
BACHELORARBEIT

Frau
Julia Herman

**Wie nachhaltig ist die
deutsche Fertighausindustrie?**

2023

BACHELORARBEIT

Wie nachhaltig ist die deutsche Fertighausindustrie?

Autorin:
Frau Julia Herman

Studiengang:
Immobilien- und Facilities Management

Seminargruppe:
FM19w1-B

Erstprüfer:
Prof. Dr. -Ing. Jörg Mehlis

Zweitprüfer:
Prof. Dr. -Ing. Jan Schaaf

Einreichung:
Lübeck, 10.07.2023

BACHELOR THESIS

How sustainable is the german prefabricated house industry?

author:

Ms. Julia Herman

course of studies:

Real estate- and facilities Management

seminar group:

FM19w1-B

first examiner:

Prof. Dr. -Ing. Jörg Mehlis

second examiner:

Prof. Dr. -Ing. Jan Schaaf

submission:

Lübeck, 10.07.2023

Bibliografische Angaben

Herman, Julia:

Wie nachhaltig ist die deutsche Fertighausindustrie?

How sustainable is the german prefabricated house industry?

55 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Bachelorarbeit, 2023

Inhalt

Inhalt I

Abbildungsverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung.....	1
1.1 <i>Relevanz des Themas und Fragestellung</i>	<i>1</i>
1.2 <i>Gang der Untersuchung</i>	<i>2</i>
2 Grundbegriffe	5
2.1 <i>Das nachhaltige Bauen</i>	<i>5</i>
2.1.1 Anforderungen an nachhaltiges Bauen.....	6
2.1.1.1 Ökologische Anforderungen	6
2.1.1.2 Soziale Anforderungen.....	6
2.1.1.3 Ökonomische Anforderungen	7
2.1.2 Vorgaben vom Gesetzgeber.....	7
2.1.3 Zertifizierungen	8
2.1.3.1 DGNB – Siegel.....	9
2.1.3.2 QNG – Zertifizierung	10
2.1.3.3 BDF/QDF	11
2.1.3.4 RAL – Gütezeichen	11
2.1.3.5 natureplus	12
2.1.3.6 FSC – Zertifizierung	13
2.2 <i>Grundlagen Fertighaus.....</i>	<i>14</i>
2.2.1 Geschichte und Entwicklung des Fertighauses	14
2.2.2 Klassifizierungen	15
2.2.2.1 Haustyp.....	16
2.2.2.2 Größe.....	17
2.2.2.3 Ausbaustufe	17
2.2.2.4 Effizienzklasse	18
2.2.3 Holz- und Massivfertigbau	19
2.2.4 Konstruktionsarten bei der Holzbauweise.....	20
2.2.4.1 Holztafel- und Rahmenbauweise.....	21
2.2.4.2 Holzskelettbauweise.....	21
2.2.4.3 Holzblockbauweise.....	22

2.2.5	Unterschied der Fertigbauweise zur Massivbauweise	23
3	Verwendung von Materialien und Technologien.....	26
3.1	<i>Nachhaltige Baumaterialien.....</i>	<i>26</i>
3.1.1	Wandsteine	27
3.1.2	Dachbaustoffe	29
3.1.3	Dämmstoffe.....	31
3.1.3.1	Nachwachsende Dämmstoffe.....	32
3.1.3.2	Mineralische Dämmstoffe	36
3.2	<i>Anwendung von Technologien</i>	<i>38</i>
3.2.1	Smart Home	38
3.2.2	Wärmepumpen und Photovoltaikanlagen	39
4	Vergleich von Fertighäusern unter Nachhaltigkeitsaspekten	42
4.1	<i>Fertighaushersteller auf dem deutschen Markt.....</i>	<i>42</i>
4.1.1	Bien-Zenker.....	43
4.1.2	Kampa.....	43
4.1.3	Okal.....	44
4.1.4	ScanHaus Marlow	44
4.1.5	Schwabenhaus.....	45
4.2	<i>Kriterienkatalog</i>	<i>45</i>
5	Auswertung des Kriterienkatalogs.....	49
6	Aktuelle Entwicklungen und Trends	52
6.1	<i>Entwicklung in Deutschland.....</i>	<i>52</i>
6.2	<i>Fertighausindustrie im internationalen Vergleich</i>	<i>53</i>
7	Fazit.....	54
	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	V
	Anlagen	XII
	Selbstständigkeitserklärung.....	81

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau Außenwand Holzbau	20
Abbildung 2: Fertighaus in Holztafel- oder Holzrahmenbauweise	21
Abbildung 3: Fertighaus in Holzskelettbauweise.....	22
Abbildung 4: Fertighaus in Holzblockbauweise.....	23
Abbildung 5: Kriterienkatalog, eigene Darstellung	48

Abkürzungsverzeichnis

AAL	Ambient Assisted Living
ADPE	Abiotic depletion potential for non fossil resources (Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen)
AC	Acidification Potential (Versauerungspotenzial)
BDF	Bundesverband Deutscher Fertigung
BIM	Building Information Modeling
BMF	Bundes-Gütegemeinschaft Montagebau und Fertighäuser
B-Plan	Bebauungsplan
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
FSC	Forest Stewardship Council
DAkkS	deutsche Akkreditierungsstelle
DFH	Deutsche Fertighaus Holding
DGNB	Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen
GDF	Gütegemeinschaft Deutscher Fertigung
GE	Gewerbeeinheit
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHAD	Gütegemeinschaft Holzbau – Ausbau – Dachbau
GK	Gebäudeklasse
GWP	Global Warming Potential (Treibhauspotenzial)
MDF	Mitteldichte Faserplatte
OSB	Oriented strand board
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes
PVC	Polyvinylchlorid
RAL	Reichsausschuss für Lieferbedingungen/ Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung
QDF	Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigung
QNG	Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude

1 Einleitung

Die Immobilienbranche ist in Deutschland eine der wichtigsten Wirtschaftszweige. Ökonomisch nahm der Gebäudesektor 2021 mit ca. 20% Bruttowertschöpfung einen hohen Stellenwert ein.¹ Dazu zählt nicht nur die Verwaltung und Vermietung von Gewerbe- und Wohnimmobilien, sondern auch die Bereiche rund um die Planung, Errichtung, den Betrieb, die Sanierung und den Abriss. Der Immobiliensektor trägt somit zur Schaffung von Arbeitsplätzen und Steigerung des Bruttoinlandproduktes bei. Dieses Potenzial lässt sich auch auf ökologischer Ebene ausfalten. Denn der Gebäudesektor, der 2022 für 30% der CO₂-Emissionen verantwortlich war, spielt eine bedeutende Rolle für den Klimaschutz.² In Hinblick auf Nachhaltigkeit und Energieeffizienz eröffnen sich viele Chancen auf ein ressourcenschonendes Baugewerbe. Neben der Sanierung von Bestandsimmobilien sind perspektivisch auch Neubauprojekte von dem Wandel betroffen.

1.1 Relevanz des Themas und Fragestellung

Das Interesse an Wohneigentum ist in Deutschland in den letzten Jahren angestiegen. So lag die Eigentümerquote 2018 bei 46,5%, während sie 20 Jahre zuvor 40,9% betrug.³ Obwohl sich mittlerweile rund die Hälfte der deutschen Bürger in einem Eigenheim niedergelassen hat, liegt Deutschlands Eigenheimquote in der Europäischen Union im Vergleich mit 26 Ländern auf dem letzten Platz. Trotzdem werden Immobilien als sichere und rentable Investition geschätzt. Sei es zur Wertsteigerung, als Altersvorsorge oder um sich Freiheit und eine höhere Lebensqualität gewährleisten zu können.^{4,5} Um sich den Traum vom Eigenheim zu erfüllen, stehen den Hausbesitzern zahlreiche Bauunternehmen zur Auswahl, die neben der klassischen Stein-auf-Stein Bauweise

¹ Vgl. ZIA Die Immobilienwirtschaft 2022: Die Bedeutung der Immobilienwirtschaft in Zahlen, o.S.

² Vgl. Umweltbundesamt 2022: Energiesparende Gebäude, o.S.

³ Vgl. Statista 2023: Eigentümerquote in Deutschland im Zeitraum von 1998 bis 2018 nach Bundesländern, o.S.

⁴ Vgl. Spiegel 2021: Deutschland ist Schlusslicht bei der Eigenheimquote, o.S.

⁵ Vgl. eurostat 2021: Owning or renting? What is the EU's housing situation, o.S.

auch eine Fertighauskonstruktion anbieten. Fertighäuser haben in den letzten Jahren in Deutschland an Beliebtheit gewonnen und sind zu einer weit verbreiteten Bauweise herangewachsen. Laut Statistiken des Bundesverbandes Deutscher Fertigbau (BDF) werden mittlerweile etwa 20% der Ein- und Zweifamilienhäuser in Deutschland als Fertighäuser gebaut. In manchen Regionen, wie zum Beispiel in Baden-Württemberg, liegt der Anteil bei fast 40%.⁶ Neben dem steigenden wirtschaftlichen Nutzen gilt es herauszufinden, wie es um die Nachhaltigkeit der Neubauten steht und welche Maßnahmen von den Bauunternehmen ergriffen werden, um den Vorstellungen des umweltfreundlichen Bauens gerecht zu werden. Denn Nachhaltigkeit ist in aller Munde und heutzutage ein zentrales Thema in unserer Gesellschaft. Immer mehr Unternehmen erkennen ihre Bedeutung und setzen sich für eine nachhaltige Entwicklung ein. Sie bezieht sich auf die Verantwortung, die wir als Gesellschaft gegenüber der Umwelt und zukünftigen Generationen haben. Der Gebäudesektor spielt dabei eine tragende Rolle. Immobilien verbrauchen nicht nur große Mengen an Energie und Ressourcen bei der Herstellung, sondern auch im Betrieb und haben somit einen erheblichen Einfluss auf die Umwelt und das Klima. Es gilt herauszufinden, in welcher Korrelation Fertighäuser mit Nachhaltigkeit stehen und welche Möglichkeiten die moderne Bauweise bietet, um Umweltbewusstsein im Baubereich zu fördern.

Die Nachhaltigkeit eines Gebäudes umfasst deutlich mehr als nur die Verwendung von Baumaterialien. Im Grunde sollte sie in allen Belangen und in jeglicher Lebensphase von allen Beteiligten betrachtet werden. Dabei spielen politische und gesetzliche Richtlinien eine entscheidende Rolle, da sie Nachhaltigkeitsstandards für Bauvorhaben festlegen. Zusätzlich beeinflusst das Angebot der Bauunternehmen die Umsetzung nachhaltiger Bauprojekte, da sie innovative und ressourcenschonende Baumaterialien sowie energieeffiziente Technologien bereitstellen. Es gilt herauszufinden, ob und wie den Fertighausanbietern diese Umsetzung gelingt und wie nachhaltig die Industrie ist.

1.2 Gang der Untersuchung

Die vorliegende Bachelorarbeit setzt sich mit dem Thema Fertighäuser und dem nachhaltigen Bau auseinander und beinhaltet eine Marktanalyse der Fertighausanbieter auf

⁶ Vgl. BDF 2019: Fertighäuser liegen auf Rekordkurs, o.S.

dem deutschen Markt. Ziel der Arbeit ist es zu ermitteln, welche Faktoren für eine nachhaltige Bauweise entscheidend sind und inwiefern Fertighäuser einen Beitrag zur Nachhaltigkeit im Bauwesen leisten können.

Zu Beginn der Arbeit wurde eine Einführung in das Thema gegeben und die zentrale Fragestellung formuliert. Anschließend werden relevante Grundlagen erläutert, wie beispielsweise der Begriff des nachhaltigen Bauens, der u.a. auf gesetzlichen Vorschriften und Zertifizierungen beruht. Zusätzlich befasst sich die Arbeit mit einer umfassenden Beschreibung von Fertighäusern, ihrem Hintergrund, den verschiedenen Konstruktionen sowie Klassifizierungen und in welchem Kontext die Fertighausbranche zum nachhaltigen Bauen steht.

Es folgt eine Vertiefung in das Thema, indem gängige Baumaterialien und innovative Technologien vorgestellt werden, die mit dem Fertighaus vereinbar sind.

Im Hauptteil wird eine Marktanalyse der Fertighausanbieter durchgeführt. Hierzu werden zunächst die bekanntesten Fertighausanbieter identifiziert und vorgestellt. Für den Vergleich werden in Form einer Tabelle Rahmenbedingungen und einzelne Gesichtspunkte aufgeführt, um die Unternehmen in Hinsicht auf ihre Nachhaltigkeit zu analysieren. Die Tabelle gliedert sich dabei in Produktion, Nutzungsphase und die genutzten Bauelemente. Die Ergebnisse werden im darauffolgenden Kapitel ausgewertet und interpretiert.

In den letzten zwei Kapitel wird perspektivisch die aktuelle Entwicklung und die Trends sowohl deutschlandweit wie auch international thematisiert. Der letzte Abschnitt umfasst eine Zusammenfassung und ein abschließendes Fazit.

2 Grundbegriffe

Das nachfolgende Kapitel widmet sich den Grundlagen des nachhaltigen Bauens, beginnend mit der Vorstellung der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit. Anschließend werden die gesetzlichen Rahmenbedingungen und die verschiedenen Zertifizierungen, die von den Anbietern einzuhalten sind, behandelt.

Im darauffolgenden Abschnitt wird die Geschichte des Fertighauses umfassend erläutert. Dabei wird auf die Entstehung und Entwicklung dieser Bauweise eingegangen. Des Weiteren werden die verschiedenen Klassifizierungen und Konstruktionsarten vom Holzbau erläutert, um die Vielfalt und Flexibilität dieser Bauweise darzustellen. Dabei wird auch die Abgrenzung zur Massivbauweise aufgezeigt und die spezifischen Merkmale der Fertigbauweise hervorgehoben.

2.1 Das nachhaltige Bauen

Das Ziel nachhaltiger Bauwerke ist es, Gebäude zu planen, zu bauen und zu betreiben, die umweltverträglich, ressourcenschonend und sozialverträglich sind. Nachhaltige Bauwerke sollen einen geringen ökologischen Fußabdruck haben und zu einem nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen beitragen. Dabei geht es nicht nur um die Verwendung umweltfreundlicher Materialien, sondern auch um die Berücksichtigung von Energieeffizienz, Wasser- und Abfallmanagement, Gesundheits- und Komfortaspekten sowie sozialen und kulturellen Faktoren. Das Ziel ist es, eine Balance zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten zu schaffen und somit langfristig lebenswerte und nachhaltige Lebensräume zu schaffen.⁷

Auf der Grundlage dieser Ziele, ergeben sich im nächsten Kapitel, vorrangig für Wohnimmobilien, folgende Anforderungen an Nachhaltiges Bauen.

⁷ Vgl. Pfeiffer, Bethe 2022, S.5f.

2.1.1 Anforderungen an nachhaltiges Bauen

Nachhaltiges Bauen kann mit dem Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit in Verbindung gebracht werden. Es handelt sich um ein weit verbreitetes Konzept, das eine Grundlage für die Nachhaltigkeitsdiskussion bieten soll. Dabei umfassen die drei zentralen Dimensionen der Nachhaltigkeit ökologische, ökonomische und soziale Aspekte. Durch die Berücksichtigung aller drei Säulen wird eine ausgewogene und langfristig nachhaltige Entwicklung angestrebt.

2.1.1.1 Ökologische Anforderungen

Nachhaltige Bauwerke verfolgen mehrere ökologische Ziele, um den negativen Einfluss des Bausektors auf die Umwelt zu minimieren und die natürlichen Ressourcen zu schonen. Unter anderem soll der Energiebedarf (Heizung, Strom, Wasser), wie auch das Abwasser und der Abfall reduziert werden und die damit einhergehenden Umweltbelastungen (z.B. Klimaveränderungen, Versäuerungspotenzial) gemindert werden. Um diese Ziele zu erreichen, können Alternativen wie Solaranlagen, Wärmerückgewinnungssystemen und die Gebäudeautomation eingesetzt werden, um CO₂-Emissionen erheblich zu senken. Weiterhin ist es wichtig auf umweltfreundliche Baustoffe umzustellen. Denkbar sind dafür Recyclingmaterialien, Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft, sowie umweltverträgliche Baustoffe wie Lehm oder Flachs (*siehe Kapitel 3.1*).⁸

2.1.1.2 Soziale Anforderungen

Ein weiterer wichtiger Nachhaltigkeitsaspekt ist die Bedarfs- und Nutzungsgerechtigkeit der Bauwerke. Für den Nutzer steht dabei die Gesundheit, Sicherheit, Behaglichkeit und der Komfort an erster Stelle. Um diese gewährleisten zu können, müssen verschiedene Rahmenbedingungen gegeben sein. Dazu zählen:

- die Verwendung von Materialien, die frei von Schadstoffen sind
- barrierefreie Konzepte, um die Immobilie für alle Nutzer unabhängig ihres Alters oder ihrer körperlichen Fähigkeiten zugänglich zu machen
- ein behagliches Klima zu schaffen, indem Hygiene, Optik, Akustik, Haptik sowie thermische und olfaktorische Gegebenheiten berücksichtigt werden.

⁸ Vgl. Pfeiffer, Bethe 2022, S.9f.

Neben den Vorteilen für den Nutzer ist auch der Arbeitsschutz von Bedeutung. Dieser umfasst im Bau ggfs. Schutzkleidung, Schulungen, regelmäßige Überprüfungen, aber auch faire Arbeitszeiten und Löhne.⁹

2.1.1.3 Ökonomische Anforderungen

Im Fokus der ökonomischen Ziele steht der finanzielle Aufwand, den eine Immobilie mit sich bringt. Dabei ist eine Reduzierung der Kosten in allen Lebenszyklusphasen erstrebenswert. Die Beeinflussbarkeit der Ausgaben nimmt mit zunehmender Nutzung ab. Während sich der Kostenaufwand in der Planungsphase besser kalkulieren lässt, ist die Nutzungsphase insofern bedeutender, da sie den Großteil der Lebenszykluskosten trägt.¹⁰

Zusätzlich zählen Immobilien zu den signifikantesten Wertanlagen. Nachhaltige Gebäude sollen langlebiger sein und weniger Reparaturen und Wartungen erfordern, was zu Einsparungen für den Endverbraucher führen soll. Dadurch, dass der nachhaltige Bau in den letzten Jahren in den Vordergrund gerückt ist, haben die grünen Gebäude einen höheren Wert auf dem Immobilienmarkt und bieten für Eigentümer und Investoren eine rentable Investitionsmöglichkeit.¹¹

Mit der Einhaltung dieser Anforderungen kann gewährleistet werden, dass jeder Beteiligte eines nachhaltigen Bauwerkes auf seine Kosten kommt. Sei es für Investoren, die an geringen Lebenszykluskosten interessiert sind. Bewohner, die sich behagliche vier Wände wünschen. Oder die Gesellschaft und Umwelt, die auf Verringerungen schädlicher Belastungen bspw. fossiler Brennstoffe setzt.¹²

2.1.2 Vorgaben vom Gesetzgeber

Bei Neubauten gelten in Deutschland verschiedene gesetzliche Vorgaben, die energetische Anforderungen und Standards festlegen. Diese sind im Gebäudeenergiegesetz verankert. Das Gesetz, welches am 1. November 2020 in Kraft getreten ist und die bisherigen Regelungen des EnEG, der EnEV und des EEWärmeG vereint, enthält

⁹ Vgl. Pfeiffer, Bethe 2022, S.10f.

¹⁰ Vgl. Litau 2015, S.24

¹¹ Vgl. Pfeiffer, Bethe 2022, S.9

¹² Vgl. Bundesministerium für Wohnen [...] 2023: Nachhaltiges Bauen, o.S.

beispielsweise Vorgaben zur Wärmedämmung, Effizienz von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage und zum Einsatz erneuerbarer Energien.

Vor allem für den Neubau sind klare Rahmenbedingungen gesetzt. Nach einer Novellierung 2023 darf ein neu errichtetes Gebäude zukünftig 55% (zuvor 75%) des Primärenergiebedarfs des Referenzgebäudes verbrauchen. Das betrifft alle Abläufe der Energieversorgung und der Wertschöpfungskette vom Ressourcenabbau, dem Transport bis hin zur Nutzung der Immobilie. Ist der energetische Standard des Gebäudes höher und der Primärenergiebedarf geringer, wie beispielsweise bei einem KfW-Effizienzhaus 40¹³, sinken für den Nutzer zum einen die Energiekosten und zum anderen stehen ihm großzügige Fördergelder seitens des Staates zu.¹⁴ Zusätzlich fordert das GEG den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung. Konkret sollen 65% des Wärmebedarfs mit grünem Strom wie Solarthermie, Biomasse oder mittels Wärmepumpen gedeckt werden.¹⁵ Außerdem legt das Gesetz Mindestanforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden fest. Diese umfassen Vorgaben für die Wärmedämmung der Gebäudehülle, der Fenster, Türen und Dächer. Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) dient hierbei als Grenzwert, der bei bestimmten Bauteilen nicht überschritten werden darf. Der U-Wert gibt an, wie viel Wärme pro Zeiteinheit und Fläche durch ein Bauteil hindurchgeht. Ein niedriger Wert bedeutet eine geringe Wärmeleitfähigkeit des Bauteils und somit eine effektive Wärmedämmung. Je höher der U-Wert ist, desto mehr Wärme kann durch das Bauteil entweichen. Um den Energieverbrauch und die Heizkosten eines Gebäudes zu reduzieren, ist es notwendig, sich an die vorgegebenen Grenzwerte zu halten.¹⁶

2.1.3 Zertifizierungen

Im Fertighausbereich spielen Gütegemeinschaften, Zertifizierungen und Siegel eine entscheidende Rolle, um die Qualität, Nachhaltigkeit und Leistungsfähigkeit von Fertighäusern zu gewährleisten. Angesichts des wachsenden Interesses an energieeffizientem und umweltfreundlichem Bauen, gibt es einige Organisationen, die sich der Prüfung

¹³ KfW 40 heißt, dass das Haus 40% Primärenergie verbraucht im Vergleich zum Referenzgebäude

¹⁴ Vgl. Verbraucherzentrale 2023: GEG: Was steht im Gebäudeenergiegesetz, o.S.

¹⁵ Vgl. Bundesministerium für Wohnen [...] 2023: Das Gebäudeenergiegesetz, o.S.

¹⁶ Vgl. Verbraucherzentrale 2023: GEG: Was steht im Gebäudeenergiegesetz, o.S.

solcher Bauwerke gewidmet haben. Ihre Siegel sind von großer Bedeutung und dienen vor allem Bauherren als Orientierung. Die Vergabe solcher Zertifikate und die Etablierung von Gütegemeinschaften haben das Ziel, einheitliche Standards im Gebäudebereich festzulegen und deren Einhaltung zu überwachen. Gütegemeinschaften setzen technische Richtlinien und Qualitätsstandards, die von den Herstellern eingehalten werden müssen, um eine Zertifizierung, ein Siegel oder die Mitgliedschaft im Verband aufrecht erhalten zu können. Diese Standards umfassen Aspekte wie Materialqualität, Verarbeitungstechniken, Bauweisen, Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit. Die Vergabe eines Siegels bestätigt, dass ein Fertighaus diese festgelegten Standards erfüllt und somit eine hohe Qualität aufweist.¹⁷

Dieses Kapitel soll einen Überblick über die bekanntesten Gütegemeinschaften, Zertifizierungen und ihre Anforderungen an die Fertighausunternehmen geben. Dabei fokussieren sich die Verbände sowohl im umfassenden Kontext auf das Gebäude als auch in kleinerem Rahmen auf Teilgebiete wie z.B. die Baustoffe.

2.1.3.1 DGNB – Siegel

Eine der größten und populärsten Organisationen ist die DGNB. Die Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen hat sich seit ihrer Gründung im Jahr 2007 zum Ziel gesetzt, einen nachhaltigen und umweltbewussten Wandel im Gebäudesektor zu vollziehen. Dabei werden nachhaltige Gebäude, Quartiere und Innenräume unter ökonomischen, sozialen und ökologischen Kriterien mithilfe eines Punktesystems bewertet und zertifiziert.¹⁸

Der Neubau unterliegt dabei ähnlichen Anforderungen. Neben dem Dreis-Säulen-Modell werden ergänzend die Standort-, Prozess- und technische Qualität zu sechs Themenfeldern ergänzt und über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes überprüft und gewichtet.

Ab dem 1. Dezember 2023 wird dabei ein besonderes Augenmerk auf Themen wie Klimaschutz, Reduktion des Treibhausgasausstoßes und Erhaltung der Ressourcen gelegt und das Zertifizierungssystem aus dem Jahre 2018 somit erweitert.¹⁹ Dabei werden beispielsweise die verantwortungsbewusste Ressourcengewinnung,

¹⁷ Vgl. Burk 2020, S.148ff.

¹⁸ Vgl. DGNB System 2023: Die DGNB, o.S.

¹⁹ Vgl. DGNB System 2023: Das DGNB System für den Neubau von Gebäuden in der Version 2023, o.S.

Wertstabilität und Anpassungsfähigkeit, Innenraumluftqualität, der Einsatz und die Integration von Gebäudetechnik, Qualität der Projektvorbereitung sowie die Verkehrsanbindung berücksichtigt. Je nach Punktevergabe und Gewichtung werden im Neubau drei Auszeichnungen vergeben. Erfüllt ein Gebäude zwischen 35% und 50% der insgesamt 37 Kriterien, erhält es die Auszeichnung „Silber“. Bei 50-65% wird „Gold“ verliehen und bei über 65% erhält man das höchste Zertifikat „Platin“.²⁰

Die umfassende Bewertung des Gebäudes dient einerseits der ganzheitlichen Bewertung des Lebenszyklus des Gebäudes aus unterschiedlichen Perspektiven und andererseits als Leitfaden für Investoren, Architekten, Produkthersteller und Nutzer, um eine Orientierungshilfe zu bieten.

2.1.3.2 QNG – Zertifizierung

Als nächstes profitiert besonders der Neubau von der QNG – Zertifizierung, welche Teil des Förderprogramms für klimafreundlichen Neubau ist. Das Qualitätssiegel für nachhaltige Gebäude wird seit dem 01. März 2023 vergeben und verfolgt ebenfalls ökologische, wirtschaftliche, soziale, technische sowie qualitative Ziele, die bei Erfüllung mit Förderungen des Staates unterstützt werden.²¹

Erstmalig erfolgt eine ganzheitliche Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes. Neben den nutzungsorientierten Anforderungen wie der Barrierefreiheit oder dem thermischen Komfort, spielt auch der Ressourcenverbrauch, Rückbau und die Rohstoffgewinnung eine Rolle. Letztere sind vor allem für den Fertighausbereich interessant. Das Holz, welches für die Konstruktion der Häuser verwendet wird, muss zertifiziert sein. Damit soll eine nachhaltige Forstwirtschaft gewährleistet und Schadstoffe in den Holzprodukten vermieden werden. Die Bewertungskriterien werden anschließend durch die deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) geprüft und anhand eines Punktesystems bewertet. Je nach erreichtem Anforderungsniveau wird die QNG-Zertifizierung in zwei Qualitätsstufen verliehen. Dies ermöglicht eine schnelle und eindeutige Erkennung der Erfüllung nachhaltigkeitsrelevanter Merkmale und Eigenschaften in

²⁰ DGNB System 2023: Kriterienkatalog Gebäude Neubau, S.14-18

²¹ Vgl. Bundesministerium für Wohnen [...] 2023: Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude, o.S.

überdurchschnittlicher Qualität (QNG-PLUS) bzw. deutlich überdurchschnittlicher Qualität (QNG-PREMIUM)²²

2.1.3.3 BDF/QDF

Ein für Fertighaushersteller bekannter Verband ist der BDF. Der Bundesverband Deutscher Fertigbau wurde 1961 gegründet und vereint nach seiner Fusionierung 1989 mit dem QDF mittlerweile 50 Holzfertigbauunternehmen. Der BDF vertritt die Interessen der Haushersteller, fungiert als Sprachrohr zur Politik und den Medien, organisiert Veranstaltungen und schult regelmäßig seine Mitglieder.²³ Die Mitglieder des BDF verpflichten sich zur Einhaltung der durch die Qualitätsgemeinschaft auferlegten Standards wie der ökonomischen, ökologischen, sozialen, technischen, funktionalen und der Prozessqualität, die neben den Anforderungen des Gesetzgebers zusätzlich die Bedingungen des RAL – Gütezeichens (*siehe Kapitel 2.1.3.4*) beinhalten.²⁴ Die Haushersteller unterziehen sich dabei unangekündigten Kontrollen, bei denen autonome Prüfer die Werke, Prozesse bei der Fertigung und die Materialien überwachen. Auch die Montage auf der Baustelle wird inspiziert. Sind die geforderten Qualitätsansprüche gegeben, soll das QDF-Siegel Bauherren Planungssicherheit, Bauqualität, Wohngesundheit, Umweltschutz, Werthaltigkeit und Gütesicherung gewährleisten.²⁵

2.1.3.4 RAL – Gütezeichen

Das RAL – Gütezeichen hat seinen Ursprung im Jahre 1925. Der damals entstandene „Reichsausschuss für Lieferbedingungen“ agiert heute als „Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung“ und verleiht für eine Vielzahl von Produkten sein Siegel in unterschiedlichen Bereichen wie dem Bauwesen, der Landwirtschaft, der Lebensmittelindustrie sowie dem Dienstleistungssektor.²⁶ Bei über 160 Gütesiegeln findet auch der Fertigbau mit dem Qualitätssiegel für den Holzhausbau seinen Platz und wird von den Trägerverbänden BMF, GDF und GHAD vergeben.²⁷ Die Fertighausunternehmen, die

²² Vgl. Dorn-Pfahler 2022, S.8-14

²³ Vgl. BDF 2023: Verband, o.S.

²⁴ Vgl. QDF 2023: Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigbau o.S.

²⁵ Vgl. QDF 2023: Satzung der Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigbau, o.S.

²⁶ Vgl. RAL Gütezeichen 2023: Geschichte: Die RAL Gütezeichen Historie, o.S.

²⁷ Vgl. RAL Holzhaus 2023: Das Gütezeichen Holzhausbau, o.S.

dort Mitglied sind, müssen unterschiedliche Anforderungen in Bezug auf die erforderlichen Unterlagen (z.B. Sicherheitsnachweise), Bauprodukte, den Umweltschutz, Fachkräfte (z.B. auf der Baustelle und im Werk), den Baustellenbetrieb (z.B. Transport und Lagerung) und die Eigen- und Fremdüberwachung (z.B. stichprobenartig durch Zertifizierungsstellen) erfüllen.²⁸

2.1.3.5 natureplus

Eine weitere Organisation, die sich der Nachhaltigkeit von Bauprodukten gewidmet hat, ist natureplus. Zu den zertifizierten Produkten zählen: Dämmmaterialien, Lacke, Wandbeschichtungen, Holzwerkstoffe, Putze, Fußbodenbeläge und Dachsteine. Die Absicht von natureplus besteht darin, über ökologische Baustoffe aufzuklären, um der Öffentlichkeit und den Verbrauchern bei der Auswahl von umweltfreundlichen, gesundheitsverträglichen und nachhaltigen Baustoffen zu helfen. Neben dem Einsatz an politischen Diskussion, forscht die Institution an Bewertungs- und Optimierungsmaßnahmen für zulässige Baumaterialien.²⁹ Um ein natureplus Siegel erhalten zu können, gibt es sechs Grundlagerichtlinien, die ein Hersteller einhalten muss. Zum einen muss er nachweisen können, dass sein Produkt frei von Chemikalien und Pestiziden ist, die Rohstoffgewinnung aus nachhaltiger Land- und Forstwirtschaft kommt und Naturschutz und Renaturierung gegeben ist. Zum anderen soll die Wertschöpfungskette des Baustoffes nachvollziehbar und transparent sein. Zusätzlich sollen Bauprodukte, die in Innenräumen eingesetzt sind, emissionsarm sein, um saubere Luftqualität zu gewährleisten. Auch die Klimaverträglichkeit und Energieeffizienz der Baustoffe, die anhand von Werten des Erderwärmungspotenzials, dem Gesamteinsatz an Primärenergie und dem Anteil der erneuerbaren Energie bemessen wird, müssen den Anforderungen entsprechen.³⁰

Mit der Spezifizierung der Baustoffe, beispielsweise Dämmstoffe, Bodenbeläge, Dachsteine uvm. werden Zertifizierungskriterien zu den o.g. Richtlinien konkreter benannt und weiter ergänzt. Nachdem ein Baustoff die Prüfung durchlaufen hat und zertifiziert wurde, wird er in einer Datenbank mit den jeweiligen Produktdaten (z.B. technische und ökologische Eigenschaften) aufgenommen. Jegliche geprüfte Bauprodukte werden von der

²⁸ Vgl. RAL Deutsches Institut [...] 2016: Holzhausbau, S.6-17

²⁹ Vgl. Natureplus 2023: Wer wir sind, o.S.

³⁰ Vgl. Natureplus 2023: Grundlagenrichtlinien, o.S.

Organisation online veröffentlicht und können von Interessenten eingesehen und genutzt werden kann.³¹

2.1.3.6 FSC – Zertifizierung

Im Fertighausbau spielt vor allem der Baustoff Holz eine große Rolle. Die wohl bekannteste Organisation, die sich für die Zertifizierung von Holzprodukten einsetzt, ist der FSC. Sie legen weltweit Standards für eine verantwortungsvolle Waldbewirtschaftung fest, welche umweltfreundlich, sozial gerecht und wirtschaftlich tragfähig sein sollen.³²

Um die FSC-Zertifizierung zu erhalten, müssen Waldbesitzer und Holzunternehmen eine Reihe von Kriterien erfüllen. Dazu gehören unter anderem die Erhaltung der biologischen Vielfalt, die Beachtung der Rechte der indigenen Völker und der Arbeitnehmer, die Einhaltung strenger Umweltauflagen, die Vermeidung von illegaler Abholzung sowie die Förderung nachhaltiger Waldbewirtschaftungspraktiken.³³

Es ist wichtig zu beachten, dass die FSC-Zertifizierung ein freiwilliger Prozess ist und nicht alle Holzprodukte auf dem Markt diese Zertifizierung tragen. Hierfür muss zunächst eigenständig eine Zertifizierungsstelle kontaktiert werden. Vorab braucht die Organisation einige grundlegende Informationen zum Unternehmen (z.B. Größe des Betriebes). Ein Gutachter führt daraufhin vor Ort eine Prüfung durch, bei der der Betrieb oder der Waldstandort besichtigt wird. Dabei wird überprüft, ob die tatsächlichen Praktiken den FSC-Standards entsprechen. Es werden Interviews mit Mitarbeitern geführt, Dokumente geprüft und Inspektionen vor Ort durchgeführt. Die Ergebnisse werden in einem Bericht festgehalten. Basierend darauf und wenn alle Anforderungen erfüllt sind, wird die Zertifizierung erteilt und ist für fünf Jahre gültig.³⁴ Die FSC-Zertifizierung erstreckt sich über die gesamte Lieferkette, von der Forstwirtschaft über die Verarbeitung bis hin zum Handel mit Holzprodukten. Wenn ein Produkt mit dem FSC-Logo gekennzeichnet ist, können Verbraucher erkennen, dass es aus verantwortungsvoller und nachhaltiger Waldbewirtschaftung stammt.

³¹ Vgl. Natureplus 2023: natureplus database, o.S.

³² Vgl. FSC 2023: Was ist FSC, o.S.

³³ Vgl. FSC 2023: 10 Regeln für den FSC – Wald, o.S.

³⁴ Vgl. FSC 2023: FSC – Waldzertifizierung, o.S.

Es gibt eine große Auswahl an Zertifizierungssystemen, von denen die Baubranche profitieren kann. Sei es produkt- oder auf die gesamte Wertschöpfungskette bezogen, bieten Zertifizierungen zum einen für Bauherren, Nutzer und Bauträger eine gute Grundlage, um Nachhaltigkeit im Bau zu erkennen. Zum anderen wird der Immobilienmarkt durch öffentliche Siegel transparenter und verbindlicher gegenüber Klimazielen und den Anforderungen der Gesellschaft.

2.2 Grundlagen Fertighaus

2.2.1 Geschichte und Entwicklung des Fertighauses

Der Ursprung des Fertighausbaus ist umstritten. Doch den historisch bekanntesten Ursprung hat das vorgefertigte Haus im 15. Jahrhundert als Leonardo Da Vinci ein Gartenhaus für die Herzogin von Mailand konstruierte.³⁵ Aber auch in Deutschland wurde bereits im Mittelalter an heutzutage bestehenden Gebäuden (bspw. Fachwerkhäuser) in Modulbauweise gebaut. Die Serienproduktion begann Mitte des 19. Jahrhunderts an der Ostsee mit den sog. „Wolgast-Häusern“, welche international verschifft wurden und bis heute in Deutschland bestaunt werden können. Im Laufe der Zeit wurde die Fertigbauweise von verschiedenen innovativen Persönlichkeiten vorangetrieben. Folgende drei Pioniere haben maßgeblich zur Entwicklung der Holzbauweise beigetragen, die Bauindustrie nachhaltig beeinflusst und neue Möglichkeiten für die Konstruktion von Wohnräumen eröffnet:

Gustav Lilienthal setzte im Jahr 1870 die Fertigbauweise in Form von Spielzeugen für Kinder um. Dabei übertrug er seine Erfahrungen auf weitere Projekte, z.B. Fertighäuser in Zementbauweise und legte damit den Grundstein für zukünftige Entwicklungen.³⁶

Konrad Wachsmann, ein renommierter Architekt, arbeitete 1925 eng mit dem berühmten Physiker Albert Einstein zusammen, um ein Holzfertighaus in der Nähe von Potsdam zu errichten.³⁷

³⁵ Vgl. Windscheif, Tews 2022, S.5

³⁶ Vgl. Junghanns 1994, S.9

³⁷ Vgl. Enxing, Bruns 2021, S.12

Walter Gropius, Architekt und Bauhausgründer, spielte ebenfalls eine entscheidende Rolle in der Entwicklung der Fertiggbauweise. In den 1920er Jahren entwarf Gropius sogenannte Montagehäuser, die sich in Form und Farbe voneinander unterschieden. Diese vielfältigen Konstruktionen wurden entworfen, um der Wohnungsnot entgegenzuwirken und Wohnraum für Arbeiter finanziell erschwinglicher zu machen. Obwohl Gropius' Ideen zunächst auf wenig Interesse stießen, fanden sie nach seiner Auswanderung in die USA Anerkennung. Dort verkaufte er die vorgefertigten Wandtafeln als „Packaged House System“.³⁸

Dem Zweiten Weltkrieg geschuldet, bestand Bedarf in zügig zu errichteten Häusern und da Sperrholz einfach zu gewinnen war, gewann die Fertighausindustrie erneut an Zuspuch. 1960 kam der große Durchbruch und mit dem Trend der eigenen vier Wände wurden zu der Zeit die meisten heutzutage bestehenden Fertighausunternehmen gegründet und der Holzbau etabliert. Im Jahr 1961 wurde zudem der Bundesverband Deutscher Fertiggbau (BDF) gegründet, um die Interessen der Branche zu vertreten.³⁹ Mit zunehmenden Förderungen und Umweltkrisen, wie der Ölkrise von 1973/74, stand der nachhaltige Holzfertiggbau immer mehr im Fokus und nach der Wende 1989 stieg auch das Interesse an privatem Wohnraum, sodass sich die Anzahl der Fertiggbauten seit den 90er Jahren bis 2020 jährlich mehr als verdoppelt hat.⁴⁰ Bis heute ist der Fertiggbau unter Bauherren aufgrund vieler Vorteile sehr gefragt und vor allem im Süden Deutschlands weit verbreitet.⁴¹

2.2.2 Klassifizierungen

Ein großer Vorteil bei Neubauten, ist, dass sich die Bauherren ihr Eigenheim nach eignen Vorstellungen und Wünschen konzipieren können. Dadurch ist die Vielfalt an unterschiedlichen Fertighausvarianten enorm und dem zukünftigen Eigentümer werden nahezu keine Grenzen gesetzt. Es gibt zwar gesetzliche Vorgaben, wie den Bebauungsplan, indem beispielsweise die Dachneigung, Art der baulichen Nutzung oder die Anzahl der zulässigen Vollgeschosse vorgeschrieben sind. Jedoch bieten diese i.d.R. genug

³⁸ Vgl. Junghanns 1994, S.10

³⁹ Vgl. Junghanns 1994, S.11

⁴⁰ Vgl. Enxing, Bruns 2021, S.15

⁴¹ Vgl. Statista 2023: Anteil der Fertighäuser am gesamten Neubau in Deutschland [...], o.S.

Spielraum, um das geplante Haus den eigenen Bedürfnissen anzupassen. Welche das sind, wird in den nächsten 4 Abschnitten erläutert.

2.2.2.1 Haustyp

Der Haustyp hängt neben den Vorgaben aus der Baunutzungsschablone vor allem von den Anforderungen und Bedürfnissen des Kunden ab. Haustypen gibt es in allen verschiedenen Ausführungen. So individuell der Bauherr, so einzigartig das Design. Je nach Funktion und Vorliebe lässt sich das Haus in unterschiedlicher Form ausbauen. So entscheidet sich der eine Bauherr bei den äußeren Merkmalen, wie Fassade, Dach, Türen, Fenstern und den erweiterten Bauteilen für eine verlinkerte Immobilie mit engobiertem Walmdach und Sprossen an den Fenstern, während der andere ein Haus mit klassisch weißer Putzfassade und einem Satteldach bevorzugt. Die Geschmäcker sind verschieden und den Vorstellungen der Eigentümer sind kaum Grenzen gesetzt.

So gibt es neben den Einfamilienhäusern die Möglichkeit, sich zu vergrößern und Doppel-, Reihen-, oder Mehrgenerationenhäuser zu bauen, die sich in ihrer Erscheinungsform unterschiedlich gestalten lassen. Die folgenden Gestaltungsoptionen sind dabei denkbar:⁴²

- Der Bungalow: Signifikant für die aus Bengalen stammende Bauform ist die eingeschossige Bauweise. Weit verbreitet ist die Konstruktion mit einem Flachdach (z.B. Kanzlerbungalow in Bonn). Doch auch andere Dachformen (Walmdach, Satteldach) lassen sich mit dem Bungalow kombinieren. Das Haus mit einem Geschoss bietet vor allem älteren Menschen oder Behinderten den Vorteil barrierefrei leben zu können, da sich die Wohnfläche auf eine Etage erstreckt und somit keine Treppen für weitere Geschosse vorhanden sind.
- Das Blockhaus: das größte Merkmal beim Blockhaus ist die Holzverkleidung (*siehe Kapitel 2.2.4.3*). Diese wird an den übereinander gestapelten und verarbeiteten Stämmen aus Nadelhölzern sichtbar. Die Bauweise ist vor allem in den skandinavischen Ländern bekannt und verbreitet.

⁴² Vgl. Enxing, Bruns 2021, S.17-20

- Das Fachwerkhaus: Fachwerkhäuser begleitet eine lange Erfolgsgeschichte und sie sind bis heute beliebt. Das äußere Merkmal bilden hierbei die tragenden Holzbalken, gefüllt von bspw. Lehm oder Mauerwerk in den Schächten.
- Das Schwedenhaus: wie das Blockhaus, findet auch das Schwedenhaus in Finnland, Island, Dänemark, Norwegen und zuletzt Schweden Zuspruch. Charakteristisch für diese Bauweise sind bunte Holzfassaden, verziert mit Schnitzereien. Meist wird das Haus mit Erkern, Rundbogenfenstern und Balkonen in konträrer Farbe ergänzt. Da auch hier Holz Hauptbestandteil der Innen- und Außenarchitektur ist, wird oft die Fichte zum Einsatz gebracht, da sie beständig und langlebig ist.
- Stadtvillen sind besonders in einkommensstarken Ortsteilen auf großzügigen Grundstücken zu finden. In der Regel besteht eine Stadtvilla aus 2 Vollgeschossen, einem Walm-, Flach- oder Pultdach, repräsentativen Loggien oder Balkonen und einem symmetrischen Exterieur. Ob von außen oder innen steht dieser Haustyp für Luxus, Größe und Prestige, da man hier viel Baufläche für die Immobilie und den Garten aufbringen muss.

2.2.2.2 Größe

Ein wichtiges Merkmal eines Hauses ist die Größe. Zum einen zählt dazu die Wohnfläche, die in Quadratmetern angegeben wird. Und zum anderen die Anzahl der Geschosse. Diese zwei Faktoren werden bis zur Obergrenze durch die im B-Plan vorgegebene Grundflächenzahl, Geschoszahl und die Baugrenze, welche nicht überschritten werden darf, beeinflusst. Trotzdem gibt es bis zu dieser Höchstgrenze genügend Handlungsfreiheit, sodass Familien, Paare oder Singles die Wohnfläche ihren Bedürfnissen anpassen können. Die Anzahl der Geschosse variiert in der Regel und kann von einer bis hin zu drei oder auch mehr Etagen reichen.

2.2.2.3 Ausbaustufe

Die Ausbaustufen sind vor allem für Bauherren von Bedeutung, die eine Eigenleistung erbringen und ggfs. ihre Baukosten damit senken möchten. So kann der Fertigstellungsgrad vorab durch den Bauherren genau definiert werden. Der Leistungsumfang kann beispielsweise nur die Bodenplatte, Konstruktion und Dämmung beinhalten und bis zum schlüsselfertigen und bezugsfreien Haus mit allen Maler- und Tapezierarbeiten, Sanitärprojekten und Bodenbelägen reichen. Die meisten Fertighausunternehmen bieten die

unterschiedlichen Bauzustände in der Regel in 3 Kategorien an.⁴³ Die erste Ausbaustufe beinhaltet die Bodenplatte, ein von außen fertiges Haus inkl. einer Putzfassade, der Dacheindeckung, Spenglerarbeiten, Fenstern und Türen. Zudem kann das Angebot eine Treppe, elektrische Rollläden und beplankte Innenwände umfassen. Im Regelfall handelt es sich hierbei um den Rohbau und der Käufer muss die weiteren Leistungen selbst übernehmen. Diese Variante ist am kostengünstigsten, da der Hausbesitzer lediglich den Skelettbau in Anspruch nimmt und die restlichen Leistungen selbst übernehmen oder extern nach einer erschwinglichen Alternative suchen kann.

Bei der zweiten Ausbaustufe werden zusätzlich die Elektro- sowie Sanitärinstallationen angeboten. Auch das jeweilige Heiz- und Lüftungssystem ist mit inbegriffen. Bei dieser Ausbaustufe variieren die Angebote jedoch sehr stark. Manche Anbieter involvieren hierbei die technische Ausstattung, die bei anderen bereits in der ersten Ausbaustufe inbegriffen ist. Außerdem können auch Wand- und Bodenfliesen oder der schwimmende Estrich dazu zählen. Diese Variante ist vor allem bei Kunden beliebt, die sich in kleinerem Umfang an dem Hausbau beteiligen möchten oder im Freundes- und Verwandtenkreis professionelle Unterstützung (z.B. Maler, Bodenleger) erhalten können.

Die letzte Ausbaustufe umfasst ein vollständig von innen ausgestattetes, und somit das sog. schlüsselfertige Haus. Hier kommen meist die Maler-, Tapezier-, und Spachtelarbeiten, Bodenbeläge, Innentüren und Sanitärobjekte hinzu. Diese Variante ist zwar am kostenintensivsten, jedoch am komfortabelsten für den Kunden. In dem Fall übernimmt das Bauunternehmen alle nötigen Produkte und Dienstleistungen und der Bauherr kümmert sich lediglich um das Mobiliar.

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass der Leistungsumfang individuell gestaltet und die einzelnen Bausteine der Ausbaustufen kombiniert, ergänzt oder ausgelassen werden können.

2.2.2.4 Effizienzklasse

Die Effizienzklasse eines Neubaus wird durch die KfW, eine deutsche staatliche Förderbank, festgelegt. Ihr Hauptziel ist es, wirtschaftliche, soziale und ökologische Projekte

⁴³ Vgl. aktuelle Bau- und Leistungsbeschreibungen (BienZenker, Kampa, Okal, ScanHaus, Schwabenhäuser)

zu unterstützen und damit zur nachhaltigen Entwicklung beizutragen.⁴⁴ Im Kontext des Fertighausbaus ist die KfW insbesondere für ihre Förderprogramme im Bereich energieeffizientes Bauen und Sanieren bekannt. Hierbei können Bauherren von Fertighäusern, die bestimmte Effizienzstandards erfüllen, Zuschüsse erhalten. Es gibt im Neubau drei zulässige Effizienzklassen: KfW 55, KfW 40 und KfW 40 Plus. (siehe §15 Abs. 1 GEG). Neben den Anforderungen an den Primärenergiebedarf (siehe *Kapitel 2.1.2*) müssen weitere Bedingungen bezüglich der Heizsysteme, U-Werte, Darstellungen des Stromverbrauchs u.v.m. erfüllt sein.⁴⁵

2.2.3 Holz- und Massivfertighausbau

Die Fertighausbranche kennzeichnet sich durch zwei Bautechniken, den Holzfertighausbau und den Massivfertighausbau. Die beiden Bauweisen unterscheiden sich in ihren Materialien und Eigenschaften, welche im folgenden Kapitel präsentiert werden. Da sich die Holzbauweise als Marktschwerpunkt etabliert hat, wird der Fokus in diesem und den nächsten Kapiteln darauf liegen.

Grundsätzlich werden Fertighäuser durch einen vorproduzierten Prozess hergestellt, der eine effiziente und präzise Produktion ermöglicht. Dieser Prozess beinhaltet die Planung und das Design des Hauses, gefolgt von der Vorfertigung der Elemente in einer spezialisierten Fabrik. Die Bauteile werden bei der klassischen Fertigbauweise aus Holz zugeschnitten und vorbereitet. Anschließend werden die Elemente zu Modulen oder Wand-, Decken- und Dachelementen zusammengefügt. Die vorproduzierten Bauteile werden dann zur Baustelle transportiert und vor Ort montiert. Um das Haus fertigzustellen, werden im Anschluss zusätzliche Arbeiten wie Elektroinstallationen, Sanitärinstallationen und Oberflächenbearbeitungen durchgeführt.⁴⁶ Abbildung 1 zeigt exemplarisch, welche Konstruktionsschichten bei einer Außenwand im Fertigbau verwendet werden können.

⁴⁴ Vgl. KfW 2023: Das Nachhaltigkeitsportal der KfW, o.S.

⁴⁵ Vgl. KfW 2020: Anlage zum Merkblatt. Energieeffizient Bauen, S.1-4

⁴⁶ Vgl. Schopbach 2022, S.204

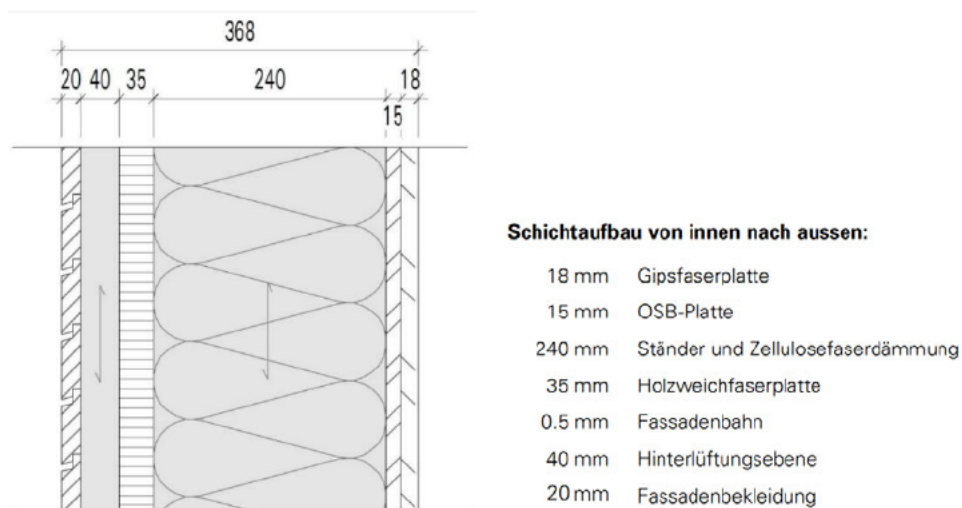


Abbildung 1: Aufbau Außenwand Holzbau⁴⁷

Im Gegensatz dazu bestehen Massivfertighäuser in der Regel aus einer Kombination verschiedener Baustoffe, um sowohl die Vorteile der Massivbauweise als auch die Effizienz der industriellen Fertigung zu nutzen. Die Herstellung der Wände, Decken und Dachelemente erfolgt wie beim Holzfertigbau im Werk. Anschließend werden die Einzelteile auf der Baustelle zusammengefügt. Den Unterschied machen lediglich die Baustoffe. Statt Holz, kommen Blähton, Porenbeton oder Ziegel zum Einsatz, welche durch gegossenen Beton stabilisiert werden.⁴⁸

2.2.4 Konstruktionsarten bei der Holzbauweise

Es gibt verschiedene Bauweisen, die bei Fertighäusern aus Holz zum Einsatz kommen und jeweils ihre eigenen Vorzüge haben. In diesem Kapitel wird ein Überblick über die drei wesentlichen Konstruktionsarten sowie ihren Merkmalen und Vor- und Nachteilen gegeben.

⁴⁷ Vgl. Jung 2015, S.22

⁴⁸ Vgl. Enxing, Bruns 2021, S.32

2.2.4.1 Holztafel- und Rahmenbauweise

Die Holztafel- und Rahmenbauweise ähnelt in ihrer Art dem Fachwerkbau und kommt heutzutage in der Fertighausbranche am häufigsten vor. Der zum Einsatz kommende Holzrahmen fungiert als tragendes Gerüst.⁴⁹ Der Rahmen besteht aus vertikal stehenden Holzständern (sog. Rippen), die mit horizontalen Schwellbalken (sog. Fußrippen) verbunden sind. Das Gerüst wird mit Hilfe von Holztafeln beplankt und stabilisiert. Die Plattenwerkstoffe können einwirkende Lasten (z.B. Schneelast, Windlast) ableiten und dienen als Witterungs- und Brandschutz. Zwischen dem Gerüst und den Holztafeln wird die Dämmung eingearbeitet, die ebenfalls Brandschutz, aber vor allem Wärme- und Schallschutz gewährleisten soll.⁵⁰

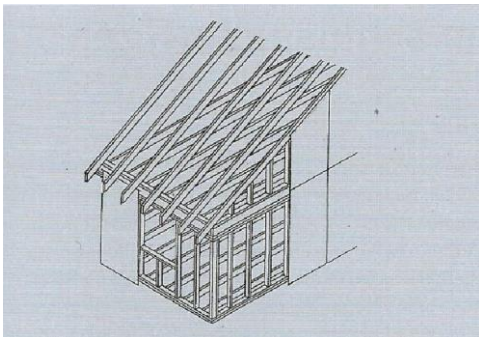


Abbildung 2: Fertighaus in Holztafel- oder Holzrahmenbauweise⁵¹

2.2.4.2 Holzskelettbauweise

Die Holzskelettbauweise ist ähnlich wie die Holzrahmenbauweise aufgebaut. Ein Skelett aus vertikalen und horizontalen Holzstreben bildet auch hier das elementare Gerüst. Diese bilden die tragende Konstruktion des Gebäudes und werden durch verschiedene Wandausfachungen oder Dämmungen ergänzt. Das Gefach kann bei dieser Konstruktionsart auch mit Glasflächen, die für weite Sicht und lichtdurchflutete Innenräume sorgen, vervollständigt werden.⁵² Diese Bauweise weist eine höhere Flexibilität auf und ist somit vor allem bei Gebäudetypen von Vorteil, deren Ausfachung keine tragende Rolle spielt.

⁴⁹ Vgl. Burk 2020, S.61

⁵⁰ Vgl. Achenbach, Rüter 2016, S.6

⁵¹ Vgl. Burk 2020, S.61

⁵² Vgl. Enxing, Bruns 2021, S.23

Das ist vor allem bei halb oder ganz geöffneten Gebäuden (z.B. Lagerräume, Industriehallen) der Fall.⁵³

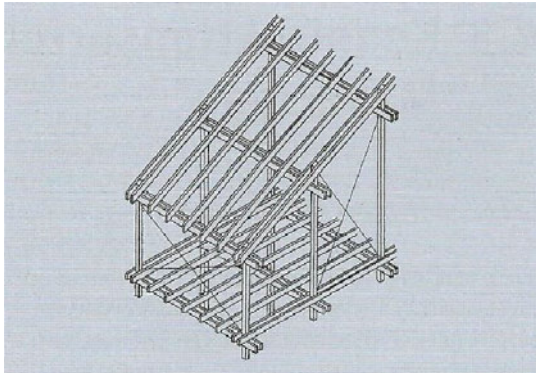


Abbildung 3: Fertighaus in Holzskelettbauweise⁵⁴

2.2.4.3 Holzblockbauweise

Die Wände bei der Holzblockbauweise bestehen aus massiven Bohlen und Stämmen, die ineinander vernetzt und an den Ecken miteinander verbunden sind. Um bei dieser Bauweise Wärme- und Feuchtigkeitsschutz zu gewährleisten, werden zwischen den Balken Isolierkanäle eingebaut, um Platz für Dichtungsbänder und witterungsbeständige Dämmmaterialien zu schaffen.⁵⁵ Zwar lässt sich die Außenwand auch verputzen, jedoch entscheiden sich viele Bauherren für die Rohvariante, um die Optik beizubehalten. Diesen Stil findet man vor allem in nordischen Ländern, wie Skandinavien vor. Aber auch kleinere Gebäude, wie Hütten oder antike Bauten weisen dieses Bauverfahren auf. Von Vorteil ist hierbei die Nutzung des regionalen Holzes (z.B. Kiefer), der nicht nur in den nördlichen Gebieten reichlich vorhanden ist, sondern auch als Baustoff robuste und resistente Eigenschaften aufweist.⁵⁶

⁵³ Vgl. Burk 2020, S.61

⁵⁴ Vgl. Burk 2020, S.61

⁵⁵ Vgl. Enxing, Bruns 2021, S.31

⁵⁶ Vgl. Burk 2020, S.62

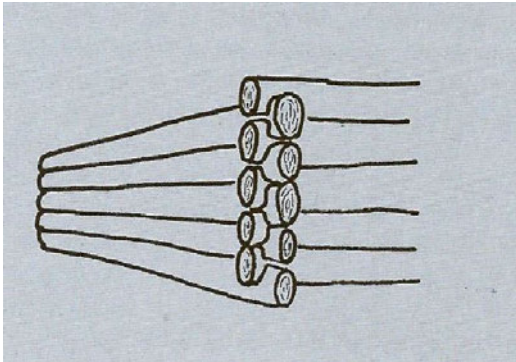


Abbildung 4: Fertighaus in Holzblockbauweise⁵⁷

2.2.5 Unterschied der Fertigbauweise zur Massivbauweise

Die Wahl der Bauweise spielt eine entscheidende Rolle bei der Errichtung von Gebäuden und hat einen direkten Einfluss auf deren Struktur, Eigenschaften und Kosten. Zwei gängige Bauweisen, die in der Baubranche verwendet werden, sind die Massivbauweise und die Fertigbauweise. Diese beiden Ansätze unterscheiden sich grundlegend in Bezug auf ihre Konstruktionsmethoden, Materialien und den Prozess der Fertigung. Die Massivbauweise, die weit verbreitet ist, zeichnet sich durch die Verwendung von traditionell vor Ort zusammengesetzten Bauteilen wie Ziegel, Beton oder Stein aus. Die konventionelle Bauweise bietet einen guten Wärme- und Schallschutz und genießt den Ruf besonders stabil, langlebig und wertbeständig zu sein. Fertighäuser hingegen basieren auf vorgefertigten Bauelementen, meistens Holz, die in Fabriken oder Produktionsstätten vorproduziert werden. Durch die Nutzung nachwachsender Rohstoffe gilt der Fertigbau zu den ökologischsten Bauweisen. Dabei bietet sich die Verwendung von Holz als Baumaterial in Deutschland aufgrund der großen Waldfläche von 11,4 Millionen Hektar besonders an. Wenn das Holz für den Bau im Inland abgebaut wird, wobei vor allem Fichtenholz zum Einsatz kommt, können zum einen kurze Transportstrecken gewährleistet werden. Zum anderen wird durch die Unterstützung regionaler Holzwirtschaft die lokale Wertschöpfung gestärkt und Arbeitsplätze in den ländlichen Regionen geschaffen.⁵⁸

⁵⁷ Vgl. Burk 2020, S.62

⁵⁸ Vgl. Windscheif, Tews 2022, S.4

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Unterschiede zwischen dem Fertigbau und der Massivbauweise sowie die Vorteile des Einsatzes von Holz im Bauwesen identifiziert und erläutert.

Das Fertighaus punktet gegenüber der Massivbauweise insbesondere mit seiner **schnellen Bauzeit**. Durch die Modulbauweise und die **Vorfertigung im Werk** steht der Rohbau innerhalb weniger Stunden, da die Wand-, Decken-, und Dachelemente lediglich auf der Baustelle durch geschulte Fachkräfte zusammengebaut werden müssen. Auch die Bauzeit bis zum schlüsselfertigen Haus liegt je nach Größe, Komplexität und den Ausstattungsdetails zwischen einigen Wochen bis hin zu zwei bis drei Monaten.⁵⁹ Im Gegensatz zur konventionellen Bauweise, die auf dem Nassbau basiert, zeichnet sich der Fertigbau durch seine **Trockenbauweise** aus, bei der keine Bausteine vermörtelt werden und somit lange Trocknungszeiten entfallen. Eine saubere und trockene Baustelle wird gewährleistet und das Risiko von Feuchtigkeitsschäden und Schimmelbildung wird verringert. Durch die schnelle Bauzeit läuft man nicht Gefahr, dass im Inneren des Rohbaus bei regnerischem Wetter Feuchtigkeit zurückbleibt.⁶⁰ Ein weiteres Vorteil, der auf der Hand liegt, ist die Verwendung und der **große Anteil nachwachsender Rohstoffe**, der vor allem in Zeiten des Klimawandels und der Ressourcenknappheit von Bedeutung ist. Diese Ressourcen fördern die Kreislaufwirtschaft und reduzieren den CO₂-Fußabdruck.⁶¹

Im Fertigbau ist es vor allem der Werkstoff Holz, der zum Einsatz kommt. Bleibt man beim Thema Nachhaltigkeit und Klimafreundlichkeit, besitzt Holz und somit ein großer Bestandteil eines Fertighauses gegenüber anderen Baustoffen ein weiteres Alleinstellungsmerkmal: es **bindet CO₂**. Der Kohlenstoff wird während des Wachstums von den Bäumen aufgenommen und auch nach der Fällung gespeichert.⁶²

Die Entscheidung zwischen Massivbau und Fertigbau hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, einschließlich der spezifischen Anforderungen des Bauprojekts, der verfügbaren Ressourcen, des Zeitrahmens, der Kostenüberlegungen und der gewünschten

⁵⁹ Vgl. Hoffmann 2012, S.176

⁶⁰ Vgl. Czycholl 2015, o.S.

⁶¹ Vgl. Pezzeri 2023: Graues Gold hat Zukunft, o.S.

⁶² Vgl. Lange 2022, S.2

Bauqualität. Sowohl die Massivbauweise als auch die Fertigbauweise haben ihre eigenen Vor- und Nachteile und die optimale Wahl erfordert eine sorgfältige Abwägung der individuellen Bedürfnisse und Ziele des Bauvorhabens.

3 Verwendung von Materialien und Technologien

Die Baubranche hat im Laufe der Zeit zahlreiche Baustoffe eingesetzt, von denen sich einige später als schädlich für die Gesundheit von Mensch und Umwelt erwiesen haben. Diese Materialien wurden aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften und Vorteile häufig verwendet, ohne dass ihre potenziellen Risiken ausreichend berücksichtigt wurden. Im Laufe der Jahre haben jedoch wissenschaftliche Forschungen und Erfahrungen zu einer zunehmenden Erkenntnis der negativen Auswirkungen geführt. Baustoffe wie Formaldehyd, Asbest und verschiedene Kunststoffe (z.B. PVC) haben aufgrund ihrer giftigen oder krebserregenden Eigenschaften eine besondere Aufmerksamkeit erregt und wurden inzwischen zum Teil verboten.⁶³ Angesichts dieser Erkenntnisse und des wachsenden Bewusstseins für die Nachhaltigkeit in der Baubranche ist es von entscheidender Bedeutung, alternative Baustoffe zu erforschen und einzusetzen, die sowohl umweltfreundlich als auch gesundheitlich unbedenklich sind. Der Fertighausbau bietet besondere Chancen für die Implementierung nachhaltiger Praktiken, da er durch standardisierte Prozesse und vorgefertigte Elemente eine effiziente und präzise Bauweise ermöglicht. Durch die Integration von nachhaltigen Baumaterialien und Technologien im Fertighausbau können die ökologischen Auswirkungen minimiert und die energetische Effizienz maximiert werden. Darüber hinaus tragen diese Maßnahmen dazu bei, gesündere und komfortablere Wohnbedingungen zu schaffen und den Einsatz nicht erneuerbarer Ressourcen zu verringern. Im Folgenden werden gängige Baustoffe und Technologien vorgestellt, die den nachhaltigen Ansatz unterstützen.

3.1 Nachhaltige Baumaterialien

Um einen Baustoff als nachhaltig einstufen zu können, muss er über seinen gesamten Lebenszyklus betrachtet werden. Dafür kann die Gesamtmenge an Energie, die während der Rohstoffgewinnung, Produktion, dem Transport, der Nutzung und der Entsorgung/Wiederverwertung anfällt, beurteilt werden. Neben der Energiebilanz des

⁶³ Vgl. Trauthwein 2008, S.23-30

Baumaterials spielen andere ökologische sowie ökonomische und soziale Faktoren eine Rolle. So sollte u.a. überprüft werden,

- wie verfügbar die Ressourcen sind,
- ob es während der Gewinnung, Produktion, in der Verwendung und der Abfallbeseitigung negative Auswirkungen auf die Umwelt/die Arbeiter und Nutzer gibt,
- wie das Material nach der Nutzung entsorgt werden kann,
- wie langlebig, pflegeleicht und wiederverwertbar der Baustoff ist,
- und ob der Rohstoffabbau unter fairen Arbeitsbedingungen stattgefunden hat.⁶⁴

Demzufolge ist es notwendig, dass die Nachhaltigkeit von Baustoffen in einem breiteren Kontext betrachtet wird, der die gesamte Bauprozesskette einschließt. Um die Übersicht ökologischer Baustoffe einzuschränken, werden folglich Baumaterialien aufgelistet, die diese Faktoren einhalten und über eine gute Wärmeleitfähigkeit verfügen, vielseitig einsetzbar und nicht brennbar bzw. leicht bis normal entflammbar sind. Dabei gliedert sich der Überblick in drei flächendeckende Kategorien: Wandsteine, Dachbaustoffe und Dämmstoffe.

3.1.1 Wandsteine

Lehm ist einer der bekanntesten und traditionellsten Baustoffe. Er wird seit Tausenden von Jahren eingesetzt und zählt heute noch zu den nachhaltigsten Materialien. So wurden beispielsweise Fachwerkhäuser in Mitteleuropa aus Holz errichtet und die Gefache mit Lehm befüllt. Da Lehm aus Bodenbestandteilen wie Ton, Kies, Sand und Schluff besteht, kann er jederzeit aus dem Erdreich gewonnen werden. Er ist vielseitig einsetzbar und kann in Form von Lehmsteinen, aber auch als Putz, Mörtel oder in Form von Platten verarbeitet werden. Lehm besitzt eine hohe kapillare Leitfähigkeit, wärmedämmende sowie holzkonservierende und schallhemmende Eigenschaften. Zudem bindet das Baumaterial Gerüche und Schadstoffe und ist für seine positiven Auswirkungen auf das Raumklima und Wohlbefinden vor allem bei Allergikern bekannt.⁶⁵

⁶⁴ Vgl. Pfeiffer, Bethe 2022, S.16f.

⁶⁵ Vgl. Trauthwein 2008, S.34

Poroton bzw. **Ziegel** hat in der Baubranche ebenfalls eine lange Tradition. Als einer der ältesten Baustoffe wird auch dieser aus natürlichen Rohstoffen gewonnen. Ziegel werden aus Ton, Sand, Wasser sowie Lehm hergestellt. Die Verfügbarkeit dieser Rohstoffe macht Ziegel zu einer nachhaltigen Wahl, da keine knappen oder nicht erneuerbaren Ressourcen ausgebeutet werden. Nachdem der Ziegel in gewünschter Form getrocknet und gebrannt wurde, wird er zu Dach- oder Mauerziegeln weiterverarbeitet. Ziegel findet heute vor allem Verwendung im Baubereich, weil er formstabil und widerstandsfähig ist. Zudem besitzt Poroton eine gute Schall- sowie Wärmedämmung und ist gegenüber chemischen Einwirkungen und Ungeziefer resistent.⁶⁶

Porenbeton besteht aus einer Mischung von Quarzsand. Hinzu kommen Bindemittel wie Kalk, Zement oder Gips und Treibmittel wie Aluminium. Die Rohstoffe werden mit Wasser zu einer homogenen Masse gemischt. Dabei reagiert das Treibmittel mit dem im Zement enthaltenen Calciumhydroxid und setzt dabei Wasserstoffgas frei. Das Gas bildet die charakteristischen Poren und verleiht dem Beton seine poröse Struktur. Nachdem die Masse aushärtet, kann der Porenbeton in Blöcke und Platten geschnitten werden.⁶⁷

Mit Porenbeton als Bauteil, profitiert man von einer guten Wärmedämmung und hohen Druckfestigkeit. Zudem ist er schädlings- und schimmelresistent. Durch seine hohe Feuchtigkeitsempfindlichkeit ist darauf zu achten, dass der Porenbeton mit einem wasserabweisenden Putz ergänzt wird. Positiv ist ebenfalls die Langlebigkeit und der Brandschutz des Baumaterials.⁶⁸

Holzbaustoffe finden in der Baubranche vielerlei Verwendung. Konventionelle Holzwerkstoffe wie OSB-Platten, Spanplatten, MDF-Platten oder auch Holzfaserplatten bestehen aus einer Kombination von Holzfasern, Spänen oder Flocken, die mit Klebstoffen in einem Pressverfahren zu einer homogenen Struktur zusammengefügt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Bindemittel frei von Formaldehyd, Terpenen, Isocyanaten o.ä. Schadstoffen sind. Diese können ggfs. an die Raumluft abgegeben werden und gesundheitlich schädigend sein.⁶⁹

⁶⁶ Vgl. Trauthwein 2008, S.31f.

⁶⁷ Vgl. Trauthwein 2008, S.33

⁶⁸ Vgl. Hoffmann 2012, S.176

⁶⁹ Vgl. Umweltbundesamt 2022: Spanplatten und andere Holzwerkstoffe, o.S.

Wird das Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft oder aus einheimischen, geprüften Hölzern verarbeitet, kann sich der Baustoff für den Innenausbau, Möbelbau, die Decken und als Wandelement eignen. Dabei profitiert der Nutzer von keimtötenden und luftreinigenden Eigenschaften des Holzes. Zudem weist es natürliche und isolierende Attribute auf und bietet eine gute Wärmedämmung. Holz ist einfach zu verarbeiten und trotz seines leichten Gewichtes sehr belastbar.⁷⁰

3.1.2 Dachbaustoffe

Eine nachhaltige Dacheindeckung sollte einige Eigenschaften aufweisen, um eine effektive Funktionalität und Langlebigkeit des Daches zu gewährleisten und um als Schutz des Gebäudes zu dienen. Dafür sollte der verwendete Baustoff wasserdicht sein, damit keine Feuchtigkeit in das Gebäude eindringt. Das erfordert eine sorgfältige Abdichtung und die Verwendung von hochwertigen Materialien, die auch starken Regenfällen und anderen Wetterbedingungen (z.B. Schnee, Wind) standhalten können. Eine widerstandsfähige Dacheindeckung reduziert das Risiko von Schäden und Brüchen und trägt zur Sicherheit der gesamten Dachkonstruktion sowie des Gebäudes bei. Je nach Dachneigung kommen i.d.R. Ziegel, Schieferplatten, Bitumenbahnen oder Holz zum Einsatz. Von Kunststoff-, Beton- oder engobierten Dächern ist abzuraten, da sie entweder biologisch nicht abbaubar sind oder einen energieintensiven Herstellungsprozess erfordern. Im Folgenden werden vier nachhaltige Dachbaustoffe näher erläutert.

Tondachziegel gelten als umweltgerechter Stoff, da sie aus Lehm, Ton, Wasser und ggfs. einem Magerungsmittel wie Sand oder Steinmehl hergestellt werden. Genau wie Mauerziegel werden die Dachziegel nach der Vermengung in Form gebracht, getrocknet und gebrannt. Die Ziegel können unterschiedliche Gestalten annehmen und als Dachpfannen-, Hohlpfannen-, Biberschwanz- oder Nonnenziegel auf dem Dach angebracht werden.

Tondachziegel sind besonders UV- und damit farbbeständig. Sie haben eine lange Lebensdauer, da sie resistent gegenüber Bränden, Feuchtigkeit, Säuren (z.B. bei saurem Regen), Laugen (z.B. Vogelkot) und Frost sind. Auch die mechanische Robustheit ermöglicht es, Schneelasten und Hagel zu verkraften.⁷¹

⁷⁰ Vgl. Hoffmann 2012, S.175f.

⁷¹ Vgl. Trauthwein 2008, S.58

Schieferdächer entstehen durch den in Steinbrüchen oder Bergwerken abgebauten Schiefer. Dort wird das Gestein von der Erde gelöst und weiterverarbeitet. Auch dieser Baustoff besteht zum Großteil aus verfestigtem Ton. Aufgrund seiner charakteristischen Struktur lassen sich die Blöcke einfach spalten und in Platten zersägen.⁷² Sie können anschließend in ihrer Größe und Form angepasst und zu Schuppen, Spitzwinkel-, Bogenschnittplatten oder im Rechteckformat angebracht werden.⁷³ Schieferplatten besitzen eine Lebensdauer von bis zu 200 Jahren, sind resistent gegenüber Frost, Hitze, Säure, Feuchtigkeit und je nach Wetterlage witterungsbeständig.⁷⁴

Ein **Reetdach** ist eine traditionelle Dachkonstruktion, die aus Schilfrohr hergestellt wird. Der Dachbaustoff hat eine lange Geschichte und wurde vor allem in Küstengebieten und ländlichen Regionen eingesetzt, wo das Schilfrohr in ausreichender Menge verfügbar war. Dafür wird der Rohbaustoff geerntet, getrocknet und dann als Dachbedeckung auf das Gebäude aufgebracht. Reetdächer bieten einige Vorteile, die zu ihrer Beliebtheit beitragen. Sie sind ästhetisch ansprechend und verleihen den Gebäuden einen rustikalen und traditionellen Charme. Darüber hinaus haben sie ausgezeichnete schall- und wärmedämmende Eigenschaften, sind langlebig und können bei ordnungsgemäßer Verarbeitung über Jahrzehnte bewirtschaftet werden.⁷⁵ Im Verlauf der Nutzung ist es ratsam, eine Beschattung des Daches zu vermeiden, um eine natürliche Sonneneinstrahlung zu ermöglichen und das Reet effektiv trocknen zu lassen. Darüber hinaus ist es empfehlenswert, eine Hinterlüftung des Reetdaches einzurichten, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern und eine effiziente Abtrocknung zu gewährleisten.

Eine **Dachbegrünung** ist im Vergleich zu den konventionellen Dachbaustoffen weniger verbreitet. Trotzdem handelt es sich hier um eine ökologische Alternative. Je nach Standort und Dachaufbau kann ein Gründach in verschiedenen Schichten montiert werden. Neben der sichtbaren Vegetationsschicht ist eine Drän- und Filterschicht verpflichtend. Sie soll Kleinpartikel und überschüssiges Wasser ableiten. Häufig werden zusätzlich Dachabdichtungen eingearbeitet, um das Dach vor einer Durchwurzelung zu schützen. Bei der Begrünung hat man i.d.R. die Wahl zwischen einer Extensivbegrünung

⁷² Vgl. SWR 2021: Was ist Schiefer, o.S.

⁷³ Vgl. FNR 2023: Dachdeckungen, o.S.

⁷⁴ Vgl. Trauthwein 2008, S.58

⁷⁵ Vgl. FNR 2023: Dachdeckungen, o.S.

(< 15 cm Schicht) und Intensivbegrünung (>15 cm Schicht).⁷⁶ Gründächer fördern in erster Linie die Biodiversität und schaffen für die Tierwelt neue Lebensräume. Vor allem in Städten haben Dachbegrünungen positive Auswirkungen auf die Luft und das Klima, da die Pflanzen bei Sonneneinstrahlung das Aufheizen des Gebäudes verhindern und Staubpartikel aus der Luft erfassen. Zusätzlich haben Gründächer eine hohe Wasserspeicherkapazität. Regenwasser, welches im Asphalt nicht versickern kann, wird durch die Vegetationsschicht aufgenommen. Auch die Dämmwirkung des Gebäudes verbessert sich. Denn die Dächer dienen als zusätzliches Schutzschild, indem sie den Wärmeverlust im Winter und die Erwärmung im Sommer reduzieren. Dadurch sinkt der Energieverbrauch für Heizung und Kühlung, was zu einer Kostenersparnis für den Verbraucher führt.⁷⁷

3.1.3 Dämmstoffe

Der Bedarf an nachhaltigen Lösungen spielt auch bei dem Einsatz von Dämmstoffen eine bedeutende Rolle. Die Auswahl des richtigen Materials hat einen erheblichen Einfluss auf die Energieeffizienz, den Komfort und die Umweltverträglichkeit eines Gebäudes. Durch eine effektive Dämmung lassen sich der Wärmeverlust reduzieren und der Energieverbrauch senken. Zudem besitzen Dämmstoffe die Fähigkeit, Feuchtigkeit zu regulieren, Schadstoffe zu absorbieren und die Schallsolierung zu verbessern. Um einen guten Dämmstoff bemessen zu können, werden u.a. drei Kenngrößen herangezogen:⁷⁸

1. Wärmedämmfähigkeit in λ

Sie gibt an, wie gut ein Material Wärme leitet. Die Wärmemenge, die pro Zeiteinheit und Quadratmeter von der warmen zur kalten Seite eines Materials hindurchgeht, wird in Wärmeleitgruppen von WLG 020 bis WLG 060 eingeteilt. Je niedriger der Wert ist, desto besser ist der Wärmeschutz des Materials.

⁷⁶ Vgl. FNR 2023: Dachdeckungen, o.S.

⁷⁷ Vgl. Verband für Bauwerksbegrünung: Grundlagen der Dachbegrünung, S.3ff.

⁷⁸ Vgl. Trauthwein 2008, S.66-70

2. Wärmespeichervermögen in $J/(kg \cdot K)$

Es gibt an, wie viel Wärme ein Material aufnimmt, abgibt und speichert. Je höher das Speichervermögen, desto langsamer die Temperaturänderung. Je größer der Wert, desto besser das Wärmespeichervermögen.

3. Dampfdiffusionswiderstandszahl μ

Sie gibt an, wie widerstandsfähig ein Material gegen den Wasserdampfdurchgang ist. Hier gilt: je niedriger der μ -Wert, desto besser diffundiert die Feuchtigkeit von der warmen zur kalten Seite des Materials hindurch.

In diesem Kontext rücken zwei Arten von Dämmstoffen besonders in den Fokus: organische und mineralische Dämmstoffe. Bei Ersterem handelt es sich um nachwachsende Rohstoffe. Sie sind daher biologisch abbaubar und lassen sich am Ende ihrer Lebensdauer umweltfreundlich entsorgen. Zweitere bestehen aus anorganischen Materialien. Sie werden durch das Schmelzen oder Aufschäumen hergestellt und zeichnen sich durch ihre hohe Hitzebeständigkeit aus. Vor allem beim Thema Brandschutz ist das von Vorteil.⁷⁹ Beide Formen bieten eine Vielzahl von Vorteilen, die im folgenden Abschnitt mit Hilfe von Beispielen beleuchtet werden.

3.1.3.1 Nachwachsende Dämmstoffe

Schafwolle

Nach der Schafschur wird die Wolle für die Weiterverarbeitung gereinigt und gekämmt. Die Fasern werden zu einem Flies oder einer Matte zusammengebracht, da das verfestigte Material in gewünschter Größe in Form geschnitten werden kann. Da Schafwolle für Fäulnis anfällig sein kann, wird dem Material während der Verarbeitung zusätzlich Fäulnis- und Flammhemmer hinzugefügt.⁸⁰

Vorteile von Schafwolle sind:

- Hohe Belastbarkeit & Elastizität
- Langlebigkeit, Formstabilität
- Bindet Schadstoffe (bspw. Formaldehyd) & verbessert die Raumluft
- Durch hohe Dichte: geeignet für den Winter & sommerlichen Wärmeschutz

⁷⁹ Vgl. Trauthwein 2008, S.64

⁸⁰ Vgl. Weinisch, Krines, Löffland 2019, S.23

- Hohe Schallabsorption & Dampfdiffusionsfähigkeit
- Mittleres Preissegment
- Einfache Verarbeitung & vielseitig einsetzbar

Schafwolle eignet sich für/als: Dächer, Wände, Decken und Fußböden. Tür- und Fensterdichtung.

Hanf

Die Hanfpflanzen werden zunächst geerntet und in Fasern und Schäben sortiert. Dabei werden die Pflanzenfasern zu Matten verarbeitet, während verarbeitete Schäben in Form von Schüttdämmung verwendet werden. Für die Matten wird der Hanf mechanisch verfilzt und mit synthetischen Fasern stabilisiert. Bei dieser Dämmung wird zusätzlich Flammhemmer (bspw. Borsalz) hinzugefügt.⁸¹

Vorteile von Hanf sind:

- Gesunde & behagliche Raumluft durch hohe Dampfdiffusionseigenschaft
- Geeignet für den Winter & sommerlichen Wärmeschutz
- Mittleres Preissegment
- Einfache Verarbeitung & vielseitig einsetzbar

Hanf eignet sich für/als: Dächer, Geschossdecken, Innenwände, Trittschalldämmung, Tür- und Fensterdichtung.

Flachs

Der Ursprung dieses Dämmmaterials liegt in der Leinpflanze. Zwar werden auch Öl und andere Textilstoffe aus ihr gewonnen, aber dank ihrer thermischen und schalldämmenden Eigenschaften, ist die Pflanze zur Weiterverarbeitung im nachhaltigen Bau eine gute Wahl. Wie bei Hanf werden die Fasern mechanisch verfilzt und zu verarbeitungsfreundlichen Matten umgewandelt. Auch hier wird ein Flammhemmer beigemischt.⁸²

⁸¹ Weinisch, Krines, Löffland 2019, S.22

⁸² Weinisch, Krines, Löffland 2019, S.23

Vorteile von Flachs sind:

- Schonende Rohstoffgewinnung & Produktion
- Hohe Widerstandsfähigkeit & Elastizität
- Durch eigene Bitterstoffe resistent gegenüber Schädlingen
- Geeignet als Wärme- und Schalldämmung
- Mittleres Preissegment
- Einfache Verarbeitung & vielseitig einsetzbar

Flachs eignet sich für/als: Dächer, Geschossdecken, Wände, Decken.

Holzfaserdämmplatten

Holz gibt es im Bau in verschiedenen Abwandlungen. Für die Dämmung werden u.a. lose Holzfasern, Holzfasermatten, Holzwolleplatten, Hobelspäne oder eben Holzfaserdämmplatten verwendet. Ausgangsmaterial sind hierbei Restholz und Holzabfälle, die zu Faserstoffen und Platten gepresst werden. Um die Platten zusammenzuhalten, sollten zusätzlich natürliche Bindemittel (bspw. Maisstärke) beigemischt werden.⁸³

Vorteile von Holzfaserdämmplatten sind:

- Hohe Wärmespeicherkapazität & guter Dampfdiffusionswiderstandswert
- Geeignet als Wärme- und Schallschutz (Akustikplatten)
- Mittleres Preissegment
- Einfache Verarbeitung & vielseitig einsetzbar

Holzfaserdämmplatten eignen sich für/als: Dächer, Fassaden, Hohlräume, Geschossdecken, Wände, Fußbodendämmung.

Strohballen

Die Dämmung mit Strohballen ist in Amerika bereits seit 1890 weit verbreitet, da es sich um eine preiswerte und einfache Methode handelt. Für die Produktion wird Weizen-, Roggen-, Gersten- oder Dinkelstroh verwendet. Dafür werden die Getreidepflanzen nach der Ernte getrocknet und zu Bündeln bzw. Ballen gepresst. Bei der Herstellung und dem Einbau ist ein fachgerechter und akkurater Umgang notwendig, um Bildung von

⁸³ Weinisch, Krines, Löffland 2019, S.22

Schimmel und Schädlingsbefall zu vermeiden und eine luftdichte und stabile Dämmung zu gewährleisten.⁸⁴

Vorteile von Strohballen sind:

- Einfache Rohstoffgewinnung, keine Zusatzstoffe
- Bei Fachgerechtem Einbau→Luftdichtheit & resistent gegenüber Schädlingen
- Behagliches Raumklima
- Mittleres Preissegment

Strohballen eignen sich für/als: Dächer, Wände, Ausfachungen bei Holzrahmenkonstruktionen (nicht druckbelastbar).

Zellulose

Hauptbestandteil von Zellulose ist recyceltes Zeitungspapier oder andere zellulosehaltige Materialien. Um die Fasern aus dem Papier zu gewinnen, werden die Zeitschriften in Mühlen zerkleinert und mit Brandschutzmitteln und Schimmel-, und Insektenschutz (bspw. Borax) behandelt. Die aufbereitete Zellulosemischung wird zu Dämmstoffen geformt. Zum einen in Form von Matten und zum anderen in Form von Flocken, die vor allem in schwer zugängliche oder verwinkelte Ecken eingeblasen werden können.⁸⁵

Vorteile von Zellulose sind:

- Hohe Flexibilität
- Hoher sommerlicher Wärmeschutz
- Niedriges Preissegment
- Einfache Verarbeitung

Zellulose eignet sich für/als: Dächer, Fassaden, Hohlräume, Wände, Decken.

⁸⁴ Weinisch, Krines, Löffland 2019, S.23

⁸⁵ Weinisch, Krines, Löffland 2019, S.22

3.1.3.2 Mineralische Dämmstoffe

Kalziumsilikatplatten

Zur Herstellung von Kalziumsilikatplatten werden Quarzsand, Zement, Kalk, Wasser und Porenbildner genutzt. Die Rohstoffe werden zusammengemischt und anschließend gegossen und gepresst, um die gewünschte Plattenform zu erhalten. Die Platten werden in Öfen erhitzt, damit sie aushärten und ihre Festigkeit erreichen können. Während des Aushärtungsprozesses reagieren die Rohstoffe miteinander und bilden eine stabile Struktur. Nach der Aushärtung lassen sich die Platten auf die gewünschte Größe zuschneiden.⁸⁶

Vorteile von Kalziumsilikatplatten sind:

- Diffusionsoffen & feuchtigkeitsregulierend
- Hohe Formstabilität
- Durch Alkalität: schimmelhemmend
- Mittleres Preissegment

Kalziumsilikatplatten eignet sich für: Innendämmung, Kellerisolierung, Schimmelsanierung.

Perlit

Perlit ist ein glasartiges Lavagestein, das aus Vulkanen gewonnen wird. Nach der Beschaffung wird es erhitzt und das im Gestein enthaltene Wasser sorgt dafür, dass das Material an Volumen gewinnt und sich aufbläht. Das sog. Blähperlit kann dann in Form von Granulat verwendet oder zu Dämmplatten weiterverarbeitet werden. Dem Granulat werden dazu Bindemittel, Fasern und Wasser beigefügt und die fertigen Platten können in Form zurechtgeschnitten werden.⁸⁷

Vorteile von Perlit sind:

- Verrottungssicher und korrosionsbeständig
- Hohe Druckfestigkeit
- Mittleres Preissegment

⁸⁶ Vgl. Trauthwein 2008, S.49f.

⁸⁷ Vgl. Trauthwein 2008, S.54

Perlit eignet sich für: Dachdämmung, Ständerwerk, Geschossdecke.

Schaumglasdämmplatten

Wie die Bezeichnung bereits vermuten lässt, werden für die Herstellung neben Altglas noch Kalkstein, Soda, Quarzsand, Feldspat und einige Zusatzstoffe verwendet. Das recycelte Altglas wird zunächst geschmolzen und mit den restlichen Materialien vermengt. Die geschmolzene Glasmasse wird mithilfe von Gasen wie Stickstoff oder Kohlendioxid aufgeschäumt und anschließend nach der Abkühlung zu Dämmplatten verarbeitet.⁸⁸

Vorteile von Schaumglasdämmplatten sind:

- Alterungsbeständig
- Resistent gegenüber Fäulnis und Schädlingen
- Wasser- und Dampfdicht
- Hohe Druckfestigkeit
- Mittleres Preissegment

Schaumglasdämmplatten eignen sich für: Perimeterdämmung (Keller), Flachdachdämmung, Dämmung in Nassbereichen.

Die Tabelle in Anlage 1 zeigt Kennwerte der Dämmstoffe, die herangezogen werden können, um Aussagen über die Nachhaltigkeit der Baustoffe treffen zu können. Für eine umfassende und transparente Bewertung sollte jedoch eine vollständige Lebenszyklusbetrachtung vorgenommen werden. Solch eine Ökobilanz kann mithilfe der DIN EN ISO 14040 bzw. 14044 erstellt werden. Dafür wird der Lebenszyklus in einzelne Module eingeteilt. Diese sind: Herstellungs- und Produktionsphase, Errichtungsphase, Nutzungsphase, Entsorgungsphase und ergänzend die sog. Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen.⁸⁹ Die Normen schaffen eine Berechnungsgrundlage zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Bauwerken. In einer umfangreichen Studie des Umweltbundesamtes wurde das Potenzial von Holz als Baustoff untersucht und bewertet. Auch die Ökobilanz von Massiv- und Holzhäusern, wo u.a. Werte für das GWP, AP und ADPE berücksichtigt wurden, wurde überprüft und verglichen.⁹⁰ Dabei geht es um die im Jahre

⁸⁸ Vgl. Trauthwein 2008, S.54

⁸⁹ Vgl. Achenbach, Rüter 2016, S.2

⁹⁰ Vgl. Kellenberger 2019, S.203

2019 veröffentlichten Publikation hervor, dass Baumaterialien, die für Holzbauweisen wie den Fertighausbau verwendet werden, geringere Umweltbelastungen haben als ihre Konkurrenz im Massivbau. Aus mehreren Studien und mit festgelegten Parametern, u.a. dem Primärenergiebedarf und dem Treibhausgaspotenzial, schnitten die Werte während der Herstellung und Entsorgung der Produkte bei der Holzbauweise besser ab. Auch die Wiederverwendungs-, Recycling- und Rückgewinnungsmöglichkeiten liegen beim Holzbau und dem Vergleich vorn.⁹¹

3.2 Anwendung von Technologien

Neben der Verwendung von Baumaterialien spielen auch die Fortschritte in der Haustechnik eine große Rolle, um Effizienz, Qualität, Nachhaltigkeit und Wohnkomfort in Fertighäusern verbessern zu können. Der Einsatz von Technologien beginnt im Neubau schon im Planungs-, Bau- und Montageprozess (z.B. BIM), ist jedoch vor allem in der längsten Lebenszyklusphase, der Nutzungsphase, entscheidend. Angesichts der steigenden Kosten für Energie und Ressourcen ist es von entscheidender Bedeutung, dass Fertighäuser mit effizienten Technologien ausgestattet werden, um den Energieverbrauch zu optimieren und den Bewohnern ein komfortables Wohnklima zu bieten. In den kommenden zwei Abschnitten werden die fortschrittlichsten technologischen Lösungen für den Einsatz in Bauwerken während der Nutzung präsentiert.

3.2.1 Smart Home

Ein zentrales Element in der Nutzungsphase der Häuser ist die Gebäudeautomatisierung und das Smart-Home-Konzept. Neben der Verbesserung des Komforts und der Sicherheit können Bewohner durch den Einsatz von intelligenten Systemen ihre Haustechnik, Beleuchtung, Heizung, Belüftung und Sicherheitssysteme effizient steuern und überwachen. Dies ermöglicht nicht nur eine individuelle Anpassung an die Bedürfnisse der Verbraucher, sondern auch eine deutliche Reduzierung des Energieverbrauchs.⁹² Beispielsweise können automatisierte Beleuchtungssysteme und smarte Thermostate den Energieverbrauch deutlich senken, indem sie die Nutzung entsprechend dem Bedarf

⁹¹ Vgl. Kellenberger 2019, S.229f.

⁹² Vgl. Grün 2022, S.62f.

optimieren und nicht genutzte Bereiche automatisch abschalten. Auch Rollläden und Jalousien lassen sich je nach Sonneneinstrahlung automatisch anpassen.⁹³

3.2.2 Wärmepumpen und Photovoltaikanlagen

Ein weitaus wichtigerer Aspekt ist die Integration erneuerbarer Energien in das Energieversorgungssystem von Fertighäusern. Durch die Installation von Photovoltaikanlagen und den Einsatz von fossilfreien Heizträgern, können Fertighäuser ihren eigenen Strom erzeugen und somit unabhängiger von externen Energiequellen werden. Dadurch wird nicht nur eine nachhaltige Energieversorgung ermöglicht, sondern es können auch signifikante Kosteneinsparungen erzielt werden. Es gibt einige Optionen für die Heizung und Warmwasserbereitung eines Gebäudes. In der Vergangenheit war von Öl-, Gas-, oder Holzpellettheizungen die Rede. Da diese bei der Verbrennung jedoch CO₂-Emissionen erzeugen, sind Wärmepumpen aktuell die intelligenteste Lösung. In Hinblick auf den Klimawandel und das Ziel neben dem Neubau auch den Wohnungsbestand klimaneutral zu bekommen, bieten sich Wärmepumpen als effiziente und umweltfreundliche Lösung an.⁹⁴

Dabei nutzen sie das Prinzip der Wärmegewinnung aus erneuerbaren Quellen wie der Umgebungsluft, dem Boden oder Grundwasser. Der Kern der Funktionsweise einer Wärmepumpe liegt im physikalischen Prinzip der Wärmeübertragung, das besagt, dass Wärmeenergie natürlicherweise von einem Bereich mit höherer Temperatur zu einem Bereich mit niedrigerer Temperatur fließt (z.B. wie bei einem Kühlschrank). Eine Wärmepumpe nutzt jedoch externe Energie, z.B. elektrischen Strom, um diesen natürlichen Prozess umzukehren und Wärme von einem kühleren Medium zu einem wärmeren Ort zu transportieren.⁹⁵ Im Gegensatz zum Bestandsimmobilien gestaltet sich der Einbau einer Wärmepumpe im Neubau einfach. In den letzten Jahren stieg der Einbau von Wärmepumpen in Deutschland rasant an. Eine veröffentlichte Statistik zeigt, dass der Anteil

⁹³ Vgl. Windscheif, Tews 2022, S.10

⁹⁴ Vgl. Pezzei, Rose 2023: Die Wärmepumpenlabore, S.4

⁹⁵ Vgl. Bonin 2023, S.1f.

an verbauten Wärmepumpen in Wohnneubauten im Jahre 2021 bei 50,6% lag.⁹⁶ Auch die Fertighausbranche bleibt von dieser Entwicklung nicht unberührt. Bauherren haben verschiedene Wärmepumpenoptionen zur Auswahl, wie beispielsweise Luft-Luft, Sole-Wasser oder Wasser-Wasser-Wärmepumpen sowie weitere Modelle. Unabhängig von der gewählten Variante ist die Funktionsweise dieselbe. Der Wärmequelle wird mit Hilfe von Flüssigkeit Umweltwärme aus dem Erdreich oder Grundwasser (durch Kollektoren oder Sonden) gezogen und an die Wärmepumpe geleitet. Bei Luftwärmepumpen erfolgt dieser Prozess mittels eines Ventilators. In der Wärmepumpe befindet sich ein Kältemittel, welches durch die zugeführte Wärme verdampft und an einen Kompressor geleitet wird. Dadurch steigt das Temperaturniveau an. Anschließend wird das Kältemittelgas in einem Verflüssiger kondensiert. Die dort abgegebene Wärmeenergie wird in einem Verteilsystem an ein Medium, i.d.R. Wasser, übergeben und an Heizkörper (z.B. Fußbodenheizung) oder einen Pufferspeicher weitergeleitet.⁹⁷ Die Verwendung einer Wärmepumpe bietet dem Endverbraucher einige Vorteile. Zum einen wird eine Wärmeversorgung gewährleistet, die von herkömmlichen Energieversorgern und den Schwankungen der Rohstoffpreise unabhängig ist. Durch die Nutzung dieser Technologie kann etwa 75 Prozent der benötigten Energie aus der Umwelt bezogen werden, was zu einer erheblichen Reduzierung des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Kosten führt. Neben den finanziellen Vorteilen ist eine Kühlung der Räume, z.B. mit der Luftwärmepumpe, möglich. Das bietet den Bewohnern ein behagliches Raumklima sowohl im Sommer als auch im Winter.⁹⁸

Eine weitere Möglichkeit erneuerbare Energie zu nutzen, ist der Einsatz von Photovoltaikanlagen. Diese nutzen die Sonnenergie und wandeln sie in Strom um. Durch die Installation einer PV-Anlage (z.B. auf dem Dach) können Verbraucher ihren eigenen Strom erzeugen und somit Energiekosten senken. Der produzierte Strom kann entweder selbst genutzt oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Die Verwendung einer Photovoltaikanlage ist vor allem bei der Kombination mit einer Wärmepumpe von Vorteil, da der dort verbaute Kompressor mit elektrischen Strom betrieben wird.⁹⁹

⁹⁶ Vgl. Statista 2023: Anteil der Wärmepumpen im Wohnneubau [...], o.S.

⁹⁷ Vgl. Bonin 2023, S.3ff.

⁹⁸ Vgl. Seifert 2023, S.17

⁹⁹ Vgl. Seifert 2023, S.30

Durch den Einsatz von emissionsfreien Heizsystemen, Stromerzeugungsanlagen und der Vernetzung verschiedener Komponenten innerhalb des Gebäudes entsteht eine Synergie, die ein nachhaltiges, intelligentes und autarkes Wohnen ermöglicht.

4 Vergleich von Fertighäusern unter Nachhaltigkeitsaspekten

Der deutsche Markt für Fertighäuser hat in den letzten Jahren eine beachtliche Expansion erlebt und sich zu einer bedeutenden Säule der Bauindustrie entwickelt. Mit dem steigenden Bedarf an modernen, effizienten und schnell verfügbaren Wohnlösungen sind Fertighäuser zu einer attraktiven Option für Bauherren geworden. Eine wichtige Komponente des Marktes sind die Fertighausanbieter, die eine Vielzahl von Produkten und Dienstleistungen anbieten, um den individuellen Wohnbedürfnissen gerecht zu werden.

In diesem Kapitel folgt eine Auflistung der Fertighausanbieter, die anhand ihrer Marktpräsenz, Produktvielfalt, Kundenzufriedenheit und ökologischer Nachhaltigkeit beurteilt wurden. Die Unternehmen werden kurz vorgestellt, um einen umfassenden Überblick über die Vielfalt und Dynamik des deutschen Fertighausmarktes zu bekommen und potenziellen Bauherren und Interessenten eine Orientierungshilfe bei der Auswahl eines geeigneten Fertighausanbieters zu geben. Es gilt jedoch zu beachten, dass die Auflistung aufgrund des Umfangs und Angebotes nicht abschließend ist und sich der Markt ständig weiterentwickelt. Weiterhin widmet sich das Kapitel dem Vergleich der Fertighausanbieter unter Nachhaltigkeitsaspekten. Er konzentriert sich auf die Untersuchung verschiedener Kriterien und Faktoren, die einen Einfluss auf die Nachhaltigkeitsleistung der Unternehmen haben. Dazu zählen u.a. die Materialwahl, bauphysikalische Kennwerte, Energieeffizienz und Zertifizierungen. Ziel ist es, einen umfassenden Überblick über die Nachhaltigkeitsstrategien und -praktiken der Fertighausanbieter zu geben und mögliche Optimierungsvorschläge herauszukristallisieren.

4.1 Fertighaushersteller auf dem deutschen Markt

Fertighausunternehmen sind mittlerweile deutschlandweit in jedem Bundesland mehrfach vertreten. Die geographische Verteilung mag zwar von Region zu Region variieren, dennoch gestaltet sich die Suche nach einem Musterhaus, Vertriebsbüro oder einer Werkhalle als vergleichsweise unkompliziert. Die Popularität und das zunehmende Interesse an den Unternehmen resultieren zum einen aus deren eigenen Bemühungen.

Durch verschiedene Marketingstrategien wie Baumessen, Tage der offenen Tür, Werbekampagnen und Musterhausparcs macht die Industrie auf sich aufmerksam. Zum anderen bieten externe Organisationen wie Verbände oder Zeitschriften den Bauherren einen umfassenden Überblick über die verfügbaren Anbieter auf dem Markt. So publiziert beispielsweise focus money regelmäßig eine Liste von Fertighausanbietern, die zuvor unter bestimmten Kriterien bewertet wurden. Durch Online-Studien und Kundenbefragungen werden Rankings erstellt, die die Unternehmen nach Fairness, Kundenservice- und zufriedenheit, Preis-Leistungs-Verhältnis u.v.m. beurteilen.¹⁰⁰ Zusammen mit den Publikationen¹⁰¹ des BDF, welcher Fertighausanbieter und Mitglieder der Qualitätsgemeinschaft vertritt, sind folgende Haushersteller besonders bekannt und angesehen:

4.1.1 Bien-Zenker

Bien-Zenker wurde im Jahr 1906 von Heinrich Bien gegründet und hat seinen Hauptsitz sowie Produktionsstandort in der Stadt Schlüchtern in Hessen. Der Anbieter zählt zu den führenden Unternehmen im europäischen Fertighaussektor und hat im Laufe seiner Geschichte mehr als 80.000 Häuser errichtet.¹⁰² Mit insgesamt 42 Musterhäusern bietet Bien-Zenker seinen Kunden eine breite Auswahl an inspirierenden Designs und Raumkonzepten.¹⁰³

Das Unternehmen legt großen Wert auf innovative Bauweisen, hochwertige Materialien und eine kundenorientierte Herangehensweise, um individuelle Wohnräume zu verwirklichen.

4.1.2 Kampa

Die Firma, gegründet im Jahr 1900, hat ihren Hauptsitz in Waldhausen in Aalen. Sie verfügt über insgesamt 28 Musterhäuser und betreibt drei Produktionsstandorte, die als Holzbau Manufakturen fungieren.¹⁰⁴ Diese befinden sich in Freiwalde-Bersteland, Bad

¹⁰⁰ Vgl. Haberstock 2019, o.S.

¹⁰¹ Vgl. BDF 2023: Mitglieder, o.S.

¹⁰² Vgl. Bien-Zenker 2023: Ihr Fertighaus made in Germany, o.S.

¹⁰³ Vgl. Bien-Zenker 2023: Bien-Zenker Musterhäuser, o.S.

¹⁰⁴ Vgl. Kampa 2023: Kampa Musterhäuser, o.S.

Saulgau und Werder (Havel). Letztere fokussiert sich auf die Herstellung von Dach- und Deckenelementen. Das Unternehmen hat sich auf die Holzbauweise spezialisiert und realisiert Wohngebäude, Bürobauten, Hotels sowie Gewerbeimmobilien, einschließlich mehrgeschossiger Bauwerke. Mit einer breiten Palette von Erfahrungen und Fachkenntnissen ist das Unternehmen bestrebt, innovative und nachhaltige Lösungen für seine Kunden zu entwickeln.¹⁰⁵

4.1.3 Okal

Okal wurde im Jahr 1928 von Otto Kreibaum gegründet und begann zunächst als Möbelbetrieb. Im Laufe der Zeit entwickelte sich Okal zu einem angesehenen Fertighaushersteller, der sich auf die Holzbauweise spezialisiert hat. Heute ist Okal zusammen mit zwei weiteren Unternehmen Mitglied der DFH, einem führenden Verband in der Fertighausbranche. Mit über 90.000 realisierten Projekten hat Okal eine beeindruckende Erfolgsgeschichte vorzuweisen.¹⁰⁶ Das Unternehmen verfügt über 31 Musterhäuser sowie einen Concept Store in Hamburg, um potenziellen Kunden eine Vorstellung von den vielfältigen Möglichkeiten und Qualitäten der Okal-Häuser zu geben.^{107,108}

4.1.4 ScanHaus Marlow

ScanHaus Marlow wurde im Jahr 1891 von Robert Kossow gegründet und begann zunächst als Sägewerk. Im Jahr 1991 erfolgte eine Neuausrichtung des Unternehmens auf die Fertigbauweise mit dem Fokus auf Holz.¹⁰⁹ Der Sitz und gleichzeitig Produktionsstandort von ScanHaus befindet sich in Marlow in Mecklenburg-Vorpommern. Mit insgesamt 33 Musterhäusern erbaut das Unternehmen jährlich etwa 650-700 Häuser in ganz Deutschland.¹¹⁰

¹⁰⁵ Vgl. Kampa 2023: Die Kampa Gruppe, o.S.

¹⁰⁶ Vgl. OKAL 2023: Die OKAL Geschichte, o.S.

¹⁰⁷ Vgl. OKAL 2023: Musterhäuser, o.S.

¹⁰⁸ Vgl. OKAL 2023: Concept Store, o.S.

¹⁰⁹ Vgl. ScanHaus Marlow 2023: Historie, o.S.

¹¹⁰ Vgl. ScanHaus Marlow 2023: ScanHaus Marlow, o.S.

4.1.5 Schwabenhaus

Schwabenhaus wurde im Jahr 1966 in Fellbach bei Stuttgart gegründet und hat seinen Hauptsitz sowie Produktionsstandort in Heringen. Als Fertighaushersteller in Holzbauweise hat Schwabenhaus im Laufe der Jahre mehr als 25.000 Objekte realisiert.¹¹¹ Das Unternehmen legt großen Wert auf innovative Bauweisen, nachhaltige Materialien und eine kundenorientierte Herangehensweise, um individuelle Wohnträume zu verwirklichen. Mit insgesamt 19 Musterhäusern bietet Schwabenhaus potenziellen Kunden die Möglichkeit, verschiedene Raumkonzepte und Designs zu erleben.¹¹²

Auf dem deutschen Markt für Fertighäuser gibt es neben Bien-Zenker, Kampa, Okal, ScanHaus Marlow und Schwabenhaus eine breite Palette von Anbietern. Es ist wichtig zu beachten, dass die genannten Unternehmen nur einen Teil der Fertighauslandschaft in Deutschland repräsentieren. Allein der BDF listet 47 Fertighaushersteller auf, die ihre Produkte auf dem deutschen Markt anbieten. Im Laufe der Jahre haben sich die Anbieter einen guten Ruf in der Branche erarbeitet und bieten qualitativ hochwertige Fertighäuser an.

Um die Nachhaltigkeit der führenden Anbieter zu prüfen, werden die fünf Firmen im nächsten Kapitel verglichen und analysiert.

4.2 Kriterienkatalog

Für die Analyse wurden Kriterien aufgestellt, die Aufschluss über die Nachhaltigkeit der einzelnen Anbieter geben können. Diese wurden in drei Bereiche unterteilt. Der erste Bereich bezieht sich auf die Konstruktion sowie einzelne Bauteile. Zunächst wurden Elemente, die die Gebäudehülle betreffen, verglichen. Dazu zählen das Konstruktionsholz, Fenster, Türen, Außenwände (Aufbau, Dämmung und Putz) und das Dach. Auch mögliche Alternativen bezüglich der Baustoffe wurden erfragt. Es wurden ebenfalls Erkenntnisse über die Bodenplatte, Bodenbeläge und die Option eines gewerblichen Baus gewonnen.

¹¹¹ Vgl. Schwabenhaus 2023: Starke Häuser seit 1966, o.S.

¹¹² Vgl. Schwabenhaus 2023: Musterhäuser, Hausberatung, o.S.

Der zweite Bereich bezieht sich auf die Produktion. Dabei wurde ergründet, ob die Rohstoffgewinnung regional stattfindet und welche Produktionsstandorte und Werkstätten von den Herstellern genutzt werden.

Der letzte Bereich umfasst Kriterien während der Nutzungsphase. Zum einen wurden hier die innovativen Technologien wie Smart Home, die Heizsysteme, die Effizienzklasse, sowie die Einbindung einer Wallbox ergründet. Zum anderen wurde im Zuge der Nutzerfreundlichkeit das Thema allergikergerechtes Bauen, Barrierefreiheit, Zertifizierungen und Gewährleistungen überprüft.

Anmerkung zum Kriterienkatalog

Für den Vergleich der deutschen Fertighausanbieter wurden 10 Unternehmen befragt, wobei 5 davon in die Untersuchung einbezogen und abgebildet wurden. Die Informationen wurden aus Bau- und Leistungsbeschreibungen, ergänzenden Baubeschreibungen, Technikbroschüren und Gesprächen mit Handelsvertretern gewonnen. Die Blockbauweise, Skelettbauweise und Massivfertighäuser wurden aufgrund ihrer Rarität nicht berücksichtigt, ebenso wie spezifische regionale und bundesweite Anforderungen an Bauwerke. Um das nachhaltigste Angebot zu ermitteln, werden die Häuser gemäß KfW 40 Plus Standard verglichen. Das spielt vor allem beim Wandaufbau (hier nur verputzt) und den U-Werten eine Rolle, die im KfW 55 Standard andere Werte aufweisen können. Die Angaben zum Material und dem U-Wert des Daches beziehen sich auf Sattel, Walm- und Pultdächer. Die Frage nach alternativen Dämmstoffen beinhaltet die Baumaterialien: Schafwolle, Hanf, Flachs und Strohballen. Die Frage nach alternativen Wandsteinen beinhaltet: Lehm und Porenbeton. Die Frage nach alternativen Dachbaustoffen beinhaltet: Schieferplatten und Reet.

Konstruktion und Bauelemente

Kriterien	BienZenker	Kampa	OKAL	ScanHaus	Schwabenhaus
Konstruktionsholz	Fichte	Fichte/Kiefer	Fichte	Fichte	Fichte
Fenster					
Material	Kunststoff	Kunststoff, Holz	Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff
Verglasung	3-fach	3-fach	3-fach	3-fach	3-fach
U-Wert in $W/(m^2K)$	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
Außentür					
Material	Holz	Holz	Kunststoff	Kunststoff	Holz
Außenwand					
Aufbau: innen nach außen	Gipsplatte, Dampfbremse, Holzständerwerk mit Dämmung, Gipswerkstoffplatte, Wärmedämmplatte, Putz	Gipsplatte, Holzfaserdämmplatte, Dampfbremse, Holzständerwerk mit Dämmung, Holzfaserdämmplatte, Hinterlüftung und Putzträgerplatte (Blauer Engel)	Gipsplatte, Dampfbremse, Holzwerkstoffplatte, Holzständerwerk mit Dämmung, Holzwerkstoffplatte, Putzträgerplatte	Installationsebene, Dampfbremse, Holzständerwerk mit Dämmung, Warmedämmverbundsystem mit Anstrich und Beplankung	Gipsfaserplatte, Dampfbremse, Holzständerwerk mit Dämmung, Gipsfaserplatte, Putzträgerplatte
Dicke	33,5 cm	42 cm	34,6 cm	33,85 cm	29 cm
U-Wert in $W/(m^2K)$	0,133	0,11	0,12	k.A.	0,132
Alternative Wandsteine?	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Dämmmaterial	Mineralwolle	Mineralwolle, Holzwolle	Mineralwolle	Mineralwolle	Mineralwolle
Alternative Dämmstoffe?	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Putz	Schutzschicht	Schutzschicht	Schutzschicht	Schutzschicht	Schutzschicht
Dach					
Material	Betondachsteine, Tondachziegel	Engobierte Tondachziegel (matt)	Betondachsteine, Tondachziegel	Betondachsteine, Tondachziegel	Betondachsteine, Tondachziegel
U-Wert in $W/(m^2K)$	0,116	0,11	k.A.	k.A.	0,159
Dachbegrünung	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja
Alternative Dachbaustoffe?	Nein	Nein	Nein	Nein	Reet: Ja Schiefer: Nein
Bodenbeläge	Laminat, Teppich, Kork, Parkett, Keramikfliesen	Laminat, Teppich, Parkett, Fliesen	k.A.	k.A.	Laminat, Teppich, Vinyl, Parkett, Keramikfliesen
Bodenplatte	Beton	Beton	Beton	Beton	Beton
Gewerbe	Bis 4 GE	8-geschossig	k.A.	Bis 18 GE	Bis 8 GE

Produktion

Kriterien	BienZenker	Kampa	OKAL	ScanHaus	Schwabenhaus
Rohstoffgewinnung	Deutschland (Fulda)	Deutschland	Tschechien	Skandinavien	Deutschland (Schwarzwald)
Produktionsstandort/Werkstatt	Schlüchtern	Freiwalde Waldhausen (Aalen)	Tschechien	Marlow bei Rostock	Heringen

Nutzung

Kriterien	BienZenker	Kampa	OKAL	ScanHaus	Schwabenhaus
Smart Home	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Photovoltaik	Ja +Speicher	Ja +Speicher	Ja +Speicher	Ja +Speicher	Ja+Speicher
Effizienzklassen	40 QNG	40 QNG	40 QNG	40 QNG	40 QNG
Emissionsfreie Heizsysteme	Wärmepumpen	Wärmepumpen	Wärmepumpen	Wärmepumpen	Wärmepumpen
Allergikergerechtes Bauen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Barrierefreiheit	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Wallboxen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Zertifizierungen					
QDF/BDF	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja
QNG	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
DGNB	2	0	2	0	0
RAL	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Natureplus	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
FSC	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Gewährleistungen	30 Jahre: Konstruktion 3-6 auf Gewerke	30 Jahre: Konstruktion 5 Jahre Gewerke	30 Jahre: Konstruktion	5 Jahre nach BGB	30 Jahre: Konstruktion 10 Jahre: alles

Abbildung 5: Kriterienkatalog, eigene Darstellung

5 Auswertung des Kriterienkatalogs

Die Ergebnisse der Tabelle werden zunächst zusammengefasst und im nächsten Abschnitt bewertet. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die Ergebnisse bis auf wenige Unterschiede sehr ähnlich ausgefallen sind.

Zusammenfassung

Der Bereich „Konstruktion und Bauelemente“ liefert folgende Erkenntnisse: Die Anbieter nutzen Fichte als Konstruktionsholz. Kampa bietet zusätzlich Kieferholz für das Ständerwerk an. Auch bei den Fenstern ist das Ergebnis eindeutig: 3-fach verglaste Kunststofffenster (bei Kampa: zusätzlich Holz), die einen weitaus besseren U-Wert aufweisen, als das GEG vorgibt. Dieser soll mindestens bei $1,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ liegen.¹¹³ Beim Material der Haustür bieten drei Anbieter Holztüren an, während zwei Anbieter Kunststoff als Baustoff verwenden. Die Dicke der Wand kann im Verhältnis zu ihrem Aufbau betrachtet werden. So hat beispielsweise Kampa eine doppelte Schicht der Holzfaserdämmplatte eingebaut, die u.a. dafür sorgt, dass deren Wand rund 10 cm dicker als die der anderen Anbieter ist. Wie bei den Fenstern ist auch der U-Wert der Außenwand eindeutig besser. Dieser sollte mindestens bei $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ¹¹⁴ liegen, während die Unternehmen mit $0,11\text{-}0,133 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ eine hervorragende Wärmedämmeigenschaft gewährleisten können. Bei der im Ständerwerk verbauten Dämmung handelt es sich um Mineralwolle (bei Kampa: zusätzlich Holzwolle) und alle Hersteller verneinten die Frage nach einem Einbau eines alternativen Wand- oder Dämmmaterials. Bei einer verputzten Außenwand wird bei allen Anbietern eine zusätzliche Schutzschicht aufgetragen. Das Dach wird mit Betondachsteinen oder Tondachziegeln versehen. Der U-Wert des Daches schwankt bei drei Anbietern zwischen $0,11$ und $0,159 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. OKAL und ScanHaus machten dazu keine Angaben. Die Dachbegrünung ist mit allen Anbietern bis auf ScanHaus, realisierbar. Eine alternative Dachverkleidung, bspw. Reet, ist nur bei Schwabenhaus möglich. Die Bodenplatten werden aus Beton gegossen. Bei den Bodenbelägen wird eine große Vielfalt von Laminat über Teppich, Parkett, Kork bis hin zu

¹¹³ Vgl. Verbraucherzentrale 2023: GEG: Was steht im Gebäudeenergiegesetz, o.S.

¹¹⁴ Vgl. Verbraucherzentrale 2023: GEG: Was steht im Gebäudeenergiegesetz, o.S.

Fliesen und Vinyl geboten. Der Ausbau einer Gewerbeimmobilie ist zwar bei 4 Anbietern möglich (OKAL hat keine Angaben gemacht), schwankt jedoch in der Größenordnung. Während BienZenker bis zu 4 Gewerbeeinheiten und Schwabenhaus bis zu 8 Gewerbeeinheiten bauen kann, verspricht ScanHaus eine Bauweise von bis zu 18 Gewerbeeinheiten. Schwabenhaus war Bauträger des eignen Verwaltungsgebäudes (*siehe Anlage 2*) und Kampa hat bereits ein 8-geschossiges Projekt realisiert (*siehe Anlage 3*).

Bei der Produktion sind die meisten Unterschiede zu erkennen. Bei BienZenker, Kampa und Schwabenhaus findet die Rohstoffgewinnung im Inland statt. ScanHaus bekommt sein Holz aus skandinavischen Ländern, während OKAL in Tschechien abbaut. Auch das Werk, in dem die Fertigbauteile hergestellt werden, befindet sich bei OKAL in Tschechien. Die anderen vier Anbieter haben ihren Produktionsstandort in deutschen Städten. Dabei produziert Kampa in drei Werkstätten.

Die Ergebnisse der Auswertung zur Nutzung der Häuser zeigen ähnliche Tendenzen. Alle Fertighausanbieter können den Bauherren bei Bedarf Smart Home, Wallboxen sowie barrierefreies- und allergikergerechtes Wohnen gewährleisten. Auch die höchste Effizienzklasse nach KfW Standard wird geboten und unterstützt durch Wärmepumpen und Photovoltaikanlagen mit Speicher. Bei den Zertifizierungen gibt es wenige Unterschiede. Im Vergleich zu den anderen ist ScanHaus kein Mitglied der QDF und des BDF, während DGNB-Siegel nur von BienZenker (Gold und Platin) und OKAL (Gold und Platin) vorgewiesen werden können. Auch beim Thema Gewährleistungen gibt es einige Unterschiede. Bis auf ScanHaus bieten alle Anbieter 30 Jahre Garantie auf die Konstruktion. Gewerke wie bspw. Sanitäranlagen sind bei BienZenker zwischen 3-6 Jahren, bei Kampa 5 Jahre, und bei Schwabenhaus 10 Jahre versichert. ScanHaus hält sich an die 5 Jahre Mindestgewährleistung nach BGB (siehe §438 Abs. 2a BGB).

Bewertung:

In Bezug auf den Vergleich der Fertighausanbieter lässt sich generell eine positive Bewertung festhalten, insbesondere im Hinblick auf die Verwendung von Baumaterialien und ihren U-Kennwerten, die als nachhaltig einzustufen sind. Auch der versiegelte Putz sorgt dafür, dass sich die Fassaden der Häuser nicht so schnell verfärben und gegen Witterungen beständiger sind. Optimierungspotenzial besteht in der Substituierbarkeit der Stoffe. Keiner der Anbieter ist in der Lage, Lehmbauplatten oder für die Dämmung Strohballen, Hanf oder Flachs einzubauen. Ähnlich verhält es sich mit den Dachbaustoffen und der Bodenplatte: Beton könnte dabei durch Holz ersetzt werden und statt

Betondachziegel, Reet oder Schieferplatten zum Einsatz kommen. Auch der in Fenstern und Türen verbaute Kunststoff ließe sich durch Holz ersetzen. Zudem sind die Kapazitäten im gewerblichen Bau, aber auch bei größeren Wohnhäusern steigerungsfähig (*siehe Kapitel 6.2*).

Die Herkunft der Rohstoffe und die Produktionsstandorte sind in Hinblick auf die Transportwege, Ökobilanz und ggfs. die Arbeitsbedingungen bei OKAL sowie ScanHaus ausbaufähig. Neben der Förderung regionaler Betriebe und einem transparenteren Herstellungsprozess für die Bauherren unterstützt vor allem die Vermeidung langer Transportwege den Ansatz einer nachhaltigen Produktion.

Besonders die Kriterien, die bei der Nutzungsphase verglichen wurden, liefern positive Erkenntnisse. Der sehr gute energetische Standard wird durch die Implementierung mehrerer Wärmepumpenvariationen gewährleistet. Zudem erreichen die Wohnhäuser die höchste Effizienzklasse, was auf eine optimierte Energienutzung hinweist. Durch die Einbringung von Smart Home Technologien werden Energieverbrauch und -effizienz weiter optimiert. Die Nutzung erneuerbarer Energien wie Photovoltaikanlagen trägt ebenfalls zur Energieeinsparung bei. Auch der Nutzer profitiert von diesem hohen Niveau. Menschen mit eingeschränkter Mobilität wird die Nutzung des Gebäudes durch individuelle Grundrisse, behindertengerechte Sanitäranlagen, Rampen, Aufzüge u.v.m. problemlos ermöglicht. Durch den Einsatz von Lüftungsanlagen, die Pollen, Schadstoffe, Feinstaub und Gerüche abfangen, wird allergikergerechtes Bauen gewährleistet. Insbesondere die Zertifizierungen rücken in punkto Nachhaltigkeit in den Fokus. Zwar kann kein Hersteller in dem Beispiel eine FSC-Zertifizierung nachweisen, trotzdem gibt es einige vergleichbare Siegel, die eine nachhaltige Waldbewirtschaftung unterstützen. Das PEFC-Zertifikat, das in der Fertighausbranche verbreitet ist, kann als Äquivalent zum FSC-Siegel betrachtet werden. Vor allem das QNG-Siegel setzt die Unternehmen enorm hohen Anforderungen aus und es ist davon auszugehen, dass die Hersteller einer umfangreichen und weitläufigen Prüfung ausgesetzt sind.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Fertighausbranche einen absolut hohen Standard an Nachhaltigkeit bei Wohnimmobilien bietet. Die Vielfalt an Baustoffen und der Ausbau von Gewerbeimmobilien mag zwar noch steigerungsfähig sein. Betrachtet man jedoch den aktuellen Stand der Möglichkeiten, bspw. innovative Heizsysteme und Technologien, Verwendung zertifizierter Baustoffe und nutzerfreundliche Einrichtungen, so gibt es kaum etwas zu bemängeln.

6 Aktuelle Entwicklungen und Trends

Die Fertighausbranche hat in den letzten Jahren eine bemerkenswerte Entwicklung durchlaufen und verzeichnet eine steigende Nachfrage nach vorgefertigten Häusern. In diesem Kapitel wird ein Überblick über die aktuelle Entwicklung in Deutschland gegeben. Anschließend wird ein Blick auf den internationalen Markt geworfen. Der Vergleich wird durch anschauliche Beispiele ergänzt.

6.1 Entwicklung in Deutschland

Jedes fünfte Ein- oder Zweifamilienhaus ist in Deutschland in Fertigbauweise errichtet. Vor allem im Süden ist die Verbreitung groß.¹¹⁵ Trotz des Zuwachses und Bedarfs an nachhaltigen Lösungen ist vor allem ein Trend ersichtlich: die Holzbauweise erstreckt sich über den peripheren Raum. Das hat zum einen den Grund, dass sich Wohngebiete in Großstädten zwar stadtnah aber meist außerhalb des Zentrums befinden.¹¹⁶ Zum anderen gestaltet sich die bautechnische Umsetzung von gewerblichen Immobilien, die primär in der Stadt vorzufinden sind (z.B. Büros, Einkaufszentren), aufgrund vieler Auflagen schwierig. Denn Bauwerke, die einer höheren Gebäudeklasse (GK 4 und GK 5) zugeordnet werden, müssen je nach Landesbauordnung höhere bauschutztechnische Anforderungen erfüllen.¹¹⁷ Trotzdem konnten bereits in der Vergangenheit viele größere Projekte realisiert werden. Beispielsweise das Holzgebäude „H8“ in Bad Aibling (8-geschossig), das Wohn- und Geschäftsgebäude „C13“ in Berlin (7-geschossig) oder das sich im Bau befindende „Roots“ in der Hamburger HafenCity, das nach Fertigstellung Platz für über 180 Wohnungen auf 19 Stockwerken bieten soll.¹¹⁸ Die drei Bauwerke sind in Anlagen 4-6 abgebildet.

¹¹⁵ Vgl. BDF 2019: Fertighäuser liegen auf Rekordkurs, o.S.

¹¹⁶ Vgl. Richter 2019, S.1

¹¹⁷ Vgl. Hergenhan 2009, S.1

¹¹⁸ Vgl. Roots 2023: Roots Hamburg, o.S.

Neben der reinen Holzkonstruktionen ist auch die Hybridbauweise weit verbreitet. Dabei wird Holz mit Materialien wie Beton und Stahl kombiniert. Je nach Gebäude ist dabei Holz weiterhin Hauptbestandteil der Konstruktion, während Beton und Stahl für das Fundament, Treppenhäuser, Fahrstuhlschächte oder auch für die Außenverkleidung genutzt wird.¹¹⁹

Beispiele dafür sind „The Cradle“ in Düsseldorf (*siehe Anlage 7*) und das Hochhaus „SKAIO“ in Heilbronn (*siehe Anlage 8*).

6.2 Fertighausindustrie im internationalen Vergleich

International betrachtet sind andere Länder Deutschland einige Schritte voraus. Vor allem in den skandinavischen Nachbarländern Schweden, Finnland und Norwegen, aber auch in Österreich, der Schweiz und den USA sind Bauwerke aus Holz keine Seltenheit. Im Gegenteil, die Bauten erfreuen sich einer langen Tradition und werden bis heute von Besuchern bewundert.¹²⁰ Neben den jahrhundertealten Fachwerkhäusern, Schwedenhäusern oder Blockhäusern sind auch gegenwärtige und imposante Projekte bekannt. So steht das höchste Hochhaus in Holzbauweise in Brumunddal in Norwegen (*siehe Anlage 9*). Es misst über 85 Meter und erstreckt sich über 18 Stockwerke. Das „HoHo“ in Wien (*siehe Anlage 10*) ragt mit 24 Stockwerken und 84 Metern in die Höhe. Das für gewerbliche Zwecke genutzte Gebäude wurde sowohl von außen wie auch von innen im Holz-Stil ausgeführt. Diese und weitere Beispiele zeigen, dass das Potenzial des Holzbaus in Deutschland noch nicht vollständig ausgeschöpft wurde. Insbesondere in städtischen Gebieten, in denen ein akuter Wohnungsmangel und hoher Bedarf herrschen, sowie im Bereich der gewerblichen Bauten könnten in Zukunft Wohngebäude, Praxen, Büros, Schulen u.v.m. in Holzbauweise errichtet werden. Diese Bauweise wurde bereits in der Vergangenheit unter Beweis gestellt und zeigt auch, dass sie zukunftsfähig ist.

¹¹⁹ Vgl. Bredenbals 2006, S.6

¹²⁰ Vgl. Schulze 2005, S.509

7 Fazit

Die vorliegende Bachelorarbeit verdeutlicht, dass im Bauwesen vielfältige Möglichkeiten und Anreize für nachhaltiges Bauen bestehen. Sowohl gesetzliche Anforderungen an umweltfreundliche Bauweisen als auch staatliche Förderungen unterstützen den Ansatz der Nachhaltigkeit. Sie schaffen Anreize für Bauunternehmen, Architekten und Bauherren.

Darüber hinaus bietet die Verfügbarkeit einer Vielzahl nachwachsender Baumaterialien eine Alternative zu traditionellen Baustoffen, die teilweise mit hohem Energie- und Ressourcenverbrauch einhergehen. Der Einsatz fortschrittlicher Technologien wie intelligente Gebäudeautomatisierung oder fossilfreie Heizsysteme, eröffnen ebenfalls weitere Wege für mehr Bewusstsein im Bausektor.

Das Erreichen von Nachhaltigkeitszielen erfordert jedoch die Zusammenarbeit vieler Akteure. Neben dem Gesetzgeber und den Bauunternehmen spielen auch die Endverbraucher eine entscheidende Rolle. Eine Sensibilisierung der Nutzer für nachhaltige Bauweisen ist unerlässlich, um den gewünschten Wandel hin zu umweltfreundlichen Gebäuden zu erreichen.

Ein zentraler Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf dem Entwicklungsstand und der Rolle der Fertighausindustrie im Bausektor. Insbesondere im Neubau erweist sich die Fertighausbranche als gut positioniert, um nachhaltige Lösungen anzubieten. Durch die Verwendung umweltfreundlicher Baumaterialien wie Holz, dem Einsatz fortschrittlichster Technologien, der Unterziehung zahlreicher Prüfungen, der Verantwortung gegenüber Zertifizierungsstellen sowie einigen Vorteilen, die während des Bauprozesses anfallen, erweist sich die Holzfertigbauweise als eine der nachhaltigsten Lösungen im Neubau. Als Hauptmarkt der Fertighausindustrie hat das Wohneigentum einen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung nachhaltiger Gebäude. Die Branche ist durch ihre effizienten Produktionsmethoden ihren Mitstreitern voraus und kann einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit im Bauwesen leisten. Denn durch ihre langfristige Perspektive bieten die Bauwerke einige ökologische, ökonomische und soziale Vorteile. Sie tragen zur Kosteneinsparung, Wertsteigerung von Immobilien und Verbesserung der Gesundheit der Bewohner bei.

Angesichts der wachsenden globalen Herausforderungen wie dem Klimawandel und der Ressourcenknappheit ist es notwendig, Nachhaltigkeit im Bauwesen zu fördern, um nicht nur in der heutigen Zeit von den Bauwerken zu profitieren, sondern auch zukünftigen Generationen eine lebenswerte Umwelt zu hinterlassen.

Literatur- und Quellenverzeichnis

Achenbach, Hermann; Rüter, Sebastian (2016): Ökobilanz – Daten für die Erstellung von Fertighäusern in Holzbauweise. Thünen Report 38. Braunschweig, S. 2-6

Aktuelle Bau- und Leistungsbeschreibungen (2022) von BienZenker, Kampa, Okal, ScanHaus, Schwabenhaus

Bauindustrie (2023): Holz als Baustoff ist gelebter Klimaschutz. In: <https://www.bauindustrie.de/best-practice/holzhybrid-hochhaus-skaio>, abgerufen am 20.06.2023

BDF (2019): Fertighäuser liegen auf Rekordkurs. In: <https://www.fertigbau.de/presse/1280/fertighaeuser-liegen-auf-rekordkurs.html>, abgerufen am 11.04.2023

BDF (2023): Mitglieder. In: <https://www.fertigbau.de/mitglieder/index.html#fertighausherstellerlink>, abgerufen am 27.05.2023

BDF (2023): Verband. In: <https://www.fertigbau.de/verband/index.html>, abgerufen am 08.05.2023

Bien Zenker (2023): Bien-Zenker Musterhäuser. In: <https://www.bien-zenker.de/haeuser/bien-zenker-musterhaeuser.html>, abgerufen am 09.06.2023

Bien-Zenker (2023): Ihr Fertighaus made in Germany. In: <https://www.bien-zenker.de/bauweise-und-innovation/fertighaeuser-made-in-germany.html>, abgerufen am 09.06.2023

Bonin, Jürgen (2023): Wärmepumpen. Fehler vermeiden bei Planung, Installation und Betrieb. Fraunhofer IRB. Berlin, S.1-5

Bredenbals, Barbara; et al. (2006): Holzkonstruktionen in Mischbauweise. Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft. Bonn, S.6

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2023): Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude. In: <https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/kurz-meldungen/Webs/BMWSB/DE/2022/qng.html>, abgerufen am 17.05.2023

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2023): Das Gebäudeenergiegesetz. In: <https://www.bmwsb.bund.de/Webs/BMWSB/DE/themen/bauen/energieeffizientes-bauen-sanieren/gebäudeenergiegesetz/gebäudeenergiegesetz-artikel.html>, abgerufen am 27.04.2023

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (2023): Nachhaltiges Bauen. In: <https://www.bmwsb.bund.de/Webs/BMWSB/DE/themen/bauen/bauwesen/nachhaltiges-bauen/nachhaltiges-bauen-node.html>, abgerufen am 27.04.2023

Burk, Peter (2020): Kauf und Bau eines Fertighauses oder Massivhauses. Verbraucherzentrale NRW. Düsseldorf, S.61-150

Czycholl, Harald (2015): Wie gut kann ein Haus von der Stange sein? In: <https://www.welt.de/finanzen/immobilien/article136982749/Wie-gut-kann-ein-Haus-von-der-Stange-sein.html>, abgerufen am 18.05.2023

DBZ (2023): Wohn- und Geschäftshaus C13, Berlin. In: https://www.dbz.de/artikel/dbz_Urbaner_Holz-Hybrid_Wohn-_und_Geschaefthaus_C13_Berlin-2445471.html, abgerufen am 20.06.2023

DGNB System (2023): Das DGNB System für den Neubau von Gebäuden in der Version 2023. In: <https://www.dgnb-system.de/de/gebäude/neubau/version-2023/>, abgerufen am 08.05.2023

DGNB System (2023): Die DGNB. In: <https://www.dgnb-system.de/de/system/ueberuns/>, abgerufen am 08.05.2023

DGNB System (2023): Kriterienkatalog Gebäude Neubau. In: https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/downloads/kriterien/DGNB_Kriterienkatalog_Gebäude_Neubau_Version2023_1Auflage.pdf, S.14-18

Dorn-Pfahler, Sabine (2022): Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude. Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. Berlin, S.8-14

Enxing, Magnus; Bruns, Michael (2021): Unser Fertighaushandbuch. In neun Schritten ins perfekte Eigenheim. Stiftung Warentest. Berlin, S.12-32

Eurostat (2021): Owning or renting? What is the EU's housing situation. In: <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/products-eurostat-news/-/wdn-20211230-1>, abgerufen am 11.04.2023

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2023): Dachdeckungen. In: <https://baustoffe.fnr.de/ausbauen/oberflaechen/dachdeckungen>, abgerufen am 06.06.2023

FSC (2023): 10 Regeln für den FSC – Wald. In: <https://www.fsc-deutschland.de/was-ist-fsc/fsc-prinzipien/>, abgerufen am 09.05.2023

FSC (2023): FSC – Waldzertifizierung. In: <https://www.fsc-deutschland.de/Wald/wald-zertifizierung/>, abgerufen am 09.05.2023

FSC (2023): Was ist FSC? In: <https://www.fsc-deutschland.de/was-ist-fsc/>, abgerufen am 09.05.2023

Grün, Frank-Oliver (2022): Handbuch Smart Home. Stiftung Warentest. Berlin, S.62f.

Haberstock, Stefanie (2019): Schnell ins Eigenheim: 28 Fertighaushersteller im Test. In: https://www.focus.de/immobilien/studie-schnell-ins-eigenheim-28-fertighaushersteller-im-test_id_11224824.html, abgerufen am 27.05.2023

Hergenhan, Randolph (2009): Gebäudeklassen und daraus resultierende brandschutztechnische Anforderungen. Büro für Architektur und Brandschutz. Kiel, S.1

Hoffmann, Reinhard (2012): Häuser richtig energieeffizient bauen. Franzis Verlag. Haar bei München, S.175-176

HPP Architekten (o.D.): The Cradle. In: <https://www.hpp.com/projekte/fallstudien/the-cradle/>, abgerufen am 20.06.2023

Jung, Pirmin (2015): Holzbau vs. Massivbau – Ein umfassender Vergleich zweier Bauweisen im Zusammenhang mit dem SNBS Standard. Bundesamt für Umwelt. Rain, S.22

Junghanns, Kurt (1994): Das Haus für alle. Zur Geschichte der Vorfertigung in Deutschland. Ernst & Sohn Verlag. Berlin, S.9-11

Kampa (2023): Die Kampa Gruppe. In: <https://www.kampa.de/kampa-gruppe/>, abgerufen am 09.06.2023

Kampa (2023): Kampa Musterhäuser. In: <https://www.kampa.de/musterhaeuser/>, abgerufen am 09.06.2023

Kellenberger, Daniel (2019): Potenziale von Bauen mit Holz. Umweltbundesamt. Berlin, S.203-230

KfW (2020): Anlage zum Merkblatt. Energieeffizient Bauen: Technische Mindestanforderungen. Frankfurt, S.1-4

KfW (2023): Das Nachhaltigkeitsportal der KfW. In: <https://www.kfw.de/nachhaltigkeit/%C3%9Cber-die-KfW/Nachhaltigkeit/>, abgerufen am 15.05.2023

Lange, Dagmar (2022): Der Holzfertigbau ist eine Erfolgsgeschichte. In: Immobilienzeitung. 29.09.2022, S.2

Litau, Oksana (2015): Nachhaltiges Facility Management im Wohnungsbau. Lebenszyklus-Zertifizierungssysteme-Marktchancen. Springer Vieweg. Wiesbaden, S.24

Natureplus (2023): natureplus database. In: <https://www.baubook.at/natureplus/?SW=32>, abgerufen am 09.05.2023

Natureplus (2023): Grundlagenrichtlinien RL5001, RL5002, RL5003, RL5004, RL5010, RL5020. In: <https://www.natureplus-label.org/vergaberichtlinien>, abgerufen am 09.05.2023

Natureplus (2023): Wer wir sind? In: <https://www.natureplus.org/uber-uns>, abgerufen am 09.05.2023

OKAL (2023): Concept Store. In: <https://www.okal.de/okal-in-ihrer-naehe/musterhaeuser/concept-store/>, abgerufen am 09.06.2023

OKAL (2023): Die OKAL Geschichte. In: <https://www.okal.de/unternehmen/geschichte/>, abgerufen am 09.06.2023

OKAL (2023): Musterhäuser. In: <https://www.okal.de/okal-in-ihrer-naehe/musterhaeuser/>, abgerufen am 09.06.2023

Pezzei, Kristina (2023): Graues Gold hat Zukunft. In: Immobilienzeitung, 19.01.2023, S.6

Pezzei, Kristina; Rose, Christine (2023): Die Wärmepumpenlabore. In: Immobilienzeitung, 11.05.2023, S.4

Pfaffendorf, Fabian (2022): Warum immer mehr Holzhäuser gebaut werden – und wo. Das Schindler Magazin. In: <https://magazin.schindler.de/architektur/holzhochhaus-architektur-weltweit>, abgerufen am 22.06.2023

Pfeiffer, Martin; Bethe, Achim; Pfeiffer, Catharina Philine (2022): Nachhaltiges Bauen. Wirtschaftliches, umweltverträgliches und nutzungsgerechtes Bauen (1.Aufl). Carl Hanser Verlag. Hannover, S.5-17

ProholzBW (2023): Kampa K8 Aalen-Waldhausen. In: <https://proholzbw.de/objekte/kampa-k8-aalen-waldhausen/>, abgerufen am 20.06.2023

QDF (2023): Satzung der Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigbau. In: <https://www.fertigbau.de/qdf/index.html>, abgerufen am 08.05.2023

QDF (2023): Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigbau. In: <https://www.fertigbau.de/qdf/index.html>, abgerufen am 08.05.2023

RAL Holzhaus (2023): Das Gütezeichen Holzhausbau. In: <https://ral-holzhaus.de/>, abgerufen am 09.05.2023

RAL Gütezeichen (2023): Geschichte: Die RAL Gütezeichen Historie. In: <https://www.ral-guetezeichen.de/ueber-uns/ral-guetezeichen-historie/>, abgerufen am 09.05.2023

RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (2016): Holzhausbau. Beuth-Verlag. Berlin. In: https://www.ral-guetezeichen.de/pdfgz/viwer.html?file=/422/RAL-GZ_422.pdf&magazineMode=true, S.6-17

Richter, Stephan (2019): Urbaner Holzbau. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag (TAB), S.1

Roots (2023): Roots Hamburg. In: <https://roots-hamburg.de/living/grundrisse>, abgerufen am 20.06.2023

ScanHaus Marlow (2023): Historie. In: <https://www.scanhaus.de/unternehmen/historie>, abgerufen am 10.06.2023

ScanHaus Marlow (2023): ScanHaus Marlow. In: <https://www.scanhaus.de/unternehmen/scanhaus-marlow>, abgerufen am 10.06.2023

Schankula Architekten (o.D.): H8 Achtgeschossiges Holzhaus. In: https://www.schankula.com/projekte_einzeln.php?id=6&ba=1, abgerufen am 20.06.2023

Schopbach, Holger; et al. (2022): Grundwissen moderner Holzbau. Bruderverlag. Köln, S.204

Schulze, Horst (2005): Lebensdauer von Holzhäusern. B.G. Teubner Verlag. Wiesbaden, S.509

Schwabenhaus (2023): Musterhäuser, Hausberatung. In: <https://www.schwabenhaus.de/beratung-vor-ort/>, abgerufen am 10.06.2023

Schwabenhaus (2023): Starke Häuser seit 1966. In: <https://www.schwabenhaus.de/unternehmen/>, abgerufen am 10.06.2023

Seifert, Hans-Jürgen (2023): Wärmepumpen für Heizung und Warmwasser. Stiftung Warentest. Berlin, S.17-30

Spiegel (2021): Deutschland ist Schlusslicht bei der Eigenheimquote. In: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/service/immobilien-deutschland-bei-der-eigenheimquote-in-der-eu-abgehaengt-a-72314b50-d9a6-499b-bb88-ffb539e5787c>, abgerufen am 10.04.2023

Statista (2023): Anteil der Fertighäuser am gesamten Neubau in Deutschland im 1. Halbjahr 2022 nach Bundesländern. In: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/447094/umfrage/anteil-der-fertighaeuser-am-neubau-nach-bundeslaendern/>, abgerufen am 21.04.2023

Statista (2023): Anteil der Wärmepumpen im Wohnneubau in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2021. In: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/237364/umfrage/bedeutung-der-waermepumpen-im-neubau-in-deutschland/>, abgerufen am 26.05.2023

Statista (2023): Eigentümerquote in Deutschland im Zeitraum von 1998 bis 2018 nach Bundesländern. In: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/155713/umfrage/anteil-der-buerger-mit-wohneigentum-nach-bundesland/>, abgerufen am 10.04.2023

Störmer, Murphy and partners (o.D.): Holzbauhochhaus Roots, Hamburg. In: <https://www.stoermer-partner.de/de/portfolio-item/roots/>, abgerufen am 20.06.2023

SWR (2021): Was ist Schiefer. In: <https://www.ardmediathek.de/video/planet-schule/was-ist-schiefer-frage-trifft-antwort/swr/Y3JpZDovL3BsYW5ldC1zY2h1bGUuZ-GUvQVJEXzExMzc4X3ZpZGVv>, abgerufen am 06.06.2023

Trauthwein, Daniela; et al. (2008): Gesund bauen und wohnen. Haufe Verlag. München, S.23-70

Umweltbundesamt (2022): Energiesparende Gebäude. In: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energiesparende-gebaeude#gebaeude-wichtig-fur-den-klimaschutz>, abgerufen am 09.04.2023

Umweltbundesamt (2022): Spanplatten und andere Holzwerkstoffe. In: <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/heizen-bauen/spanplatten-andere-holzwerkstoffe#unsere-tipps>, abgerufen am 03.06.2023

Verband für Bauwerksbegrünung (o.D.): Grundlagen der Dachbegrünung. In: www.grünstattgrau.at. Wien, S.3ff.

Verbraucherzentrale (2023): GEG: Was steht im Gebäudeenergiegesetz? In: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/energetische-sanierung/geg-was-steht-im-gebaeudeenergiegesetz-13886>, abgerufen am 27.04.2023

Verbraucherzentrale (2023): GEG: Was steht im Gebäudeenergiegesetz. In: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/energetische-sanierung/geg-was-steht-im-gebaeudeenergiegesetz-13886>, abgerufen am 25.06.2023

Weinisch, Karl-Heinz; Krines, Manfred; Dr.Löffland, Hans (2019): Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), S.20-23

Windscheif, Christoph; Tews, Fabian (2022): Fertighäuser- Vorreiter für nachhaltiges Bauen. In: Sahling, U. (eds) Klimaschutz und Energiewende in Deutschland. Springer Verlag. Berlin, S.4-10

ZIA Die Immobilienwirtschaft (2022): Die Bedeutung der Immobilienwirtschaft in Zahlen. In: <https://zia-deutschland.de/wp-content/uploads/2021/05/Bedeutung-der-Immobilienwirtschaft-in-Zahlen.pdf>, abgerufen am 09.04.2023

Anlagen

Anlage 1: Durchschnittwerte nachwachsender und mineralischer Dämmstoffe.....	XIII
Anlage 2: Zentrale und Verwaltungsgebäude von Schwabenhaus in Heringen	XIV
Anlage 3: Das K8, Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude von Kampa in Aalen	XV
Anlage 4: H8 in Bad Aibling.....	XVI
Anlage 5: C13 in Berlin, Bezirk Prenzlauer Berg	XVII
Anlage 6: Roots in der HafenCity	XVIII
Anlage 7: The Cradle in Düsseldorf	XIX
Anlage 8: SKAIO in Heilbronn	XX
Anlage 9: Mjøstårnet in Norwegen	XXI
Anlage 10: HoHo in Wien	XXII

Dämmstoff	Wärmedämmfähigkeit λ in W/(m*K)	Wärmespeichervermögen in J/kg*K	Dampfdiffusionswiderstandsanzahl μ
Schafwolle	0,037 – 0,040	1300 – 1730	1 – 2
Hanf	0,039 – 0,047	1600 – 2300	1 – 2
Flachs	0,036 – 0,040	1550 – 2300	1 – 2
Holzfaserdämmplatten	0,040 – 0,052	2100	2 – 5
Strohballen	0,052	2000	2
Zellulose	0,038 – 0,040	2100 - 2544	1 – 2
Kalziumsilikatplatten	0,06 – 0,07	1000	5 – 15
Perlit	0,05	1000	5
Schaumglasdämmplatten	0,04 – 0,06	840 – 1100	Dampfdicht

Anlage 1: Durchschnittswerte^{121,122}

¹²¹ Vgl. Trauthwein 2008, S.48

¹²² Vgl. Weinisch, Krines, Löffland 2019, S.20



Anlage 2: Zentrale und Verwaltungsgebäude von Schwabenhaus in Heringen¹²³

¹²³ Vgl. Schwabenhaus (2023): Starke Häuser seit 1966, o.S.



Anlage 3: Das K8, Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude von Kampa in Aalen¹²⁴

¹²⁴ Vgl. Proholz (2023), o.S.



Anlage 4: H8 in Bad Aibling¹²⁵

¹²⁵ Vgl. Schankula Architekten (o.D.), o.S.



Anlage 5: C13 in Berlin, Bezirk Prenzlauer Berg¹²⁶

¹²⁶ Vgl. DBZ (2023), o.S.



Anlage 6: Roots in der HafenCity¹²⁷

¹²⁷ Vgl. Störmer, Murphy and partners (o.D.), o.S.



Anlage 7: The Cradle in Düsseldorf¹²⁸

¹²⁸ Vgl. HPP Architekten (o.D.), o.S.



Anlage 8: SKAIO in Heilbronn¹²⁹

¹²⁹ Vgl. Bauindustrie (2023), o.S.



Anlage 9: Mjøstårnet in Norwegen¹³⁰

¹³⁰ Vgl. Pfaffendorf (2022), o.S.



Anlage 10: HoHo in Wien¹³¹

¹³¹ Vgl. Pfaffendorf (2022), o.S.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Lübeck, den 10.07.2023



Julia Herman