

ENERGIEEFFIZIENTES BAUEN

EIN GEBÄUDEKOMPASS



MACH MIT.
BAU NACHHALTIG.

Energieeffizientes Bauen in Sachsen

saena
Sächsische
Energieagentur GmbH





Seite	Inhalt
4	Der Weg zur Energieeinsparverordnung (EnEV)
5	Die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009
10	Wärmeverbrauchsreduzierung bei Gebäuden
14	Beratung
16	Komponenten des energieeffizienten Gebäudes
	1. Thermische Gebäudehülle optimieren
17	Kellerdecke / Bodenplatte
	Außenwände / Fassade
20	Fenster / Türen / Festverglasung
21	Dach / Obere Geschossdecke
22	2. Effiziente Heizungs- und Anlagentechnik auswählen
	Komponenten zur Wärmeversorgung
	Wärmeerzeuger
23	Wärmeverteilung
24	Wärmeverbraucher
	Steuer- und Regeltechnik
24	Brauchwassererwärmung
25	Versorgung mit Elektroenergie
	Komponenten der Lüftungsanlage
26	Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
	Kühlung
27	3. Einsatz erneuerbarer Energien berücksichtigen
	Warmwasseraufbereitung und Heizung aus Sonne und Biomasse
	Solarthermie
	Geothermie
	Biomasse
28	Stromerzeugung
	Photovoltaik
	Kleinwindanlagen
29	Glossar

Nach dem „Jom-Kippur-Krieg“, dem arabisch-israelischen Krieg im Rahmen des Nahostkonflikts, minderte die OPEC (Organisation Erdöl exportierender Länder) 1973 die Erdölproduktion. Infolgedessen stieg der Ölpreis von rund drei Dollar auf über **fünf Dollar pro Barrel** an. Der starke Preisanstieg des damals unabdingbaren Rohstoffes prägte den Begriff Energiekrise und gab Anlass zum Nachdenken über die Endlichkeit der fossilen Energieträger. Der Erlass des **Energieeinsparungsgesetzes (EnEG)** am 22. Juli 1976 sollte helfen, die Abhängigkeit der Bundesrepublik

Deutschland von eingeführten Energieträgern zu senken. Das neue Gesetz zur Verminderung des Energieverbrauchs in Gebäuden befasste sich insbesondere mit den Energieeinsparpotenzialen und forderte eine möglichst effektive Nutzung von Heiz- und Kühlenergie. Die Anforderungen an den **Energieverbrauch** bezogen sich auf die Begrenzung der Wärmedurchgangs- und Lüftungswärmeverluste unter Einhaltung ausreichender raumklimatischer Verhältnisse. Zur erfolgreichen Umsetzung dieses Gesetzes wurden die **Wärmeschutz- und Heizanlagenverordnung**

(WärmeschutzV und HeizAnV) erlassen. Architekten, Planer und Haustechniker erhielten dadurch das erforderliche Handwerkzeug, um Begriffen wie „k-Wert“ (heute „U-Wert“), Luftwechsellzahl und dem griechischen Buchstaben „Eta“ für Wirkungsgrad eine neue Bedeutung zu geben.

Zusätzlich wurde im Jahr 1991 die Heizkostenverordnung (HeizkostenV) für die Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten im Miet- bzw. Wohnungseigentümerverhältnis eingeführt. Seitdem sind sowohl die Gesetze als auch die dazugehörigen Verordnungen mehrfach novelliert worden. Die **Energieeinsparverordnung (EnEV)** führt die wichtigen Vorgaben und Regelungen für den Wärmeschutz und die Anlagentechnik seit 2002 in einem Schriftwerk zusammen. Die Nachweisverfahren zur EnEV sind im Gegensatz zum Rechenverfahren der Wärmeschutzverordnung deutlich umfangreicher geworden. Die Berücksichtigung der Anlagentechnik sowie der primärenergetische Ansatz führen zu mehr Komplexität. Erstmals ist dadurch aber auch eine Aussage zum Gesamtenergiebedarf möglich.

Seit dem 1. Oktober 2009 ist die 1. Novellierung der EnEV 2007 – auch als EnEV 2009 bezeichnet – gültig. Am 01.01.2009 trat das **Erneuerbare-Energie-Wärme-gesetz (EEWärmeG)** für Neubauten in Kraft. Darin wird die Pflicht zur anteiligen Nutzung erneuerbarer Energien bei der Wärmeversorgung von Wohn- und Nichtwohngebäuden geregelt.

Die Bundesregierung hat am 28. September 2010 ihr langfristiges **Energiekonzept** bis 2050 im Bezug auf die neue Europäische Gebäuderichtlinie EPBD 2010 beschlossen. Dabei geht es um die Entwicklung und Umsetzung einer Gesamtstrategie bis 2050. Damit soll Deutschland in Zukunft bei wettbewerbsfähigen Energiepreisen und hohem Wohlstandsniveau eine der energieeffizientesten und umweltschonendsten Volkswirtschaften der Welt werden. Mit hoher Versorgungssicherheit, wirksamen Klima- und Umweltschutz und wirtschaftlich tragfähiger Energieversorgung sollen die Voraussetzungen für einen langfristig wettbewerbsfähigen Industriestandort Deutschland gesichert werden.

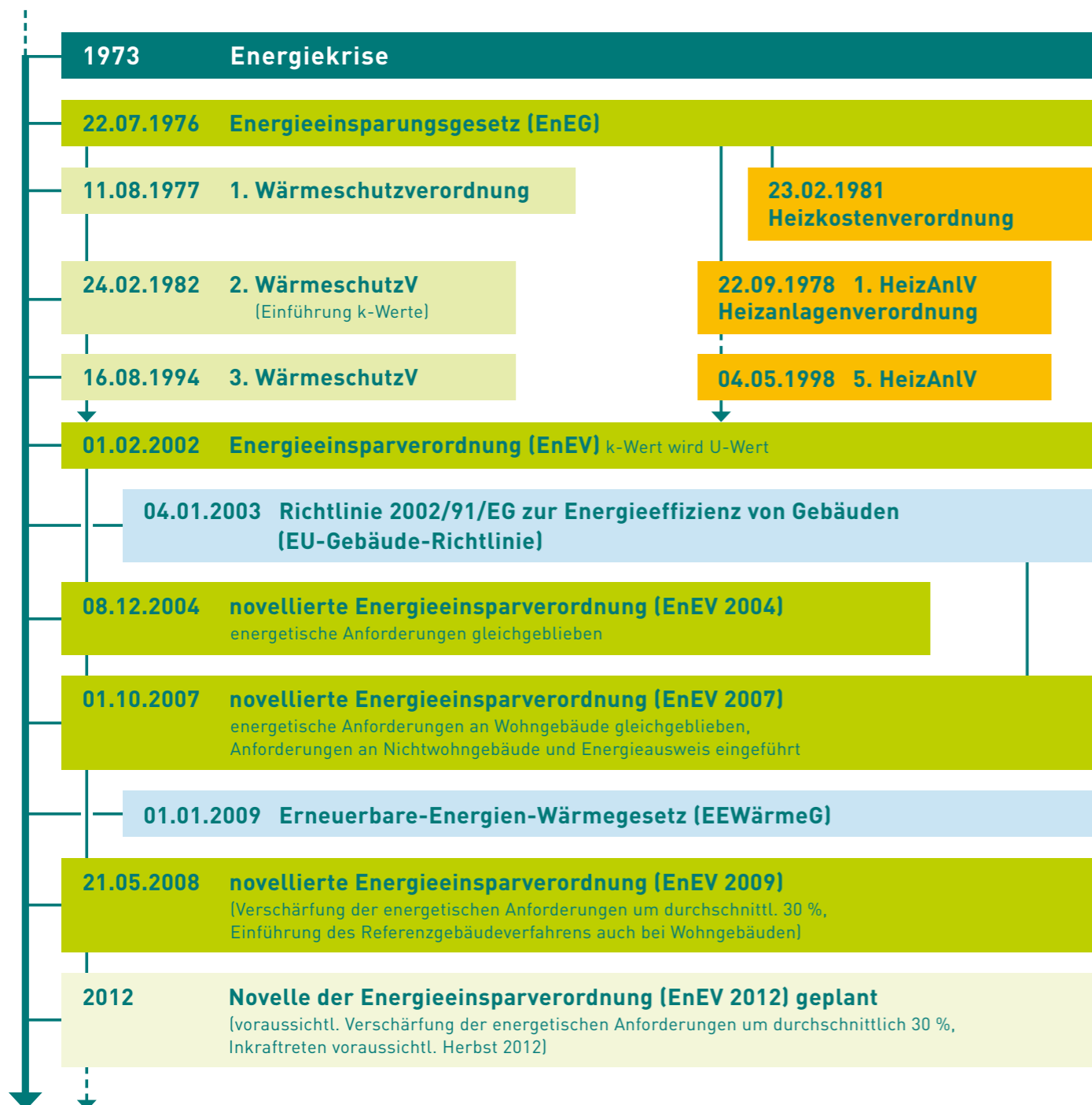
Die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009

Seit dem 1. Oktober 2009 ist die novellierte Energieeinsparverordnung **EnEV 2009** bundesweit in Kraft getreten. Für ihre praktische Umsetzung sind jeweils die einzelnen Bundesländer zuständig. Mit der EnEV 2009 werden die Anforderungen an den Wärmeschutz sowie die Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung deutlich verschärft. Im Mittel wurde eine Erhöhung der Anforderungen an die energetische Güte im Bezug auf die EnEV 2007 von ca. 30 % vorgenommen. Die Energieeinsparverordnung gilt für diejenigen Gebäude, die mit Hilfe von Energie beheizt oder gekühlt werden. Auch die Anlagentechnik in Gebäuden wie z.B. die Heizungs-, Kühlungs- und Raumluftechnik sowie die Versorgung mit Warmwasser und die Beleuchtungstechnik sind davon betroffen. Der Energieeinsatz für etwaige Produktionsprozesse in den Gebäuden fällt nicht unter die Energieeinsparverordnung.

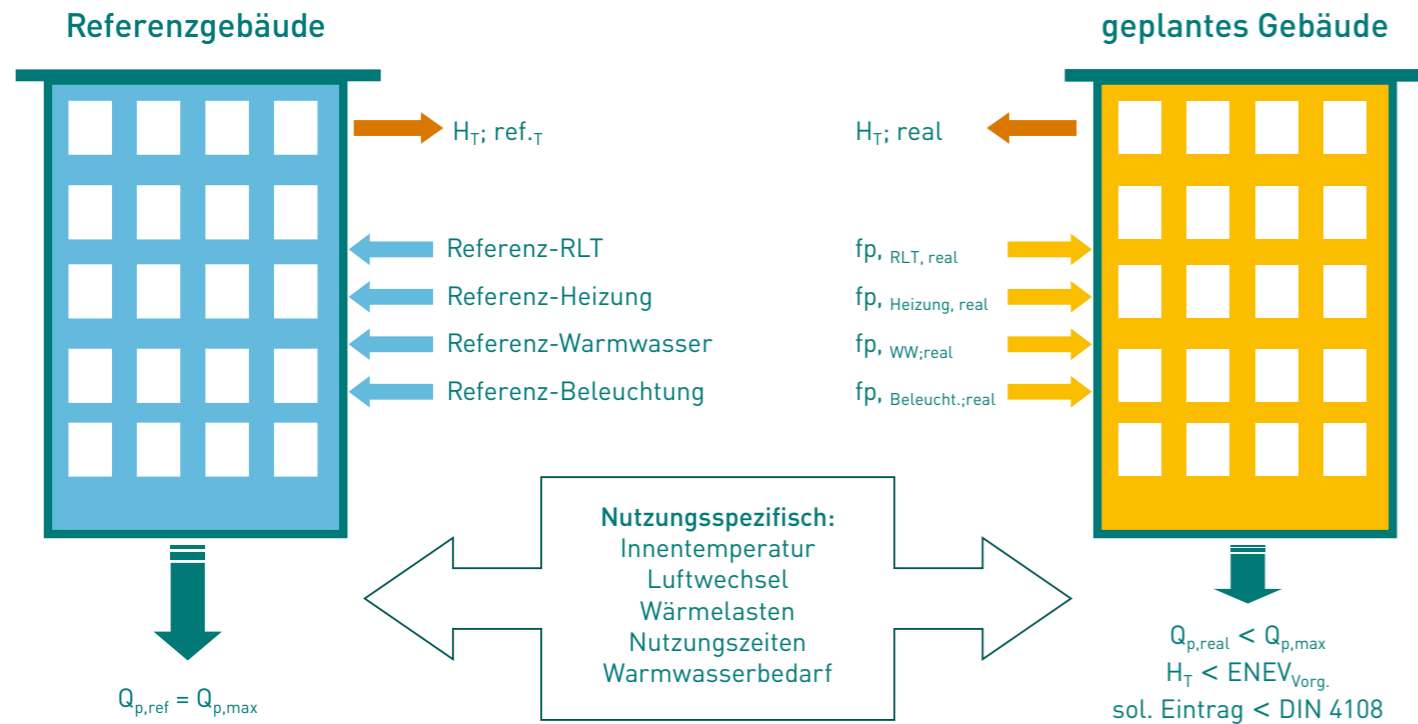
Die EnEV 2009 gilt nicht für Gebäude, die weder beheizt noch gekühlt werden sowie für Gebäude mit nur kurzer Nutzungsdauer. Genaue Ausnahmen sind im §1 der EnEV beschrieben. Beispiele sind hierfür landwirtschaftliche oder unterirdische Bauten, Glashäuser für Pflanzenzucht, Zelte und provisorische Gebäude, Kirchen und Wochenendhäuser oder bestimmte Betriebsgebäude.

Das aus der EnEV 2007 bekannte **Referenzgebäudeberechnungsverfahren** für Nichtwohngebäude nach **DIN V 18599** wird in einer Light-Variante auch für Wohngebäude eingeführt. Hierbei muss das geplante Gebäude die Forderungen an den maximalen Primärenergiebedarf Q_p sowie den maximalen Transmissionswärmeverlust H_T des Referenzgebäudes erfüllen. Erstmals werden auch Anforderungen an die energetische Qualität von Heizanlagen beim erstmaligen Einbau definiert. Weiterhin werden für die Warmwasserbereitung bereits beim Referenzgebäude solare Quellen einbezogen. Damit wird die aktuelle Energieeinsparverordnung gleichzeitig mit dem **Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz** abgeglichen.

Bei der Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden ist der Nachweis der EnEV nicht erforderlich, wenn die Veränderung der baulichen Hülle > 10 % der gesamten jeweiligen Bauteilfläche des Gebäudes beträgt. Für alle anderen Sanierungen ist der Gesamtnachweis bzw. bei Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle der Bauteilnachweis zu führen. Bei Gesamtnachweisen dürfen die Grenzwerte für den Primärenergiebedarf (Q_p) und den Wärmeverlust über die Gebäudehülle (H_T bzw. U bei Nichtwohngebäuden) die Anforderungen für das Referenzgebäude bis zu 40 % überschreiten.



EnEV-Berechnungsverfahren nach DIN V 18599



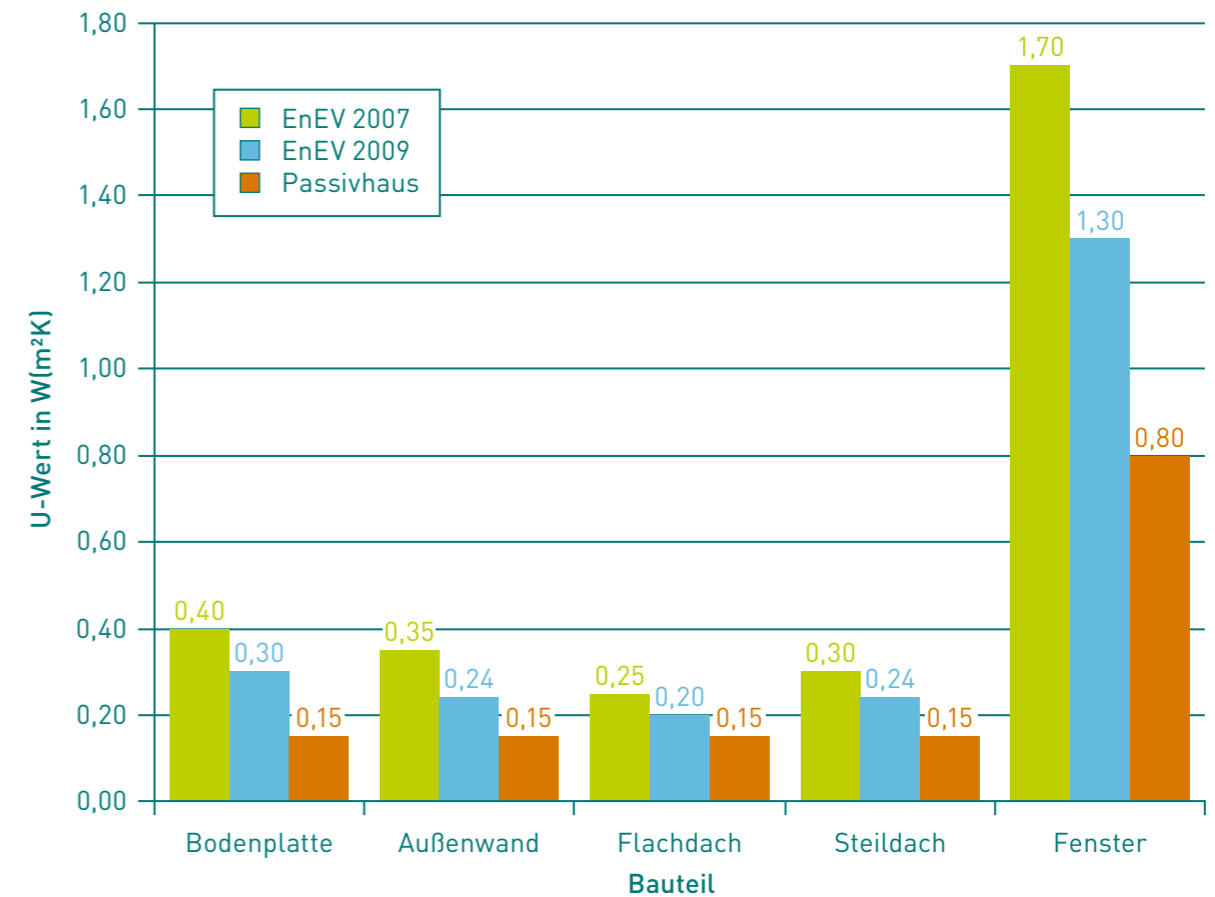
Die wesentlichen Änderungen

gegenüber der alten Energieeinsparverordnung (EnEV 2007) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Reduzierung des zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs um ca. 30 %, des Transmissionswärmeverlustes über die Gebäudehülle um ca. 15 %
- Minderung der zulässigen U-Werte für Außenbauteile um bis zu 30 % gegenüber der EnEV 2007 im Falle wesentlicher Änderungen und Modernisierungen von bestehenden Gebäuden
- Einführung des Referenzgebäudeverfahrens auch bei Wohngebäuden für die Ermittlung des maximalen Jahresprimärenergiebedarfs Q_p anhand eines fiktiven Referenzgebäudes mit gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung wie das zu berechnende Wohngebäude
- maximaler Transmissionswärmeverlust H_T (mittlerer U-Wert aller Außenbauteile) bei Wohngebäuden nicht mehr vom A/Ve-Verhältnis abhängig, sondern bezieht sich auf die Lage und teilweise die Größe des Gebäudes

- Einführung eines neuen Bilanzierungsverfahrens für Wohngebäude auf Basis der DIN V 18599. Hierzu wurde die DIN V 18599 um einen Teil für Wohngebäude erweitert. Das bisherige Monatsbilanzverfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 kann alternativ angewendet werden
- schrittweise Außerbetriebnahme von elektrischen Speicherheizsystemen (Nachtspeicherheizungen)
- Nachweis nach EnEV bereits erforderlich bei Veränderung der baulichen Hülle > 10 % der gesamten jeweiligen Bauteilfläche des Gebäudes – bisher > 20 %
- Überprüfung der Einhaltung von Nachrüstverpflichtungen, wie beispielsweise Pflichten zur Dämmung der oberen Geschossdecke oder von Rohrleitungen und anlagentechnischen Anforderungen durch den Bezirksschornsteinfegermeister
- Einführung privater Nachweispflichten (Fachunternehmererklärungen) und stichprobenweise Kontrolle durch die zuständigen Behörden zur Einhaltung der Vorgaben der EnEV

U-Werte EnEV 2007-2009 im Vergleich bei erstmaligem Einbau, Ersatz oder Erneuerung



Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

Das am 1. Januar 2009 in Kraft getretene Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz stellt nunmehr das gesetzliche Ziel auf, bis zum Jahr 2020 mindestens 14 % des Wärme- und Kälteenergiebedarfs von Gebäuden durch erneuerbare Energien zu decken. Es dient dem **Schutz der Umwelt** und soll dazu beitragen, den Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase zu verringern. Ziel ist es, einerseits Ressourcen zu schonen, andererseits aber eine sichere und nachhaltige Energieversorgung zu gewährleisten.

Dieses Gesetz schreibt zukünftigen Eigentümern von Gebäuden vor, dass ein Teil ihres Wärmebedarfs aus **regenerativen Energien** gedeckt werden muss. Dies gilt für **Wohn- und Nichtwohngebäude**, deren Bauantrag bzw. -anzeige nach dem 1. Januar 2009 eingereicht wurde.

Der Eigentümer kann entscheiden, welche Form von erneuerbarer Energie genutzt werden soll. Es können alle bekannten Energieformen auch in Kombination eingesetzt werden, wie beispielsweise **solare Strahlungsenergie, Geothermie, Umweltwärme und Biomasse**.

Das Gesetz regelt, dass ein bestimmter Anteil des Wärmebedarfs mit der jeweiligen erneuerbaren Energie erzeugt wird. Der Prozentsatz ist abhängig von der Energieform. So müssen beim Einsatz von Solaranlagen mindestens 15 % des Wärmebedarfs gedeckt werden. Aus Vereinfachungsgründen muss bei Ein- und Zweifamilienhäusern die Fläche der montierten Solarkollektoren mindestens 4 % der Gebäudenutzfläche, bei Mehrfamilienhäusern entsprechend 3 % betragen. Wird die Wärme dagegen unter Verwendung von flüssiger bzw. fester Biomasse oder mit Erd- oder Umweltwärme erzeugt, muss dadurch mindestens die Hälfte des Wärmebedarfs gedeckt werden. Bei der Verwendung von Biogas liegt der Anteil bei 30 %.

Wer keine regenerativen Energien einsetzen will, kann auf andere **klimaschonende Ersatzmaßnahmen** zurückgreifen. Künftige Hausherren können der Pflicht beispielsweise durch Steigerung der Energieeffizienz Genüge tun. Dass ist gegeben, wenn die Anforderungen an den maximalen Jahresprimärenergiebedarf Q_p sowie den maximalen Wärmeverlust über die Gebäudehülle H_T um mindestens 15 % unterschritten werden. Außerdem ist die Ausnutzung von technischer Abwärme, z.B. aus Abluft- und Abwasserströmen oder durch Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen zu mind. 50 % möglich. Als weitere Ersatzmaßnahme wird der unmittelbare Anschluss an Wärmenetze, die ihre Wärme mindestens zur Hälfte aus KWK-Anlagen beziehen, anerkannt.



Was ist der Energieausweis?

Der Energieausweis soll Gebäude hinsichtlich Ihrer Energieeffizienz vergleichbar machen und damit mehr Transparenz in den Bereich der Gebäude bringen. Er enthält Aussagen zur Nutzung, zur Gebäudegröße, zur Art der Energieversorgung und zu Energieverbrauch bzw. -bedarf. Wenn die Ausstellung möglich ist, ist auch eine Modernisierungsempfehlung enthalten. Auf einem Bandtacho-Label kennzeichnet ein Pfeil, wo dieses Gebäude hinsichtlich seiner Bedarfs- bzw. Verbrauchsdaten eingestuft wird. Der Gesetzgeber sieht vor, dass Eigentümer in öffentlich zugänglichen Gebäuden den Energieausweis im Eingangsbereich gut sichtbar in der im Anhang der EnEV vorgegebenen Form aushängen müssen. Andere Gebäudeeigentümer benötigen das Dokument nur in gedruckter Form zur Vorlage bei Mietern und Kaufinteressenten.

Jeder auszustellende Energieausweis besteht aus 4 Seiten und muss zusätzlich eine Modernisierungsempfehlung enthalten. Ist dazu keine Aussage möglich, muss der Aussteller darauf hinweisen. Je nach Ausweisart, bleibt die 2. oder 3. Seite unausgefüllt.

Unterscheidung bei Energieausweisen

Bedarfsausweis

Energieausweise müssen für zu errichtende Gebäude auf der **Grundlage des berechneten Energiebedarfs** ausgestellt werden. Hierbei kommt das Referenzgebäudeverfahren zur Anwendung. Dabei wird ein fiktives Referenzgebäude mit gleicher Kubatur, wie das zu betrachtende Gebäude berechnet. Dieses „gedachte Gebäude“ ist mit allen Referenztechniken und Vorgaben für die Gebäudehülle aus der EnEV konzipiert und bildet den Anforderungswert, mit dem das betrachtete Gebäude verglichen wird.

Auf dieser Grundlage muss bei genehmigungspflichtigen baulichen Veränderungen bzw. bei Neubebauung die Erfüllung der EnEV nachgewiesen werden. Wenn ein Energieausweis als Vorlage für Eigentümer- bzw. Mieterwechsel benötigt wird, kann nach einem vereinfachten Verfahren vorgegangen werden. Hierbei genügt eine Aufstellung der erforderlichen Gebäudedaten durch den Eigentümer, welche allerdings vom Ausweis-Aussteller auf ihre Plausibilität geprüft werden müssen.

Für Bestandswohngebäude, die weniger als fünf Wohnungen haben und für die der Bauantrag vor dem 1. November 1977 gestellt worden ist, ist immer der Bedarfsausweis auszustellen. Dies gilt nicht, wenn bei der Baufertigstellung oder durch spätere Modernisierung das Anforderungsniveau der Wärmeschutzverordnung vom 11. August 1977 nachgewiesen wurde. In solchen Fällen ist auch ein Verbrauchsausweis zulässig. Für alle anderen Bestandsgebäude, auch für kleine Nichtwohngebäude besteht Wahlfreiheit.

Verbrauchsausweis

Der Verbrauchsausweis ordnet das zu betrachtende Gebäude mit Hilfe eines Energieverbrauchskennwertes – ermittelt aus dem Energieverbrauch von drei aufeinanderfolgenden Jahren für die Beheizung und die zentrale Warmwasserbereitung – entsprechend ein. Im Berechnungsverfahren wird mit bekannten Klimafaktoren des Deutschen Wetterdienstes die Witterung am jeweiligen Standort des Gebäudes berücksichtigt, um eventuelle

außergewöhnliche Temperaturschwankungen zu bereinigen. Längere Leerstände werden rechnerisch berücksichtigt. Der Energieverbrauch für Heizung und zentrale Warmwasserbereitung bezieht sich auf die zu bestimmende Gebäudenutzfläche A_N nach EnEV. Die verwendeten Abrechnungsdaten müssen die jüngste vorliegende Abrechnungsperiode einschließen.

Wann wird der Energieausweis benötigt?

Seit dem 1. Januar 2009 gilt **für alle Wohngebäude** in Deutschland die „Ausweispflicht“. Der Eigentümer muss bei Vermietung, Verkauf oder Verpachtung seiner Immobilie den Energieausweis potenziellen Mietern und Käufern auf Anfrage zugänglich machen. Seit dem 1. Juli 2009 brauchen **auch alle Nichtwohngebäude** (z.B. Büro- und Verwaltungsgebäude) einen Energieausweis. Werden in diesen Gebäuden öffentliche Dienstleistungen erbracht und ihre Nutzfläche beträgt mehr als 1.000 m² ist der Energieausweis gut sichtbar auszuhängen.

Sollten sich bei der Bauausführung im Neubau oder in der Sanierung relevante Details ändern, muss der Fachmann den Energieausweis entsprechend anpassen. Erfolgt eine bauliche **Veränderung der Außenbauteile** um mehr als 10 % der Bauteilfläche, muss ein Energiebedarfsausweis ausgestellt werden. Bei der Erweiterung und dem Ausbau eines Gebäudes um zusammenhängend mindestens 15 m² und höchstens 50 m² Nutzfläche dürfen die neuen Außenbauteile bestimmte Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) nicht überschreiten. In Anlage 3 Tabelle 1 der EnEV sind die entsprechenden Höchstwerte festgelegt. Der Nachweis für die Einhaltung wird auch Bauteilnachweis genannt. Ist die zusammenhängende Nutzfläche größer als 50 m², wird dieser Gebäudeteil aus energetischer Sicht eigenständig wie ein Neubau betrachtet.

Bereits ausgefertigte Energiebedarfsausweise nach EnEV 2002 und EnEV 2004 sowie auch bestimmte freiwillig bis zum 30.09.2007 ausgestellte Energiepässe im Bestand (z.B. dena - Energiepass, Sächsischer Energiepass) gelten **zehn Jahre ab Ausstellungsdatum**. Diese Geltungsdauer betrifft auch alle neu auszustellenden Energieausweise.

Für welche Gebäude entfällt diese Pflicht?

Hauseigentümer, welche ihr Objekt nicht verkaufen, vermieten, oder verpachten möchten, benötigen vorerst keinen Ausweis. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass auch für diese Gebäude

bei einer baulichen Veränderung der Außenbauteile um mehr als 10 % die Energieeinsparverordnung zu beachten ist. Für kleinere Gebäude mit einer Nutzfläche unter 50 m² sowie für Baudenkmäler wird kein Ausweis benötigt.

Die Kosten des Energieausweises

Die Kosten für einen Energieausweis sind gesetzlich nicht vorgeschrieben. Der Preis kann zwischen Aussteller und Auftraggeber **frei verhandelt** werden und richtet sich nach der **Art des Ausweises**. Die Kosten für einen Energieausweis setzen sich u.a. wie folgt zusammen:

- **Ist eine Ortsbegehung erforderlich?**
- **Wie erfolgt die Datenaufnahme?**
- **Welcher Ausweis muss erstellt werden?**
- **Wie groß ist das Gebäude?**

Eine Kosteneinsparung ist möglich, wenn der Auftraggeber oder Hauseigentümer dem Energieausweis-Aussteller alle wichtigen Daten und vorhandene Bauunterlagen übermittelt. Auf eine Ortsbegehung sollte kein Aussteller verzichten. Nur sie ermöglicht eine sinnvolle Aussage zu den Modernisierungsempfehlungen. Da die Ausweise sich je nach Erfordernis stark unterscheiden, können folgende angegebene Kosten stark schwanken und sind lediglich Richtwerte.

Momentan werden am Markt Verbrauchsausweise zwischen 25 und 100 Euro angeboten. Dabei sind die Preise stark vom **Erfassungsaufwand** abhängig.

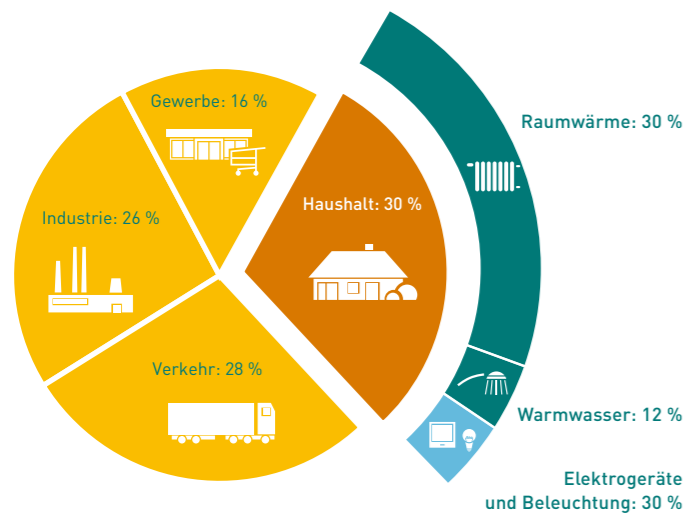
Für den Bedarfsausweis liegen die Preise höher, da er das Gebäude detaillierter wiedergibt und deutlich mehr Daten ermittelt werden müssen. Bei vereinfachten Verfahren – teilweise ohne Vor-Ort-Begehung und auf Grundlage der von den Bauherren zur Verfügung gestellten Daten – werden Preise zwischen etwa 80 und 200 Euro beobachtet. Der Preis liegt höher, wenn der Bedarfsausweis im Zusammenhang mit einer Berechnung nach dem ausführlichen Monatsbilanzverfahren, einer Begehung und Vermessung des Gebäudes erstellt wird. Dann ist bei Wohngebäuden je nach Größe des Objekts mit 350 bis 1.000 Euro zu rechnen.

Für Nichtwohngebäude sind komplexere Erfassungen und Berechnungen notwendig. Deshalb kann der Preis für den Bedarfsausweis auch deutlich höher ausfallen.

Ressourcen und Klimaproblematik

Wie hängen nun die Entwicklung der **EnEV** und die notwendige **Verbrauchsreduzierung bei Gebäuden** mit der globalen Erwärmung und der Ressourcenknappheit zusammen?

Um die globale Erwärmung auf ein erträgliches Maß zu begrenzen, ist eine **Reduktion der globalen Kohlendioxidemissionen** bis 2050 um mindestens 30 % gegenüber 1990 erforderlich. Dies bedeutet für Industrieländer eine Reduktion um etwa 80 %. Dagegen dürfen die Emissionen in Entwicklungs- und Schwellenländern um maximal 30 % steigen. Somit sind die heutigen Reduktionsziele der deutschen Bundesregierung von **40 % bis 2020 und 80 % bis 2050** gegenüber dem Wert von 1990 keineswegs zu hoch, sondern sollten mindestens angestrebt werden. Die technischen Entwicklungen der vergangenen Jahre zeigen, dass diese Ziele erreichbar sind.



Quelle: Energiedaten, BMWi 2008

Rund 80 % des Energieverbrauchs weltweit werden gegenwärtig noch durch fossile Brennstoffe (Erdöl, Erdgas und Kohle) – die Hauptverursacher von Kohlendioxidemissionen – gedeckt. Die Wirkung von Emissionen entfaltet sich lokal (Grobstaub, Benzol, Ruß), regional (Aerosolpartikel, kurzlebige Gase) und global (langlebige Treibhausgase). Aber nicht nur ökologische, sondern auch **ökonomische Gründe** erfordern eine **nachhaltige Energieversorgung**. Neben dem Klimawandel stellen auch die Endlichkeit fossiler Energieträger sowie die Abhängigkeit von Energieträgerimporten ein erhebliches Problem dar.

Derzeit werden rund 50 % der fossilen Energieträger in der Europäischen Union aus Drittländern importiert. Die Abhängigkeit der Europäischen Union von Energieimporten aus Drittländern steigt weiter an. Dies führt unter anderem zu wirtschaftlichen, sozialen

und politischen Risiken. Wenn der Energieverbrauch nicht reduziert und der Anteil der einzelnen Brennstoffarten nicht verändert wird, könnte die Abhängigkeit von Ölimporten bis 2030 auf über 90 % und von Gasimporten auf über 80 % steigen. Die **Konkurrenz auf dem Energiemarkt** wird zugleich immer härter. Der Bedarf an Rohstoffen steigt in Industriestaaten und Schwellenländern weiter an. Indien hat seinen Ölverbrauch seit 1992 verdoppelt. China gilt seit 2004 weltweit als zweitgrößter Ölimporteur. Die Tendenz setzt sich fort. Dabei sind diese Länder nicht Auslöser des Problems, sondern haben dasselbe Recht auf Entwicklung und Wohlstand. Der Knackpunkt ist vielmehr, dass Energie und Ressourcen immer noch nicht effizient genug genutzt werden und zu wenig Technologien, Produktionsweisen und Produkte nachhaltig sind.

Notwendigkeit der Verbrauchsreduzierung bei Gebäuden

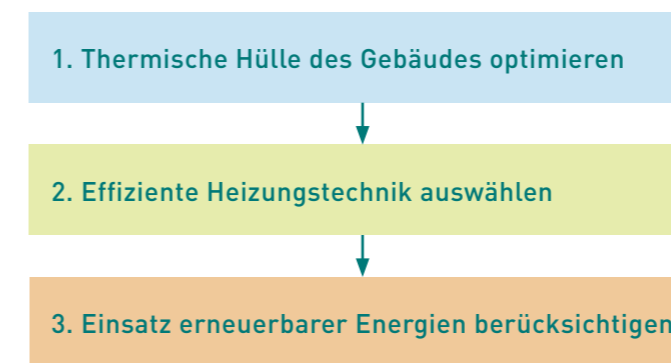
Sicher stellt sich vielen Verbrauchern auch die Frage, warum Energieeffizienz oder Energieeinsparung gerade im Gebäudebereich so wichtig sind.

Es wird betont, dass nur ein ganzheitlicher Ansatz zum Erfolg führen kann. Natürlich sind auch die großen Energieversorger in der Pflicht, die Effizienz ihrer Anlagen zu verbessern und nach neuen Lösungen für die Zukunft zu suchen. Aber das allein wird nicht ausreichen. Je weniger Energie verbraucht wird, desto weniger muss auch erzeugt werden. Und gerade Gebäude verbrauchen viel Energie und bieten noch erhebliches Potenzial zur **Effizienzsteigerung**. Der Wohn- und Dienstleistungssektor, in dem überwiegend Gebäude genutzt werden, verursacht allein über 40 % des Endenergieverbrauchs in der Europäischen Gemeinschaft. Dieser Wert gilt auch für Deutschland. Da der Wohn- und Dienstleistungssektor expandiert, werden auch der Energieverbrauch und somit die Schadstoffemissionen steigen.

Das langfristige Ziel der Bundesregierung ist bis 2050 einen nahezu **klimaneutralen Gebäudezustand** zu haben. Dafür ist eine Verdopplung der energetischen Sanierungsrate und eine 80 %-ige Reduzierung des Heizwärmebedarfs nötig.

Energieeffizientes Bauen als Gegenwartsziel

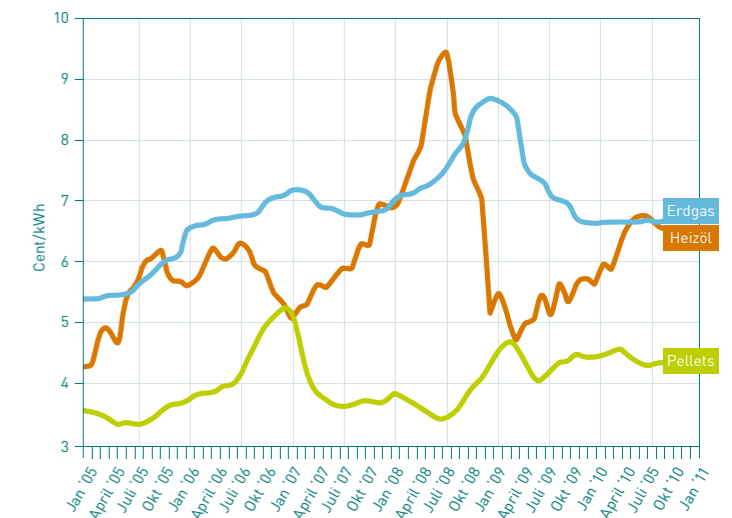
Der größte nachhaltige Nutzen beim Sanieren oder dem Neubau eines Gebäudes entsteht, wenn die geplanten Maßnahmen bereits im Vorfeld in einem **Gesamtkonzept** von Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Energien betrachtet werden. Folgende Reihenfolge ist dafür empfehlenswert:



Durch eine bessere Dämmung der Gebäudehülle wird der Verlust an Wärme und damit der Energiebedarf eines Gebäudes gesenkt. Moderne Heiztechnik sorgt dafür, dass der verbleibende Energiebedarf effizient gedeckt wird. Strategisch sollte zunächst immer der Energiebedarf des Hauses gesenkt werden, bevor die fossil befeuerte Haustechnik durch moderne Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien ersetzt wird. Beispielsweise wird durch den Austausch einer Ölheizung in eine Pelletsheizung zunächst eine **Unabhängigkeit vom steigenden Ölpreis** erreicht, ohne die energetische Sanierung wird jedoch eine große Menge an Pellets benötigt. Demnach wird nur vom niedrigeren Brennstoffpreis profitiert. Wird jedoch auch der Energiebedarf gesenkt, sinkt der Bedarf an Pellets und der Kostenvorteil steigt. Bei einer Entscheidung für eine Solaranlage, wären bei einem geringeren Energiebedarf die erforderliche Kollektorfläche und damit die Investitionskosten geringer.

Bei der Nutzung erneuerbarer Energien für die Energieversorgung von Gebäuden stehen **mehrere erprobte Technologien** zur Verfügung. Welcher Energieträger sich am besten eignet und nach wie vielen Jahren sich die Investitionen bezahlt machen, lässt sich nicht pauschal sagen. Bei einer **professionellen Planung und Finanzierung der Sanierung** können die Investitionskosten aus den jährlichen Energiekosteneinsparungen finanziert werden.

Energieeffizienz im Gebäudebereich bietet nicht nur volkswirtschaftliche Vorteile durch Schonung endlicher Ressourcen und geringere Emissionen an treibhauswirksamen Gasen und anderen Schadstoffen. Sie bietet auch den Bewohnern selbst handfeste Vorteile. Dabei zahlen sich eine energetische Sanierung und die Abkehr von fossilen Ressourcen durch das Einsparen der stetig steigenden Energiekosten in barer Münze aus. Bei der derzeitigen **Entwicklung der Brennstoffpreise** sind immer stärkere Belastungen für die Haushalte zu erwarten. Allein in den Jahren von 1999 bis 2009 stiegen die Durchschnittspreise für Heizenergie um mehr als 50 % und für Haushaltsstrom sogar um 250 %.



Basis: Verbraucherpreise für die Abnahme von 3.000 l Heizöl, 33.540 kWh Gas bzw. 6 t Pellets (inkl. MwSt. und sonstigen Kosten). Bezugsgröße: unterer Heizwert
 Quelle: Pelletpreise = Deutscher Energie-Pellet-Verband e.V./ Solar Promotion GmbH
 Heizöl- und Erdgaspreise = Brennstoffspiegel
 Stand August 2010
 www.interpellets.de • www.pelletsmagazin.de

Energiepreisentwicklung in Deutschland

Um zu vermeiden, dass Energie von einem Teil der Bevölkerung nicht mehr bezahlt werden kann, müssen heute die richtigen Maßnahmen ergriffen werden. Erneuerbare Energien bringen weitgehend Unabhängigkeit von den Energiepreisentwicklungen und schaffen mehr Sicherheit. Solaranlagen zum Beispiel verursachen außer den Investitionskosten quasi keine Betriebskosten mehr.

Sparen durch Senkung der Energiekosten

Seit Jahren steigen die Nebenkosten nahezu kontinuierlich. Teilweise wird schon von der „zweiten Miete“ gesprochen. Aber auch Eigenheimbesitzer müssen erheblich höhere finanzielle Belastungen aufbringen. Das ist wesentlich dem starken Anstieg der Preise aller Energieträger geschuldet. Daran wird sich angesichts der Situation auf den internationalen Rohstoffmärkten mittel- und langfristig nichts ändern. Deshalb sind Bewohner vor hohen finanziellen Belastungen durch steigende Energiepreise am besten geschützt, wenn der Energieverbrauch der Gebäude möglichst gering ist.

Ein ungedämmtes Einfamilienhaus aus dem Jahr 1970 mit 150 m² bewohnter Fläche kann beispielsweise allein für die Heizung jährlich 45.000 kWh benötigen. Dies entspricht 4.500 l Heizöl oder 4.500 m³ Erdgas und aktuell einem Preis von ca. 3.200 Euro. Die Tendenz ist weiter steigend.

Ein vergleichbar großes Haus nach energiesparendem **KfW-Effizienzhaus 55** benötigt hingegen nur noch 4.000 kWh pro Jahr. Das entspricht einem aktuellen Preis von ca. 280 Euro. Der beträchtlichen Ersparnis stehen höhere Investitionskosten bei der Errichtung besonders energieeffizienter Gebäude oder Kosten für die thermische Sanierung bestehender Gebäude gegenüber.

Werden die Zinsen für das eingesetzte Kapital berücksichtigt und eine gleichbleibende Entwicklung der Energiekosten zu Grunde gelegt, lässt sich die Amortisationsdauer der energieeffizienten Bauweise ermitteln. Ist sie kürzer als die geplante Nutzungsdauer des Gebäudes, lohnen sich die Ausgaben für den Investor langfristig. Das muss jeweils im konkreten Einzelfall berechnet werden. Stehen ohnehin Modernisierungen an, sollten sie gleich mit einer energetischen Sanierung verbunden werden.

In manchen Fällen kann eine thermische Sanierung auch ohne finanzielles Risiko erfolgen. Über ein sogenanntes Energie-Contracting finanziert ein Energiedienstleister die Maßnahmen und erhält dafür einen Teil der eingesparten Energiekosten als Gewinn. Für die Bewohner sinken dennoch die Energiekosten, ohne dass sie investieren mussten. Im Allgemeinen führen energetische Sanierungen aber nicht nur zu Kosteneinsparungen, sondern erhöhen außerdem den Wohnkomfort.

Mehr Behaglichkeit und Gesundheit

Das Wohlbefinden eines Menschen in Wohnräumen hängt unter anderem vom Raumklima ab. Bei normaler Bewegung gibt ein Mensch durchschnittlich 100 W Wärmeleistung als Strahlung und Konvektion ab.

Das Raumklima selbst wird ebenfalls von mehreren Faktoren beeinflusst:

- **Lufttemperatur**
- **Strahlungstemperatur der umgebenden Flächen**
- **Luftfeuchte**
- **Luftwechselrate**
- **Luftgeschwindigkeit**

Wichtig für behagliches Wohnen ist daher nicht nur die Temperatur der Luft, sondern auch die Empfindungstemperatur als Mittelwert aus Lufttemperatur und den gemittelten Oberflächen-temperaturen des Raumes. Außerdem sollen die Temperaturdifferenzen zwischen Fuß- und Kopfhöhe weniger als 3 °C, die Differenzen zwischen Wandoberfläche und Raumluft weniger als 4 °C betragen. Zum Abtransport von überschüssiger Luftfeuchte, Kohlendioxid und unangenehmen Gerüchen muss in bewohnten Räumen oft gelüftet werden. Damit steigt das Zugluftrisiko, auf das sich auch die Anordnung und der Typ des Heizsystems auswirken. Eine energetische Sanierung oder energieeffiziente Neubauten bieten in dieser Hinsicht einige Vorteile gegenüber ungedämmten Altbauten. Bei kalten Außentemperaturen sind ungedämmte Außenwände und vor allem herkömmliche Fenster auch innen merklich kälter als die Raumluft. Dadurch entsteht eine hohe Strahlungsasymmetrie im Wohnraum. Sie kann auch durch stärkeres Aufheizen der Raumluft nicht kompensiert werden.

In Niedrigenergie- und Passivhäusern hingegen herrschen innerhalb der Räume sehr einheitliche Temperaturverhältnisse. Sie verhindern kalte Füße oder unangenehme Strahlungskälte an Außenwänden und Fenstern. Heizungen können mit deutlich niedrigeren Vorlauftemperaturen betrieben werden. Oftmals ersetzen Flächenheizungen in Fußböden, Decken oder Wänden Radiatoren, was die Wärme ebenfalls homogener verteilt. Kontrollierte Belüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung ermöglichen die Zufuhr einer genau gesteuerten Menge temperierter Frischluft. Wird die Frischluftzufuhrleitung im Erdreich verlegt, ermöglicht das neben der Vorwärmung im Winter eine Vortemperierung der Zuluft im Sommer. Die vorhandenen Filtersysteme lassen Pollenallergiker endlich durchatmen.

Wohnen im gut geplanten energieeffizienten Haus bedeutet also behagliche Wärme im Winter ohne Strahlungskälte und Zugluft, geringere Temperaturen im Hochsommer und ganztägig effiziente Zufuhr an Frischluft. Dabei ist eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung keine Klimaanlage, sondern Zuluft bedeutet immer Frischluft.

Vermeidung von nachhaltigen Bauschäden

Luft kann nur eine bestimmte Menge an Wasserdampf aufnehmen, bevor die Sättigung eintritt und Wasser kondensiert. Diese Menge nimmt mit sinkender Temperatur stark ab. In Gebäuden gibt es zahlreiche Feuchtigkeitsquellen wie die Atemluft des Menschen, Wasserdampf beim Kochen oder Zimmerpflanzen. Jeden Tag entstehen so ca. 10 bis 15 l Wasser im Haushalt, die „weggelüftet“ werden sollten. Trifft nun warme und feuchte Luft auf eine kalte Oberfläche, so bildet sich unter bestimmten Temperaturbedingungen Kondenswasser an dieser Fläche. Beobachten lässt sich dies beispielsweise am kalten Spiegel im Badezimmer nach dem Duschen. Bleibt eine Wand längere Zeit feucht, können sich an der organischen Tapete Schimmelpilze bilden. Sie schaden auf Dauer sowohl der Bausubstanz als auch den Bewohnern des Hauses. Das geschieht häufig dort, wo alte, undichte Fenster mit hohen Luftaustauschraten durch moderne, dicht schließende Fenster ersetzt wurden und die Fassade meist ungedämmt bleibt. Wenn das Lüftungsverhalten nicht den gut isolierten Fenstern angepasst wurde, setzt sich die Feuchtigkeit an den ungedämmten, kalten Wänden oder in den Wärmebrücken an der Fensterlaibung ab.

Beim Passivhaus hingegen bleiben die Wände durch eine außen angebrachte Dämmung im inneren Bereich warm. Damit kondensiert dort keine Luftfeuchtigkeit. Lüftungsanlagen transportieren gleichzeitig die überschüssige Feuchtigkeit effektiv aus dem Gebäude.

Natürlich ist auch eine manuelle Lüftung von Gebäuden möglich. Es stellt sich aber meist in der Praxis als schwierig heraus, immer einen ausreichenden Luftwechsel durch mehrmalige Fensterlüftung zu gewährleisten.

Wände können übrigens nicht „atmen“, ob sie gedämmt sind oder nicht. Ein nennenswerter Austausch von Raumluft mit Außenluft ist nur durch Öffnen der Fenster oder eine integrierte Lüftungsanlage möglich. In jedem Falle sollte vor und während des Bauens ein Fachmann zu Rate gezogen werden.





Ein Fahrplan zum energieeffizienten Haus

Auf den folgenden Seiten sollen einige Empfehlungen helfen, die richtigen Beratungsleistungen für energieeffizientes Bauen einzuholen.

Es ist wichtig, sich ausreichend Zeit zu nehmen und nicht am falschen Ende zu sparen.

Selbst wenn nur wenige Instandsetzungen geplant sind, empfiehlt sich vorab eine Beratung. Sie hilft möglicherweise zu erkennen, ob andere Arbeiten dringender realisiert werden müssten, um den energetischen Zustand des Gebäudes entscheidend zu verbessern und somit bereits Kosten zu sparen.

1. Schritt

Für eine unabhängige Initialberatung bieten viele Institutionen ihre Beratungsdienstleistungen kostenlos an. Zuvor lohnt es sich, folgende Fragen zu klären:

- **Welche Qualifikation hat Ihr Berater?**
- **Wie ist das Beratungsgespräch strukturiert?**
- **Gibt es Formulare für eine Gesprächsvorbereitung?**

Durch gezielte Fragen erkennt der qualifizierte Initialberater bestehende Probleme und wird zum Ende des Gesprächs Lösungsvorschläge aufzeigen sowie Hinweise zu Kosten- und Einsparmöglichkeiten geben.

Schon das erste Beratungsgespräch sollte ausschließlich durch erfahrene Ingenieure und Architekten geführt werden.

Grobstruktur:

1. **Interview, Erfassung Ist-Zustand**
(z.B. Objektbeschreibung, Standort, Primärenergieverbrauch)
2. **Aufnahme der Besonderheiten, Wünsche, Rahmenbedingungen**
3. **Hinweise und Empfehlungen des Beraters**

Um das Gespräch so effizient wie möglich führen zu können, kann ein vorbereiteter Erfassungsbogen zur Zusammenfassung wichtiger Eckdaten verwendet werden.

2. Schritt

Vor jeder Modernisierung ist eine Analyse des Gebäudes notwendig. Alle wichtigen Bauteile und die Anlagentechnik, ihre Nutzungsdauer und eventuelle Schäden werden begutachtet. Die energetische Bewertung rundet die Vor-Ort-Beratung ab. Die Energieberater sind zumeist ausgebildete Architekten und Ingenieure. Auch speziell geschulte Handwerksmeister führen Beratungen durch. Diese kostenpflichtige Energiediagnose sollte stets von unabhängigen Beratern durchgeführt werden. Neben der detaillierten Untersuchung des baulichen und anlagentechnischen Zustands empfiehlt der Berater konkrete Maßnahmenpakete und errechnet die energetische Qualität des Gebäudes vor und nach der Sanierung.

Geeignete qualifizierte Gebäudeenergieberater finden Sie neben anderen interessanten Informationen zum Thema Energie in Sachsen unter: www.energieportal-sachsen.de.

3. Schritt

Spätestens jetzt sollten der Finanzbedarf und der individuelle finanzielle Spielraum geprüft werden. Ein nicht unwesentlicher Anteil der Finanzierung kann gegebenenfalls über Fördermittel abgedeckt werden. Für die meisten Modernisierungsmaßnahmen gibt es attraktive Bundes- und Landesförderprogramme. Es ist auch ratsam, bei den Städten oder Gemeinden bzw. beim örtlichen Energieversorger nachzufragen, ob es eigene Förderprogramme für die geplanten Maßnahmen gibt.

Wichtig: Fördermittel müssen vor Abschluss der ersten Liefer- und Leistungsverträge beantragt werden. Die Zusage bzw. der

Zuwendungsbescheid müssen zum Baubeginn vorliegen. Eine Ausnahme bildet hier das Marktanzreizprogramm Erneuerbare Energien beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Es ermöglicht einen Antrag innerhalb von sechs Monaten nach Ausführung. Ausführliche Informationen hierzu gibt die Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH und zu ergänzenden Landesprogrammen und KfW-Programmen die Sächsische Aufbaubank - Förderbank -.

4. Schritt

Gesetzliche Anforderungen und anspruchsvolle Maßnahmenpakete mit teilweise erhöhten Investitionen sprechen für die Planung durch einen Experten. Es empfiehlt sich immer, einen Architekten oder Ingenieur zu Rate zu ziehen. Er kann zum Beispiel wertvolle Hilfe geben, welche Arbeiten sich in Eigenleistung erledigen lassen und wie dabei am besten vorgegangen wird. Fragen zum Baugenehmigungsverfahren und zum Denkmalschutz sind vor Maßnahmenbeginn zu klären. In den örtlichen Gestaltungssatzungen kennen sich die Fachleute aus.

Qualitätssicherung in der Planung und Bauausführung

Die Qualität in der Planung und Bauausführung von Modernisierungsmaßnahmen ist ein entscheidender Kostenfaktor. Die errechneten Einsparungen und damit verbundenen Amortisationszeiten stimmen nur, wenn sorgfältig geplant und gebaut wurde.

Was wird im Rahmen einer Qualitätssicherung bewertet?
Welche Instrumente gibt es dafür?

Energiesparende Gebäude zeichnen sich aus durch:

- **besonders hohen baulichen Wärmeschutz**
- **nicht existente oder minimal zugelassene Wärmebrücken**
- **eine hohe Luftdichtheit der Gebäudehülle**
- **eine besonders effiziente Haustechnik**

Bereits bei der Planung kann eine Güteüberwachung z.B. die Prüfung von Lageplänen, Grundriss- und Schnittzeichnungen mit eingezeichnetem Verlauf der thermisch trennenden Hüllflächen und der luftdichten Ebenen, der Flächen-, Volumen- und U-Wert-Berechnungen sowie weiterer entscheidender Nachweise beinhalten.

Im Rahmen der einzelnen Bauphasen sind Vor-Ort-Überprüfungen zu empfehlen. So sollte während der Bauausführung auf Wärmebrückenfreiheit geachtet werden. Mit dem sogenannten Blower-Door-Test lässt sich die Luftdichtheit der Gebäudehülle genau prüfen. Der Test empfiehlt sich im Rohbaustadium, wenn eventuelle Undichtigkeiten noch unproblematisch ausgebessert werden können. Thermografische Untersuchungen mittels spezieller Wärmebildkameras können sowohl Baumängel als auch Planungsfehler (z.B. verdeckte Wärmebrücken) sichtbar machen.



Thermografieaufnahme eines ungedämmten Massivbaus

Viele Häuser werden heute als Niedrigenergie-Häuser, Passivhäuser oder Energiesparhäuser bezeichnet. Welche besonderen Qualitäten dahinter stecken, wird oft nicht präzise definiert, zugesichert und überwacht (vgl. Gütegemeinschaft Niedrigenergie-Häuser e.V., www.guetezeichen-neh.de). Mit der Bezeichnung RAL-GZ 965 existiert ein patentrechtlich geschütztes Qualitätssiegel für die Niedrigenergie- oder auch Passivhaus-Bauweise. Vergeben wird es durch das RAL Deutsche Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.. Das Gütezeichen dient Bauherren, Käufern oder Eigentümern als Sicherheit für die umfassende energetische Qualität des Gebäudes und den dadurch zu erwartenden deutlich geringeren Heizwärmebedarf. Zur Qualitätssicherung von Passivhäusern bietet das unabhängige Passivhaus Institut Darmstadt (www.passiv.de) eine Zertifizierung an. Eine weitere Möglichkeit, auch für einen ganzheitlichen Ansatz, bieten Zertifikate für Nachhaltiges Bauen die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) oder das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung an. Nicht zuletzt sei auf die Verbraucherzentralen hingewiesen (siehe www.verbraucherzentrale-energieberatung.de). Auch hier setzt die Beratung auf Nachhaltigkeit, wodurch langfristige Erfolge erzielt werden.

Wie im vorangegangenen Kapitel schon beschrieben, sind beim energieeffizienten Bauen die Planung und Ausführung enorm wichtig. Um ein zufriedenstellendes Ergebnis bei Neubau oder Sanierung des Hauses zu erreichen, gilt es, die Ergebnisse der Beratung richtig zu interpretieren. Dazu ist es wichtig, dass alle am Bau Beteiligten das energetische Ziel vorab kennen und dann natürlich auch umsetzen. Das folgende Kapitel bringt Ihnen die Bauteile, die zur thermischen Hülle gehören näher:

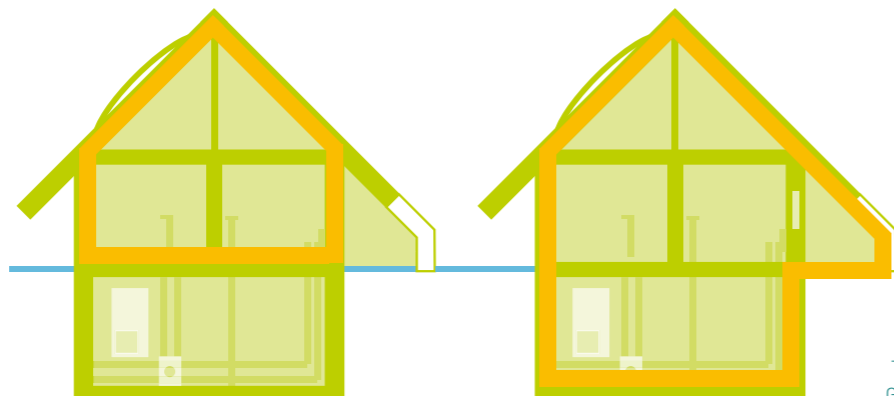
1

Thermische Gebäudehülle optimieren

Wärmeverluste über die Gebäudehülle (Transmissionswärmeverluste) sollten sowohl bei Neubauten als auch bei sanierten Gebäuden so gering wie möglich sein. Die sogenannte thermische Hülle besteht aus Kellerdecke bzw. Bodenplatte, Außenwänden, Fenstern, Außentüren, dem Dach oder der obersten Geschossdecke. Sie ist mit Ihren Wärmedämmeigenschaften verantwortlich für die Qualität des erreichbaren Wärmeschutzes eines Gebäudes. Durch eine gute Wärmedämmung werden nicht nur die Heizkosten gesenkt, sondern auch das Wohlbefinden, der Komfort bzw. die Behaglichkeit nachhaltig gesteigert. Jedes Gebäude gibt Wärme an die Umgebung ab. Diese Wärme ist für das Haus verloren. Um diese Verluste möglichst zu beschränken, und damit auch die Folgekosten im Betrieb, werden die Außenbauteile gedämmt. Damit hat diese Betrachtung nicht nur einen ökologischen, sondern auch einen ökonomischen Aspekt.

Für einen guten Wärmeschutz sprechen viele Argumente:

- Vermeidung von Bauschäden durch Tauwasserausfall
- Steigerung des Wohlbefindens durch angenehmes Raumklima
- Senkung der Energiekosten
- Minderung des Heizwärmebedarfs
- keine Überhitzung im Sommer
- Minimierung des CO₂ – Ausstoßes
- Schutz der Umwelt



Lage der Thermischen Gebäudehülle

Über die einzelnen Gebäudeteile gehen unterschiedliche Mengen an Energie für das Gebäude verloren. Folgendes Bild zeigt die Mengenverteilung der Wärmeverluste je Bauteil:



Wärmeverluste bei einem freistehenden Einfamilienhaus (Baujahr vor 1984) Quelle: BINE

Am ökonomischsten lassen sich Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung umsetzen, wenn Sie gemeinsam mit ohnehin anstehenden Instandhaltungen verbunden werden können. Die höheren Investitionskosten ergeben dann niedrigere Betriebskosten während der gesamten Nutzungszeit. Sollten die Energiekosten weiter im bisherigen Tempo steigen, wird die Wirtschaftlichkeit immer schneller erreicht sein. Gleiches gilt bei Neubau: eine von vornherein etwas höhere Investitionssumme in die Energieeffizienz eines Gebäudes macht sich während der Nutzungsdauer in mehrfacher Hinsicht bezahlt. Die Kennwerte für die Energieeffizienz eines Gebäudes werden durch die EnEV in ihrer jeweils gültigen Fassung vorgegeben. Für die Außenbauteile lassen sich die Mindest-U-Werte in Neubau und Sanierung aus Tabellen ablesen. Der optimale U-Wert liegt in der Regel aus

finanziellen und energetischen Aspekten bei höheren Dämmstärken. Verschiedene Studien und Praxisbeispiele zeigen, dass die Summe aus höheren Investitionskosten und dafür wesentlich niedrigeren Betriebskosten über mehrere Jahre betrachtet geringer ausfällt als bei Einhaltung der Mindestanforderungen.

Kellerdecke / Bodenplatte

Kellerräume sind in den meisten Häusern unbeheizt. Um Wärmeverluste und Fußkälte zu vermeiden, erhält die Kellerdecke unter- oder oberseitig eine Dämmung.

Bei beheizten und teilbeheizten Untergeschossen wird zusätzlich eine Dämmung der Kelleraußenwände zum Erdreich und der Innenwände zu nicht beheizten Räumen erforderlich.

Soll eine Kellerdecke von unten gedämmt werden sind dafür Dämmplatten eine einfache Lösung. Gibt es jedoch viele Rohrleitungen oder Leitungsbündel knapp unter der Decke, so sollten diese verkleidet und die Hohlräume mit geeignetem Dämmmaterial ausgestopft werden. Dabei ist auf eine gleichmäßige und durchgehende Dämmung zu achten. Als Material empfehlen sich Mineralwolle bzw. mineralische Dämmplatten, da diese auch im Bezug auf den Brandschutz eines Gebäudes sehr gute Eigenschaften aufweisen. Bei einer Bodenplatte – vor allem im Neubau – sollte die Dämmung mit geeigneten Materialien unterhalb der Betonplatte eingebracht werden. Dadurch werden Wärmebrücken an den Übergängen zu anderen Bauteilen äußerst effektiv vermieden. Bei der Dämmung von oben auf Bodenplatte, Kellerfußboden oder Kellerdecke sind je nach gewählter oder vorhandener Konstruktion verschiedene Lösungen möglich. Wichtig ist jedoch immer, dass feuchtigkeitsunempfindliches, unverrottbares Material verwendet wird, um die Dämmwirkung auch bei eintretender Feuchte zu gewährleisten. Die Dämmung unter der Bodenplatte sowie die Dämmung der Kellerwände von außen verlangen aufgrund der besonderen Einbausituation weitere Materialeigenschaften. Diese Materialien wie z.B. Perimeterdämmung, müssen druckbelastbar sein, um Erddruck und Gebäudegewicht aufnehmen zu können. Die Anschlüsse an andere Bauteile und an die Dämmung der aufgehenden Außenwände müssen sehr sorgfältig geplant und ausgeführt werden, um Wärmebrücken und das Eindringen von Feuchte in die Wand- und Bodenkonstruktion zu vermeiden.

Außenwände / Fassade

Außenwände können verschieden aufgebaut sein. Nach Ihrem Material klassifiziert, lassen sich **Massiv-** (z.B. aus Ziegel, Kalksandstein, Beton) oder **Leichtbauweise** (z.B. als Holzständerwerk mit innenliegender Wärmedämmung und beidseitiger Be-

plankung) unterscheiden. Der Wandaufbau kann ein- oder mehrschalig sein.

Es gibt eine große Vielfalt von unterschiedlichen Dämmsystemen. Diese reichen von der Styroporfassadendämmung über mineralische Systeme bis hin zu erprobten ökologischen Baustoffen. Abhängig von der Wandkonstruktion wird in **Außendämmung**, **Kerndämmung** und **Innendämmung** unterschieden. In einigen Fällen kann die Notwendigkeit bestehen, z.B. wegen vorgegebener Gestaltungssatzungen, Denkmalschutz oder bauordnungsrechtlicher Belange, für einen guten Dämmstandard sinnvolle Mischformen der Fassadendämmung vorzusehen.



Fenster sitzen auf der Fassade – Dämmung umschließt den Rahmen

Außendämmung

Gibt es keine zwingenden Erfordernisse andere Varianten zu prüfen (z.B. Denkmalschutz), ist das Anbringen von Wärmedämmung auf der Außenseite der Fassade die erste Wahl. Hierbei wird das Mauerwerk vor Wetter- und Witterungseinflüssen rundum geschützt und kann gleichzeitig als Speichermasse dienen. Der Gestaltung sind dabei keine Grenzen gesetzt. Von einem verputzten Wärmedämmziegel, einem Wärmedämmverbundsystem auf der Tragschale bis zur Vorhangfassade aus Holz bzw. Fassadenplatten ist alles möglich, was gefällt. Ein weiterer Vorteil der Außendämmung liegt darin, dass die vorhandene

Wohnfläche nicht durch die Dämmung verkleinert wird. Wird in der Sanierung eine große Dämmstärke auf die Bestandswand aufgebracht, kann das unter Umständen die Belichtung der Räume beeinträchtigen. Deshalb ist es ratsam, zeitgleich die Fenster zu tauschen und deren Einbauposition zu optimieren. Diese werden außen auf die vorhandene Außenwand aufgesetzt und der Rahmen mindestens 6 cm überdämmt.

Außenwanddämmung ist möglich als:

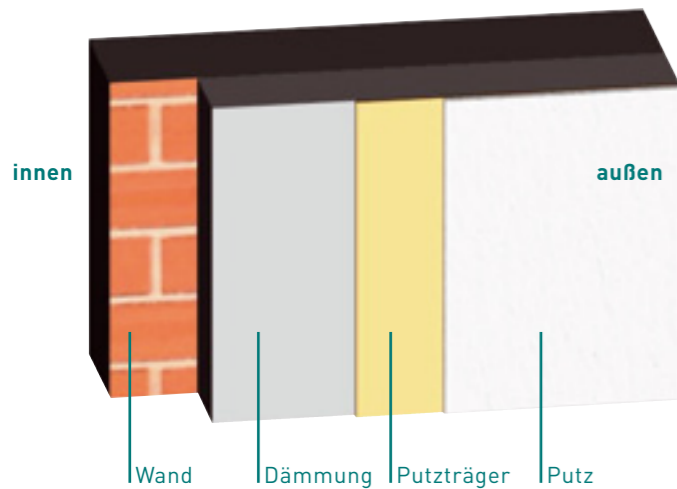
- Außendämmung
- Kerndämmung
- Innendämmung

Bei Außen- und Innendämmung gibt es verschiedene Dämmsysteme:

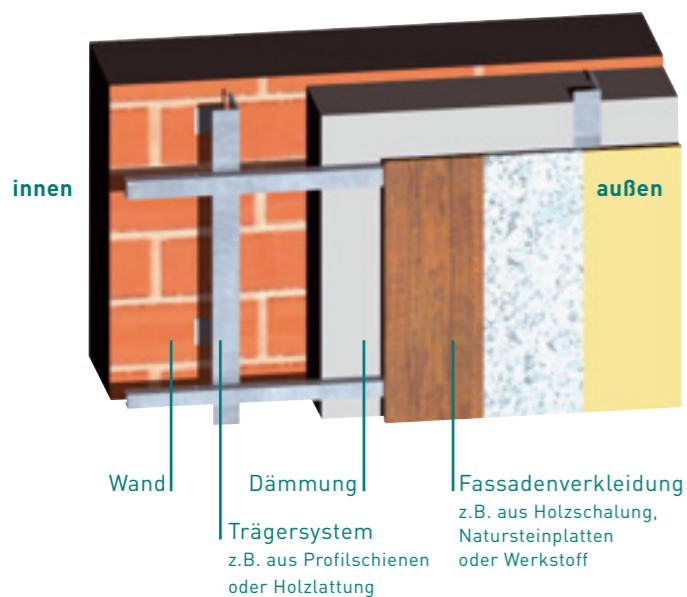
- **Verbundsysteme** (WDVS: Dämmplatten, die an die Fassade geklebt oder gedübelt werden)
- **Vorgehängte Fassade oder Innenwandschale** (Dämmung wird zwischen einer Unterkonstruktion eingebracht)

Für jedes System eignen sich unterschiedliche Materialien, die in Gruppen aufgeteilt werden können:

- **Dämmstoffe aus fossilen Rohstoffen** (z.B. Styropor)
- **Dämmstoffe aus mineralischen Rohstoffen** (z.B. Steinwolle)
- **Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen** (z.B. Holzfaserdämmung oder Zelluloseflocken)



Außendämmung - Wärmedämmverbundsystem (WDVS)



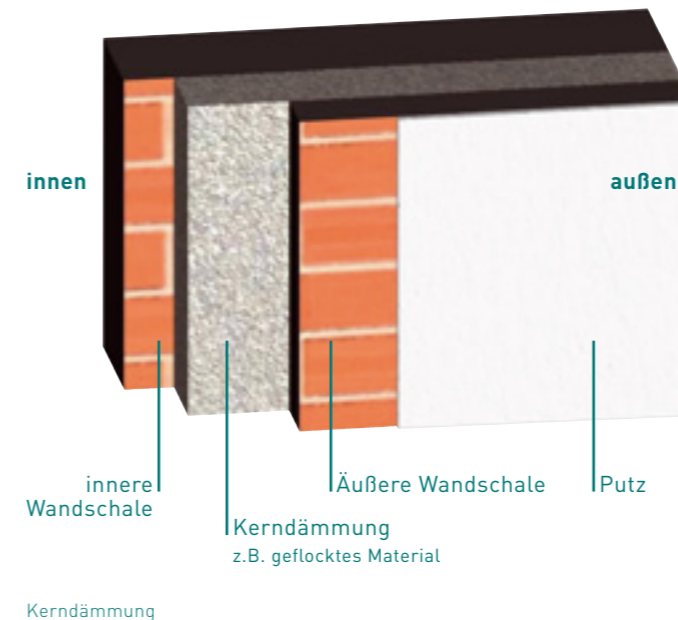
Außendämmung - Vorgehängtassade

Kerndämmung

Bei einer zweischaligen Bauweise kommt eine so genannte Kerndämmung zum Einsatz. Die Innere Wandschale besteht zumeist aus Mauerwerk oder Beton und bildet die tragende Schicht. Sie dient gleichzeitig der Wärmespeicherung. Als Wandkern schließt sich eine Wärmedämmschicht an. Den äußeren Abschluss bildet eine Vormauer oder so genannte Wetterschale. Diese wird an der inneren, tragenden Schale punktförmig, wärmebrückenarm befestigt und hat als Hauptaufgabe den Schutz der Konstruktion vor Witterungseinflüssen.

Beispiele vorhandener 2-schaliger Bauweisen sind die Siedlungshäuser der 1920er/30er Jahre. Diese haben als Kern häufig nur eine Luftschicht. Bei der Großplattenbauweise der 1970er Jahre

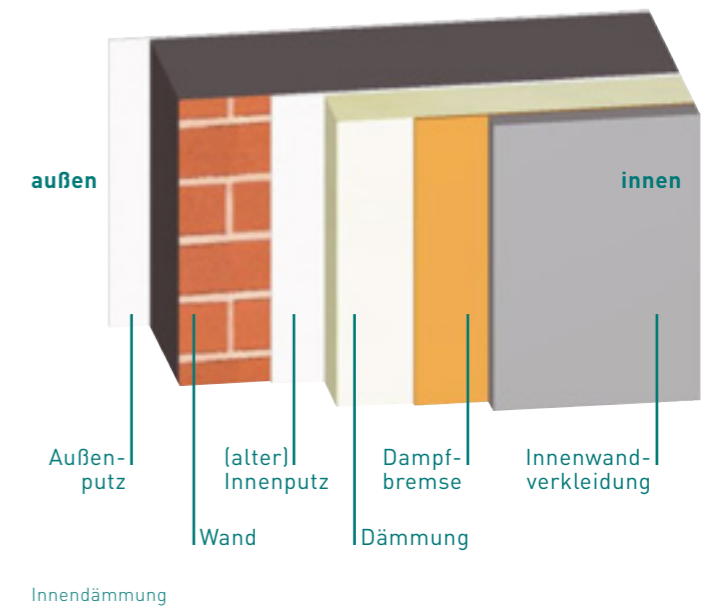
kam hingegen eine Kerndämmung zwischen Innen- und Wetterschale zum Einsatz. Bei der Sanierung der Gebäude mit Luftschicht kommt in der Regel eine Kombination aus Kerndämmung als sogenannte Einblasdämmung und Außenwanddämmung zum Einsatz. Diese Mischform der Dämmung wird angewendet, da die Stärke der Kerndämmung häufig nicht ausreicht, um die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen. Diese Art der Konstruktion wird z.T. auch heute noch angewendet. Im Massivbau ist sie seltener anzutreffen, im Holzbau/Leichtbau kommt jedoch hauptsächlich Kerndämmung zum Einsatz.



Innendämmung

Aus bauphysikalischer Sicht ist die Innendämmung weit komplexer zu planen, da die Maßnahmen weitreichende Konsequenzen für den Feuchtehaushalt der Gesamtkonstruktion haben. Bei Räumen die nicht dauerhaft genutzt werden, wie Kirchen, Veranstaltungsräume oder auch Ferienhäuser, kann es sogar sinnvoller sein, eine Innendämmung einzubauen. Die Dämmung sorgt für eine schnelle Aufheizung, auf die Speicherung von Wärme in der Konstruktion wird jedoch verzichtet. Bei denkmalgeschützten Fassaden oder bei Grenzbebauung bleibt die Innendämmung oft als einzige Alternative für Wärmeschutzmaßnahmen. Wärmebrücken müssen durch genaue Planung und exakte Ausführung minimiert werden. Bei den meisten Dämmmaterialien kann auf eine Dampfbremse vom beheizten Raum zur Wärmedämmung nicht verzichtet werden. Diese muss gut geschützt werden, da kleinste Beschädigungen zu Tauwasserausfall führen können, und damit zu Schäden am Bauteil. Da schon das Einschlagen eines Nagels bzw. unter Umständen sogar eine Reißzwecke Beschädigungen verursachen, kann diese Variante nur bei einer

dicke innenseitigen Schutzplatte empfohlen werden. Bei geeigneten, diffusionsoffenen Materialien wie z.B. Kalziumsilikat, Mineralschaumplatten oder Holzweichfaser kann unter Umständen darauf verzichtet werden. Das kann nur mit einer Simulation sicher ermittelt werden. Bei der Gestaltung der Fußboden- und Deckenanschlüsse sollte Augenmerk auf die Abminderung der Wärmebrücken gelegt werden. Die meisten Hersteller bieten erprobte Systemlösungen an, die nicht abgewandelt werden dürfen, da es sonst keine Garantie für die korrekte Wirkungsweise gibt.



Einschaliges Mauerwerk mit Dämmfüllung

Seit einigen Jahren gibt es von verschiedenen Herstellern inzwischen auch hochwärmedämmende massive Mauersteine, zumeist Ziegel, die durch geeignete Füllmaterialien auch als einschalige Wand



ohne zusätzliche Dämmschichten beste Wärmeschutzeigenschaften aufweisen. Sie enthalten in den Hohlräumen Füllmaterialien wie z.B.: Perlit, Lava oder Mineralwolle. Wände aus diesen gefüllten Steinen können U-Werte von $< 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreichen. Damit wird die derzeitige EnEV übererfüllt, selbst der Passivhausstandard lässt sich erreichen. Bei diesen empfindlichen Materialien ist auf der Baustelle große Sorgfalt notwendig. Das Füllmaterial sollte beim Einbau nicht herausrieseln und Beschädigungen müssen vermieden werden, da sonst Wärmebrücken entstehen können. Nur die Verwendung der zugelassenen Mörtel garantiert die Eigenschaften der Wand aus dem Zulassungsblatt.

Fenster / Türen / Festverglasung

Fenster haben in den letzten Jahren eine unglaublich schnelle Entwicklung und damit Verbesserung des Wärmeschutzes erfahren. Waren Anfang des 20. Jahrhunderts Einscheibenverglasungen (U-Wert ca. $5,0 \text{ W/m}^2\text{K}$) üblich, kamen bald Kastenfenster als erste „2-Scheibenverglasung“ auf. In den letzten 20-30 Jahren ging die Entwicklung rasant über 2-Scheibenverbundfenster, Isolierverglasungen bis zur 2- bzw. 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung weiter. Der Markt bietet neben beschichteten Scheiben auch edelgasgefüllte Varianten. Über die Wärmedämmeigenschaften eines Fensters gibt der U_w -Wert (Wärmedurchgangskoeffizient: $U_{\text{window}} = U - \text{Fenster}$) Auskunft. Der U-Wert des Fensters setzt sich aus dem U_g -Wert für den Glasanteil, dem U_f -Wert für den Rahmenanteil und dem zusätzlichen Ψ -Wert, dem Wärmebrückenverlustkoeffizienten des Glasrandes in W/mK zusammen. Dabei gilt: je kleiner der U_w -Wert umso besser die Dämmeigenschaften eines Bauteils. Fensterhersteller geben leider in der Regel nur den U_g -Wert an, deshalb sollte der Kunde hier schon einmal genauer nachfragen. Fenster setzen sich aus Fensterstock und beweglichem (oder festem) Flügel zusammen. Fensterflügel bestehen aus Glasscheiben, dem Randverbund und dem Rahmen. Ein sehr guter Dämmwert von Glas und auch Rahmen reicht jedoch nicht aus um ein sehr gut wärmedämmendes Fenster zu erhalten. Aufgrund der niedrigen U-Werte spielt z.B. auch der Randverbund eines Fensters inzwischen eine wichtige Rolle. Als Randverbund bezeichnet man den Bereich in dem Glasscheibe und Fensterahmen zusammengefügt sind. So kann das Glas einen Topwert von z.B. $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ besitzen und der Rahmen ebenso im Bereich von $U_f = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ liegen – durch einen schlechten Randverbund (Ψ -Wert) kann der Gesamtwert des Fensters U_w jedoch trotzdem bei $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ oder schlechter liegen. Eine wichtige Rolle spielt auch die Art des Fenstereinbaus. In der EnEV 2009 sind U_w -Werte von $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ oder geringer angegeben. Technisch realisierbar sind bereits U_w -Werte von $< 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$. Das Kastenfenster hat sich parallel zu den benannten Fenstertypen ebenfalls weiter entwickelt. Auch moderne Fenster mit zwei Ebenen erreichen einen sehr niedrigen U_w -Wert, zum Teil liegen diese sogar weit unter den Anforderungen des Passivhausstandards. Bei denkmalgeschützten Gebäuden, insbesondere bei erhaltenswerten Fenstern, können durch Kombination von vorhandenen, schützenswerten Außenfenstern mit zusätzlichem Innenflügel mit Wärmeschutzverglasung die EnEV-Anforderungen erfüllt werden. Dazu sollte jedoch ein Nachweis erbracht werden.

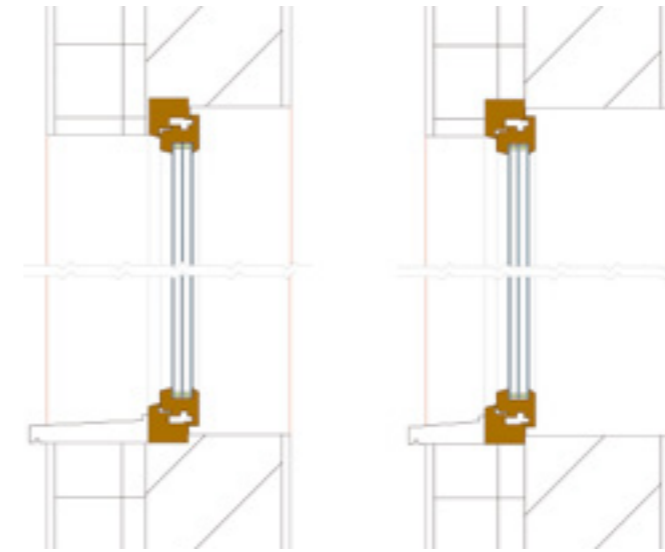
Beim Einbau eines Fensters in die Fassade ist zu beachten:

- **Wasserdampfdurchlässiger Einbau auf der Innenseite mit einem diffusionsdichten Dichtklebeband**
- **Herstellen der Schlagregendichtheit auf der Außenseite des Fensters mit diffusionsoffenen, vorkomprimierten Dichtbändern oder Fassadenanschlussprofilen**



Durch geringere Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle spielen auch Wärmebrücken eine immer größere Rolle bezüglich der Wärmeverluste und damit einhergehender Bauschäden. Dieser Einfluss ist vergleichbar mit der Kaminwirkung bei engen Luftöffnungen. Der Übergang vom Fenster zum Mauerwerk stellt beim Einbau immer eine konstruktive Wärmebrücke dar. Deshalb muss diese stark minimiert oder besser noch ganz vermieden werden. Der Einbauort des Fensters in der Wand wird mit zunehmender Energieeffizienz der Gebäude immer entscheidenden, um Bauschäden und Wärmebrücken zu verhindern. Egal für welchen Einbauort man sich entscheidet,

der Fensterstock ist zu überdämmen. Folgende Einbauorte und Arten sind dafür empfehlenswert:



1. Einbau des neuen Fensters an der Wandaußenkante (Rahmen überdämmt)

2. Einbau des neuen Fensters in der Dämmebene

Im Neubau wird der Einbauort während der Planungsphase festgelegt und das Fenster so von vornherein für das Gebäude optimal platziert. Bei der Sanierung steht oft die Öffnung fest. Der Einbau sollte jedoch wärmebrückenfrei erfolgen, deshalb darf die Platzierung am alten Einbauort nicht die erste Wahl sein.

Waren früher die Glasscheiben der schwächste Punkt am Fenster, sind es inzwischen die Rahmen. Es gibt Rahmen aus Holz, Kunststoff oder Metall und Mischformen z.B. Holz-Alu-Rahmen. Der Aufbau reicht vom Vollholzrahmen über Hohlkammerprofile bis hin zu Mehrkomponentenrahmen mit integriertem Dämmkern. Jedes Material hat Vor- und Nachteile. Eine gute Qualität ist inzwischen mit jedem Material bzw. Materialmix erreichbar. Hier kann nur eine Beratung durch einen Fachmann bei der Entscheidung helfen.

Dach / Obere Geschossdecke

Wärme steigt immer nach oben. Deshalb ist es wichtig den oberen Teil der Gebäudehülle mit einem sehr guten Wärmeschutz auszustatten. Dabei handelt es sich entweder um das Dach in seinen unterschiedlichen Formen und Aufbauten oder um die oberste Geschossdecke, über der z.B. ein nicht ausgebauter Spitzboden liegt.

Die Dachformen und deren Konstruktionsarten sind ebenso vielfältig, wie die marktverfügbaren Dämmmaterialien. Eine Auswahl

beachtenswerter Besonderheiten ist nachfolgend aufgeführt.

Flachdächer können als Dachabschluss Bitumen- oder Kunststoffbahnen haben, ebenso bekieselt, als Gründach oder Dachterrasse ausgebildet sein. Egal welche Variante hier gewählt wird, auf eine korrekte Ausführung muss stets geachtet werden, um die bei Flachdächern bekannten Undichtigkeiten zu vermeiden.

Steildächer haben neben vielfältigen Formen auch unterschiedlichste Dacheindeckungen wie z.B. Ziegel, Betondachsteine, Schiefer, Bitumenschindeln oder Metall bis hin zur vollflächig integrierten Solar- oder Fotovoltaikanlage. Für das Tragwerk kommen bei beiden Varianten verschiedene Materialien in Frage. Die Tragkonstruktion von Dächern wird in der Regel in Stahlbeton, Stahl- oder der eher traditionellen Holzkonstruktion ausgebildet. Je nach Konstruktionsart kann eine Wärmedämmung innen – **Untersparrendämmung**, in der Konstruktionsebene – **Zwischensparrendämmung** oder außen – **Aufsparrendämmung** bzw. in Kombination erfolgen.

Soll der Spitzboden als Kaltraum entstehen oder bei einer Sanierung nicht ausgebaut werden, so ist es sinnvoll die oberste Geschossdecke statt der wesentlich größeren Dachflächen darüber zu dämmen. Damit werden Wärmeverluste aus dem beheizten in den unbeheizten Bereich vermieden. Auch aus wirtschaftlicher Sicht ist diese Maßnahme sinnvoll, da eine geringere Fläche mit Dämmung versehen werden muss.

Der Einbau der Dämmschicht im Dachbereich ist in der Regel mit einer raumseitig anzubringenden Dampfbremse zu realisieren. Damit wird das Eindringen von Luftfeuchte aus dem wärmeren Wohnräumen in die Wärmedämmung sowie Bauschäden durch Dämmwertverlust und Schimmel vermieden. Die Dampfbremse muss dauerhaft luftdicht an das Mauerwerk angeschlossen werden. Mehrlagige innenseitige Platten müssen dafür sorgen, dass die Dampfbremse – wie bei der Innendämmung – unbeschädigt bleibt. **Untersparrendämmung** kommt hauptsächlich bei Sanierungen vor, wenn die Dachkonstruktion und die Deckung erhalten bleiben. Dafür werden zwischen die Querlatten der Unterkonstruktion Dämmmatten, Platten oder Einblasdämmung eingebracht, die raumseitig mit einer Dampfbremse versehen werden und eine Verkleidung erhalten. Der Vorteil der Untersparrendämmung ist eine relativ homogene Fläche mit geringen Unterbrechungen in der Dämmebene. Der Nachteil liegt in der Verkleinerung des Wohnraums. Deshalb kommt häufig eine Mischform aus Zwischensparrendämmung und Untersparrendämmung zum Einsatz.

Die reine **Zwischensparrendämmung** kann dann erfolgen, wenn die Sparren ausreichend hoch sind bzw. eine Aufdopplung erhalten. Dadurch geht keine Wohnfläche verloren.



Kombination Zwischen- und Untersparrendämmung

Eine weitere Einbauvariante ist die **Aufsparrendämmung**. Dass die Konstruktion des Daches (Sparrenlage) innen sichtbar gestaltet werden kann und der Wohnraum nicht verkleinert wird, stellt einen Vorteil dieser Dämmung dar. Nachteilig ist der mächtige Dachaufbau, der Anpassungen im Traufbereich notwendig macht.

Für alle Konstruktionsarten ist eine exakte, durch geschulte Personen ausgeführte Verlegung der Wärmedämmung Voraussetzung, um Bauschäden bzw. Wärmebrücken zu vermeiden.

Bei Dämmmaßnahmen sollte stets das gesamte Gebäude betrachtet werden – bei Neubauten ist das ohnehin der Fall. Bei schrittweisen Sanierungen muss bei den ersten Arbeiten bereits das Endprodukt im Blick sein, so können später teure zusätzliche Anpassungsarbeiten vermieden werden.

Was auch immer ansteht – Neubau, Teil- oder Komplett-sanierung – um die angestrebten Wärmedämmeigenschaften eines Gebäudes zu erreichen, sollte die Ausführung äußerst sorgfältig erfolgen und durch eine energetische Baubetreuung überwacht werden. Je besser die Wärmedämmeigen-

schaften eines Gebäudes sind, desto gravierender wirken sich Baumängel aus.

Bei jeder Sanierung ist neben den Anforderungen des Wärmeschutzes auf den erforderlichen Brandschutz zu achten. Systemhersteller bieten Lösungen für sensible Bauteile wie Brandwände oder die Gefahr von Feuerüberschlag am Fenster.

2. Effiziente Heizungs- und Anlagentechnik auswählen

Damit optimale Energieeinsparung erreicht werden können, ist es wichtig jedes Gebäude als Gesamtsystem zu betrachten. Die Anlagentechnik in einem Gebäude besteht im Wesentlichen aus fünf Komponenten:

- **Wärmeversorgung des Gebäudes**
- **Brauchwassererwärmung**
- **Versorgung mit Elektroenergie**
- **Lüftungsanlage**
- **Kühlung**

Die im Folgenden behandelten Anlagentechniken geben einen Überblick über die derzeit Anwendung findenden Technologien sowie einen Ausblick über aktuell in Entwicklung befindliche innovative Anlagenkonzepte.

Komponenten der Wärmeversorgung

Die Komponenten einer Heizanlage werden in verschiedene Arten der Wärmeerzeugung, die Wärmeverteilung und Wärmeverbraucher in den zu versorgenden Räumen unterteilt. Weiterhin ist für den Betrieb von Heizanlagen eine Steuer- und Regeltechnik erforderlich.

Wärmeerzeuger

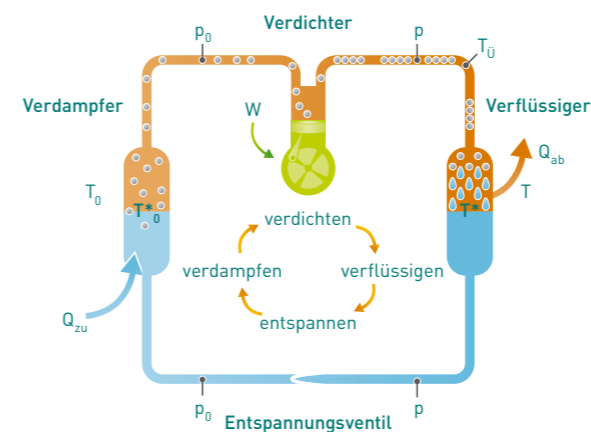
Die Wärmeerzeugung kann zunächst in die Arten der Energieträger unterteilt werden, bei welchen grundsätzlich zwischen **fossilen und erneuerbaren Energien** unterschieden wird. Heizanlagen mit fossilen Brennstoffen, wie z.B. Öl und Erdgas, sind derzeit noch am weitesten verbreitet. Der Anteil von erneuerbaren Brennstoffen wie z.B. Pflanzenöl, Biogas, Pellets, Holz

oder Holzhackschnitzel, nimmt stetig zu. Auch die Nutzung von Erdwärme (Geothermie) und Sonnenenergie wird ständig ausgebaut.

Im Bereich der Nutzung fossiler Brennstoffe (Erdgas, Öl) haben moderne **Brennwertheizungen** die klassischen Niedertemperaturheizkessel abgelöst. Die Brennwerttechnologie ist eine besonders effiziente Form der Wärmeerzeugung, da bei dieser außerdem die Wärme des im Abgas vorhandenen Wasserdampfes genutzt wird. Im Vergleich zu herkömmlichen Heizkesseln werden damit Wirkungsgradsteigerungen von über 10 % erreicht. Voraussetzung für die Nutzung des Brennwerteffektes sind **niedrige Rücklauftemperaturen** und ein **Hydraulischer Abgleich** der Heizanlage.

Für die Nutzung von Sonnenwärme mit **solarthermischen Anlagen** und bei einigen biogenen Brennstoffen (z.B. Holz) ist eine Wärmespeicherung in Pufferspeichern erforderlich, aus welchen dann die gespeicherte Wärme nach Bedarf wieder entnommen werden kann.

Die Nutzung der Erdwärme ist mit einer Wärmepumpe möglich. Dabei ist für die Erzeugung von Wärme ein weiterer Energieträger notwendig, z.B. Elektroenergie. Das Verhältnis wie viel Wärme aus einer Kilowattstunde Strom erzeugt wird, bezeichnet man als **Arbeitszahl**. Hier ist eine Jahresarbeitszahl von mindestens 3 notwendig, um einen ökologischen und wirtschaftlichen Effekt ohne Berücksichtigung der Wärmepumpentarife zu erzielen. Das **Funktionsprinzip einer Wärmepumpe** lässt sich gut mit einem Kühlschranks vergleichen, der innen kühlt und außen heizt, nur dass hier der gegenteilige Effekt, die Heizung, genutzt wird. Neben der Geothermie können auch Wasser oder Luft als Wärmeträgermedium für Wärmepumpen dienen. Seit einiger Zeit sind auch Wärmepumpen erhältlich, welche direkt mit Erdgas betrieben werden. Der Kompressor einer solchen Gasmotorwärmepumpe wird dabei von einem Gasmotor angetrieben (in



Funktionsprinzip einer Wärmepumpe

einer Elektrowärmepumpe ist dies ein Elektromotor). Der Gasmotor gibt, wie der Motor eines Autos, auch Wärme ab. Diese Abwärme geht aber nicht verloren, sondern wird ebenfalls zum Heizen verwendet. Dieser Wärmepumpen-Prozess kann auch umgekehrt werden, wodurch aus der gleichen Maschine eine Kältemaschine wird, die im Sommer zum Kühlen von Gebäuden eingesetzt werden kann.

Sofern ganzjährig ein ausreichend hoher Bedarf an Wärme vorliegt, ist es sinnvoll eine Kraft-Wärmekopplung (KWK) einzusetzen. Mit einem Blockheizkraftwerk (BHKW) werden Wärme und Strom gleichzeitig erzeugt. Dabei wird ein durchschnittlicher Wirkungsgrad von 35 % elektrischer und 60 % thermischer Leistung erreicht. Das bedeutet, aus 10 kWh Endenergie (z.B. ca. 1 m³ Erdgas) werden 3,5 kWh Strom und 6 kWh Wärme erzeugt, so dass der Gesamtwirkungsgrad bei ca. 95 % liegt. Da die Investition in ein BHKW nur wirtschaftlich möglich ist, wenn eine jährliche Benutzungsdauer von wenigstens 6000 h/a erreicht wird, ist der Einsatz in kleineren Wohnimmobilien (z.B. Einfamilienhäuser) im Einzelfall genau zu prüfen. Er lohnt sich oft nur, wenn neben der benötigten Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung noch weiterer Wärmebedarf vorhanden ist, z.B. zur Beheizung eines Schwimmbades.

Im Wesentlichen können motorische und mikrogasturbinenbetriebene BHKW unterschieden werden. BHKW können sowohl mit fossilen als auch mit erneuerbaren Brennstoffen betrieben werden. Eine deutliche Verbesserung des elektrischen Wirkungsgrades von KWK-Anlagen wird durch die Kombination mit innovativen Systemen zur Wärmeverstromung, wie z.B. der Stirling-technologie, erreicht.

Wärmeverteilung

Mindestens genauso wichtig wie die Wahl des optimalen Wärmeerzeugers ist die Anlagenhydraulik zur Verteilung und Übertragung der Wärme. Als Wärmeträgermedium bei Heizanlagen dient Wasser, mit welchem über ein Rohrnetz die in der Heizzentrale erzeugte Wärme bis zu den Wärmeverbrauchern transportiert wird. Dabei ist die Lehre vom Fließverhalten der Flüssigkeiten zu beachten. Damit alle Räume mit der jeweils richtigen Menge an Wasser versorgt werden, ist für das gesamte Heizsystem der gesetzlich vorgeschriebene Hydraulische Abgleich durchzuführen. Auch der Einsatz von Heizungspumpen, Ventilen und Wärmetauschern muss sinnvoll überlegt sein, damit die Heizanlage effizient betrieben werden kann. Mit modernen **elektronisch geregelten Umwälzpumpen**, die ihre Antriebsleistung und Fördermenge abhängig vom Druck und der Temperaturdifferenz im Heizsystem regeln, kann außerdem die benötigte Elektroenergie deutlich reduziert werden.

Wärmeverbraucher

Als Wärmeverbraucher werden die Komponenten einer Heizanlage zur Übertragung der Wärme in die zu beheizenden Räume bezeichnet. Derzeit sind klassische Radiatoren, Plattenheizkörper und Konvektoren noch sehr weit verbreitet. Dafür sind jedoch relativ hohe Vorlauftemperaturen von ca. 70 °C erforderlich, so dass die Nutzung von solarthermischen Anlagen und Wärmepumpen nur bedingt möglich ist. Energetisch und ökologisch sinnvoller ist der Einsatz von Niedertemperatursystemen wie Fußbodenheizungen, Wandflächenheizungen, Heizleisten und Niedertemperaturheizkörpern z.B. aus Aluminium, bei welchen Vorlauftemperaturen von unter 45 °C ausreichend sind. Neben einem verbesserten Raumklima wird mit diesen Systemen auch eine viel bessere Energieeffizienz erreicht, da deutlich weniger Verteilungs- und Übertragungsverluste entstehen. Der Anteil angenehmerer Strahlungswärme ist größer und die verminderte Luftkonvektion wirbelt weniger Staub auf.

Zur Ausregelung von Fremdenergiequellen, wie z.B. direkte Sonneneinstrahlung in das Gebäude durch die Fenster, dienen Heizkörper- und Raumthermostate, welche bei Überschreitung der eingestellten Raumsolltemperatur das Ventil des Wärmeverbrauchsers automatisch schließen. Bei modernen Systemen erfolgt dabei außerdem eine Signalübermittlung an die zentrale Regelungstechnik der Heizanlage.

Haben Sie es gewusst?

Oft besteht in der Praxis Unkenntnis über die genaue Funktionsweise und Bedienung eines Thermostatkopfes. Soll zum Beispiel ein Raum von 16 °C auf 21 °C aufgeheizt werden, bleibt das Thermostatventil (unter dem Thermostatkopf) so lange voll geöffnet, bis der so genannte Dehnstoffkörper auf die erreichte Raumtemperatur (z.B. 21 °C bei Stufe 3) reagiert und das Ventil schließt. Dabei ist es völlig unerheblich, ob man Stufe 3 oder 5 wählt, es wird nicht schneller warm. Der Dehnstoffkörper reagiert lediglich später. Wegen der bei den meisten Heizanlagen oftmals nicht optimal an die Gebäudecharakteristik angepassten Heizkurven, kommt es dann zu einer Überheizung der Räume. Als Folge wird dann oftmals die Heizung „heruntergedreht“. Das allerdings bedeutet, dass der Heizkörper erst wieder mit Warmwasser versorgt wird, wenn z.B. bei Stufe 2 eine Raumtemperatur von 16 °C unterschritten wird. Durch das Auf- und Zudrehen wird oftmals unnötig viel Energie verbraucht.

Steuer- und Regeltechnik

Gesetzlich vorgeschrieben ist eine witterungsgeführte Regelung der Heizanlage. Das bedeutet, dass die erforderlichen Heiztemperaturen in Abhängigkeit von der Außentemperatur erzeugt werden. Dabei wird jeder Außentemperatur eine vorgegebene Vorlauf- oder Rücklauf Temperatur zugeordnet und in Form einer Heizkurve dargestellt. Bei modernen Anlagen mit Gebäudeautomation wird die Steuer- und Regeltechnik der Heizanlage in ein Gesamtkonzept integriert.

Von der Parametrierung, der Festlegung der Parameter für die Steuer- und Regeltechnik hängt ganz entscheidend ab, wie effizient die Heizanlage betrieben werden kann. Neben den individuellen Nutzeranforderungen ist auch die Berücksichtigung der jeweiligen Gebäudecharakteristik von entscheidender Bedeutung. Deshalb sind zum effizienten Betrieb einer Heizanlage jeweils spezifisch optimierte Regelungseinstellungen erforderlich. Um diese bestmöglich vornehmen zu können ist es sinnvoll, das Betriebsverhalten der Heizanlage einige Zeit zu analysieren. Danach lässt sich z.B. die optimale Heizkurve zielgerichtet auswählen und einstellen. Die Analyse des Betriebsverhaltens von Heizanlagen ist durch Erfassung verschiedener Temperaturverläufe in der Wärmeverteilung und anschließender Anfertigung von Temperatur-Zeit-Verlaufsdiagrammen möglich. Bei einer Heizanlage mit optimierten Regelungseinstellungen wird eine Verbesserung des Jahresnutzungsgrades von bis zu 20 % erreicht.

Neben der zentralen Regeltechnik hat weiterhin das jeweilige Nutzerverhalten, wie z.B. die manuelle Raumlüftung, Einfluss auf die Effizienz der Heizanlage.

Brauchwassererwärmung

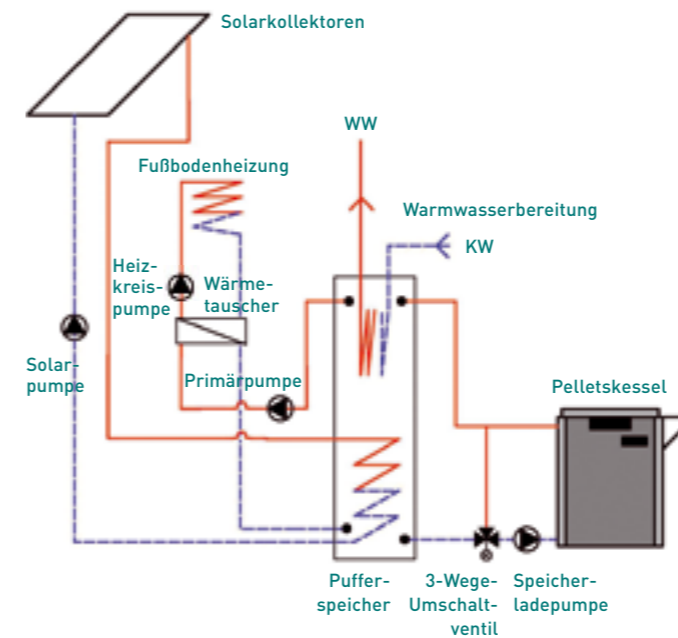
Die Brauchwassererwärmung wird oftmals in das System Heizanlage integriert. Der Wärmeerzeuger für die Heizung dient dabei i.d.R. gleichzeitig auch zur Aufheizung des zentralen Warmwasserspeichers, wo nach Bedarf das Warmwasser entnommen wird. Zirkulationspumpen dienen dazu, das warme Wasser an den einzelnen Zapfstellen schnell zur Verfügung zu stellen. Um die dabei entstehenden Bereitstellungs- und Zirkulationsverluste zu begrenzen, ist es sinnvoll die Betriebszeiten dieser Pumpen durch Nutzung von elektronischen Steuerungen zu optimieren.

Die längere Speicherung von Warmwasser ist nicht immer unproblematisch. Deshalb wird das Warmwasser in modernen Anlagen nur noch nach tatsächlichem Bedarf erhitzt. Eine bekannte Lösung ist der erdgasbetriebene Durchlauferhitzer, bei dem ein Brenner das Warmwasser im Moment der Abnahme erzeugt. Moderne Pufferspeicher können von verschiedenen Erzeugern beladen werden. Dort lässt sich kaltes Trinkwasser

durchleiten was dabei erhitzt wird und direkt zur Zapfstelle gelangt. Weitere technische Möglichkeiten sind separate Frischwasserstationen nach dem Funktionsprinzip eines Plattenwärmetauschers.

Neben der Nutzung des Wärmeerzeugers der Heizanlage gibt es auch alternative Verfahren zur Brauchwassererwärmung, wie zum Beispiel speziell für die Warmwasserbereitung konzipierte Wärmepumpen oder solarthermische Anlagen ausschließlich zur Warmwasserbereitung.

Bei Gebäuden in denen ganz oder nur teilweise in bestimmten Bereichen ein geringer Warmwasserbedarf besteht, können auch dezentrale Anlagen zur Brauchwassererwärmung eingesetzt werden. Dabei wird das Trinkwasser über strom- oder gasbetriebene Durchlauferhitzer vor Ort erwärmt. Dezentrale Anlagen zur Brauchwassererwärmung sind zwar wegen der nicht auftretenden Verluste im Verteilsystem deutlich effizienter, die Investitionskosten sind jedoch im Vergleich zu einer zentralen Lösung i.d.R. höher.



Pellets- / Solarheizkreis

Versorgung mit Elektroenergie

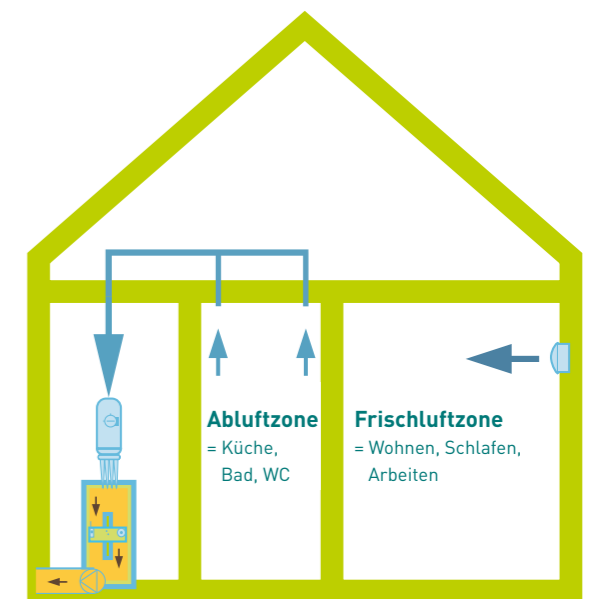
Zur Elektroenergieversorgung eines Gebäudes wird vom Elektroenergieversorger ein Hausanschluss bereitgestellt. Ein Sicherungskasten verhindert die Überlastung einzelner Bereiche des Gebäudes. Für Erfassung und Abrechnung der gelieferten Elektroenergie ist ein Stromzähler notwendig, der meist im Sicherungskasten integriert ist. In naher Zukunft werden elektronische Strömzähler den Strompreis je nach Uhrzeit der verbrauchten Elektroenergie abrechnen – auch „Smart Meter“ genannt.

Seit einigen Jahren gibt es immer mehr Anlagen, die die Elektroenergieversorgung des Objektes durch einen einzelnen Versorger unterstützen oder sogar die alleinige Versorgung übernehmen können. Dazu gehören:

- Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK)
- Photovoltaikanlagen
- kleine Windenergieanlagen

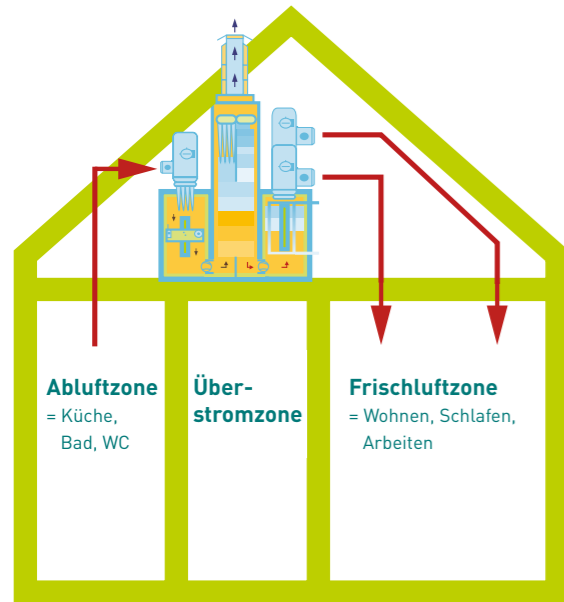
Komponenten der Lüftungsanlage

Lüftungsanlagen gewinnen aufgrund der zunehmend dichteren Bauweise von Wohnhäusern immer mehr an Bedeutung. Ein wesentlicher Grund liegt hier in der Verwendung von luftdichteren Fenstern und Türen, um Wärmeverluste durch unkontrollierte Lüftung zu vermeiden. In Gebäuden sind viele Feuchtigkeitsquellen vorhanden. Dies sind beispielsweise Pflanzen, der Mensch, das Kochen oder die Nutzung des Bades. Wird kein ausreichender Austausch mit frischer Außenluft ermöglicht, reichert sich die Feuchtigkeit in der Luft an und kondensiert an kalten Gebäudeteilen wie z.B. der Außenwand oder an Wärmebrücken, oft an den Übergängen von Fensterahmen zur Außenwand. Diese permanente Feuchtigkeit begünstigt die Bildung von Schimmel. Um Schimmelbildung zu verhindern, ist eine regelmäßige Zwangslüftung durch das Öffnen des Fensters oder den Einbau einer Abluftanlage erforderlich. Diese Zwangslüftung hat zur Folge, dass die kostenintensiv aufgeheizte Raumluft an die Umwelt abgegeben wird.



Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung

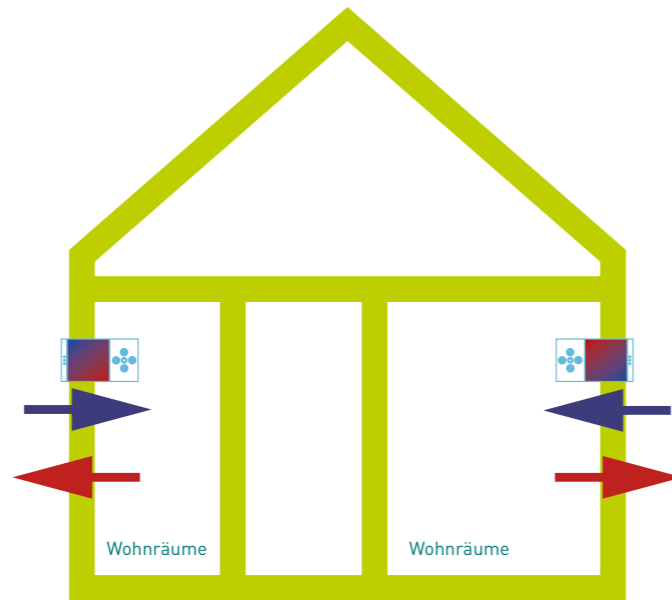
Eine übliche Abluftanlage besteht aus einer Reihe von Abluftkanälen und einer zentralen Einheit mit einem Ventilator, der die verbrauchte Luft nach außen abführt. Durch Zuluftöffnungen kann frische Luft nachströmen. Bei dieser Bauweise geht wie bei undichten Gebäuden viel Energie verloren.



Zentrale Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung vermindern die lüftungsbedingten Wärmeverluste. Solche Lüftungsanlagen besitzen neben dem Ventilator für die Abluft auch einen Ventilator für die Zuluft, eine zentrale Zufuhr von Frischluft sowie einen Wärmetauscher. Mit Hilfe des Wärmetauschers wird die Wärme der abströmenden warmen Abluft, nicht jedoch enthaltene Feuchtigkeit oder Gerüche an die frische Zuluft abgegeben. Daneben wird die einströmende Luft durch einen Filter geleitet, sodass die Lüftungsanlage bei Einsatz entsprechender Filtertechnik auch für Allergiker geeignet ist. Die Wärme der Abluft bei modernen Anlagen kann zu 90 % zurückgewonnen werden. Ein weiteres Kriterium bei der Auswahl sollte der Energieverbrauch, d.h. die elektrische Leistungsaufnahme der Ventilatoren sein. Die regelmäßige Wartung der Filter und richtige Einstellung der Lüftungsanlage ist eine Voraussetzung, um hohe Luftqualität und Effizienz gewährleisten zu können.



Dezentrale Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Kühlung

Für immer mehr Gebäude wird über Kühlung nachgedacht. Bei richtiger Planung und Vermeidung von Wärmeeinträgen wäre das nicht notwendig. Die verfügbaren Baukomponenten aus dem Passivhausbau verbunden mit sinnvoller Anordnung von Fenstern und Verschattung machen Kühlung unnötig. Ein Vorteil kann dabei bewusst ausgenutzt werden: während die Sonne im Winter sehr tief steht, strahlt sie im Hochsommer nahezu senkrecht auf die Erde. Es ist also durchaus möglich, die Sonnenenergie im Winter gezielt über Fensterflächen zu „ernten“ und sie im Sommer durch Verschattungselemente „auszusperrern“. Vor allem Dachflächenfenster sollten mit einer außen angeordneten Verschattungseinrichtung ausgestattet werden, um die direkte Sonneneinstrahlung gezielt zu verhindern. Herkömmliche Klima- oder Kälteanlagen erzeugen sehr hohe Kosten und sind deshalb nicht empfehlenswert. Eine nur bedingt einsetzbare Technologie zur Kühlung ist die Solare Klimatisierung, da derzeit die Auswahl an geeigneten thermisch angetriebenen Kälteanlagen noch sehr gering ist.

3.

Einsatz erneuerbarer Energien berücksichtigen

Warmwasseraufbereitung und Heizung aus Sonne und Biomasse

Solarthermie

Die gewonnene Energie einer Solaranlage wird in der Regel in aufrecht stehenden, gut gedämmten Warmwasserspeichern zwischengespeichert. Die Steuerung erfolgt automatisch über einen Solarregler. Übersteigt die Temperatur im Kollektor die Temperatur im Speicher um einige Grad, schaltet die Regelung die Solarkreis-Umwälzpumpe ein und transportiert die erzeugte Wärme über die Wärmeträgerflüssigkeit zum Speicher. Eine Solaranlage zur Brauchwassererwärmung benötigt für einen Vier-Personen-Haushalt ca. 4 bis 6 m² Flachkollektoren und einen Speicher mit ca. 300 l Fassungsvermögen. Damit können rund 60 % des jährlichen Energieverbrauches zur Warmwasseraufbereitung gedeckt werden. Soll auch solar geheizt werden, ist für ein Einfamilienhaus eine Kombianlage mit etwa 10 bis 18 m² Flachkollektoren und einem Speicher mit 70 bis 100 l Speichervolumen je m² Kollektorfläche erforderlich. Damit lassen sich 20 % des jährlichen Heizenergieverbrauches decken. Die energetische Amortisationszeit einer thermischen Solaranlage beträgt ein halbes Jahr bis zweieinhalb Jahre. Innerhalb von 20 Jahren Betrieb liefert die Anlage damit rund 13-mal mehr Energie, als zu deren Produktion nötig war. Deutlich bessere Energieausbeuten werden unter Einsatz von Vakuumröhrenkollektoren anstatt der üblichen Flachkollektoren erzielt.

Geothermie

Bei der oberflächennahen Geothermie werden z.B. horizontale Erdwärmekollektoren verwendet, die großflächig in Schlangenlinien im Erdreich verlegt werden. Für eine Anlage mit 9 kW Heizleistung wird je nach Bodenbeschaffenheit eine Fläche von knapp 200 bis 500 m² benötigt. Um die Erdwärme in tieferen Regionen zu nutzen, werden Erdsonden durch tiefe Bohrungen bis zu 100 m installiert. Dabei sind die Kosten etwas höher, aber es wird weniger Fläche und 40 % weniger Rohrlänge benötigt. 50 % der derzeit installierten Anlagen sind mit Erdwärmesonden ausgestattet. Wärmepumpenanlagen erfordern im Haus keinen besonderen Installationsaufwand. Auch hier wird ein kleiner Puffer-

speicher benötigt. Die Anlagentechnik kann im Kellerraum, einem Hauswirtschaftsraum oder in einer Garage installiert werden.

Biomasse

Ein Einfamilienhaus mit einer Dämmung nach derzeitigem EnEV-Standard, 150 m² Wohnfläche und einem Jahreswärmebedarf von ca. 7.500 kWh benötigt ca. 2 t Pellets pro Jahr. Dazu sind ein Lagerraum von ca. 8 m³ (inklusive Leerraum) und ein Kessel mit einer Leistung von rund 8 kW erforderlich. Scheitholzkessel und Anlagen für Heizhackschnitzel können in größeren Dimensionen ebenfalls automatisch bestückt werden. Die Holzvergasung bietet außerdem die Möglichkeit zum Einsatz von Holz in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Holzheizungen verursachen Feinstaubemissionen, besonders dann, wenn die Verbrennung nicht optimal geregelt ist. Beim Verbrennen von Scheitholz im heimischen Kamin entstehen die größten Emissionen. **Automatisierte Scheitholzgebläsekessel, Pellet- und Hackschnitzelheizungen** sind wesentlich umweltfreundlicher. Sie genügen höchsten Komfortansprüchen und werden bereits in allen Leistungsklassen für Wohngebäude angeboten. Die zulässigen Grenzwerte für Emissionen sowie die zugelassenen Brennstoffe finden Sie in der Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (1. BImSchV über kleinere und mittlere Feuerungsanlagen). Emissionsarme und effiziente Holzpelletkessel sind mit dem Umweltzeichen Blauer Engel gekennzeichnet.





Photovoltaik-Anlage auf dem Dach eines Einfamilienhauses

Stromerzeugung

Photovoltaik

Eine Photovoltaikanlage (PV) besteht aus mehreren Solarmodulen, in denen zahlreiche Solarzellen elektrisch verschaltet sind. Typische Anlagen auf Gebäuden liegen in einem Leistungsbereich von 2 bis 10 kWp (kWp = Peak-Leistung oder Spitzenleistung, d.h. die maximal mögliche Leistungsausbeute eines Solargenerators bei Standardbedingungen). Generell wird zwischen Photovoltaikanlagen unterschieden, die als Inselsystem ausgeführt sind und solchen, die über einen Netzanschluss verfügen und den umweltfreundlichen Strom ins öffentliche Stromnetz einspeisen. Um die PV-Anlage auf dem Dach, an einer Fassade oder auf einer Freifläche zu installieren, wird ein Montagesystem benötigt. Die Vielfalt an Dacheindeckungen und Dachformen ist groß. Befestigungslösungen gibt es für Aufdach oder Innendach, Schrägdach, Flachdach oder Montagen im Freien. Für Freiflächen stehen auch nachgeführte Systeme zur Verfügung, die bis zu 35 % mehr Stromertrag liefern. Damit der erzeugte Solarstrom in das Stromnetz eingespeist werden kann, werden ein Wechselrichter, ein Netzanschluss und ein zweiter Stromzähler benötigt. Wechselrichter werden entsprechend den elektrischen Parametern der Solarmodule ausgewählt. Neben der Umwandlung des Gleichstroms in Wechselstrom erfüllen sie noch eine Reihe weiterer Funktionen. Sie überwachen das Stromnetz und trennen die PV-Anlage bei Störungen vom Netz. Außerdem schützen sie diese vor Überspannung und Fehlerströmen.

Kleinwindanlagen

Immer mehr private und gewerbliche Verbraucher wollen kleine Windkraftanlagen zur anteiligen Deckung ihres Energiebedarfes nutzen. Ein Amortisieren der Installationskosten einer Kleinwindanlage ist dabei nicht höchstes Ziel des Betreibers. Vielmehr liegen die Vorteile ganz klar in der – wenn auch auf einige Kilowattstunden beschränkten – Freiheit teilweise unabhängig vom örtlichen Energienetz und von den zukünftigen Energiepreiserhöhungen zu werden. Außerdem handelt es sich bei aus Kleinwindanlagen gewonnenem Strom um 100 % ökologisch saubere Energie. Der Gesetzentwurf zur Sächsischen Bauordnung befand sich Ende 2010 in der Anhörung, um zukünftig auch netzgekoppelte Anlagen genehmigungsfrei errichten zu können.

Die technologische Entwicklung der letzten Jahre zeigt, dass vor allem wegen der stetig steigenden Energiepreise die Immobilienbesitzer zunehmend auf alternative/erneuerbare Technologien umsteigen. Das gilt besonders für die solare Unterstützung der Heizung, die Wärmepumpe, die Holzhackschnitzel- oder die Holzpelletsheizung. Aber auch KWK-Anlagen werden immer öfter eingesetzt. Diese Anlagenkonzepte helfen, die Energieeffizienz und den Klimaschutz weiter voranzutreiben.

Natürlich gelten für jedes Heizungssystem bestimmte Randbedingungen. Sie betreffen die vorhandene Gebäudehülle, die verfügbare Fläche, aber auch Komfortaspekte. Es ist vor allem die Aufgabe der Planung, ein Heizungssystem aus den energieeffizienten Technologien oder erneuerbaren Energien herauszufiltern, das die jeweiligen Ansprüche an Komfort, Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz am besten erfüllt.

Damit optimale Energieeinsparungserfolge erreicht werden können, ist es wichtig jedes Gebäude als Gesamtsystem zu betrachten. Bedeutsame Einsparungen werden erreicht, wenn die oftmals bereits vorhandene innovative Gebäudetechnik unter Praxisbedingungen optimal arbeiten kann. Mit bedarfsgerechten Regelungseinstellungen, unter Berücksichtigung der individuellen Nutzer- und Gebäudecharakteristik, werden Energieeinsparungen von 10 % und mehr erreicht.

Amortisationszeiten

Dauer eines Prozesses, in dem die anfänglichen Aufwendungen für ein Objekt durch Erträge, die durch das Objekt entstehen, gedeckt werden. Amortisation bedeutet „tilgen“. Der Begriff wird sowohl im wirtschaftswissenschaftlichen als auch im energie-technischen Kontext gebraucht.

Blower-Door-Test

Drucktest, der die Luftdichtheit eines Gebäudes kontrolliert. Er misst die verbleibende Gesamtleckage. Noch bestehende Undichtigkeiten können aufgespürt und nachgedichtet werden. Besonders effiziente Gebäude wie Passivhäuser müssen einen hohen Luftdichtheitsbeiwert (n_{50}) besitzen, da sonst unkontrollierte Luftströmungen zu hohen Lüftungswärmeverlusten führen.

Endenergiebedarf

Energiemenge, die zur Deckung des Jahres-Heizwärmebedarfs und des Trinkwasserwärmebedarfs (Bedarf und Aufwand der Anlagentechnik) benötigt wird. Ermittelt wird der Wert an der Systemgrenze des jeweiligen Gebäudes. Die Energiemenge wird berechnet unter genormten Bedingungen (z.B. mittlere Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, angenommene innere Wärmequellen oder zu erreichende Innentemperatur), die für Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung (nur in Wohngebäuden) zu erwarten sind. Die ermittelte Größe dient der ingenieurtechnischen Auslegung des baulichen Wärmeschutzes von Gebäuden und ihrer technischen Anlagen für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung sowie dem Vergleich der energetischen Qualität von Gebäuden.

Feuerungstechnischer Wirkungsgrad

Weit verbreitet ist der Irrtum, dass der im Rahmen der jährlichen Abgasuntersuchung vom Schornsteinfeger testierte feuerungstechnische Wirkungsgrad die Energieeffizienz einer Heizungsanlage beschreibt. Dieser Wert berücksichtigt lediglich den Abgasverlust unter Vollastbedingungen (100 % Leistung des Kessels). Dieser so ermittelte Wirkungsgrad kann schon deswegen nicht repräsentativ sein, weil eine Heizanlage nahezu die ganze Heizperiode unter Teillastbedingungen arbeitet.

Heizwärmebedarf (Q_H)

Wärme, die das Heizsystem für die Gesamtheit der beheizten Räume in einem Jahr bereitzustellen hat. Für die Berechnung wird nicht die gesamte Fläche des Hauses, sondern nur die Grundfläche der beheizten Räume zugrunde gelegt.

Jahresnutzungsgrad

Der Jahresnutzungsgrad ist objektiv betrachtet die einzig relevante Größe mit der Heizanlagenbetreiber die Effizienz ihrer Heizanlage bewerten können. Er gibt an, wie viel der eingesetzten Energie tatsächlich in Form von Raumwärme und Warmwasser zur Verfügung steht bzw. effektiv genutzt werden kann. Der Jahresnutzungsgrad kann bei Heizanlagen genau ermittelt werden, wenn in den einzelnen Heizungssträngen und bei der Warmwasserbereitung Wärmemengenzähler installiert sind. Dazu wird die in der Wärmeverteilung gemessene Wärmemenge ins Verhältnis zur insgesamt eingesetzten Energiemenge gesetzt. In der Praxis liegt der Jahresnutzungsgrad oftmals deutlich unterhalb 70 %, da die Systematik der Wärmeverteilung und Parametrierung der Regelungstechnik eher selten optimal gelöst ist.

KfW-Effizienzhaus 55 und 40

Wohngebäude, die durch ein zinsverbilligtes Darlehen der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert werden. Das Programm dient der zinsgünstigen langfristigen Finanzierung für die Errichtung, die Herstellung oder den Ersterwerb. Voraussetzung für die Förderung ist, dass die Werte für das geplante Gebäude hinsichtlich Jahres-Primärenergiebedarf nur 55 % bzw. 40 % der Referenzwerte des Referenzgebäudes betragen, hinsichtlich der Werte des Transmissionswärmeverlustes jeweils 15 % mehr. Der niedrige Energiebedarf ist nur durch die Kombination verschiedener baulicher Maßnahmen zu erreichen (z.B. hochwärmedämmende Ziegelwände, hochgedämmtes Dach, gedämmte Kellerdecke, 2-Scheiben- oder 3-Scheiben-Wärmeschutzglas, Vermeidung von Wärmebrücken, Lüftungsanlage, hohe Luftdichtheit des Gebäudes, thermische Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasserversorgung, energieeffiziente Heizungsanlage). Für ein KfW-Effizienzhaus 40 sind im Wesentlichen die Planungsgrundsätze eines Passivhauses anzusetzen.

Niedrigenergiehaus

Energieeffizienter Gebäudestandard, der sich seit den 80er Jahren entwickelt hat. Niedrigenergiehäuser haben in der Regel einen Heizwärmebedarf von 25 bis 30 % unterhalb der Anforderungen der WSVO 1995. Damit liegt der Jahres-Primärenergiebedarf in Abhängigkeit vom A/V-Verhältnis zwischen 40 kWh/m² und 70 kWh/m² Gebäudenutzfläche. Das Passivhaus ist die konsequente Weiterentwicklung dieses Baustandards.

Normnutzungsgrad nach DIN 4702 T 8

Der Normnutzungsgrad wird auf einem Prüfstand nach DIN 4702 Teil 8 ermittelt und anschließend als Verkaufsargument in den Herstellerprospekten beworben (z.B. 107 % NNG bei Brennwertgeräten). Aus dieser Angabe kann letztlich keine Aussagekraft zur Effizienz der Heizanlage abgeleitet werden, sondern lediglich zur Effizienz der Wärmeerzeugung als solche. Unter Praxisbedingungen werden diese Werte nur sehr selten erreicht, zumal die Prüfstandbedingungen deutlich von den tatsächlichen Gegebenheiten abweichen.

Nullenergiehaus

Gebäude, das rechnerisch in der Jahresbilanz keine externe Energie (Elektrizität, Gas, Öl etc.) bezieht. Die benötigte Energie für Heizung, Warmwasser usw. wird im/am Haus selbst erzeugt, meist durch Solaranlagen. Dadurch ist das Haus in der Jahresbilanz autark gegenüber der allgemeinen Energieversorgung. Jede Energieform für Beheizung, Warmwasserbereitstellung und elektrische Energie bilanziert somit ausgeglichen.

Passivhaus

Baukonzept, das zwei Grundprinzipien vereint: Wärmeverluste zu vermeiden und freie Wärmegevinne zu optimieren. Ein Passivhaus besitzt kein herkömmliches aktives Heiz- bzw. Klimatisierungssystem. Im Inneren werden vorhandene Energiequellen (z.B. einfallende Sonnenenergie, Körperwärme und Abwärme von Elektrogeräten) zur passiven Erwärmung genutzt. Charakteristisch ist die Ausrichtung großer Fensterfronten nach Süden und ein kompakter Baukörper. Passivhäuser erreichen hohe Energieeinsparungen durch eine stark wärmedämmende Gebäudehülle und besonders energieeffiziente Bauteile. Die Außenhülle des Gebäudes muss luftdicht sein und das gesamte Gebäude umfassen. Neben der Wand- und Dachdämmung sind spezielle

Passivhausfenster, Passivhaustüren und eine Lüftungsanlage wesentliche Merkmale. Mit 15 kWh/(m²a) liegt der spezifische Jahresheizwärmebedarf eines Passivhauses ca. 50 % unter dem eines durchschnittlichen Neubaus. Das Passivhaus ist eine konsequente Weiterentwicklung des Niedrigenergiehauses.

PlusEnergieGebäude

Gebäude mit einem Energieüberschuss in der Bilanz. Demnach wird mehr Energie gewonnen als verbraucht. Im Allgemeinen handelt es sich um ein Gebäude mit energetischen Rahmenbedingungen ähnlich einem Passivhaus, das in hohem Umfang mit erneuerbaren Energien versorgt wird. Zusätzlich weist es Energiegewinne z.B. über Photovoltaik auf, die höher liegen als die gelieferten Energiemengen für Heizung, Warmwasser und Haushaltsstrom. Konzepte, deren Namen teilweise auch geschützt sind, arbeiten beispielsweise fast ausschließlich mit ökologischen Baustoffen und lassen fossile Energieträger nicht zu. Damit erreicht der „energetisch - ökologische Fußabdruck“ Bestwerte.

Primärenergie

Energieträger, die in der Natur vorkommen und technisch noch nicht umgewandelt sind. Unterschieden wird zwischen unerschöpflichen (erneuerbaren) Energien und endlichen Energien (Erdöl, Kohle, Kernbrennstoffe, Erdgas). Der Primärenergiebedarf ist die Energiemenge zur Deckung des Jahres-Heizenergiebedarfs und des Trinkwasserwärmebedarfs. Berücksichtigt wird dabei die zusätzliche Energiemenge, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb der Systemgrenze „Gebäude“ bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe entsteht. Die Primärenergie kann als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien wie die CO₂-Emission herangezogen werden, da damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudebeheizung betrachtet wird. Im Jahres-Primärenergiebedarf sind der Jahresheizwärmebedarf, der Nettowarmwasserbedarf, die Energieverluste des Wärmeversorgungssystems, der Hilfsenergiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung sowie der Energieverbrauch für die Bereitstellung der Energieträger enthalten. Hauptsächlich auf den Jahres-Primärenergiebedarf Q_p zielt die Energieeinsparverordnung (EnEV).

Sanierung Faktor 10

Hocheffiziente Sanierung, die den Heizenergiebedarf des Gebäudes um den Faktor 10 senkt. Ein Altbau benötigt bis zu 300 kWh

Heizenergie. Nach einer Sanierung mit Passivhauskomponenten ist es möglich, den Verbrauch auf 30 kWh und weniger zu senken (siehe Passivhaus).

Stirling-Technologie

Der Stirling-Motor ist eine Wärmekraftmaschine. Wie ein herkömmlicher Otto-Motor verfügt er über einen Kolben, wird aber im Unterschied zu diesem nicht mit einem Brennstoff befüllt und entzündet, sondern wird mit einem Arbeitsgas wie Helium oder Luft betrieben. Durch ein abwechselndes Erhitzen und Kühlen des Arbeitsgases wird der Druck im Kolben verändert und der Kolben bewegt sich. So wird die thermische Energie direkt in mechanische Arbeit umgesetzt und über einen Generator elektrischer Strom erzeugt. Stirlingmotoren finden bei kleineren thermischen Solaranlagen ihren Einsatz, wo sie durch Sonnenlicht gespeist regenerative Energie erzeugen. Bereits 1816 vom schottischen Geistlichen Robert Stirling patentiert, gilt das Prinzip heute wieder als zukunftsweisend.

Thermische Hülle

Gebäudehülle, die durch die wärmedämmenden Bauteile gebildet wird. Sie stimmt nicht immer mit der tatsächlichen Gebäudehülle überein. Oft haben Häuser einen Spitzboden oder Dachräume, die Dämmung liegt aber auf der Geschossdecke. Die thermische Hülle muss geschlossen sein, um Wärmeverluste zu vermeiden.

Thermografien

Sichtbarmachung von Durchlässigkeiten oder Lecks, die durch fehlerhafte Bauausführung oder technische Mängel von Bauteilen und Bauwerken verursacht werden. Die Oberflächentemperatur eines Gebäudes wird dabei mit einer Infrarotkamera gemessen. Dadurch lassen sich thermische Verluste der Gebäudehülle erkennen. Aus der Analyse der Aufnahmen können nach einer Auswertung konkrete Maßnahmen zur Sanierung der Schadensquellen abgeleitet werden. Um ein optimales Ergebnis zu erzielen, sollte die Außenlufttemperatur möglichst niedrig sein, damit die Differenz zwischen Wärmebrücken und kalten Außenoberflächen so groß wie möglich ist. Die Infrarot-Kamera kann als ergänzendes Werkzeug bei einem Blower-Door-Test eingesetzt werden, um fehlerhafte Bauteilanschlüsse oder Durchdringungen zu lokalisieren. Vor allem Wärmebrücken können mit thermografischen Bildern dargestellt werden. Hierbei werden bei Außenaufnahmen eines Gebäudes die wärmeren Stellen meist rot dargestellt. Bei Innenaufnahmen zeigen die kälteren Stellen die Abkühlung durch die Außenluft an und sind meist blau dargestellt.

Transmissionswärme

Wärmestrom, der aufgrund von Temperaturunterschieden durch die Außenbauteile eines Gebäudes fließt. Die dabei entstehenden Verluste werden Transmissionswärmeverlust genannt.

U-Wert

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) gibt den Wärmestromdurchfluss durch einen Quadratmeter eines Bauteils bei einem Temperaturunterschied von einem Kelvin zwischen innen und außen an. Je kleiner der U-Wert (in W/m²K), desto besser die Wärmedämmeigenschaften eines Baumaterials und umso geringer die Heizkosten. Für die Außenbauteile sollte bei einem Passivhaus ein U-Wert kleiner 0,15 W/(m²K) erreicht werden und für das komplette Fenster ein U_w-Wert kleiner 0,80 W/(m²K).

Wärmebrücken

Örtlich begrenzte Schwachstellen in den Außenbauteilen, an denen mehr Wärme nach außen gelangt (Transmission) als bei angrenzenden Flächen oder Bauteilen. Eine Wärmebrücke entsteht bauartbedingt (z.B. an Kanten, Ecken) aber auch aufgrund von Anschlüssen und Durchdringungen oder durch ungedämmte Betonpfeiler, Ringanker, Betonsturzträger oder Balkonplatten. Wärmebrücken lassen sich unterteilen in konstruktive Wärmebrücken, die meist durch Mängel in der Planung und Bauausführung entstehen, und geometrisch bedingte Wärmebrücken. Die Folge der Wärmebrücken sind höhere Wärmeverluste und somit eine niedrigere Oberflächentemperatur auf der Rauminnenseite, wodurch die Gefahr von Tauwasserausfall und Schimmelbildung besteht. Neben den hygienischen Problemen besteht gleichzeitig die Gefahr von Bauschäden durch Schwitzwasserbildung.

Wärmeleitfähigkeit (λ-Wert)

Angabe des Wärmestroms, der durch eine Fläche von einem Quadratmeter eines Materials mit einer Dicke von einem Meter strömt, wenn die Temperaturdifferenz der Oberfläche in Richtung des Wärmestromes ein Kelvin beträgt.

Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad ist ein Parameter für die Effektivität der Umwandlung einer Energieform in eine andere. Mathematisch ist der Wirkungsgrad das Verhältnis von abgegebener Leistung zur aufgenommenen Leistung, in Prozent.



Pirnaische Straße 9
01069 Dresden

Geschäftsführer:

Christian Micksch und Harald Herter

Telefon: 0351 49103179

Telefax: 0351 49103155

E-Mail: info@saena.de

www.saena.de

Weitere Informationen unter:

www.energieportal-sachsen.de

www.bau-nachhaltig.de

www.keds-online.de

www.gewerbeenergiepass.de

www.sachsen-spart-energie.de

www.sachsen.pendlernetz.de

www.smartmeter.saena.de

Herausgeber

Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH

Redaktion

Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH,
Silvia Salzbrenner - Freie Architektin und Energieberaterin
Doktor Energy GmbH

Gestaltung

Michael Buddrus

grafik + illustration

Bildquellen

Titel: © Fotolia.com

S. 12: © Reiter Architekten

S. 15: © ISB Liebich

S. 28: © Fotolia.com

Druck

Druckhaus Dresden GmbH

3. Auflage / Redaktionsschluss: **Dezember 2010**