UmweltWissen

Bauen und sanieren für die Zukunft

Energieeffizienz, Behaglichkeit, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit beim Bauen

Je besser die Dämmung, desto besser der Klimaschutz. Und desto gemütlicher das neue Zuhause. Tipps, wie man energieeffizient, nachhaltig und wirtschaftlich baut, bietet dieser Wegweiser.

Fast die Hälfte der in Deutschland eingesetzten Energie verbrauchen Gebäude – hier lohnt es sich also besonders, beim Energiesparen anzusetzen. Wer sein Haus gut dämmt, hat es nicht nur behaglich warm, sondern spart auch viel Energie und damit Kosten.

Das vorliegende Informationspapier ist ein Wegweiser für alle, die ein Haus bauen oder sanieren – und dabei zukunftsweisend handeln und kostenbewusst investieren möchten. Es orientiert sich an den Fragen, die sich Bauherren regelmäßig stellen und die wiederholt an das LfU herangetragen wurden. Im Mittelpunkt stehen die Aspekte „Energieeffizienz“, „Nutzerkomfort“, „Nachhaltigkeit“ und „Gesundheitsschutz“.

Folgende Themen werden behandelt:

- Anforderungen an das zukunftsfähige Haus (Seite 2)
- Technische Aspekte energieeffizienter Gebäude (Seite 5)
- Gebäudeneubau (Seite 20)
- Gebäudesanierung (Seite 24)
- Energieausweis (Seite 27)
- Förderung energiesparenden Bauens (Seite 27)
- Energieeffiziente Gebäude und weitere Umweltaspekte (Seite 27)
- Weitere Informationen, Literatur und Ansprechpartner (Seite 28)

1 Anforderungen an das zukunftsfähige Haus

1.1 … bezüglich Klimaschutz

Um zu verhindern, dass sich die Erde um mehr als zwei Grad erwärmt, muss die Menschheit ihren Ausstoß von Treibhausgasen bis zum Jahr 2050 weltweit halbieren, in den Industriestaaten sogar um 80–95 Prozent reduzieren – so die Erkenntnisse des Weltklimarates. In Deutschland sollte der Pro-Kopf-Ausstoß von Kohlendioxid (CO_2) daher von heute rund zehn Tonnen auf ein bis zwei Tonnen sinken. Da hierzulande Gebäude etwa 40 % des CO_2-Ausstoßes verursachen, lohnt es sich besonders, hier anzusetzen. Da erneuerbare Energien in Deutschland begrenzt und auch nicht wirklich umweltneutral sind, ist ein wirksamer Klimaschutz nur möglich, wenn der Energiebedarf von Gebäuden drastisch verringert wird.

1.2 … bezüglich Ressourcenschonung

Herkömmliche Energieträger werden immer knapper. Zum Beispiel wird das Öl nach dem sprunghaften Anstieg des Ölpreises im Jahr 2008 weiterhin kontinuierlich teurer. Für die Zukunft werden sogar noch deutlich höhere Energiepreise prognostiziert. Aber auch Alternativen wie die erneuerbaren Energieträger Wasserkraft, Holz und Biogas stoßen in Deutschland an ihre Grenzen. Daraus ergibt sich nur ein Ausweg: Der Energieverbrauch muss signifikant verringert werden.

Wer erneuerbare Energien nutzt, sollte im Haus – wie auch in anderen Bereichen – folgende Grundprinzipien beachten:

- Erneuerbare Energien müssen die Energieeffizienz ergänzen, nicht ersetzen.
- Die Verschwendung fossiler Energien darf nicht durch die Verschwendung erneuerbarer Energien ersetzt werden.

1.3 … bezüglich Komfort und Gesundheitsschutz

Bei herkömmlichen Gebäuden kann man den Energieverbrauch im Winter zwar dadurch reduzieren, dass man die Raumtemperatur senkt, dies wird von den meisten Menschen aber als Komfortverlust empfunden, unter Umständen steigt dadurch sogar die Schimmelgefahr. Günstiger ist es, die Energieeffizienz des Gebäudes zu erhöhen, also den Wärmeschutz zu verbessern: So sinkt nur der Energiebedarf, nicht aber die Zimmertemperatur. In gut gedämmten Häusern steigt in der Regel der Wohnkomfort, da kalte Oberflächen, Zugluft und Feuchtigkeit im Winter vermieden werden. Während extrem heißer Sommer – durch den Klimawandel könnte es sein, dass deren Zahl zunimmt – schützt zukunftsorientiertes Bauen auch vor Hitzebelastungen. Ein energieeffizientes Gebäude nach dem Stand der Technik bewahrt die Bewohner zudem vor Gesundheitsproblemen, die durch Schimmel, Pollen und andere Allergieauslöser verursacht werden.

1.4 … bezüglich künftiger rechtlicher Regelungen

Was noch vor zehn Jahren als fortschrittliches „Niedrigenergie-Haus“ gefeiert wurde, erfüllt heute gerade noch den Mindeststandard für Neubauten. Festgeschrieben sind diese energetischen Mindestanforderungen in der Energieeinsparverordnung (EnEV 2009), die für Neubauten und Sanierungsobjekte gilt. Die Bestimmungen der EnEV 2009 stellen allerdings nur einen Zwischenschritt bei der Anpassung der gesetzlichen Mindeststandards an den Stand der Technik dar. Bereits mit der EnEV 2012 dürften die Anforderungen um weitere 30 % erhöht werden.

Nach der 2010 in Kraft getretenen EU-Gebäuderichtlinie sind spätestens ab dem Jahr 2021 alle Neubauten als Niedrigstenergiegebäude („Nearly-Zero-Energy-Buildings“) zu erstellen. Darüber hinaus sieht das Energiekonzept der Bundesregierung vor, dass bis zum Jahr 2050 alle Gebäude so saniert

sein müssen, dass sie nahezu CO_2-neutral sind. Dafür muss deren Energiebedarf drastisch abgesenkt und der Restbedarf mit erneuerbaren Energien gedeckt werden.

Weitere Informationen:
► EU-Gebäuderichtlinie. Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. 19. Mai 2010, Amtsblatt der Europäischen Union L 153/13

1.5 Die Energiestandards entwickeln sich weiter

Heutzutage möchte jeder in seinen eigenen vier Wänden komfortabel leben, immer mehr Menschen achten darauf, dass Energie effizient eingesetzt wird und die Kosten niedrig bleiben. Um diese Wünsche zu erfüllen, entwickelte die Industrie Baustoffe und -elemente weiter, sodass der Energiebedarf der Gebäude stetig sank. Parallel dazu, jedoch zeitlich versetzt, wurden auch die gesetzlichen Mindeststandards immer weiter verschärft.

Technisch ist es heute ohne Weiteres möglich, nicht nur Null- sondern sogar Plusenergie-Häuser zu bauen, die über das Jahr mehr Energie erzeugen, als sie verbrauchen. Sogar bei der Gebäudesanierung lässt sich manchmal der Passivhausstandard erreichen. Doch je mehr Energie ein Gebäude sparen soll, desto mehr Geld muss der Bauherr zuvor investieren. Da irgendwann die Kosten überproportional steigen, wird in der Praxis zwischen den technisch machbaren und den ökonomisch sinnvollen Maßnahmen abgewogen.

In Fachkreisen gelten heute folgende Energiestandards als „Stand der Technik“, also als technisch ausgereift und wirtschaftlich zumutbar:

- Neubau: Passivhausstandard
  mit einem jährlichen Heizwärmebedarf von maximal 15 kWh/m² also ca. 1,5 Litern Heizöl/m²
- Gebäudesanierung: Drei-Liter-Haus-Standard
  mit einem jährlichen Heizwärmebedarf von maximal 30 kWh/m² also ca. 3 Litern Heizöl/m²

In vielen Städten und Regionen des deutschsprachigen Raumes haben sich diese Standards inzwischen für öffentliche oder öffentlich geförderte Gebäude etabliert (z. B. die Städte Frankfurt, Nürnberg, Freiburg und Heidelberg sowie das Land Vorarlberg). Die Erfahrungen dieser Regionen zeigen, dass die Höhe der Mehrkosten für energieeffizientes Bauen sehr stark vom Erfahrungsstand der beteiligten Planer und Handwerker abhängt. Da die Erfahrungen in den vergangenen Jahren stetig zunahmen, unterscheiden sich heute die Kosten für hoch energieeffiziente Gebäude in vielen Fällen kaum noch von denen herkömmlicher Gebäude. Mehrkosten amortisieren sich relativ schnell, da Kosten für Energie gespart werden.

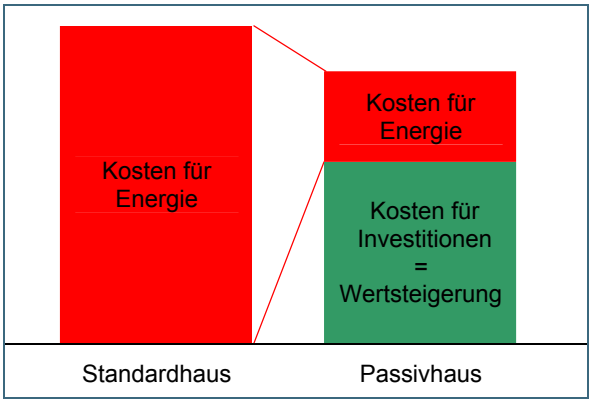


Abb. 1:
Passivhäuser sind eine Investition in die Zukunft: Statt das Geld für Energiekosten auszugeben, sollte der Bauherr es in bessere Gebäude investierten und damit den Wert des Hauses sichern.

Langfristig spart das Kosten und bringt höheren Komfort.

1.6 Eine gute Planung spart Geld

Wegen begrenzter Finanzmittel ist es oft nicht möglich, den angestrebten Energiestandard mit nur einem einzigen Sanierungsschritt zu erreichen. Insbesondere bei der Sanierung älterer Gebäude ist es wichtig, das langfristige Ziel zu definieren und die Reihenfolge der im Laufe der Jahre geplanten Schritte so festzulegen, dass das Ziel möglichst wirtschaftlich erreicht werden kann.

Bestimmte Baumaßnahmen sollten immer kombiniert werden: Beispielsweise empfiehlt es sich, den Einbau neuer Fenster mit der Dämmung der Fassade zu koppeln. Ebenso sollte eine neue Heizungsanlage möglichst erst dann eingebaut werden, wenn zuvor der Heizbedarf optimiert – also das Gebäude gedämmt – wurde. Ansonsten besteht die Gefahr, dass ein zu großes Heizungsmodell ausgewählt wird. Näheres hierzu ist im Kapitel 4 Gebäudesanierung zu finden.

Den Energieverbrauch von Wohngebäuden optimieren: Zehn Gebote
(nach: GESELLSCHAFT FÜR RATIONELLE ENERGIEVERWENDUNG 2009)

1. Bereits bei der Planung Wert auf geringen Energieverbrauch legen; während der Bauzeit die Qualität der Maßnahmen überwachen (z. B. Dichtheit des Gebäudes prüfen, Technik richtig einstellen)
2. Energie zu sparen ist deutlich umweltfreundlicher und kostengünstiger als erneuerbare Energien zu nutzen
3. Eine kompakte Bauweise schützt vor Wärmeverlusten, eine günstige Orientierung des Gebäudes zur Sonne spart Energie für Heizung und Beleuchtung
4. Best möglicher Wärmeschutz – also soviel Dämmung wie möglich
5. Wärmebrücken minimieren, Luftdichtheit maximieren
6. Solarenergie passiv nutzen: Gute Fenster fangen mehr Sonnenwärme ein als Solaranlagen
7. Kühlung per Klimaanlage vermeiden, stattdessen Sonnenschutz und Querlüftung einplanen
8. Anlagentechnik optimieren, z. B. Leitungen dämmen, energiesparende Umwälzpumpen und großflächige Heizkörper wählen
9. Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung einsetzen
10. Erneuerbaren Energien nutzen (z. B. Wärmepumpe, Pelletheizung, Solaranlage, Fernwärme)

Weitere Informationen:
GESELLSCHAFT FÜR RATIONELLE ENERGIEVERWENDUNG E.V. (2009): ► Die 10 Gebote zur energetischen Optimierung von Wohngebäuden. Kassel

2 Technische Aspekte energieeffizienter Gebäude (Neubau und Sanierung)

Gebäude der Zukunft zeichnen sich durch folgende energierelevante Elemente aus:

- Hochwärmegedämmte Hülle ohne Wärmebrücken
- Zugluftfreie (= möglichst luftdichte) Konstruktion
- Kontrollierte Belüftung mit Wärmerückgewinnung („Komfortlüftung“)
- Passive Nutzung von Solarwärme sowie Nutzung der Abwärme von Personen und Geräten; Nutzung von Solarthermie, Erdwärme oder Biomasse

2.1 Gebäudehülle

Ein Gebäude sollte über eine durchgehend (d. h. wärmebrückenfrei) gedämmte und luftdichte Hülle verfügen. Wärmebrücken sind Stellen, an denen diese Hülle durchbrochen ist, z. B. durch auskragende Betonbalkone, durch Befestigungselemente oder ungedämmte Fensterleibungen und Fensterbleche. Undichtigkeiten treten insbesondere an bestimmten Bauteilen (z. B. schlechten Fenstern oder Rollokästen) oder an Übergängen verschiedener Materialien (z. B. Dachanschlüssen) auf.

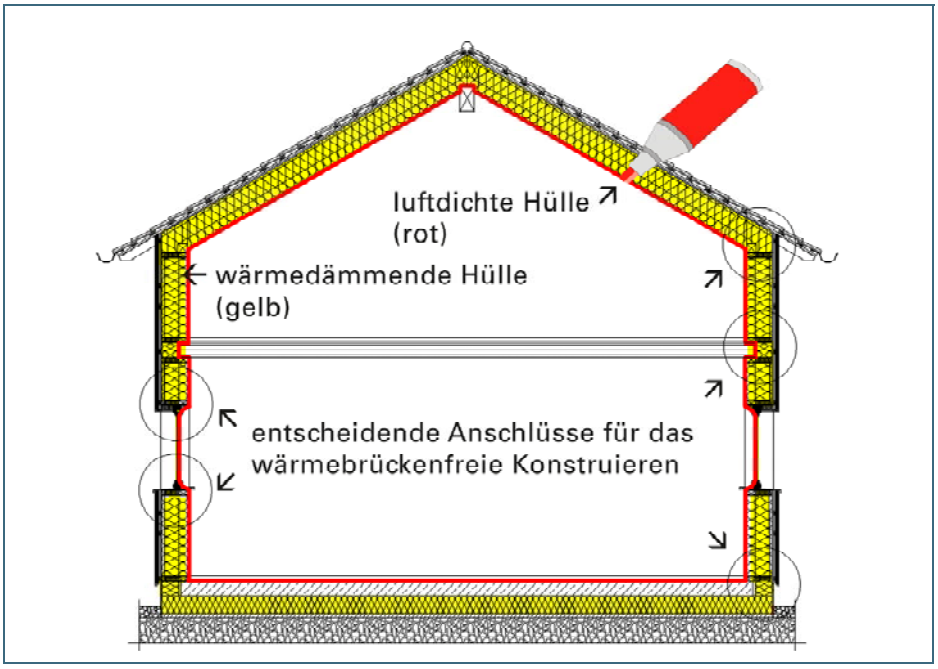


Abb. 2:
Die beheizten Bereiche eines Gebäudes sollten lückenlos von zwei Hüllen umgeben sein: einer wärmedämmenden Hülle (gelb) und einer luftdichten Hülle (rot).

Die „Stiftregel“ besagt, dass der Architekt im Bauplan die luftdichte Hülle mit dem Stift ununterbrochen nachziehen können muss.

2.1.1 Außenwände

Bei massiven Außenwänden kann (sowohl bei Neubauten als auch bei der Sanierung) der Dämmstoff in Form eines Wärmedämmverbundsystems auf das Mauerwerk aufgebracht werden. Dieser sogenannte zweischalige Wandaufbau sorgt dafür, dass das komplette tragende Mauerwerk warm bleibt und – ebenso wie die darin enthaltenen Wasserleitungen – optimal vor Frost und Bauschäden geschützt wird. Da das gedämmte Mauerwerk z. B. an Tagen mit Eintrag von Sonnenwärme auch von innen überschüssige Wärme aufnehmen und wieder abgeben kann, trägt es zu einem ausgeglichenen Innenklima bei. Ein Wärmedämmverbundsystem sollte möglichst in das Erdreich hineinragen, zumindest aber den Bereich des Erdgeschossbodens bzw. der Kellerdecke großzügig abdecken, damit keine Wärmebrücken entstehen.

Eine monolithische Außenwand (durchgehend einheitlicher Baustoff) aus wärmedämmendem Baumaterial wie Porenbeton oder Leichtziegel kann zwar ebenfalls den Energieverlust nach außen minimieren, weist aber weniger günstige Eigenschaften hinsichtlich Wärmespeicherung und Temperaturpufferung im Gebäudeinneren auf. Bei der monolithischen Bauweise ist sehr darauf zu achten, dass keine Wärmebrücken durch Mörtelfugen entstehen.

Ist die Gebäudeaußenwand eine Holzkonstruktion, wird der Dämmstoff in der Regel in den Zwischenräumen der Tragbalken untergebracht. Allerdings gibt es auch im Holzbau die Möglichkeit, die Wand zweischalig auszuführen oder nachträglich zu dämmen: Beispielsweise können auf eine Massivholzwand oder eine bestehende Außenwand Holzfaserplatten aufgebracht und mit einer Verkleidung versehen werden.

Eine bestehende Außenwand sollte nur im Notfall innen gedämmt werden, nämlich dann, wenn es sich z. B. um eine denkmalgeschützte Fassade handelt oder wenn das Gebäude an einer Grundstücksgrenze steht, die nicht überbaut werden darf. Eine Innendämmung führt immer dazu, dass die Frostgrenze im Winter in die Wand hineinwandert und dadurch Wasserleitungen in der Wand einfrieren können. Haben Deckenbalken ihr Auflager in der Außenwand, kann es zu Feuchtigkeitskondensation an den sehr kalten Balkenköpfen und in der Folge zu Holzschäden kommen. Zudem kann Wasser, das durch Schlagregen in die Außenwand eingedrungen ist, schlechter abtrocknen, wenn die Wärmezufuhr von innen reduziert ist. Eine Innendämmung sollte nur von erfahrenen Fachleuten durchgeführt werden. Als Dämmsysteme haben sich hier insbesondere kapillaroffene Kalziumsilikatplatten bewährt.

Exkurs: Können wärmegedämmte Wände noch atmen?

Hartnäckig hält sich das Gerücht, dass Gebäude durch ihre Wände atmen. Oft finden Bewohner ungedämmter Gebäude kalte und feuchte Mauerecken vor und äußern die Befürchtung, dass diese Feuchtigkeit nach der Dämmung nicht mehr nach außen wegtrocknen kann.

Diese Sorge ist unbegründet, da feuchte Stellen meist erst dadurch auftreten, dass ungedämmte Wände an den Ecken (geometrische Wärmebrücken) oder an durchgehenden Balkonbetonplatten (konstruktive Wärmebrücken) besonders kalt sind (oft unter 10 °C) und die Feuchtigkeit aus der Raumluft deshalb dort kondensiert. Verbreitet tritt an solchen feuchten Stellen Schimmel auf. Regelmäßiges Lüften kann die Gefahr zwar reduzieren, nicht aber ganz ausschließen. Bei warm eingepackten Gebäuden hingegen entspricht die Temperatur der Wand fast jener der Luft, selbst bei hohen Luftfeuchten bleibt das Mauerwerk trocken und schimmelfrei.

Feuchtigkeit entweicht grundsätzlich nicht über die Wände, sondern wenn regelmäßig über Fenster oder Lüftungsanlage gelüftet wird. Die Vorstellung, dass Gebäude bei guter Dämmung „ersticken“ ist unberechtigt, weil selbst Hartschaumplatten Wasserdampf etwa so gut wie Holz diffundieren lassen und das diffusionsdichteste Bauteil das Mauerwerk selbst ist.

Steigt die Feuchtigkeit einer Wand allerdings vom Boden auf oder dringt am Dach ein, muss vor der Wanddämmung unbedingt die Wand trockengelegt oder das Dach saniert werden.

Abb. 3:
Messung der Oberflächentemperatur einer Außenmauerecke in einem Gebäude aus ungedämmtem Mauerwerk mit 36-cm-Hochlochziegeln (Baujahr 1999). Bei einer Temperatur von 9,2 °C kann sich schon bei weniger als 40 % relativer Luftfeuchte und 23 °C Lufttemperatur Tauwasser abscheiden und Schimmel bilden.

Exkurs: Welcher Dämmstoff ist der beste?

Dämmstoffe können aus unterschiedlichsten Grundstoffen hergestellt sein und weisen auch in ihren Eigenschaften deutliche Unterschiede auf. Grundsätzlich besteht die Tendenz, dass diejenigen Dämmstoffe, die die höchste Dämmwirkung haben, höheren Energieaufwand bei der Herstellung aufweisen und aus nicht regenerativen Rohstoffen bestehen. Dennoch zeigt eine langfristige Betrachtung, dass die Energiebilanz von Dämmstoffen sich nicht bei der Herstellung, sondern in der Nutzungsphase entscheidet. So dauert es selbst bei Mineralwolle und Hartschaumplatten nur ein bis zwei Jahre, bis die Energie für ihre Herstellung durch ihre Dämmwirkung wieder eingespart ist. Bei Naturdämmstoffen (z. B. Zellulosefasern, Holzfasern, Schafwolle) liegt diese sogenannte energetische Amortisationszeit oft bei nur wenigen Monaten. Welcher Dämmstoff eingesetzt wird, ist daher auch eine Frage des Geschmacks und der erforderlichen funktionellen Eigenschaften.

Wegen der schlechteren Dämmwirkung muss bei Naturdämmstoffen für die gleiche Energieeinsparung eine deutlich dickere Dämmung eingesetzt werden. Wenn die maximale Dämmstärke oder die finanziellen Möglichkeiten für die deutlich teureren Naturdämmstoffe begrenzt sind, begnügen sich viele Bauherren mit deutlich dünneren Dämmstärken. In diesem Fall kann sich der Vorteil von Naturdämmstoffen schnell ins Gegenteil verkehren.

Insgesamt ist festzustellen, dass praktisch jeder Dämmstoff durch seine Energiesparwirkung umweltfreundlich ist. Bei der Dämmstoffauswahl sollten daher auch die funktionellen Eigenschaften wie Haltbarkeit, Verarbeitbarkeit und Schallschutz einfließen.

Häufig werden Befürchtungen geäußert, Dämmstoffe könnten später ähnlich wie Asbest Probleme bei der Entsorgung bereiten. Dies ist nach heutigem Wissensstand nicht zu erwarten, da die heutigen Dämmstoffe toxikologisch praktisch durchweg unbedenklich sind. Es ist auch nicht damit zu rechnen, dass Naturdämmstoffe später grundsätzlich wesentlich leichter zu entsorgen wären als Mineralwolle oder Kunstschäume.

In natürlichen organischen Dämmstoffen ist bekanntlich CO_2 gebunden. Aber auch Kunstschäume (z. B. Polystyrol) können als CO_2-Speicher gesehen werden, weil das hierfür benötigte Erdöl zwar auf dem Ölmarkt aufgekauft, dann aber für viele Jahrzehnte vor der Verbrennung bewahrt wird.

Abb. 4:
Dank der – bereits bei der Planung berücksichtigten – nach außen in die Dämmschicht verlegten Position der Fenster ergeben sich auch bei fast 30 cm Dämmstärke keine „Schießscharten“

Exkurs: Welche Dämmstoffstärken sind angemessen?

Während vor 20 Jahren noch eine Wanddämmung von 5 cm üblich war, dämmte man um das Jahr 2000 bereits mit 10 cm dickem Dämmstoff. Heute werden Gebäude im Durchschnitt mit 14–16 cm gedämmt. Bei Gebäuden im Passivhausstandard sind Dämmstärken von 25–30 cm üblich. Hartnäckig hält sich die Fehleinschätzung, dass Dämmstoffdicken über 10 cm keine wesentliche Verbesserung mehr bringen. Richtig ist, dass die zusätzliche Verbesserung der Dämmung mit zunehmender Dämmstoffdicke immer geringer wird, d. h. der erste Zentimeter bringt deutlich mehr als der letzte. Allerdings ist der erste Zentimeter auch ein Vielfaches teurer als der letzte, der an Zusatzkosten nur noch die Materialkosten hat. Untersuchungen haben gezeigt, dass das Optimum hinsichtlich Energie- und Ökobilanz, also der Punkt, ab dem der Mehraufwand für Dämmstoff höher als der Nutzen ist, bei einer Dämmstärke von 50–100 cm liegt. Das wirtschaftliche Optimum liegt zwischen 15 und 30 cm. Tabelle 1 zeigt, dass höhere Dämmstoffstärken sehr wohl erhebliche zusätzliche Energieeinsparungen bringen.

Im Sanierungsfall ist zwischen Wärmedämmung und den ästhetischen Anforderungen z. B. den Gebäudeproportionen abzuwägen. Im Hinblick auf die künftige Entwicklung ist als Orientierungswert bei nachträglicher Außendämmung von Gebäuden eine Dämmstoffstärke von ca. 20 cm zu empfehlen. Damit außen keine tiefen Fensterlaibungen entstehen, und um eine lückenlose Dämmebene zu gewährleisten, sollte die Dämmung möglichst mit einem Fenstertausch verbunden werden, bei dem die Fenster mittels Winkelmontage weit nach außen gesetzt werden (siehe Kapitel 2.1.2 Fenster und Türen).

Die Erfahrung lehrt, dass fast alle Bauherren heute mehr dämmen würden, als sie es vor einigen Jahren getan haben. Zukunftsorientiert zu planen ist auch ein Gebot der Wirtschaftlichkeit. Eine Wanddämmung mit 20 cm kostet nur unwesentlich mehr als eine Dämmung von 10 cm. Eine spätere Aufdoppelung von 10 auf 20 cm würde hingegen insgesamt fast die doppelten Kosten verursachen, da die Kostenfaktoren Arbeitsleistung, Befestigungsmaterial, Armierung, Putz, Farbe und Gerüst dann zweimal anfallen.

Tab. 1: Mehr Nutzen durch mehr Dämmstoff (DS). Ausgangssituation: 250 m² Außenwand, 24 cm Hochlochziegel (λ = 0,5 W/mK), verputzt; Außendämmung mit Dämmstoff (λ = 0,04 W/mK)

	ungedämmt	**5 cm DS**	**10 cm DS**	**20 cm DS**	**30 cm DS**
U-Wert Wand in *W/m²*K*	1,45	0,52	0,32	0,18	0,12
Wärmeverlust *Liter Heizöl/Jahr pro m² Wand*	ca. 16	ca. 6	ca. 3,5	ca. 2	ca. 1,3
Wärmeverlust *Liter Heizöl/Jahr bei 250 m² Wand*	ca. 4.000	ca. 1.500	ca. 875	ca. 500	ca. 325
				spart 375 Liter/Jahr	
					spart 550 Liter/Jahr

Informationen zu Wärmedämmverbundsystemen:

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2009): ► Wärmedämmung von Außenwänden mit dem Wärmedämmverbundsystem. Wissenswertes über die Außenwanddämmung bei Alt- und Neubauten. Energiesparinformationen 02. Wiesbaden

HELMUT KÜNZEL, HARTWIG M. KÜNZEL UND KLAUS SEDLBAUER (2005): ► Langzeitverhalten von Wärmedämmverbundsystemen. Fraunhofer-Institut für Bauphysik, IBP-Mitteilung

2.1.2 Fenster und Türen

Fenster und Türen können je nach Qualität und Orientierung zur Sonne einen erheblichen Teil zu den Wärmeverlusten, aber auch den Wärmegewinnen des Hauses beitragen. Gerade in den vergangenen zehn Jahren hat die Entwicklung moderner energiesparender Fenster große Fortschritte gemacht. Ein modernes Fenster mit 3-Scheiben-Verglasung gibt im Winter nur noch halb so viel Wärme nach draußen ab wie durchschnittliche Fenster vor zehn Jahren. Da es innen eine warme Oberfläche hat, trägt es zur Behaglichkeit bei und läuft innen praktisch nicht mehr an. Aufgrund der guten Dämmwirkung beschlagen moderne Fenster auf der Außenseite leichter, dies ist jedoch unschädlich und kann z. B. durch ein Rollo verhindert werden. Zu empfehlen sind auch bei der Sanierung passivhaustaugliche bzw. passivhauszertifizierte Fenster und Türen mit einem U_W-Wert bzw. U_D-Wert kleiner als 0,8 W/m²K. Der g-Wert, der den Sonnenlichtdurchlass durch die Scheibe beschreibt, liegt bei 3-Scheiben-Fenstern meist bei 0,5 und damit etwas niedriger als bei 2-Scheiben-Fenstern mit 0,6. Will man auch hier maximalen Durchlass, sollte man Scheiben aus Weißglas wählen (g-Wert 0,6), die von einigen Herstellern oft ohne wesentlichen Aufpreis angeboten werden.

Die Energiebilanz von Fenstern wird auch stark von ihrer Orientierung bestimmt. Hochwertige Südfenster gewinnen im Winter mehr Energie, als sie verlieren. Im Sommer sind sie z. B. mit Dachüberständen oder Balkonen leicht zu verschatten. Wegen des flachen Auftreffens von Strahlen der im Sommer hoch stehenden Sonne wird hier selbst ohne Verschattung viel Licht reflektiert und geht nicht in die Gebäude. Wesentlich anspruchsvoller sind Fenster auf der Ost- und Westseite. Sie bringen im Winter nur wenig Wärmegewinn, tragen aber im Sommer bei mangelnder Verschattung stark zur Überhitzung bei, weil die Sonne dann senkrecht zu den Scheiben steht. Nordfenster bringen keinen Wärmegewinn, verursachen aber auch keine Überhitzung im Sommer.

Abb. 5 und 6: Bewährte Lösungen für Rollokästen im Neubau- (links) und Sanierungsfall (rechts)

Der Einbau der Fenster sollte fachgerecht, am besten gemäß der Richtlinien der RAL-Gütegemeinschaft erfolgen („RAL-Montage“). Sie beinhaltet z. B. ein luftdichtes Abkleben der Anschlussstellen zum Mauerwerk. Die fachgerechte Anbringung des Dichtbandes sollte vor der Durchführung der weiteren Maßnahmen unbedingt kontrolliert werden. Häufig werden die Dichtbänder lückenhaft oder ohne durchgehende Verklebung mit Mauerwerk und Fenster angebracht. Eine Fachperson kann die Dichtheit durch gewissenhafte Sichtkontrolle oder bei Bedarf mit einem Ultraschallgerät überprüfen.

Besonders im Sanierungsfall ist Augenmerk auf den Anschluss der Außenfensterbank zu legen. Häufig wird vergessen, den Hohlraum zwischen Fensterbank und Mauerwerk lückenlos mit Dämmstoff zu füllen. In diesen Fällen können Wärmebrücken entstehen, die innen zu Kondenswasser an der Fensterbank führen.

Ein wichtiger Bestandteil von Fenstersystemen sind auch die Rollokästen. Bei Bestandsgebäuden sind sie regelmäßig die größte Schwachstelle an Fenstern und Türen. Feuchteschäden und Schimmel sind hier regelmäßig anzutreffen. Im Neubau sollte man grundsätzlich einen möglichst weit außen liegenden Rollraum und eine wärmebrückenfreie Einbindung in das Mauerwerk vorsehen (siehe Abb. 5).

Im Sanierungsfall hat es sich bewährt, den alten Hohlraum im Mauerwerk komplett stillzulegen, die Fenster in Winkelmontage außen anzubringen und einen Vorsatzrolladenkasten auf einer Fensterstockerhöhung anzubringen (siehe Abb. 6). Zuglufterscheinungen durch Zugbandschlitze können durch Bürstensysteme an den Schlitzen oder noch besser durch elektrisch betriebene Rollläden vermieden werden.

Wichtig ist bei Fenstern, dass sie in ein Gesamtkonzept eingebunden sind. Fast alle neuen Fenster sind sehr luftdicht (auch billige und energetisch schlechte Fenster!). Dadurch kann sich im Gebäudeinneren verstärkt Luftfeuchtigkeit anreichern, die dann an kalten Stellen kondensiert und zu Schimmel führt. Sinnvoll ist daher immer, einen Fenstertausch mit einer Fassadendämmung zu kombinieren, um kalte Stellen der Gebäudehülle zu vermeiden. Ist eine regelmäßige Fensterlüftung nicht möglich oder sollten Komfort und Energieeffizienz erhöht werden, ist der Einbau einer Lüftungsanlage notwendig (siehe Kapitel 2.1.5 Gebäudelüftung).

Mehr Informationen zu Energiesparfenstern:
BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT ► www.lfu.bayern.de/energieeffizienz

2.1.3 Dach

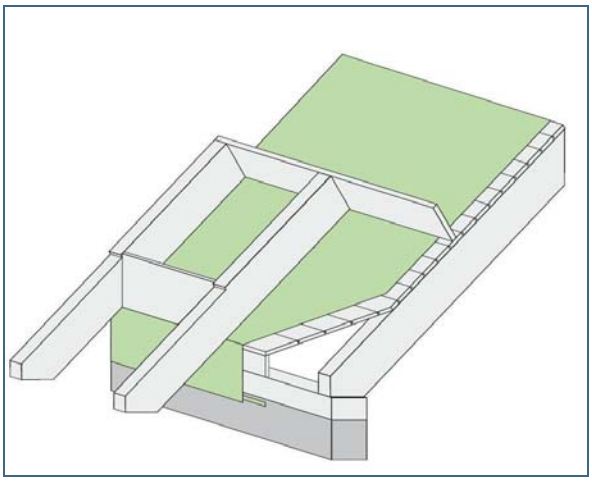
Dächer tragen bei gleicher Fläche mehr zu Wärmeverlusten bei als andere Bauteile, weil die Wärme hier nachts ungehindert nach oben in den Weltraum abstrahlen kann. Schlecht gedämmte Dächer sind meist auch der Grund für überhitzte Dachwohnungen im Sommer. Auf der anderen Seite lassen sich Dächer oft besonders kostengünstig hochwertig dämmen.

Im Neubaubereich wurden neue Dachsysteme auf der Basis von Stegträgern entwickelt, die einerseits besonders große Spannweiten überbrücken können, andererseits praktisch wärmebrückenfrei sind (s. Abb. 10 und Titelbild). Die Dämmung kann kostengünstig komplett als Zwischensparrendämmung ausgeführt werden, da die Hohlkammern große Mengen Dämmstoff aufnehmen können. Typischerweise werden die Hohlräume entweder mit Zellulose- oder Holzfasern ausgeblasen oder mit Mineralwolle gefüllt. Die Dampfbremse besteht aus innen liegenden OSB-Platten. Wählt man Mineralwolle, kann diese bequem von außen eingerollt und mit diffusionsoffenen Holzfaserplatten oben abgedeckt werden.

Im Neubau und im Sanierungsfall kommt auch ein herkömmlicher Dachstuhl aus Holzbalken mit Aufsparrendämmung in Frage. Die Aufsparrendämmung kann aus Holzweichfaserplatten, Polystyrol- oder Polyurethanplatten oder aus aufgesetzten Stegträgern mit dazwischenliegender Mineralwolle bzw. Zellulose bestehen.

Abb. 7: Aufsparren-Dachdämmung, bei der während der Sanierung der vorhandene Dachaufbau erhalten bleibt.

Besonders wichtig ist bei Dachkonstruktionen die richtige Anbringung der Dampfsperre bzw. -bremse. Sie muss lückenlos sein und möglichst weit innen liegen, in jedem Fall aber innerhalb des Taupunktes. Der Taupunkt ist die Stelle, an der Luftfeuchte kondensiert. Die Dampfbremse kann aus Folie oder OSB-Platten mit Abklebung aller Fugen und Stöße bestehen. Generell sollten die Bauteile im Dachaufbau von innen nach außen diffusionsoffener werden, damit sich keinesfalls Feuchtigkeit im Dachaufbau abscheiden, sondern gegebenenfalls nach außen abtrocknen kann.



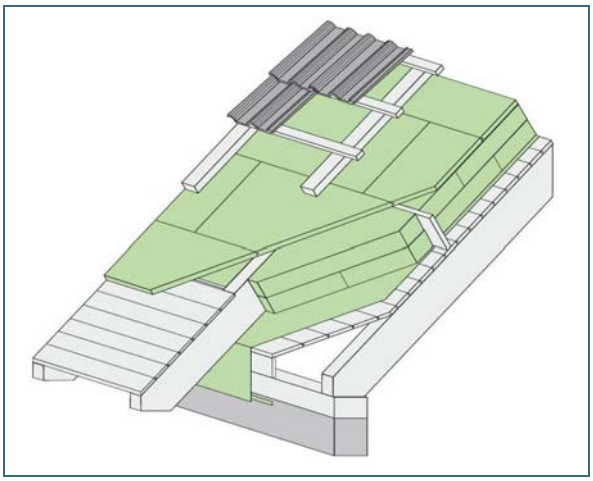


Abb. 8 und 9: Nach dem Aufbringen einer Dampfbremse werden Hilfssparren auf die vorhandenen Sparren aufgesetzt, mit Dämmstoff ausgefüllt und mit Aufsparrendämmung ergänzt (hier Holzfaserplatten). Gerade bei einer geplanten Fassadendämmung kann auf diese Weise das Dach hochwertig gedämmt und der Dachüberstand einfach vergrößert werden.

Abb. 10:
Modell des Dachaufbaus mit Stegträgern und Zwischensparrendämmung (siehe auch Bild auf Seite 1).

Vorsicht ist geboten bei unbeheizten und ungedämmten Dachräumen. Sind die Türen zum Dachboden undicht, kann durch den Kamineffekt ständig warme feuchte Luft aus dem Wohnbereich in den Dachbereich durchströmen und dort Feuchteschäden verursachen. Dachbodentüren und -luken sind daher möglichst gut abzudichten und geschlossen zu halten.

Wenn das Dach nicht gedämmt ist und das Dachgeschoss kalt bleiben kann, ist eine Dämmung der obersten Geschossdecke notwendig. Diese Maßnahme bringt im Vergleich zu ihren Kosten einen sehr hohen Einspareffekt. Man sollte diese Maßnahme allerdings nur durchführen, wenn in absehbarer Zeit ein Ausbau des Dachgeschosses nicht in Frage kommt. Die möglichen Dämmsysteme können druckfeste Hartschaumplatten mit Holzplattenauflage sein. Bei starren Platten ist eine fugenfreie Anbringung aber oft schwierig. Bewährt haben sich auch Systeme aus Stegträgern oder Abstandhalter aus Papprohren jeweils mit trittfester Auflage. Die Hohlräume können dann z. B. mit Mineralwolle gefüllt oder mit Zellulosefasern ausgeblasen werden.

Weitere Informationen:
HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2009): ► Wärmedämmung von geneigten Dächern. Wissenswertes über Wärmeschutz im Dach. Energiesparinformationen 06. Wiesb.

2.1.4 Keller

Beim Keller muss vor einem Neubau oder einer Sanierung grundsätzlich die Frage geklärt werden, ob er innerhalb oder außerhalb der gedämmten Hülle liegen soll.

Vorteile eines warmen Kellers innerhalb der Dämmhülle:

- Der Keller kann fast uneingeschränkt für Wohn-, Aufenthalts- und Lagerzwecke genutzt werden; zusätzlicher Wohnraum kann entstehen.
- Der Keller kann zum Trocknen von Wäsche genutzt werden.
- Bei wärmebrückenfreier Ausführung ist der Keller trocken und frei von Schimmel und Feuchteschäden.
- Türen zu Wohnbereichen sind einfach ausführbar, können offenstehen oder sind ganz verzichtbar.
- Lüften des Kellers ist zu allen Tages- und Jahreszeiten möglich.

Nachteile eines warmen Kellers:

- Höherer Kostenaufwand für Dämmung der Kelleraußenwände und der Kellerbodenplatte.

Vorteile eines kalten Kellers:

- Der Keller kann als Lager für Obst und Gemüse dienen.
- Sofern der Keller ausreichend hoch ist, kann die Kellerdecke einfach und kostengünstig von unten gedämmt werden; ein Aufgraben des Erdbodens außerhalb des Gebäudes und eine Dämmung der Kelleraußenwände ist nicht unbedingt erforderlich.

Nachteile eines kalten Kellers

- Türen zum kalten Keller müssen sowohl gedämmt als auch weitgehend luftdicht sein und geschlossen gehalten werden.
- Beim Lüften darf keine warme und feuchte Luft in einen kalten Keller gelangen, da sonst die Feuchtigkeit an den kalten Wänden kondensiert. Ein Lüften sollte daher im Sommer nur nachts und nie mit warmer Luft aus dem Haus erfolgen.
- Nach dem Dämmen der Kellerdecke kann der Keller unter Umständen noch deutlich kälter werden, weil die Wärmezufuhr durch die Decke fehlt.

In jedem Fall sollten Keller trocken sein, damit keine Feuchteprobleme wie Schimmel oder Salzausblühungen auftreten. Häufig dringt Feuchtigkeit durch Kellerböden und Kellerwände in das Gebäude ein. In derartigen Fällen müssen Fachleute hinzugezogen werden, die dann durch außenliegende Drainagen, durch horizontale Edelstahlplatten oder durch kapillaraktive Flüssiginjektionen in das Mauerwerk den Feuchtigkeitsstrom unterbinden. Das bloße Aufstellen von Entfeuchtungsgeräten verbraucht viel Strom und beseitigt nicht die Ursachen des Problems. Stattdessen können Salzausblühungen aus dem Mauerwerk sogar noch verstärkt werden.

Im erdberührten Bereich können an der Kelleraußenseite nach dem Aufgraben sogenannte Perimeterdämmplatten aus XPS (druckfestes, geschlossenzelliges Polystyrol) angebracht werden. Bei Neubauten gießt man am besten eine Betonbodenplatte direkt auf eine Schicht aus Perimeterdämmplatten. Auch hier gilt, dass es ein Zuviel an Dämmstoff praktisch nicht gibt. Bei Passivhäusern betragen die Dämmstärken im Kellerbereich 20–30 cm. Ist eine Betonbodenplatte sehr gut nach unten gedämmt, kann man den Beton beim Festwerden mit einem Flügelschleifer glätten und sich die Kosten für einen

Abb. 11: Feuchteschaden im Keller mit Salzausblühungen und Schimmel durch aufsteigende und kondensierende Feuchtigkeit.

Abb. 12: Wärmedämmung unter der Bodenplatte im Neubau (Perimeterdämmung).

herkömmlichen Bodenaufbau mit Estrich und Trittschalldämmung ersparen. Der fertige Fußboden kann direkt auf der Betonplatte liegen oder im Keller die Betonplatte selbst sein. Rohre für eine Fußbodenheizung können direkt in den Beton gegossen werden. Platziert man die Dämmung des Kellerbodens innen (also auf der Basisplatte), ist zu bedenken, dass man dadurch den Beton nicht mehr zur Temperaturpufferung im Sommer nutzen kann.

2.1.5 Gebäudelüftung

Jeder Gebäudebewohner produziert pro Tag z. B. durch Atmen, Kochen und Duschen mehrere Liter Feuchtigkeit, die abgeführt werden müssen. Hinzu kommen z. B. ausgeatmetes CO_2, Geruchstoffe oder Radon. Während früher ein unkontrollierter Luftaustausch durch Gebäuderitzen erfolgen konnte, sind heutige Gebäude insbesondere nach dem Einbau neuer Fenster so dicht, dass sich Schadstoffe und Wasser in der Raumluft anreichern können. In Folge dessen bildet sich in sehr vielen Gebäuden an kalten Stellen (z. B. Außenecken) Kondenswasser und in der Folge Schimmel. Das immer noch anzutreffende dauerhafte Kippen von Fenstern bringt nur geringen Luftaustausch, führt aber zu hohen Energieverlusten. Empfehlenswert ist es, ein Hygrometer in der Wohnung anzubringen. Die Luftfeuchte sollte im Winter bei ca. 35–45 % relativer Feuchte liegen. Die relative Feuchtigkeit drückt aus, wie viel Prozent des bei der jeweiligen Temperatur maximal möglichen Wassergehaltes vorhanden sind.

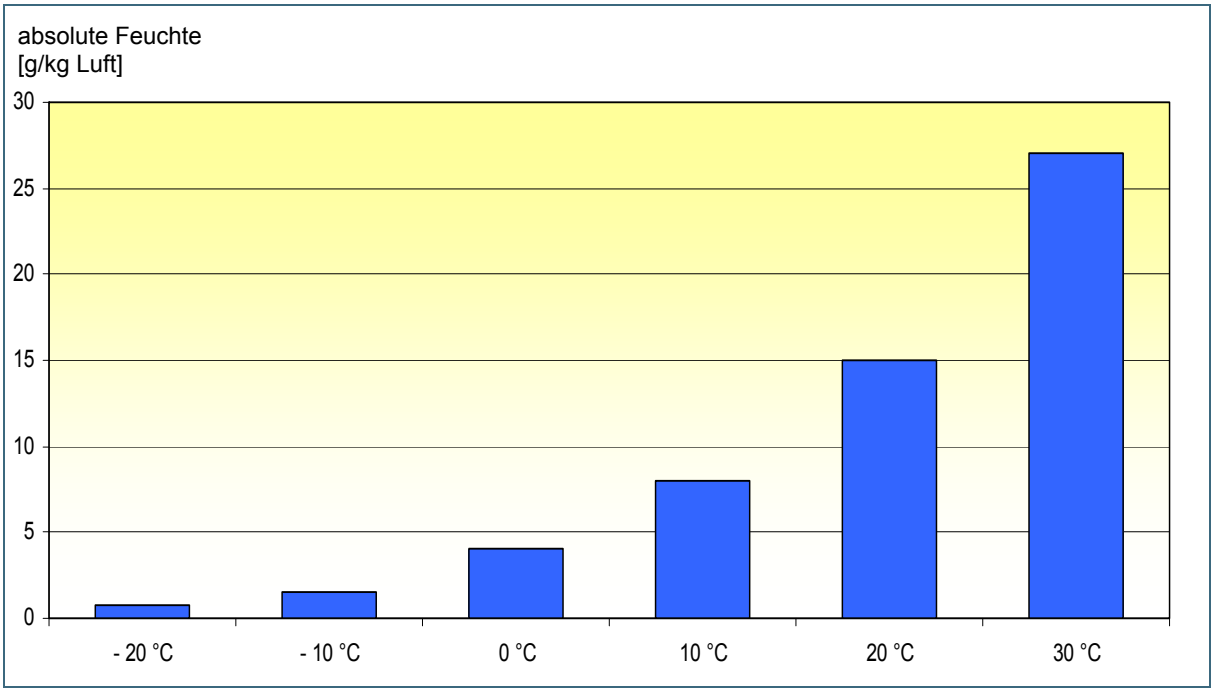


Abb. 13: Maximale Aufnahmefähigkeit von Feuchtigkeit in Luft in Abhängigkeit von der Temperatur. Kalte Luft enthält auch bei 100 % relativer Feuchte absolut gesehen nur sehr wenig Wasser. Starkes Lüften im Winter transportiert Feuchtigkeit aus Gebäuden wirksam ab, kann aber bei zu hoher Lüftungsrate die Raumluft ungewollt austrocknen. Außenluft von –8 °C enthält maximal 2 g Wasser pro kg Luft. Wird diese Luft im Gebäude auf 25 °C erwärmt, könnte sie eigentlich 20 g aufnehmen. Ihre relative Feuchte beträgt dann nur noch 10 %, so dass sie wieder Feuchte aus dem Raum aufnehmen kann.

Exkurs: Schützen undichte Gebäude vor Schimmel und Bauschäden?

Oft wird die Forderung erhoben, dass Gebäude nicht zu dicht werden dürfen, damit kein Schimmel und keine Bauschäden auftreten. Hierbei wird aber übersehen, dass der unkontrollierte Luftwechsel über Fugen stark von den Windverhältnissen abhängt. In kalten windarmen Winterperioden wird auch bei undichten Gebäuden die Raumluft kaum ausgetauscht. Die Luftfeuchte kann besonders gut an den dann sehr kalten Außenecken und Wärmebrücken kondensieren, dies führt erst recht zu Schimmel.

Entweicht warme feuchte Luft durch Gebäuderitzen, kann es am Übergangsbereich zu gefährlicher Feuchtekondensation und Bauwerksschäden kommen (z. B. im Dachgebälk). Die Forderung nach dichten Gebäuden hat ihren Ursprung daher nicht in der Energieeinsparung, sondern in der Bauschadensvermeidung. Zuverlässig vermeiden lassen sich Bauschäden nur durch eine möglichst dichte Bauweise, eine gute Wärmedämmung und einen kontrollierten Luftwechsel.

Mit folgenden Maßnahmen lässt sich ein hygienischer Luftwechsel sicherstellen (Reihenfolge nach steigender Energieeffizienz und steigendem Komfort):

Fensterlüftung

Bei Fensterlüftung ist für einen ausreichenden Luftwechsel ein täglich mehrmaliges Stoßlüften erforderlich. Besonders wirksam vollzieht sich der Luftaustausch, wenn beim sogenannten Querlüften möglichst alle Fenster gleichzeitig und möglichst gegenüber liegend geöffnet sind. Je nach Windverhältnissen und Zahl der geöffneten Fenster können hier bereits ein bis drei Minuten Öffnungszeit ausreichend sein. Damit wenig Wärme verloren geht, sollte man lieber kurz und oft statt lang und selten lüften. In Räumen mit vielen Personen, wie Schulklassenzimmern, sollte mindestens nach jeder Stunde gelüftet werden. Hilfestellung zum richtigen Lüften kann hier eine sogenannte CO_2-Ampel geben, ein Gerät, das die aktuelle Luftqualität im Raum anzeigt.

Eine weitere Möglichkeit der freien Lüftung besteht darin, den Kamineffekt eines Hauses auszunutzen. Werden im Gebäude in verschiedenen Stockwerken Fenster geöffnet und kann die Luft innen frei strömen, fließt unten kalte Luft in das Gebäude, erwärmt sich innen und strömt oben als warme Luft wieder hinaus. Wenn ein ausreichender Einbruchschutz gegeben ist, kann dieses Lüftungsprinzip zur Nachtkühlung von Gebäuden im Sommer ausgenutzt werden.

Weitere Informationen:
HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2009): ► Lüftung im Wohngebäude. Wissenswertes über den Luftwechsel und moderne Lüftungsmethoden. Energiesparinformationen 08. Wiesbaden.

Abb. 14: Kondenswasser an einem alten Badfenster mit Schimmel in den Fliesenfugen und Feuchteschäden an Holz und Metallbeschlägen.

Abluftanlage

Abluftanlagen werden z. B. in Toiletten, im Bad oder in der Küche angebracht. Sie saugen kontinuierlich oder zeitgesteuert „verbrauchte“ Luft ab und befördern sie ins Freie. Es muss dabei aber für die Möglichkeit gesorgt sein, dass Frischluft ins Gebäude nachströmen kann, besonders wenn im Haus ein Ofen betrieben wird, der keine separate Luftzuführung hat. Die Luftzufuhr ins Haus kann z. B. durch Lüftungsschlitze in den Fenstern oder Einströmöffnungen in der Wand geschehen. Abluftanlagen sorgen für einen hygienischen Luftwechsel bei überschaubaren Investitionskosten. Ihre wesentlichen Nachteile sind, dass bei der Luftnachführung unangenehme kalte Zugluft auftreten kann und dass die Wärme der Abluft ungenutzt verloren geht.

Dezentrale Lüftungsgeräte

Dezentrale Lüftungsgeräte bieten die Möglichkeit einer kontinuierlichen Versorgung einzelner Räume mit Frischluft bei gleichzeitiger Rückgewinnung der Wärme in der Abluft. Dezentrale Geräte werden bei größeren Flächen (z. B. Klassenzimmern) direkt im Raum aufgestellt oder bei Wohnräumen meist in die Außenwand eingefügt. Prinzipiell gibt es zwei Systeme: Im einen Fall besteht das Gerät aus einer gleichzeitigen Zu- und Abluftführung. Über einen Wärmetauscher wird die Wärme der Abluft auf die Frischluft übertragen und damit zurückgewonnen. Im anderen Fall enthalten die in der Außenwand eingebauten Geräte einen Ventilator und eine Speicherkeramik. Die Abluft strömt über die Keramik ins Freie und erwärmt die Keramik. Nach etwa einer Minute ändert der Ventilator seine Drehrichtung und saugt Außenluft in das Gebäude, die die Wärme aus dem Keramikkörper wieder aufnimmt. Diese Geräte werden in der Regel pro Wohnung paarweise verbaut, damit ein Gerät Luft absaugt, während das andere Luft einbläst.

Vorteile der dezentralen Lüftungsgeräte sind ein hygienischer Luftwechsel mit einer Wärmerückgewinnung je nach Bauart von 60–90 % bei überschaubaren Investitionskosten. Anforderungen des Brandschutzes sind unproblematisch zu erfüllen. Ein Leitungsnetz innerhalb des Gebäudes ist nicht notwendig. Nachteile der dezentralen Lüftung sind vor allem das mehr oder weniger hörbare Laufgeräusch der Anlagen im Raum, das empfindliche Personen nachts als störend empfinden. Ein wesentlicher Nachteil des Systems mit der abwechselnden Strömungsrichtung ist, dass ein Raum nicht konsequent als Abluftraum zu definieren ist. Toiletten- und Küchengerüche können daher zeitweise in den übrigen Teil der Wohnung transportiert werden.

Zentrale Lüftungsanlage mit Zu- und Abluft („Komfortlüftungsanlage“)

Den höchsten Nutzerkomfort bei gleichzeitig höchster Wärmerückgewinnung bieten zentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Alle wichtigen Räume sind entweder über Zu- oder Abluftleitungen an ein Lüftungsgerät angeschlossen. Da das Gerät außerhalb der Wohnräume stehen kann, ist bei sachgerechter Ausführung keinerlei Geräusch im Wohnraum hörbar. Frische Zuluft wird über einen Filter von außen angesaugt und durch einen Wärmetauscher geführt. Sie kann dabei bis zu 95 % der in der Abluft enthaltenen Wärme aufnehmen, die den Wärmetauscher in der entgegengesetzten Richtung passiert. Moderne Lüftungsgeräte sind sehr leise und haben einen sehr geringen Stromverbrauch von ca. 1 kWh pro Tag für ein Einfamilienhaus. Dabei können sie etwa das 20- bis 30-Fache der Energie, die sie verbrauchen, in Form von Wärme einsparen. Zentrale Lüftungsgeräte sollten in keinem Neubau fehlen, da das Rohrleitungsnetz beim Bau mit vergleichsweise geringem Aufwand verlegt werden kann.

Im Sanierungsfall ist der Aufwand, eine zentrale Lüftungsanlage einzubauen meist deutlich größer. Viele Hersteller haben aber in den vergangenen Jahren interessante Nachrüstsysteme für zentrale Lüftungsanlagen entwickelt. Im Sanierungsfall sollte man auch prüfen, ob es möglich ist, schallgedämmte Überströmöffnungen zwischen einzelnen Räumen einzubauen, damit nicht zu jedem Raum eine Rohrleitung gelegt werden muss.

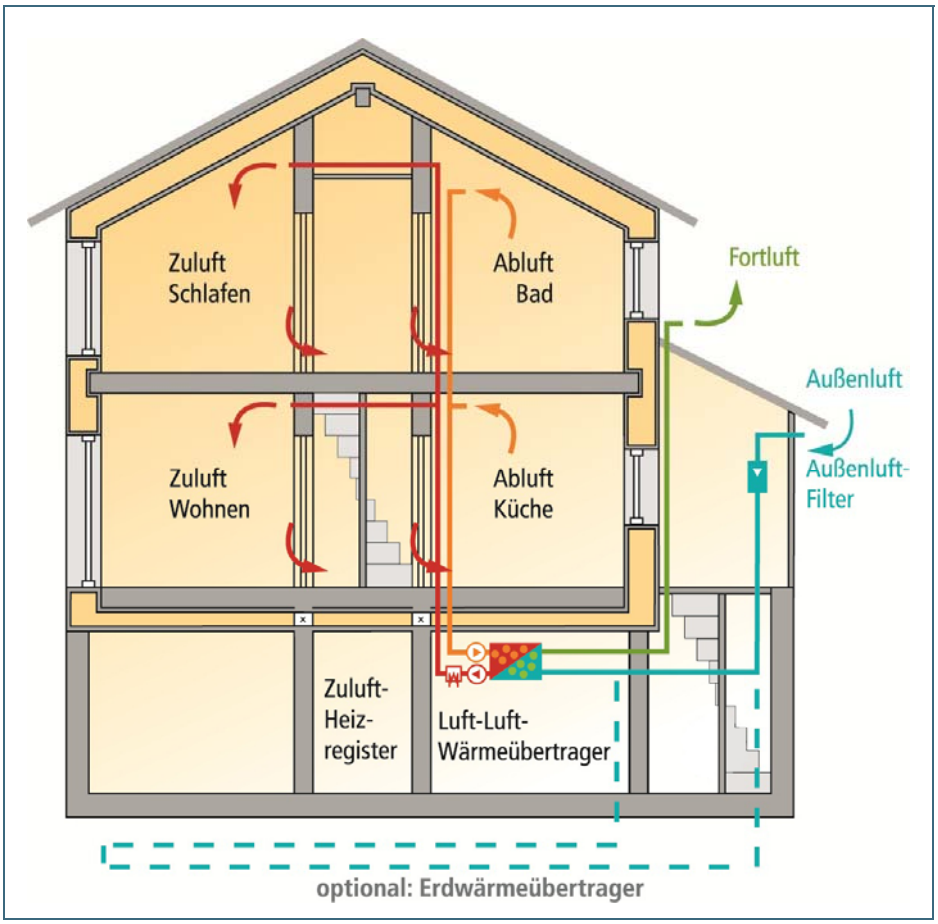


Abb. 15:
Prinzip der Lüftungsverteilung in einem Gebäude mit zentraler Belüftung.

Die Leistung einer Lüftungsanlage sollte über einen weiten Bereich regelbar sein, damit man im Winter, wenn die Außenluft sehr trocken ist, die Luftfeuchte innen nach seinen Bedürfnissen einstellen kann. Überdimensionierte Lüftungsanlagen können die Raumluft jedoch stark austrocknen. Eine ausreichende Luftfeuchte kann entweder über ein Herunterregeln der Lüftungsanlage oder über neu entwickelte feuchtigkeits-übertragende Wärmetauscher sichergestellt werden.

Bei allen mechanischen Lüftungsanlagen müssen regelmäßig die Luftfilter gewechselt werden. Das Filtern der Frischluft schützt gerade Pollenallergiker vor unnötigen Belastungen. Eine Luftfeuchte von unter 45 % schützt im Winter wirksam gegen Hausstaubmilben und Schimmel. Das Lüften mittels Lüftungsanlage bietet auch wirksamen Schutz vor Außenlärm und Ungeziefer wie Fliegen oder Stechmücken.

Weitere Informationen:

EUROPÄISCHES TESTZENTRUM FÜR WOHNUNGSLÜFTUNGSGERÄTE E. V.: ► Liste für Wohnungslüftungsgeräte mit und ohne Wärmerückgewinnung. TZWL-eBulletin, Dortmund.
Marktübersicht der Hersteller von Lüftungsgeräten und Liste der Passivhauszertifizierten Lüftungsgeräte
BUNDESVERBAND FÜR WOHNUNGSLÜFTUNG E.V.: Lüftungssysteme und deren Anbieter. ► www.wohnungslueftung-ev.de/lueftungssysteme.html
HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2009): ► Kontrollierte Wohnungslüftung. Wissenswertes über Abluftanlagen und Anlagen mit Wärmerückgewinnung. Energiespar-informationen 09. Wiesbaden

2.1.6 Heizsystem

Der spezifische Wärmeverbrauch von Gebäuden kann sich um mehr als den Faktor zehn unterscheiden. Durch Gebäudesanierung sind Einsparungen von 80–90 % möglich. Auswahl und Installation eines Heizsystems sollte daher grundsätzlich erst nach einer hochwertigen Sanierung bzw. im Neubau nur bei Wahl eines zukunftsweisenden Energiestandards erfolgen. Überdimensionierte Heizungen sind teuer und laufen unwirtschaftlich im Teillastbetrieb mit schlechterem Wirkungsgrad. Zudem ermöglicht eine hochwertige Sanierung auch eine generelle Umstellung des Heizsystems, z. B. den Einbau einer Niedertemperaturheizung oder den Abbau eines Teils der Heizkörper.

Allgemein haben Heizsysteme im Teillastbetrieb einen schlechteren Wirkungsgrad als bei voller Auslastung. Heizungsanlagen sind nach Schätzungen aus Fachkreisen im Durchschnitt etwa doppelt so groß dimensioniert wie notwendig. Nach Sanierungen kann sich der Wirkungsgrad der Anlagen zusätzlich verschlechtern. Einen Ausweg bieten Brennwertgeräte. Sie haben ihren höchsten Wirkungsgrad gerade im Teillastbetrieb und eignen sich daher auch, wenn weitere Sanierungsschritte noch anstehen. Eine Alternative sind möglichst große und gut gedämmte Pufferspeicher. Durch sie ist es möglich, die Taktung der Heizkessel stark zu verlängern. Viele Gebäudebesitzer stellen ihr Heizsystem nach einer Gebäudesanierung auf eine Holzpellet-Heizung um. Diese braucht nach einer Verbrauchsminimierung viel geringeren Lagerplatz für die Holzpellets.

Die Versorgung mit Warmwasser kann zu einem erheblichen Teil des Jahres (mit Speichern bis zu neun Monate) mit einer thermischen Solaranlage sichergestellt werden. Nur mit großen Anlagen ist es möglich, noch einen Teil der Wärme für Gebäudebeheizung zu nutzen. In den im Winter sonnenarmen Flachlandregionen Mitteleuropas ist allerdings in den Wintermonaten von November bis Januar kein wesentlicher Beitrag zur Heizwärmeversorgung von Gebäuden zu erwarten. Wegen der im Winter tief stehenden Sonne ermöglichen senkrechte Fenster oder senkrecht montierte Solaranlagen eine wesentlich bessere Nutzung der Sonnenwärme als mehr oder weniger flache Dachanlagen.

Bei manchen Solaranlagen tritt unbemerkt eine sogenannte Schwerkraftzirkulation auf, bei der warme leichte Flüssigkeit zur Dachanlage hochströmt, auskühlt und als kalte, schwerere Flüssigkeit am anderen Leitungsstrang wieder nach unten strömt. Hier können nachts und im Winter große Wärmemengen verloren gehen. Zu erkennen ist der Fehler daran, dass nachts bei stehender Anlage die Temperaturanzeige für Vor- und Rücklauf unterschiedliche Werte anzeigt. Das Problem kann mit hochwertigen Rückschlagventilen oder Magnetventilen beseitigt werden.

Exkurs: Raumtemperatur und Energieeffizienz

Bei jedem Gebäude gilt die Faustregel, dass mit jedem Grad geringerer Raumtemperatur etwa 6 % weniger Wärme verbraucht werden. Ein Absenken der Temperatur wird im Winter aber meist als Komfortverlust empfunden. Energiesparratgeber geben oft konkrete Empfehlungen für die Raumtemperatur und meinen damit die Lufttemperatur. Tatsächlich ist für die Behaglichkeit nicht die Lufttemperatur, sondern die sogenannte operative Raumtemperatur entscheidend. Sie ergibt sich aus dem Mittel der Lufttemperatur und den Oberflächentemperaturen der Raumwände („Strahlungswärme“). In sehr gut gedämmten Gebäuden haben Luft und Raumoberflächen (inkl. Fenster) annähernd dieselbe Temperatur. In schlecht gedämmten Gebäuden kann die Oberflächentemperatur z. B. von Fenstern oder Außenecken unter 10 °C absinken. Um eine behagliche operative Raumtemperatur von z. B. 20 °C herzustellen, muss hier zum Ausgleich die Lufttemperatur bei ca. 24 °C liegen, was die Wärmeverluste zusätzlich erhöht. Bei guter Dämmung kann die Raumtemperatur ohne Komfortverlust gesenkt werden, auch bei etwas höheren Temperaturen ist der absolute Verbrauch nur geringfügig höher.

Weitere Informationen:

DEHLI, MARTIN (2010): ► Wie energiesparend sind moderne Heizkessel? Energie-Fakten e. V., Karlsruhe.

2.1.7 Sommerlicher Hitzeschutz

Eine aktive Kühlung von Wohngebäuden ist in unseren Breiten bei gutem Sonnenschutz nicht notwendig. Viele Gewerbegebäude werden allerdings bereits heute mit Kälte- und Klimaanlagen gekühlt. Es ist zu befürchten, dass immer häufiger auch Wohngebäude eine Klimaanlage erhalten und der Energieverbrauch steigt.

Energieeffiziente Gebäude lassen sich im Sommer kühl halten, wenn Folgendes beachtet wird:

- Gute Dämmung der Gebäudehülle, damit die Hitze draußen bleibt
- Ausrichtung der Fenster vor allem nach Süden und Norden (siehe Kapitel 2.1.2 Fenster und Türen)
- Aktive (Rollos) und passive (Dachüberstände, Balkon, Pflanzen) Verschattung der Fenster
- Fenster bei Hitze geschlossen halten und nachts öffnen
- Vermeidung von Wärmeproduktion im Gebäude z. B. durch ineffiziente Geräte und Beleuchtung oder unnötige Wärmeproduzenten wie Wasserbetten

2.1.8 Qualitätskontrolle

Der beste Schutz vor Baumängeln besteht darin, kompetente Planer, Handwerker und Bauleiter – mit entsprechender Erfahrung beim Bau energieeffizienter Gebäude oder Niedrigstenergiegebäude – zu beauftragen und die Qualität der Ausführung kontinuierlich zu überwachen. In Zweifelsfällen kann auch ein neutraler Bausachverständiger hinzugezogen werden.

Die Qualität der Bauausführung kann mit einem Luftdichtheitstest („Blower-Door-Test“) überprüft werden, bei dem Luftundichtigkeiten und damit Mängel bei der Bauausführung ermittelt werden. Das Verfahren ist auch geeignet, Leckagen zu orten, die dann noch beseitigt werden können. Luftdichtheitsmessungen haben sich im Neubaubereich als Mittel der Qualitätssicherung bereits etabliert. Wärmebrücken oder Luftundichtigkeiten in der Gebäudehülle lassen sich auch mit Thermografieaufnahmen oder an kleineren Stellen mit Infrarotthermometern (Messung der Oberflächentemperatur) identifizieren.

Abb. 16: Luftdichtheitstest zur Qualitätskontrolle in einem Wohnhaus

3 Gebäudeneubau

Im Neubaubereich gilt bei Wohngebäuden heute der Passivhausstandard als Stand der Technik. Dies bedeutet, dass die hierfür notwendigen Techniken ausgereift und wirtschaftlich zur Verfügung stehen. Die Mehrkosten für den Passivhausstandard im Neubau liegen im Durchschnitt bei etwa 5–10 %, hängen aber stark von der Fachkunde des Planers bzw. ausführenden Handwerkers ab. Der Passivhausstandard bedeutet nicht, dass Gebäude grundsätzlich anders zu planen und zu bauen sind. Im Wesentlichen ist hierfür erforderlich, die ohnehin nach der EnEV vorgegebenen Anforderungen noch konsequenter anzuwenden (z. B. bessere Dämmung, bessere Fenster, bessere Verarbeitungsqualität, Wärmerückgewinnung bei der Lüftung, optimale Ausrichtung und Form des Gebäudes).

Der Passivhausstandard ist im Wesentlichen wie folgt definiert:

- Heizwärmebedarf: maximal 15 kWh/m²a (ca. 1,5 Liter Heizöl /m²a)
- Maximale Heizlast: 10 W/m²a
- Wärmedurchgang durch nicht transparente Hüllflächen: U-Wert max. 0,15 W/m²K
- Wärmedurchgang durch Fenster und Türen: U-Wert max. 0,80 W/m²K

Die wesentlichen Bestandteile sind:

- Hochwertige Dämmung der kompletten Außenhülle inklusive Fenster
- Möglichst fugendichte Ausführung und kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- Nutzung innerer Abwärme sowie solarer Wärmegewinne durch relativ große Südfenster

Der Passivhausstandard ist auch Grundlage weiterführender Energiestandards wie Nullenergiehaus oder Plusenergiehaus. Diese Gebäudekonzepte verfügen in der Regel zusätzlich über große Photovoltaikanlagen, über die sie rechnerisch im Jahr den Restheizwärmebedarf kompensieren können. Die Mehrkosten für Null- und Plusenergiehäuser liegen derzeit in der Regel noch höher – zum Teil auch deutlich höher – als ihre zusätzliche Energiekosteneinsparung.

Auf dem Markt sind auch andere Konzepte wie Solarhaus oder Sonnenhaus verfügbar. Im Vergleich zum Passivhaus haben diese in der Regel eine schwächere Dämmung und teilweise keine Lüftungsanlage, dafür nutzen sie die Solarwärme aber stärker. Dafür sind meist hohe Investitionen für Wärmespeicher und große Solaranlagen oder Glasflächen erforderlich. Zu bedenken ist auch, dass in den Flachlandregionen Mitteleuropas die Sonne im Hochwinter durchschnittlich nur ein bis zwei Stunden täglich scheint und dabei kaum Wärme bringt. Verbreitet sind bei uns im Winter auch mehrwöchige Phasen ohne Sonnenschein.

Zur Planung von Gebäuden mit sehr niedrigem Energieverbrauch hat sich der Einsatz des sogenannten Passivhaus-Projektierungspaketes (PHPP) sehr gut bewährt. Gerade bei sehr sparsamen Gebäuden liefert es zuverlässige Energiekennwerte und ermöglicht es, das Gebäude schrittweise zu optimieren. Es basiert auf einem Excel-gestützten Kalkulationsprogramms für Gebäudeplanung.

Weiterführende Informationen zum Passivhaus:

PASSIVHAUS INSTITUT: Passivhaus Wissensdatenbank. ► www.passipedia.de
PASSIVHAUS DIENSTLEISTUNG GMBH: Datenbank für Passivhaus Projekte. ► www.passivhausprojekte.de
INFORMATIONS-GEMEINSCHAFT Passivhaus DEUTSCHLAND (2010): ► Aktiv für mehr Behaglichkeit: Das Passivhaus Eine Information für Bauherren und alle Interessierte. 6. Aufl., Darmstadt
PASSIVHAUS INSTITUT DARMSTADT: Passivhausplaner. Datenbank. ► www.passivhausplaner.eu
INTERESSENGEMEINSCHAFT PASSIVHAUS ÖSTERREICH (2008): ► Checkliste Passivhaus. Wien

Exkurs: Massiv- oder Leichtbau?

Jedem Bauherrn stellt sich zu Beginn der Neubauplanung die Frage nach der Konstruktionsweise des Gebäudes, insbesondere ob das Gebäude in Massiv- oder Leichtbauweise gebaut werden soll. Die Entscheidung fällt dabei oft aus dem Bauch heraus ohne ausreichende Abwägung der Vor- und Nachteile. Energieeffiziente Gebäude lassen sich sowohl in Holz- bzw. Leichtbauweise als auch in Massivbauweise erstellen. Bei neu gebauten Passivhäusern ist das anteilige Verhältnis heute etwa eins zu eins. Die Entscheidung sollte in jedem Fall in einem schlüssigen Gesamtkonzept zusammen mit dem geplanten Heizsystem fallen. Eindeutige wirtschaftliche Vorteile gegenüber dem jeweils anderen Konzept hat keine der beiden Varianten.

Im Folgenden sind die Vor- und Nachteile der Konzepte gegenübergestellt. Wegen der bauphysikalischen Ähnlichkeit sind hier Holz- und Leichtbau (z. B. mit Gasbeton- oder Gipskartonwänden) zusammengefasst. Gebäude mit Massivholzwänden und außenliegender Dämmschicht liegen mit ihren Eigenschaften zwischen den beschriebenen Varianten.

Vorteile Massivbauweise:

- Hohe Temperaturpufferung (Wärme-/Kältespeicherung) mit nur geringer Gefahr von Überhitzung bei Sonneneinstrahlung oder Betrieb von Einzelraumöfen; dadurch ist eine bessere Nutzung der Sonnenwärme und ein ca. 10–15 % geringerer Heizwärmebedarf bei gleicher Dämmung möglich.
- Lange Wärmespeicherung und Schutz vor Auskühlung in Kälteperioden
- Besserer Schallschutz innerhalb des Hauses
- Höhere Speicherfähigkeit für Feuchtigkeit in den Baumaterialien, dadurch weniger Gefahr von trockener Luft im Winter
- Abdichtung der Gebäudehülle ist einfacher als beim Holzbau

Nachteile Massivbau:

- Nach ungewolltem Aufheizen im Sommer oder Auskühlen im Winter längere Aufheiz- oder Kühldauer notwenig
- Eingeschränkte Gestaltungsfreiheit durch statische Anforderungen
- Längere Bau- und Austrocknungszeiten

Vorteile Holz- und Leichtbau:

- Kürzere Bauzeiten
- Weniger Wassereintrag in der Bauphase
- Flexiblere Raumgestaltung beim Holzbau, da Wände nicht genau untereinander gesetzt werden müssen
- geringerer Aufwand von „Grauer Energie“ für die Wand- und Konstruktionsbaustoffe
- nach Auskühlung schnell wieder aufheizbar, im Sommer nach Hitze rasch wieder abkühlbar

Nachteile Holz- und Leichtbau:

- Wenig Speicherfähigkeit für Wärme und „Kälte“
- Dadurch starke Temperaturschwankungen insbesondere im Frühjahr und Herbst, wenn die flache Sonne tendenziell senkrecht durch die Fenster in das Gebäude scheint (ca. 4–6 Grad höhere Schwankung als bei Massivbau)
- Hellhörigkeit der Gebäude
- Gefahr starker Austrocknung und niedriger Luftfeuchte im Winter
- Aufwändiges Abkleben von Fugen und Stößen notwendig

Möglich ist auch eine Mischbauweise, bei der die Außenwand z. B. aus einer Stegträgerkonstruktion besteht, die eine kostengünstige Ausführung mit hoher Wärmeschutzwirkung ermöglicht, und der Kern des Gebäudes für guten Hitze- und Schallschutz massiv gebaut ist.

Abb. 17: Passivhäuser sind rein äußerlich von herkömmlichen Häusern nicht zu unterscheiden.

Exkurs: welches Heizsystem im Neubau?

Werden 90 % des Wärmebedarfs eines herkömmlichen Gebäudes durch Effizienz ersetzt, tritt die Art des Heizsystems in den Hintergrund. Allerdings kann sich ein herkömmliches Heizsystem in einem Niedrigstenergiehaus aufgrund minimaler Auslastung und hoher Investitionskosten als unwirtschaftlich erweisen. Das Heizsystem sollte grundsätzlich an die Bauweise des Gebäudes angepasst sein. Beispielsweise kann es sinnvoll sein, das Gebäude beim Einsatz einer Luftwärmepumpe massiv zu bauen, damit man kalte Phasen mit schlechtem Wirkungsgrad des Gerätes mit der zuvor gespeicherten Wärme besser überbrücken kann. Dies gilt auch beim Einsatz eines Holzofens mit kurzfristig hoher Wärmeabgabe. Bei einem gleichmäßigen Heizsystem wie einer Grundwasserwärmepumpe oder einer Gastherme ist auch die Kombination mit einem Holzbau geeignet.

Folgende Heizsysteme haben sich für Niedrigstenergiegebäude bewährt:

- **Kompaktheizgeräte** (Luftwärmepumpe und Lüftung kombiniert): Die Wärme wird dabei meist über die Zuluft in die Räume transportiert. Vorteilhaft sind die niedrigen Investitionskosten (kein eigenes Verteilnetz notwendig), nachteilig ist die zwangsläufige Kopplung von Lüftung und Heizung. Gerade in Kälteperioden und in der Nacht haben Luftwärmepumpen einen sehr schlechten Wirkungsgrad. Systeme mit Luftwärmepumpe sind nur bei Gebäuden vertretbar, die mindestens dem Passivhausstandard genügen und auch in Kälteperioden nur geringe Heizleistung erfordern (also praktisch nie im Sanierungsfall). Vorteilhaft sind Geräte, bei denen man nicht nur auf die Außenluft angewiesen ist, sondern bei denen eine Vorwärmung der Frischluft z. B. über Soleleitungen möglich ist.
- **Grundwasser- oder Erdreichwärmepumpe**: Deutlich höheren Investitionskosten stehen – bei guter Planung und Ausführung – sehr niedrige Betriebskosten gegenüber.
- **Pelletheizungen oder -öfen**: Einzelöfen sind recht kostengünstig in der Anschaffung; die Betriebskosten sind niedrig; die Wärme kann über die Luft oder ein Leitungssystem (Fußbodenheizung in einzelnen Räumen) verteilt werden.
- **Kleine Gasheizungen** sind besonders für größere Objekte und für Mehrfamilienhäuser wegen der niedrigen Investitionskosten und der einfachen Technik attraktiv. Nachteilig sind die oft hohen Anschlusskosten und Grundgebühren.
- Manche Passivhäuser werden auch direkt mit **Strom** beheizt. Betriebswirtschaftlich ist das gut nachvollziehbar, weil praktisch keine Investitionskosten erforderlich sind (Elektroradiator, Heizstab, Licht anlassen) und die Stromkosten (ca. 3 €/m²a) sich in Grenzen halten. Ökologisch gesehen ist es auch bei so geringen Mengen zumindest fragwürdig, direkt mit Strom zu heizen, obwohl der Verbrauch 10- bis 20-mal geringer ist als bei früheren Häusern mit Nachtspeicheröfen. Sollte es in Zukunft gelingen, mit Hilfe intelligenter Stromnetze immer dann zu heizen, wenn Strom von Windkraftanlagen gerade in großen Mengen verfügbar ist, oder Schwachlastzeiten zu nutzen, wird auch die Beheizung von Passivhäusern mit Strom ökologisch vertretbar sein.
- Bei Mehrfamilienhäusern ist auch der Einsatz herkömmlicher **Ölheizungen** möglich. Zur guten Teillastanpassung sollte unbedingt ein Brennwertgerät eingesetzt werden. Zu bedenken ist, dass die Heizperiode in Passivhäusern im Wesentlichen nur noch drei bis vier Monate beträgt.

4 Gebäudesanierung

Der weitaus größte Teil der Heizenergie wird von alten und energetisch schlechten Gebäuden verbraucht. Der energetischen Gebäudesanierung kommt daher eine Schlüsselfunktion bei der Senkung des Energieverbrauchs zu. Nach dem Energiekonzept der Bundesregierung sollen Altbauten bis zum Jahr 2050 annähernd klimaneutral sein. Praktisch heißt das, dass auch unter dem Aspekt des Nutzerkomforts eine Reduzierung auf einen jährlichen Restwärmebedarf von ca. 30 kWh/m²a, entsprechend etwa drei Liter Heizöl pro Quadratmeter beheizter Fläche (3-Liter-Haus), erforderlich ist.

Da die Sanierung des Gebäudebestandes mit enormen Kosten verbunden ist, ist eine wirtschaftlich optimierte Vorgehensweise unumgänglich. In der Vergangenheit verstand man darunter oft, die Kosten einer Maßnahme mit ihrer jeweiligen Energieeinsparung ins Verhältnis zu setzen. Typischerweise wird dann oft nur die Heizung ausgetauscht, das Gebäude aber nicht saniert. Wurde dann später saniert, war die Heizung viel zu groß dimensioniert. Diese kurzfristige Denkweise kann langfristig hohe Kosten verursachen. Auch eine schlechte Dämmung, die später nachgebessert werden muss, ist viel teurer als eine gut geplante hochwertige Dämmung.

Wirtschaftlich planen kann man nur, wenn man das Ziel kennt und seine Maßnahmen darauf abstellen kann. In der Praxis heißt das, entweder eine Komplettsanierung in einem Zug durchzuführen, oder die Reihenfolge der Maßnahmen so festzulegen, dass Synergien genutzt werden (z. B. Gerüst für Dachsanierung und Fassadenarbeiten) oder dass Maßnahmen sinnvoll kombiniert werden (Fenstertausch und Fassadendämmung).

Wirtschaftlich sinnvoll ist es auch, Maßnahmen dann durchzuführen, wenn Sie im Rahmen des Sanierungszyklus sowieso anfallen. Dies kann im Einzelfall aber auch bedeuten, bestimmte Maßnahmen auf später zu verschieben und andere wiederum zeitlich vorzuziehen. Der Einbau einer Lüftungsanlage lässt sich gut mit Umbauarbeiten im Haus verbinden und kann auch einige Jahre vor oder nach der Fassadendämmung durchgeführt werden. Hat der Bauherr noch Zweifel, ob er ein Gebäude wirklich hochwertig dämmen will oder ob er Fenster mit drei Scheiben wirklich haben will, ist es oft besser, noch ein paar Jahre zu warten, statt überstürzt kostspielige Fehlentscheidungen zu treffen.

Abb. 18:
Vergeblicher Versuch eines Wohnungsbesitzers, die feuchte und schimmelige Außenecke mit einem Entfeuchtungsgranulat (z. B. $CaCl_2$) zu trocknen. Außenecken sind bei alten und ungedämmten Gebäuden geometrische Wärmebrücken, die nach außen viel mehr Wärme abgeben, als sie innen aufnehmen können. Sie kühlen dadurch stark aus und nehmen Kondenswasser aus der Luft auf.

Folgende Vorgehensweise bei der Planung einer energetischen Sanierung hat sich bewährt:

1. Abschätzung, wie das Gebäude bis zum Ende des typischen Sanierungszyklus von 40 Jahren voraussichtlich genutzt werden wird
2. Bewertung der Gebäudesubstanz (Stabilität, Nutzbarkeit, Feuchtigkeit)
3. Ermittlung der Sanierungseinschränkungen (z. B. Denkmalschutz)
4. Ist die Art der Nutzung nicht absehbar oder ist nicht sicher, ob das Gebäude in wenigen Jahrzehnten überhaupt noch steht, kann es besser sein, die Sanierung zurückzustellen oder auf ein Mimimalmaß zu begrenzen.
5. Prüfung, ob es langfristig besser ist, das Gebäude zu sanieren oder es abzubrechen und neu zu bauen (Lebenszyklusanalyse: Abwägung besserer Nutzwert und niedrigerer Energieverbrauch einerseits gegen niedrigeren Aufwand für „Graue Energie“ und Ressourcen für Umbau)
6. Festlegung des Standards, den das Gebäude im Jahr 2050 haben soll (vgl. Kapitel 1.5)
7. Festlegung eines Sanierungsplans (sofortige Komplettsanierung oder schrittweise Sanierung) unter Festlegung der Reihenfolge
8. Einholung von Angeboten für die Gewerke, Prüfung von Alternativen (Dämmsysteme, Fenster, Dachdämmung)
9. Beauftragung von Firmen mit einschlägiger theoretischer und praktischer Erfahrung und Abstimmung der Gewerke untereinander
10. Überwachung der Bauausführung durch einen kompetenten Bauleiter oder gegebenenfalls mit Hilfe eines Bausachverständigen

Abb. 19: Durchgehende Balkone aus Beton sind gerade nach einer Fassadendämmung gefährliche Wärmebrücken. Sie sollten nach Möglichkeit abgeschnitten und gegebenenfalls durch eine frei stehende Konstruktion ersetzt werden. Ist dies nicht möglich, sollte der Beton zumindest mit Dämmstoff eingepackt werden.

Abb. 20: Die beste Lösung ist es oft, alte Rollokästen stillzulegen und an die neuen Fenster außenliegende Rollokästen anzubringen.

Abb. 21: Besonders wichtig ist gerade im Sanierungsfall das wärmebrückenfreie Ausschäumen der Hohlräume zwischen Fensterblech und Mauerwerk (hier unvollständig ausgeführt).

Das Erreichen des Passivhausstandards ist zwar im Einzelfall durch Sanierung möglich, praktisch aber sehr aufwändig, weil z. B. Kellergeschosse nachträglich nur sehr schwer hochwertig zu dämmen sind. Bei energetischen Sanierungen hat sich aber die Verwendung von Passivhauskomponenten bewährt (z. B. Fenster, Lüftungsanlagen).

Die Qualität der Bauausführung kann wie im Neubau mit einem Luftdichtheitstest („Blower-Door-Test") überprüft werden, bei dem Luftundichtigkeiten und damit Mängel bei der Bauausführung ermittelt werden (s. o.). Dichtigkeitswerte wie im Neubau sind hier aber in der Regel nicht zu erreichen.

Besondere Anforderungen gelten bei der Sanierung denkmalgeschützter Objekte.

Weitere Informationen:

DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR GMBH (2010): ► Energieeinsparung und Denkmalschutz. Prüfung von Ausnahmen bei Förderung im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren". dena-Leitfaden. Berlin

ARBEITSGEMEINSCHAFT FAKTOR 10 (2007): ► Energetische Gebäudesanierung mit Zukunftsperspektive Informationen zu hochwertiger energetischer Sanierung von Gebäuden. Nürnberg

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT: Sanierungsbeispiele. ► www.stmug.bayern.de/umwelt/klimaschutz/sparen/check

PASSIVHAUS INSTITUT & HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2009): ► Altbaumodernisierung mit Passivhaus-Komponenten. Darmstadt & Wiesbaden

5 Energieausweis

Energieausweise sind verpflichtend einem potenziellen Käufer oder Mieter eines Gebäudes vorzulegen. Im deutschen Energieausweis für Gebäude ist der Bedarf (Bedarfsausweis) oder Verbrauch (Verbrauchsausweis) von Heizenergie und Primärenergie ausgewiesen. Die Farbskala des Energieausweises ist kein ausreichender Hinweis auf die zukünftigen Gebäudeanforderungen.

In Österreich enthält der Energieausweis Energieeffizienzklassen abhängig vom spezifischen Heizwärmebedarf des Gebäudes. Ein Passivhaus hat dort die Effizienzklasse A+, ein 3-Liter-Haus die Klasse B, ein Gebäude nach dem gesetzlichen Mindeststandard die Klasse C.
► http://de.wikipedia.org/wiki/Energiestandard#.C3.96sterreich

Energieausweise werden mit steigenden Energiepreisen immer wichtiger, damit Mieter und Käufer eines Gebäudes die zu erwartenden Nebenkosten und den Nutzerkomfort besser abschätzen können. Für Vermieter lohnt es sich dadurch mehr, in die Qualität des Gebäudes zu investieren.

Weitere Informationen:
OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM DES INNERN & BAY. STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR UND TECHNOLOGIE (2009): ► Der Energieausweis für den Gebäudebestand. München
DEUTSCHE ENERGIEAGENTUR: Informationen rund um den Energieausweis. ► www.zukunft-haus.info/de/verbraucher/energieausweis/rund-um-den-energieausweis.html. Berlin

6 Förderung energiesparenden Bauens

Abgesehen von einzelnen regionalen Förderprogrammen für Energieeffizienz am Bau stellen die Programme der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) die wichtigste Quelle für Fördergelder dar.

Weitere Informationen:
KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU: ► www.kfw.de. Frankfurt
OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM DES INNERN: Förderprogramme. ► www.innenministerium.bayern.de/bauen/themen/gebaeude-energie/16546/

7 Energieeffiziente Gebäude und weitere Umweltaspekte

Gebäude können gerade vom Landesamt für Umwelt nicht nur unter dem Aspekt Energie betrachtet werden. Selbstverständlich sind bei der Planung von Bauprojekten auch Aspekte wie Flächenversiegelung, Verkehrsinfrastruktur und Vermeidung schadstoffhaltiger Baumaterialien wichtige Themen. Hier bestehen aber grundsätzlich keine Zielkonflikte zum Thema Energieeinsparung.

Gerade unter dem Aspekt Naturschutz sei an dieser Stelle auf zwei Punkte hingewiesen: Früher wurde oft Gebäudebegrünung zum Zweck des Wärmeschutzes empfohlen. Dieser Wärmeschutz ist für künftige Anforderungen nicht mehr ausreichend. Gebäude- und Fassadenbegrünung sind aber als sommerlicher Hitzeschutz zur Verschattung von Glasflächen empfehlenswert und tragen zu einem angenehmen Wohnumfeld und gutem Stadtklima bei.

Die vollständige Abdichtung von Gebäuden kann grundsätzlich auch dazu führen, dass Quartiere z. B. von Fledermäusen oder Vögeln verloren gehen. Es sollte daher Möglichkeiten genutzt werden, Fugen, die keinen Einfluss auf die Gebäudequalität haben, zu erhalten, Ersatzquartiere zu schaffen und vorhandene Tiere bei Baumaßnahmen möglichst wenig zu stören.

Weitere Informationen:
BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2010): ► Fledermäuse und ihre Quartiere schützen. Umwelt-Wissen. 12. S.
BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2008): ► Fledermausquartiere an Gebäuden. Erkennen, erhalten, gestalten. Broschüre, 37 S.

8 Weitere Informationen und Literatur

THOMAS KÖNIGSTEIN (2011): ► Ratgeber energiesparendes Bauen. 5. Aufl. Eberhard-Blottner-Verlag, Taunusstein.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2008): ► Effiziente Energienutzung in Bürogebäuden. Planungsleitfaden. Augsburg

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ: Online-Ratgeber des Landes Hessen zu Energieeffizienz in Gebäuden. ► www.energieland.hessen.de > Energieeffizienz

OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM DES INNERN: Veröffentlichungen zu energiesparendem Bauen. ► www.stmi.bayern.de/bauen/themen/gebaeude-energie/16550/

9 Ansprechpartner

Private Anfragen an das Bayerische Landesamt für Umwelt richten Sie bitte an unser Bürgerbüro:

E-Mail: oeffentlichkeitsarbeit@lfu.bayern.de

Fragen und Anregungen zu Inhalten, Redaktion und Themenwahl der Publikationen von Umwelt-Wissen sowie Anfragen bezüglich Recherche und Erstellung von Materialien für die Umweltbildung und Umweltberatung richten Sie bitte an:

Bayerisches Landesamt für Umwelt, UmweltWissen
Telefon: 0821 9071-5671
E-Mail: umweltwissen@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de/umweltwissen

Impressum:

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0
Telefax: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: http://www.lfu.bayern.de

Postanschrift:
Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Bearbeitung:
LfU, Ref. 22: Dr. Josef Hochhuber
LfU, Ref. 12: Friederike Bleckmann

Bildnachweis:
Josef Hochhuber, Stadtbergen: S. 1, Abb. 3–5, 10–12, 14, 16–18; Passivhaus Institut, Darmstadt, www.passiv.de, www.passipedia.de, www.ig-passivhaus.de: Abb. 2, 15 (verändert); PAVATEX, Leutkirch: Abb. 7–9; Anne Theenhaus, Augsburg: Abb. 6, 19–21

Stand: November 2011
Links aktualisiert: Januar 2012

BAYERN DIREKT
Tel. 089 12 22 20

Diese Veröffentlichung wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

Die aktuelle Ausgabe finden Sie im Internet unter:
► www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_111_energieeffizient_bauen_sanieren_zukunft.pdf oder
► www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00071.htm (hier auch gedruckte Version bestellbar).