

## Massiv- und Holzbau bei Wohngebäuden

### Vergleich von massiven Bauweisen mit Holzfertigbauten aus kostenseitiger, bautechnischer und nachhaltiger Sicht



Dietmar Walberg

Oliver Brosius

Thorsten Schulze

Antje Cramer

## Impressum

Herausgeber:  
Dietmar Walberg

Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes  
Bauen e.V.  
Walkerdamm 17  
24103 Kiel  
Telefon 0431 – 66369-0  
Telefax 0431 – 66369-69  
mail@arge-sh.de  
www.arge-sh.de

Autoren:  
Dietmar Walberg  
Oliver Brosius  
Thorsten Schulze  
Antje Cramer

ISBN 978-3-939268-30-7

Die Bauforschungsberichte erscheinen in loser Folge.

Kiel, Januar 2015

# Massiv- und Holzbau bei Wohngebäuden

Vergleich von massiven Bauweisen mit Holzfertigbauten aus kostenseitiger, bautechnischer und nachhaltiger Sicht

**Auftraggeber:** Deutsche Gesellschaft für Mauerwerks- und Wohnungsbau e.V.  
- DGfM

**Auftragnehmer:** Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.  
Walkerdamm 17  
24103 Kiel

**Datum:** 08.01.15

## Bauforschungsbericht Nr. 68

### Herausgeber

Dietmar Walberg  
Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.

### Text und Inhalt

Dietmar Walberg  
Oliver Brosius  
Thorsten Schulze  
Antje Cramer

ISBN 978-3-939268-30-7

# ARGE//eV

Arbeitsgemeinschaft  
für zeitgemäßes Bauen e.V.

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	4
2.	Historischer Einsatz von Holz, Stein und Ziegel im Raum Nordeuropas.....	5
2.1.	Bauen - ein elementares, menschliches Bedürfnis.....	5
2.2.	Frühzeit – erste Behausungen.....	5
2.3.	Frühes Mittelalter bis spätes 16. Jahrhundert.....	6
2.4.	Rohstoffverfügbarkeit und Brandschutz in der Mitte des 16. Jahrhunderts bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts.....	7
2.5.	Industrialisierung und Gründerzeit im 19. Jahrhundert.....	8
2.6.	Erster Weltkrieg, Wohnungsnot und Rohstoffknappheit am Anfang des 20. Jahrhunderts.....	9
2.7.	Materialoptimierung in der Mitte des 20. Jahrhunderts.....	10
2.8.	Energiekrise und Klimawandel zum Ende des 20. Jahrhunderts.....	10
2.9.	Technische Weiterentwicklung von Wandbaustoffen und Konstruktionsarten im Zuge des fortschreitenden Klimawandels im 21. Jahrhundert.....	11
3.	Nachhaltigkeitsbewertung.....	12
3.1.	Nachhaltigkeit als Systemfunktion.....	12
3.2.	Die politische Einführung und Umsetzung von Nachhaltigkeitsstrategien.....	12
3.3.	Bauwesen und Immobilienwirtschaft als umweltverändernder Faktor.....	13
3.4.	Internationale Bewertungssysteme in der Anwendung.....	14
3.5.	Deutsche Bewertungssysteme in der Anwendung.....	15
3.5.1.	DGNB.....	15
3.5.2.	NaWoh.....	17
3.5.3.	BNB.....	18
3.6.	Auswirkungen der Bewertungssysteme auf die Förderbedingungen im Mietwohnungsbau.....	18
3.6.1.	Auswirkungen des DGNB-Siegels und des NaWoh-Siegels.....	18
3.6.2.	Weitere Auswirkungen auf Förderbedingungen für besondere Quartiere.....	19
3.7.	Rohstoffversorgung in Deutschland – Massive Baustoffe und Holz.....	19
4.	Gegenüberstellung der technischen Vor- und Nachteile von Holz- und Massivkonstruktionen.....	22
4.1.	Einleitung.....	22
4.2.	Wohngebäude in Massivbauweise (Stahlbeton, Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton, Leichtbeton/Bims).....	22
4.3.	Wohngebäude in Holzbauweise.....	24
4.4.	Statistiken.....	24
4.5.	Bautradition und Handwerk.....	25
4.6.	Politische und bauordnungsrechtliche Rahmenbedingungen.....	26
4.7.	Technische Vor- und Nachteile von Holz- und Massivkonstruktionen.....	28
4.7.1.	Gesamtheitliche Betrachtung Einfamilienhaus.....	28
4.7.2.	Erläuterung der Massivbau- und Leichtbauweise.....	29
4.8.	Gesamtheitliche Betrachtung Einfamilienhaus EFH – Pro Massivbauweise.....	30
4.8.1.	Weitere Argumente für die Massivbauweise.....	33
4.9.	Gesamtheitliche Betrachtung Einfamilienhaus EFH - Holzbauweise.....	35
4.9.1.	Erläuterung „Elementwand“ in Leichtbauweise -.....	35
4.10.	Gesamtheitliche Betrachtung Einfamilienhaus EFH - Pro Holzbauweise.....	35
4.10.1.	Weitere Argumente für die Holzbauweise.....	36
4.11.	Gesamtheitliche Betrachtung Mehrfamilienhaus MFH - Pro Massivbauweise.....	38
4.11.1.	Weitere Argumente für die Massivbauweise.....	40

4.12.	Gesamtheitliche Betrachtung Mehrfamilienhaus MFH - Pro Holzbauweise .....	43
4.12.1.	Weitere Argumente für die Holzbauweise bei Mehrfamilienhäusern .....	44
5.	Beispielhafte und vergleichende Darstellung der Baukosten für ein modellhaftes Ein- sowie Mehrfamilienhaus .....	45
5.1.	Realistische Baukosten am Beispiel eines Einfamilienhauses .....	45
5.2.	Hinweise zu „Bauträger“ .....	47
5.2.1.	Bauträger „versteckte“ Baukosten.....	48
5.3.	Fertighausanbieter – „versteckte Baukosten“ .....	51
5.3.1.	Einleitung 51	
5.3.2.	Hinweise zu „versteckten“ Baukosten .....	51
5.4.	Hinweise aus technologischer Sicht / Fertighäuser in Holzbauweise .....	54
5.5.	Kostenvergleich verschiedener Bauweisen im Wohnungsbau .....	56
5.5.1.	Modellgebäude ( „Typengebäude“- Einfamilienhaus und Mehrfamilienhaus) .....	56
5.5.2.	Definition 56	
5.5.3.	Eckdaten für das Typengebäude – Einfamilienhaus.....	57
5.5.4.	Eckdaten für das Typengebäude – Mehrfamilienhaus.....	57
5.5.5.	Beispielhafte Darstellung .....	57
5.5.6.	Typengebäude Einfamilienhaus – freistehend.....	58
5.5.7.	Typengebäude Mehrfamilienhaus – freistehend.....	59
5.6.	Kostenvergleich – Kosten von Außenwandkonstruktionen und Baukosten .....	59
5.6.1.	Erläuterung Kostenbetrachtung – Außenwandkonstruktionen und Baukosten .....	59
5.6.2.	Datenbasis .....	60
5.6.3.	Allgemeine Hinweise .....	60
5.6.4.	Vorgehen bei der Kostenbewertung - Baukosten .....	61
5.6.5.	Grund- und Zusatzvariante .....	62
5.7.	Kostenvergleich Außenwandkonstruktionen und Baukosten KG 300 bis 400 Einfamilienhaus .....	63
5.7.1.	Einfamilienhaus - Außenwandkonstruktionen.....	63
5.7.2.	Einfamilienhaus – Baukosten (Kostengruppe 300 und 400).....	64
5.8.	Kostenvergleich Außenwandkonstruktionen und Baukosten KG 300 bis 400 Mehrfamilienhaus .....	67
5.8.1.	Mehrfamilienhaus - Außenwandkonstruktionen.....	67
5.8.2.	Mehrfamilienhaus – Baukosten (Kostengruppe 300 und 400).....	68
6.	Zusammenfassung der Ergebnisse – Fazit .....	71
7.	Quellen und Literatur.....	73

## 1. Einleitung

Die Herstellung von Wohngebäuden – insbesondere der Gebäudehülle – bekommt im Zuge der Anforderungen nach Energieeffizienz und Nachhaltigkeit eine immer bedeutendere Rolle.

So ist stets auch die Entscheidung nach der jeweiligen Bauweise (Massiv oder Holz) sowohl bei Ein- als auch bei Mehrfamilienhäusern unter der Beachtung einer Vielzahl von Parametern abzuwägen. Nicht allein die Energieeffizienz oder die Nachhaltigkeit, sondern auch technische und wirtschaftliche Aspekte sind gegenüberzustellen und zu bewerten.

Die vorliegende Studie soll die Massivbauweisen im Vergleich zu den Holzbauweisen in Bezug auf kostenseitige, bautechnische und nachhaltige Aspekte hin genauer untersuchen.

Schwerpunkt der Studie sind die beispielhaften und vergleichenden Darstellungen der Baukosten für ein modellhaftes Ein- und Mehrfamilienhaus. Die Auswirkungen der Kosten und der jeweiligen konstruktiven Aufwendungen der Bauweisen werden hier miteinander verglichen.

Hierzu wurden je ein Typengebäude „Einfamilienhaus“ und „Mehrfamilienhaus“ entwickelt und definiert. Diese Typengebäude wurden jeweils in ihren wesentlichen konstruktiven Bauweisen „Massiv oder Holz“ angepasst, so dass sie untereinander sachlich zu vergleichen sind. Dabei wurde jeweils eine „Grund- und Zusatzvariante“ entwickelt, die in der Studie noch näher beschrieben sind.

## 2. Historischer Einsatz von Holz, Stein und Ziegel im Raum Nordeuropas

### 2.1. Bauen - ein elementares, menschliches Bedürfnis

„Bauen entspringt dem elementaren Bedürfnis des Menschen nach Schutz vor Wind und Wetter, Raub und Mord. Der Mensch braucht Behausungen. Bauen, wachsen, werden, sein, wohnen haben eine gemeinsame Sprachwurzel.“

Bauen bedeutet aber auch: Zerstörung, Rohstoff- und Energieverbrauch, Flächenverbrauch. Die Rückführung verbauter Baustoffe in einen volkswirtschaftlich nutzbringenden Stoffkreislauf ist in der Regel – wie bei Stahl und Stahlbeton – mit hohem Energieaufwand verbunden oder wie bei Verbund- und Kunststoffen noch nicht wirtschaftlich möglich....

Die angestrebte Dauerhaftigkeit der Bauwerke konterkariert geradezu schnelle Kreisläufe, wie sie zum Beispiel auf den Bau eines Vogelnestes oder eines Wespenstockes nach Verlassen der Behausung durch Zerfall der organischen Substanz, durch Mineralisierung und Wiederaufnahme als Nährstoffe für pflanzliches Wachstum folgen. Organismen wie Pilze und Insekten, die zum Beispiel beim Holz durch Zersetzen der Zellulose eine schnelle Aufbereitung für den natürlichen Kreislauf bewirken, werden vielmehr bekämpft<sup>1</sup>.

Die Bautätigkeit der Menschen war von jeher geprägt durch die Art und Beschaffenheit der vorgefundenen Ressourcen. Durch Erfahrung, technischen Fortschritt, gesellschaftliche Entwicklung und Transportmöglichkeiten, verändern sich viele Materialien mit den Anforderungen im Laufe der Zeit stark. Etwas zu bauen was noch vor Jahren unmöglich in der Umsetzung erschien, ist so plötzlich möglich geworden.

Im Zuge des rasanten Anstiegs der Weltbevölkerung und der resultierenden Ressourcenknappheit, der zunehmenden Umweltverschmutzung sowie dem Fortschreiten des Klimawandels, stehen wir jetzt vor großen Herausforderungen, wenn wir unseren Ansprüchen weiterhin gerecht werden wollen und den nachfolgenden Generationen dies ebenso ermöglichen möchten.

Die große Verantwortung für uns, die uns bei allen Bauprozessen begleitet, ist damit deutlicher geworden als jemals zuvor.

### 2.2. Frühzeit – erste Behausungen

Die ersten einfach gefertigten Behausungen für Menschen wurden in Kombination mit vorgefundenen Höhlen, Felsüberhängen oder anderen naturgegebenen Begrenzungen ausgeführt.

Die handwerklichen Fähigkeiten der Menschen entwickeln sich im Laufe der Zeit immer weiter, einfache Werkzeuge können gefertigt werden und unter Verwendung der zu Verfügung stehenden Materialien vor Ort entstehen mehr oder weniger stabile Wohnbehausungen.

Die Beschaffenheit der frühen dauerhaften Häuser und Siedlungen weist regional verschiedene Ausprägungen auf. Zum einen hängt dies mit dem Verwenden unterschiedlicher Baumaterialien zusammen (zunächst kann nur als Baumaterial verwendet werden, was in der Umgebung vorgefunden wird und zugänglich ist), zum anderen stellen die regional sehr verschiedenen klimatischen Einflüsse wie Wärme, Kälte, Niederschläge, Schnee, Wind differenzierte Anforderungen. Zusätzlich spielen kulturelle und gesellschaftliche Faktoren eine Rolle in der Gestalt der Behausungen und Siedlungen.

<sup>1</sup> Dierks, Schneider, Wormuth: Baukonstruktion. 3. Auflage. Werner-Verlag GmbH. Düsseldorf. 1993.

Ein kurzer Abriss durch die letzten Jahrhunderte stellt dar, welche Faktoren die Verwendung und Weiterentwicklung von Baustoffen bestimmt haben.

### **2.3. Frühes Mittelalter bis spätes 16. Jahrhundert**

In dieser Zeit entstehen aus Siedlungen und Dörfern Städte, die wehrhafter sind und zudem als Handelsplätze eine große Rolle spielen. Holz, Stein und Ziegel werden als Baustoffe verwendet.

Holz ist fast überall ausreichend vorhanden, denn große Waldgebiete prägen das Bild Nordeuropas. Das Holz wird regional geschlagen und verarbeitet. Fast alle Bauteile der Gebäude sind durch handwerkliche Weiterverarbeitung aus dem Holz zu gewinnen. Da es reichlich vorhanden ist, das Gewicht gering ist und es leicht zu bearbeiten ist, ist Holz ein günstiger Baustoff. In einigen geographischen Lagen, beispielsweise in den Alpen, werden ganze Hütten und Häuser über viele Jahrhunderte aus ganzen oder lediglich sägegestreiften Stämmen (Blockbohlenbau) errichtet.

Stein, meist Bruchstein, wird schon früh mit Branntkalk zum Mauern verwendet. Der Vorteil liegt dem Holz gegenüber in der Dauerhaftigkeit. Da die Beschaffung aufwendiger ist, die Verarbeitung oft mehr Anstrengung erfordert und langwieriger ist, ist das Material teurer als Holz.

Die Kombination von feuchteunempfindlichen Steinen an den erdnahen Bauteilen (Gründung und Sockel) des Gebäudes mit Hölzern in den oberen geschützteren Bauteilen, stellt eine konstruktive Lösung zum Thema Witterungsschutz von Bauteilen bei gleichzeitig noch relativ kostengünstiger Errichtung dar.

Der dritte maßgebliche Baustoff in dieser Zeit ist Ziegel. Lehmziegel werden per Hand geformt oder mittels Schalung und anschließend getrocknet. Zusätze wie Stroh oder Tierkot geben dem Lehm zusätzliche Festigkeit. Das Problem des ungebrannten Lehms ist jedoch im Außenbereich die Empfindlichkeit gegen Nässe.

Die Verwendung von Ton und das Brennen der Ziegel nach dem Formen macht diesen Baustoff schließlich unempfindlich gegen Feuchte und damit dauerhafter. Der Vorteil dieses Baustoffes liegt in der Gleichförmigkeit der Ziegelsteine und der hohen Festigkeit im gemauerten Verband. Hierbei wird weniger Mörtel benötigt, da die Fugen relativ gleichmäßig und schmal auszuführen sind. Die Art des Verbandes entwickelt zum Teil regional unterschiedliche Ausprägungen. Mauerstärken können des Belastungsfalles entsprechend variiert und ausgeführt werden. Wände und Dächer können aus Ziegeln erstellt werden. In Regionen mit lehm- oder tonhaltigen Böden verbreitet sich der Ziegelbau.

Die Kombination mit Holz ist auch beim Ziegelmauerwerk weit verbreitet (z.B. Fachwerkhaus: Tragwerk aus Holz mit Ausfachung aus Mauerwerk), da hier jeder Baustoff mit seinen entsprechenden statischen und konstruktiven Vorzügen genutzt wird und ein reiner Ziegelbau zu teuer wäre. Hingegen errichtet man vor allem repräsentative Häuser und kirchliche Gebäude aus überwiegend Ziegelstein (Wände, Gewölbedecken, Dachsteine). Die Gebäude sollen durch diese Bauart Dauerhaftigkeit und Wohlstand zum Ausdruck bringen.

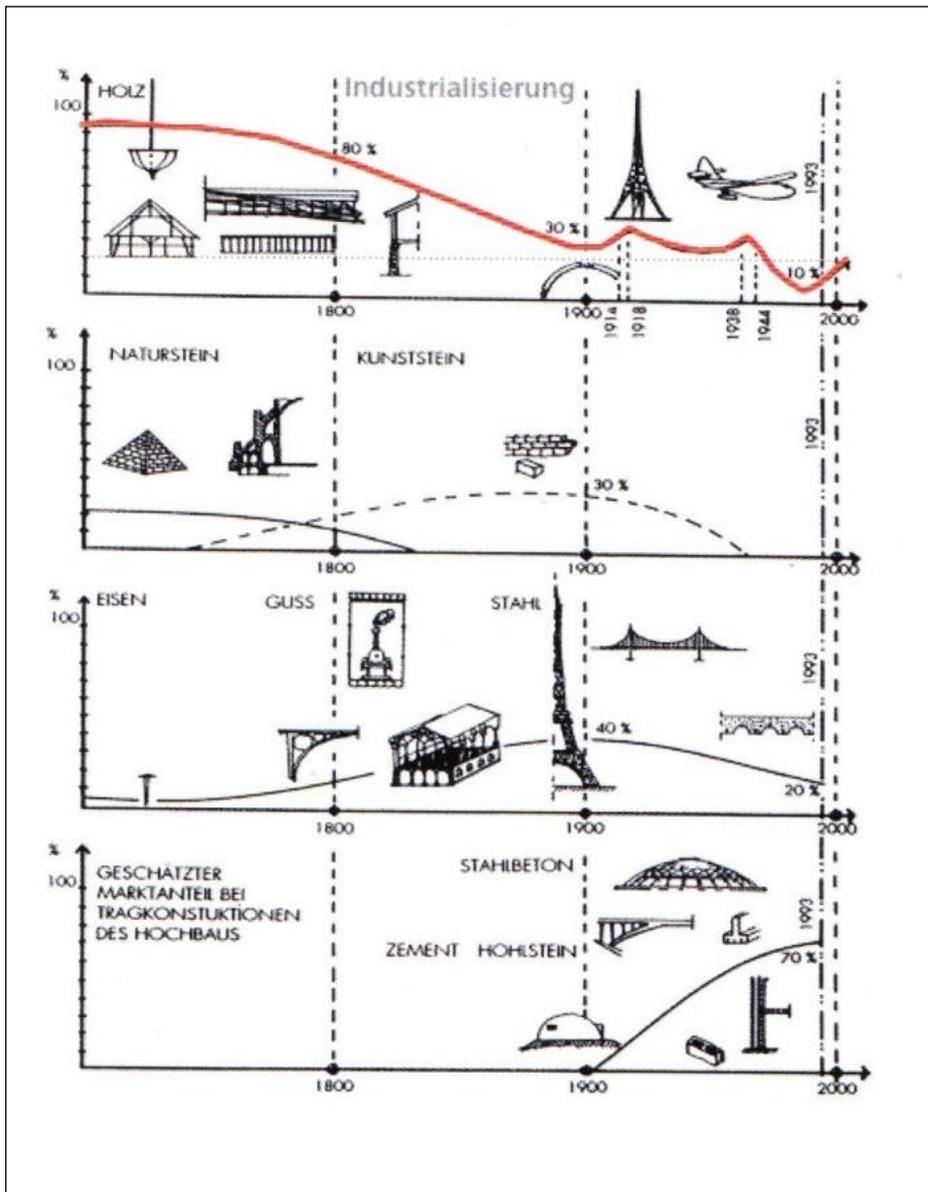


Abb. 1: Vergleich der Marktanteile von Holz, Stein, Stahl und Beton bei Tragkonstruktionen im Hochbau seit 1700<sup>2</sup>

#### 2.4. Rohstoffverfügbarkeit und Brandschutz in der Mitte des 16. Jahrhunderts bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts

Der steigende Rohstoffverbrauch, ausgelöst durch die sich immer weiter entwickelnden Siedlungs- und Stadtstrukturen sowie dem Verbrauch durch Handwerk und Gewerbe, macht sich durch eine zunehmende Holzknappheit bemerkbar. Zum ersten Mal wird die „Nachhaltigkeit“ als forstwirtschaftliches Prinzip schriftlich von Hans Carl von Carlowitz 1713 in seinem Werk „Silvicultura oeconomica“ formuliert. So fragt er, „wie eine sothane Conservation und Anbau des Holtzes anzustellen/daß es eine continuirliche beständige und nachhaltige Nutzung

<sup>2</sup> Prof. Wolfgang Winter. TU Wien. Website: Informationsdienst Holz. Kapitel 1: Der neue Holzbau. [www.informationsdienst-holz.de](http://www.informationsdienst-holz.de). 2014.

gebe/ weil es eine unentbehrliche Sache ist/ ohne welche das Land in seinem Esse nicht bleiben mag“<sup>3</sup>.

Gute Handelswege sind über das Land verteilt vorhanden, aber die Transportwege sind teuer, daher wird weiter überwiegend mit regional verfügbaren Baustoffen gebaut. Ein Beispiel sind im Allgäu die massiven Sockel aus Bims oder Brauchstein, die dort in Mengen vorkommen und darüber liegende 1-2 Geschosse in Holzbauweise.

In Norddeutschland mit seinen ton- und lehmhaltigen Böden werden Ton- und Lehmgruben zunehmend erschlossen. So findet das Ziegelmauerwerk starke Verbreitung. Bergbau gibt es hingegen in Norddeutschland nicht.

Durch den vorherrschenden Baustoff Holz begünstigt und in Verbindung mit der großen Enge der Gebäude in den Städten, kommt es immer öfter zu Stadtbränden in dieser Zeit mit katastrophalen Auswirkungen für die Bevölkerung. Immer wieder zerstören unkontrollierbare Brände mittelalterliche Städte in großen Teilen. Es werden in der Folge erstmalig Brandschutzanforderungen entwickelt und Grenzabstände, Gebäudehöhen und Brandwände werden festgesetzt.

## 2.5. Industrialisierung und Gründerzeit im 19. Jahrhundert

Mit der Industrialisierung findet ein Wandel statt von den bewährten Baustoffen Holz, Ziegel und Stein in ihrer traditionellen Verwendung zu ganz neu entwickelten Materialien wie Guss, Eisen, Stahl und Eisenbeton. Gerade der Baustoff Holz, über Jahrhunderte universal eingesetzt, verliert zu diesem Zeitpunkt an Bedeutung. Ursächlich für diese Entwicklung mögen mehrere Gründe sein.

Für Konrad Wachsmann, Architekt und Pionier des industriellen Bauens, lag ein Grund in der späten Umstellung der Holzverarbeitung auf Fabrikbetriebe. So war mit dem Holzbau eine eher romantische, den traditionellen Bildern verbundene Vorstellung verknüpft<sup>4</sup>. Holz galt zu dieser Zeit als nicht tauglich für die Massenproduktion.

Durch die Landflucht vieler Menschen auf der Suche nach Arbeit in den Fabriken der Städte, resultiert eine massive Wohnungsnot in den Städten. In der Folge beschleunigt sich der Geschosswohnungsbau stark. „Mietskasernen“ mit mehreren Geschossen Gebäudehöhe werden im Mauerwerksbau errichtet. Die Nachfrage nach Baustoffen steigt daraufhin stark an. Um das teure Material effizienter zu nutzen und um hohe Transportkosten zu reduzieren, wird die Entwicklung von Hohlmauerwerken, bzw. Mauerwerken aus Hochlochziegeln und Leichtbeton begünstigt. Das Bild der großen Wohngebäude in den Städten ist geprägt durch Ziegel- und Putzoberflächen. Holz, nicht von außen sichtbar, findet dagegen weiterhin konstruktive Verwendung beim Bau der Dachstühle und der Geschossdecken in den oberen Stockwerken.

Die neuen Bauweisen, verbunden mit der oftmals sehr großen Enge vieler Menschen in den Wohnungen, bringen jedoch auch neue Probleme mit sich: Sommerkondensation und Umkehrdiffusion treten vermehrt auf. Als Lösung werden daraufhin bereits um 1900 Hohlschichten überwiegend als geschlossene Schichten ausgeführt.

Für Brücken, Türme und Bauwerke mit besonderen statischen Ansprüchen stellte Holz über Jahrhunderte das vorherrschende Material dar. Auch in der neuen Ingenieurbaukunst der Gründerzeit wird Holz nun abgelöst durch Stahl und Betonstahl. Der gezielte Einsatz durch bestmögliche Nutzung der statischen Vorteile

<sup>3</sup> Hans Carl von Carlowitz. Sylvicultura oeconomica. Hauswirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht. Reprint der zweiten Auflage von 1732. Verlag Kessel. 2009.

<sup>4</sup> Konrad Wachsmann. Holzhausbau. Technik und Gestaltung. Ernst Wasmuth. Berlin. 1930.

le dieser Materialien, lassen imposante Bauwerke wie Ausstellungshallen und Türme entstehen. Größere Spannweiten, höhere Bauhöhen und größere Lastaufnahmen bei gleichzeitig geringeren Querschnitten der Materialien sind ab jetzt möglich und lassen diese Ingenieurbauten in einer besonderen Eleganz wirken.

Als Weiterentwicklung der Fachwerkbauweise entsteht in den Vereinigten Staaten von Amerika in den Anfängen des 19. Jahrhunderts der Holzrahmenbau. Standardisierte Bohlen (möglich durch das Entstehen von Sägemühlen mit Dampfantrieb) werden durch stumpfe Anschlüsse mittels Nagelverbindungen zu Wänden und Decken gefertigt. Weniger Material, schneller Baufortschritt, standardisierte Arbeitsprozesse sind die Vorteile dieser Bauweise.

## **2.6. Erster Weltkrieg, Wohnungsnot und Rohstoffknappheit am Anfang des 20. Jahrhunderts**

In den Anfängen des 20. Jahrhunderts erfährt das Bauwesen mit dem Ausbruch des Ersten Weltkrieges einen jähen Einbruch. Während der Kriegsjahre wird ein Baustopp erlassen. Die Situation in den Städten wird nach dem Krieg immer brisanter, da es weiterhin viele Menschen aus Armut in die Ballungsräume zieht. Es grassiert erneut eine große Wohnungsnot in den Städten.

Mit technischem Fortschritt und den dadurch ermöglichten rationalisierten Bauweisen, wie Bauen mit Stahlbeton, Flachdachkonstruktionen und schlichten verputzten Wandoberflächen an Außenfassaden, wird dem entgegen gewirkt. Das neue moderne Bauen hebt sich gestalterisch stark von dem konventionellen bis dahin gewohnten Erscheinungsbild der Gebäude ab und wird in den Jahren um 1920 bautechnische Avantgarde. Künstlervereinigungen wie z.B. das „Bauhaus“ prägen die Architektur dieser Jahre stark und nachhaltig.

Die Vielfältigkeit der neuen technischen Möglichkeiten erfordert Richtlinien und Normen. Diese entstehen aus den Erfahrungen zum Materialverhalten hinsichtlich Betonüberdeckung, Putzzusammensetzung sowie Mörtelverarbeitung und werden festgeschrieben.

Eine weitere Folge des Ersten Weltkrieges ist die Brennstoffknappheit um 1920. So wird die Einsparung von Heizstoffen durch die Ausführung der Gebäudehülle zum Thema und es erfolgt damit erstmals die Bewertung des Wärmeschutzes. Auch die Konstruktionen im Holzbau werden verfeinert, Skelettsysteme sind beliebt und die fabrikmäßige Vorfertigung ist attraktiv. Die industrielle Verarbeitung im Holzbau schafft im europäischen Raum und in Übersee neue Möglichkeiten. Als weitere Antwort zur effizienten Schaffung von Wohnraum werden erste Fertighäuser entwickelt. Diese sind zum größten Teil in Holzbauweise gefertigt und sind in kurzer Zeit bezugsbereit. Die Verbreitung dieser Gebäude hat in dieser Zeit jedoch noch sehr mäßigen Erfolg in Deutschland. Es haftet dem reinen Holzbau landläufig oft ein „Arme-Leute-Image“ an und anders als in Teilen des übrigen Europas, spielt der Holzbau hierzulande keine große Rolle in dieser Zeit im Bau von Wohngebäuden.

Eingesetzt wird der Holzbau weiterhin auch in Deutschland für Zweckgebäude ohne repräsentativen Anspruch wie z.B. für kleinere Versammlungsstätten wie Vereinshäuser und Gebäude mit temporärer Nutzung. Die Vorteile der zügigen Errichtung, schnellen Nutzungszuführung und kostengünstiger Herstellung stehen hier im Vordergrund.

## 2.7. Materialoptimierung in der Mitte des 20. Jahrhunderts

Technische Neuerungen, chemische und physikalische Erkenntnisse lassen neue Möglichkeiten für die Entwicklung von Baustoffen entstehen. Die Anforderungen an Materialien werden hinsichtlich Effizienz, Wärmeschutz, Brandschutz, Belastbarkeit, Schallschutz und diverser anderer Normen und Richtlinien immer komplexer. Wissenschaftliche Studien und Feldversuche untersuchen über längere Zeiträume verschiedene Materialeigenschaften und deren optimalen Einsatz.

Es werden in der Folge neue Baustoffe „erfunden“, deren Einsatz sich zum Teil schnell bewährt und durchsetzt. So entsteht zum Beispiel durch die Kombination der bekannten Qualitäten des Mauerwerksbaus mit den neuen Anforderungen des Wärmeschutzes bei gleichzeitig effizientem und kostengünstigem Materialeinsatz der Porenbeton. Die Marke „Ytong“ wird 1920 in Schweden und die Marke „Hebel“ wird 1940 in Deutschland eingetragen.

Hinsichtlich der Festsetzung von Normen in dieser Zeit, ist die DIN 4110 zu erwähnen. Diese definiert 1938 sowohl den Wärmedurchlasswiderstand als auch den Schallschutz durch die Festsetzung bestimmter Rohgewichte. Die erste Wärmeschutznorm erscheint 1952, darin wird nach damaliger Baupraxis der „Ein-Einhalb-Stein“ als ausreichend bewertet.

Durch den wirtschaftlichen Aufschwung und den daraus entstehenden Bauboom in den Jahren um 1960 finden zunehmend Fertighäuser, meist basierend auf Holzkonstruktionen, Verbreitung. Ein durchschnittliches Fertighaus, wie das Haus „Saulgau“ kostet 1955 etwa 12.200 DM<sup>5</sup>. Damit wird für viele Menschen der Traum vom eigenen Haus erschwinglich. Viele Fertighaushersteller entstehen aus handwerklichen Zimmereibetrieben, die auf industrielle Vorfertigung umstellen. Einen möglichst hohen Grad der Vorfertigung bieten Konstruktionsarten wie der Holztafelbau, der sich in dieser Zeit aus dem Holzrahmenbau entwickelt. Die Entwicklung von Holzwerkstoffen und Holzverbundstoffen bringt spezialisierte und hocheffiziente Baumaterialien zum Einsatz.

Problematisch ist aus heutiger Perspektive der damalige Einsatz von chemischen Verbindungen, Lösungsmitteln und Leimen in den Holzverbundmaterialien sowie der Einsatz von Holzschutzmitteln. Diese wurden damals zunächst nur unter dem Aspekt des technischen Fortschritts beurteilt und bedenkenlos eingesetzt. Einige Jahre später entpuppten sich die Klebstoffe und Holzschutzmittel in vielen Gebäuden als gesundheitsgefährdend. Einige dieser Stoffe werden heutzutage als Schadstoffe eingestuft.

## 2.8. Energiekrise und Klimawandel zum Ende des 20. Jahrhunderts

1959 wird durch den Anstrichtechniker E. Horbach das Wärmedämmverbundsystem (WDVS) als Kombination von Dämmplatten, Armierung und Kunstharzputz patentiert.

Auf teilweise sehr ungewöhnlichen Wegen finden in dieser Zeit Innovationen Raum. So meldet 1968 eine Verpackungsfirma ein Patent für Wärmedämmputz an, entstanden aus der Verwertung von Styroporabfall. Ein weiteres Beispiel ist Christbaumschmuck aus Glaswolle, von der Firma Tel-Wolle, auf Karton genäht und als Dämmplatte verkauft.

Die Energiekrise der 1970er Jahre schafft auch im Bereich des Bauens ein stärkeres Bewusstsein für Energieeffizienz. So werden im Jahr 1977 Wärmedurchlasskoeffizienten für Außenbauteile in Rahmen der Wärmeschutzverordnung festgeschrieben. Eine weitere Verschärfung der Anforderungen erfolgt 1982.

<sup>5</sup> Bundesverband Deutscher Fertigungsbau e.V.. 80 Jahre moderner Fertighausbau. Bad Honnef. 2007.

Wesentliche Neuheiten auf dem Gebiet der Energieeffizienz sind die Niedrigenergiehäuser und Passivhäuser. Das erste Niedrigenergiehaus entsteht in Schweden, in dessen Folge auch schnell die Verbreitung in Deutschland stattfindet.

Der Gebäudetyp „Passivhaus“ wird ebenfalls in Schweden entwickelt und das erste Passivhaus Deutschlands wird im Jahre 1991 in Darmstadt errichtet. Die Gebäude mit einer circa 30 cm dicken Dämmschicht können in der Regel auf zusätzliche konventionelle Heizungen verzichten. Ein besonderes Merkmal dieses Haustyps ist u.a. die geregelte Belüftung mit Wärmerückgewinnung und die Luftdichtheit<sup>6</sup>.

## **2.9. Technische Weiterentwicklung von Wandbaustoffen und Konstruktionsarten im Zuge des fortschreitenden Klimawandels im 21. Jahrhundert**

Im Mauerwerksbau wird die Verwendung von tragendem Mauerwerk mit gleichzeitig möglichst guter Dämmeigenschaft immer attraktiver. Schon mit den statisch relevanten Wandstärken sollen gute Dämmwerte erzielt werden. So nimmt in der Folge der 2. Wärmeschutzverordnung die Verwendung von porosierten Wandbaustoffen deutlich zu. Je nach Anforderungsziel und Materialeigenschaft ist eine zusätzliche außenliegende Dämmschicht notwendig.

Vier wesentlich voneinander abweichende Wandbilder werden aktuell eingesetzt:

1. Massivbau mit tragendem Hintermauerwerk und zusätzlich außenliegender Dämmschicht (z.B. Wärmedämmverbundsystem oder vorgehängte hinterlüftete Fassade)
2. Massivbau mit tragendem Hintermauerwerk, Dämmung und Verblender (z.B. zweischaliges Mauerwerk)
3. Massivbau mit monolithischem Mauerwerk, innen und außen verputzt
4. Leichtbau, Holzrahmenbau, Holzständerwerk

Der Anteil der Wohngebäude in Deutschland in Holzbauweise beträgt circa 15%. Hier gibt es regional starke Schwankungen. Im Süden Deutschlands ist der Holzbau stärker vertreten als im Norden. Insgesamt handelt es sich zumeist um Aufstockungen von Bestandsgebäuden.

Auf dem Markt der Holzbauweisen entsteht seit ein paar Jahren ein neuer Trend, der mit einer sehr guten Ökobilanz sowie sehr guter Gesundheitsverträglichkeit wirbt. Neben den bekannten Varianten des Blockbohlenbau, Holzständerwerk, Holzrahmenbau und Holztafelbau sind jetzt auch Gebäude in Massivholzbauweise zu sehen. Der massive Holzbau ist eine Weiterentwicklung aus dem Blockbohlenbau und möchte wie dieser, auf die Verwendung von Materialmischungen und Bauchemiekalien verzichten. Es werden die Anforderungen der Statik, des Wärmeschutzes und des Schallschutzes in einem Massivholzquerschnitt erfüllt. Ganze Decken-, Wand- und Dachelemente werden vorgefertigt und es erfolgt nur noch die Montage Vorort auf der Baustelle. Die Elemente sind anders als im Blockbohlenbau durch die Kombination von verschiedenen Holzschichten zu einem massiven Querschnitt gearbeitet.

Neben der Debatte um den Energiebedarf eines Gebäudes rückt zunehmend die Frage der Nachhaltigkeit in den Vordergrund. Ressourcensparendes Bauen und verantwortungsvoller Umgang mit Baumaterialien findet zunehmend Beachtung und Umsetzung in der Baupraxis.

<sup>6</sup> Wolfgang Feist. Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser. Verlag Das Beispiel. Darmstadt 2011.

Neu ist in diesem Zusammenhang die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes, also die Bewertung von Produktion, Transport, Errichtung, Betrieb, Rückbau und schließlich auch der Entsorgung.

Auf den ersten Blick sind Holzbaustoffe in der Ökobilanz im Vorteil, denn Holz ist ein nachwachsender Rohstoff. Es ist hierbei jedoch dringend auf die Verwendung von zertifizierten Holzprodukten, also Rohwaren aus nachhaltig und klimaneutral bewirtschafteten Beständen zu achten. Nur durch die genaue Kontrolle des Holzes auf seine Herkunft aus nachhaltiger Bewirtschaftungsart können die Wälder in ihren Beständen geschützt und für die Zukunft erhalten bleiben.

Ebenso ist auf die Verwendung von umwelt- und gesundheitsverträglichen Klebern, Holzschutzmitteln und anderen Zusätzen zu achten.

### 3. Nachhaltigkeitsbewertung

#### 3.1. Nachhaltigkeit als Systemfunktion

„Prinzip, nach dem nicht mehr verbraucht werden darf, als jeweils nachwachsen, sich regenerieren, künftig wieder bereit gestellt werden kann“<sup>7</sup>.

Gemeint ist mit dem Begriff „Nachhaltigkeit“ im ökologischen Sinn die Nutzung von Ressourcen unter der Berücksichtigung der natürlichen Regenerationsfähigkeit. Das Ziel ist ein unter der Nutzung stabil bleibendes System, das sich fortwährend aus sich selbst erneuert und dabei die ursprünglichen Merkmale beibehält.

Der heutzutage in vielen Zusammenhängen häufig verwendete Begriff fand sich erstmals niedergeschrieben Anfang des 18. Jahrhunderts unter dem ökonomischen Aspekt der Forstwirtschaft (nicht mehr Holz darf geschlagen werden als nachwachsen kann).

#### 3.2. Die politische Einführung und Umsetzung von Nachhaltigkeitsstrategien

Mit dem Klimawandel ist die Ökologie in den letzten Jahrzehnten zunehmend bedeutsam geworden. Seit der UN-Konferenz in Rio 1992 ist die „Nachhaltigkeitsstrategie“ durch die *Agenda 21* als Ziel einer globalen Entwicklung formuliert. Vertreten waren auf der *Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen* (UNCED) neben Staaten auch viele nichtstaatliche Organisationen. Die kommunalen Umsetzungen erfährt die *Agenda 21* durch die *Lokale Agenda 21*.

„Die Agenda 21, die mit ihren 40 Kapiteln alle wesentlichen Politikbereiche einer umweltverträglichen, nachhaltigen Entwicklung anspricht, ist das in Rio von mehr als 170 Staaten verabschiedete Aktionsprogramm für das 21. Jahrhundert. Mit diesem Aktionsprogramm werden detaillierte Handlungsaufträge gegeben, um einer weiteren Verschlechterung der Situation entgegen zu wirken, eine schrittweise Verbesserung zu erreichen und eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen sicherzustellen. Wesentlicher Ansatz ist dabei die Integration von Umweltaspekten in alle anderen Politikbereiche. Das Aktionsprogramm gilt sowohl für Industrie- wie für Entwicklungsländer“<sup>8</sup>.

Der Aktionsplan berücksichtigt Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländer mit unterschiedlichen Schwerpunkten. So steht für die Industrieländer vor allem

<sup>7</sup> Deutscher-Duden. Universalwörterbuch, 4. Auflage, Mannheim, 2001.

<sup>8</sup> N. u. R. Bundesministerium für Umwelt, „Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro -Dokumente- Agenda 21,“ in *Gesamtherstellung: Köllen Druck+Verlag GmbH*, Bonn.

die Anpassung der Wirtschaftspolitik und damit auch die Energie-, Agrar- und Handelspolitik im Fokus, hingegen steht für die Schwellen- und Entwicklungsländer die Armutsbekämpfung, Bevölkerungspolitik, Bildung, Gesundheit, Trinkwasser- und Sanitärversorgung, Abwasser- und Abfallbeseitigung sowie die ländliche Entwicklung im Vordergrund.

In Deutschland kontrolliert der *Staatssekretärausschuss für nachhaltige Entwicklung* die Umsetzung und Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsstrategie.

Alle zwei Jahre erscheint der Bericht „Nachhaltige Entwicklung in Deutschland“ durch das statistische Bundesamt mit einem aktuellen Blick auf die Situation anhand von Nachhaltigkeitsindikatoren.

Der Erfolg bei der Umsetzung der Lokalen Agenda 21 in den Kommunen Deutschlands ist in den Jahren nach 1992 sehr unterschiedlich. Es werden in vielen Städten und Gemeinden Konzepte entwickelt und Beschlüsse gefasst, die oftmals Förderprogramme zur CO<sub>2</sub>- Reduktion sowie Energieeinsparungsprogramme auf kommunaler Ebene beinhalten.

Verschiedene weitere Abkommen und Bündnisse auf europäischer und globaler Ebene finden statt, um die Agenda 21 in ihrer Umsetzung weiter zu stärken und den Ländern und Kommunen Handlungsprogramme an die Hand zu geben.

Allen Aktionsprogrammen liegt das sogenannte *Drei-Säulen-Modell* der nachhaltigen Entwicklung zu Grunde. Es besagt, dass die Ökologie nie isoliert betrachtet werden kann, sondern immer das Zusammenspiel mit dem ökonomischen und soziokulturellen Aspekt notwendig ist. Diese Einsicht ist die Grundlage zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung auf globaler Ebene. Die Urheberschaft dieses Modells ist nicht eindeutig geklärt, bekannt wurde es u.a. durch die *Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages* 1998<sup>9</sup>.

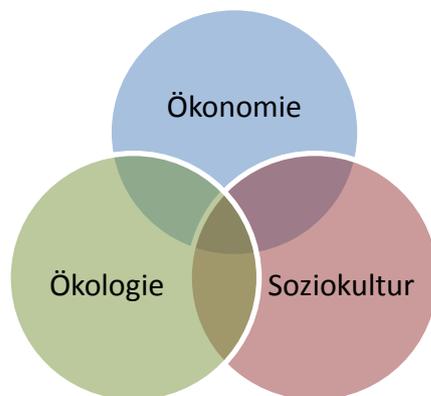


Abb. 2: Drei-Säulen-Modell der nachhaltigen Entwicklung

### 3.3. Bauwesen und Immobilienwirtschaft als umweltverändernder Faktor

Ein beträchtlicher Anteil an Bedeutung zum Gelingen der Nachhaltigkeitsstrategie kommt dem Bauwesen und der Immobilienwirtschaft zu. Anhand einiger wesentlicher Kennwerte wird dies deutlich:

Beispielsweise besteht die Hälfte des deutschen Abfallaufkommens aus bauwirtschaftlich relevanten Abfällen<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> A. d. Enquete-Kommission, „Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen eine nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung,“ Deutscher Bundestag: Drucksache 13/11200, 26. Juni 1998.

<sup>10</sup> S. Bundesamt, „Umwelt - Abfallbilanz 2010,“ Wiesbaden, 2012.

Fast ein Drittel der CO<sub>2</sub>- Emissionen in Deutschland werden durch Wohn- und Gewerbeimmobilien verursacht<sup>11</sup>.

Circa 40% der europäischen Energie- und Stoffströme entfallen auf das Bauen<sup>12</sup>.

Kurz angesprochen sei an dieser Stelle auch ein städtebaulicher Aspekt der umweltverändernden Faktoren des Bauens: der Flächenverbrauch, in dessen Folge es zu der Zerstörung von Landschaftsräumen und der Verdrängung von Naturräumen kommt. Klare Regelungen durch die Gesetze der Bauleitplanung wirken dem auf gesetzlicher Ebene entgegen. Jedoch obliegt es den Kommunen und Gemeinden, neues Bauland auszuweisen oder die Baulückenschließung zu fördern.

Die Bauleitplanung ist ein Werkzeug zur Lenkung und Ordnung von städtebaulicher Entwicklung und kontrolliert damit Flächenverbrauch und Zerstörung von Natur durch Besiedelung. Entwickelt hat sich die Bauleitplanung aus ersten polizeibehördlichen Fluchtlinienfestsetzungen im Preußen des frühen 19. Jahrhunderts.

Das Modellprojekt „Nachhaltiges kommunales Flächenmanagement“, an dem Gemeinden und Kommunen in Nordrhein-Westfalen teilnahmen, machte sich moderate Wohnbaulandentwicklung, Anpassung der Wohngebiete und des Wohnbestandes an zukünftige Wohnbedürfnisse und die nachhaltige Auslastung der Infrastruktur zum Ziel<sup>13</sup>.

In den letzten Jahren wurden in Deutschland verschiedene Bewertungsverfahren auf dem Markt eingeführt, um das Bauen in eine ökologisch möglichst sinnvolle Entwicklung im Sinne der Nachhaltigkeit zu lenken.

Wesentlich ist bei allen Verfahren die Beurteilung des Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus. Denn nur durch solch eine umfassende Betrachtung kann die Nachhaltigkeit des Gebäudes beurteilt werden. Es muss neben der Herstellung der Baumaterialien und der Errichtung des Gebäudes ebenfalls auch die Unterhaltung und Bewirtschaftung, der spätere Abriss sowie die Entsorgung der Baumaterialien einbezogen werden. Initiatoren dieser Bewertungsverfahren sind sowohl in dem privaten wie auch in dem staatlichen Sektor zu finden.

### **3.4. Internationale Bewertungssysteme in der Anwendung**

Internationale Zertifikate für nachhaltiges Bauen sind seit unterschiedlich langer Zeit in der Anwendung zu finden. Fünf wesentliche Bewertungsverfahren aus Großbritannien, Asien, Australien, Frankreich und den USA sind im Folgenden kurz erläutert. Durch klimatisch stark voneinander abweichende Bedingungen der Länder, sind die Schwerpunkte der Bewertung zum Teil sehr verschieden ausgearbeitet. Werden die Systeme über die Landesgrenzen hinaus eingesetzt, erfolgt zumeist eine Anpassung an das jeweilige Land.

#### **BREEAM**

Building Research Establishment Environmental Assessment Method

Dieses Bewertungsverfahren wurde 1990 in Großbritannien entwickelt und es vergibt Gütesiegel in vier Abstufungen. Mit der Novellierung im Jahr 2008 wird

<sup>11</sup> B. f. W. u. T. (BMW), „Energiedaten - ausgewählte Grafiken,“ 2012.

<sup>12</sup> E. - K. / D. Environment, „Environmental Impact of Products (EIPRO) - Analysis of the life-cycle environmental impacts related to the final consumption of the EU-25,“ 2006.

<sup>13</sup> Flächenbericht 2009. Stadt Bergisch Gladbach. Nachhaltiges kommunales Flächenmanagement der Landesarbeitsgemeinschaft Agenda 21 NRW e.V.. Dortmund. 2010.

der gesamte Lebenszyklus des Gebäudes berücksichtigt, nicht mehr nur die Planung, Errichtung und Nutzung.

Der Anwendungsbereich ist breit, so werden Wohn-, Büro-, Industriegebäude, öffentliche Gebäude und ganze Siedlungen bewertet. Die Sanierung und der Neubau von Gebäuden werden berücksichtigt.

### **CASBEE**

Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency  
CASBEE wurde in Japan und Asien entwickelt und ist dort seit 2001 in der Anwendung. Es beurteilt eine Vielzahl von Gebäuden, ebenfalls in der Sanierung oder im Neubau. Speziell auf die asiatischen Rahmenbedingungen und Anforderungen geht dieses Siegel ein. Es gibt fünf Bewertungsstufen von exzellent bis mangelhaft.

### **Green Star**

Dieses Zertifizierungssystem wurde 2003 in Australien eingeführt und findet in Australien, Neuseeland und Südafrika Anwendung. In Neuseeland und Südafrika erfolgt eine landesgemäße Anpassung. Es bewertet bisher Büro- und Gewerbegebäude, momentan ist eine Anpassung für weitere Gebäude und Kommunen in Vorbereitung. Vergeben werden bis zu sechs Sterne zur Bewertung.

### **HQE** Haute Qualité Environnementale

Seit 2005 ist dieses Zertifikat zunächst für Büro- und Schulgebäude im Bestand und Neubau in der Anwendung. Heutzutage ist die Bewertung von Wohngebäuden ebenfalls möglich. Neben der bisherigen Anwendung in Frankreich wird eine Verbreitung auf internationaler Ebene angestrebt. Vergeben wird eine Bewertung in 3 Stufen.

### **LEED** Leadership in Energy and Environmental Design

Das Bewertungssystem wurde 1998 entwickelt und findet nicht nur in den USA sondern seit 2002 auch mit einer landestypischen Anpassung in Kanada Anwendung. In USA werden unterschiedliche Gebäudearten bis zu Stadtteilen im Bestand und Neubau bewertet, in Kanada ist der Anwendungsbereich noch nicht in der ganzen Breite möglich. Bewertet wird durch vier Bewertungsstufen.

## **3.5. Deutsche Bewertungssysteme in der Anwendung**

Die im Folgenden dargestellten Bewertungssysteme wurden jeweils für Deutschland entwickelt und sind bereits in der Anwendung zu finden. Die verschiedenen Systeme sollen hier näher betrachtet und dargestellt werden. Insgesamt sind diese drei Siegel in der Anwendung:

### **3.5.1. DGNB**

Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen – Zertifikat/Vorzertifikat in Bronze, Silber oder Gold

Das DGNB–Bewertungsverfahren wird 2007 gegründet durch 16 Initiatoren und 120 Gründungspartner. Unter den Gründungsmitgliedern sind überwiegend Architekturbüros, Ingenieurbüros, wissenschaftliche Institute, Fachbereiche von Universitäten und Hersteller von Bauprodukten<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> D.-. D. G. f. N. B. e.V., „Homepage der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V.“  
[www.dgnb.de](http://www.dgnb.de).

Bewertet wird auf der Basis des Drei-Säulen-Modells<sup>15</sup>. Es werden die drei Themen ökologische Qualität, ökonomische Qualität und soziokulturelle Qualität ergänzt durch die Aspekte der technischen, prozessqualitativen und standortbezogenen Qualitäten.

So wird die Gesamtheit eines Gebäudes durch circa 40 Kriterien aus den vorgeannten sechs Themenfeldern bewertet.

Berücksichtigt wird jede Lebensphase eines Gebäudes, d.h. von der Materialerzeugung über Materialherstellung, die Errichtung und die anschließende Nutzung bis hin zum Abriss.

Bewertet werden Neubauten und Bestandsgebäude. Auch Gebäude unterschiedlicher Nutzungsart werden bewertet. Hierzu sind Kategorien erstellt worden, die die Gebäude entsprechend zur Bewertung einteilen. Sogenannte "Nutzungsprofile" sind beispielsweise NKH 12-Neubau Krankenhäuser, NVS 12-Neubau Versammlungsstätte, BWO 13-Bestand Wohnen usw.

Relativ neu ist die Bewertung von ganzen Stadtquartieren, dies ist seit 2011 möglich. Die Kriterien hierfür sind u.a. Artenvielfalt, Stadtteilklima, Vernetzung, soziale und funktionale Vielfalt.

Praktisch wird der gesamte Planungs- und Bauprozess von einem externen Auditor begleitet und dokumentiert, der das Projekt schließlich zur Konformitätsprüfung beim DGNB einreicht. Die Ausbildung zum Auditor ist umfangreich und wird durch die DGNB Akademie angeboten.

### **Kritik am DGNB-Siegel**

Schon im Jahr 2008, bald nach der Einführung des Zertifikats, wurde das Siegel von Verbänden der Bau- und Wohnungswirtschaft als zu teuer, zu kompliziert und zu aufwendig beurteilt. Negative Auswirkungen auf den Wohnungsneubau wurden in der Folge befürchtet<sup>16</sup>.

Peter Lüttmann kritisiert im *Deutschen Architektenblatt*<sup>17</sup> die Trägerschaft in privatgesellschaftlicher Form sei problematisch, da Interessenskonflikte möglich seien.

Des Weiteren weist er darauf hin, dass durch die Erweiterung des Drei-Säulen-Modells um drei weitere Qualitätsmerkmale die eigentliche Definition von Nachhaltigkeit verlassen und verfälscht werde. Auch sei die individuelle Zufriedenheit (durch Behaglichkeit und Komfort der Nutzer) in den Definitionssätzen des Drei-Säulen-Modells nicht vorhanden<sup>18</sup>.

Die *Arbeitsgemeinschaft kontrolliert deklarierte Rohstoffe e.V.* (ARGE kdR) bemängelte, die Wohngesundheit und die Qualität von Baustoffen sei bisher nicht genügend berücksichtigt. Die ARGE kdR fordert die Bewertung und Bilanzierung von nachhaltigen Bauprodukten, der schweizerische *Minergie-Eco-Standard* sei in diesem Zusammenhang schon weiter<sup>19</sup>.

*Die deutsche Gesellschaft für gesundes Bauen und Innenraumhygiene* (EGGBI e.V.) führt eine ungenügende Prüfung von Herstellerangaben zu Bauprodukten

<sup>15</sup> W. D. d. D. Bundestages, „Nachhaltigkeit, Der aktuelle Begriff 6/2004,“ pdf-Datei; 101 kB, 6. April 2004.

<sup>16</sup> Frank Peter Jäger. DGNB-Gütesiegel. Nachhaltig in jeder Beziehung. DETAIL. Zeitschrift für Architektur + Baudetail. Heft 1/2009.

<sup>17</sup> Peter Lüttmann. Kritik und Anregung zum Zertifizierungs-Modell der DGNB. Nachhaltigkeit und Baukultur. Deutsches Architektenblatt. 6/2010.

<sup>18</sup> Peter Lüttmann. Kritik und Anregung zum Zertifizierungs-Modell der DGNB. Nachhaltigkeit und Baukultur. Deutsches Architektenblatt. 6/2010.

<sup>19</sup> Achim Pilz. Bauen mit sieben Siegeln. Greenhome. HAUS.BAU.SCHLAU.BT Verlag 6/2010.

an der EPD-Liste an. Es erfolge lediglich eine Prüfung der Plausibilität und keine Verifizierung<sup>20</sup>.

*Der Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND)* und die ARGE kdR fordern die Deklaration und den Verzicht auf nanohaltige Stoffe<sup>19</sup>.

### 3.5.2. NaWoh

Verein zur Nachhaltigkeit im Wohnungsbau - Qualitätssiegel „Nachhaltiger Wohnungsbau“

Die Gründung des NaWoh erfolgte 2011 durch Verbände der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Das Siegel zeichnet besonders vorbildliche Neubauprojekte aus und ist somit an der wohnungswirtschaftlichen Praxis orientiert.

Es gibt fünf Bewertungsgruppen: Wohnqualität, technische, ökologische, ökonomische Qualität und Prozessqualität. Es wird anhand von circa 50 sowohl beschreibenden als auch bewertenden Kriterien (Checkliste) bewertet. Zur besseren Transparenz werden die Ergebnisse der Beschreibung und Bewertung zusätzlich zum Siegel angegeben.

Besondere Beachtung finden die Wohnqualität und die Beziehungen von Gebäudestandort und Umfeld, dies auch hinsichtlich der planerischen und baulichen Einfügung in das Umfeld.

Große Bedeutung kommt der ökonomischen Nachhaltigkeit aus Sicht der Bauherren zu.

Es gibt nur ein Zertifikat, keine Abstufungen wie z.B. Bronze, Silber, Gold. Zum Zertifikat gibt es zusätzlich das Stärkenprofil der Bewertung.

Der *Nachhaltigkeitskoordinator* (Fachkenntnisse erforderlich) reicht die geforderten Unterlagen ein, der *Konformitätsprüfer* (NaWoh) prüft diese in Zusammenarbeit mit der *Wissenschaftlichen Aufsicht* (externer Rat) und die NaWoh vergibt das Siegel.

### Kritik am NaWoh-Siegel

Das NaWoh-Siegel ist noch ein sehr junges Bewertungsverfahren und so sind viele der Projekte, die durch das Verfahren zur Zertifizierung begleitet werden und wurden, noch vor der Fertigstellung oder sind erst seit kurzer Zeit fertiggestellt. Aus diesem Grund ist es momentan noch schwierig einen Überblick über Kritiken und erste Bilanzen zum Verfahren darzustellen.

Die Gründungsmitglieder repräsentieren die Verbände der Wohnungswirtschaft und setzen damit den Schwerpunkt der Zertifizierung auf die technischen, nutzungsspezifischen und wirtschaftlichen Besonderheiten von Wohngebäuden. Aus der Sicht der NaWoh-Zertifizierung ist die Bewertung der DGNB nicht uneingeschränkt auf Wohngebäude anwendbar<sup>21</sup>. Die Mitglieder der DGNB kritisieren die starke Orientierung an ohnehin gesetzlich geforderten Standards. Die Bewertungskriterien gingen nur in einigen Punkten über diese hinaus. Außerdem gäbe es keine verpflichtende Messung der Raumluftqualität, um Schadstoffe auszuschließen<sup>22</sup>.

<sup>20</sup> DGNB Navigator. Produktinformationen-Gütesiegel. EGGBI e.V.. Website [www.eggbi.eu](http://www.eggbi.eu).

<sup>21</sup> Auskunft Wissenschaftlicher Beirat des NaWoh, Berlin Dezember 2013

<sup>22</sup> Lars Klaassen. Der Blick aufs Ganze. taz.die tageszeitung. 9.6.2012.

### 3.5.3. BNB

Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude - Zertifikat/Vorzertifikat in Bronze, Silber oder Gold

Im Jahre 2008 wurde das BNB-Siegel in einem gemeinsamen Basissystem mit dem DGNB-Siegel entwickelt. Es ist ein speziell auf bundeseigene Büro- und Verwaltungsgebäude zugeschnittenes System, d.h. bewertet werden nur Gebäude deren Eigentümerin die Bundesrepublik Deutschland ist und die in Deutschland errichtet werden.

Da das Siegel für den Wohnungsbau nicht relevant ist, wird es in dieser Studie nicht näher behandelt.

## 3.6. Auswirkungen der Bewertungssysteme auf die Förderbedingungen im Mietwohnungsbau

### 3.6.1. Auswirkungen des DGNB-Siegels und des NaWoh-Siegels

Die Vergabe von Förderleistungen für den Mietwohnungsbau durch die *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW) ist bisher unabhängig von den Zertifikaten des DGNB und des NaWoh. Die Vergabe von Förderleistungen durch die KfW-Bank findet auf der Bundesebene statt. Die angeführte Tabelle zeigt, in welchen Bundesländern ein DGNB- oder NaWoh-Siegel Einfluss für eine Förderung auf Länderebene hat.

Bundesland	Auswirkung auf Vergabe von Förderleistungen
Bayern	bisher keine
Baden-Württemberg	bisher keine, (Neubau: Zusatzdarlehen bei der Erfüllung „Nachhaltigkeit“)
Berlin	bisher keine
Brandenburg	bisher keine, (Modernisierung: u.a. Ziel der nachhaltigen Einsparung von Energie/Wasser)
Bremen	bisher keine
Hamburg	Neubau (DGNB-Siegel, NaWoh-Siegel: Zuschüsse für bes. Standards) Modernisierung: nachhaltige Dämmstoffe gem. „Blauer Engel“
Hessen	bisher keine
Mecklenburg-Vorpomm.	bisher keine
Niedersachsen	bisher keine
Nordrhein-Westfalen	bisher keine
Rheinland-Pfalz	bisher keine
Saarland	bisher keine, (Mod.: u.a. Ziel der nachhaltigen Einsparung von Energie/Wasser und der nachhaltigen Erhöhung des Gebrauchswerts Wohnung)
Sachsen	bisher keine
Sachsen Anhalt	bisher keine
Schleswig-Holstein	bisher keine, („eigene“ Nachhaltigkeitsaspekte in Wohnraumförderungsbestimmungen-WFB definiert)
Thüringen	bisher keine

### 3.6.2. Weitere Auswirkungen auf Förderbedingungen für besondere Quartiere

Im Rahmen der Internationalen Bauausstellung Hamburg (IBA Hamburg) im Jahr 2013 galt das DGNB-Siegel in vereinfachter Form als Wettbewerbsvoraussetzung. Die Kriterien zur Vergabe des Siegels wurden nicht in vollem Umfang angesetzt<sup>23</sup>. Für die Vergabe von Grundstücken in der HafenCity-Hamburg werden die Anforderungen der DGNB teilweise ebenfalls vorausgesetzt<sup>24</sup>.

#### Deutscher Nachhaltigkeitspreis

Seit 2008 wird einmal im Jahr der *Deutsche Nachhaltigkeitspreis* an Unternehmen, Städte und Gemeinden vergeben. Die Auszeichnung ist eine Initiative der *Stiftung Deutscher Nachhaltigkeitspreis e.V.* in Zusammenarbeit mit der Bundesregierung, dem Rat für Nachhaltige Entwicklung, kommunalen Spitzenverbänden, Wirtschaftsvereinigungen, Zivilgesellschaftlichen Organisationen und Forschungseinrichtungen. Der Preis erkennt besondere Leistungen an, die zum Wandel einer nachhaltigen Gesellschaft beitragen.

#### EPD-Environmental Product Declaration (Umweltdeklaration von Baustoffen/-produkten)

EPDs sind eine Datengrundlage zur Beurteilung von Ökobilanz und Energieverbrauch (Herstellungsenergien) von Baustoffen. Die EPDs werden in einem dreistufigen Verfahren erstellt vom *Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)*. Sie werden u.a. verwendet für die Nachhaltigkeitsbewertung eines Gesamtgebäudes im Rahmen des DGNB-Siegels. Die EPDs entsprechen einer Deklaration nach ISO 14025 Typ III. Es handelt sich dabei um keine Bewertung oder gar ein Gütesiegel für einen Baustoff. Die EPD ist keine Zertifizierung.

### 3.7. Rohstoffversorgung in Deutschland – Massive Baustoffe und Holz

#### Rohstoffversorgung „Massive Baustoffe“ (Mauerwerk)

Innerhalb der Studien zur Nachhaltigkeit von Ein- und Zweifamilienhäusern sowie von Wohngebäuden aus Mauerwerk der Technischen Universität Darmstadt werden u.a. die Rohstoffe, die Produktion, die Bauwerkserstellung und die Nutzungsphasen in Bezug auf ihre Nachhaltigkeit untersucht und bewertet. Es handelt sich bei den Rohstoffen der „Steine und Erden“ um natürliche, überwiegend im Tagebau geförderte Rohstoffe (Kiese, Sande, Tone, vulkanische Gesteine), die sich in geologischen Zeiträumen gebildet haben. Sie sind als nichtregenerative Rohstoffe eingestuft und sind durch menschliche Einwirkung nicht erneuerbar wie etwa „Holz“ durch Aufforstung. Die Studien kommen zu dem Ergebnis, dass die umfangreichen Rohstoffpotentiale in Deutschland in Bezug auf „Mauerwerk“ auch langfristig eine sichere und ortsnahe Rohstoffversorgung ermöglichen können<sup>25</sup>.

<sup>23</sup> z.B.: IBA-Hamburg: „Auslobung von Modellvorhaben der IBA Hamburg GmbH: Smart Material Houses“ (etc.); Hamburg, Oktober 2009

<sup>24</sup> HafenCity Hamburg GmbH (Hrsg.): Nachhaltiges Bauen in der Hafencity; Hamburg, 2010

<sup>25</sup> Graubner, C.-A., Pohl, S.: Nachhaltigkeit von Mauerwerksbauten in „Mauerwerksbau aktuell“ 2014, Berlin. Graubner, C.-A., Pohl, S.: Nachhaltigkeit von Ein- und Zweifamilienhäusern aus Mauerwerk in „Mauerwerk Nr. 17/Heft 6“ 2013, Berlin.

### Rohstoffversorgung „Holz“

In einer aktuellen Pressemitteilung Nr. 245 vom 8. Oktober 2014 des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft wird berichtet, dass Deutschland zu einem Drittel mit Wald bedeckt ist (etwa 11,4 Millionen Hektar). Der Mischwaldanteil sei nach Erkenntnissen der dritten Bundeswaldinventur auf nunmehr drei Viertel der Gesamtwaldfläche gestiegen. Gemäß der Waldstrategie 2020 der Bundesregierung bzw. auch bereits lange bevor diese erarbeitet wurde, war es Ziel der Bundesregierung den Laubbaumanteil in den Wäldern zu erhöhen. Im Bereich des Bauwesens werden allerdings vornehmlich Nadelhölzer eingesetzt, sodass seit 2008 jährlich etwa 4 Millionen Kubikmeter Nadelholz nach Deutschland importiert werden. Diese Importhölzer stammen etwa aus Frankreich, Polen, Tschechien und Österreich<sup>26</sup>, zunehmend auch aus südosteuropäischen Wäldern, z.B. Bulgarien und ungeklärten Quellen. Schon im Jahr 2008 musste festgestellt werden, dass nur noch 34 % des Holzes auf dem deutschen Markt aus deutschen Wäldern<sup>27</sup> stammt, mit weiterhin abnehmender Tendenz. Die Waldanbaustrategie der Bundesregierung und der meisten Bundesländer mit einer Forcierung eines erhöhten Laubbaumanteils in den deutschen Wäldern<sup>28</sup> ist ein zusätzlich verschärfender Aspekt für den Import und wird langfristig auch dazu führen, dass das im Bauwesen als Konstruktionsmaterial überwiegend notwendige Nadelholz (auch in Konkurrenz zum Holz als Biomasse-Brennmaterial, z.B. Holzpellets) aus anderen Quellen beschafft werden muss.

Die Auswertung der Bundeswaldinventur 2014<sup>29</sup> ergab, dass sich die Waldfläche in Deutschland zwischen 2002 und 2012 kaum verändert hat (die Netto-Waldzunahme betrug nur ca. 0,4 %). Die Fläche der Laubbäume hat im gleichen Zeitraum allerdings um ca. 7 % zugenommen, die Fläche der Nadelbäume (vorwiegend Fichte und Kiefer) hat zeitgleich um 4 abgenommen. Die Deutsche Säge- und Holzindustrie sieht damit bereits jetzt „zu wenig Nadelbäume für den künftigen Bedarf“<sup>30</sup>.

Allerdings sind neben der regionalen Verfügbarkeit mitunter auch Preis und Qualität als Entscheidungsgrundlage für den zusätzlichen Holzimport zu nennen. Geht man davon aus, dass in einem durchschnittlichen Einfamilienhaus in Holzbauweise mit 140 bis 160 m<sup>2</sup> Wohnfläche etwa 70 bis 100 m<sup>3</sup> Holz verbaut werden, so könnte man aus der jährlich importierten Holzmenge rechnerisch mehr als 47.000 Einfamilienhäuser in Holzbauweise herstellen. Da in Deutschland jährlich derzeit ca. 14.500 Einfamilienhäuser in Holzbauweise errichtet werden, kann man feststellen, dass es sich hierbei im Sinne einer handelsbilanziellen Betrachtung im Wesentlichen um Wohngebäude aus importierten Hölzern handelt.

### Massivholz als Alternative zu Holzleichtbauweisen?

Im Rahmen einer Forschungsarbeit mit dem Titel „Klimaentlastung durch Massivholzbauarten – Möglichkeiten der Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Senkenleistung

<sup>26</sup> Antwort der Bundesregierung vom 17.03.2013 auf eine kleine Anfrage der Fraktion der SPD vom 20.03.2013

<sup>27</sup> WWF Deutschland: „Illegaler Holzeinschlag und Deutschland - Eine Analyse der Außenhandelsdaten“; Frankfurt am Main April 2008

<sup>28</sup> Auskunft z.B. Landesbeirat Holz- und Forstwirtschaft der Bundesländer Schleswig-Holstein und Hamburg; Kiel, März 2014

<sup>29</sup> Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL); Bundeswaldinventur 2014; Berlin Oktober 2014

<sup>30</sup> Holz-Zentralblatt, 140. Jahrgang Nr. 42, Leinfelden-Echterdingen 17. Oktober 2014, Seiten 1 und 3

von Außenbauteilen aus Massivholz im Rahmen der gesetzlichen Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden“ hat das Fraunhofer-Institut für Bauphysik bereits im Jahr 2012 aussagekräftige Untersuchungen angestellt. Ziel dieser Forschungsarbeit war es, die CO<sub>2</sub>-Senkenwirkung durch stoffliche Holznutzung im Bauwesen gegenüber den energiebedarfsreduzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen neuer Gebäude abzuwägen.

Aufgrund von weiteren Verschärfungen der Anforderungen der Energieeffizienz von Gebäuden durch die Fortschreibungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) bzw. auch der Forderung der EU nach 2018 bzw. 2020 ausschließlich „Niedrigstenergiehäuser“ zuzulassen, sind Massivholzsysteme ohne Zusatzdämmmaßnahmen oder Änderungen im Berechnungsverfahren (z.B. CO<sub>2</sub>-Senkenleistung in der EnEV) nicht zukunftsfähig<sup>31</sup>.

Einzelne Massivholzbauten im Geschossbau sind beispielweise in Hamburg kürzlich realisiert worden. So wurde z.B. der „Woodcube“ als fünfgeschossiger Wohnungsbau im Rahmen der Internationalen Bauausstellung (IBA) errichtet. Die Fassade aus Massivholzwänden wurde u.a. mit Holzweichfaserplatten versehen, um die entsprechenden Wärmedurchgangswerte der Außenwände zu erfüllen.

Ein weiteres Objekt wurde als viergeschossiger Wohnungsbau in Massivholzbauweise im Hamburger Stadtgebiet erstellt. Bei dem Objekt wurde die Massivholzfassade mit einem Wärmedämmverbundsystem mit Polystyrolämmplatten versehen, um die energetischen Vorgaben einzuhalten.

Diese beiden Objekte belegen die Aussagen der o.g. Forschungsarbeit des Fraunhofer-Instituts in der Weise, als dass Wohngebäude mit Massivholzaußenwänden zur Einhaltung energetischer Vorgaben zusätzliche Dämmmaßnahmen erfordern.

Kostenanalysen derartiger Konstruktionen<sup>32</sup> zeigen auf, dass diese in wirtschaftlicher Hinsicht weit von der Konkurrenzfähigkeit entfernt sind. Vollholzkonstruktionen weisen Errichtungskosten auf, die zwischen 80 % und 100 % über den hochwertigsten Mauerwerkskonstruktionen, z.B. zweischaligem ziegelverblendetem Wandkonstruktionen liegen.

---

<sup>31</sup> „Klimaentlastung durch Massivholzbauarten (Teil 1 und 2), Fraunhofer- Institut für Bauphysik, 2012

<sup>32</sup> Vorprüfung der Wettbewerbsverfahren zur IBA - Internationale Bauausstellung Hamburg 2013, z.B. SMART PRICE HOUSES und SMART MATERIAL HOUSES; Hamburg/Kiel, März 2010

#### **4. Gegenüberstellung der technischen Vor- und Nachteile von Holz- und Massivkonstruktionen**

– ein informativer Überblick in einer gesamtheitlichen Betrachtung aller Einwirkungen auf ein Gebäude (am Beispiel eines EFH und eines MFH), auch vor dem Hintergrund der Auswirkungen des Klimawandels

##### **4.1. Einleitung**

Bevor die rein technischen Vor- und Nachteile von Holz- und Massivkonstruktionen gegenübergestellt werden, sollen zunächst einmal die „nicht-technischen“ Bedingungen beschrieben werden, die durchaus zu einer Entscheidung der jeweiligen Konstruktionsart bzw. Bauweise mit beitragen können.

Die Ergründung der jeweiligen Verwendung von Konstruktionen bzw. Bauweisen im Wohnungsbau in Deutschland ist differenziert zu betrachten. Hierzu sind die Regionen, das jeweilige örtliche Klima, die Bautraditionen, die Verfügbarkeit von Bau- und Ausgangsstoffen sowie die politischen und bauordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen mit ihren Einflüssen auf die Bauweisen zu beachten. Diese vorgenannten Einflussfaktoren sind indes nicht einzeln, sondern meist komplex und miteinander zusammenhängend zusehen.

Nicht unterschätzen sollte man auch den „Faktor“ Mensch und dessen Eindrücke, Befindlichkeiten, Wahrnehmungen und Zwänge als Entscheider, Investor und Bauherr, auch wenn diese teilweise nur schwer rational einzuordnen sind, sondern zu einem nicht unerheblichen Anteil wohl auch emotional sind oder auf Erfahrungen berufen. Dennoch ist aus der jahrzehntelangen Erfahrung von Beratungen und Begleitungen - insbesondere von Wohnungsbauvorhaben aller Art - der Faktor „Mensch“ als Entscheider einer Baumaßnahme ein wesentlicher – wenn nicht sogar *der* wesentliche – Baustein in Bezug auf die Bauweise. Er muss letztendlich entscheiden, wann, wo und wie gebaut wird.

Einflüsse der Region und des Klimas als Vorteil?

Die Wahl der Baustoffe und der Bauweisen ist bundesweit sehr unterschiedlich. Eine Unterteilung in „Nord/Süd“ wäre zwar pragmatisch aber bezieht einzelne Regionen nicht differenziert genug ein. Dennoch ist vielfach die subjektive Wahrnehmung in der Öffentlichkeit, dass „im Süden“ Deutschlands mehr Holzbauten und „im Norden“ mehr Massivbauten errichtet wurden bzw. werden. Statistisch lässt sich die aktuelle Situation z.B. unterteilt in die einzelnen Bundesländer darstellen.

##### **4.2. Wohngebäude in Massivbauweise (Stahlbeton, Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton, Leichtbeton/Bims)**

Betrachtet man den Zeitraum von 2010 bis 2013 so kann man feststellen, dass der prozentuale Anteil der massiv errichteten Wohngebäude durchschnittlich ca. 74% ergibt (Holzbau ca. 15%, Sonstige ca. 11%) – das sind pro Jahr ca. 71.000 Wohngebäude in massiver Bauweise – davon etwa 58.000 Einfamilienhäuser und rund 6.600 Mehrfamilienhäuser bundesweit (ohne Betrachtung der Zweifamilienhäuser).

Im Jahr 2013 sind sogar etwa 80,6% der fertig gestellten Wohngebäude in massiver Bauweise erstellt (Holzbau ca. 15,7%, Sonstige ca. 3,6%) – das sind im 2013 Jahr ca. 83.300 Wohngebäude in massiver Bauweise – davon etwa 67.500 Einfamilienhäuser und rund 8.800 Mehrfamilienhäuser bundesweit (ohne Betrachtung der Zweifamilienhäuser).

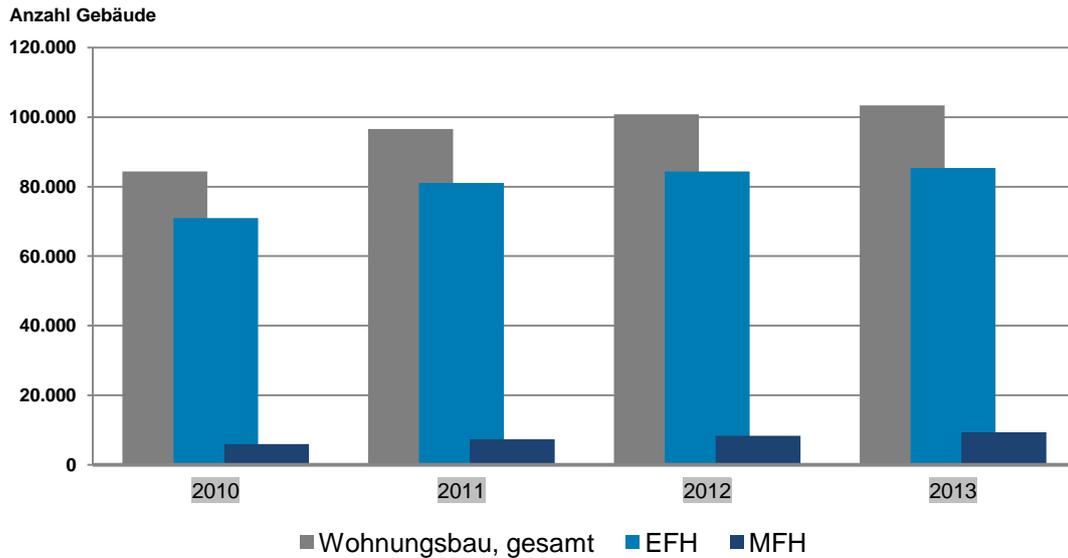


Abb. 3: Erstellter Wohnungsbau (Gebäude) in Deutschland (EFH und MFH) von 2010 bis 2013 [Datenquelle: Statistisches Bundesamt, BBSR und eigene Berechnungen sowie Marktbeobachtungen]

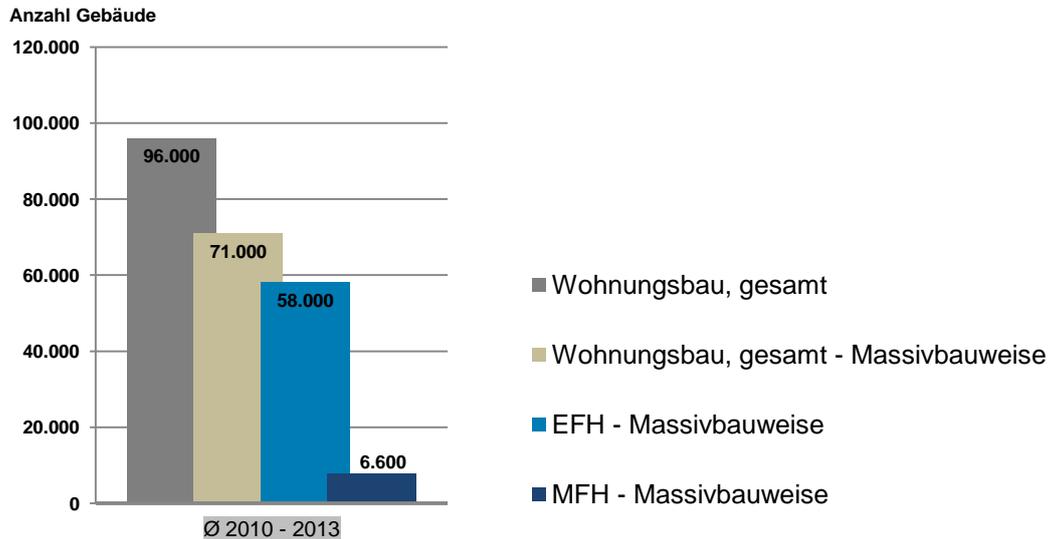


Abb. 4: Erstellter Wohnungsbau (Gebäude) in Deutschland (EFH und MFH) – Detailbetrachtung: Ausführungen in Massivbauweise im Zeitraum von 2010 bis 2013, Angaben beziehen sich auf die durchschnittlich fertiggestellten Gebäude p.a. [Datenquelle: Statistisches Bundesamt, BBSR und eigene Berechnungen sowie Marktbeobachtungen]

Im Bundesdurchschnitt bewegen sich Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Hessen, Bayern, Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern bei im Schnitt etwa 75-80% fertig gestellter Wohngebäude in Massivbauweise gefolgt von Sachsen und im Norden von Schleswig-Holstein mit ca. 85%. In einer Größenordnung von fast 90% fertig gestellter Wohngebäude in Massivbauweise bewegen sich Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Berlin und Brandenburg. Hamburg und Bremen der Vollständigkeit halber benannt mit etwa 95% genehmigter Wohngebäude in Massivbauweise in 2013.

Die jeweilige regionale Verfügbarkeit der Ausgangsstoffe für massive Bauweisen wie z.K. Kalk, Ton, Kreide, Sand oder Mergel bildeten die Basis für die Ansiedelung von verarbeitender Industrie. Die Baustoffe wie Ziegel, Kalksandstein, Po-

renbeton, Leichtbeton/Bims sind bundesweit nahezu überall gleichermaßen verfügbar, unabhängig ob der Rohstoff vor Ort gewonnen wird oder nicht. Gegebenenfalls wird bei weitem Transport ein Frachtzuschlag erhoben. Etwas anders verhält es sich bei Ortbeton – da sind die maximalen Transportwege aus technischen Gründen vorgegeben. Bei Elementbeton/Elementwänden wird in der Regel ein noch wirtschaftlicher Lieferradius die Kosten beeinflussen und bei darüber hinaus entfernten Baustellen ggf. ein Transportzuschlag in die Kalkulation einfließen. So gesehen sind die regionalen Einflüsse in Bezug auf das jeweilige Vorkommen an Rohstoffen heute noch überwiegend historischer Natur.

### 4.3. Wohngebäude in Holzbauweise

Betrachtet man den Zeitraum von 2010 bis 2013 so ist festzustellen, dass sich der prozentuale Anteil der in Holzbauweise errichteten Wohngebäude um die 15% bewegt – das sind pro Jahr ca. 14.500 Gebäude – davon knapp 13.300 Einfamilienhäuser und rund 160 Mehrfamilienhäuser (ohne Betrachtung der Zweifamilienhäuser) jährlich bundesweit (Massiv ca.74%, Sonstige ca. 11%).

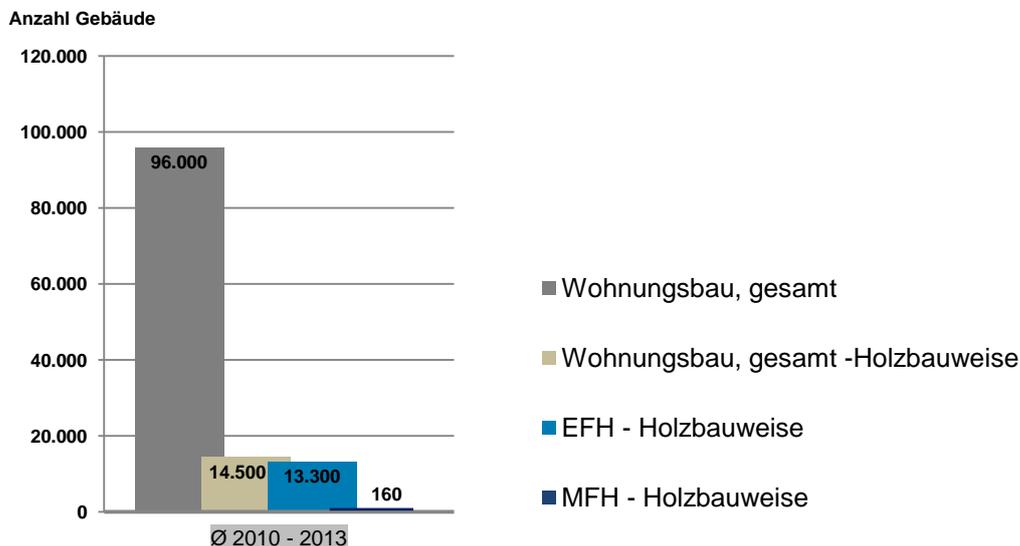


Abb. 5: Erstellter Wohnungsbau (Gebäude) in Deutschland (EFH und MFH) – Detailbetrachtung: Ausführungen in Holzbauweise im Zeitraum von 2010 bis 2013, Angaben beziehen sich auf die durchschnittlich fertiggestellten Gebäude p.a. [Datenquelle: Statistisches Bundesamt, BBSR und eigene Berechnungen sowie Marktbeobachtungen]

### 4.4. Statistiken

So sind demnach Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Hessen und Bayern bei im Schnitt etwa 20% fertig gestellter Wohngebäude in Holzbauweise hier über dem Bundesdurchschnitt von 15,7% (2013). Im Bundesdurchschnitt bewegen sich Thüringen, Mecklenburg-Vorpommern dicht gefolgt von Sachsen und im Norden von Schleswig-Holstein.

In einer Größenordnung von ca. 10% fertig gestellter Wohngebäude in Holzbauweise bewegen sich Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg (Berlin mit ca. 8 %).

Hamburg und Bremen der Vollständigkeit halber benannt mit 3-5% fertig gestellter Wohngebäude in Holzbauweise in 2013. Der größte Anteil an den Wohngebäuden in Holzbauweise bildet die Gruppe der Einfamilienhäuser - der Anteil der Baufertigstellungen für Einfamilienhäuser in Holzbauweise liegt bei knapp 17% bundesweit (2013). Der prozentuale Anteil der mehrgeschossigen Wohngebäude liegt bundesweit bei 2,3% (220 Gebäude mit jeweils mehr als 3 Wohneinheiten).

ten). Ein reines „Nord-Süd-Gefälle“ bei Wohngebäuden in Holzbauweise ist somit nicht so ganz stimmig, denn der Norden mit den Bundesländern Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern hält etwa den Bundesdurchschnitt, während Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg unter dem Bundesdurchschnitt liegen.

Eine Betrachtung in Zusammenhang mit den jeweiligen Waldanteilen der Bundesländer zeigt folgende Tabelle:

Hessen	42%
Rheinland-Pfalz	42%
Saarland	39%
Baden-Württemberg	38%
Bayern	36%
Brandenburg, Berlin	35%
Thüringen	32%
Sachsen	28%
Nordrhein-Westfalen	26%
Niedersachsen, HH, Bremen	24%
Sachsen-Anhalt	24%
Mecklenburg-Vorpommern	23%
Schleswig-Holstein	10%
<b>Deutschland</b>	<b>31%</b>

Abb. 6: Waldanteile der Bundesländer in Prozent [Datenquelle: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft – Bundeswaldinventur ]

Hier ist ein erkennbares „Nord-Süd-Gefälle“ festzustellen. So ist allerdings historisch für die fachwerkreichen Bundesländer wie z.B. Hessen der relativ hohe Waldanteil von Vorteil gewesen. Der erhöhte Waldanteil der südlichen Bundesländer gegenüber den nördlichen Bundesländern kann durchaus – wenn auch nicht in Gänze - als ein Indiz für die überdurchschnittliche Anzahl erstellter Wohngebäude in Holzbauweise gelten, was eigentlich auch nahe liegt. Historisch gesehen war das auch so, doch mittlerweile wird auch in Süddeutschland ein nicht unerheblicher Anteil an Hölzern aus dem nahen Ausland zugekauft. Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern weisen mit 10% bzw. 23% Waldanteil die geringsten Bestände auf, liegen aber bei den fertig gestellten Wohngebäuden in Holzbauweise im Bundesdurchschnitt. Hier kann die nördliche Region diesbezüglich nicht als Vorteil angesehen werden, was den Baustoff „Holz“ betrifft – dort muss in jedem Fall Holz importiert werden.

#### 4.5. Bautradition und Handwerk

Der Einfluss der Bautradition und die hiermit über einen langen Zeitraum gewonnenen Erfahrungen tragen mit Sicherheit dazu bei, den einen oder anderen Baustoff zu bevorzugen ohne andere Materialien oder Bauweisen auf den Prüfstein zu setzen. Dies mag in erster Linie für den privaten Bauherrn gelten aber auch bei Wohnungsgesellschaften will man oft „kein Risiko“ eingehen, insbe-

sondere beim Wechsel der Bauart von Massiv zu Holz. Es sei denn, es spielen andere Aspekte wie z.B. Auflagen aus Wettbewerben oder besondere Baugelände mit entsprechenden Vorgaben zur Verwendung von Baustoffen eine Rolle. Dennoch ist vereinzelt festzustellen, dass in erster Linie bei kalkulierter „Kostengleichwertigkeit“ und Gleichwertigkeit der Qualität der gewohnte Baustoff oder gar die gewohnte Bauweise gewechselt wird. Dort, wo jeweils das Zimmerer- oder das Maurerhandwerk traditionell stark besetzt ist, mag diese Tatsache eher bei kleineren Objekten eine gewisse Entscheidungsrolle spielen. Bei der Projektierung größerer Wohngebäude wird davon ausgegangen, dass das Fachpersonal dann in jedem Fall vor Ort ist.

#### **4.6. Politische und bauordnungsrechtliche Rahmenbedingungen**

Insbesondere bei Geschossbauten spielen die Landesbauordnungen mit ihren Inhalten eine nicht zu unterschätzende Rolle. So wurden in der jüngsten Vergangenheit zahlreiche Landesbauordnungen derart geändert, dass sie der Bauweise in Holz entgegenkommen und somit bauordnungsrechtlich - da wo hinsichtlich der Standsicherheit vertretbar – eine aus Sicht der Holzwirtschaft „Materialgleichwertigkeit“ erlauben. Vorlage hierzu war die von der Bauministerkonferenz formulierte Musterbauordnung, die als Richtschnur eine gewisse Vereinheitlichung der jeweiligen Landesbauordnungen herstellen soll.

Der Deutsche Holzwirtschaftsrat (DHWR) hat dazu in einer Pressemitteilung vom Mai 2014 ein sogenanntes „Bundesländerranking“ zur Holzverwendung im Bauwesen veröffentlicht<sup>33</sup>. Grundlage dieses Rankings sind Zahlen aus einer Studie des Thünen-Instituts Hamburg (Institut für Holzforschung) aus dem Jahr 2013<sup>34</sup>.

Den ersten Platz im Länderranking belegt demzufolge das Bundesland Baden-Württemberg mit einer im Sinne des Gesetzgebers vorbildlich umgesetzten Novellierung seiner Landesbauordnung und der daraus resultierenden höchsten Holzbauquote.

Den Bundesländern Niedersachsen, Saarland, Hessen, Rheinland-Pfalz, Brandenburg und Nordrhein-Westfalen werden durch ihre „veralteten“ Landesbauordnungen hingegen weiterhin Hemmnisse des Holzbaus attestiert. Als Beispiel wird das Erfordernis von Sondergenehmigungen für die Errichtung von Gebäuden in Holzbauweise mit mehr als zwei Geschossen im Land Brandenburg und in Nordrhein-Westfalen genannt.

Als Fazit der Untersuchung werden einzelne Bundesländer durch den DHWR aufgefordert, ihre jeweiligen Landesbauordnungen auf der Grundlage der technologischen Weiterentwicklungen des Holzbaus zu novellieren.

---

<sup>33</sup> Deutscher Holzwirtschaftsrat (DHWR), Pressemitteilung, Umwelt/Politik, 20. Mai 2014

<sup>34</sup> Thünen Report 9, Holzverwendung im Bauwesen – eine Marktstudie im Rahmen der „Charta für Holz“, Holger Weimar und Dominik Jochem (Hrsg.), Braunschweig 2013



Ausbildungsstand der Planer

Neben den Entscheidern aus dem privaten Bereich für kleinere Objekte sowie den Investoren und Wohnungsgesellschaften sollte man die Planer nicht vergessen. Die Ausbildung und der jeweilige Wissensstand können durchaus von Vorteil für den einen oder anderen Baustoff bzw. eine entsprechende Bauweise sein. So spielt auch langfristig die Struktur der Hochschulen im Bereich des Bauwesens eine nicht zu unterschätzende Rolle.

## 4.7. Technische Vor- und Nachteile von Holz- und Massivkonstruktionen

### 4.7.1. Gesamtheitliche Betrachtung Einfamilienhaus

Bevor die Beurteilung der Vor- und Nachteile erfolgt, sollte erwähnt werden, dass bei nahezu allen Gebäuden dieser Klasse eine „Mischbauweise“ vorliegt, was die *Gesamtkonstruktion* betrifft. Die Traggerüste sind bei Gebäuden in Holzbauweise aus dem Baustoff „Holz“ (teilweise in Verbindung mit Stahlträgern) und bei Massivbauten aus Mauerwerk oder Beton.

Bei üblichen Massivbauten – ob aus Kalksandstein, Ziegel, Porenbeton oder Leichtbeton – sind (mindestens) die tragenden Wände aus den eben genannten Baustoffen. Je nach Lastfall werden Kellerwände entweder in Mauerwerk oder Beton erstellt. Die Decken werden meist in Beton erstellt – außer ggf. die Spitzbodenlage. Schrägdächer werden in Holzbauweise errichtet. Eine Tendenz zu Flachdächern bei Einfamilienhäusern ist nicht zu erkennen – wohl aber eine Zunahme zweigeschossiger Bauweise mit Schrägdach beispielsweise als Walm- oder Pultdach.

Bei Einfamilienhäusern in Holzbauweise verhält es sich wie folgt: Das Tragwerk der Wände und Decken besteht meist aus Holz in Verbindung mit anderen Baustoffen wie z.B. Gipskartonplatten, Folien etc. Besondere Grundrisse müssen im Tragwerk ggf. mit Stahlbauteilen verstärkt werden, was aber nicht die Regel ist. Bei Herstellung von Kellerwänden/Kellergeschossen bzw. bei der Herstellung der Sohle kommen die massiven Bauteile/Baustoffe zum Tragen wie Mauerwerk und Beton.

Die vermehrt anzutreffende Zweigeschossigkeit von Einfamilienhäusern ist bundesweit zu beobachten, hat sich aber bisher längst nicht in allen Bundesländern und Regionen gleichermaßen durchgesetzt. Hier spielt das inhaltliche Verständnis in Bezug auf die technischen Zusammenhänge und deren Vorteile bei den Entscheidern in den jeweiligen örtlichen Kommunen eine gewichtige Rolle.

Einige wesentliche Vorteile der zweigeschossigen Bauweise zur eingeschossigen Bauweise mit ausgebautem Dach sind:

- Kompakte Bauweise ohne Materialwechsel möglich
- Günstiges Verhältnis von Fläche zu Volumen / Vorteile u.a. im energetischen Bereich (vergleichsweise geringerer Heizwärmebedarf)
- Zwei vollwertige Geschosse ohne Einschränkung der Nutzbarkeit durch Wandschrägen
- Einfachere technische und handwerkliche Erreichbarkeit der Luftdichtheitsanforderungen
- Weniger Materialmix nötig (z.B. Entfall von Leichtbaukonstruktionen in Dachbereichen und Folien etc. an Innenwänden)
- Weniger handwerklich aufwendig, da z.B. Luftdichtheitsebene in massiver Bauweise z.B. durch Innenputz herstellbar
- Einfachere Wartung und Pflege von vertikalen Flächen als von schrägen Dachflächen
- Innenklima durch Speicherfähigkeit von massiven Wänden i.d.R. besser als in ausgebauten Dachgeschossen
- Mehr Wohnfläche bei gleicher Firsthöhe und gleichen Grundflächen möglich

#### 4.7.2. Erläuterung der Massivbau- und Leichtbauweise

Massive Baustoffe sind meist „schwere Baustoffe“, die in unterschiedlichen Formaten und Qualitäten neben raumbildenden Strukturen auch das Tragwerk bilden.

##### Massive Baustoffe (Auswahl gängiger Baustoffe):

Beton:	Stahlbeton
Mauerwerk:	Ziegel, Porenbeton, Kalksandstein, Leichtbeton
Lehm:	Lehmsteine, Lehmmauerwerk
Gips:	Gipsmassivwände, Gipswandbauplatten

Alternativ zu den massiven Baustoffen können die folgenden Leichtbaukonstruktionen genannt werden, die meist den Baustoff Holz oder Metall als wesentlichen Baustoff aufweisen. Meist werden die Wände durch Dämmstoffe und Beplankungen ergänzt. Bei Fertigelementwänden (z.B. Holztafelbauweise) sind zudem Fenster und weitere Installationen bereits eingebaut.

##### Leichtbaukonstruktionen (Auswahl gängiger Konstruktionen):

Holztafelbauweise:	Holzverbundkonstruktion als Fertigwandelement
Holzrahmenbauweise:	Holzrahmen mit beiderseitiger Beplankung
Holzständerbauweise:	Skelettbauweise – Ständer, Balken, Träger aus Holz
Leichtmetallständerbau:	„Trockenbauwand“, Metallrahmen mit Beplankung

#### 4.8. Gesamtheitliche Betrachtung Einfamilienhaus EFH – Pro Massivbauweise

	Pro Massivbauweise Einfamilienhaus
1	Sehr hohe Lebensdauer
2	Einschalige Außenwände energieeffizient möglich
3	Geringere Überhitzung von massiven Gebäuden
4	Thermische Speicherfähigkeit der Wände
5	Hohe Brandschutzeigenschaften
6	Schallschutzeigenschaften einfacher herstellbar
7	Relativ geringe Witterungsanfälligkeit
8	Schädlingsresistent
9	Gute Abschirmung von Elektrosmog
10	Luftdichtheitsebene einfacher herstellbar
11	Keine Tieflader und Mobilkrane erforderlich
12	Wenig Baustoffmix erforderlich
13	Flexibel anpassbar (Grundriss, Öffnungen)

#### Textliche Erläuterungen und Ergänzungen

##### 1 Sehr hohe Lebensdauer

Die durchschnittliche Lebensdauer von Massivbauweisen bei Wohngebäuden beträgt etwa 80 Jahre. In der Praxis werden – regelmäßige Nutzung und Instandhaltung vorausgesetzt – deutlich längere Nutzungszeiträume erzielt. Eine vergleichsweise gute Ökobilanz mit der Berücksichtigung der Einflussfaktoren wie Herstellung, Lebensdauer und Rückbau bieten massiv errichtete Gebäude. Eine Lebensdauer von 80 Jahren (und in der Praxis auch darüber hinaus), die jeweilige regionale Verfügbarkeit der Ausgangsstoffe sowie die Tatsache, dass z.B. mineralische Baustoffe nicht als Sondermüll deklariert sind, sind als Vorteile zu nennen<sup>35</sup>.

##### 2 Einschalige Außenwände energieeffizient möglich

Die Entwicklung der energetischen Optimierung von Mauerwerk hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass die steigenden Anforderungen der jeweils aktuellen Wärmeschutzverordnung (Energieeinsparverordnung – EnEV) und energetischer Förderprogrammanforderungen wie die von Effizienzhäusern (z.B. der Kreditanstalt für Wiederaufbau – KfW) bereits in einschaliger Bauweise erfüllt werden können, was die Gebäudehülle (genauer: Außenwände) betrifft. Diese Eigenschaften weisen insbesondere Ziegel, Porenbeton und Leichtbeton auf. Kalksandsteine oder Beton erreichen die Anforderungen in mehrschichtiger Bauweise z.B. in Verbindung mit Wärmedämmverbundsystemen.

##### 3 Geringere Überhitzung von Räumen mit massiven Bauteilen

Gemäß der Energieeinsparverordnung (EnEV) ist der Nachweis zu erbringen, dass in den Sommermonaten eine Überhitzung von Räumen vermieden wird.

<sup>35</sup> Quelle Ökobilanzstudie Gegenüberstellung Massivhaus / Holzelementbauweise, TU Darmstadt aus 2008/2010

Die zulässige Überhitzung in den Sommermonaten regelt die DIN 4108-2 (Sommerlicher Wärmeschutz). Massive Bauteile können die Wärmeenergie der hohen Lufttemperaturen im Sommer aufnehmen, nachts im Zusammenhang mit einer Nachtlüftung wieder abgeben und so zur Harmonisierung der Raumtemperatur beitragen.

#### **4 Thermische Speicherfähigkeit von Wänden**

Die thermische Speicherfähigkeit von massiven Außen- und Innenwänden kann dazu beitragen, dass die Energie nach „Abschaltung der Heizquelle“ (Heizkörper und/oder auch Sonneneinstrahlung) langsam wieder an die Räume entweicht und so ein rasches Auskühlen oder Aufheizen in den Sommermonaten vermieden wird. Die Raumbehaglichkeit bleibt somit über eine entsprechende Zeitdauer weitgehend stabil. Der solare Eintrag kann in den Wintermonaten sinnvoll genutzt und in den Sommermonaten harmonisiert werden.

Die unten angegebene Studie<sup>36</sup> kommt zu dem Fazit, dass insbesondere bei hoch wärmegeprägten Gebäuden eine hohe Bedeutung von thermischen Speichermassen vorhanden ist.

#### **5 Gute Brandschutzeigenschaften**

Massive Baustoffe sind als nicht brennbar eingestuft (Baustoffklasse A 1). Massivbaustoffe bilden keine giftigen Rauchgase und behindern die weitere Ausbreitung von Bränden. Bei Einfamilienhäusern gilt als Anforderung die Feuerwiderstandsklasse „F 30“ (30 Minuten Feuerwiderstandsdauer) – Massive Bauteile übertreffen diese Anforderung und weisen meist „F 90-Werte“ auf (90 Minuten Feuerwiderstandsdauer). Im Brandfall ist nicht allein das Feuer selbst, sondern auch die Rauchgase meist die Ursache von Todesfällen in Wohngebäuden. Sachversicherer klassifizieren Gebäude in drei Bauartklassen ein (hier Bezug der Beschaffenheit der Außenwände): Klasse I (Massiv – Mauerwerk, Beton), Klasse II (Stahl- oder Holzfachwerk), Klasse III (Holz, Holzfachwerk, Holzkonstruktion mit Verkleidung jeglicher Art). Grob gefasst wirken sich nicht brennbare Baustoffe besonders günstig auf die Einstufung in der Brandversicherung aus. Für Fertighausgruppen (Wohngebäude in Fertigbauweise) kommt die „Stufe“ FHG II bei tragenden Konstruktionen der Außenwände aus Stahl, Holz, Leichtbauteilen etc. zum Ansatz.

#### **6 Schallschutzeigenschaften einfacher herstellbar**

Bei den Einfamilienhäusern sind in der DIN 4109 keine Anforderungen im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich festgelegt. Unabhängig davon können entsprechende Vereinbarungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden, sodass z.B. die DIN 4109 Anwendung findet – dies gilt oft auch, wenn in der Baubeschreibung von „hochwertigem Wohnraum“ die Rede ist. Durch die Verwendung massiver Bauteile bei Wänden und Decken sind übliche und erhöhte Schallschutzanforderungen im System erfüllbar.

#### **7 Relativ geringe Witterungsanfälligkeit**

Die Witterungsanfälligkeit der massiven Bauteile gegen Feuchte (z.B. Niederschlagsfeuchte) während der Bauphase (Lagerung, Einbau, Zwischenbauzustand) ist je nach Baustoff zwar unterschiedlich, jedoch sind alle Baustoffe während der Bauausführung gegen Feuchte zu schützen.

<sup>36</sup> Studie Raumklima – Untersuchung des sommerlichen Wärmeschutzes Massivhaus / Holzhaus, alware Braunschweig von 2008/2010

## **8 Schädlingsresistent**

Mauerwerk ist gesundheitlich unbedenklich und benötigt keine weitere Behandlung gegen Fäulnis oder Insekten. Zudem erfolgt keine Abgabe von Chemikalien, Fasern oder Stäuben in der Nutzungsphase.

## **9 Gute Abschirmung von Elektrosmog**

Die weitestgehende Abschirmung von hochfrequenter Strahlung z.B. von Mobilfunksendern wird durch massive Bauweise erreicht. Diese Anforderung wird von Bauvorhaben in Nähe derartiger Sender- oder Sendebereiche -oder bei Nutzern/-innen nachgefragt, die auf hochfrequente Strahlung empfindlicher reagieren und somit eine besondere Priorität haben<sup>37</sup>.

## **10 Luftdichtheitsebene einfacher herstellbar**

Die Luftdichtheitsebene ist durch geputzte massive Baustoffe vergleichsweise einfach herstellbar – sowohl im Neubau als auch bei Modernisierungen oder Umbauten und Erweiterungen. Eine Wiederherstellung der Luftdichtheitsebene (z.B. bei Beschädigungen oder Umbaumaßnahmen) ist durch Innenputz auf den massiven Baustoff (Mauerwerk oder Beton) in aller Regel vergleichsweise einfach herstellbar.

## **11 Keine Tieflader und Mobilkrane erforderlich**

Insbesondere bei Einfamilienhausprojekten ist der Tieflader- und Mobilkraneinsatz meist nicht erforderlich, was den Bau der Innen- und Außenwände betrifft, da die Lieferfahrzeuge für das Abladen von Baustoffen meist einen an das Fahrzeug integrierten Kran aufweisen. Der Einsatz von Minikranen ist z.B. bei großformatigem Mauerwerk erforderlich.

## **12 Wenig Baustoffmix erforderlich**

Abgestimmte Systeme erlauben es einen „Baustoffmix“ von Außen –und Innenwänden zu vermeiden. Dadurch werden mögliche Rissbildungen durch unterschiedliches Verformungsverhalten verschiedener Baustoffe vermieden. Außen- und Innenwände sowie Kellerwände können jeweils im „System“ in Kalksandstein, Porenbeton, Beton oder Ziegel erstellt werden.

## **13 Flexibel anpassbar (Grundrisse und Öffnungen)**

Im Zuge von Umplanungen – auch während der Bauphase – oder Umnutzungen und Umbauten oder Erweiterungen von Räumen in massiven Gebäuden sind diese Änderungen insbesondere bei Mauerwerksbauten in aller Regel technisch unproblematisch durchführbar.

---

<sup>37</sup> „Reduzierung hochfrequenter Strahlung im Bauwesen“, Pauli/Dr. Moldan, Hochschule der Bundeswehr Neubiberg 2000

#### 4.8.1. Weitere Argumente für die Massivbauweise

Bundesweite Verfügbarkeit der Baustoffe - Insbesondere die Baustoffe wie Kalksandstein, Porenbeton, Leichtbeton und Ziegel sind bundesweit gleichermaßen lieferbar, wenn auch die jeweiligen Herstellungswerke ihre regionalen Schwerpunkte haben können.

Werterhalt und Wiederverkauf - Massiv errichtete Wohngebäude werden von Kreditinstituten, Maklern und sachverständigen Wertermittlern in aller Regel ohne besondere Nachweise in Bezug auf die Baukonstruktion und den Werterhalt entsprechend „positiv“ eingestuft. Dies gilt auch für Bestandsgebäude, jedoch u.U. mit Abstrichen insbesondere in Bezug auf die energetische Qualität der Gebäudehülle.

Der Wiederverkaufswert bzw. der Wiederverkauf eines Massivhauses wird von Maklern „einfacher“ beurteilt, als von Häusern in Leichtbauweise. So müssen beim Verkauf von Immobilien in Leichtbauweise nicht selten entsprechende Argumente und Zertifikate, Qualitätsstandards erbracht werden, um den Wiederverkauf zu optimieren<sup>38</sup>.

Formbeständigkeit - Massive Bauweisen sind weitestgehend formbeständig und geben keine Geräusche z.B. bei Temperaturänderungen oder Windlasten ab. Durch ihr vergleichsweise hohes Eigengewicht sind diese Bauweisen gegen Windlasten (Stürme, Orkane) sehr widerstandsfähig.

Die Wartung und Pflege beschränkt sich üblicherweise bei verputzten Fassaden/Wänden auf die Beschichtung (Anstrich) und den Putz bzw. allgemein gefasst den „Wetterschutz“. Insbesondere bei hohen Schlagregenbeanspruchungen haben sich zweischalige Bauweisen mit Verblendfassaden etabliert, die bei fachgerechter Ausführung in der Regel über einen längeren Zeitraum sehr robust sind und kaum Pflege benötigen. Durch die vergleichsweise geringe Verformung der massiven Konstruktion/Wände sind die Fassadenbeschichtungen weniger rissanfällig als Mischbauweisen oder Leichtbauten.

Bei Wasserschäden in der Bau- und/oder Nutzungsphase bestehen gute technische Möglichkeiten der Bautrocknung ohne bleibende Schäden in Material und Konstruktion zu verursachen, was vornehmlich Massivwandbaustoffe ohne integrierte Dämmung und Massivdecken betrifft. Eine kapillare Austrocknung von durchfeuchtetem massivem Mauerwerk oder Beton ist in den meisten Fällen ohne den Austausch von Teilflächen (außer ggf. das Entfernen der Oberputze) möglich.

Relativ kurze Bauzeiten im Rohbau möglich - Durch die Fortentwicklung von großformatigem Mauerwerk (u.a. Dünnbettmörtel, Nut und Federsystem) ist es möglich das Wandtragwerk in relativ kurzer Zeit zu erstellen. Die Erfordernisse von Kraneinsatz und Fachpersonal werden hierbei vorausgesetzt, sodass diese Art des Rohbaus für den Selbstbauer eher ungeeignet ist.

Optimiertes Mauerwerk - Durch den Einsatz von optimiertem, großformatigem Mauerwerk und Dünnbettmörteln ist z.B. der Fugenanteil gesunken und dadurch auch der Eintrag von Wasser deutlich verringert worden. Dies trägt dazu bei,

<sup>38</sup> Maklerumfrage DIA Consulting, Freiburg von 2009

dass die Wände schneller trocknen können und Kosten für (Bau)Wasser reduziert werden.

Verschnittarme Planung der Wände möglich - Durch eine auf den jeweiligen Wandbaustoff abgestimmte Planung ist es möglich den Verschnitt und somit den Bauschutt zu reduzieren. Einige Hersteller bieten hierfür Unterstützung beispielsweise durch Softwareprogramme und Unterstützung bei der Planung an.

Baufachberater von Herstellern stehen in vielen Fällen unterstützend zur Verfügung, insbesondere, wenn es z.B. um Hinweise zur Verarbeitung geht. Dieser Service ist meist kostenfrei, ersetzt aber keine Bauleitung oder Planung.

Radien, Rundungen - Die Herstellung und Umsetzung individueller Planung wie „runde“ Bauformen und bestimmte Radien ist entweder durch die Herstellung einer entsprechenden Schalung (bei Beton) oder durch Kleinformatmauerwerk möglich.

**4.9. Gesamtheitliche Betrachtung Einfamilienhaus EFH - Holzbauweise**

**4.9.1. Erläuterung „Elementwand“ in Leichtbauweise -**

Die Herstellung von Außenwänden als „Komplettwandbauteil“ mit Innen- und Außenbekleidung, Dämmung und Fenstern sowie Installation der Versorgungsleitungen wie Strom, Steckdosen etc. erfolgt in der Regel unter Verwendung des Baustoffes „Holz“ im Werk. Der Baustoff „Holz“ hat zwar wesentliche Anteile an derartigen Konstruktionen, wird aber zumeist durch weitere Baustoffe und Bauelemente ergänzt wie z.B. Gipsplatten, Folien zur Herstellung der inneren Luftdichtheit und äußeren Winddichtigkeit. Je nach Hersteller kann die Luftdichtheit allerdings auch ohne Folien erzielt werden. So sind hier Holztafel- oder Holzrahmen oder auch Holz-Riegelbauweise gemeint. Der Grad der Komplettierung von solchen Wandelementen ist je nach Objekt unterschiedlich hoch. Bei Fertighausanbietern, die „schlüsselfertige“ Objekte liefern, sind die Wände mit einem endfertigen Vorfertigungsgrad entwickelt und hergestellt. Einige Unternehmen liefern aber auch Wandbauteile, die vor Ort weiterbearbeitet werden müssen – je nach Kundenwunsch. Dies ist z.B. bei Holzrahmenbauweisen möglich, wo nach Aufstellung des Rohbautragwerks (also die Gebäudehülle) der weitere Ausbau der Wände vor Ort auf der Baustelle erfolgt. So können Dämmung, Innen- und/oder Außenbekleidungen oder elektrische Leitungen etc. zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Diese Wände sind bei der folgenden Betrachtung ausgeklammert.

Die folgenden Aspekte betreffen Außenwände als komplett fertige Wände in Holzelementbauweise.

**4.10. Gesamtheitliche Betrachtung Einfamilienhaus EFH – Pro Holzbauweise**

	<b>Pro Holzbauweise Einfamilienhaus</b>
1	Durch Vorfertigung kurze Bauzeit vor Ort
2	Witterungsunabhängige Vorfertigung
3	Werksseitige Qualitätskontrolle
4	Hochdämmende schlanke Wände möglich
5	Montage auch in Wintermonaten möglich
6	Schnelle Bautrocknung
7	Kein Bauschutt von Fertigwänden vor Ort

**Textliche Erläuterungen und Ergänzungen**

**1 Kurze Bauzeit vor Ort**

Die im Vergleich zu anderen Bauweisen „verkürzte“ Bauzeit vor Ort ergibt sich im Wesentlichen dadurch, dass bereits an anderer Stelle, nämlich im Montagewerk, die einzelnen Wandelemente zusammengebaut wurden. So kann die Gebäudehülle eines Einfamilienhauses bereits nach wenigen Tagen errichtet werden, wenn alle Voraussetzungen für eine einwandfreie Montage gegeben sind.

**2 Witterungsunabhängige Vorfertigung**

Durch die Montage und die Komplettierung der einzelnen Wände im überdachten, „trockenen“ Werk ist eine Witterungsabhängigkeit z.B. durch Niederschlags-

feuchte diesbezüglich nicht gegeben. Auch werksseitig aufgetragene Außenbeschichtungen wie beispielsweise geputzte Wärmedämmverbundsysteme oder Klebeverbindungen können bei entsprechend ausreichender, trockener Lagerung fachgerecht abbinden.

### **3 Werksseitige Qualitätskontrolle**

Die eigene Qualitätskontrolle aber auch eine (stichprobenhafte) unabhängige Fremdüberwachung mehrerer Arbeitsschritte und -abläufe ist bei Werksmontagen gut möglich und wird z.B. bei vielen Anbietern von Fertighäusern, die lange „am Markt sind“ auch regelmäßig durchgeführt. Die Qualitätskontrolle betrifft neben den verwendeten Produkten auch die Überprüfung der Wandelemente mit der Planung, sodass bei der anschließenden Vor-Ort-Montage diese fachgerecht erfolgen kann.

### **4 Hochdämmende schlanke Wände möglich**

Durch das Ausnutzen der Hohlräume in den Holzelementwänden durch den Einbau von Dämmmaterial sowie der weiteren Dämmmöglichkeit auf der Innen- oder Außenseite sind überdurchschnittliche Wärmedurchgangswerte bei vergleichsweise schlanken Wandaufbauten bis hin zu Passivhaus tauglichen Wänden möglich.

### **5 Montage auch in Wintermonaten möglich**

Die Vor-Ort-Montage der Fertigelementwände ist grundsätzlich auch in den Wintermonaten möglich. Die Bodenplatte sollte dann allerdings frei von evtl. Feuchte sein (Schneematsch, stehendes Wasser), damit die Fertigelemente in Holzbauweise nicht im Fußpunkt in stehender Feuchte montiert werden.

### **6 Schnelle Bautrocknung**

Durch die Vorfertigung im Werk in Verbindung mit der Montage von entsprechend getrockneten Hölzern sind die Voraussetzungen gegeben, dass die Fertigelementwände nur noch wenig Feuchte bei der Vor-Ort-Montage aufweisen. Allerdings sind die Elementwände in Holzbauweise bei der Zwischenlagerung, Transport und der Montage auf dem Bauplatz gegen Witterungseinflüsse anfällig und sind entsprechend gut zu schützen, um den Vorteil der schnelleren Bautrocknung in Bezug auf den Rohbau nutzen zu können.

### **7 Kein Bauschutt von Fertigwänden vor Ort**

Da die komplette Vorfertigung der Elementwände in Holzbauweise werksseitig erfolgt und dort das überschüssige Material entsorgt wird, fällt auf der Baustelle diesbezüglich kein „Bauschutt“ an.

#### **4.10.1. Weitere Argumente für die Holzbauweise**

Raumklima - Bei Investoren, die sich für ein Einfamilienhaus aus Holzelementbauweise entscheiden, besteht oftmals ein subjektiv empfundenenes, angenehmes Raumklima. Dies bedingt meist, dass der Baustoff „Holz“ im Raum auch sichtbar ist. Je nach Wahl und Angebot der Außen- oder Innenbeplankung der Anbieter kann es allerdings dazu führen, dass der Baustoff „Holz“ im Nutzungszustand gar nicht mehr sichtbar ist. Der typische Holzgeruch verringert sich im Laufe der Jahre.

Brandschutzanforderungen - Die Anforderungen zum Brandschutz bei Einfamilienhäusern sind mit der Anforderung „F 30“ vergleichsweise gering. Das Gebäude hat lediglich 30 Minuten feuerhemmend zu überstehen, um die gesetzlichen Mindestanforderungen zu erreichen. Derartige Anforderungen sind mit Konstruktionen in Holzbauweise z.B. in Verbindung mit Gipsbauplatten erfüllbar. Höhere Anforderungen sind technisch möglich und müssen im Regelfall gesondert vereinbart werden oder sind „Standard“ (z.B. F 60 B - Feuerwiderstandsdauer 60 Minuten) bei bestimmten Haus-Typen verschiedener Hersteller.

Qualitätssiegel, Ökobilanz - Die Ökobilanz von Gebäuden in Holzbauweise ist aufgrund der Verwendung von nachwachsenden Naturprodukten in Verbindung mit einer vergleichsweise langen Lebensdauer bei fachgerecht geplanten und ausgeführten Wohngebäuden dann besonders gut, wenn das Material aus heimischer Produktion stammt. Das Verhältnis von Nachfrage und regionaler Verfügbarkeit spielt hier eine wesentliche Rolle.

Eine Vielzahl von entsprechenden Qualitätssiegeln wie z.B. das „FSC-Zertifikat“ (Holz aus nachhaltig bewirtschafteter Forstwirtschaft) unterstützen diese Position, die der Baustoff „Holz“ innehat.

#### 4.11. Gesamtheitliche Betrachtung Mehrfamilienhaus MFH - Pro Massivbauweise

	<b>Pro Massivbauweise Mehrfamilienhaus</b>
1	Sehr hohe Lebensdauer
2	Einschalige Außenwände energieeffizient möglich
3	Geringere Überhitzung von massiven Bauteilen
4	Thermische Speicherfähigkeit der Wände
5	Hohe Brandschutzeigenschaften
6	Schallschutzeigenschaften einfacher herstellbar
7	Relativ geringe Witterungsanfälligkeit
8	Schädlingsresistent
9	Gute Abschirmung von Elektromog
10	Luftdichtheitsebene einfacher herstellbar
11	Hohe Formstabilität
12	Wenig Baustoffmix erforderlich
13	Radien, Rundungen einfacher herstellbar
14	Flexibel anpassbar (Grundriss, Öffnungen)

#### **Textliche Erläuterungen und Ergänzungen**

##### **1 Sehr hohe Lebensdauer**

Die durchschnittliche Lebensdauer von Massivbauweisen bei Wohngebäuden beträgt etwa 80 Jahre. In der Praxis werden – regelmäßige Nutzung und Instandhaltung vorausgesetzt – deutlich längere Nutzungszeiträume erzielt, insbesondere dann, wenn die Gebäude z.B. zum „Effizienzhaus“ modernisiert werden. Eine vergleichsweise gute Ökobilanz mit der Berücksichtigung der Einflussfaktoren wie Herstellung, Lebensdauer und Rückbau bieten massiv errichtete Gebäude. Eine Lebensdauer von 80 Jahren (und in der Praxis auch darüber hinaus), die jeweilige regionale Verfügbarkeit der Ausgangsstoffe sowie die Tatsache, dass z.B. mineralische Baustoffe nicht als Sondermüll deklariert sind, sind als Vorteile zu nennen<sup>39</sup>.

##### **2 Einschalige Außenwände energieeffizient möglich**

Die Entwicklung der energetischen Optimierung von Mauerwerk hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass die steigenden Anforderungen der jeweils aktuellen Wärmeschutzverordnung (Energieeinsparverordnung – EnEV) und energetischer Förderprogrammanforderungen wie die von Effizienzhäusern (z.B. der Kreditanstalt für Wiederaufbau – KfW) bereits in einschaliger Bauweise erfüllt werden können, was die Gebäudehülle (genauer: Außenwände) betrifft. Diese Eigenschaften weisen insbesondere Ziegel, Porenbeton und Leichtbeton auf. Kalksandsteine oder Beton erreichen die Anforderungen in mehrschichtiger Bauweise z.B. in Verbindung mit Wärmedämmverbundsystemen.

<sup>39</sup> Ökobilanzstudie Gegenüberstellung Massivhaus / Holzelementbauweise, TU Darmstadt aus 2008/2010

### **3 Geringere Überhitzung von Räumen mit massiven Bauteilen**

Gemäß der Energieeinsparverordnung (EnEV) ist der Nachweis zu erbringen, dass in den Sommermonaten eine Überhitzung von Räumen vermieden wird. Die zulässige Überhitzung in den Sommermonaten regelt die DIN 4108-2 (Sommerlicher Wärmeschutz). Massive Bauteile können die Wärmeenergie der hohen Lufttemperaturen im Sommer tagsüber aufnehmen, nachts wieder abgeben und so zur Harmonisierung der Raumtemperatur beitragen.

### **4 Thermische Speicherfähigkeit von Wänden**

Die thermische Speicherfähigkeit von massiven Außen- und Innenwänden kann dazu beitragen, dass die Energie nach „Abschaltung der Heizquelle“ (Heizkörper und/oder auch Sonneneinstrahlung) langsam wieder an die Räume entweicht und so ein rasches Auskühlen oder Aufheizen in den Sommermonaten vermieden wird. Die Raumbehaglichkeit bleibt somit über eine entsprechende Zeitdauer weitgehend stabil. Der solare Eintrag kann in den Wintermonaten sinnvoll genutzt und in den Sommermonaten harmonisiert werden.

Die unten angegebene Studie<sup>40</sup> kommt zu dem Fazit, dass insbesondere bei hoch wärmegeämmten Gebäuden eine hohe Bedeutung von thermischen Speichermassen vorhanden ist.

### **5 Gute Brandschutzeigenschaften**

Massive Baustoffe sind als nicht brennbar (Baustoffklasse A 1) eingestuft. Massivbaustoffe bilden keine giftigen Rauchgase und behindern die weitere Ausbreitung von Bränden. Zusätzliche Brandschutzmaßnahmen sind in der Regel nicht erforderlich. Alle Anforderungen an den Brandschutz an Wände und Brandwände können mit massiven Bauteilen an aller Regel problemlos ohne die Hinzunahme weiterer Bauelemente wie z.B. Feuerschutzplatten erfüllt werden.

### **6 Schallschutzeigenschaften einfacher herstellbar**

Bei Mehrfamilienhäusern sind bestimmte Anforderungen an den Mindestschallschutz festgelegt. Unabhängig davon können darüber hinaus entsprechende Vereinbarungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden, sodass die DIN 4109, Beiblatt 2 oder die VDI-Richtlinie 4100 z.B. zu erhöhtem Schallschutz Anwendung findet. Durch die Verwendung massiver Bauteile bei Wänden und Decken sind übliche und erhöhte Schallschutzanforderungen im „System Massivbau“ relativ einfach, d.h. i.d.R. ohne zusätzliche Beplankungen von Wänden und Decken in Massivbauweise etc. plan- und herstellbar.

### **7 Relativ geringe Witterungsanfälligkeit**

Die Witterungsanfälligkeit der massiven Bauteile gegen Feuchte (z.B. Niederschlagsfeuchte) während der Bauphase (Lagerung, Einbau, Zwischenbauzustand) ist je nach Baustoff zwar unterschiedlich, jedoch sind alle Baustoffe während der Bauphase gegen Feuchte zu schützen.

### **8 Schädlingsresistent**

Mauerwerk ist gesundheitlich unbedenklich und benötigt keine weitere Behandlung gegen Fäulnis oder Insekten. Zudem erfolgt keine Abgabe von Chemikalien, Fasern oder Stäuben in der Nutzungsphase.

### **9 Gute Abschirmung von Elektrosmog**

---

<sup>40</sup> Studie Raumklima – Untersuchung des sommerlichen Wärmeschutzes Massivhaus / Holzhaus, alware Braunschweig von 2008/2010

Die weitestgehende Abschirmung von hochfrequenter Strahlung z.B. von Mobilfunksendern wird durch massive Bauweise erreicht. Diese Anforderung wird von Bauvorhaben in Nähe derartiger Sender- oder Sendebereiche - oder bei Nutzern/innen nachgefragt, die auf hochfrequente Strahlung empfindlicher reagieren und somit eine besondere Priorität haben<sup>41</sup>.

#### **10 Luftdichtheitsebene einfacher herstellbar**

Die Luftdichtheitsebene ist durch geputzte massive Baustoffe vergleichsweise einfach herstellbar – sowohl im Neubau als auch bei Modernisierungen. Eine Wiederherstellung der Luftdichtheitsebene (z.B. bei Beschädigungen oder Umbaumaßnahmen) ist durch Innenputz auf den massiven Baustoff (Mauerwerk oder Beton) in aller Regel vergleichsweise einfach herstellbar.

#### **11 Formbeständigkeit**

Massive Bauweisen sind weitestgehend formbeständig und geben keine Geräuschentwicklungen bei z.B. Temperaturänderungen oder Windlasten ab. Durch ihr vergleichsweise hohes Eigengewicht sind diese Bauweisen gegen Windlasten (Stürme, Orkane) sehr widerstandsfähig.

#### **12 Wenig Baustoffmix erforderlich**

Abgestimmte Systeme erlauben es einen „Baustoffmix“ von Wänden und Decken zu vermeiden. Dadurch werden mögliche Rissbildungen durch unterschiedliche Verformungsverhalten verschiedener Baustoffe vermieden. Außen- und Innenwände sowie Kellerwände können sozusagen jeweils im „System“ in Kalksandstein, Porenbeton, (Leicht)beton oder Ziegel erstellt werden.

#### **13 Radien, Rundungen**

Die Herstellung und Umsetzung individueller Planung wie „runde“ Bauformen und bestimmte Radien ist entweder durch die Herstellung einer entsprechenden Schalung (bei Beton) oder durch Kleinformatmauerwerk möglich. Dieser Aspekt spielt bei Geschossbauten in Bezug auf Architektur und Gestaltungsmöglichkeit eine größere Rolle als bei Einfamilienhäusern.

#### **14 Flexibel anpassbar (Grundrisse und Öffnungen)**

Im Zuge von Umplanungen – auch während der Bauphase – oder Umnutzungen und Umbauten oder Erweiterungen von Räumen in massiven Gebäuden sind diese Änderungen insbesondere bei Mauerwerksbauten in aller Regel technisch unproblematisch durchführbar.

### **4.11.1. Weitere Argumente für die Massivbauweise**

Bundesweite Verfügbarkeit der Baustoffe - Insbesondere die Baustoffe wie Kalksandstein, Porenbeton, Leichtbeton und Ziegel sind bundesweit gleichermaßen lieferbar, wenn auch die jeweiligen Herstellungswerke ihre regionalen Schwerpunkte haben können.

Werterhalt und Wiederverkauf - Massiv errichtete Wohngebäude werden von Kreditinstituten, Maklern und sachverständigen Wertermittlern in aller Regel ohne besondere Nachweise in Bezug auf die Baukonstruktion und den Werterhalt

<sup>41</sup> „Reduzierung hochfrequenter Strahlung im Bauwesen“, Pauli/Dr. Moldan, Hochschule der Bundeswehr Neubiberg 2000

entsprechend „positiv“ eingestuft. Dies gilt auch für Bestandsgebäude, jedoch u.U. mit Abstrichen insbesondere in Bezug auf die energetische Qualität der Gebäudehülle.

Der Wiederverkaufswert bzw. der Wiederverkauf eines Massivhauses wird von Maklern „einfacher“ beurteilt, als von Häusern in Leichtbauweise. So müssen beim Verkauf von Immobilien in Leichtbauweise nicht selten entsprechende Argumente und Zertifikate, Qualitätsstandards erbracht werden, um den Wiederverkauf zu optimieren<sup>42</sup>.

Die Wartung und Pflege beschränkt sich üblicherweise bei verputzten Fassaden/Wänden auf die Beschichtung (Anstrich) und den Putz bzw. allgemein gefasst den „Wetterschutz“. Das können auch z.B. bei zweischaligen Bauweisen Verblendfassaden sein, die in der Regel über einen langen Zeitraum sehr robust sind und kaum Pflege benötigen, wenn sie fachgerecht ausgeführt wurden. Durch die vergleichsweise geringe Verformung der massiven Konstruktion/Wände sind die Fassadenbeschichtungen weniger rissanfällig als Mischbauweisen oder Leichtbauten.

Bei Wasserschäden in der Bau- und/oder Nutzungsphase bestehen gute technische Möglichkeiten der Bautrocknung ohne bleibende Schäden in Material und Konstruktion zu verursachen, was vornehmlich Massivwandbaustoffe ohne integrierte Dämmung und Massivdecken betrifft. Eine kapillare Austrocknung von durchfeuchtetem massivem Mauerwerk oder Beton ist in den meisten Fällen ohne den Austausch von Teilflächen (außer ggf. das Entfernen der Oberputze) möglich.

Relativ kurze Bauzeiten im Rohbau möglich - Durch die Fortentwicklung von großformatigem Mauerwerk sowie der Leichtbetonelementbauweise ist es möglich, das Tragsystem in relativ kurzer Zeit zu erstellen. Die Erfordernis von Kran-einsatz und Fachpersonal wird hierbei vorausgesetzt, sodass diese Art des Rohbaus für den Selbstbauer eher ungeeignet ist.

Verschnittarme Planung der Wände möglich - Durch eine auf den jeweiligen Wandbaustoff abgestimmte Planung ist es möglich, den Verschnitt und somit den Bauschutt zu reduzieren. Einige Hersteller bieten hierfür Unterstützung beispielsweise durch Softwareprogramme und Unterstützung bei der Planung an.

Optimiertes Mauerwerk - Durch den Einsatz von optimiertem, großformatigem Mauerwerk und Dünnbettmörteln ist z.B. der Fugenanteil gesunken und dadurch auch der Eintrag von Wasser deutlich verringert worden. Dies trägt dazu bei, dass die Wände schneller trocknen können und Kosten für (Bau)Wasser reduziert werden.

Eine Wiederherstellung der Luftdichtheitsebene (z.B. bei Beschädigungen oder Umbaumaßnahmen) ist durch Auftragen von Innenputz auf den massiven Baustoff in aller Regel vergleichsweise einfach und sicher herstellbar.

Baufachberater von Herstellern stehen in vielen Fällen unterstützend zur Verfügung, insbesondere, wenn es z.B. um Hinweise zur Verarbeitung geht. Dieser Service ist meist kostenfrei, ersetzt aber keine Bauleitung oder Planung.

<sup>42</sup> Maklerumfrage DIA Consulting, Freiburg von 2009

Eine vergleichsweise gute Ökobilanz mit der Berücksichtigung der Einflussfaktoren wie Herstellung, Lebensdauer und Rückbau bieten massiv errichtete Gebäude. Eine vergleichsweise lange Lebensdauer von 80 Jahren (und in der Praxis auch darüber hinaus), die jeweilige regionale Verfügbarkeit der Ausgangsstoffe sowie die Tatsache, dass mineralische Baustoffe nicht als Sondermüll deklariert sind, sind als Auszüge zu nennen<sup>43</sup>.

---

<sup>43</sup> Ökobilanzstudie Gegenüberstellung Massivhaus / Holzelementbauweise, TU Darmstadt aus 2008/2010

**4.12. Gesamtheitliche Betrachtung Mehrfamilienhaus MFH -  
Pro Holzbauweise**

	<b>Pro Holzbauweise Mehrfamilienhaus</b>
1	Durch Vorfertigung kurze Bauzeit vor Ort
2	Hochdämmende schlanke Wände möglich
3	Witterungsunabhängige Vorfertigung im Werk
4	Werksseitige Qualitätskontrolle
5	Montage auch in Wintermonaten möglich
6	Schnelle Bautrocknung möglich
7	Kein Bauschutt von Fertigwänden vor Ort
8	Holzbauweise bis Gebäudeklasse 4

**Textliche Erläuterungen und Ergänzungen**

**1 Kurze Bauzeit vor Ort**

Die im Vergleich zu anderen Bauweisen „verkürzte“ Bauzeit vor Ort ergibt sich im Wesentlichen dadurch, dass bereits an anderer Stelle, nämlich im Montagewerk, die einzelnen Wandelemente zusammengebaut wurden. So kann die Gebäudehülle eines Einfamilienhauses bereits nach wenigen Tagen errichtet werden, wenn alle Voraussetzungen für eine einwandfreie Montage gegeben sind.

**2 Witterungsunabhängige Vorfertigung**

Durch die Montage und die Komplettierung der einzelnen Wände im überdachten, trockenen Werk ist eine Witterungsabhängigkeit z.B. durch Niederschlagsfeuchte diesbezüglich nicht gegeben. Auch werksseitig aufgetragene Außenbeschichtungen wie beispielsweise geputzte Wärmedämmverbundsysteme oder Klebeverbindungen können bei entsprechender ausreichender, trockener Lagerung fachgerecht abbinden.

**3 Werksseitige Qualitätskontrolle**

Die eigene Qualitätskontrolle aber auch eine (stichprobenhafte) unabhängige Fremdüberwachung mehrerer Arbeitsschritte und -abläufe ist bei Werksmontagen gut möglich und wird z.B. bei vielen Anbietern von Fertighäusern, die lange „am Markt sind“ auch regelmäßig durchgeführt. Die Qualitätskontrolle betrifft neben den verwendeten Produkten auch die Überprüfung der Wandelemente mit der Planung, sodass bei der anschließenden Vor-Ort-Montage diese fachgerecht erfolgen kann.

**4 Hochdämmende schlanke Wände möglich**

Durch das Ausnutzen der Hohlräume in den Holzelementwänden durch den Einbau von Dämmmaterial sowie der weiteren Dämmmöglichkeit auf der Innen- oder Außenseite sind überdurchschnittliche Wärmedurchgangswerte bei vergleichsweise schlanken Wandaufbauten bis hin zu Passivhaus tauglichen Wänden möglich.

**5 Montage auch in Wintermonaten möglich**

Die Vor-Ort-Montage der Fertigelementwände ist grundsätzlich auch in den Wintermonaten möglich. Die Bodenplatte sollte dann allerdings frei von evtl. Feuchte

sein (Schneematsch, stehendes Wasser), damit die Fertigelemente in Holzbauweise nicht im Fußpunkt in stehender Feuchte montiert werden.

### **6 Schnelle Bautrocknung**

Durch die Vorfertigung im Werk in Verbindung mit der Montage von entsprechend getrockneten Hölzern sind die Voraussetzungen gegeben, dass die Fertigelementwände nur noch wenig Feuchte bei der Vor-Ort-Montage aufweisen. Allerdings sind die Elementwände in Holzbauweise bei der Zwischenlagerung, Transport und der Montage auf dem Bauplatz gegen Witterungseinflüsse anfällig und sind entsprechend gut zu schützen, um den Vorteil der schnelleren Bautrocknung in Bezug auf den Rohbau nutzen zu können.

### **7 Kein Bauschutt von Fertigwänden vor Ort**

Da die komplette Vorfertigung der Elementwände in Holzbauweise werksseitig erfolgt und dort das überschüssige Material entsorgt wird, fällt auf der Baustelle diesbezüglich kein „Bauschutt“ an.

### **8 Holzbauweisen im Wohnungsbau bis Gebäudeklasse 4**

Die Anforderungen an mehrgeschossige Wohnhäuser ist bei vielen Landesbauordnungen in den vergangenen Jahren derart angepasst und überarbeitet worden, dass im mehrgeschossigen Wohnungsbau Holzbauweisen ermöglicht werden (u.a. z.B. durch die „Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise“). Die Anforderungen der Gebäudeklasse 4 (bis zu 5 Vollgeschosse) sind in Holzbauweise nach fachgerechter Planung machbar aber vergleichsweise aufwendiger und erfordern beispielsweise bei Anschlüssen von Leichtbau zu Massiv mehr Detailplanung und konstruktiven Aufwand. Es ist unter planerischem, technischen und konstruktiven Aufwand auch möglich, Wohngebäude in Holzbauweise bis zu sieben Geschossen umzusetzen, bilden aber bisher die Ausnahme („Leuchtturmprojekte“).

#### **4.12.1. Weitere Argumente für die Holzbauweise bei Mehrfamilienhäusern**

Unterstützende Faktoren zur Entscheidung – Die Planung und der Bau von Geschossbauten für Wohnungen in Holzbauweise ist nicht der Regelfall. Eine Entscheidung dazu wird von Investoren und Wohnungsunternehmen z.B. bei besonderen Quartieren wie etwa die Internationale Bauausstellung in Hamburg, bei besonderer, flankierender Förderung oder auch aus „Imagegründen“ (Stichworte – Raumklima, Ökobilanz) ausgelöst. Andererseits kann aber auch eine „holzbaufreundliche“ Region in Zusammenhang mit einer entsprechenden Landesbauordnung der Auslöser dafür sein mehrgeschossige Wohngebäude in Holzbauweise zu erstellen.

## 5. Beispielhafte und vergleichende Darstellung der Baukosten für ein modellhaftes Ein- sowie Mehrfamilienhaus

- Realistische Baukosten
- Hinweise zu Bauträgerangeboten, Fertighausanbieter
- Vor- und Nachteile für private Bauherren durch Konstruktionsart/Hinweise aus technologischer Sicht
- Kostenvergleiche Ein- und Mehrfamilienhäuser Massiv- zu Holzbauweise

### 5.1. Realistische Baukosten am Beispiel eines Einfamilienhauses

Das Grundstück ist beim Bauträger oft schon vorhanden, während es beim Fertighausanbieter meist in Eigenregie erworben werden muss. Rund um das Grundstück entstehen weitere Kosten, die zu berücksichtigen sind:

1. Maklerkosten
2. Notarkosten, Grundbucheintrag
3. Grunderwerbssteuer

#### Weitere Nebenkosten

1. Bodengutachten
2. Vermessung, Katasteramt
3. Baugenehmigung
4. Ggf. Prüfstatik
5. Ggf. Kosten für Baubegleitung durch Sachverständigen (z.B. bei Erwerb über Bauträger als mögliche zusätzliche Überprüfung der Bauausführung)
6. Baustelleneinrichtung
7. Erdaushub und Abfuhr, Einbau Tragschicht
8. Ggf. Baustraße und Kranstellplatz
9. Umzugskosten

#### Grundstück herrichten

1. Ggf. Abriss von Bestandsgebäuden
2. Fällungen, Genehmigungen hierfür
3. Ggf. Ersatzpflanzungen

#### Erschließung

1. Energieversorgung (z.B. Erdgasanschluss)
2. Wasser, Abwasser
3. Strom, Baustrom, Zähler
4. Medien (Telefon etc.)

#### Versicherungen

1. Bauwesenversicherung
2. Bauherrenhaftpflichtversicherung
3. Feuer-Rohbauversicherung
4. Ggf. Versicherung für Bauhelfer

Außenanlagen, Freiflächen

1. Pflasterungen (Wege, Einfahrt)
2. Terrassen
3. Garage, Carport
4. Rasen, Hecken, Sträucher
5. Ggf. Abstellraum (z.B. bei fehlendem Keller)

Beispiel für ein Grundstück von 500 m<sup>2</sup> Größe und 125,-€/ m<sup>2</sup> Grundstückskosten (62.500,-€). Einfamilienhaus mit Keller und 146 m<sup>2</sup> Wohnfläche.

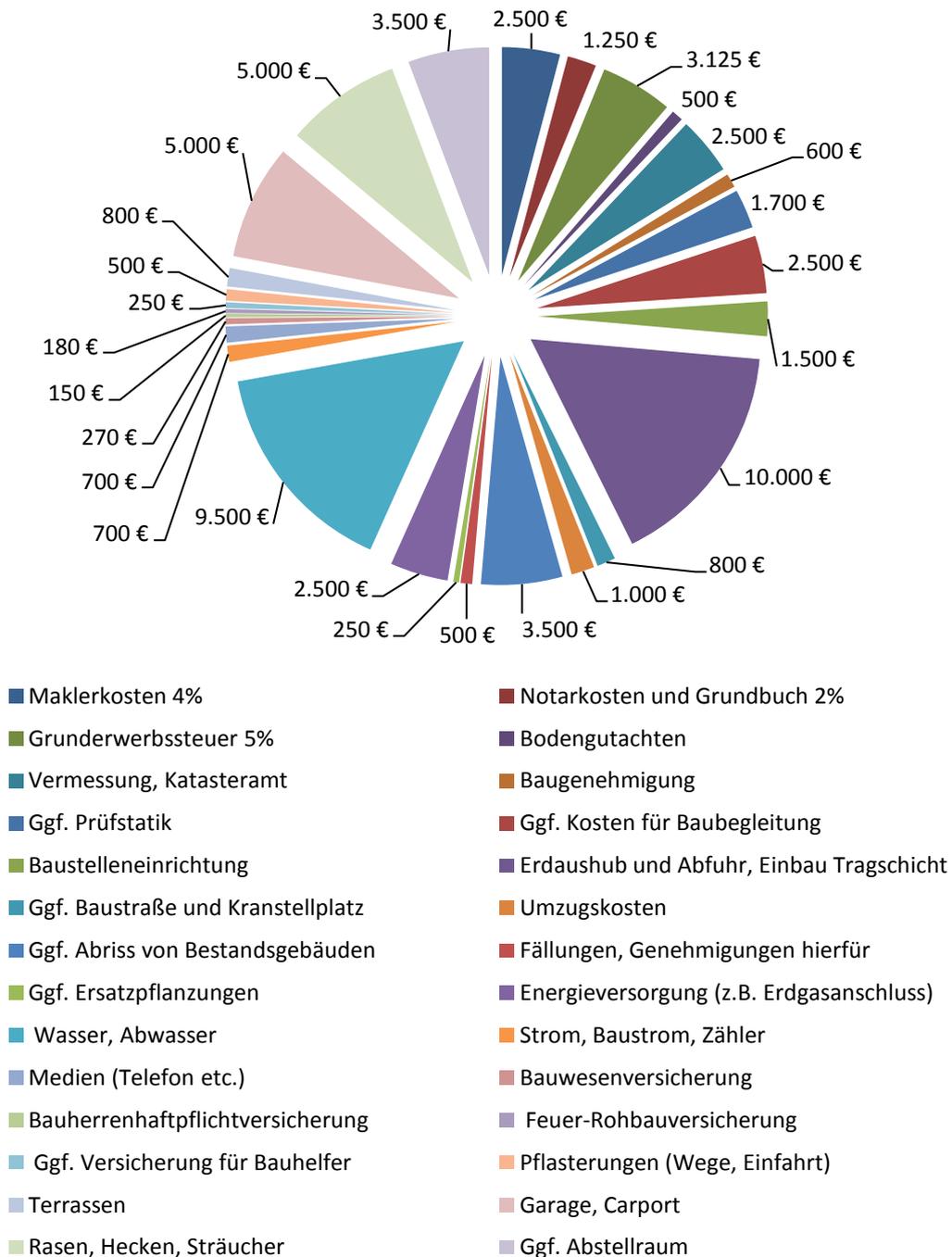


Abb. 7: Aufstellung möglicher Nebenkosten für ein Einfamilienhaus

Diese vorgenannten, wesentlichen Nebenkosten in unserem Beispiel in Höhe von 50.475,-€ bis zu 61.275,-€ (i.M. 55.875,-€) addieren sich zu den Kosten des Gebäudes (in unserem Beispiel rund 270.000,-€ für unser Typengebäude) und zu den Grundstückskosten i.H. von 62.500,-€.

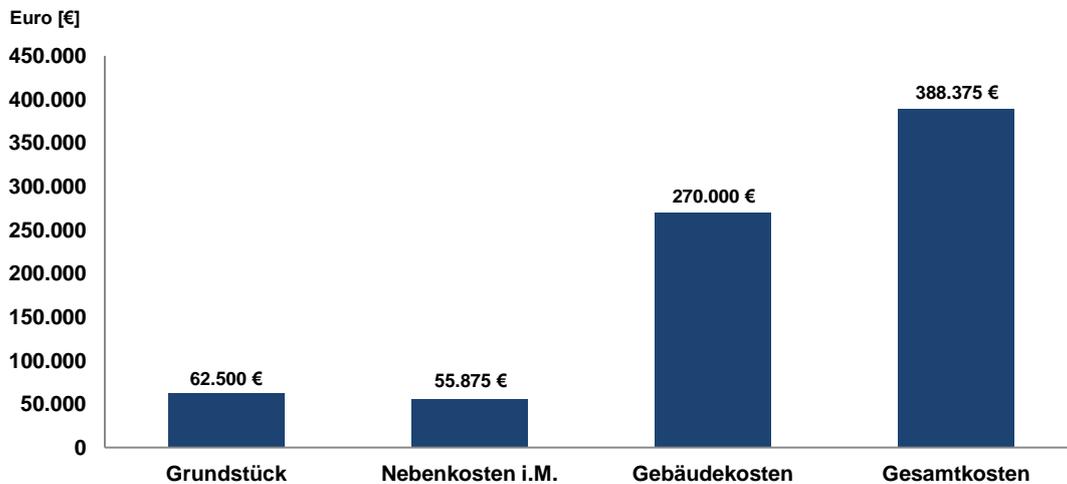


Abb. 8: Aufteilung der Kosten für das Einfamilien-Typenhaus als Beispielrechnung

Hier sind in den folgenden Kapiteln Hinweise zu Kostenerhöhungen zum jeweiligen „Festpreis“ erläutert. Meist wird noch der eigentliche „Festpreis“ durch Änderungswünsche in der Ausstattung durch Käuferwünsche (z.B. Rollläden, Solarthermieanlage etc.) „angepasst“. Die reinen Kosten für das Gebäude sind bei „seriösen“ und lange am Markt tätigen Bauträgern oder Fertighausanbietern im Regelfall recht genau zu kalkulieren, wenn alles vertragsmäßig aufgeführt wurde und nicht noch in der Bauphase geändert wird.

#### Gebäude ohne oder mit Keller?

Bei Gebäuden ohne Keller ist in jedem Fall auch Erdaushub und Abfuhr, Trag-schicht und Fundament erforderlich. Die Kosten hierfür können ca. 13.000,- bis 20.000,-€ betragen - je nach Baugrund/örtliche Situation.

Die Kosten für den Voll-Keller werden meist mit 30.000,- bis 50.000,-€ angesetzt – je nach Baugrund und Ausstattung des Kellers.

## 5.2. Hinweise zu „Bauträger“

Die Erfahrungen von realisierten Einfamilienhausprojekten privater Bauherrn sind je nach „Qualität“ des Bauträgers – Massivbau oder Holzfertigbau – höchst unterschiedlich. Bauträger bieten das geplante, bezugsfertige Haus nebst dazugehörigem Grundstück an. So ist der Bauträger auch Vertragspartner und nicht etwa ein Architekt.

Im Rahmen des Projektverlaufs werden im Regelfall sämtliche Bauleistungen von der Architektenplanung über die behördlichen Genehmigungen bis zur Bauausführung durch den Bauträger übernommen.

Der Bauträgervertrag ist rechtlich gesehen eine Mischung aus Kauf- und Werkvertrag und unterliegt den Regelungen der Makler- und Bauträgerverordnung (MaBV). Insbesondere dann, wenn der Vertrag zu einem Zeitpunkt abgeschlossen wird, zu dem die Bauleistungen noch nicht abgeschlossen sind, enthält der Vertrag werkvertragliche Elemente. Die MaBV regelt die zu leistenden Abschlagszahlungen gemäß dem aktuellen Bautenstand. Der Bauträger verpflichtet

sich, das Objekt entsprechend einer vereinbarten Baubeschreibung zu errichten und sodann an den Kunden/Käufer zu übergeben und ihm dann das Eigentum an dem Objekt zu verschaffen. Der Bauträgervertrag ist notariell zu beurkunden.

Da der einzige Vertragspartner des Erwerbers (nicht Bauherr!) der Bauträger ist, ist eine direkte Abstimmung mit Handwerkern und Firmen nicht gegeben und andererseits auch nur mit Zustimmung und Mitwirkung des Bauträgers möglich.

Der Bauträger ist gegenüber dem Erwerber für eine einwandfreie Ausführung vertraglich übernommener Verpflichtungen verantwortlich und hat dafür zu sorgen, dass alle Mängel beseitigt werden, die während der Bauzeit oder innerhalb der darauf folgenden Gewährleistungszeit auftauchen.

Neben dem Bauträgervertrag können Käufer alternativ auch einen normalen Kaufvertrag für bereits fertiggestellte (z. B. Bestandsbauten) oder auch halbfertige Objekte (Ausbauhäuser) vom Bauträger erwerben, indem die Käufer die Fertigstellung auf eigene Kosten und Risiko ohne (Gewährleistungsansprüche) übernehmen.

Zuverlässigkeit, Qualität und Zahlungsfähigkeit eines Bauträgers können vor Vertragsabschluss wie folgt überprüft werden:

- Einholung einer Bankauskunft
- Historie des Unternehmens
- Einholung von Referenzen
- Besichtigung von Referenzobjekten
- Allgemeiner Ruf des Unternehmens
- Baubegleitende Qualitätssicherung durch unabhängige Sachverständige

### **5.2.1. Bauträger - „versteckte“ Baukosten**

„Schlüsselfertig“ heißt nicht „bezugsfertig“ – Der Begriff ist gesetzlich nicht geschützt und bietet daher viele versteckte Kosten wie z.B. Hausanschlüsse, die im Vorwege nicht vom Erwerber überblickt werden. Die Leistungen, die sich dahinter verbergen, müssen präzise und umfassend beschrieben sein.

Bei „Ausbauhäusern“ ist ebenfalls genau vor Vertragsabschluss zu beschreiben, in welchem Umfang die Leistungen des Bauträgers zu erbringen - und welche Leistungen zur Fertigstellung/Bezug zu leisten sind. Ist dies nicht oder nur unzureichend der Fall, können weitere Kosten bei den zu erbringenden Eigenleistungen wie z.B. Estricharbeiten entstehen. Auch eine Bauherrenhaftpflichtversicherung gilt es in dem Fall zu kalkulieren.

Teilweise werden in den Baubeschreibungen im Kaufpreis enthaltene Kosten für z.B. Baugenehmigung, Gebäude- und Grundstücksvermessung, Ver- und Entsorgungsanschlüsse etc. genannt – aber weitere noch erforderliche Positionen wie z.B. Baugrunduntersuchung etc. nicht aufgeführt.

Planungsunterlagen

Der Bauträger ist auch für die Planung verantwortlich. Durch fehlende Planungsunterlagen wie Statik, Baubeschreibung oder erforderliche Detailzeichnungen können Zusatzkosten durch die nötige Planerstellung entstehen oder auch indirekte Kosten durch Zeitverzug. Auch fehlende oder fehlerhafte Wärmeschutznachweise können zu erhöhten Baukosten führen, wenn z.B. dadurch eine anschließende, geplante Förderung z.B. durch die KfW-Bank nicht oder nicht im gewünschten energetischen Standard möglich wird.

Notarkosten

Teilweise sind die Notarkosten nicht aufgeführt. Wird Grundstück und Haus nicht zusammen sondern getrennt beurkundet, fallen sogar zweimal Gebühren an, die der Erwerber zu tragen hat.

Weitere Baunebenkosten

Die Höhe der Baunebenkosten kann erheblich sein und muss ausführlich in den Gesamtkosten, die zu finanzieren sind, mitberücksichtigt werden. Neben Notar – und Gerichtskosten, Grunderwerbsteuer etc. ist oft die Erschließung der wunde Punkt. Entweder werden diese Kosten und Maßnahmen gar nicht, unzureichend oder nicht präzise genug – also nur mit „ca.-Kosten“ aufgeführt. So können u.U. auch noch Jahre nach Bezug von der Gemeinde Erschließungsbeiträge z.B. für den Straßenbau oder die Kanalisation erhoben werden. Auch Wasser-, Strom-, Telekommunikation oder die Energieversorgung bieten Möglichkeiten der „versteckten Baukosten“.

Finanzierung

Manche Bauträger bieten neben Grundstück und Haus auch eine Finanzierung an. Die vom Bauträger angebotene Finanzierung kann gegenüber anderen Angeboten im Verhältnis ungünstiger sein. Ein Vergleich des Finanzierungsangebotes mit anderen Kreditinstituten kann evtl. „Mehrkosten“ in den monatlichen Raten reduzieren.

Außenanlagen

Gerne werden die Außenanlagen in Bildprospekten dargestellt, finden sich aber im Leistungskatalog nicht oder nur in Auszügen wieder und müssen extra bezahlt werden. Teilweise weicht der Umfang der durch den Bauträger ausgeführten Leistungen von den Prospekten erheblich ab, sodass u.U. nur die Wegepflasterung erfolgt, die übrige Außenanlagengestaltung aber dem Erwerber in Eigenleistung überlassen wird.

Bauzeitüberschreitung

Durch fehlende oder nicht konkrete Angaben über Baubeginn, Bauzeit oder Fertigstellungstermin können ebenfalls erhöhte und im Vorwege durch den Erwerber nicht kalkulierte Erhöhungen der Baukosten entstehen. Es gilt konkrete, vertragliche Regelungen zu vereinbaren und ggf. eine Vertragsstrafe für eine Bauzeitenüberschreitung aufzunehmen.

„Sonderwünsche“

Vielfach weichen Prospekte und Baubeschreibungen in Bezug auf den Umfang der Leistungen ab. Sonderwünsche wie höherwertige Küchen-, Badausstattung oder andere Heizanlage, die dann zwar mündlich aber nicht schriftlich in den Vertrag aufgenommen aber tatsächlich wie vereinbart eingebaut wurden, können zu finanziellen Risiken werden.

### Mängel in der Bau- und Leistungsbeschreibung

Immer wieder ist festzustellen, dass notwendige Leistungen im Vertrag nicht eingeschlossen sind. Erdarbeiten, Vermessungsarbeiten, Bodengutachten etc. sind hier als Beispiele zu nennen, die am Ende eine bis zu fünfstellige Summe ausmachen können.

### Änderungsvorbehalte

Derartige Klauseln ermöglichen dem Bauträger *einseitige* Änderungen am Leistungsumfang vorzunehmen. Meist sind diese Klauseln zwar unwirksam, weil sie den Vorbehalt aus „triftigem Grund“ nicht präzisieren, sind aber in der Praxis durchaus anzutreffen.

Beispiel – „Änderungen der Bauausführung, der Material- bzw. Baustoffauswahl, soweit sie gleichwertig sind, bleiben vorbehalten.“

Die Änderung an der Bauausführung könnte sogar dazu führen, dass z.B. Innenwände nicht massiv in Kalksandstein, sondern als Leichtbauwände („Trockenbau“) ausgeführt werden. Auch in Baubeschreibungen benannte Produkte z.B. im Sanitärbereich können in „gleichwertige Produkte“ geändert werden. Dabei ist der Begriff der „Gleichwertigkeit“ nicht hinreichend rechtssicher. Meist entstehen in diesen Fällen für den Erwerber keine zusätzlichen Kosten, könnten aber anfallen, wenn z.B. ein bestimmtes günstiges Produkt durch ein Teureres ersetzt wird oder die Bauausführung geändert werden muss (z.B. Pfahlgründung bei morastigem Boden). Indirekt kann der Erwerber allerdings durch nicht vergleichbare Qualität der ausgeführten Leistung oder des Produktes einen „Minderwert“ erhalten.

### Vereinbarter Festpreis

Mit der Kostensicherheit bis zum Bezug werben die meisten Bauträger. Doch auch hier kann es für den Erwerber unliebsame Überraschungen geben. Gilt z.B. der vereinbarte Festpreis nur für eine bestimmte Frist, kann anschließend dessen Bindung entfallen und dem Erwerber drohen zusätzliche Kosten.

### Preisanpassungsklauseln

Derartige Klauseln sollen dem Bauträger kurzfristige Preiserhöhungen oder Preisanpassungen erlauben, wenn z.B. die Umsatzsteuer „von Dritten“ erhöht wird. Das klingt zunächst plausibel, ist aber gemäß im Bauträgerrecht geltenden Äquivalenzprinzip dann unvereinbar, wenn dem Bauträger dadurch ein Gewinn entsteht. In vielen Fällen sind hier dennoch Möglichkeiten gegeben, die Baukosten zu Gunsten des Bauträgers zu variieren, insbesondere dann, wenn der Erwerber nicht rechtssicher ist oder die Verträge im Vorwege nicht von unabhängiger Seite hat prüfen lassen.

### 5.3. Fertighausanbieter – „versteckte Baukosten“

#### 5.3.1. Einleitung

Ein Fertighaus-Vertrag ist kein Kaufvertrag, sondern ein Werkvertrag. Deshalb sind beim Fertighausbau entsprechende Rechtsgrundlagen zu beachten.

Viele Hersteller richten ihre Verträge an der VOB (Verdingungsordnung für Bauleistungen, in der Regel Teil B) aus und ergänzen sie um weitere Regelungen. Diese Zusatzvereinbarungen führen zu einer Rechtsunsicherheit, denn bisher ist noch nicht grundsätzlich geklärt, ob einzelne Ergänzungen statthaft sind oder nicht. Faustregel: Die VOB/B kann nur Vertragsgrundlage sein, wenn sie durch zusätzliche Bestimmungen nicht grundlegend verändert wird.

Eine andere Vertragsform basiert auf dem Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB). Werkverträge nach dem BGB müssen in bestimmten Bereichen andere rechtliche Regelungen aufweisen. So beträgt zum Beispiel die Gewährleistung nach BGB fünf Jahre, nach VOB aber nur vier. Die weiteren Vertragsklauseln werden dann durch die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) geregelt und können anhand des AGB-Gesetzes überprüft werden.

Die Grundstücksbeschaffung ist im Gegensatz zum Bauträgermodell (wie vor beschrieben) hier Sache des Erwerbers. In vielen Fällen sind aber Anbieter von Fertighäusern hier behilflich oder bieten auch Grundstücke mit an – ist aber nicht die Regel. Der Erwerber muss sich beispielsweise um Baugenehmigung, Eignung und Erschließung des Grundstücks kümmern oder er beauftragt einen Architekten hierfür.

Eine notarielle Beurkundung des Fertighausvertrags ist nicht erforderlich, wenn der Erwerber das Grundstück selbst beschafft. Daher ist beim Fertighausvertrag (fehlende Kontrolle durch einen unabhängigen Dritten wie der Notar) im Gegensatz zum Bauträgervertrag besondere Aufmerksamkeit geboten, damit z.B. keine einseitigen Regelungen zum Nachteil des Erwerbers getroffen werden.

#### 5.3.2. Hinweise zu „versteckten“ Baukosten

„Schlüsselfertig“ heißt auch hier nicht zwingend „bezugsfertig“. Der Begriff ist gesetzlich nicht geschützt und bietet daher viele versteckte Kosten wie z.B. Hausanschlüsse, die im Vorwege nicht vom Erwerber kalkuliert werden. Die Leistungen, die sich dahinter verbergen, müssen präzise und umfassend beschrieben sein.

Bei „Ausbauhäusern“ ist ebenfalls genau vor Vertragsabschluss zu beschreiben in welchem Umfang die Leistungen des Fertighausanbieters zu erbringen - und welche Leistungen zur Fertigstellung/Bezug zu leisten sind. Ist dies nicht oder nur unzureichend der Fall, können weitere Kosten bei den zu erbringenden Eigenleistungen entstehen wie z.B. Zimmererarbeiten. Auch eine Bauherrenhaftpflichtversicherung gilt es in dem Fall zu beachten.

Da der Fertighausanbieter im Regelfall das Gebäude (und nicht das Grundstück) bzw. dessen komplette, bezugsfertige Erstellung plant und liefert, können folgende Punkte zu „versteckten“ Baukosten führen, die dem Erwerber entweder gar nicht oder aber nicht in der prognostizierten Größenordnung bewusst sein können. Im Regelfall wird durch den Fertighausanbieter auf weitere, erforderliche Leistungen Dritter hingewiesen jedoch nicht immer umfassend in Bezug auf

jeweilige Erfordernisse und auftretende Kosten. Werden Kosten benannt, sind dies oft grobe Preisspannen.

#### Planungsunterlagen

Der Fertighausanbieter ist für die vollständige Planung und dessen Planunterlagen verantwortlich, die sich auf das Gebäude bezieht. Zusatzkosten entstehen dadurch, dass z.B. für die Baugenehmigung weitere Unterlagen wie Lageplan, Baubeschreibung, Entwässerungsantrag etc. erforderlich werden.

#### Notarkosten

Oft sind die Notarkosten nicht aufgeführt. Wird Grundstück und Haus nicht zusammen sondern getrennt beurkundet, fallen sogar zweimal Gebühren an, die der Erwerber zu tragen hat.

#### Weitere Baunebenkosten

Die Höhe der Baunebenkosten kann erheblich sein und muss ausführlich in den Gesamtkosten, die zu finanzieren sind, mitberücksichtigt werden. Neben Notar – und Gerichtskosten, Grunderwerbsteuer etc. ist oft die Erschließung der wunde Punkt. Entweder werden diese Kosten und Maßnahmen gar nicht, unzureichend oder nicht präzise genug – also nur mit „ca.-Kosten“ aufgeführt. So können u.U. auch noch mehrere Jahre nach Bezug von der Gemeinde Erschließungsbeiträge z.B. für den Straßenbau oder die Kanalisation erhoben werden. Auch Wasser-, Strom-, Telekommunikation oder die Energieversorgung bieten Möglichkeiten der „versteckten Baukosten“.

#### Außenanlagen

Gerne werden die Außenanlagen in Bildprospekten dargestellt, finden sich aber im dort dargestellten Umfang im Leistungskatalog nicht wieder und müssen extra bezahlt werden.

#### Bauzeitüberschreitung

Durch fehlende oder nicht konkrete Angaben über Baubeginn, Bauzeit oder Fertigstellungstermin können ebenfalls erhöhte und im Vorwege durch den Erwerber nicht kalkulierte Erhöhungen der Baukosten entstehen. Es gilt konkrete, vertragliche Regelungen zu vereinbaren und ggf. eine Vertragsstrafe für eine Bauzeitenüberschreitung aufzunehmen.

#### „Sonderwünsche“

Vielfach weichen Prospekte und Baubeschreibungen in Bezug auf den Umfang der Leistungen ab. Sonderwünsche wie höherwertige Küchenausstattung oder andere Heizanlage, die dann zwar mündlich aber nicht schriftlich in den Vertrag aufgenommen – aber tatsächlich wie vereinbart eingebaut wurden, können zu finanziellen Risiken werden.

#### Mängel in der Bau- und Leistungsbeschreibung

Immer wieder ist festzustellen, dass notwendige Leistungen im Vertrag nicht eingeschlossen sind. Erdarbeiten, Vermessungsarbeiten, Bodengutachten etc. sind hier als Beispiele zu nennen, die Ende eine bis zu fünfstellige Summe ausmachen können.

### Änderungsvorbehalte

Derartige Klauseln ermöglichen dem Fertighausanbieter *einseitige* Änderungen am Leistungsumfang vorzunehmen. Meist sind diese Klauseln zwar unwirksam, weil sie den Vorbehalt aus „triftigem Grund“ nicht präzisieren, sind aber in der Praxis durchaus anzutreffen.

Beispiel – „Änderungen der Bauausführung, der Material- bzw. Baustoffauswahl, soweit sie gleichwertig sind, bleiben vorbehalten.“

Auch in Baubeschreibungen benannte Produkte z.B. im Sanitärbereich können in „gleichwertige Produkte“ geändert werden. Dabei ist der Begriff der „Gleichwertigkeit“ nicht hinreichend rechtssicher. Meist entstehen in diesen Fällen für den Erwerber keine zusätzlichen Kosten, könnten aber anfallen, wenn z.B. ein bestimmtes günstiges Produkt durch ein Teureres ersetzt oder die Bauausführung geändert wird (z.B. andere Innenwände). Indirekt kann er allerdings durch nicht vergleichbare Qualität der ausgeführten Leistung oder des Produktes einen „Minderwert“ erhalten.

### Vereinbarter Festpreis

Mit der „Festpreisgarantie“ werben viele Anbieter. Doch auch hier kann es für den Erwerber unliebsame Überraschungen geben. Gilt z.B. der vereinbarte Festpreis nur für eine bestimmte Frist, kann anschließend dessen Bindung entfallen und dem Erwerber drohen zusätzliche Kosten.

Oft sind auch Grundstücks- und Erschließungskosten, Baunebenkosten z.B. für Hausanschlüsse, Vermessungsgebühren, Baugenehmigung oder auch die Außenanlagen nicht enthalten.

Auch zusätzliche Kosten wie Erdaushub und Abfuhr oder gar Abbruchkosten sind hier nicht inbegriffen.

#### 5.4. Hinweise aus technologischer Sicht / Fertighäuser in Holzbauweise

Folgende, wesentliche Anforderungen gelten besonders in Bezug auf Fertighäuser in Holzbauweise, auf die die meisten Anbieter auch hinweisen. Diese zusätzlichen Kosten abzuschätzen bedarf in aller Regel fachlicher Begleitung durch Dritte wie z.B. Architekten.

1. Grundwasserstand mindestens 1m unter Sohle des Kellers / der Bodenplatte – Folgekosten bei Nichtbeachtung
2. Stark durchlässiger Boden unter Gebäudesohle – sonst Drainage erforderlich
3. Erdbebenzone 0-2 (darüber hinaus entstehen Zusatzkosten)
4. Baugrundgutachten
5. Prüfung der Bodenplatte/Kellerdecke durch Fertighausanbieter
6. Anforderungen an Kellerdecke (auch Maßtoleranzen) – abweichende Ausführungen werden ggf. in Rechnung gestellt
7. Auf Bodenplatte Feuchtigkeitsisolierung aufbringen
8. Befestigter Kranstellplatz und geeignete Zufahrt bis 45 t
9. Radien, Maßangaben und Stellfläche für Tieflader – ggf. Kosten für Freimachung, Befestigung der Straße und Genehmigungen oder Straßensperrungen beachten
10. Strom- und Wasseranschlüsse kostenfrei für Fertighausanbieter
11. Das fertige Geländeniveau muss mind. 15cm unter Oberkante Kellerdecke/Bodenplatte liegen – bei Nichtbeachtung entstehen Folgekosten
12. Anpassungsarbeiten an Bodenplatte
13. Verzögerungen im Bauablauf ggf. durch Behörde, Bau BG etc.
14. Aussparungen im Bereich der Kellerdecke schließen
15. Ggf. Gerüstvorhaltung
16. Bauleistungs- und Feuerversicherung über die Bauzeit
17. Kosten für Bauleitung
18. Transport- und Montagekosten und ggf. Übernachtungskosten
19. Baucontainer für Geräte, Unterkünfte für Monteure/Sanitäreinrichtungen

Folgende Leistungen (in Auszügen) sind teilweise nicht im Lieferumfang enthalten

- Anbringen von Putzen am Sockel des Kellers bzw. an den Stirnseiten der Bodenplatte
- Die dauerhafte Abdichtung an allen Eingängen zum Haus und zur Garage (wenn vorhanden)

Anmerkung zu „3“ Erdbebenzone 0-2: In bestimmten Gebieten kann in Deutschland sogar die Erdbebenzone „3“ von Bedeutung sein. Die Planung und Ausführung wird dann aufwändiger, kann aber hier in den spezifischen Kostenauswirkungen nicht abgeschätzt werden. Es ist daher frühzeitig zu klären, welche Erdbebenzone beim baugebiet evtl. in Frage kommt.

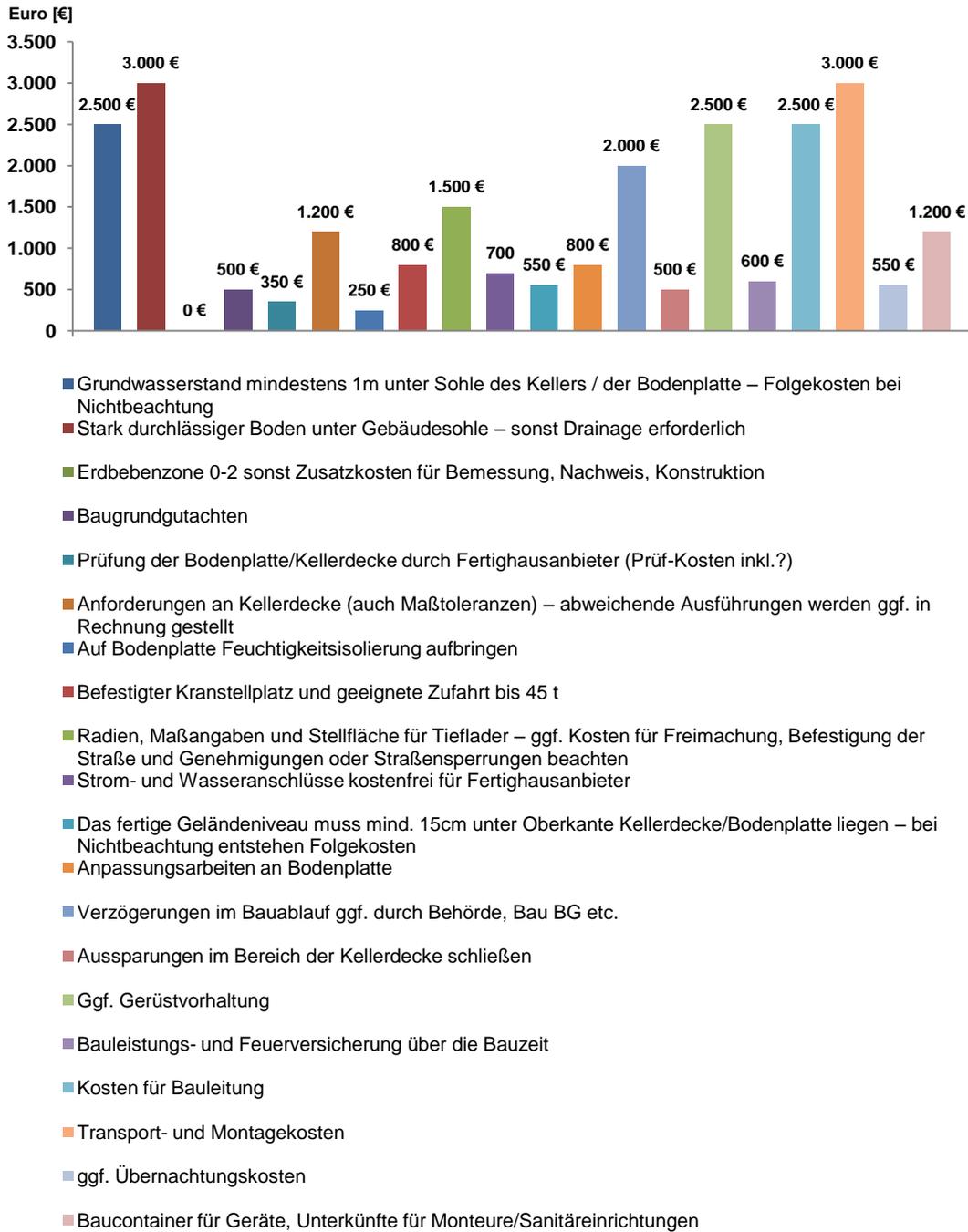


Abb. 9: Mögliche Zusatzkosten bei Fertighäusern in Holzbauweise am Beispiel eines Einfamilienhauses

## 5.5. Kostenvergleich verschiedener Bauweisen im Wohnungsbau

Am Beispiel von zwei Modellgebäuden („Typengebäuden“) – Einfamilienhaus und mittleres Mehrfamilienhaus - sind beispielhaft die Kosten für unterschiedliche Wandaufbauten als auch für die Baukosten der Kostengruppen 300 und 400 insgesamt ermittelt worden. Die entwickelten Modellgebäude und deren Grundlagen in Bezug auf die Kostenbetrachtungen sind im Folgenden näher erläutert. Alle Kosten sind Brutto (inkl. derzeitiger aktueller MwSt.) dargestellt.

### 5.5.1. Modellgebäude ( „Typengebäude“- Einfamilienhaus und Mehrfamilienhaus)

Eine Datenauswertung von einzelnen Gebäuden kann grundsätzlich insbesondere bei Detailbetrachtungen zu aufschlussreichen Ergebnissen führen. Allerdings handelt es sich bei solchen Einzelanalysen aufgrund der ggf. vorhandenen Besonderheiten des Projektes i.d.R. nicht um repräsentative Aussagen, so dass diese nicht ohne weiteres auf den Wohnungsbau in Deutschland übertragen werden können. Selbst bei einer Vielzahl von ausgewerteten Beispielgebäuden eines bestimmten Projektgrößenbereichs sind die gebäudespezifischen Besonderheiten (z.B. besondere Einbau- oder Gründungssituationen, individuelle Bauausführungen u.a. mit Kellergeschoss oder Tiefgarage sowie verschiedene Umsetzungen in Bezug auf Barrierefreiheit und hinsichtlich des energetischen Standards etc.) von so großer Bedeutung, dass die Ergebnisse nur in sehr weiten Spannen dargestellt und somit lediglich in ihrer Tendenz gewertet werden können.

**Um in der vorliegenden Untersuchung zu repräsentativen und übertragbaren Ergebnissen zu kommen, werden deshalb alle Berechnungen und Auswertungen auf die Rahmendaten der im Folgenden definierten Typengebäude EFH und MFH bezogen. Diese stellen keine auf Einzelauswertungen beruhende Beispielgebäude dar, sondern spiegeln vielmehr die auf Grundlage von Statistiken, Marktbeobachtungen und einem umfangreichen und differenzierten Bau- und Kostencontrolling bestimmten Mittel für den Wohnungsbau in der derzeitigen Baupraxis wider.**

### 5.5.2. Definition

Aus den bereits beschriebenen statistischen Erkenntnissen und allgemeinen Marktbeobachtungen zum Wohnungsbau, insbesondere zum Einfamilienhaus und Mietwohnungsbau in Deutschland, werden in Verbindung mit bedarfsgerechten Ansätzen (Werte und Kenntnisse aus dem Bau- und Kostencontrolling der ARGE<sup>44</sup>) die Rahmendaten für die Typengebäude definiert. Somit ergibt sich aus den folgenden Festlegungen in ihrer Gesamtheit die Basis für eine praxisbezogene Umsetzungsbetrachtung.

<sup>44</sup> Bau- und Kostencontrolling der ARGE – seit ihrer Gründung im Jahr 1946 ist die ARGE kontinuierlich auf dem Gebiet der angewandten und wissenschaftlichen Bauforschung tätig. Hierzu gehören u.a. die Analyse regionaler und überregionaler Bautätigkeit sowie die Erfassung von bauwirtschaftlichen Daten inkl. Baukosten und deren Zusammenhänge. Auf diese im Datenarchiv der ARGE zusammengeführten Werte und Kenntnisse konnte im Rahmen dieser Untersuchung zurückgegriffen werden.

### 5.5.3. Eckdaten für das Typengebäude – Einfamilienhaus

Festlegungen auf Grundlage der aktuellen Wohnungsbausituation

- Einfamilienhaus im mittleren Qualitätssegment
- Einbausituation: Freistehend
- Anzahl Wohnungen: 1 WE
- Ø Wohnungsgröße: ca. 146 m<sup>2</sup>
- überwiegend 4 bis 5 Wohnräume

Ergänzende Festlegungen auf Grundlage bedarfsgerechter Ansätze

- Einzelhaus mit zwei Vollgeschossen
- Erschließung: Innenliegende Treppe
- Grundvariante: Pultdach/ohne Kellergeschoss
- Energetischer Stand gemäß EnEV ab 2016

### 5.5.4. Eckdaten für das Typengebäude – Mehrfamilienhaus

Festlegungen auf Grundlage der aktuellen Wohnungsbausituation

- kleines bis mittleres Mehrfamilienhaus im mittleren Qualitätssegment
- Einbausituation: Freistehend
- Anzahl Wohnungen: 12 WE
- Ø Wohnungsgröße: ca. 73 m<sup>2</sup>
- überwiegend 3 bis 4 Wohnräume je WE

Ergänzende Festlegungen auf Grundlage bedarfsgerechter Ansätze

- Gebäudehöhe < 13 m (Aufzug nach MBO nicht zwingend erforderlich)
- 5 Wohngeschosse (Maximum in Bezug auf die Gebäudehöhe)
- Punkthaus (Optimum bei verhältnismäßig großen WE)
- Erschließung: Zentrales Treppenhaus (Zwei- bzw. Dreispänner)
- Gebäudetiefe > 10 m; < 14 m (Kompaktheit/Belichtung etc.)
- Grundvariante: Flachdach/ohne Kellergeschoss/ohne Aufzug
- Energetischer Stand gemäß EnEV ab 2016

### 5.5.5. Beispielhafte Darstellung

Um die vorgenannten Rahmendaten der beiden Typengebäude zu veranschaulichen, wurde in Zusammenarbeit mit externen Planern und Architekten jeweils eine beispielhafte Gestaltung/Darstellung entwickelt. Die sich hieraus ergebenden Ansichten und Grundrisse stellen die Grundvarianten einer Umsetzungsmöglichkeit dar.

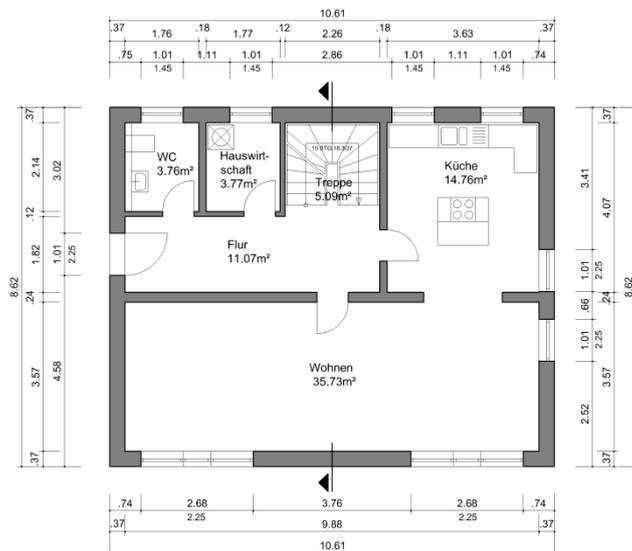
Diese Grundvarianten können aber auch je nach Bedarf z.B. um einen Keller, eine Tiefgarage oder andere bauliche Aspekte erweitert werden.

### 5.5.6. Typengebäude Einfamilienhaus – freistehend

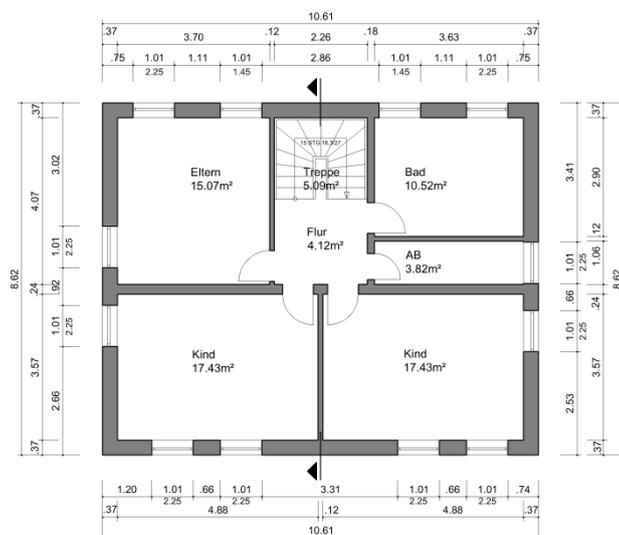


Ansicht Gartenseite

Ansicht Giebelseite / Eingang

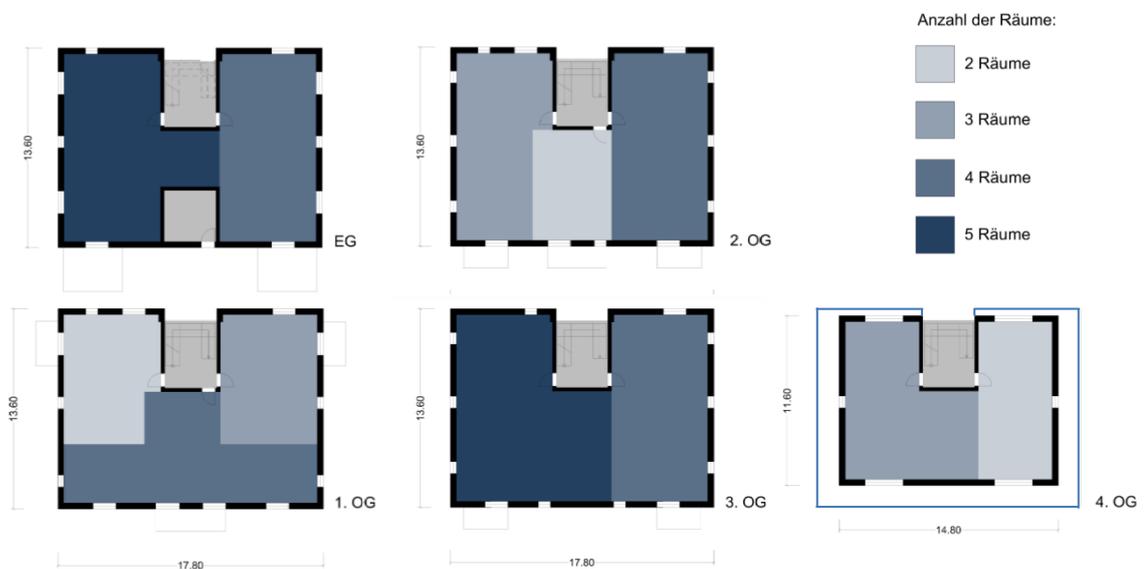
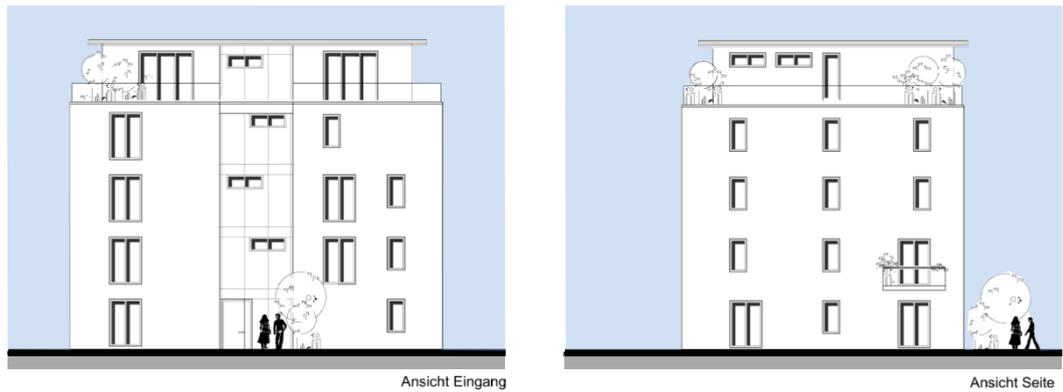


Grundriss Erdgeschoss



Grundriss Obergeschoss

### 5.5.7. Typengebäude Mehrfamilienhaus – freistehend



Grundrissvariationen als schematische Darstellung

### 5.6. Kostenvergleich – Kosten von Außenwandkonstruktionen und Baukosten

#### 5.6.1. Erläuterung Kostenbetrachtung – Außenwandkonstruktionen und Baukosten

Wie bereits vorgehend ausführlich erläutert, können die Ergebnisse aus Datenauswertungen von einzelnen Gebäuden vor allem bei Detailbetrachtungen aufschlussreich sein. Allerdings können solche Auswertungen von Beispielgebäuden aufgrund der jeweiligen gebäudespezifischen Besonderheiten übergeordnet nur in sehr großen Spannen und somit lediglich in ihrer Tendenz gewertet werden. Dieses trifft insbesondere auf den Bereich der Kostenbetrachtung zu, bei denen selbst bei Zuordnung der Daten auf bestimmte Projektgrößenbereiche Baukostenspannen von meist über 50% die Regel sind. Hinzu kommt, dass die mit der vorstehenden Methode bestimmten mittleren Kostenwerte tendenziell sehr hoch liegen, da sie gebäudespezifische Besonderheiten (z.B. besondere Einbau- oder Gründungssituationen, individuelle Bauausführungen u.a. mit Kel-

lergeschoss oder Tiefgarage sowie verschiedene Umsetzungen in Bezug auf Barrierefreiheit und hinsichtlich des energetischen Standards etc.) miteinander vermengen. Aus diesem Grund wäre es in diesem Zusammenhang auch nicht möglich konkrete Aussagen über jährliche Baukostensteigerungen zu treffen, da sich die Bauausführungen bei den Beispielgebäuden von Jahr zu Jahr unterscheiden.

Um repräsentative und übertragbare Ergebnisse für den Wohnungsbau in Deutschland zu erhalten, sind also die Baukosten und die Kosten von Außenwandkonstruktionen, ähnlich einer Witterungsbereinigung bei Energieverbräuchen, einer fundierten Kostenbewertung zu unterziehen. Hierfür sind umfangreiche Kenntnisse über die teilweise sehr komplexen Kostenzusammenhänge am Bau unerlässlich<sup>45</sup>.

### 5.6.2. Datenbasis

Für die Untersuchung lagen als primäre Datenquellen zu Grunde:

- Die Baukostenauswertungen und Preisdatenbanken der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.
- Aktuelle Preisabfragen der Bauwirtschaft, Bauträger und Fertighausanbieter
- Untersuchungsergebnisse aus dem bundesweiten Bauforschungsbereich der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. auf Grundlage von repräsentativen Kostenerhebungen in Zusammenarbeit mit der Wohnungswirtschaft

Die Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. erfasst als bauwirtschaftliches Institut Baukosten seit 1946. Seitdem finden jährliche Auswertungen und Berichte über die regionale und überregionale Bautätigkeit sowie die Erfassung der bauwirtschaftlichen Daten und Zusammenhänge statt. Gleichzeitig werden Preisdatenbanken geführt, die auf der Analyse abgerechneter Baumaßnahmen beruhen. Diese werden in einem regionalen aber auch überregionalen Archiv mit Vergleich von nationalen Daten erfasst.

Die Baukosten werden separat nach den verschiedenen Projektparametern inkl. der vorhandenen gebäudespezifischen Besonderheiten erfasst, die sowohl im Fördercontrolling der Sozialen Wohnraumförderung als auch im Bereich der frei-finanzierten Bauvorhaben beobachtet werden. Zu den Auswertungen gehören immer die Plausibilitätsprüfung sowie die Bewertung der Angemessenheit von berechneten und erzielten Baukosten. Bei den meisten der Neubauvorhaben findet darüber hinaus eine Beratung und Begleitung der Ausschreibungs- und Angebotsverfahren statt.

### 5.6.3. Allgemeine Hinweise

Die in der Untersuchung aufgeführten Kostenangaben beziehen sich auf den Kostenstand 1. Quartal 2014 und beinhalten die gesetzliche Mehrwertsteuer (Bruttokosten). Rabattierungen und Sonderabschläge von Fachfirmen und Produktherstellern, die für bestimmte Auftragszeiträume oder Zahlungsarten von diesen gewährt wurden, sind von den Betrachtungen ausgenommen.

Die Kostenangaben sind in Form von Kostenspektren in Verbindung mit den entsprechenden Medianwerten dargestellt. Dabei beziehen sich die Kosten-

<sup>45</sup> siehe Ausführungen unter Punkt 5.1 "Datenbasis"

kennwerte grundsätzlich auf die Wohnfläche (€ je m<sup>2</sup> Wohnfläche). Bei dem Kostenvergleich der Außenwandkonstruktionen sind die Angaben in Bezug auf ihre Außenwandfläche (€ je m<sup>2</sup> AWF) aufgeführt. Bei den ermittelten und gelisteten Grundkosten handelt es sich um Kostenkennwerte, die in direktem Zusammenhang mit der beschriebenen Grundvariante des definierten Wohngebäudetyps und somit einschließlich der Rahmendaten sowie des festgelegten energetischen Standards (EnEV ab 2016) stehen. Das Kostenspektrum der Kostenkennwerte wird im Minimum durch den von-Wert und in seinem Maximum durch den bis-Wert dargestellt. In diesem Zusammenhang gibt der Median-Wert den aktuellen Zentralwert der analysierten Kostendaten an (unter analytischen Gesichtspunkten besitzt der Zentralwert im Gegensatz zum Mittelwert eine höhere statistische Sicherheit, wodurch eine bessere Widergabe der Realität in Bezug auf die Baukosten einhergeht).

#### **5.6.4. Vorgehen bei der Kostenbewertung - Baukosten**

Die Kostenbewertung der fertiggestellten und abgerechneten Neubauvorhaben erfolgt nach einem genau festgelegten Vorgehen. Dieses ist übergeordnet in fünf separate Arbeits- bzw. Bewertungsschritte gegliedert.

In Abhängigkeit von den verschiedenen Projektparametern in den jeweiligen Neubauvorhaben liegen die Schwerpunkte bzw. der Bewertungsaufwand in den Einzelschritten teilweise sehr unterschiedlich.

Beispielsweise lösen Projekte, die in der Plausibilitätsprüfung Auffälligkeiten aufweisen, im Allgemeinen einen großen Recherche- und Bearbeitungsaufwand aus (Schritt 1). Andererseits können Projekte, die mit einer Fülle von gebäudespezifischen Besonderheiten realisiert wurden, beim Nachweis bzw. bei der Bestimmung des entsprechenden Kostenaufwandes einen noch deutlich größeren zeitlichen Aufwand bedeuten (Schritt 2).

In der folgenden Aufstellung sind die einzelnen Schritte in Bezug auf das Vorgehen bei der Kostenbewertung aufgeführt:

- Schritt 1: Feststellung der Kosten in den einzelnen Neubauvorhaben inkl. Plausibilitätsprüfung sowie Bewertung der Angemessenheit von berechneten und erzielten Baukosten
- Schritt 2: Ermittlung der Grundkosten unter Berücksichtigung des Kostenaufwandes von individuellen und gebäudespezifischen Besonderheiten in den jeweiligen Gewerken (z.B. für Verblendmauerwerk, einen höheren energetischen Standard, Barrierefreiheit gemäß DIN 18040 etc.)
- Schritt 3: Anpassung der Grundkosten in Bezug auf die Grundvariante des definierten Wohngebäudetyps einschließlich der festgelegten Kennzahlen und Rahmendaten für die beiden Typengebäude (Rechenmatrixverfahren zur Kostenbewertung von Neubauvorhaben auf Basis des Baukostenarchivs der ARGE)
- Schritt 4: Berücksichtigung der jeweiligen Baukostensteigerungen in den einzelnen Leistungsbereichen seit Kostenfeststellung des Neubauvorhabens (Preisindizes aus dem Baukostenarchiv der ARGE im Abgleich mit Preisindizes für die deutsche Bauwirtschaft des Statistischen Bundesamtes, destatis)

- Schritt 5: Abgleich der Kosten mit regionalen Kostenfaktoren (Regionalfaktoren aus dem Baukostenarchiv der ARGE im Abgleich mit aktuellen BKI-Veröffentlichungen<sup>46</sup>)

#### **5.6.5. Grund- und Zusatzvariante**

Unter Anwendung des beschriebenen Vorgehens bei der Kostenbewertung sind unter Einbeziehung des Rechenmatrixverfahrens die Grundkosten der beiden Typengebäude in der jeweiligen Grundvariante ermittelt worden. Die Zusatzvariante ist jeweils darauf basierend beschrieben und zusätzlich zur Grundvariante ermittelt worden.

---

<sup>46</sup> Veröffentlichungen zu Baukosten, Baupreisen und Regionalfaktoren 2014 für Deutschland des BKI - Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH, Stuttgart

## 5.7. Kostenvergleich Außenwandkonstruktionen und Baukosten KG 300 bis 400 Einfamilienhaus

### 5.7.1. Einfamilienhaus - Außenwandkonstruktionen

Für das Typengebäude Einfamilienhaus wurden für den Bereich des Mauerwerks folgende Baustoffe untersucht, die die meisten Marktanteile aufweisen:

- Ziegel
- Porenbeton
- Leichtbeton
- Kalksandstein

Für den Bereich des Betons wurden Stahlbetonelementwände und für den Baustoff „Holz“ sind Fertigwände in Holzbauweise angesetzt.

Die Außenwandaufbauten sind als einschalige, geputzte Wände (Ziegel, Porenbeton, Leichtbeton) bzw. mehrschichtige Systeme (Kalksandstein, Betonelementwände) angesetzt worden. Die Kosten beziehen sich jeweils auf fertig erstellte Außenwände komplett mit Innen- und Außenputz, Dämmung sowie Fenstern und Zulagen wie Anlegen von Öffnungen, Stürzen etc., um eine Vergleichbarkeit von massiven Bauweisen zu Außenwänden in Holzbauweisen von Fertighausanbietern herleiten zu können. Die „Zusatzkosten“ wie Putz, Fenster etc. sind für die unterschiedlichen Außenwandaufbauten mit gleicher Ausgangsbasis angesetzt, um die Preisstreuung nicht weiter zu beeinflussen. Die Typengebäude bzw. die jeweiligen Außenwandaufbauten sind unter Berücksichtigung der Energieeinsparverordnung ab 2016 gerechnet, um die Ergebnisse der Studie langfristiger nutzen zu können.

Die Auswertung nach den Grundlagen und Ansätzen wie vor beschrieben ergab folgende Ergebnisse

Einfamilienhaus	
	€ je m <sup>2</sup> Außenwandfläche (AWF) von/ <b>Median</b> /bis
Außenwände <b>Mauerwerk</b>	282/ <b>336</b> /421
Außenwände <b>Beton</b>	321/ <b>365</b> /439
Außenwände <b>Holz</b>	310/ <b>374</b> /458

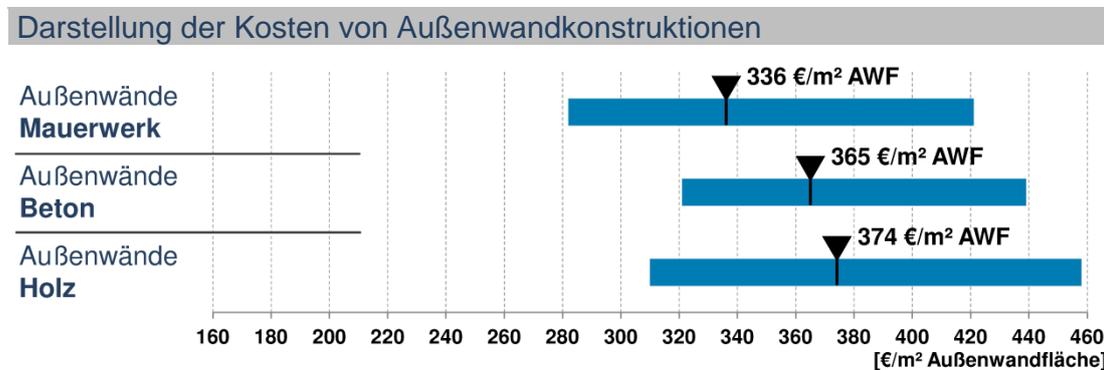


Abb. 10: Kostenspannen von Außenwandkonstruktionen Mauerwerk / Beton / Holz – Übersicht

Anmerkungen Mauerwerk

Neben regionalen Einflüssen in Bezug auf die möglichen unterschiedlichen Preisgestaltungen sind es im Wesentlichen auch die unterschiedlichen Baustoffe des jeweiligen Mauerwerks, die zu einer Streuung führen. So werden beispielsweise Ziegel, Porenbeton und Leichtbeton als wärmedämmendes monolithisches Mauerwerk ausgeführt. Bei funktionsgetrennten Außenwänden aus Kalksandsteinmauerwerk wird eine Außendämmung (Wärmedämmverbundsystem) angesetzt.

Anmerkungen Beton

Hier sind Stahlbetonelementwände gemeint, die zur Einhaltung des gewählten energetischen Standards im Regelfall eine Außendämmung (Wärmedämmverbundsystem) benötigen. Die geschosshohen Wandelemente können im Vergleich zum traditionellen Mauerwerk relativ schnell errichtet werden, erfordern aber meist höhere Transportkosten und werden bei kleineren Objekten oft mit „Preisauflagen“ angeboten. Ortbetonwände beim Einfamilienhausbau sind fast nicht anzutreffen – der enorme Aufwand für den Transport und Zwischenlagerung der Schalungssysteme, Platzbedarf von mehreren LKW's gleichzeitig, Kraneinsatz etc. wiegt den vermeintlichen Zeitvorteil bei der Erstellung der Außenwände nicht auf. Ortbetonwände wurden daher bei Einfamilienhäusern nicht berücksichtigt.

Anmerkungen Holz

Die Streuung bei Holzbauweisen ist recht breit aufgestellt, wobei der Medianwert hier den vergleichsweise höchsten Wert darstellt. Hierbei sind die Hersteller dieser Wandaufbauten eher im süddeutschen Raum ansässig. Unterschiedliche Ansprüche in Bezug auf die Baustoffe (Qualität und Bearbeitung der Hölzer) und flankierende Maßnahmen wie Qualitätskontrollen in den Werken können dazu beitragen, dass sie kostenbeeinflussend sind. Ferner handelt es sich wegen der Optimierung von Schall- und Brandschutzeigenschaften in den meisten Fällen nicht um reine Holzaußenwände, sondern um „Mischbauweisen“ im Verbund mit Folien (Stichwort Luftdichtheit) und Gipsplatten. Auch hier ist eine preisliche Streuung möglich.

Fazit – Außenwandaufbauten

Betrachtet man allein die „Zentralwerte“ – also die Medianwerte – so ist festzustellen, dass Außenwandaufbauten mit Mauerwerk derzeit in Deutschland am kostengünstigsten (336,-€/m<sup>2</sup> AWF) erstellt werden können. In einem Abstand von knapp plus 30,-€/qm AWF hierzu folgen die Stahlbetonelementwände. Außenwände in Holzbauweise liegen bei etwa 374,-€/m<sup>2</sup> AWF.

**5.7.2. Einfamilienhaus – Baukosten (Kostengruppe 300 und 400)**

Die Auswirkungen der jeweiligen Bauweisen der Außenwände hat auch einen Einfluss auf die Baukosten der Kostengruppen 300 und 400 (Gebäudekosten). Bei der Betrachtung des Typengebäudes „Einfamilienhaus“ wurden sowohl die Grund- als auch die Zusatzvariante (Gebäude wie vor - jedoch mit Kellergeschoss und entsprechenden Neben- und Funktionsräumen) exemplarisch untersucht.

In den folgenden Diagrammen sind „Mauerwerk“, „Beton“ und „Holzbau“ in Bezug auf die Baukosten und die prozentualen Außenwandanteile im Vergleich dargestellt.

Einfamilienhaus	Grundvariante	Zusatzvariante
	€ je m <sup>2</sup> Wohnfläche von/ <b>Median</b> /bis	€ je m <sup>2</sup> Wohnfläche von/ <b>Median</b> /bis
<b>Mauerwerk</b>	1.492/ <b>1.624</b> /1.753	1.684/ <b>1.830</b> /1.975
<b>Beton</b>	1.534/ <b>1.668</b> /1.799	1.724/ <b>1.874</b> /2.023
<b>Holzbau</b>	1.480/ <b>1.692</b> /1.902	1.671/ <b>1.909</b> /2.151

Abb. 11: Kostenspannen der Baukosten Mauerwerk / Beton / Holzbau in Grund- und Zusatzvariante

Vergleich „Grundvariante“

In Bezug auf den Quadratmeter Wohnfläche beträgt die Differenz der Medianwerte Mauerwerk zu Holzbauweise in der Grundvariante 68,-€/m<sup>2</sup> Wohnfläche (Beton zu Holzbau 24,-€/m<sup>2</sup> Wohnfläche).

Vergleich „Zusatzvariante“

In Bezug auf den Quadratmeter Wohnfläche beträgt die Differenz der Medianwerte Mauerwerk zu Holzbauweise in der Grundvariante 79,-€/m<sup>2</sup> Wohnfläche (Beton zu Holzbau 35,-€/m<sup>2</sup> Wohnfläche).

Bei angenommenen 146 m<sup>2</sup> Gesamtwohnfläche betragen die Baukosten für die Grundvariante Mauerwerk 237.104,-€ (Beton 243.528,-€) und für die Holzbauweise 247.032,-€. Das ergibt eine rechnerische Differenz Mauerwerk zu Holzbau von knapp 10.000,-€ (Differenz Beton zu Holzbau ca. 3.500,-€).

Dazu im Vergleich die unterkellerte Zusatzvariante in Mauerwerk 267.180,-€ (Beton 273.604,-€) und für die „Holzbauweise“ 278.714,-€ - das ergibt eine rechnerische Differenz Mauerwerk zu Holzbau von knapp 11.500,-€ (Differenz Beton zu Holzbau ca. 5.000,-€).

Betrachtet man die jeweiligen Baukosten, so ist feststellbar, dass im Medianwert die Baukosten bei Holzbau zu Mauerwerk um ca. 4,1 bis 4,3% und bei Holzbau zu Beton um ca. 1,4 bis 1,9% höher ausfallen.

Einfamilienhaus	Grundvariante	Zusatzvariante
Außenwandanteil an den Baukosten (KG 300- 400)		
<b>Mauerwerk</b>	28,6 %/ <b>31,3 %</b> /36,4 %	25,4 %/ <b>27,8 %</b> /32,3 %
<b>Beton</b>	31,7 %/ <b>33,1 %</b> /36,9 %	28,2 %/ <b>29,5 %</b> /32,8 %
<b>Holzbau</b>	29,7 %/ <b>33,5 %</b> /37,3 %	26,3 %/ <b>29,7 %</b> /33,9 %

Abb. 12: Prozentuale Aufteilungen der Außenwandanteile an den Baukosten Mauerwerk / Beton / Holzbau

Baukostendarstellung der **Zusatzvariante** (KG 300-400)

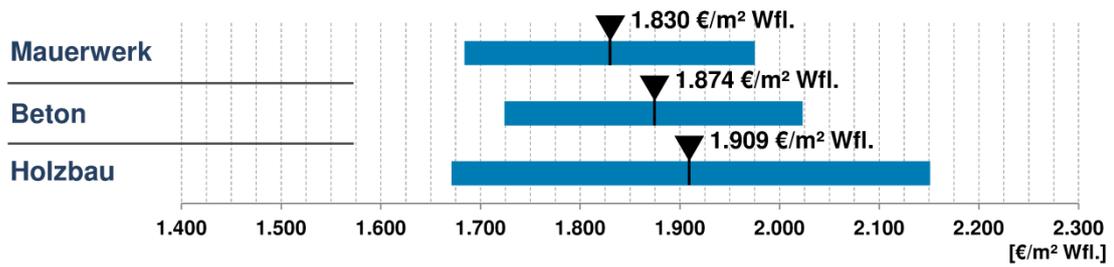


Abb. 13: Gegenüberstellung der Baukosten der Zusatzvariante Massivbau / Holzbau

Die „Abbildung 13“ stellt anschaulich die Bereiche der Baukosten der unterkellerten Zusatzvariante dar.

## 5.8. Kostenvergleich Außenwandkonstruktionen und Baukosten KG 300 bis 400 Mehrfamilienhaus

### 5.8.1. Mehrfamilienhaus - Außenwandkonstruktionen

Für das Typengebäude Mehrfamilienhaus wurden für den Bereich des Mauerwerks folgende Baustoffe untersucht, die die meisten Marktanteile aufweisen:

- Ziegel
- Porenbeton
- Leichtbeton
- Kalksandstein

Für den Bereich des Betons wurden Stahlbetonelementwände/Ortbetonwände - und für den Baustoff „Holz“ sind Fertigwände in Holzbauweise angesetzt.

Die Außenwandaufbauten sind als einschalige Wände (Ziegel, Porenbeton, Leichtbeton) bzw. mehrschichtige Systeme (Kalksandstein, Stahlbetonwände) betrachtet worden. Die Kosten beziehen sich jeweils auf fertig erstellte Außenwände komplett mit Innen- und Außenputz, Dämmung sowie Fenstern und Zulaugen wie Anlegen von Öffnungen, Stürzen etc., um eine Vergleichbarkeit von massiven Bauweisen zu Außenwänden in Holzbauweisen herleiten zu können. Die „Zusatzkosten“ wie Putz, Fenster etc. sind für die unterschiedlichen Außenwandaufbauten mit gleicher Ausgangsbasis angesetzt, um die Preisstreuung nicht weiter zu beeinflussen. Die Typengebäude bzw. die jeweiligen Außenwandaufbauten sind unter Berücksichtigung der Energieeinsparverordnung ab 2016 gerechnet, um die Ergebnisse der Studie langfristiger nutzen zu können.

Die Auswertung nach den Grundlagen und Ansätzen - wie vor beschrieben - ergab folgende Ergebnisse:

Mehrfamilienhaus	
	€ je m <sup>2</sup> Außenwandfläche (AWF) von/ <b>Median</b> /bis
Außenwände <b>Mauerwerk</b>	292/ <b>321</b> /362
Außenwände <b>Beton</b>	321/ <b>355</b> /376
Außenwände <b>Holz</b>	343/ <b>370</b> /435

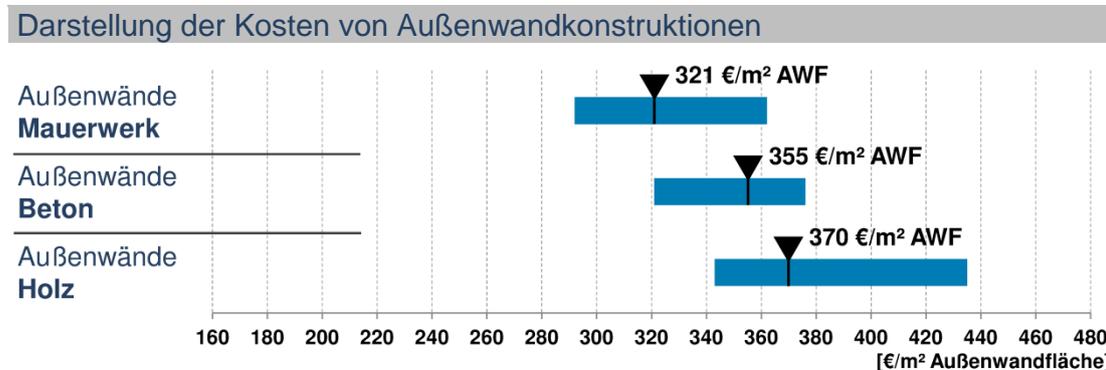


Abb. 14: Kostenspannen von Außenwandkonstruktionen Mauerwerk / Beton / Holz – Übersicht

Anmerkungen Mauerwerk

Neben regionalen Einflüssen in Bezug auf die möglichen unterschiedlichen Preisgestaltungen sind es im Wesentlichen auch die unterschiedlichen Baustoffe des jeweiligen Mauerwerks, die zu einer Streuung führen. So werden beispielsweise Ziegel, Porenbeton und Leichtbeton als wärmedämmendes monolithisches Mauerwerk ausgeführt. Bei funktionsgetrennten Außenwänden aus Kalksandsteinmauerwerk wird eine Außendämmung (Wärmedämmverbundsystem) angesetzt.

Anmerkungen Beton

Hier sind z.B. Stahlbetonelementwände gemeint, die zur Einhaltung des gewählten energetischen Standards im Regelfall eine Außendämmung (Wärmedämmverbundsystem) benötigen. Die geschosshohen Wandelemente können im Vergleich zum traditionellen Mauerwerk relativ schnell errichtet werden, benötigen aber meist höhere Transportkosten und werden bei kleineren, einzelnen Objekten oft mit „Preisauflagen“ angeboten. Ortbetonwände beim Mehrfamilienhausbau sind dann anzutreffen, wenn es darum geht den Rohbau schnell herzustellen und schlanke, tragende Wände zu erhalten. Dies setzt allerdings meist höhere Kosten im Vergleich zum Mauerwerksbau voraus, weil Schalungssysteme vor Ort zwischengelagert und für die Rohbaudauer bereit gestellt werden müssen – ferner werden meist Betonpumpen (auch bei Stahlbetonelementwänden) benötigt.

Anmerkungen Holz

Die Streuung bei Holzbauweisen ist recht breit aufgestellt, wobei der Medianwert hier den vergleichsweise höchsten Wert darstellt. Unterschiedliche Ansprüche in Bezug auf die Baustoffe (Qualität und Bearbeitung der Hölzer) und flankierende Maßnahmen wie Qualitätskontrollen in den Werken können dazu beitragen, dass sie kostenbeeinflussend sind. Ferner handelt es sich wegen der Optimierung von Schall- und Brandschutzeigenschaften in den meisten Fällen nicht um reine Holzaußenwände, sondern um „Mischbauweisen“ im Verbund mit Folien (Stichwort Luftdichtheit) und z.B. Gipsplatten. Auch hier ist – insbesondere bei Mehrfamilienhäusern - eine preisliche Streuung anzunehmen.

Fazit – Außenwandaufbauten

Betrachtet man allein die Zentralwerte – also die Medianwerte – so ist festzustellen, dass Außenwandaufbauten mit Mauerwerk derzeit in Deutschland am kostengünstigsten (321,-€/qm AWF) erstellt werden können. In einem Abstand von knapp plus 34,-€/qm AWF hierzu folgen die Stahlbetonelement- und Ortbetonwände. Außenwände in Holzbauweise liegen bei etwa 370,-€/qm AWF.

**5.8.2. Mehrfamilienhaus – Baukosten (Kostengruppe 300 und 400)**

Die Auswirkungen der jeweiligen Bauweisen der Außenwände hat auch einen Einfluss auf die Baukosten der Kostengruppen 300 und 400 (Gebäudekosten). Bei der Betrachtung des Typengebäudes „Mehrfamilienhaus“ wurden sowohl die Grund- als auch die Zusatzvariante (Gebäude wie vor jedoch mit Kellergeschoss und entsprechenden Neben- und Funktionsräumen und Aufzugsschacht inkl. Aufzugsanlage mit 6 Haltestellen) exemplarisch untersucht.

In den folgenden Diagrammen sind „Mauerwerk“, „Beton“ und „Holzbau“ in Bezug auf die Baukosten und die prozentualen Außenwandanteile im Vergleich dargestellt.

Mehrfamilienhaus	Grundvariante	Zusatzvariante
	€ je m <sup>2</sup> Wohnfläche von/ <b>Median</b> /bis	€ je m <sup>2</sup> Wohnfläche von/ <b>Median</b> /bis
<b>Mauerwerk</b>	1.331/ <b>1.414</b> /1.508	1.483/ <b>1.576</b> /1.682
<b>Beton</b>	1.365/ <b>1.450</b> /1.547	1.517/ <b>1.612</b> /1.719
<b>Holzbau</b>	1.332/ <b>1.481</b> /1.676	1.503/ <b>1.673</b> /1.895

Abb. 15: Kostenspannen von Baukosten der Grund- und Zusatzvarianten Mauerwerk / Beton / Holzbau

Vergleich „Grundvariante“

In Bezug auf den Quadratmeter Wohnfläche beträgt die Differenz der Medianwerte Mauerwerk zu Holzbauweise in der Grundvariante 67,-€/m<sup>2</sup> Wohnfläche (Beton zu Holzbau 31,-€/m<sup>2</sup> Wohnfläche).

Vergleich „Zusatzvariante“

In Bezug auf den Quadratmeter Wohnfläche beträgt die Differenz der Medianwerte Mauerwerk zu Holzbauweise in der Grundvariante 97,-€/m<sup>2</sup> Wohnfläche (Beton zu Holzbau 61,-€/m<sup>2</sup> Wohnfläche).

Bei angenommenen 876 m<sup>2</sup> Gesamtwohnfläche bei 12 WE betragen die Baukosten für die Grundvariante Mauerwerk 1.238.664,-€ (Beton 1.270.200,-€) und für die Holzbauweise 1.297.356,-€. Das ergibt eine rechnerische Differenz Mauerwerk zu Holzbau von knapp 59.000,-€ (Differenz Beton zu Holzbau ca. 27.000,-€).

Dazu im Vergleich die Zusatzvariante in Mauerwerk 1.380.576,-€ (Beton 1.412.112,-€) und für die Holzbauweise 1.465.548,-€ - das ergibt eine rechnerische Differenz Mauerwerk zu Holzbau von knapp 85.000,-€ (Differenz Beton zu Holzbau ca. 53.000,-€).

Betrachtet man die jeweiligen Baukosten, so ist feststellbar, dass im Medianwert die Baukosten (Grund- und Zusatzvariante) bei Holzbau zu Mauerwerk um ca. 4,7 bis 6,0 % und bei Holzbau zu Beton um ca. 2,0 bis 3,8 % höher ausfallen.

Mehrfamilienhaus	Grundvariante	Zusatzvariante
Außenwandanteil an den Baukosten (KG 300- 400)		
<b>Mauerwerk</b>	23,1 %/ <b>24,1 %</b> /25,4 %	20,9 %/ <b>21,6 %</b> /22,8 %
<b>Beton</b>	24,9 %/ <b>25,9 %</b> /25,7 %	22,4 %/ <b>23,3 %</b> /23,9 %
<b>Holzbau</b>	23,4 %/ <b>26,5 %</b> /29,4 %	20,7 %/ <b>23,4 %</b> /26,1 %

Abb. 16: Prozentuale Aufteilungen der Außenwandanteile an den Baukosten Mauerwerk / Beton / Holzbau

Baukostendarstellung der **Zusatzvariante** (KG 300-400)

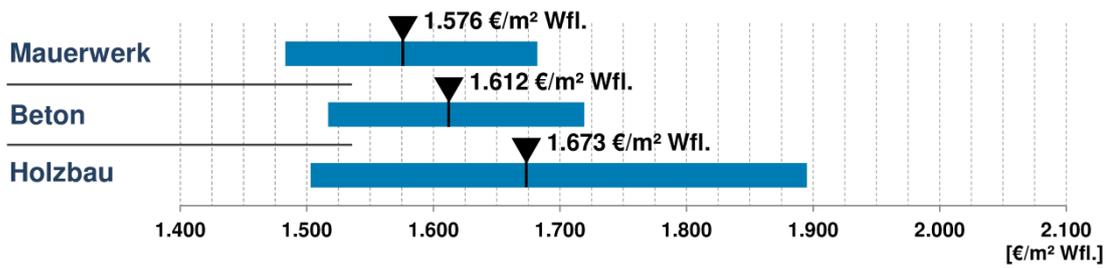


Abb. 17: Gegenüberstellung der Baukosten / Zusatzvariante Massiv / Holz

Die obige Grafik stellt anschaulich die Bereiche der Baukosten der Zusatzvariante dar.

## 6. Zusammenfassung der Ergebnisse – Fazit

- Im Zeitraum von 2010 bis 2013 bewegt sich der prozentuale Anteil der in Massivbauweise errichteten Wohngebäude bundesweit um die 74% aller Wohnhäuser. Dies entspricht pro Jahr ca. 71.000 massiv errichteter Wohngebäude – davon knapp 58.000 Einfamilienhäuser und rund 6.600 Mehrfamilienhäuser aus Massivbaustoffen.
- Im Zeitraum von 2010 bis 2013 bewegt sich der prozentuale Anteil der in Holzbauweise errichteten Wohngebäude bundesweit um die 15% – das sind pro Jahr ca. 14.500 Wohngebäude – davon knapp 13.300 Einfamilienhäuser und rund 160 Mehrfamilienhäuser.
- Die differenzierte Bewertung von Einfamilien-Typenhäusern mit Bezug zu den Baukosten der Kostengruppen 300 und 400 und der definierten Grund- und Zusatzvarianten ergibt, dass im Medianwert die Baukosten bei Holzbau zu Mauerwerk um ca. 4,1 bis 4,3% und bei Holzbau zu Beton um ca. 1,4 bis 1,9% höher ausfallen.
- Der Kostenvergleich von definierten Mehrfamilien-Typenhäusern mit Bezug zu den Baukosten der Kostengruppen 300 und 400 und den entsprechenden Grund- und Zusatzvarianten zeigt auf, dass im Medianwert die Baukosten bei Holzbau zu Mauerwerk um ca. 4,7 bis 6,0 % und bei Holzbau zu Beton um ca. 2,0 bis 3,8 % höher ausfallen.
- Für die Erstellung von Außenwänden im Wohnungsbau ist der Mauerwerksbau, im Median über alle vier wichtigen Steinarten (Porenbeton, Ziegel, Kalksandstein und Leichtbeton) betrachtet, die deutlich wirtschaftlichste Konstruktionsart. Bei Mehrfamilienhäusern sind Außenwände aus Mauerwerk ca. 11 % kostengünstiger als die Stahlbetonkonstruktionen und mit ca. 15 % Kostenvorteil gegenüber Holzkonstruktionen herzustellen. Bei Einfamilienhäusern sind Außenwandkonstruktionen aus Mauerwerk ca. 8 – 9 % günstiger als Betonelemente und ca. 11 – 12 % preiswerter als Holzkonstruktionen zu errichten.
- Die Nachhaltigkeit von Ein- und Zweifamilienhäusern über den gesamten Lebenszyklus (Bilanzierung aller Bauteile) sowie die Bilanzierung des Wärme- und Stromverbrauchs in der Nutzungsphase in massiver Bauweise im Vergleich zur Holzbauweise liefert vergleichbare Ergebnisse der ökobilanziellen Qualitäten.
- Für den Bau von Wohngebäuden in Holzbauweise werden vornehmlich Nadelhölzer benötigt, die in wesentlichen Mengen aus anderen Regionen und den verschiedensten ausländischen Ressourcen zugekauft werden. Derzeit wird die drei- bis vierfache Menge an Nadelholz importiert, als für die im gleichen Zeitraum errichteten Holzkonstruktionen für Wohngebäude benötigt wird. Der von der Bundesregierung und den meisten Bundesländern forcierte erhöhte Laubbaumanteil in den deutschen Wäldern ist ein zusätzlicher verschärfender Aspekt für den Import und kann langfristig auch dazu führen, dass das im Bauwesen als Konstruktionsmaterial überwiegend notwendige Nadelholz (auch in Konkurrenz zum Holz als Biomasse-Brennmaterial, z.B. Holzpellets) aus anderen Quellen beschafft werden muss.

- Die umfangreichen Rohstoffpotentiale in Deutschland können in Bezug auf „Mauerwerk“ auch langfristig eine sichere und ortsnahe Rohstoffversorgung ermöglichen.

**In der Gesamtbetrachtung ist festzustellen, dass der Mauerwerksbau sowohl in ökobilanzieller Hinsicht, als auch in Bezug auf die Ressourcensicherheit und der nachhaltigen Bewertung konkurrenzfähig gegenüber anderen Konstruktionen ist und hinsichtlich des notwendigen Beitrages zur Schaffung von bezahlbarem Wohnraum immer noch die wirtschaftlichste Konstruktionsart für alle Wohngebäude darstellt.**

## 7. Quellen und Literatur

Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (Hrsg.): Walberg, Dietmar; Gniechwitz, Timo: „Kostensteigernde Effekte im Wohnungsbau“; Bauforschungsbericht Nr. 65 (Auftrag: BFW Bundesverband Freier Immobilien- und Wohnungsunternehmen e.V.), Kiel 2013

Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (Hrsg.): Walberg, Dietmar; Gniechwitz, Timo; Schulze, Thorsten; Cramer Antje: „Optimierter Wohnungsbau“; Bauforschungsbericht Nr. 66 (Auftrag: Bundesverband Deutscher Baustoff-Fachhandel e.V. – BDB; Bundesverband Deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. - GdW; Bundesverband BFW Bundesverband Freier Immobilien- und Wohnungsunternehmen e.V.; Deutsche Gesellschaft für Mauerwerks- und Wohnungsbau e.V. – DGfM; Deutscher Mieterbund e.V. – DMB; Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt – IGBau; Zentralverband Deutsches Baugewerbe e.V. – ZDB), Kiel 2014

BKI Baukosteninformationszentrum (Hrsg.): „BKI Baukosten 2014 Teil 1 – Statistische Kostenkennwerte für Gebäude“, Stuttgart 2014

BKI Baukosteninformationszentrum (Hrsg.): „BKI Baukosten 2014 Teil 2 – Statistische Kostenkennwerte für Bauelemente“, Stuttgart 2014

BKI Baukosteninformationszentrum (Hrsg.): „BKI Baupreise kompakt 2014 – Statistische Baupreise für Positionen mit Kurztexen“, Stuttgart 2013

BKI Baukosteninformationszentrum (Hrsg.): „BKI Baukosten 2014 – Regionalfaktoren 2014 für Deutschland und Europa“, Stuttgart 2013

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): „Aktuelle Entwicklung der Baugenehmigungszahlen im Wohnungsbau“, BBSR-Hintergrundpapier, Berlin 2014

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL); Bundeswaldinventur 2014; Berlin Oktober 2014

Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V., Ausschuss Bauwirtschaft, Präsentation vom 8. Mai 2014: „Baukonjunkturelle Entwicklung und Perspektiven, Aktivitäten BBS, Gastreferat, Verschiedenes“; Berlin 2014

Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V.: „Eckpunkte des Energiekonzepts der Bundesregierung und Auswirkung auf die Bautätigkeit“; Berlin 2010

Deutscher Bundestag 17. Wahlperiode Drucksache 17/12893, Kleine Anfrage der Fraktion der SPD zum Sachstand und Perspektiven für den Holzbau, Berlin 20.03.2013

Deutscher Bundestag 17. Wahlperiode Drucksache 17/13099, Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion der SPD zum Sachstand und Perspektiven für den Holzbau, Berlin 17.04.2013

Deutscher Verband für Wohnungswesen, Raumordnung und Städtebau e.V., Arbeitsgruppe Wohnungswesen: „Möglichkeiten und Grenzen für kostengünstigen Wohnungsneubau“, Zusammenfassung der Beiträge und Diskussion – Sitzung vom 3. Juni 2014, Berlin 2014

Deutscher Verband für Wohnungswesen, Raumordnung und Städtebau e.V. und Gesellschaft für Immobilienwirtschaftliche Forschung e.V.: Die Immobilienmärkte aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive, Berlin 2010

DIN 276, Kosten im Bauwesen, Teil 1 Hochbau (zuletzt aktualisiert 12/2008)

DIN 4108-2:2013-02; Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz

DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau – Anforderungen und Nachweise

DIN 68800-2:2012-02; Holzschutz - Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau

EnEV - Die novellierte Energieeinsparverordnung - in der im Bundesgesetzblatt vom 21. November 2013 als "Zweiten Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung" verkündeten Fassung (Inkrafttreten: 01. Mai 2014)

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, „Klimaentlastung durch Massivholzarten (Teil 1 und 2)- Möglichkeiten der Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Senkenleistung von Außenbauteilen aus Massivholz im Rahmen der gesetzlichen Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden“, Stuttgart, Sonderdruck aus Bauphysik 34, Heft 5 (2012)

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2014, „Preise – Verbraucherpreisindizes für Deutschland, Lange Reihen ab 1948“, Art.-Nr. 5611103141064, Wiesbaden 06/2014

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2014, Fachserie 17, Reihe 4: „Preisindizes für die Bauwirtschaft“, Mai 2014 (2. Vierteljahresausgabe), Art.-Nr. 2170400143224, Wiesbaden 05/2014

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2013, Lange Reihen z.T. ab 1960, „Bauen und Wohnen, Baugenehmigungen/Baufertigstellungen u.a. nach der Gebäudeart – 2012“, Art.-Nr. 5311102127004, Wiesbaden 17.09.2013

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2013, Lange Reihen z.T. ab 1962, „Bauen und Wohnen, Baugenehmigungen/Baufertigstellungen, Baukosten – 2012“, Art.-Nr. 5311103127004, Wiesbaden 17.09.2013

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2013, Fachserie 5, Heft 1, „Bautätigkeit und Wohnen - 2012“, Art.-Nr. 2050100127004, Wiesbaden 30.08.2013

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Massivbau; „Nachhaltigkeit von Ein- und Zweifamilienhäusern aus Mauerwerk“ im Auftrag von Deutsche Gesellschaft für Mauerwerks- und Wohnungsbau e.V. – DGfM, Darmstadt 2013

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Massivbau; „Nachhaltigkeit von Wohngebäuden aus Mauerwerk“ im Auftrag von Deutsche Gesellschaft für Mauerwerks- und Wohnungsbau e.V. – DGfM, Darmstadt 2014