

BINE-Fachbuch

# Altbauten sanieren Energie sparen

3., aktualisierte Auflage

Doris Haas-Arndt  
Fred Ranft

Herausgeber

 **FIZ Karlsruhe**

Leibniz-Institut für  
Informationsinfrastruktur

**Fraunhofer IRB**  **Verlag**

 **BINE**  
Informationsdienst

Der BINE Informationsdienst bietet Kompetenz in neuen Energietechniken. Der intelligente Umgang mit knappen, wertvollen Energieressourcen, insbesondere in Gebäuden und der Gebäudetechnik, sowie die Nutzung erneuerbarer Energien sind die BINE-Kernthemen. Zu diesen Inhalten vereinen wir vielfältiges Know-how aus Forschung, Technik und Anwendung. Eine Übersicht über unser komplettes Produkt- und Dienstleistungsangebot finden Sie unter [www.bine.info](http://www.bine.info). Gerne senden wir Ihnen die Informationen auch zu.

BINE ist ein Informationsdienst von FIZ Karlsruhe und wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert.

Für weitere Fragen stehen Ihnen zur Verfügung:  
Dorothee Gintars (Redaktion)  
BINE Informationsdienst, FIZ Karlsruhe, Büro Bonn  
Kaiserstr. 185 – 197, 53113 Bonn  
Tel. 02 28 / 9 23 79-0, E-Mail: [bine@fiz-karlsruhe.de](mailto:bine@fiz-karlsruhe.de), [www.bine.info](http://www.bine.info)

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.  
ISBN: 978-3-8167-8361-9

ISBN Printausgabe: 978-3-8167-8361-9 | ISBN E-Book: 978-3-8167-8367-1

Herstellung und Layout: Dietmar Zimmermann | Umschlaggestaltung: Martin Kjer  
Satz: Mediendesign Späth, Birenbach | Druck: DZA Druckerei zu Altenburg GmbH, Altenburg

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, -Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© by FIZ Karlsruhe

Verlag und Vertrieb: Fraunhofer IRB Verlag  
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB  
Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart | Telefon (0711) 9 70-25 00  
Telefax (0711) 9 70-25 08 | E-Mail: [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)  
<http://www.baufachinformation.de>

Hinweis zu den Abbildungen: Soweit nachfolgend keine anderen Quellen genannt werden, stammen die Abbildungen von den Autoren.



<b>1</b>	<b>Warum sich eine Haussanierung lohnt</b> .....	7
1.1	Werterhalt und Wertverbesserung .....	7
1.2	Steigerung des Wohnkomforts.....	8
1.3	Einsparung von Energie.....	10
<b>2</b>	<b>Bauhistorischer Bestand</b> .....	12
2.1	Bauepochen in Deutschland und ihre typischen Wohngebäude .....	12
2.2	Historischer Gebäudebestand vor 1900 – Fachwerkhäuser .....	13
2.3	Historischer Gebäudebestand (1900 bis 1918).....	15
2.4	Gebäude zwischen dem 1. und 2. Weltkrieg (1919 bis 1945) .....	16
2.5	Gebäude der Nachkriegszeit (1945 bis 1959).....	17
2.6	Gebäude der sechziger Jahre (1960 bis 1969).....	18
2.7	Gebäude mit ersten Bestrebungen zur Energieeinsparung (1970 bis 1976).....	19
2.8	Gebäude nach Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung (1977 bis 1984).....	21
<b>3</b>	<b>Gesetzliche Vorgaben und energetische Standards</b> .....	22
3.1	Die Energieeinsparverordnung (EnEV) .....	22
3.2	Energetische Gebäudestandards .....	29
<b>4</b>	<b>Bauphysikalische Grundlagen für die Sanierung</b> .....	31
4.1	Wärmeschutz .....	31
4.2	Schutz vor Feuchteschäden.....	42
4.3	Luftdichtheit.....	43
4.4	Wärmebrücken .....	47
4.5	Solare Energiegewinne.....	48
4.6	Sommerlicher Wärmeschutz .....	48
<b>5</b>	<b>Gebäudediagnose und typische Schwachstellen</b> .....	55
5.1	Bestandsaufnahme.....	55
5.2	Maßnahmenplanung .....	57
5.3	Typische Schwachstellen.....	59
<b>6</b>	<b>Bautechnische Sanierungsmaßnahmen</b> .....	65
6.1	Bodenplatte und Kelleraußenwände.....	66
6.2	Decke und Wände zu unbeheizten Räumen .....	67
6.3	Außenwände .....	70
6.4	Schrägdächer und Dachraum.....	77
6.5	Flachdächer.....	80
6.6	Fenster und Türen .....	82
6.7	Balkone, Loggien und Wintergärten.....	86
6.8	Wärmebrücken .....	89



<b>7</b>	<b>Sanierungsmaßnahmen an der Haustechnik</b> .....	92
7.1	Wärmeerzeugung.....	93
7.2	Wärmeverteilung.....	104
7.3	Beitrag der passiven Sonnenenergie.....	108
7.4	Lüftung.....	110
7.5	Stromerzeugung mit Photovoltaikanlagen.....	119
<b>8</b>	<b>Zwei Sanierungsbeispiele</b> .....	121
8.1	Energetische Standardsanierung eines Reihen-Mittelhauses (Baujahr 1958).....	121
8.2	Umfassende Sanierung und Erweiterung eines Reihen-Endhauses aus den 20er Jahren.....	131
<b>9</b>	<b>Energetische und wirtschaftliche Bewertung von Sanierungsmaßnahmen</b> .....	143
<b>10</b>	<b>Altbausanierung in der Energieforschung</b> .....	148
10.1	Energieforschung – Ansätze und Ergebnisse.....	148
10.2	Sanierung mit neuen Konzepten und Materialien.....	149
<b>11</b>	<b>Zitierte Literatur und Abbildungsverzeichnis</b> .....	153
11.1	Zitierte Literatur.....	153
11.2	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	154
<b>12</b>	<b>Laufende und abgeschlossene Forschungsvorhaben aus der Energieforschung der Bundesregierung</b> .....	155
12.1	Laufende und abgeschlossene Forschungsvorhaben.....	155
12.2	Forschungsberichte.....	156
<b>13</b>	<b>Weiterführende Literatur</b> .....	157
13.1	BINE Informationsdienst.....	160
<b>14</b>	<b>Autorenangaben</b> .....	161



## Vorwort

Der Wärmebedarf von Neubauten hat sich in den letzten 20 Jahren aufgrund der zunehmend anspruchsvolleren gesetzlichen Baustandards und der weiterentwickelten Materialien und Konstruktionen etwa halbiert. Eine erneute Anpassung der Anforderungen in der Energieeinsparverordnung (EnEV) ist bereits angekündigt. Die aktuelle EnEV-Novelle von 2009 will mit dem verpflichtenden Energieausweis einen Anreiz schaffen, auch bestehende Gebäude auf einen zeitgemäßen energetischen Standard zu bringen.

Im Laufe der Jahre fallen in jedem Haus größere Instandhaltungsarbeiten an. Bei dieser Gelegenheit kann ein Bauherr bei nur geringen Mehrkosten gleichzeitig Maßnahmen zum Energiesparen realisieren. Warum also nicht gleich „Nägel mit Köpfen machen“, wenn ohnehin ein Gerüst steht, das Dach abgedeckt ist und das Wohnen zeitweilig durch Staub, Dreck und Baulärm eine Belastungsphase durchstehen muss?

5

Dieses Buch soll helfen, Chancen bei der Modernisierung zu erkennen und zu nutzen. Dabei muss man es nicht klassisch von Anfang bis Ende lesen. Möchte man erst einmal das eigene Haus und seine bautypischen Schwachstellen kennenlernen, beginnt man mit Kapitel 5. Wer sich am liebsten an erfolgreichen Beispielen orientiert, findet diese in Kapitel 8. Unabhängig vom gewählten Einstieg bietet das Buch eine Fülle von Informationen und Anregungen, aus Altbauten echte Energiesparhäuser zu machen. Die aktualisierte Auflage basiert bereits auf den Regelungen der EnEV 2009. Aus diesem Grund wurde das Kapitel 3 komplett überarbeitet.

FIZ Karlsruhe,  
Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur  
BINE Informationsdienst



# 1 Warum sich eine Haussanierung lohnt

Die Gründe für die Sanierung eines bestehenden Gebäudes sind vielfältig. Oft werden sie jahrelang im Kopf bewegt, bevor die Entscheidung fällt, die Sanierung endlich anzupacken. Manchmal ist auch ein konkreter Vorfall (es regnet durch's Dach, die alte Abflussleitung ist undicht etc.) Anlass, den lange gehegten Wunsch in die Tat umzusetzen. Jetzt ist es wichtig, sich etwas Zeit zu nehmen und über die Chancen und Risiken einer umfassenden Sanierung nachzudenken. Sanierungsmaßnahmen überdauern eine Generation und mehr. Eine professionelle Analyse des Gebäudes und Planung der Maßnahme hilft, Fehler zu vermeiden oder wichtige Details nicht zu vergessen.

Welchen Umfang soll die Sanierung haben? Werden alle Mängel auf einmal beseitigt und alle Wünsche erfüllt, oder ist die Sanierung in Stufen geplant? Welche Maßnahmen bringen die größten Energieeinsparungen und kosten am wenigsten Geld? Diese Überlegungen stehen am Anfang der Planung. Eine Gesamtsanierung schafft weniger Probleme, ein stufenweiser Ausbau kann jedoch aus finanziellen Gründen notwendig sein, oder weil das Haus während der Sanierung weiter bewohnt wird. Nur auf der Grundlage einer umfassenden Gesamtplanung können einzelne Maßnahmenpakete definiert, Kosten geschätzt und ein Zeitplan zur Umsetzung erstellt werden.

7

Eines der wichtigsten Sanierungsziele ist die energetische Verbesserung des Gebäudes. Hierzu gibt es gesetzlich vorgeschriebene Mindeststandards, die in der Energieeinsparverordnung (EnEV) festgelegt sind (vgl. Kap. 3.1). Der gegenwärtige Stand des Wissens und auch der Technik geht jedoch weit über diesen Mindeststandard hinaus.

## 1.1 Werterhalt und Wertverbesserung

Gebäude haben grundsätzlich nur eine begrenzte Lebensdauer, die bei den einzelnen Bestandteilen eines Hauses sehr unterschiedlich ist (vgl. Abb. 39). Neben der Qualität der Bauteile ist deren sorgfältige Pflege wichtig. Hat das Bauteil das Ende der Lebensdauer erreicht oder ist es verschlissen (z. B. ein zerbrochener Dachziegel, ein korrodiertes Abflussrohr, ein marodes Fenster), so muss es ausgetauscht werden. Diese Bestandpflege ist entscheidend für den aktuellen Wert eines Gebäudes. Ohne diese kontinuierliche Pflege folgen oft weitere wertmindernde Schäden (der zerbrochene Dachziegel, das defekte Abflussrohr lassen Wasser eindringen, mit der Folge, dass weitere Bauteile geschädigt werden).

Der Austausch alter Bauteile bietet aber auch die Chance, eine Wertverbesserung vorzunehmen (alte Fenster werden durch moderne Fenster mit Wärmeschutzverglasung ersetzt, der alte Teppichboden wird durch einen repräsentativen Dielenboden ersetzt).

## 1.2 Steigerung des Wohnkomforts

Bestehende Gebäude bieten oft und in vielerlei Hinsicht keinen zeitgemäßen Wohnkomfort mehr.

### Thermische Behaglichkeit

Der Platz am Esstisch in der Nähe eines einfach-verglasten Fensters ist meistens nicht beliebt. Es ist dort unbehaglich. Diese Empfindung wird oft mit „es zieht“ beschrieben. Tatsächlich ist es manchmal Zugluft (bei Winddruck auf der Fassade), die das Unbehagen auslöst, häufig verursacht jedoch die kalte Glasscheibe das Kälteempfinden.

Der menschliche Körper steht im Temperatúraustausch mit der Umgebung. In Gebäuden sind dies die umgebenden Bauteile (Fenster, Wände, Boden, Decke, auch Heizkörper) und die Raumluft. Die Temperatur dieser Bauteile teilt sich dem Körper über Wärmestrahlung mit. Diese Strahlungstemperatur ist neben der Raumlufttemperatur für das Wohlbefinden verantwortlich. Wir bilden unbewusst aus beiden Faktoren einen Mittelwert, die so genannte Empfindungstemperatur. Eine niedrige Temperatur der Bauteile kann zwar teilweise durch eine höhere Lufttemperatur ausgeglichen werden, trotzdem sollten beide Werte nicht mehr als 3 bis 4 °C auseinander liegen.

Wer in der Nähe eines kalten Fensters sitzt, wird das Heizkörperventil aufdrehen und die Raumlufttemperatur erhöhen, damit die Behaglichkeit einigermaßen wiederhergestellt ist. Mit jedem „°C“ höherer Raumlufttemperatur werden aber 6 % Heizenergie mehr verbraucht. Zum anderen sind für das Wohlbefinden und für die Gesundheit eine niedrige Lufttemperatur und eine hohe Strahlungstemperatur günstig. Abbildung 1 stellt den Bereich der Empfindungstemperatur dar, der als behaglich empfunden wird, als Abhängigkeit von Oberflächen- und Lufttemperatur. Für drei verschiedene Bauteile wird gezeigt, ob und wie behagliche Zustände erreicht werden können. Die thermische Qualität der Bauteile wird in der Grafik mithilfe des U-Wertes gekennzeichnet. Dieser U-Wert wird in Kapitel 4.1 erläutert.

Eine alte „Isolierverglasung“ (moderne Verglasungen nennt man Wärmeschutzverglasungen) hat, bei  $-10\text{ °C}$  Außenlufttemperatur und  $20\text{ °C}$  Innenlufttemperatur, auf der Innenseite lediglich eine Oberflächentemperatur von  $10\text{ °C}$ . Selbst bei erhöhter Lufttemperatur kann hier keine thermische Behaglichkeit erreicht werden. Eine ungedämmte Außenwand (36,5 cm Ziegel) erreicht unter den gleichen Bedingungen eine Oberflächentemperatur von  $14\text{ °C}$ . Bei  $24\text{ °C}$  Raumlufttemperatur wird die thermische



Behaglichkeit knapp erreicht. Erst eine gedämmte Außenwand ist auf der Innenseite 19°C warm und ermöglicht bei energiesparenden Innenlufttemperaturen von 19 bis 20°C ein angenehmes Raumklima.

Die Kälte der Fensterfläche ist, neben kalter Frischluft, der Grund, warum früher Heizkörper unterhalb der Fenster angeordnet wurden. Bei modernen, sehr gut gedämmten Dreifach-Verglasungen ist dies nicht mehr nötig. Der Platz für den Heizkörper kann nach anderen Gesichtspunkten, z.B. kostengünstige Leitungsführung, gewählt werden.

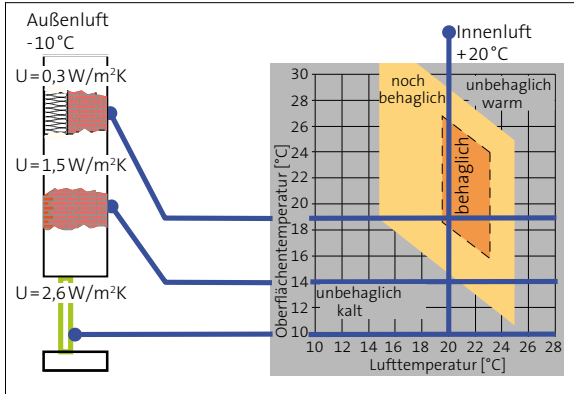


Abb. 1: Einfluss von Oberflächen- und Lufttemperatur auf die thermische Behaglichkeit

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen für einen Wohnraum, dass bei besser gedämmten Bauteilen die Lufttemperatur um bis zu 4°C geringer sein kann, als bei schlecht gedämmten Bauteilen. Dies bedeutet weniger Energieverbrauch und ein gesünderes Raumklima, da die Schleimhäute bei geringerer Lufttemperatur weniger austrocknen.



Abb. 2: Schlechte Dämmung: Trotz hoher Raumlufttemperatur große Unterschiede in der Wärmeverteilung im Raum, Wohnbehaglichkeit ist gestört



Abb. 3: Gute Dämmung: Trotz niedriger Raumlufttemperatur nur geringe Unterschiede in der Wärmeverteilung im Raum. Angenehme Wohnbehaglichkeit

## Funktionsverbesserung

Alte Gebäude haben oft nur wenige und kleine Fenster. Begründet war dies mit der schlechten thermischen Qualität früherer Gläser. Zu einem zeitgemäßen Wohnkomfort gehören jedoch sowohl licht- bzw. sonnendurchflutete Räume als auch die Möglichkeit der Querlüftung (gegenüberliegende Fenster werden geöffnet), die im Zuge einer Sanierung geschaffen werden können.

Auch die Raumgrößen und -zuschnitte entsprechen oft nicht mehr heutigen Anforderungen. Durch das Zusammenlegen von Räumen oder kleinen Wohnungen, manchmal auch durch das Teilen von großen Wohnungen, können heutige Raumbedürfnisse befriedigt werden. Die Umbauten sollten mit dem Bewusstsein vorgenommen werden, dass zukünftige Entwicklungen wieder andere räumliche Bedingungen erfordern können. Daher sind flexible Grundrisse von Vorteil.

Neue Zugänge zum Freibereich sowie der nachträgliche Anbau von Balkonen und Loggien oder das Nutzbarmachen von Flachdächern als Dachgärten erhöhen den Wohnkomfort ganz wesentlich. Schließlich bietet ein Umbau oder eine Sanierung des Gebäudes auch die Möglichkeit, die Ästhetik des Baukörpers und seiner Fassaden zu verbessern.

## 1.3 Einsparung von Energie

Die privaten Haushalte verbrauchen etwa 30 % der gesamten Endenergie. Von diesem häuslichen Energieverbrauch entfallen etwa 77 % auf die Raumheizung und 12 % auf die Warmwasserbereitung.

Die Sanierung bestehender Gebäude hat daher große Bedeutung. Gebäude, die vor mehr als 20 Jahren gebaut wurden, entsprechen in vielerlei Hinsicht nicht mehr heutigen Energiestandards. Der Anteil von Gebäuden dieser Baujahre an der Gesamtzahl von Wohngebäuden beträgt etwa 86 %.

Die jährliche Neubaurate liegt weit unter 1 %. In Architekturbüros und Handwerksbetrieben überwiegen Sanierungsaufgaben gegenüber Neubauten. Da leuchtet es ein, dass Strategien zur Energieeinsparung und zur CO<sub>2</sub>-Minderung wegen der Anzahl der Gebäude und der hohen Einsparpotenziale vor allem auf den Baubestand zielen.

Die Einsparmöglichkeiten bei bestehenden Gebäuden sind enorm: Einsparungen von 50 % und mehr sind keine Seltenheit. Viele Maßnahmen amortisieren sich innerhalb kurzer Zeit! Da die Energiepreise zukünftig weiter steigen werden, lassen sich so hohe Heizkosten für die Zukunft vermeiden.

Gelingt es, bei einem bestehenden Gebäude den Heizenergieverbrauch auf 30–70 kWh pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr zu reduzieren, so ist das Gebäude nach der Sanierung ein echtes Niedrigenergiehaus und ermöglicht daher behagliches Wohnen zu niedrigen Heizkosten.

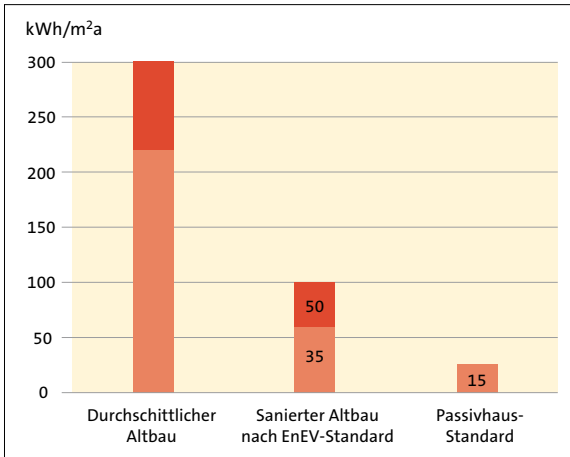


Abb. 4: Heizenergieverbrauch von Altbauten mit unterschiedlichem Standard (dunkelroter Bereich: Variationsbreite)

## 2 Bauhistorischer Bestand

Voraussetzung für die Ermittlung der Möglichkeiten und Grenzen einer energetischen Sanierung, ist die Bewertung der Bausubstanz eines Gebäudes. Als hilfreich kann sich hierbei die Differenzierung nach verschiedenen Baualtersklassen erweisen, die in ihrer Ausführung, je nach historischen Einschnitten oder der Einführung wärme- bzw. bautechnischer Normen, variieren. Bausubstanzen spiegeln in der Regel auch den Reichtum der jeweiligen Epoche wider, sodass ein Gebäude, das vor 100 Jahren gebaut wurde, unter Umständen eine bessere Bausubstanz aufweisen kann als ein neueres, welches in Zeiten wirtschaftlicher Not entstand.

12

Energierrelevante Unterscheidungsmerkmale der jeweiligen Bauepochen lassen sich sowohl in der Konstruktion der Außenbauteile als auch in den eingesetzten Baustoffen und Schichtstärken finden. Generell sorgen jedoch in allen Bauepochen, in denen der Wärmeschutz keine nennenswerte Rolle spielte, geringe Wärmedämmungen, hohe Wärmedurchgangskoeffizienten, Undichtigkeiten im Bereich der Fenster und der ausgebauten Dachgeschosse, Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste sowie Energieverluste durch überalterte Heizungsanlagen in unterschiedlich ausgeprägter Weise für einen hohen Heizenergieverbrauch. Bautechnisch zu betrachten sind dabei, neben Außenwänden und Fenstern, alle wärmeabgebenden Flächen des Gebäudes. Hierzu gehören auch oberste Geschossdecken oder Dachschrägen und Kellerdecken.

### 2.1 Bauepochen in Deutschland und ihre typischen Wohngebäude

Der Gebäudebestand in Deutschland kann in etwa in 7 Baualtersklassen unterteilt werden:

- historischer Gebäudebestand vor 1900, z. B. Fachwerkhäuser,
- historischer Gebäudebestand (1900 bis 1918),
- Gebäude zwischen dem 1. und 2. Weltkrieg (1919 bis 1945),
- Gebäude der Nachkriegszeit (1945 bis 1959),
- Gebäude der sechziger Jahre (1960 bis 1969),
- Gebäude mit ersten Bestrebungen zur Energieeinsparung (1970 bis 1976),
- Gebäude nach Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung (1977 bis 1984).

Die Gebäudetypologien, die sich nach den oben aufgeführten Entstehungsjahren klassifizieren lassen, variieren im Einzelnen durch regionale Besonderheiten und lassen lediglich eine grobe Verallgemeinerung für Bauten in ganz Deutschland zu. Wenn auch insbesondere in den sechziger und siebziger Jahren überregionale Gemeinsamkeiten augenfällig sind, so muss doch im konkreten Sanierungsfall eine regionsspezifische, baukonstruktive Feineinteilung und ggf. eine genauere Untersuchung der jeweiligen Stadtbaugeschichte vorgenommen werden. Zur Ermittlung des genaueren Heizener-

gieverbrauchs sowie des Einsparpotenzials ist zumindest die detaillierte Kenntnis der Baukonstruktion des jeweiligen Haustyps erforderlich [1].

Existieren keine Detailpläne vom Gebäude mehr, empfiehlt es sich, Auskünfte bei Experten einzuholen. Dies können Mitarbeiter von Wohnungs- und Bauträgergesellschaften sein, die den Wohngebäudebestand einer Bauepoche verwalten, Architekten, die z. B. in der Nachkriegszeit gebaut und geplant haben und mit den damaligen Konstruktionen vertraut sind, oder aber Baufachleute, die auch als Energieberater tätig sind. Relevant sind Aussagen hinsichtlich der Schichtfolge, Schichtstärke und Materialwahl der Außenwände, der Kellerdecken, der Dachschrägen und der obersten Geschossdecken sowie Anschlüsse und Eigenschaften der Fenster.

Im Folgenden wird eine kurze Beschreibung der typischen konstruktiven und ästhetischen Merkmale sowie ein Hinweis auf die energetischen Daten der jeweiligen Bauweise gegeben. Auf eine Angabe über die Art der Beheizung wurde generell verzichtet, da sich in nahezu keinem Gebäudetyp, der älter als 25 Jahre ist, noch ursprüngliche Wärmeerzeuger und Heizungsanlagen befinden, sodass allgemeine Aussagen hierzu kaum möglich sind. Zu den typischen Schwachstellen der Gebäude wird ergänzend auf Kapitel 5 hingewiesen.

## 2.2 Historischer Gebäudebestand vor 1900 – Fachwerkhäuser

Bei Gebäuden, die vor Beginn des 20. Jahrhunderts errichtet wurden, kann es sich um Fachwerkhäuser oder aber um verputzte Massivbauten handeln, über die selten noch Unterlagen vorhanden sind. Meist existieren ohnehin nur noch Fragmente des ursprünglichen Zustandes, der im Lauf der Zeit mit zahlreichen An- und Umbauten verändert wurde, es sei denn, die Gebäude standen unter Denkmalschutz. Zudem weisen sie regional konstruktive Unterschiede auf.



Abb. 5: Fachwerkhäus

Problematisch bei Fachwerkhäusern sind insbesondere die sehr dünnen Außenwände von ca. 12 bis 16 cm, die hohe Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) aufweisen. Unverkleidet sind sie weder wind- noch schlagregendicht. Eine außen angebrachte Wärmedämmung würde jedoch den ästhetischen Charakter der oft sehr schönen Fassaden zerstören. Zudem sind die Räume in diesen Gebäuden meist sehr klein und niedrig, sodass wiederum eine Innendämmung diese Eigenschaft noch verstärken würde, abgesehen

von den bauphysikalischen Problemen, die eine Innendämmung mit sich bringt (vgl. Kap. 6.3.4). Die einfach verglasten Fenster sind undicht und die einzelnen Fensterflächen minimal, sodass wenig Tageslicht eindringen kann und solare Gewinne schwer zu erzielen sind.

Bei der Kellerdecke handelt es sich in der Regel um eine Kappendecke mit Dielenboden und gestampftem Lehm zum Erdreich. Die oberste Geschossdecke ist vielfach eine Holzbalkendecke mit Dielenboden und unterseitigem Putz auf einer Schilfrohrmatte als Putzträger [2]. Neben der Wärmedämmung fehlt meist ein hinreichender Schutz gegen aufsteigende Feuchtigkeit.

Der Heizwärmebedarf dieser Gebäude liegt im Durchschnitt zwischen 230 und 425 kWh/m<sup>2</sup>a und variiert, je nach Zustand des Gebäudes.<sup>1</sup> Ein sehr guter Energiestandard ist bei Fachwerkhäusern nach einer Sanierung zwar schwer zu erreichen, da diese Häuser jedoch einen extrem hohen Heizenergiebedarf aufweisen, kann mit geringen Maßnahmen viel Energie gespart werden.

Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Besonderheiten/ Typische Schwachstellen
Außenwand	unverkleidetes Sichtfachwerk, Außenwände 12–16 cm aus Eiche und Leichtlehm	2,1–2,2	dünne, ungedämmte Außenwände; geringer Wärme- und Schallschutz; kleine Räume mit geringen Geschosshöhen; Undichtigkeit gegen Wind- und Schlagregen; Sichtfachwerk bedingt Innendämmung
Kellerdecke	Kappendecke, Dielenboden und gestampfter Lehm zum Erdreich	2,3	
Oberste Geschossdecke	Holzbalkendecke mit Lehmschlag, Dielenboden und unterseitigem Putz auf einer Schilfrohrmatte als Putzträger	1,5	
Dachschräge	Schalung mit Putz auf Putzträger	1,8–2,9	
Fenster	Holzfenster mit Sprossen, einfach verglast	5,2	gering bemessene Fensterflächen und geringer Tageslichteinfall

Abb. 6: Historischer Gebäudebestand vor 1900 – z. B. Fachwerkhäuser

<sup>1</sup> Bei den Angaben zum Heizwärmebedarf handelt es sich um Durchschnittswerte aus verschiedenen Forschungsprojekten sowie aus [3].

## 2.3 Historischer Gebäudebestand (1900 bis 1918)

Bei den um die Jahrhundertwende errichteten so genannten Gründerzeithäusern handelt es sich meist um eine geschlossene, innerstädtische Bauweise, für die großräumige Wohnungen mit hohen Geschossdecken typisch sind.

In der Zeit bis 1918 existieren in der Baukonstruktion relativ wenige Varianten. Die Außenwände bestehen, je nach statischen Anforderungen, aus beidseitig verputztem, im Erdgeschoss bis zu 74 cm starkem Vollziegelmauerwerk, mit einem U-Wert von ca.  $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ . In den darüber liegenden Geschossen reduzieren sich die Wandquerschnitte jeweils auf bis zu 36,5 cm in den oberen Etagen; entsprechend vergrößern sich auch die Wärmedurchgangskoeffizienten. Während die rückwärtige Fassade meist glatt und schmucklos verputzt oder als Sichtmauerwerk ausgeführt wurde, ist die Fassade zur Straße hin mit Stuck oder mit einer Mauerwerksornamentik versehen. Will man diese erhalten (evtl. Denkmalschutz), ist meist nur eine Innendämmung möglich.

Kellerdecken kommen zu dieser Zeit häufig als Holzbalkendecken mit Lehmschlag, als Hohlsteindecke oder aber als flach gemauertes Ziegelgewölbe (preußische Kappendecke) vor. Auch die obersten Geschossdecken wurden meist als Holzbalkendecken mit Lehmschlag ausgeführt. Oberseitig schließt die Konstruktion mit einer vernagelten Dielung ab, unterseitig wurde auf Schilfrohmatten geputzt. Die Dachschrägen haben lediglich eine Sparschalung, die als Träger für Schilfrohmatten und Putz dient. Fenster

sind Sprossenfenster mit Holzrahmen und Einfachverglasung, selten kamen Kastenfenster zum Einsatz.

Der Heizwärmebedarf liegt bei diesen Gebäuden im Durchschnitt zwischen 200 und  $350 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , je nachdem, ob es sich um freistehende Einfamilienhäuser, Reihenhäuser oder um mehrgeschossigen Wohnungsbau handelt.



Abb. 7: Gründerzeithäuser

Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Besonderheiten/ Typische Schwachstellen
Außenwand	beidseitig verputztes, 24–74 cm starkes Vollziegelmauerwerk	1,5–0,9	Stuckornamentik der Fassaden bedingt Innendämmung
Kellerdecke	Holzbalkendecke mit Lehmschlag, Hohlsteindecke oder gemauertes Ziegelgewölbe	1,2	
Oberste Geschossdecke	Holzbalkendecke mit Lehmschlag	1,0–1,5	
Dachschräge	Sparschalung mit Putz auf Schilfrohrträger	2,9	
Fenster	Holzfenster, einfach verglast; Kastenfenster	5,0 2,5–2,6	Undichtigkeiten der Fenster

Abb. 8: Historischer Gebäudebestand (1900 bis 1918)

### 2.4 Gebäude zwischen dem 1. und 2. Weltkrieg (1919 bis 1945)

Gebäude aus dieser Zeit sind untereinander sowohl in der Bauweise als auch in ihrer Ästhetik sehr viel heterogener als die Wohnhäuser der Gründerzeit. Wohnungsgrundrisse und Wandquerschnitte sind nunmehr wesentlich kleiner dimensioniert als bei den Bauten der Jahrhundertwende. Besonders prägend für diese neue Architektur sind die zwanziger Jahre.

Die Gebäude bestehen meist aus massiven Außenwänden, zum Teil aber auch bereits aus zweischaligem Mauerwerk mit einer Luftschicht in der Mitte. Es existieren sowohl Fassaden mit Sichtmauerwerk als auch Putzfassaden, viele sind mit Putz- oder Backsteinapplikationen ausgebildet. Holzbalkendecken werden erstmalig durch Stahlbetondecken ersetzt. Bei den Fenstern handelt es sich nach wie vor um einfach verglaste

Holzfenster, zum Teil um Kastenfenster. Die Kellerdecke besteht aus einer Kappendecke, die entweder aus Beton oder aus Mauersteinen hergestellt und mit Holzdielen oder mit Verbundestrich und Terrazzo belegt wurde. Die oberste Geschossdecke ist in der Regel eine Holzbalkendecke mit oberseitigem Dielenboden und unterseitigem Putz auf Schilfrohrmatten oder ähnlichen Putzträgern.



Abb. 9: Saniertes Gebäude der zwanziger Jahre



Der Heizwärmebedarf dieser Gebäude liegt im Durchschnitt zwischen 200 und 375 kWh/m<sup>2</sup>a, unterschieden nach dem Zustand des Gebäudes oder ob es sich um Ein- oder Mehrfamilienhäuser handelt.

Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Besonderheiten/ Typische Schwachstellen
Außenwand	Vollziegelmauerwerk, 24 cm, beidseitig verputzt; zweischaliges Mauerwerk, je 11,5 cm, 6–7 cm Luftschicht	1,1–2,0 1,5	geringer Wärmeschutz; erste zweischalige Konstruktionen; Schmuckfassaden mit Backsteinapplikationen bedingen Innendämmung
Kellerdecke	Kappendecke – entweder aus Beton oder gemauert	1,2	
Oberste Geschossdecke	Holzbalkendecke, oberseitig Dielenboden, unterseitig Putz	1,4–1,5	
Dachschräge	Sparschalung mit Putz auf Schilfrohrträger	2,9	
Fenster	Holzfenster, einfach verglast; Kastenfenster	5,2 2,5–2,6	

Abb. 10: Gebäude zwischen dem 1. und 2. Weltkrieg (1919 bis 1945)

## 2.5 Gebäude der Nachkriegszeit (1945 bis 1959)

Die Nachkriegsbebauung ist aufgrund der Wohnungsnot und der Anforderung, auf einfachste Weise Wohnraum zu erstellen, von mangelnder Materialqualität und schlechter Bauausführung gekennzeichnet. Die schnell erstellten Wohnungen sind klein, Außenwände weisen minimale Querschnitte auf. Die Fassaden sind schmucklos und glatt verputzt.

Die Baukonstruktion von Mehrfamilienhäusern bleibt auf das bautechnisch notwendige Minimum beschränkt. In Einfamilien- und Reihenhäusern finden sich tendenziell etwas aufwendigere Konstruktionen, wie z. B. zweischaliges Mauerwerk oder geringfügige Wärmedämmungen. Die Gebäude sind insofern relativ einfach zu sanieren, da sie weder Sichtmauerwerk noch Stuckfassaden aufweisen, sodass eine Wärmedämmung problemlos von außen vorgenommen werden kann.

In den ersten Nachkriegsjahren werden in Wohngebäuden Vollziegel für Außenwände eingesetzt, in den späten fünfziger Jahren verwendet man in erster Linie Hohlblocksteine, meist aus Bimsstein o. ä., in einer Dicke von 24 cm. In Einfamilien- und Reihenhäusern kommen einige wenige Wärmedämmungen in Form von 5 cm starken Innendämmungen aus mineralisierten Holzwolfeplatten vor. Auch die Dachschrägen werden auf diese Weise verkleidet und anschließend verputzt. Kellerdecken bestehen in allen Gebäuden in der Regel aus Ortbeton, oberseitig entweder mit Dielung oder Estrich



Abb. 11: Gebäude der Nachkriegszeit

versehen; ebenso sind oberste Geschossdecken bei nicht ausgebauten Dächern konzipiert. Fenster kommen sowohl einfach verglast als auch als Kasten- oder Verbundfenster zum Einsatz.

Der Heizwärmebedarf liegt bei diesen Gebäuden im Durchschnitt zwischen 150 und 320 kWh/m<sup>2</sup>a.

Bauteil	Beschreibung	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Besonderheiten/Typische Schwachstellen
Außenwand	Vollziegelmauerwerk, beidseitig verputzt; Hohlblockstein, meist aus Bimsstein, beidseitig verputzt, 24–30 cm	1,5	Massenwohnungsbau wegen Wohnungsnot; Materialmängel; schlichte, schmucklose Bauweise; geringe oder keine Wärmedämmung
		1,3	
Kellerdecke	Ortbeton, oberseitig entweder mit Dielung oder Estrich	2,0	
Oberste Geschossdecke	Betondecke mit unterseitigem Putz	3,0	
Dachschräge	2–5 cm verputzte Holzwolleleichtbauplatten	1,5–1,8	
Fenster	Holzfenster, einfach verglast; Kasten- oder Verbundfenster	5,2	Undichtigkeiten
		2,6	

Abb. 12: Gebäude der Nachkriegszeit (1945 bis 1959)

### 2.6 Gebäude der sechziger Jahre (1960 bis 1969)

In den sechziger Jahren sind Wohnraumnot und Materialmangel der unmittelbaren Nachkriegszeit weitgehend überwunden. Die Architektur zeichnet sich durch gerasterte Beton- oder Putzfassaden oder schlichtes Sichtmauerwerk sowie Flachdächer mit betonten Attiken aus. Zentralheizungen halten Einzug in die Wohnungen.

Außenwände bestehen entweder aus beidseitig verputzten, 24 bis 30 cm dicken Hohlblocksteinen, die sich hinter Heizkörpern als Nischen auf 11,5 cm reduzieren, oder aus zweischaligem Mauerwerk mit Luftschicht und Vormauerschale. Das vorwiegend eingesetzte Flachdach ist als Warm- oder Kaltdach konstruiert. Bei Gebäuden mit Dachneigung wird die oberste Geschossdecke aus Beton hergestellt und mit Verbundestrich und unterseitigem Putz versehen. Die Dachsparren erhalten eine raumseitige Verkleidung mit Holzwolleleichtbauplatten sowie Vertäfelung oder Putz. Die Fenster sind meist ein- bis zweifach verglaste Holzfenster mit Rollladenkästen. Die Kellerdecke