

Häuser

richtig energieeffizient bauen



Schimmelbildung vermeiden

Energieeffizientes und kostenbewusstes Bauen

Brandschutz und Einbruchsicherungen

Pfusch verhindern und Kosten sparen

Dämmstoffvergleich

Reinhard Hoffmann

Häuser richtig energieeffizient bauen

Reinhard Hoffmann

Häuser

richtig energieeffizient
bauen



Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Alle Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Der Verlag und der Autor sehen sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, dass sie weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen können. Für die Mitteilung etwaiger Fehler sind Verlag und Autor jederzeit dankbar. Internetadressen oder Versionsnummern stellen den bei Redaktionsschluss verfügbaren Informationsstand dar. Verlag und Autor übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung für Veränderungen, die sich aus nicht von ihnen zu vertretenden Umständen ergeben. Evtl. beigefügte oder zum Download angebotene Dateien und Informationen dienen ausschließlich der nicht gewerblichen Nutzung. Eine gewerbliche Nutzung ist nur mit Zustimmung des Lizenzinhabers möglich.

© 2012 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar bei München

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Satz: DTP-Satz A. Kugge, München

art & design: www.ideehoch2.de

Druck: GGP Media GmbH, Pößneck

Printed in Germany

ISBN 978-3-645-65114-1

Vorwort

Die Betriebskosten eines Hauses summieren sich im Normalfall im Lauf der Nutzung auf einen Betrag, der höher ist als die Baukosten. Hehres Ziel der Energieeinsparverordnung (EnEV) ist der Umweltschutz durch energiesparende Häuser. Aber das *Institut Privater Bauherren* (IPB) stellte in 2010 bei der Untersuchung von 5.231 Neubauten in Deutschland fest, dass nur etwa die Hälfte den geltenden Bestimmungen entspricht.

In 49,2 % der Fälle waren die Berechnungen zur EnEV schlichtweg falsch, und bei 53,1 % der Neubauten wurden sie nicht korrekt umgesetzt. In 30,7 % der untersuchten Fälle entsprach der Neubau überhaupt nicht den aktuellen Anforderungen. Bei Altbausanierungen gibt es ähnliche Probleme.

Wenn das Haus nicht ausreichend luftdicht ausgeführt wird, sind unnötig hohe Heizkosten die Folge. In Einzelfällen ist ein solches Haus in einem kalten Winter überhaupt nicht warm zu bekommen, und eine spätere Sanierung kann fünf- bis sechsstellige Summen verschlingen.

Ein Bauherr, der die Qualitätssicherung vernachlässigt, läuft Gefahr, am Ende eine zugige und viel zu teure Baracke zu erwerben. Wenn er dann noch eine Luftwärmepumpe nutzt, die an kalten Wintertagen zu 100 % auf Strom läuft, kann er mit hohen Stromrechnungen rechnen.

Dieses Buch zeigt auf, wo bei Neubauten oder Sanierungen oft nachlässig gearbeitet wird. Es unterstützt Bauherren darin, geeignete Baumaterialien auszuwählen. Jedem ist geraten, den Handwerkern dort genau über die Schulter zu sehen oder sehen zu lassen, wo man Pfusch mit hohen Folgekosten und späteren Bauschäden verhindern kann.

Viel Erfolg bei Ihrem Bauprojekt ohne unnötige Bau- und Folgekosten wünscht Ihnen

Reinhard Hoffmann

Inhalt

1	Energieoptimiert bauen	9
1.1	Der energetisch optimierte Neubau	10
1.2	Gesetze und Verordnungen – EnEV und EEWärmeG	19
1.3	Besonders energieeffiziente Häuser	26
1.3.1	Passivhaus	26
1.3.2	Sonnenhaus	31
1.3.3	Plusenergiehaus	36
2	Verträge und Nebenkosten	39
2.1	Faire Verträge – richtig kommunizieren	40
2.1.1	Planungsbeteiligte	40
2.1.2	Gute Handwerker finden	41
2.1.3	Angebot	42
2.1.4	Bauvertrag	43
2.1.5	Versicherungen	45
2.1.6	Qualitätskontrolle und Abnahme	46
2.1.7	Zahlplan	47
2.2	Oft unterschätzte Nebenkosten bei Neubauten	50
2.2.1	Erschließungskosten	51
2.2.2	Baunebenkosten	53
3	Baumängel rechtzeitig erkennen – Qualität sichern	57
3.1	Fundament und Keller	59
3.2	Mauerwerk	70
3.3	Dach und Decken	85
3.4	Fenster, Türen, Treppen, Rollläden	94
3.5	Estrich	98
3.6	Fliesen und Bodenbeläge	102
3.7	Fliesen im Außenbereich	105
3.8	Heizungs- und Sanitärinstallationen	106
4	Sorgfältig arbeiten – Energieeffizienz erreichen	111
4.1	Wärmebrücken vermeiden	112
4.2	Sorgfältig dämmen – Luftdichtheit	119
4.2.1	Luftdichte Installationsdurchführung	125

4.2.2	Sanitär- und Elektroinstallationen	127
4.2.3	Fehlerquellen bei Anschlüssen und Klebungen	134
4.2.4	Rohrdurchführungen	156
4.2.5	Folgeschäden	159
4.3	Luftdichtheit prüfen: Blower-Door-Test	171
5	Richtige Materialauswahl	175
5.1	Baustoffe	175
5.2	Dämmstoffe im Vergleich	177
5.3	Probleme mit Dämmstoffen.....	186
6	Optimale Lüftung	197
6.1	Lüftungskonzept	199
6.2	Lüftungssysteme.....	200
6.2.1	Abluftanlage	200
6.2.2	Automatische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	204
6.2.3	Erdwärmetauscher	208
6.2.4	Wartung	212
7	Fazit und Checkliste	213
7.1	Checkliste energieeffizientes und kostensparendes Bauen.....	215
A	Anhang.....	217
A.1	Glossar	217
A.2	Nützliche Adressen und Internetportale	220
	Index	223

4 Sorgfältig arbeiten – Energieeffizienz erreichen

Der Verband Privater Bauherren (VPB) hat in einer Studie herausgefunden, dass fast die Hälfte der vom Gesetzgeber geforderten Nachweise über den zukünftigen Energieverbrauch von Neubauten Rechenfehler enthalten. Noch bedenklicher ist die Tatsache, dass fast jeder dritte Neubau nicht die heute gültigen Anforderungen der Energieeinsparverordnung erreicht.

Wenn der Heizenergiebedarf in der Praxis wesentlich höher ist, als nach den Berechnungen gemäß EnEV zu erwarten ist, liegt das meist daran, dass durch nicht fachgerechtes Arbeiten Wärmebrücken oder Schlupflöcher für die Luft in das Haus eingebaut worden sind. Neben der weitverbreiteten mangelhaften Dichtigkeit der Neubauten hat der VPB festgestellt, dass die Baufirmen häufig auch billigere Dämmstoffe mit einer schlechteren Wärmeleitgruppe als nötig verwenden. Dieser Pfusch am Bau erhöht unnötigerweise die Heizkosten für die gesamte Lebensdauer der Immobilie und ist ein Verstoß gegen bestehendes Recht. Darüber hinaus müssen die betroffenen Hauseigentümer teure, oft irreparable Bau- und Gesundheitsschäden infolge von Schimmelbildung befürchten.

Stehende Luft ist ein schlechter Wärmeleiter. Dennoch kann ein Haus durch Luftströmungen je nach Luftdruckunterschied zwischen innen und außen ein Vielfaches der Heizwärme verlieren, die durch die gesamte gedämmte Gebäudehülle entweicht. Deshalb ist die Luftdichtheit von Gebäuden ein so wichtiges Thema. Sie kann nur dann erreicht werden, wenn absolut sorgfältig gearbeitet wird. In diesem Kapitel finden Sie dafür konkrete Beispiele.

Der letzte Abschnitt beinhaltet eine Aufstellung der Vor- und Nachteile verschiedener Bau- und Dämmstoffe.

Hinweis

Sofern nicht anders gekennzeichnet, stammen alle Fotos in diesem Kapitel aus Praxisfällen des Energieberaters Dipl.-Phys. Erich Keller.

4.1 Wärmebrücken vermeiden

Wärmeströme fließen immer vom wärmeren in den kälteren Bereich. Besonders in Bereichen mit Bauteilen, die eine höhere Wärmeleitfähigkeit als die übrige Gebäudehülle haben, geht durch die höhere Temperaturdifferenz zwischen innen und außen unnötig viel Heizenergie verloren.

Gebäudekanten und -ecken sind typische Beispiele für geometrisch bedingte Wärmebrücken. Dort ist, verglichen mit den Verhältnissen auf der Wandfläche, in der Heizperiode die Wärme aufnehmende Innenfläche viel kleiner als die Wärme abgebende Außenfläche.

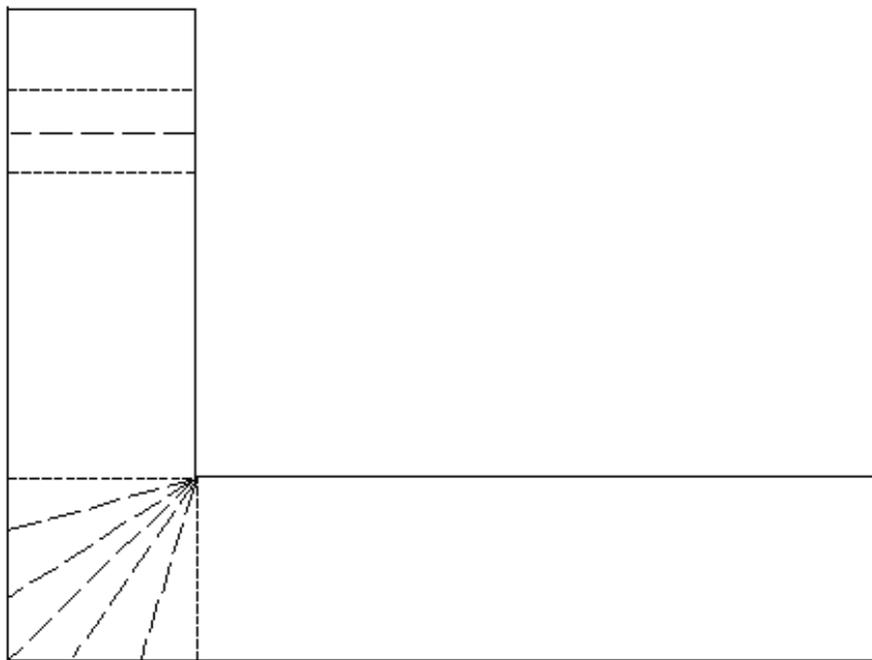


Abb. 4.1: Schematische Darstellung des Wärmestroms von innen nach außen, der durch das Oberflächenverhältnis zwischen innen und außen an einem Punkt der Wandfläche viel kleiner als in der Raumecke ist.

Dass an der Kante mehr Wärme abfließt, als an der Wandfläche, lässt sich durch Messung der entsprechenden Oberflächentemperaturen leicht nachweisen. Wenn an der Kante über längere Zeiträume zu niedrige Temperaturen herrschen, kondensiert hier beim Erreichen der Taupunkttemperatur der in der warmen Heizungsluft enthaltene

Wasserdampf und es bildet sich Schimmel. Durch zusätzliches Einpacken des Gebäudes in eine gute Wärmedämmung verbessern sich die Verhältnisse so weit, dass auch in den Gebäudeecken Oberflächentemperaturen nahe der Temperatur der übrigen Wand bzw. der Raumtemperatur zu erreichen sind.

Auch durch unsachgemäßes Anbringen der Wärmedämmung können Wärmebrücken entstehen, z. B. durch Lücken in der Dämmung, verrutschte Dämmschichten sowie mangelhaft ausgeführte Luftdichtungen oder undichte Anschlüsse zwischen Außenwand und Fensterrahmen.



Abb. 4.2: Durch die Fassade geleitete Regenrohre wirken als Wärmebrücke.

Fassaden

Betonstützen, Ringanker, Sturzträger und Stahlträger in Fassaden müssen von außen zusätzlich gedämmt werden. Das gilt grundsätzlich für alle Baumaterialien mit schlechten Wärmedämmeigenschaften wie Beton, Stahl, Kalksandstein und ähnlich schlecht dämmendes Mauerwerk. Neubauten sind grundsätzlich von außen zu dämmen. Die Dämmplatten müssen dicht aneinanderstoßend eingebaut werden.

Fenster- und Türleibungen, die seitlichen Flächen der Wandöffnungen und der obere Anschluss der Träger werden heute meist als sogenannter *glatter Anschlag* hergestellt. D. h., aus Kostengründen verzichtet man auf ein vor die Rahmen gesetztes dämmendes Mauerwerk und auf einen vorgesetzten dämmenden Sturzträger. Dadurch

wirken die Fensterrahmen (meist Hohlprofile aus Kunststoff) als Wärmebrücken, und oft bildet sich hier nachfolgend Schimmel. Besser ist es, wenn das Rahmenprofil der Fenster durch versetzte Mauerwerkslaibungen zusätzlich gedämmt wird. Einige Ziegelhersteller haben passende wärmedämmende Anschlagziegel und Sturzträger im Angebot.



Abb. 4.3: Fachgerecht über die Fensterlaibung bis an den Fensterstock geführte Wärmedämmung



Abb. 4.4: Die Wärmedämmung ist lückenlos über die Fensterlaibung bis auf den Fensterstock geführt. Um Rissbildung im Putz zu vermeiden, wird zuerst eine Putzschicht mit eingearbeitetem Putzgewebe aufgetragen, auf die als zweite Lage der Oberputz folgt.

Dach

Dämmungen im Dach sind dicht aneinanderstoßend einzubauen, um Wärmebrücken zu vermeiden. Besondere Sorgfalt ist an den Anschlüssen von Dachfenstern und dort, wo das Dach von Schornsteinen und Entlüftungsrohren durchdrungen wird, geboten. Auch die Mauerkrone des dämmenden Mauerwerks muss vollständig von Dämmmaterial überlappt werden. Im Wärmeschutznachweis, den der Bauingenieur oder Architekt erstellt hat, stehen die Angaben zur erforderlichen Dicke und Wärmeleitgruppe des Dämmmaterials (z. B. Wärmeleitgruppe WLГ 035, steht auf der Verpackung).

Beim Dämmen des Dachs gemachte Fehler treten im Winter nach Schneefall deutlich zutage.



Abb. 4.5: Dachlandschaft mit unnötig vielen Entlüftern, die nicht fachgerecht eingebaut worden sind – austretende Warmluft taut das Dach großflächig ab.



Abb. 4.6: Ein Neubau bei Schneefall: Beginnende Abtauvorgänge zeigen den Austritt von warmer Raumluft durch die Dachkonstruktion an.



Abb. 4.7: Typische deutsche Dachlandschaft oder: wo die Heizenergie verschwindet. Die abgetauten Dachflächen weisen auf unnötigen Mehrverbrauch hin, weil bei Ausführung der Luftdichtheitsebene nachlässig gearbeitet wurde.



Abb. 4.8: Trotz Sanierung: Über dem ungeheizten Treppenhaus (rechts) bleibt der Schnee liegen, über dem beheizten Wohnraum (links) sind nach der Dachsanierung massive Ausführungsfehler erkennbar.

4.2 Sorgfältig dämmen – Luftdichtheit

Nur mit einer luftdichten Gebäudehülle ist ein niedriger Heizenergiebedarf realisierbar. Deshalb sind sorgfältig konstruierte und zusammengeführte Bauteilübergänge an Außenwänden, Dach, Böden, Fenstern und Gebäudedecken so wichtig. Außerdem sind alle Mauern oben mit Glattstrich oder Ringankern luftdicht abzuschließen – besonders bei Ziegeln mit ihren Kanälen. Überstehende (Stütz-)Mauern können zum Beispiel mit Schaumglas thermisch voneinander getrennt werden.

Die Luftdichtheitsschicht wird mittels Bahnen- und Plattenmaterialien und darauf abgestimmten Haftklebebändern und Klebmassen hergestellt. Sowohl die sich überlappenden Bahnen als auch die Plattenstöße werden üblicherweise mit einseitigem Klebeband abgedichtet. Außerdem sind die Bahnen mit Klebmassen an die Massivbauteile wie Holz, Mauerwerk, Stahl und Kunststoff anzuschließen.

Leichtbauweise

Gerade bei Holzständerbauwerken müssen das Holz und die innere Wandkonstruktion vor Feuchtigkeit geschützt werden: zum einen gegen Regen von außen, zum anderen aber auch gegen eindringende Raumluft und die damit verbundene Tauwasserbildung. Eine ständige Durchfeuchtung der Holzkonstruktion hat schlechtere Dämmwerte und Schimmelbildung zur Folge. Bemerkte wird das meist erst dann, wenn die Bewohner gesundheitliche Probleme bekommen.

Vorteile einer luftdichten Gebäudehülle

- Der errechnete Wärmedämmwert wird nur bei dichter Bauweise tatsächlich erreicht.
- Die Wohnbehaglichkeit steigt, wenn es nicht durch luftdurchströmte Ritzen und Fugen unangenehm zieht und keine Kaltluftseen in Fußbodenhöhe entstehen.
- Dadurch, dass feuchte Raumluft nicht in die Konstruktion gelangen kann, werden Bauschäden (Fäulnis und Schimmelbildung) vermieden.
- Lüftungsanlagen funktionieren nur zusammen mit einer luftdichten Gebäudehülle optimal.
- Allergene, Lärm und Schadstoffe können nicht unkontrollierbar von außen in den Wohnraum eindringen.
- Die Gefahr von Brandübertragung verringert sich, es kann auch kein Rauchgas eindringen.
- Eine nach dem Stand der Technik luftdichte Gebäudehülle ist gesetzlich vorgeschrieben (aktuelle Energieeinsparverordnung und DIN 4108-7).

Meist wird bei der Bauabnahme durch einen sogenannten Blower-Door-Test (s. Kap. 4.3) geprüft, ob die Gebäudehülle dicht ist. Manche Mängel lassen sich dann allerdings kaum noch beseitigen. Dabei sind einige davon bereits am Ende der Rohbauphase mit bloßem Auge erkennbar. Grundsätzlich gilt, dass massives Mauerwerk immer zu verputzen ist, weil erst die Putzschicht für ausreichende Dichtheit sorgt. Weitverbreitete Schwachstellen sind:

- Anschluss zwischen Wand und Fußboden
Vor allem die Außenwände müssen bis dicht an die Bodenplatte verputzt sein, damit die Bewohner später keine kalten Füße bekommen.



Abb. 4.9: Durch Gipskartonvorbauten lässt sich unverputztes Mauerwerk nicht abdichten.



Abb. 4.10: So soll es sein: Der Innenputz reicht bis zur Bodenplatte. (Foto: FLiB e. V.)

- Rohre und Leitungen

Es ist darauf zu achten, dass Wände und Ecken hinter Rohren und Leitungen vollständig verputzt sind.

- Spätere Installationen vor der Wand

Manchmal bleiben Wandbereiche unverputzt, für die Vorwandinstallationen geplant sind. Das Argument: »Die verschwinden später ja ohnehin hinter einer Gipskartonplatte«, zieht nicht. Dafür zieht später kalter Wind um Spülkästen und andere Installationen herum.

- Steckdosen

Besonders verbreitet ist Zugluft aus Steckdosen. Dieser Mangel lässt sich durch Einbau luftdichter Installationsdosen ausschließen. Bei den üblichen, perforierten Dosen kann das Einsetzen in ein dichtendes Gipsbett Abhilfe schaffen.



Abb. 4.11: Dichtheit des Fensters testen: Klemmen Sie ein Blatt Papier nacheinander an verschiedenen Stellen zwischen Fensterflügel und Rahmen und versuchen Sie, es wieder herauszuziehen. Je leichter das gelingt, desto weniger dicht schließt ein Fenster. Abhängig von Alter und Bauart kann man dann entweder die Scharniere nachziehen (lassen) oder der Energieverschwendung durch Einkleben elastischer Dichtungsbänder einen Riegel vorschieben. (Foto: FLiB e. V.)

■ Fensterbänke

Die Fensterlaibungen müssen auch dort glatt verputzt sein, wo später die Fensterbänke aufliegen. Andernfalls kann vor allem durch offenliegende Hochlochziegel kalte Luft fast ungehindert in den Raum strömen. Es reicht nicht, eine Fensterbank mit wenigen Mörtelklecksen aufzusetzen.

Werden durch Unachtsamkeit verursachte Schwachstellen im Innenputz rechtzeitig entdeckt, können die Handwerker diese Mängel noch ohne großen Aufwand umgehend beheben.

Hinweis

Die Experten vom Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen (FLiB e. V., Kassel) empfehlen angehenden Hausbesitzern, die bei der Dichtheit ihres Hauses sichergehen wollen, eine zusätzliche Blower-Door-Messung vor Beginn des Innenausbaus. Die Adressen qualifizierter Anbieter dieses Tests in Ihrer Region finden Sie z. B. unter der Internetadresse www.flib.de oder www.luftdicht-karte.de.



Abb. 4.12: Bei baubegleitenden Luftdichtheits tests geht es nicht um das Einhalten aktueller Grenzwerte, sondern darum, Luftlecks in der Gebäudehülle aufzuspüren. (Foto: FLiB e. V.)



Abb. 4.13: Die starke Durchströmung einer undicht verbauten Glasleiste oder einer fehlenden Abdichtung wird hier durch künstlichen Nebel sichtbar gemacht.

4.2.1 Luftdichte Installationsdurchführung

Die Durchführung von Installationen durch eine Geschossdecke zählt zu den häufigsten Fehlerquellen beim Ausführen der luftdichten Ebene. Besonders wenn Elektrokabel und Rohrleitungen die Decke gleich bündelweise durchstoßen, ist Sorgfalt gefragt. Eine in der Baupraxis bewährte Lösungsmöglichkeit für das Problem hat der in Kassel ansässige Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen in einer anschaulichen Prinzipskizze festgehalten:

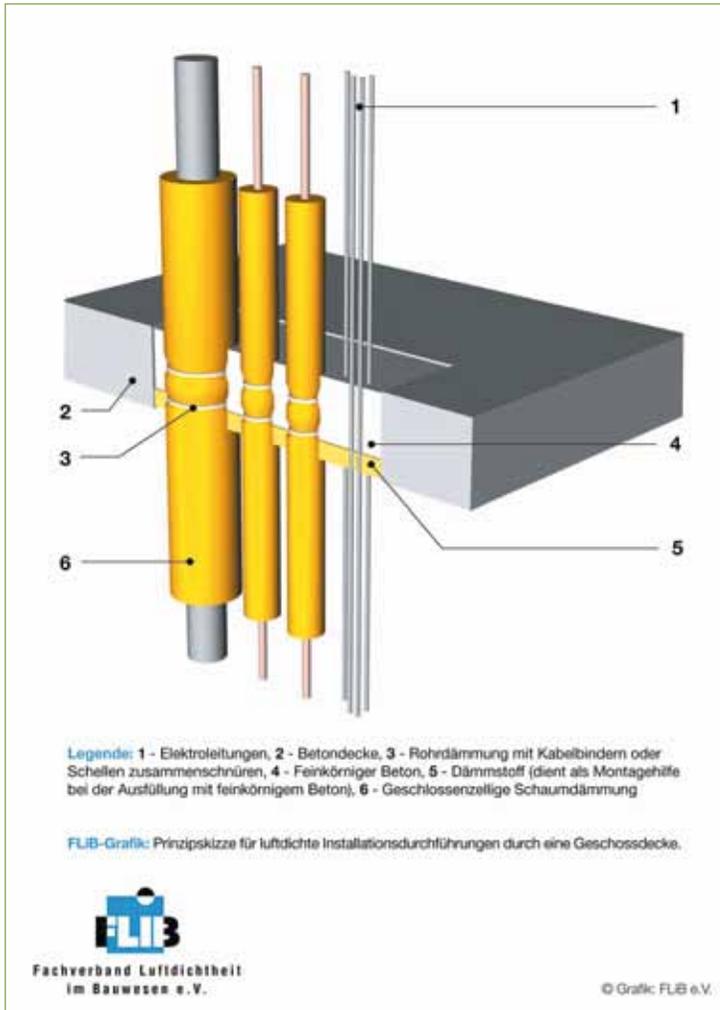


Abb. 4.14

Das Vorgehen ist recht einfach: Zunächst stopft der Handwerker von unten sämtliche Lücken zwischen den Kabeln oder Rohren und dem Rand der Öffnung beispielsweise mit Dämmwolle aus und verspachtelt diese. Dann wird der gesamte Deckendurchbruch von oben vorsichtig mit feinkörnigem Beton oder auch Gips ausgegossen. Dieser umfließt die Installationen, ohne Lücken zu hinterlassen. Ausstopfen und Spachtelmasse sollen dabei nur verhindern, dass der noch flüssige Baustoff unten wieder heraustropft. Bei größeren Öffnungen können als Montagehilfe zusätzlich angebrachte Schalungsbretter nötig sein, um das Material bis zum völligen Aushärten an Ort und Stelle zu halten. So kann der Handwerker eine dauerhaft luftdicht ausgeführte Durchdringung herstellen.



Abb. 4.15: Luftdicht durch eine Geschossdecke geführte Kabel und Rohre (Foto: FLiB e. V.)

Noch besser als die Luftdichtheit komplizierter Installationsdurchführungen nachträglich herzustellen ist, deren Entstehen bereits im Vorfeld durch sorgfältige Planung auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

4.2.2 Sanitär- und Elektroinstallationen

Die Prüfung der Luftdichtheit mittels der Blower-Door-Messung ist besonders wichtig bei der Leichtbauweise (z. B. Holzrahmenbauweise). Sie sollte nach Einbau der luftdichten Ebene und Abschluss der Installationsarbeiten erfolgen, um eventuelle Luftundichtigkeiten zu finden und diese Mängel sofort beheben zu können. Denn wenn erst einmal Ausbauplatten die Luftdichtefolien verdecken, werden Reparaturen entsprechend schwieriger und teurer.

Dass sein Haus nicht dicht ist, bemerkt der Eigentümer oft daran, dass der Wind durch Steckdosen pfeift. Auslöser für die Untersuchung der Luftdichtheit von Ständerbauwerken oder Massivbauten aus Hochlochziegeln kann auch der unerwünschte Luftzug an Lichtschaltern oder Einbaudeckenleuchten sein. Da elektrische Leitungen die Wandebene oft durchdringen, können Elektriker bei unsachgemäßem Arbeiten die Luftdichtheit eines Hauses weitgehend zunichtemachen.



Abb. 4.16: Hier hat die braune Dampfbremse nicht ganz gereicht. Es folgte der missglückte Versuch, das verbliebene Loch mit einem Brett und Pappstreifen zu verschließen.



Abb. 4.17: Die Dampfbremsbahn wurde an unverputztes Mauerwerk geklebt. Raumluft hinterströmt diese nicht fachgerechte Ausführung durch die vertikalen Rillen und Stoßfugen der Ziegel.



Abb. 4.18: Unverputzte Ziegelwände werden auch durch vorgestellte Trockenbaukonstruktionen nicht mehr dicht – es zieht dann später durch alle Ritzen und Anschlussfugen.

Oft zwingt mangelhafte Planung Elektrofachkräfte dazu, viele Leitungen und Installationen durch luftdichte Folien zu führen. Jedes noch so kleine Loch, das hier offen bleibt, fällt bei einer Luftdichtemessung auf.

So können Sanitär-, Heizungs- und Elektroinstallateure die Luftdichtheit sicherstellen:

- Zuerst finden sie heraus, wo die luftdichte Ebene verläuft, sodass sie diese nicht unabsichtlich beschädigen.
- Kabel und Versorgungsleitungen werden möglichst nicht durch die Luftdichtheitsebene verlegt.
- Alle nicht vermeidbaren Durchdringungen der Luftdichtheitsschicht werden sorgfältig abgedichtet.



Abb. 4.19: Hier hat ein Elektriker beim Durchführen von Leitungen die luftdichte Ebene zerstört.



Abb. 4.20: Das kann auf die Dauer nicht gut gehen: Rohre der Solaranlage werden bis über 100 °C heiß. Lange machen das die nicht hitzebeständigen Klebestreifen nicht mit.



Abb. 4.21: Installationen wie diese gedämmten Rohrleitungen werden sinnvollerweise vor der Luftdichtheitsebene ausgeführt.

- Unvermeidliche Durchbrüche werden sorgfältig abgeklebt und angeputzt.



Abb. 4.22: Mislungener Versuch, mit Schaum einen Hohlraum abzudichten.

- Im Leichtbaubereich werden Leitungen möglichst nur innenseitig der luftdichten Folien, Pappen oder Holzwerkstoffplatten verlegt. Elektroinstallationen werden erst nach dem Verlegen der Luftdichtheitsschicht vorgenommen.
- Da die Klebungen durch das Kabelgewicht dauernd belastet werden, werden die Kabel zusätzlich an anderen Bauteilen befestigt.
- Wo möglich werden vorkonfektionierte Kabeldurchführungen verwendet.
- Nach außen führende Hüllrohre werden verfüllt.
- Erst mit Innenputz ist die Luftdichtheit gewährleistet. Über Fugen und Ritzen findet Luft auch durch ordentlich gemauerte Wände mit Fassadendämmung einen Weg in das Haus.



Abb. 4.23: Der Wandanschluss des Rohr-in-Rohr-Systems einer Gasbrennwerttherme wird wie durchgebrochen hinterlassen.

- Steckdosen und Verteilerdosen werden in Hohlstein-Außenwänden satt ins Mörtelbett gesetzt oder luftdicht installiert, um Luftlecks in der Außenwand zu vermeiden.
- Für Installationen innerhalb der luftdichten Ebene gibt es inzwischen viele luftdichte Bauteile. Diese werden auch verwendet, um nachträglich die Luftdichtheit in der Ausbauebene herzustellen.

Wenn Installationsschächte alle Stockwerke eines Hauses miteinander verbinden, erschwert das die Ursachenforschung: Z. B. kann sich ein Luftleck im Dach über den Schacht erst im Erdgeschoss bemerkbar machen.



Abb. 4.24: Verdächtig: Blendeleisten müssen nicht dick verfugt werden! Hier ist mit größerem Pfusch hinter der Deckenverkleidung zu rechnen.



Abb. 4.51: Sorgfältig abgedichtete Rohrdurchführungen durch die Luftdichtheitsebene

4.2.5 Folgeschäden

Weitverbreitete Praxis auf Baustellen ist, dass Anschlüsse, Durchdringungen und Stoßfugen nur sehr mangelhaft ausgeführt werden. Gerade im Dachbereich hat das schnell fatale Folgen. Im Vergleich zu der Wasserdampfdiffusion durch 1 m² intakte Dachfläche kann durch eine 1 m lange und nur 1 mm breite Fuge in kürzester Zeit die 1.000–2.700-fache Wasserdampfmenge in den Dachaufbau einströmen. Typische Feuchteschäden sind auf den folgenden Fotos zu sehen:



Abb. 4.52: Wasserspuren an Hölzern im Dach sind ein Hinweis darauf, dass unkontrolliert Raumluft in die Konstruktion austritt und dort bei Kälte kondensiert.



Abb. 4.53: Diese Wasserspuren deuten auf Kondensation in der Konstruktion hin.



Abb. 4.54: Untere Ecke einer Festverglasung: Durch fortgesetzte Benetzung durch herablaufendes Kondensat hat das Sichtholz stark gelitten.

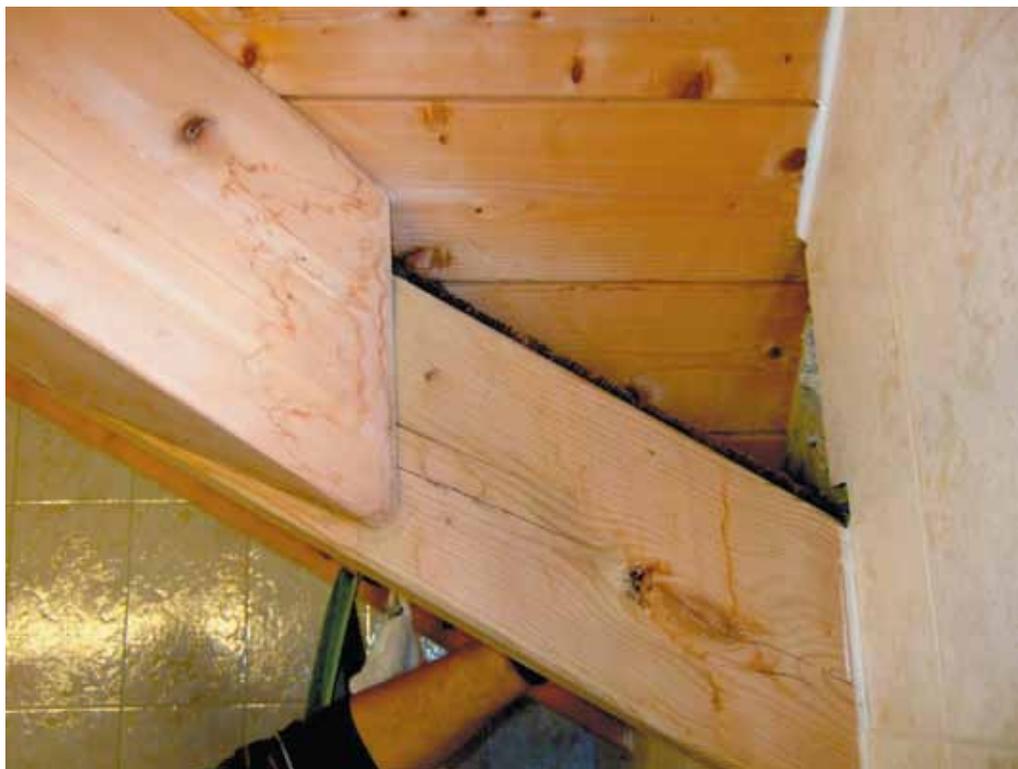


Abb. 4.55: Die Balken in einem Bad unter der Dachschräge zeigen Wasserspuren durch von außen zurückfließendes Kondensat der feuchten Badluft. Rechts wurde oberhalb des Sparrens die Wand unvollendet hinterlassen.



Abb. 4.56: Austretende Raumluft hat in der Bildmitte bereits Feuchte- und Schimmelspuren hinterlassen.



Abb. 4.57: Ein konstruktiv entstandener Balkenkanal im First ist durch eindringende feuchte Raumluft im Winter verschimmelt.



Abb. 4.58: Dachüberstand im Firstbereich; durch Leckagen strömt Raumluft nach außen. Dies hat an der Dachuntersicht bereits zu Feuchtespuren und Schimmel geführt.



Abb. 4.59: Durch nicht fachgerechten Anschluss der Dampfsperrebahn an den Putz wird die Dämmung von warmer Raumluft durchströmt und so mit der Zeit schwarz wie ein Staubsaugerbeutel innen.



Abb. 4.60: Nach dem Öffnen der Decke wurde sichtbar, dass durch austretende Raumluft und somit ständige Befeuchtung der kalten Schalungsbretter des Dachs schwarzer Schimmel gewachsen ist.



Abb. 4.61: Beginnender Schimmel in der Laibung über einem Fenster weist auf die undichte Ausführung von Bauteilanschlüssen hin.



Abb. 4.62: Verschimmelte Mineralfaserdämmung, die zutage trat, nachdem die nicht vorschriftsmäßig eingebaute raumseitige Dampfsperre entfernt wurde.



Abb. 4.63: Durch eine kleine Beschädigung in der Dampfsperre tritt während der Heizperiode ständig Raumluft durch die Mineralwolldämmung, die alle Schwebstoffe wie ein Staubsaugerbeutel aufammelt.

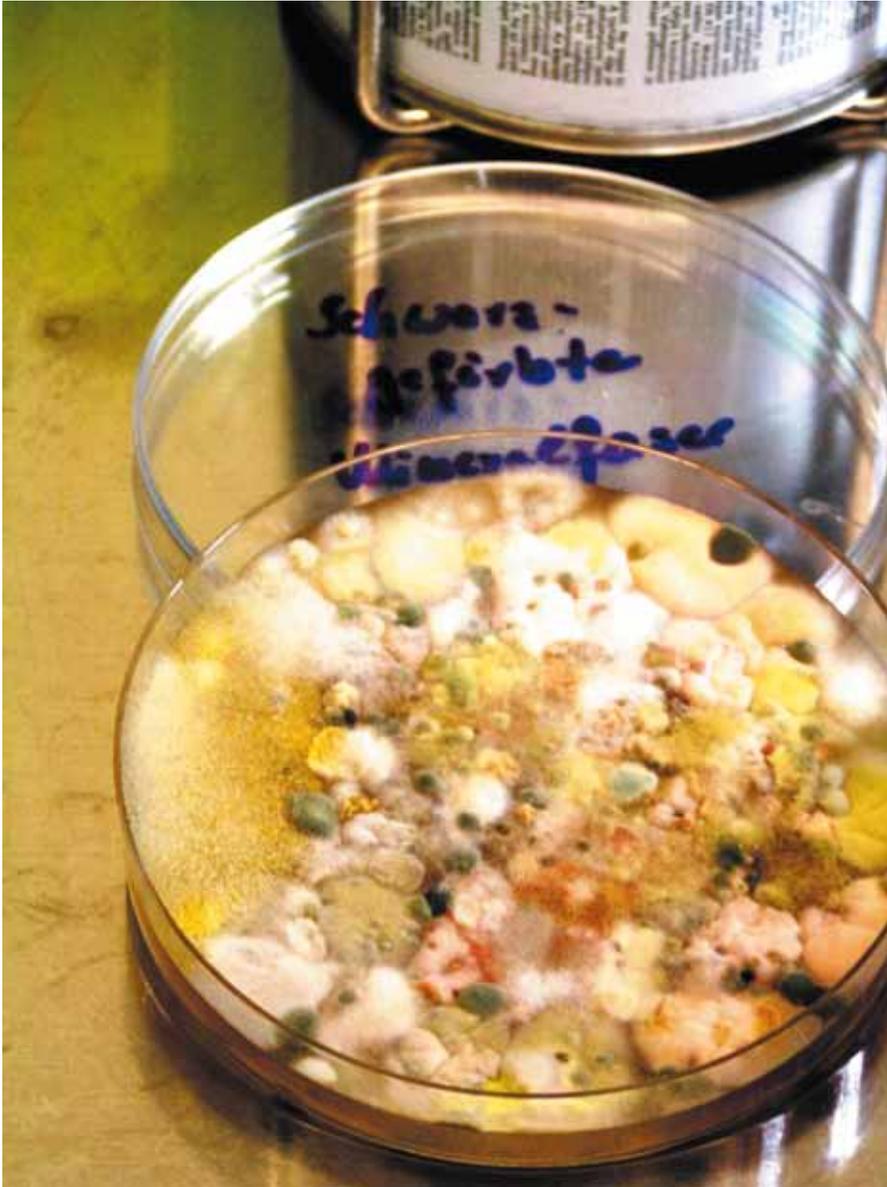


Abb. 4.64: Probe, die von der schwarz gefärbten Mineralfaser in Abb. 4.63 genommen wurde, nach zwei Wochen im Labor; bei diesem Test wird der sterile Nährboden kurz gegen die betreffende Stelle gedrückt und anschließend mit Handschuhen steril verpackt.

4.3 Luftdichtheit prüfen: Blower-Door-Test

Die Wind- und Luftdichtheit eines Gebäudes kann durch den Blower-Door-Test geprüft werden. Dabei wird in die Eingangs- oder Terrassentür ein variabler Spannrahmen, der mit einer festen Spezialfolie überzogen ist, eingebaut. In der Folienebene befindet sich ein über Blenden und Drehzahl regulierbarer Ventilator.



Abb. 4.65: Luftdichtheitstest in einem Holzhaus: Das große Gebläse ist mit einem Spannrahmen im Haustürrahmen luftdicht eingebaut.

Bei diesem Test wird ein Windruck simuliert, indem ein in eine Tür- oder Fensteröffnung eingesetztes regelbares Gebläse eine Druckdifferenz zwischen innen und außen erzeugt. Je nach Förderrichtung des Gebläses entsteht im Gebäude Unter- oder Überdruck. In beiden Fällen misst der Techniker bei gleichbleibender Druckdifferenz zwischen innen und außen die Luftmenge pro Zeiteinheit, die das Gebläse dabei transportiert. Diese Luftmenge entspricht genau derjenigen, die bei dieser Druckdifferenz durch Leckagen ein- oder auströmt. Dann berechnet er den Mittelwert aus den beiden Messungen. Aus diesem Wert, geteilt durch das Nettoluftvolumen des Hauses (alle Innentüren sind dabei geöffnet), ergibt sich, in welcher Zeit die gesamte Innenraumluft erneuert wird.



Abb. 4.66: Die in einen Hauseingang eingebaute Blower-Door; die Gebläseöffnung wird durch Blenden (weiß) verringert.

Beispielrechnung für ein Einfamilienhaus:

- Luftstrom bei 50 Pa Überdruck: 360 m³/h
- Luftstrom bei 50 Pa Unterdruck: 400 m³/h
- Raumluftvolumen (berechnet, netto): 375 m³

Somit ist die Luftwechselrate bei 50 Pa:

$$((360 + 400) / 2 \text{ m}^3/\text{h}) / 375 \text{ m}^3 = 1,01 \text{ h}^{-1}$$

Bei einer Druckdifferenz von z. B. 50 Pascal (entsprechend Windstärke 5) ist der Test bestanden, wenn folgender Wert nicht überschritten wird:

- 3,0 Luftwechsel pro Stunde bei Gebäuden mit Fensterlüftung
- 1,5 Luftwechsel pro Stunde bei Gebäuden mit Lüftungsanlagen (laut EnEV)
- 0,6 Luftwechsel pro Stunde bei Passivhäusern

Bei Gebäuden mit Lüftungsanlage ist dringend zu empfehlen, mit maximal 0,6 Luftwechseln pro Stunde einen besseren Wert zu erreichen, als von der Energieeinsparverordnung gefordert. Unter 0,3 Luftwechsel pro Stunde sind aus hygienischen Gründen nicht ratsam.

Bei der Unterdruckmessung kann der Tester schon mit einem feuchten Finger eindringende Kaltluft aufspüren. Kleinste Leckagen an Bauteilen zeigt ein Thermoanemometer, eine Thermokamera die Auswirkung der Auskühlung.



Abb. 4.67: Luftdurchströmte Steckdosen im Ziegelmauerwerk: Es ist besser, in den Außenwänden luftdichte UP-Dosen zu verbauen, um solche Zugerscheinungen zu verhindern.



Abb. 4.68: Lochziegelkronen können durch ein abschließendes Mörtelband luftdicht geschlossen werden.

Bei der Überdruckmessung kann mithilfe einer Nebelmaschine der Weg der Luft durch die Gebäudehülle nach außen sichtbar gemacht werden. Wenn Sie eine solche Messung vornehmen wollen, sollten Sie vorher die Nachbarn oder sogar die Feuerwehr informieren.

Tipp

Mineralfasern und -platten eignen sich nicht zum Verstopfen von Ritzen und Fugen. D. h., die Dämmung wird weiterhin durchströmt, und das mindert die Dämmwirkung. Ein ideales Material zum Ausstopfen von kleinen Spalten und Fugen ist Flachs. Die raue Faser reduziert Luftströme drastisch.

Index

A

Abdichtungen 66
Abnahme 46
Abriebfestigkeit 103
Abwärmenutzung 208
Angebot 41
Anstrich 84
Auftragsvergabe 45
Außenputz 81
Außenwände 70

B

Balkon 106
Bauabnahme 120
Baubegleitung 58
Baunebenkosten 53
Bauschäden 111
Bauschaum 94
Bauträger 44
Bauvertrag 43
Beton 62
Blower-Door-Test 127, 171
Boden 53
Bodenbeläge 104
Bodenfliesen 103
Brandfall 190
Brandschutz 208
Brandschutzklassen 185
Brandversuche 192

D

Dach 115
Dachdeckung 90

Dachrand 92
Dachrinnen 93
Dachstuhl 85
Dachüberstand 89
Dämmstoffhalter 26
Dampfsperre 89
Dickbettverfahren 102
Dioxin 190
Dünnbettverfahren 68, 73, 102
Dusche 107

E

Einbrecher 96
Energieeinsparverordnung 19, 22
Energiekennwert 25
EnEV 2009 23
Erdaushub 59
Erdwärmetauscher 208
Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz 20
Estrich 98, 110

F

Fachjargon 49
Fensterbank 123
Festpreis 49
Feuchteschäden 159
Fundament 64
Fußboden 100
Fußbodenheizung 16, 109

G

Garage 90
Gebäudeform 11

Geschossdecken 75
Giebelwand 87
Grundleitungsplan 60
Grundstückspreis 51
Gutachter 41

H

Heizenergiebedarf 111
Heizestrich 101
Heizwärmebedarf 10
Holzfeuchte 85

K

Keller 67
Klebung 134
Kreuzstromwärmetauscher 211

L

Lambda-Wert 178
Leichtbauweise 89, 120
Luftdichtheit 119
Luftfeuchtigkeit 197
Luftströmungen 76
Lüftung 17

M

Mauerwerk 73
Mehrkosten 49
Monolithische Bauweise 175

N

Nachstromspeicherheizungen 23

P

Pfusch 39, 41, 111

R

Radon 200, 207
Ringanker 69
Risse 75, 82
Rohrdurchführungen 156
Rohrleitungen 106

Rollläden 97
Rutschfestigkeit 104

S

Sammelgrube 61
Schallschutz 78, 208
Schornstein 86
Sicherheitstür 96
Skonto 49
Steckdosen 122

T

Taupunkttemperatur 112, 197
Thermografie 26
Treppen 97
Trockenbau 77

U

Unterspannbahn 91
U-Wert 23

V

Verbundsicherheitsglas 95
Verbundsysteme 185
Verglasung 14
Vermessung 54

W

Wandfliesen 102
Wärmebrücke 12, 72, 112
Wärmedämmverbundsystem 81, 192
Wärmedurchgangskoeffizient 23
Wärmeleitfähigkeit 23, 178
Wärmeleitfähigkeitsgruppe 178
Wärmeleitgruppe 115
Wärmepumpe 211
Wärmetransport 12
Windrispenbänder 88

Z

Zahlplan 47

Reinhard Hoffmann

Häuser

richtig energieeffizient bauen



Nur etwa jeder zweite Neubau in Deutschland erfüllt die Anforderungen der Energieeinsparverordnung. Solche Mängel trüben nicht nur das Wohnvergnügen, sondern können auf lange Sicht auch extrem teuer werden: Feuchtigkeit in Dach- und Wandkonstruktionen, Schimmelbildung und hohe Heizkosten summieren sich zum finanziellen Dauerärgernis – von der Umweltbelastung ganz zu schweigen. Ähnliche Probleme treten auch bei Altbausanierungen auf.

Dieses Buch will Ihnen als Wegweiser dienen, damit Sie als Bauherr ohne Umwege und vermeidbare Irrtümer Ihr Ziel erreichen. Es hilft Ihnen, richtig zu beurteilen, ob die Arbeiten auf der Baustelle fachgerecht ausgeführt werden, berät Sie bei der Auswahl geeigneter Materialien und zeigt, wie sich unliebsame Überraschungen schon im Ansatz verhindern lassen. Sie erfahren alles Wichtige über gesetzliche Bestimmungen, bautechnische Möglichkeiten, Fehlerquellen, Kostenarten und Verträge. Zahlreiche Fotos liefern Beispiele für Pfusch am Bau, aber auch für vorbildliche Lösungen zum energieeffizienten Bauen. Außerdem finden Sie viele

Tipps, wie Sie mit den Fachleuten vom Bau auf Augenhöhe kommunizieren können. So werden Sie selbst zum Fachmann (oder zur Fachfrau) und gewinnen die nötige Sicherheit, um zu einem perfekten Ergebnis zu kommen.

Aus dem Inhalt

- Gesetze und Verordnungen: EnEV und EEWärmeG
- Fallstricke bei Bauverträgen
- Energieeffizientes Bauen
- Pfusch verhindern und Kosten sparen
- Empfehlenswerte Baustoffe, Dämmstoffvergleich
- Luftdichtheit sicherstellen
- Brandschutz und Einbruchsicherungen
- Schimmel vorbeugen durch optimale Lüftung
- Checkliste energieeffizientes und kostenbewusstes Bauen

Der Autor

Reinhard Hoffmann ist Physiker, freier Fachjournalist und Autor mehrerer Bücher zu den Themen Altbausanierung, Haustechnik und erneuerbare Energien.

ISBN 978-3-645-65114-1



9 783645 65114 1

Euro 29,95 [D]