüftungsanlagen

Verschiedene Quellen beeinträchtigen die Luftqualität in unseren Wohnungen: Kochen, Waschen, Möbel oder andere Gegenstände, Pflanzen und letztlich unser Atem belasten die Raumluft mit Feuchtigkeit, Gasen und Schadstoffen. Dann herrscht schlechte Luft – es muss gelüftet werden! Unser gewohntes Lüftungsverhalten, bei Bedarf die Fenster per Hand zu öffnen, kann aber eine ausreichende Belüftung von Wohnräumen oft nicht gewährleisten. Denn die Praxis zeigt, dass

ein energetisch und hygienisch günstiges Fensterlüftungsverhalten kaum realisierbar ist: Zu leicht vergisst man, die Fenster nach kurzer Zeit wieder zu schließen, oder man lüftet zu selten – die Folgen können nicht nur schlechte Luft, sondern Feuchtigkeitsschäden oder Schimmelbildung sein. Auch Lärm von draußen lässt uns die Fenster schnell wieder schließen. Abhilfe kann eine Lüftungsanlage schaffen, die den Bewohnern diese Aufgabe abnimmt und gleichmäßig für ausreichend frische und saubere Luft sorgt.

Abbildung 22

SCHEMA EINER ZENTRALEN LÜFTUNGSANLAGE MIT WÄRMERÜCKGEWINNUNG



Quelle: Sächsische Energieagentur/ITG Dresden, Broschüre „Wohnungslüftung – Energiesparen und Wohlfühlen“

Bei Lüftungsanlagen unterscheidet man zwischen

- **zentralen Abluftanlagen** mit dezentraler Zuluft ohne Wärmerückgewinnung,
- **zentralen Zu-/Abluftanlagen** mit Wärmerückgewinnung (Abbildung 22),
- **dezentralen Einzelraumlüftern** und
- **dezentraler Einzelraumbel- und -entlüftung** mit Wärmerückgewinnung.

Die Lüftungswärmeverluste von Wohngebäuden betragen bei natürlicher (Fenster-) Lüftung etwa 35 bis 50 kWh/(m²a). Je nach Wärmestandard des Gebäudes sind das bis zu zwei Drittel des gesamten Wärmebedarfs! Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung können diese Lüftungsverluste um bis zu 90 Prozent vermindern; kombiniert mit einer Wärmepumpe ist ein noch etwas höherer Energiegewinn möglich. Die Anlagen

entfernen die warme, verbrauchte Luft und liefern dafür frische Luft, die gleichzeitig mit der Wärme aus der Abluft auf eine angenehme Temperatur vorgewärmt wird. Das Ergebnis: gleichmäßig gute Luftqualität, keine kalte Zugluft vom Fensterlüften und eine spürbare Menge an eingesparter Heizenergie. Speziell für Allergiker gibt es besonders feine Filter, die selbst Pollen eliminieren können. Die Kosten für den Einbau einer Lüftungsanlage liegen bei ca. 5.000 bis 8.000 Euro, wobei der bauliche Aufwand, die Lage der Räume (Rohrleitungslänge!) sowie die eingesetzte Technik erhebliche Kostenunterschiede bewirken können. Damit die Lüftungsanlage kein neuer „Stromfresser“ wird, sollte ihr Verbrauch möglichst niedrig sein. Das Passivhaus Institut, Darmstadt, zertifiziert besonders stromsparende und wirkungsvolle Lüftungsgeräte.

HINWEIS

Eine Lüftungsanlage ist keine Klimaanlage. Die frische Luft wird nicht gekühlt oder befeuchtet. Sie wird auch nicht mit der verbrauchten Abluft gemischt. Die Frischluft wird nur mit Filtern gereinigt und mit der Abwärme aus der verbrauchten Luft vorgewärmt. Wichtig ist, eine Lüftungsanlage **regelmäßig zu warten** und alle **Filter regelmäßig zu tauschen**.

HINWEIS

Die Wärmerückgewinnung mit Lüftungsanlagen funktioniert nur, wenn auch die Fenster geschlossen sind. Im Sommer und in der Übergangszeit, wenn es draußen noch nicht kalt genug zum Heizen ist, ist das aber nicht relevant: Die Lüftungsanlage braucht dann ohnehin kaum zu arbeiten, weil es draußen noch warm genug für die Fensterlüftung ist. Das spart Strom. Und im Winter ist es meistens so kalt, dass man die Fenster lieber geschlossen lässt – für frische Luft sorgt dann die Lüftungsanlage.

Richtig geplant, ist es nicht nur in neuen Häusern, sondern auch in Altbauten möglich, eine Lüftungsanlage mit vertretbarem Aufwand einzubauen. Das so genannte "Überströmprinzip" reduziert den erforderlichen Installationsaufwand und schont gleichzeitig die Geduld der Bewohner: Die frische, vorgewärmte Zuluft wird in Aufenthaltsräume wie Wohnzimmer, Schlafzimmer oder Kinderzimmer eingeblasen. Von dort strömt sie über den Flur in die Räume, wo Feuchtigkeit

und Geruch entstehen (Küche und Bad). Dort wird die verbrauchte Luft abgesaugt und zum Wärmetauscher geleitet (Abbildung 23). Wie bei der Wärmeversorgung müssen auch bei einer Lüftungsanlage die Lüftungsrohre so eingestellt werden, dass jeder Raum auch tatsächlich die erforderliche Luftmenge erhält. Wichtige Voraussetzung dafür, dass eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung richtig funktionieren kann, ist eine konsequent luftdichte Bauweise des Gebäudes.

Abbildung 23

BEISPIELHAFTE INSTALLATION EINER LÜFTUNGSANLAGE IN EINER WOHNUNG

Das Lüftungsgerät ist in der Küche installiert. Die frische, vorgewärmte Luft (rote Pfeile) wird durch Kanäle im Flur (schwarz eingezeichnet) in die Aufenthaltsräume gefördert. Die verbrauchte Luft (gelbe Pfeile) wird aus Bad und Küche abgesaugt, anschließend entzieht ihr das Lüftungsgerät die enthaltene Wärme.



Quelle: Pluggit

EMPFEHLUNG

- Lassen Sie eine Lüftungsanlage möglichst genau auf den tatsächlichen Bedarf auslegen: Eine zu schwache Lüftungsanlage kann die gewünschte Luftqualität nicht sicherstellen, eine zu starke Lüftungsanlage ist zu teuer und führt zu trockener Luft.
- Wichtig ist auch die Regelung einer Lüftungsanlage: Zusehends verbreiten sich so genannte bedarfsgeführte Regelungen, die automatisch gerade so viel Luft fördern lassen, dass eine angenehme Luftqualität erreicht wird. Solche Regelungen reagieren auf den Gehalt von CO₂, Feuchtigkeit oder anderen Stoffen in der Luft.
- Die Bedienung einer Lüftungsanlage sollte so gut zugänglich wie ein Lichtschalter und einfach zu bedienen sein. Wenige Intensitäts-Stufen reichen aus, und für Stunden mit vielen Besuchern gibt es oft eine „Turbo-Stufe“, die eine Zeitlang auf größter Stufe lüftet und anschließend wieder in den Normalbetrieb herunterschaltet.
- Pflanzen helfen bei zu trockener Luft. Gleiches gilt für einen (automatisch) angepassten Luftwechsel, damit zwar ausreichend, aber nicht zu viel gelüftet wird.

Weitere Informationen:

- Hessische Energiespar-Aktion, Energiesparinformation 8: Lüftung im Wohngebäude – Wissenswertes über den Luftwechsel und moderne Lüftungsmethoden, November 2012, <http://www.energiesparaktion.de/wai/showcontent.asp?ThemaID=4792>
- Hessische Energiespar-Aktion, Energiesparinformation 9: Kontrollierte Wohnungslüftung – Wissenswertes über Abluftanlagen und Anlagen mit Wärmerückgewinnung, November 2012, <http://www.energiesparaktion.de/wai/showcontent.asp?ThemaID=4793>
- Energie-Agentur Nordrhein-Westfalen, „Risiken bei unzureichender Be- und Entlüftung von Wohnungen“, <http://www.energieagentur.nrw.de/lueftung/page.asp?RubrikID=4936>

➤ Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist, Rheinstr. 44/46, D-64283 Darmstadt, <http://www.passiv.de>

Klimageräte

Wird es draußen warm, steigen oft auch innen die Temperaturen – manchmal höher, als einem lieb ist. Dann werden verstärkt Klimageräte eingesetzt, um die überhitzten Räume zu kühlen. Doch deren Energieverbrauch kann binnen weniger Tage oder Wochen schnell den Energieverbrauch eines Kühlschranks innerhalb eines ganzen Jahres übersteigen!

EMPFEHLUNG

Bevor ein Klimagerät eingeschaltet oder angeschafft wird, sollten Sie versuchen, die Räume von vornherein möglichst kühl zu halten:

- Gedämmte Außenwände und Dächer sowie Wärmeschutzfenster verhindern ein Aufheizen des Hauses im Sommer und Wärmeverluste im Winter. Massive Wände, Böden und Decken begünstigen diesen Effekt.
- Die Raumtemperatur steigt weniger stark an, wenn die Wände und Decken Wärme tagsüber speichern können und nicht verdeckt oder verkleidet sind.
- Da vor allem direkte Sonneinstrahlung einen Raum im Sommer unnötig aufheizt, bieten Jalousien, Fensterläden oder Rollos zusätzlichen Schutz. Man kann sie auch nachrüsten. Außen liegende Rollläden sind besser als innen liegende Jalousien oder Vorhänge: Bleiben die Sonnenstrahlen draußen, bleibt auch der Raum kühler.

Auch auf das eigene Verhalten kommt es an: nachts oder in den frühen Morgenstunden die Räume mit viel kühler Nachtluft durchlüften (möglichst auf „Durchzug“), tagsüber Fenster und Rollläden schließen. Siehe auch „Energiespartipps für den Sommer: Einen kühlen Kopf behalten!“ auf Seite 29.

Wenn ein Raum gekühlt wird, sollte das Klimagerät eine gute Kühlwirkung haben und möglichst wenig Strom verbrauchen. Zwei Arten von Klimageräten sind besonders häufig. **Splitgeräte** bestehen aus zwei Teilen: Das Außengerät mit Kompressor und Kondensator verflüssigt ein Kältemittel, das zum Innengerät geleitet wird, dort verdampft und so dem zu kühlenden Raum Wärme entzieht. Das Außengerät sollte so aufgestellt werden, dass sein Geräusch weder den Besitzer noch die Nachbarn stört. Die am Innengerät kondensierende Raumfeuchte muss entweder aufgefangen oder mit neu zu verlegenden Kondensatleitungen abgeleitet werden kön-

nen. Die Kühlwirkung von Splitgeräten ist im Allgemeinen gut. Die Installation dürfen nur Fachleute übernehmen, weil hoch klimaschädliche Kältemittel verwendet werden, die vor der Inbetriebnahme eingefüllt werden. Wählen Sie Splitgeräte, die mindestens die Effizienzklasse A+ erreichen.

Die Fachleute helfen Ihnen auch bei der Auswahl eines Gerätes mit der richtigen Kühlleistung – das wiederum reduziert die Betriebskosten. Bei **Mono(block)geräten** haben wir es nur mit einem Apparat zu tun, darin sind alle Bauteile integriert. Die Geräte können daher ohne Installationsauf-

wand nahezu überall eingesetzt werden. Weil sie aber die heiße Abluft über einen Luftschlauch durch ein geöffnetes Fenster ausblasen, strömt im Gegenzug warme Luft von außen in den Raum. Die Folge: Der rest-

liche Raum kann noch wärmer werden, die Kühlwirkung ist vergleichsweise gering, der Energieverbrauch relativ hoch. Die effizientesten Monoblockgeräte erkennen Sie an der Effizienzklasse A+++.

Abbildung 24

ENERGIEVERBRAUCHSKENNZEICHNUNG FÜR KOMPAKT-KLIMAGERÄTE



- 1 I: Hersteller, II: Modellbezeichnung
- 2 Angabe für den Kühlbetrieb
- 3 Energieeffizienzklasse des Klimageräts
- 4 Farbbalken zur Kennzeichnung der Energieeffizienzklasse
- 5 Kühlleistung in Kilowatt (kW)
- 6 Energieeffizienz im Kühlbetrieb
- 7 Geräuschentwicklung im Innenraum in Dezibel
- 8 Stromverbrauch pro Stunde in Kilowattstunden (kWh)
- 9 Nummer der Verordnung (EU) 626/2011

FÖRDERMÖGLICHKEITEN UND BERATUNG



Staatliche Einrichtungen bieten vielfältige Beratung und Förderungen in den Bereichen Wärmeschutz und Heizenergieeinsparung an. Dazu gehören vor allem zinsgünstige Darlehen oder Zuschüsse. Viele Bundesländer haben Programme zur Förderung der Energieeinsparung und der Nutzung von erneuerbaren Energien aufgelegt. Zum Teil haben auch Kommunen und Energieversorgungsunternehmen Förderprogramme entwickelt.

Ein umfangreiches Informationsangebot – insbesondere im Internet – gibt Auskunft und weist den Weg zur optimalen Beratung und Förderung.

Um die bestehenden Möglichkeiten auch als „Nichtfachmann“ besser verstehen zu können, besteht oftmals die Möglichkeit einer kostenlosen telefonischen Beratung (z. B. bei der Deutschen Energieagentur) und/oder der Bestellung von meist kostenlosem Informationsmaterial (siehe auch Kapitel „Falls Sie mehr wissen wollen“ auf Seite 122).

EINIGE WICHTIGE HILFEN DURCH DEN FÖRDERDSCHUNGEL

BINE ist ein Informationsdienst der **Fachinformationszentrum Karlsruhe GmbH**, der durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technik (BMWi) gefördert wird. BINE informiert über den Entwicklungsstand um-

weltfreundlicher und ressourcenschonender Energietechniken – u.a. zu den Themen ökologisches Bauen, Niedrigenergiearchitektur, innovative Gebäudetechnik, wärmetechnische Sanierung, Solarthermie, Photovoltaik, Biomasse und Windenergie – und deren Anwendungsmöglichkeiten. Darüber hinaus bietet BINE unter <http://www.energiefoerderung.info> eine gute Übersicht und umfassende Informationsmaterialien zu den Förderprogrammen des Bundes und der Länder sowie zu regionalen Programmen.

Informationsdienst BINE, Fachinformationsszentrum Karlsruhe (Büro Bonn)

➤ Mechenstr. 57, 53129 Bonn

Tel.: 0228 / 92 37 9-0, Fax: 0228 / 92 37 9-29

Internet <http://www.bine.info>,

E-mail: bine@fiz-karlsruhe.de

Die **Deutsche Energie Agentur (DENA)** ist ein im Herbst 2000 gegründetes Kompetenzzentrum der Bundesrepublik Deutschland. Die DENA hat das Ziel, die rationelle Energienutzung, den Ausbau erneuerbarer Energiequellen und den Einsatz innovativer Techniken zur rationellen Energieumwandlung zu befördern. Ihr Aufgabenbereich erstreckt sich von der umfangreichen Entwicklung und Durchführung von Informationskampagnen und der Beratung von zuständigen öffentlichen Stellen bei Bund, Ländern und Gemeinden und der Wirtschaft bis zum Betrieb einer kostenlosen **Hotline (0 8000 / 736 734)**, wo Bürgerinnen und Bürger Auskunft zu den Themen rationelle Energienutzung im Bau- und Strombereich sowie Kraft-Wärme-Kopplung, Biomasse, Wind- und Sonnenenergie erhalten. Das Internetportal „Zukunft Haus“ (<http://www.zukunft-haus.info>) informiert

speziell über die Energieeinsparung bei Gebäuden.

Deutsche Energie Agentur GmbH,

➤ Chausseestr. 128a, 10115 Berlin

Tel.: 030 / 72 61 65 60 00,

Fax: 030 / 72 61 65 699

Internet: <http://www.dena.de> und

<http://www.zukunft-haus.info>

E-mail: info@deutsche-energie-agentur.de

Die **Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)** setzt als Bank des Bundes (80 Prozent) und der Länder (20 Prozent) Impulse für Wirtschaft, Gesellschaft und Ökologie, in Deutschland, in Europa und der Welt. Sie hilft u.a. bei der Förderung des Mittelstands und/oder von Existenzgründungen, in der Export- und Projektfinanzierung, in der Förderung der Entwicklungs- und Reformländer, aber auch beim Wohneigentum oder der Wohnraummodernisierung sowie beim Schutz von Umwelt und Klima. Energiesparhäuser können ebenso gefördert werden wie Verfahren zur umweltfreundlichen Erzeugung von Energie und Energieeinsparung. Hierzu gehört auch die umweltgerechte Modernisierung von Wohnraum: vom Einbau einer neuen Heizungsanlage über die Erneuerung der Fenster bis zur Wärmedämmung von Dach und Außenwänden. Ein weiterer Förderschwerpunkt ist die Nutzung erneuerbarer Energien.

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW),

➤ Palmengartenstraße 5-9, 60325 Frankfurt am Main

Tel: 0800 / 539 90 02

Internet: <http://www.kfw.de>

E-Mail: infocenter@kfw.de

BUNDESWEITE FÖRDERPROGRAMME (BEISPIELE)

KfW-Programm „Energieeffizient Bauen“	
Was wird gefördert?	Errichtung, Herstellung, Erweiterung oder Ersterwerb von Wohngebäuden, die einen niedrigeren Primärenergiebedarf haben als derzeit von der Energieeinsparverordnung gefordert. Am wenigsten Energie braucht das „KfW-Effizienzhaus 40“ mit nur 40 Prozent eines Standard-Neubaus. Auch Leistungen zur Baubegleitung (teilweise verbindlich vorgegeben) werden gefördert.
Wer wird gefördert?	Privatpersonen, Wohnungsunternehmen, Wohnungsgenossenschaften, Bauträger, Eigentümer/Betreiber von Wohnheimen, Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts sowie Contracting-Geber (Investor)
Wie wird gefördert?	Langfristige, zinsgünstige Darlehen mit festen Zinssätzen während der ersten zehn Jahre und tilgungsfreien Anlaufjahren; Tilgungszuschuss ab bestimmtem Effizienzhaus-Standard möglich
Wo ist der Antrag einzureichen?	Private Antragsteller stellen den Antrag vor Beginn des Vorhabens bei ihrer Hausbank.
Wo gibt es weitere Informationen?	Bei Ihrer Hausbank oder bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) Palmengartenstraße 5-9; 60325 Frankfurt Telefon: 0800 / 539 90 02 Internet: http://www.kfw.de Email: infocenter@kfw.de

Förderprogramm „Vor-Ort-Beratung“	
Was wird gefördert?	„Ingenieurmäßige“ Energiesparberatung vor Ort für Wohngebäude - mehr als die Hälfte der Gebäudefläche muss zu Wohnzwecken genutzt werden. Thermografische Aufnahmen. Luftdichtheitsprüfungen („Blower-Door-Test“)
Wer wird gefördert?	Gebäude- und Wohnungseigentümer, Mieter oder Pächter, sofern sich die Beratung auf das gesamte Gebäude bezieht, zahlreiche rechtlich selbständige Unternehmen sowie mildtätige, gemeinnützige oder kirchliche Einrichtungen
Wie wird gefördert?	als Zuschuss, den der Berater vor der Beratung beantragt und erhält und dafür die Beratung günstiger anbietet
Wo ist der Antrag einzureichen? Wo gibt es weitere Informationen?	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Referat 424 Frankfurter Str. 29-31, 65760 Eschborn Tel.: 0 61 96 / 908-880 Fax: 0 61 96 / 908-800 http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiesparberatung/index.html Hinweis: Auch die örtlichen Verbraucherzentralen führen Energieberatungen durch!

KfW-Programm "Energieeffizient Sanieren"	
Was wird gefördert?	Investitionen zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden, für die im Jahr 1995 oder vorher der Bauantrag gestellt wurde. Je niedriger der Energiebedarf nach der Sanierung, desto besser sind die Förderbedingungen. Das anspruchsvollste Ziel ist als „KfW-Effizienzhaus 55“ formuliert, das heißt, der Primärenergiebedarf des Gebäudes beträgt nach der Sanierung nur noch 55 Prozent des zulässigen Primärenergiebedarfs eines Neubaus. Es gibt mehrere Abstufungen bis zum „KfW-Effizienzhaus 115“. Daneben sind auch einzelne Maßnahmen wie die Wärmedämmung der Außenwand förderfähig. Zudem werden Leistungen zur Baubegleitung gefördert.
Wer wird gefördert?	Alle Träger von Investitionsmaßnahmen an selbstgenutzten oder vermieteten Wohngebäuden, wie Privatpersonen, Wohnungsunternehmen und -genossenschaften, Bauträger, Eigentümer/Betreiber von Wohnheimen, Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts sowie Contracting-Geber (Investor)
Wie wird gefördert?	<ul style="list-style-type: none"> • Langfristige, zinsgünstige Darlehen mit festen Zinssätzen in den ersten zehn Jahren und tilgungsfreien Anlaufjahren; Tilgungszuschuss in Abhängigkeit vom Zielniveau der Sanierung; • Nicht rückzahlbare Zuschüsse (nur für natürliche Personen)
Wo ist der Antrag einzureichen?	Privatpersonen stellen den Antrag vor Beginn des Vorhabens bei ihrer Hausbank.
Wo gibt es weitere Informationen?	Bei Ihrer Hausbank oder bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) Palmengartenstraße 5-9; 60325 Frankfurt Telefon: 0800 / 539 90 02 http://www.kfw.de infocenter@kfw.de

Marktanreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien	
Was wird gefördert?	Errichtung und Erweiterung von Sonnenkollektoranlagen, Biomasseanlagen und effizienten Wärmepumpen in bestehenden Gebäuden
Wer wird gefördert?	<p>Privatpersonen, Kommunen, kommunale Gebietskörperschaften, kommunale Zweckverbände und gemeinnützige Organisationen (z. B. eingetragene Vereine): Antragstellung innerhalb von sechs Monaten nach Inbetriebnahme der Anlage</p> <p>Kleine und mittlere Unternehmen, freiberuflich Tätige, Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau: Antragstellung vor Vorhabensbeginn</p>
Wie wird gefördert?	als Zuschuss
Wo ist der Antrag einzureichen? Wo gibt es weitere Informationen?	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) Referate 511 - 515, 521, 524, 525 Frankfurter Str. 29-35, 65760 Eschborn Tel.: 0 61 96 / 908-625 Fax: 0 61 96/ 908-800 Internet: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/index.html

VORSCHRIFTEN UND ANFORDERUNGEN



DAS ENERGIEEINSPARUNGSGESETZ (EnEG)

Das Energieeinsparungsgesetz stammt in seiner ersten Fassung aus dem Jahr 1976. Das Energieeinsparungsgesetz vom 1. September 2005, zuletzt geändert am 28. März 2009, ermächtigt die Bundesregierung, Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes bei Neubauten und bei wesentlichen Änderungen bestehender Gebäude vorzuschreiben. Ferner können Anforderungen an Einbau und Betrieb heizungs- und raumlufttechnischer Anlagen sowie an Brauchwasseranlagen erlassen werden. Weitere Aspekte betreffen das Erstellen von Energieausweisen, die Kontrolle der Anforderungen durch die zuständigen Behörden sowie Erklärungen von Fachunternehmern, Arbeiten gemäß den Anforderun-

gen ausgeführt zu haben. Das Energieeinsparungsgesetz bildet die gesetzliche Grundlage für die Energieeinsparverordnung (EnEV), die diese Inhalte konkretisiert. Zum vollständigen Gesetzestext: <http://www.gesetze-im-internet.de/eneg/index.html>

DIE ENERGIEEINSPARVERORDNUNG (EnEV)

Am 1. Februar 2002 ist die Energieeinsparverordnung (EnEV) erstmals in Kraft getreten. Sie wurde 2009 zuletzt überarbeitet. Eine neue Fassung wird Ende 2013 oder Anfang 2014 in Kraft treten.

Die EnEV ist bei der Errichtung von Gebäuden und der Änderung bestehender Gebäude anzuwenden. Die Energieeinsparverordnung

vereint die bis 2002 geltende **Wärmeschutz-**(WSchVO) und **Heizungsanlagen-Verordnung** (HeizAnlVO) in einer einheitlichen Verordnung. Die Zusammenführung beider Verordnungen ermöglicht eine Abstimmung anlagentechnischer und wärmeschutzbezogener Anforderungen. Planer erhalten damit die Möglichkeit einer integralen Planung, d.h. sie können Anlagentechnik und baulichen Wärmeschutz auf einander abstimmen und das Gesamtsystem „Gebäude“ optimieren.

Primärenergiebedarf

Während in der Wärmeschutz-Verordnung mit dem spezifischen Jahres-Heizwärmebedarf nur der Nutzenergiebedarf begrenzt wurde, enthält die Energieeinsparverordnung als zentrale Anforderung für Neubauten und grundlegend sanierte Gebäude eine Begrenzung des spezifischen Jahres-Primärenergiebedarfs für die Beheizung, Belüftung, Kühlung und die Warmwasserbereitung. Der zulässige Primärenergiebedarf von Neubauten wurde 2002 gegenüber der Wärmeschutz-Verordnung 1995 um durchschnittlich 30 Prozent gesenkt. 2009 wurde der zulässige Primärenergiebedarf um weitere 30 Prozent verringert. 2014 und 2016 soll der Primärenergiebedarf für Neubauten nochmals um je 12,5 Prozent sinken. Er wird seit 2009 im Verhältnis zum so genannten **Referenzgebäude** festgelegt, d.h. bei einem fiktiven Gebäude mit den gleichen geometrischen Abmessungen, aber mit definierten technischen Eigenschaften. Im Primärenergiebedarf werden die entstehenden Energieverluste durch z. B. Energiegewinnung, Energieumwandlung und Energietransport berücksichtigt. Damit ist eine Bewertung verschiedener Energieträger möglich. So

erfordert die Bereitstellung elektrischer Energie für die Gebäudebeheizung oder die Warmwasserbereitung in der Regel ungefähr 2,4-mal so viel nicht-erneuerbare Primärenergie wie Gas und Öl. Die EnEV gibt mehrere Normen vor, die die Methoden enthalten, wie der Primärenergiebedarf eines Gebäudes berechnet wird. Ab 2014 soll zudem ein vereinfachtes Verfahren mit EnEV-konformen „Standard-Lösungen“ eingeführt werden.

Transmissionswärmeverluste

Die Energieeinsparverordnung bestimmt, dass Neubauten mit normalen Innentemperaturen so auszuführen sind, dass bestimmte Höchstwerte für den auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche (z. B. Wände, Dach, Fenster) bezogenen Transmissionswärmeverlust eingehalten werden. Hierunter sind vereinfacht Wärmeverluste zu verstehen, die durch eine Temperaturdifferenz zwischen dem Gebäudeinnern (warm) und der Außenluft (kalt) entstehen. Mit der Begrenzung dieses Wertes soll sichergestellt werden, dass ein guter Wärmeschutz erreicht wird und erneuerbare Energien effizient verwendet werden.

Energieausweis

Gebäude brauchen bei Errichtung, Verkauf oder Vermietung einen Energieausweis (siehe Seite 16). Der Energieausweis beschreibt die energetische Qualität eines Gebäudes. Er wird auf der Grundlage des berechneten Energiebedarfs und des erfassten Endenergieverbrauchs erstellt. Die Bedarfsvariante enthält einige Ergebnisse der gemäß Energieeinsparverordnung durchzuführenden Berechnungen wie den Jahresprimärenergiebedarf, den Endenergiebedarf und die Trans-

missionswärmeverluste. Der Energieausweis soll die Markttransparenz im Gebäudebereich fördern. Für den Gebäudeeigentümer kann er ein Verkaufsargument sein und die Vermietbarkeit des Objekts verbessern. Käufer oder Mieter können die Energieverbrauchskosten eines Gebäudes oder einer anzumietenden Wohnung in ihre Wirtschaftlichkeitsüberlegungen einbeziehen.

Anforderungen an bestehende Gebäude

Die Energieeinsparverordnung enthält für bestehende Gebäude bedingte Anforderungen und auch einige Nachrüstpflichten.

a) Bedingte Anforderungen

Bedingte Anforderungen sind mit „Ohnehin-Maßnahmen“ verknüpft. Es kann unterstellt werden, dass in diesen Fällen eine Umsetzung der Anforderungen wirtschaftlich ist. Bedingte Anforderungen betreffen neu eingebaute oder geänderte Bauteile der Gebäudehülle (bauteilbezogene Anforderungen) und den Neueinbau oder den Austausch von Heizungen. Beispielsweise wird bei der Sanierung von Außenwänden (einschließlich Außenputzernerneuerung), Fenstern, Außentüren oder Dächern ein maximaler Wert für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) vorgeschrieben. Die bauteilbezogenen Anforderungen gelten nur dann, wenn mehr als 10 Prozent der gesamten jeweiligen Bauteilfläche geändert werden („Bagatellgrenze“). Ferner dürfen einzelne neu eingebaute oder geänderte Bauteile die o.g. Anforderungen überschreiten, wenn das Gebäude insgesamt den Jahres-Primärenergiebedarf des Neubau-Referenzgebäudes um nicht mehr als 40 Prozent überschreitet (sogenannte 40-Prozent-Regel).

Heizungen, die austauscht oder in ein bestehendes Gebäude neu eingebaut werden, müssen den Regelungen der EU-Heizkesselrichtlinie genügen. Heiz- und Warmwasserleitungen müssen den Regelungen für Neubauten entsprechend gedämmt werden.

b) Nachrüstpflichten

Die in der Energieeinsparverordnung enthaltenen Nachrüstpflichten beziehen sich auf gebäude- und anlagenbezogene Maßnahmen, die im Allgemeinen wirtschaftlich sind:

- Eigentümer von Gebäuden mit normalen Innentemperaturen mussten zuvor ungedämmte, zugängliche oberste Geschossdecken beheizter Räume bis zum 31.12.2011 nachträglich gedämmt haben. Nach Durchführung der Maßnahme darf der Wärmedurchgangskoeffizient der Geschossdecke $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nicht überschreiten. Für selbst genutzte Ein- und Zweifamilienhäuser enthält die Energieeinsparverordnung allerdings eine Sonderregelung: Bei Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohnungen (Ein- und Zweifamilienhäuser), von denen der Eigentümer selbst eine bewohnt, müssen die Anforderungen nur bei Eigentümerwechsel innerhalb von zwei Jahren eingehalten werden.
- Heizkessel, die vor dem 1. Oktober 1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, dürfen seit dem 31.12.2006 nicht mehr betrieben werden, außer es sind Niedertemperatur- oder Brennwertkessel. Zusätzlich mussten ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden (z. B. dem Keller), bis zum 31.12.2006 gedämmt werden.

➤ Heizkörper müssen mit Thermostatventilen ausgerüstet sein, die die Wärmezufuhr von der Heizungsanlage zum Raum selbsttätig an den tatsächlichen Bedarf anpassen.

Kontrolle der Anforderungen

Verantwortlich für die Einhaltung der Anforderungen der Energieeinsparverordnung sind der Bauherr und die von ihm beauftragten Personen (§ 26 EnEV). Gewerblich tätige Unternehmer, die die oberste Geschossdecke dämmen, Arbeiten an Außenbauteilen des Gebäudes oder an der Heizungsanlage vornehmen, müssen in einer „Unternehmerklärung“ nachweisen, dass sie die Pflichten der EnEV erfüllt haben (§ 26a EnEV). Eigentümer des Gebäudes müssen diese Erklärung 5 Jahre lang aufbewahren. Weitere Kontrollen an der Heizungsanlage nehmen die Bezirksschornsteinfegermeister im Rahmen der Feuerstättenschau vor (§ 26b EnEV).

Die Umsetzung der EnEV liegt in der Zuständigkeit der Bundesländer. Sie regeln, welche Behörden für die Überprüfung der Anforderungen zuständig sind. Dort können Sie auch Ordnungswidrigkeiten melden. Die Deutsche Energie-Agentur bietet eine Liste der Anlaufstellen in den Bundesländern:

<http://www.zukunft-haus.info/de/unternehmen-oeffentliche-hand/energieausweis/enev-und-energieausweis/anlaufstellen-ordnungswidrigkeiten.html>.

Zum vollständigen Text der Verordnung:

http://www.gesetze-im-internet.de/enev_2007/index.html

Die Normen zur Berechnung des Primärenergiebedarfs

DIN EN 832

Die Energieeinsparverordnung stützt sich in ihrem gebäudebezogenen Teil unter anderem auf die Europäische Norm EN 832. Diese Norm behandelt das wärmetechnische Verhalten von Gebäuden und dient der Berechnung des Heizenergiebedarfs von Gebäuden. Das in der EN 832 verwendete Berechnungsverfahren kann u.a. der Beurteilung der Übereinstimmung mit Vorschriften, die in Form von Energiezielwerten ausgedrückt sind, dienen (EnEV), erlaubt aber auch eine Einschätzung des Ergebnisses möglicher Energiesparmaßnahmen an einem bestehenden Gebäude.

DIN V 4108-6

Die Norm „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs“ dient der Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs von Gebäuden. In die Berechnung gehen die Form und Größe eines Gebäudes, die Aufbauten der Wände, Böden und Decken, Lüftungswärmeverluste und die Dauer der Heizperiode ein.

DIN V 4701-10

Die Norm mit der Bezeichnung „Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen; Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung“ füllt die Energieeinsparverordnung auf der anlagentechnischen Seite aus, indem sie ein Verfahren festlegt, um Heizungs- und Lüftungssysteme einheitlich zu bewerten. Nach dieser Norm wird bei gegebenem Nutzenergiebedarf der Jahres-Energiebedarf (Primärenergie und Endenergie)

für Heizen und Trinkwassererwärmung unter definierten Randbedingungen ermittelt. Der Nutzenergiebedarf setzt sich aus Jahresheizwärmebedarf und Trinkwarmwasser-Wärmebedarf zusammen.

DIN V 18599

Die Normenreihe „Energetische Bewertung von Gebäuden“ besteht aus insgesamt 10 Teilen zur Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs eines gesamten Gebäudes: Die Berechnung umfasst Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung, Kühlung und Beleuchtung, einschließlich der Bewertung der Anlagentechnik. Die EnEV 2009 erlaubt, dass für Wohngebäude diese Normenreihe alternativ zu den vorstehenden Normen verwendet werden kann.

DAS ERNEUERBARE-ENERGIEN-WÄRMEGESETZ (EEWärmeG)

Zusätzlich zur Energieeinsparverordnung soll das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) den Anteil der erneuerbaren Energien im Gebäudebereich steigern. Daher sollen alle neu errichteten Gebäude einen bestimmten Anteil ihres Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien decken: Das kann Solarthermie, eine Holzheizung oder eine effiziente Wärmepumpe sein. Alternativ ist es möglich, den Primärenergiebedarf des Gebäudes um 15 Prozent zu verringern – beispielsweise durch bessere Wärmedämmung oder eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Auch der Anschluss an Fern- oder Nahwärme aus effizienter Kraft-Wärme-Kopplung oder die Nutzung eines eigenen Blockheizkraftwerks sind möglich. Weitere Informationen finden Sie auf den

Internetseiten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter <http://www.erneuerbare-energien.de>. Zum vollständigen Text des Gesetzes: http://www.gesetze-im-internet.de/eew_rmeg/index.html

DIE EU-VERORDNUNG 2009/641/EG

Die Verordnung (EG) Nr. 641/2009 der EU-Kommission vom 22. Juli 2009 legt Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von externen Nassläufer-Umwälzpumpen und in Produkte integrierten Nassläufer-Umwälzpumpen fest. Betroffen sind hauptsächlich Heizungsumwälzpumpen, Solarpumpen sowie Sole-Umwälzpumpen von Wärmepumpen. Seit dem 1.1.2013 müssen außerhalb von Heizungsanlagen installierte („externe“) Umwälzpumpen hocheffizient sein. Ab dem 1.8.2015 sind auch Umwälzpumpen betroffen, die in Heizungsanlagen integriert sind. Die EU-Verordnung vom 22. Juli 2009 zu Umwälzpumpen wurde im Rahmen der Energiebetriebene-Produkte-Richtlinie (Ökodesign-Richtlinie) erlassen. Sie gilt unmittelbar in allen 27 EU-Mitgliedstaaten. Das heißt, es ist keine Umsetzung in deutsches Recht notwendig.

DIE VERORDNUNG ÜBER KLEINE UND MITTLERE FEUERUNGSANLAGEN (1. BImSchV)

Die Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – kurz: 1. BImSchV) regelt Anforderungen an die Luftreinhaltung für Feuerungsanlagen in privaten Haushalten, Handwerks- und Gewerbebetrieben und öffentlichen Einrichtungen (Schulen, Krankenhäusern u. a.).

Öl- und Gasheizungen

Die 1. BImSchV enthält Grenzwerte für den **Stickoxidausstoß** von Öl- und Gasfeuerungsanlagen, die auf dem Prüfstand gemessen werden, bevor die Anlage auf den Markt kommt. Sie erhalten beim Kauf eines Heizkessels eine Bescheinigung darüber, dass die Grenzwerte eingehalten werden. Messungen der Stickoxidemissionen an der installierten Anlage gibt es nicht.

Die **Rußzahl** ist ein Maß für die Emission staubförmiger Partikel und lässt Rückschlüsse auf die Verbrennungsgüte zu. Für die Rußzahl enthält die 1. BImSchV Grenzwerte, die der Schornsteinfeger oder die Schornsteinfegerin regelmäßig an der installierten Anlage überwacht.

Es gelten folgende Grenzwerte für Ölfeuerungsanlagen:

Rußzahl	
Verdampfungsbrenner	2: bei Anlagen, die vor dem 1.11.1996 errichtet wurden: 3
Zerstäubungsbrenner	1: bei Anlagen, die vor dem 1.10.88, in den neuen Bundesländern vor 3.10.90 errichtet wurden: 2

Ölderivate sind schwerflüchtige organische Substanzen, die sich bei der Bestimmung der Rußzahl auf dem Filterpapier niederschlagen. Sie dürfen im Abgas nicht enthalten sein.

Von diesen Anforderungen sind Einzelraumheizungen bis 11 Kilowatt (kW) und Anlagen zur ausschließlichen Brauchwassererwärmung bis 28 kW ausgenommen.

Außerdem müssen Öl- und Gasfeuerungsanlagen bei einer Schornsteinfegermessung Grenzwerte für den **Abgasverlust** (Wärme, die über Abgase verloren geht) einhalten. Der Abgasverlust steht in engem Zusammenhang mit dem Wirkungsgrad der Anlage.

Überwachung von Öl- und Gasheizungen
Innerhalb von 4 Wochen nach Inbetriebnahme müssen Sie die Abgaswerte Ihres Heizkessels überwachen lassen. Bei Brennwertgeräten muss der Abgasverlust nicht ermittelt werden. Eine weitere Messung ist in den ersten 12 Jahren alle 3, danach alle 2 Jahre nötig.

Nennwärmeleistung (kW)	Abgasverlust (%)
> 4 - 25	11
> 25 - 50	10
> 50	9

Feste Brennstoffe: Holz- und Kohleheizkessel

Wenn Sie eine neue Holzfeuerungsanlage in Betrieb nehmen oder ein bestehendes Gerät

von einem anderen Betreiber übernehmen, müssen Sie sich innerhalb eines Jahres von einem Schornsteinfeger oder einer Schornsteinfegerin zum sachgerechten Umgang mit Ihrer Anlage, zu geeigneten Brennstoffen und zur richtigen Brennstofflagerung **beraten** lassen. Diese Beratung wird üblicherweise im Zusammenhang mit anderen Schornsteinfegerarbeiten erfolgen, z. B. bei der Abnahme der Anlage oder wenn eine Emissionsmessung ansteht. Auch bei bestehenden Anlagen ist einmalig eine Beratung vorgesehen.

Die 1. BImSchV enthält eine Liste mit den **Brennstoffen**, die Sie in einer Kleinf Feuerungsanlage einsetzen dürfen – was nicht auf der Liste steht, darf auch nicht in die Anlage. Zulässig sind unter anderem naturbelassenes Holz in Form von Holzscheiten, Holzhackschnitzel, Holzbriketts und Pellets sowie Braun- und Steinkohleprodukte. Holzbrennstoffe dürfen Sie in handbeschickten Anlagen nur in lufttrockenem Zustand einsetzen. Das bedeutet: Ein Feuchtegehalt von 25 Prozent darf nicht überschritten werden. Das ist normalerweise der Fall, wenn das Holz abgedeckt, aber gut durchlüftet etwa 2 Jahre gelagert wurde. Wichtig: Spanplatten und lackiertes Holz dürfen nur holzverarbeitende Betriebe – unter Einhaltung bestimmter Bedingungen – verfeuern. Private Haushalte dürfen dies nicht.

Der Schornsteinfeger oder die Schornsteinfegerin nimmt, wenn er oder sie zur Überprüfung der Feuerungsanlage im Haus ist, auch das Brennstofflager in Augenschein und

überprüft den Feuchtegehalt des gelagerten Brennstoffs. Sollte das Holz nicht ausreichend trocken sein, so wird er/sie Ihnen dies mitteilen und gegebenenfalls Hinweise für eine richtige Lagerung des Brennstoffs geben. Denn: die Verbrennung von feuchtem Holz führt nicht nur zu einem deutlich höheren Schadstoffausstoß, auch der Wirkungsgrad Ihrer Anlage leidet.

Emissionsbegrenzungen für Einzelraumfeuerungsanlagen

Für Holz- und Kohleöfen, die vorrangig den Raum beheizen, in dem sie aufgestellt sind, gelten Grenzwerte, die bei einer Typprüfung einzuhalten sind. Messungen finden also statt, bevor ein Gerät auf den Markt kommt. Betroffen sind der Ausstoß an Kohlenmonoxid und Staub, daneben gibt es eine Mindestanforderung für den Wirkungsgrad. Beim Kauf eines Ofens erhalten Sie eine Bescheinigung des Herstellers darüber, dass die Grenzwerte der 1. BImSchV eingehalten werden. Diese Bescheinigung müssen Sie dem Schornsteinfeger oder der Schornsteinfegerin vorlegen.

Für die Schadstoffe gibt es jeweils zwei Grenzwertstufen. Die erste Stufe ist mit der überarbeiteten 1. BImSchV am 22. März 2010 in Kraft getreten, Stufe 2 gilt für Anlagen, die ab 2015 neu installiert werden. Für Anlagen, die zuvor in Betrieb gingen, gelten grundsätzlich die alten Grenzwerte weiter.

EMPFEHLUNG

Besonders empfehlenswert ist es, sich wegen der geringen Emissionen bereits jetzt für ein Gerät zu entscheiden, das die Grenzwerte der Stufe 2 einhält.

Offene Kamine haben generell relativ hohe Emissionen und eignen sich wegen ihres geringen Wirkungsgrades nicht zum Heizen. Diese Anlagen dürfen Sie nur gelegentlich betreiben.

Neue Anforderungen für alte Öfen

Gerade alte Einzelraumfeuerungsanlagen verursachen einen oft sehr hohen Schadstoffausstoß. Deshalb ist es besonders wichtig, die Emissionen dieser Anlagen zu begrenzen. Um Verbraucher und Verbraucherinnen nicht übermäßig zu belasten, gelten für alte Öfen sehr lange Übergangsfristen, die je nach Da-

tum der Typprüfung zwischen 2015 und 2025 auslaufen. Auch danach sind die Grenzwerte, die für alte Geräte gelten, weniger streng als für Neuanlagen. Außerdem gibt es mehrere Ausnahmen: Öfen, die die einzige Heizmöglichkeit einer Wohneinheit darstellen, sind von der Pflicht zur Einhaltung der Grenzwerte ebenso ausgenommen wie historische Öfen, Herde, Badeöfen, offene Kamine und handwerklich vor Ort gesetzte Grundöfen.

Anforderungen für Heizkessel

Heizkessel dienen zumeist als Hauptheizung für ein ganzes Haus oder zumindest für eine Wohnung; Sie sind in der Regel deutlich länger in Betrieb als Einzelraumfeuerungsanlagen. Es ist besonders wichtig, den Schadstoffausstoß von Heizkesseln zu vermindern. Die Grenzwerte für Heizkessel gelten deshalb nicht für Prüfstandsmessungen, sondern für den tatsächlichen Betrieb der Anlagen. Sie werden nicht auf dem Prüfstand, sondern an der installierten Anlage durch eine Schornsteinfegermessung überwacht.

Bei automatisch beschickten Anlagen mit einer Nennwärmeleistung über 15 kW gibt es diese Messungen bereits seit längerem. Für die anderen Heizkessel tritt die Messpflicht in Kraft, sobald die Entwicklung eines neuen, kostengünstigen Messverfahrens abgeschlossen ist.

Abbildung 25 zeigt die neuen Schadstoffgrenzwerte für Holz- und Kohleheizkessel bis 500 kW. Wie bei den Einzelraumfeuerungsanlagen, gibt es auch hier zwei Grenzwertstufen. Stufe 2 gilt auch bei Heizkesseln nur für Anlagen, die ab 2015 errichtet werden.



Abbildung 25

SCHADSTOFFGRENZWERTE FÜR HOLZHEIZKESSEL

	Brennstoff	Nennwärmeleistung [kW]	Staub [g/m ³]	CO [g/m ³]
Stufe 1: Anlagen, die nach Inkrafttreten der Verordnung errichtet werden	Stückiges u. nicht stückiges Holz (Scheitholz, Sägespäne),	≥ 4 - 500	0,1	1,0
	Holzpellets	≥ 4 - 500	0,06	0,8
	Kohleprodukte	≥ 4 - 500	0,09	1,0
Stufe 2: Anlagen, die nach dem 31.12.2014 errichtet werden	Stückiges u. nicht stückiges Holz (Scheitholz, Sägespäne), Holzpellets, Kohleprodukte	≥ 4	0,02	0,4

Der Schadstoffausstoß von Heizkesseln ist vor allem dann hoch, wenn sie bei Teillast, also beispielsweise mit „halber Kraft“, laufen. Um dies zu vermeiden, müssen neue Heizkessel grundsätzlich mit einem Pufferspeicher ausgestattet werden. Auch ein Mindestvolumen ist für diesen Speicher vorgesehen. Wenn möglich, muss der Pufferspeicher 12 Liter pro Liter Brennstofffüllraum umfassen, mindestens müssen aber 55 Liter pro kW Nennwärmeleistung installiert werden. Ausnahmen gibt es für Pelletkessel, wenn sie auch bei Teillast schadstoffarm arbeiten.

Sind auch alte Heizkessel betroffen?

Auch für bestehende Heizkessel sieht die neue Verordnung lange Übergangsfristen vor, die je nach Alter der Anlage zwischen 2015 und 2025 auslaufen.

Mehr Informationen finden Sie in der UBA-Broschüre „Heizen mit Holz“:

➤ <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/dateien/3151.htm>

Zum vollständigen Text der Verordnung:

➤ http://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_1_2010/index.html

FALLS SIE MEHR WISSEN WOLLEN:

- Broschüre: „Energie clever nutzen - Tipps zur Energiewende" (<http://www.bmu.de/B911-0>)

Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit – Referat Öffentlichkeitsarbeit – , Stresemannstraße 128 – 130, 10117 Berlin, Telefon: 030 18 305-0, E-Mail: service@bmu.bund.de, Internet: <http://www.bmu.de>, <http://www.erneuerbare-energien.de/>

- Broschüre „Heizen mit Holz“
- Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilz-Leitfaden“)
- Broschüre „Hilfe! Schimmel im Haus“
- Broschüre „Angriff des schwarzen Staubes“
- Broschüre „Energiesparen im Haushalt“
- Broschüre „Nachhaltiges Bauen und Wohnen“

Hrsg.: Umweltbundesamt , Postfach 1406, 06813 Dessau, Telefon: 0340 / 2103-0, E-mail: medien@umweltbundesamt.de, Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/>

- Zahlreiche Broschüren zu energiesparendem Bauen und energetischer Gebäudemodernisierung
- Kostenlose Energie-Hotline: 08000 / 736 734
- Datenbank mit Experten für die Bundesförderprogramme: <http://www.energie-effizienz-experten.de>

- Datenbank mit Gebäude-Experten: <https://effizienzhaus.zukunft-haus.info/experten/suche-experten/>

Hrsg.: Deutsche Energie Agentur GmbH, Chausseestr. 128a, 10115 Berlin
Tel.: 030 / 72 61 65 60 00,
Internet: <http://www.dena.de>,
<http://www.zukunft-haus.info>

INFORMATIONEN DER BUNDESLÄNDER (AUSWAHL)

- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, 80525 München,
Internet: <http://www.stmwivt.bayern.de/energie-und-rohstoffe/energieeinsparung/technik-wirtschaftlichkeit/>
- Bremer Energie-Konsens GmbH,
Am Wall 172 / 173, 28195 Bremen,
Telefon: 0421 / 376671-0
Internet: <http://www.energiekonsens.de/>
- EnergieAgentur.NRW, Roßstraße 92, 40476 Düsseldorf, Telefon: 0211 / 8 66 42 - 0, Hotline: Tel.: 01803 / 19 00 00 (9 Cent/Minute aus dem dt. Festnetz, abweichende Preise für Mobilfunkteilnehmer), Internet: <http://www.ea-nrw.de>
- Hessische Energiespar-Aktion, Rheinstraße 65, 64295 Darmstadt,
Telefon: 06151 / 2904-58,
Internet: <http://www.energiesparaktion.de/>

➤ KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, Kaiserstraße 94a, D-76133 Karlsruhe, Telefon: 0721 / 984 71 - 0, Internet: <http://www.kea-bw.de>

➤ Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH, Pirnaische Straße 9, 01069 Dresden, Telefon: 0351 / 4910-3152, Internet: <http://www.saena.de>

➤ **BINE Informationsdienst**
Fachinformationszentrum Karlsruhe (Büro Bonn), Kaiserstraße 185-197, 53113 Bonn, Tel. 0228 / 92379-0, Internet: <http://www.bine.info>

➤ **Energieberatung der Verbraucherzentralen:** Kontakt zu den örtlichen Verbraucherzentralen, Beratung per Telefon (018 809 802 400 – 0,14 €/Minute aus dem deutschen Festnetz) oder Email, Broschüren zum Ausdrucken und Herunterladen
Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. (vzbv), Markgrafenstraße 66, 10969 Berlin, Telefon 030/25800-0, Internet: <http://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de/>

➤ **Förderung von Energiespar-Beratungen**
➤ **Energieberater-Suche:**
<http://www.energie-effizienz-experten.de/expertensuche>

➤ **Förderung erneuerbarer Energien**
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Frankfurter Straße 29 – 35, 65760 Eschborn, Telefon: 0 61 96 / 908-880 („Vor-Ort-Energieberatung“), Telefon 0 61096 / 908-625 (Erneuerbare Energien), Internet: <http://www.bafa.de/>

➤ **Das Energiesparbuch**
Monika Götze, Gudrun Pinn: Das Energiesparbuch, Stiftung Warentest 2009, 12,90 Euro

➤ **Das große Energie- und CO₂-Sparbuch**
Gege, Maximilian (Hrsg.): Das große Energie- und CO₂-Sparbuch. 1001 Tipps für Haus, Garten, Büro und Freizeit. Hamburg: B.A.U.M., 2008.
Bestellung über B.A.U.M.: Bundesdeutscher Arbeitskreis für Umweltbewusstes Management (B.A.U.M.) e. V., Osterstraße 58, 20259 Hamburg, Tel.: 040 - 49 07 11 00, Internet: <http://www.baumev.de/>

IMPRESSUM

Kontakt:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau

Herausgeber und Redaktion:

Umweltbundesamt
Fachgebiet „Energieeffizienz“
Postfach 1406
06813 Dessau-Roßlau
Telefax: (0340) 2103-2285
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Gestaltung:

publicgarden GmbH, Berlin
www.publicgarden.de

Stand: Juni 2013

Auflage: 300.000 Exemplare

BROSCHÜRENBESTELLUNG

Sie können diese Broschüre kostenlos
bestellen bei:

Anschrift:

Umweltbundesamt
c/o GVP
Postfach 30 03 6
53183 Bonn

Service-Telefon:

0340 2103-6688

Service-Fax:

0340 2104-6688

E-Mail: uba@broschuerenversand.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

BILDNACHWEIS

Titelseite	© dra_schwartz iStockphoto.com
Seite 4	© Stephane LARCHER Thinkstock.com
Seite 10	© Ruta Saulyte-Laurinaviciene Thinkstock.com
Seite 14	© Tadeusz Ibrom Thinkstock.com
Seite 19	© Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)
Seite 21	© Ingo Bartussek Fotolia.com
Seite 27	© Günther Ludewig Solidar Architekten
Seite 36	© Schubert UBA
Seite 38	© Stockbyte Thinkstock.com
Seite 40	© kzenon Thinkstock.com
Seite 49	© Schubert UBA
Seite 61	© Katarzyna Leszczynska Thinkstock.com
Seite 64	© Nikita Sobolkov Thinkstock.com
Seite 67	© igorrl Thinkstock.com
Seite 71	© XXX Thinkstock.com
Seite 73	© Heinz-Jürgen Landshoef Panthermedia.net
Seite 80	© ariwasabi Thinkstock.com
Seite 88	© Robert Biedermann Panthermedia.net
Seite 88	© Hans-Joachim Bechheim Panthermedia.net
Seite 90	© Goodshoot Thinkstock.com
Seite 93	© Hans Engbers Thinkstock.com
Seite 95	© mekun Photocase.de
Seite 100	© fotolinchen Thinkstock.com
Seite 101	© Karel Stipek Shotshop.com
Seite 102	© BSW-Solar
Seite 109	© Marco2811 Fotolia.com
Seite 113	© Jupiterimages Thinkstock.com
Seite 120	© Anton Balazh Fotolia.com

Broschüre kostenlos als PDF downloaden:

[www.umweltbundesamt.de/
publikationen/das-energiesparschwein](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/das-energiesparschwein)

Gedruckt auf Recyclingpapier mit dem Umweltzeichen
des Blauen Engels und mit mineralölfreien Druckfarben.



www.umweltbundesamt.de