

Klimafreundliche Wohnbauten –

Bilanzierung und Vergleich von Gebäudetypen und Bauweisen

Frederic Dorff
Bundesverband Deutscher Fertigbau (BDF)
Bad Honnef, Deutschland



Klimafreundliche Wohnbauten –

Bilanzierung und Vergleich von Gebäudetypen und Bauweisen

1. Kurzvorstellung des Forschungsvorhabens

1.1. Kontext

Die Planung und Realisierung von zukunftsfähigen Wohnbauten stellt in mehrerlei Hinsicht eine Herausforderung dar. Es müssen einerseits anspruchsvolle Ziele an den Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz sowie zur Schonung natürlicher Ressourcen formuliert und geeignete Methoden zur planungsbegleitenden Erfassung, Bewertung und Beeinflussung der Umweltqualität weiterentwickelt und angewendet werden. Andererseits muss der Nachweis erbracht werden, dass sich derartige Anforderungen in der Praxis des Planens und Bauens realisieren lassen und die zur Anwendung der Bewertungsmethoden benötigten Daten verfügbar und valide sind.

In einem vom Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) und dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) geförderten Forschungsvorhaben, bei dem Fertighausunternehmen, Ingenieurbüros und Vertreter der Wissenschaft eng zusammenarbeiten, wird am Beispiel von realisierten Wohnbauten in diversen Ausführungsvarianten untersucht, ob und wie sich derzeit und künftig u. a. die Einhaltung der Anforderungen zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus realisieren lässt. Dabei werden die betriebsbedingten und die gebäudebezogenen «grauen» Emissionen ermittelt und analysiert.

Im Fokus der Betrachtung stehen u. a.:

- die Auswirkungen von Entwurfsentscheidungen
- die Relevanz von Art und Größe der Bezugsfläche inkl. Vorhandensein von Kellern und/oder Tiefgaragen
- die Bedeutung von PV-Anlagen und deren Größe bzw. Ertragsleistung
- die Auswirkungen künftiger Klimaveränderungen auf den Energiebedarf
- der Vergleich zwischen der Verwendung von generischer bzw. produktspezifischer Ökobilanzdaten zu Bauprodukten

Auf der Grundlage der Ergebnisse werden Vorschläge zur Weiterentwicklung von Rechenregeln und Bewertungsmethoden entwickelt und Möglichkeiten des Übergangs von statischen zu dynamischen Modellen diskutiert. Weiterhin soll nachgewiesen werden, dass sich zukunftsfähige Wohnbauten mit aktuell zur Verfügung stehenden Materialien und Systemen bereits heute realisieren lassen.

1.2. Zeitplan und Beteiligte

Das Forschungsprojekt Klimafreundliche Wohnbauten ist am 01.01.2023 gestartet und hat eine Laufzeit von 18 Monaten. Abschließende Ergebnisse werden Anfang 2024 erwartet und Juni 2024 in einem Forschungsbericht veröffentlicht.

Beteiligt am Projekt sind:

- Unternehmen der Fertighausindustrie
- Ascona Gesellschaft für ökologische Projekte
- Bau-, Energie- und Umweltberatung Weimar
- FID Fertigbau Informations-Dienst-GmbH
- Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH

2. Forschungsfragen

Das Forschungsprojekt hat das Ziel, die Rechen- und Bilanzierungsregeln im Kontext der Erfassung, Bewertung und gezielten Beeinflussung der Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus von Wohnbauten zu überprüfen und weiterzuentwickeln. Es wird dabei auch untersucht, ob die Anforderungen des Qualitätssiegels Nachhaltige Gebäude (QNG) in Deutschland [1] im Planungs- und Baualltag erfüllt werden können.

Das Projekt umfasst die nachstehend genannten Forschungsfragen, welche anhand von realisierten Gebäuden diskutiert werden sollen.

1. Lassen sich die Anforderungsniveaus des QNG als Beispiel für ggf. künftige gesetzliche Anforderungen in der Praxis erreichen?
2. Führen die lokalen Folgen des Klimawandels zu einem Anpassungsbedarf bei Berechnungsgrundlagen und Anforderungswerten?
3. Ist bei vorgefertigten Gebäuden mit von Anfang an bekannten Lieferketten ein Übergang von generischen bzw. durchschnittlichen zu hersteller- und produktspezifischen Ökobilanzdaten bei Bauprodukten aller Art möglich und sinnvoll? In welcher Größenordnung liegen die Unterschiede zwischen generischen bzw. durchschnittlichen Werten einerseits und produkt- und herstellerspezifischen Daten andererseits?
4. Ergeben sich bei der Nutzung von Daten der ÖKOBAUDAT 2020-II, der ÖKOBAUDAT 2021-II, der Rechenwertetabelle Ökobilanzierung 2023 bzw. noch aktuellerer, vom BBSR zur Verfügung gestellter Datengrundlagen relevante Unterschiede und damit Konsequenzen für künftige Anforderungswerte?
5. Wie lässt sich der biogene Kohlenstoffgehalt bei Gebäuden ermitteln und interpretieren?
6. Welche Erkenntnisse lassen sich aus einer gesonderten Betrachtung von GWP_{fossil} und GWP_{biogenic} bei der Bewertung des Treibhauspotenzials gewinnen, soweit dafür geeignete Daten vorliegen?
7. Wie hoch ist der Erstaufwand (upfront) an Primärenergie, nicht erneuerbar und resultierenden Treibhausgasemissionen und eignet sich dieser für die Formulierung von Nebenanforderungen? Was wäre dabei zu beachten?
8. Wie wirken sich die Wahl von Bezugsflächen und das Vorhandensein von Kellern auf die Bewertungsergebnisse und damit auf die Festlegung und Einhaltung von Anforderungswerten aus?
9. Was sind die Auswirkungen einer gebäudeintegrierten Gewinnung und Nutzung erneuerbarer Energie? Wie ist mit exportierter Energie und wie mit der (anteiligen) Zuordnung von grauen Emissionen der BIPV-Systeme zum Gebäude umzugehen?

Es ist geplant, die Ergebnisse in Form von Handlungsempfehlungen für die Anwendung und Weiterentwicklung des QNG zu formulieren und zu veröffentlichen. Insbesondere sollen Vorschläge für künftige Anforderungswerte erarbeitet werden, die erwartete Veränderungen bei Datengrundlagen und Randbedingungen (Klima, Nutzerverhalten) bereits berücksichtigen.

3. Grundlagen der Lebenszyklusanalyse

3.1. Phasen, Module und Rechenregeln

Als Teil einer umfassenden Lebenszyklusanalyse gelangt im Projekt die angewandte Ökobilanzierung zur Anwendung. Eine Ökobilanzierung befasst sich allgemein mit der ganzheitlichen Quantifizierung der Umweltauswirkungen eines Produkts, eines Gebäudes oder einer Dienstleistung über den gesamten Lebenszyklus.

Im Fertigbau spielt die Ökobilanzierung eine zunehmend wichtige Rolle, da sie Informationen über den Ressourcenverbrauch, die Treibhausgasemissionen und andere Umweltauswirkungen eines Gebäudes liefern kann und Teil der Nachweispflicht für das Förderprogramm Klimafreundlicher Neubau (KFN) der KfW ist [2].

Die Rechenregeln der Ökobilanzierung basieren auf anerkannten internationalen Grundlagentennormen: u.a. der ISO 14040 und ISO 14044 sowie auf den branchenspezifischen Regeln der EN 15643 und EN 15978. Unterteilt wird die Betrachtung des Lebenszyklus in unterschiedliche Phasen. Es erfolgt eine Differenzierung in einen betriebs- und gebäudebezogenen Anteil. Das verwendete Lebenszyklusmodell besteht aus der Phase der Herstellung und Errichtung «von der Wiege bis zur Übergabe», mit den Modulen A1-A5, der Nutzungshase B1-B7 bzw. B8, sowie der Phase von Rückbau und Entsorgung (C1-C4). Ergänzend werden Angaben zu den Modulen D1 Recyclingpotenzial und D2 Effekte exportierter Energie gemacht.

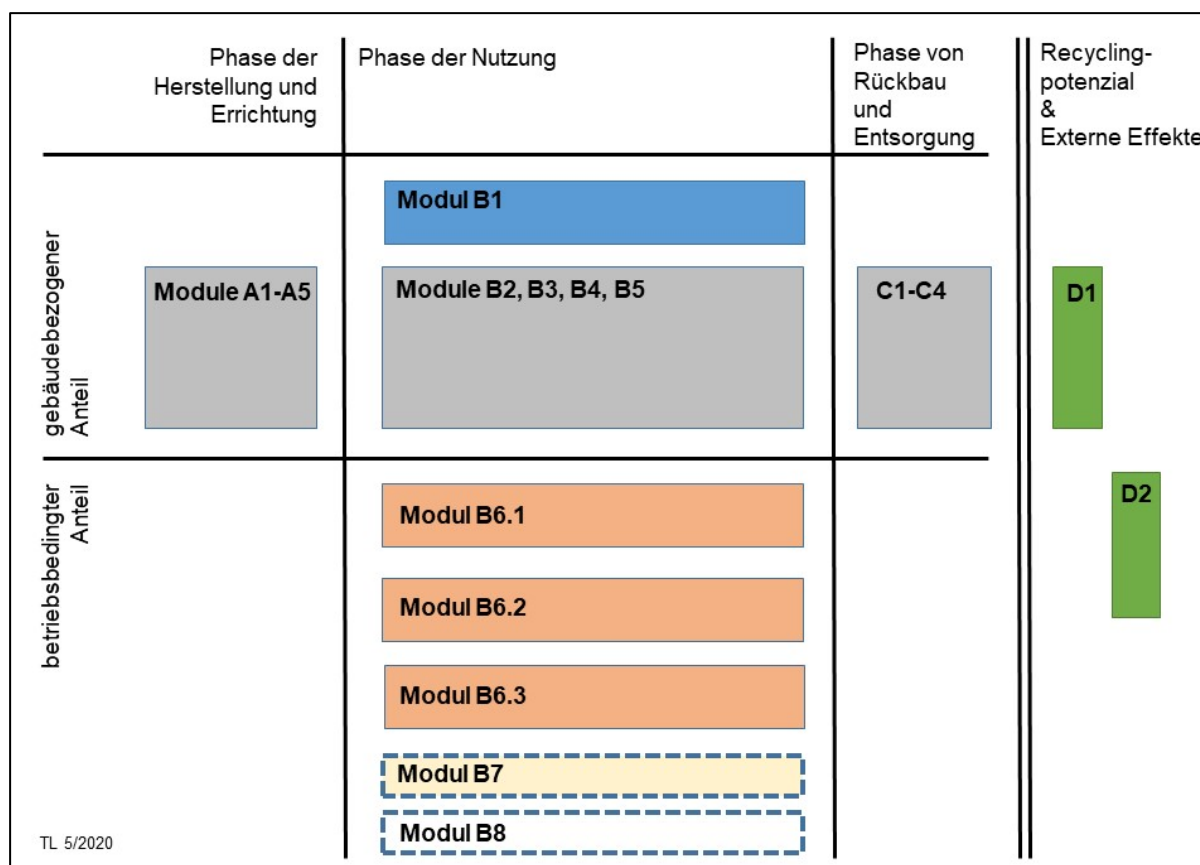


Abbildung 1: Phasen und Module der Lebenszyklusanalyse von Gebäuden [3]

Für die Erstellung einer Ökobilanz werden detaillierte Informationen wie zum Beispiel Mengen an Materialien, Energieverbrauch während der Nutzung inkl. Haushaltsstrom benötigt. Im Fertigbau spielt die Ökobilanzierung eine zunehmend wichtige Rolle, da sie Informationen über den Ressourcenverbrauch, die Treibhausgasemissionen und andere Umweltauswirkungen eines Gebäudes liefern kann. Seit März 2023 ist die Ökobilanzierung für die Beantragung von Fördermitteln für Neubauten in den Programmen der KfW, Pflicht. Datenbasis ist die Rechenwertetabelle 2023 mit ca. 400 generischen Datensätzen des BBSR [4]. Es gilt ein Anforderungswert für das Treibhauspotential von maximal 24 kg CO_{2e} (CO₂-Äquivalente) bzw. 96 kWh/m²a Primärenergie, nicht erneuerbar. Ursprung dieser Zielgrößen ist das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG). Hier werden die Ergebnisse einer Ökobilanzierung inkl. der Einhaltung von Anforderungswerten gefordert sowie verschiedene Kriterien wie Energieeffizienz, Ressourcenverbrauch, Gesundheit und Komfort der Nutzer ganzheitlich und auf die Lebensdauer des Gebäudes betrachtet und bewertet.

Mit Hilfe der Ökobilanzierung können die Umweltauswirkungen eines Gebäudes quantifiziert sowie Verbesserungspotenziale identifiziert werden. Das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) und die damit verbundene Förderung der KfW tragen in Deutschland dazu bei, den Fokus auf eine nachhaltige Bauweise zu legen und positive Umweltauswirkungen zu erreichen.

3.2. Gebäudetypologie – Querschnitt von Größen und Bauweisen

Die Grundlage aller Kalkulationen und Vergleiche bilden 25 gebaute Gebäude (orange) sowie 10 Gebäudevarianten (gelb). An diesen 35 Untersuchungsobjekten werden die verschiedenen Berechnungen durchgeführt, um die entsprechenden Forschungsfragen zu diskutieren. Die Abbildung 2 zeigt die Objekte in einer Matrix. Die Gebäudetypen sind in Einfamilienhäuser (EF), Doppelhäuser (DH) und drei Kategorien von Mehrfamilienhäusern (MFH) unterteilt. Diese Kategorien für Mehrfamilienhäuser sind wie folgt definiert: «Klein» für MFH mit weniger als vier Wohneinheiten, «Mittel» für Gebäude mit vier bis sechs Wohneinheiten und «Groß» für Gebäude mit mehr als sechs Wohneinheiten. Die Bauweise

ist in Holztafelbau, Massivholzbau, Hybridbau, Modulbau und mineralischer Bauweise unterteilt. Die Datensätze stammen hauptsächlich von realisierten Bauprojekten verschiedener Mitglieder des Bundesverbandes Deutscher Fertigbau (BDF).

	Gebäudetyp/ Bauweise	Einfamilienhaus (EFH)	Zweifamilienhaus (ZFH)	Doppelhaushälfte (DHH)	MFH-Klein (< 4 WE)	MFH-Mittel ($4 < X < 6$ WE)	MFH-Groß (> 6 WE)	Wohnähnliche Nutzung (Wohnheime, Hotels...)
Organisch	Holztafel	4	2	2	4	1	2	1
		6	1	3	0	0	0	0
	Massivholz	1	0	0	1	0	0	1
	Hybrid	1	0	0	1	1	1	1
	Modul	1	0	0	0	0	1	0
Mineralisch	Zement	2	0	0	0	0	0	0
	Kalk-Sandstein	1	0	0	1	0	2	1
	Beton	0	0	0	0	1	1	0

		Holztafel	Massivholz	Hybrid	Modul	Mineralisch	
Gebäude	25	16	1	4	2	2	
Varianten	10	0	2	1	0	7	
Summe	35	16	3	5	2	9	
nicht nominiert	10						

Abbildung 2: Gebäudetypologie – Übersicht zu Größen und Bauweisen

3.3. Fragestellungen zum gebäudebezogenen Teil

Ein Schwerpunkt des Projektes liegt auf der detaillierten Betrachtung der gebäudebezogenen Lebenszyklusanalyse. Neben der Prüfung der allgemeinen Erreichbarkeit der Grenzwerte des QNGs in Primärenergie, nicht erneuerbar und dem Treibhauspotenzial (GWP-Total), stellen sich detaillierte Fragen auf die Auswirkungen von Gebäudeeigenschaften und der Auswahl von Bezugsdaten. Diese Fragestellungen betreffen unter anderen eine Analyse von Auswirkungen des Vorhandenseins eines Kellers. Weitere Fragen sind: Welchen Einfluss besitzt die Hinzu- oder Wegnahme des Kellers auf das Gesamtergebnis? Auf welche Flächenkalkulation wird sich bezogen (Bruttogrundfläche oder Nettoräumfläche)? Was für einen Einfluss besitzt die Datenbasis? Sind Ökobilanzierungen mit generischen Daten aus der Rechenwertetabelle 2023 besser oder schlechter als Bilanzierungen mit Daten der ÖkobaDat oder rein herstellereinspezifischen Daten? Was verschiebt sich, wenn das GWP-Total in GWP-fossil und GWP-biogen aufgeteilt wird? Abbildung 3 liefert einen Überblick zu den untersuchten Fragestellungen.

Gebäudebezogene Fragestellungen:

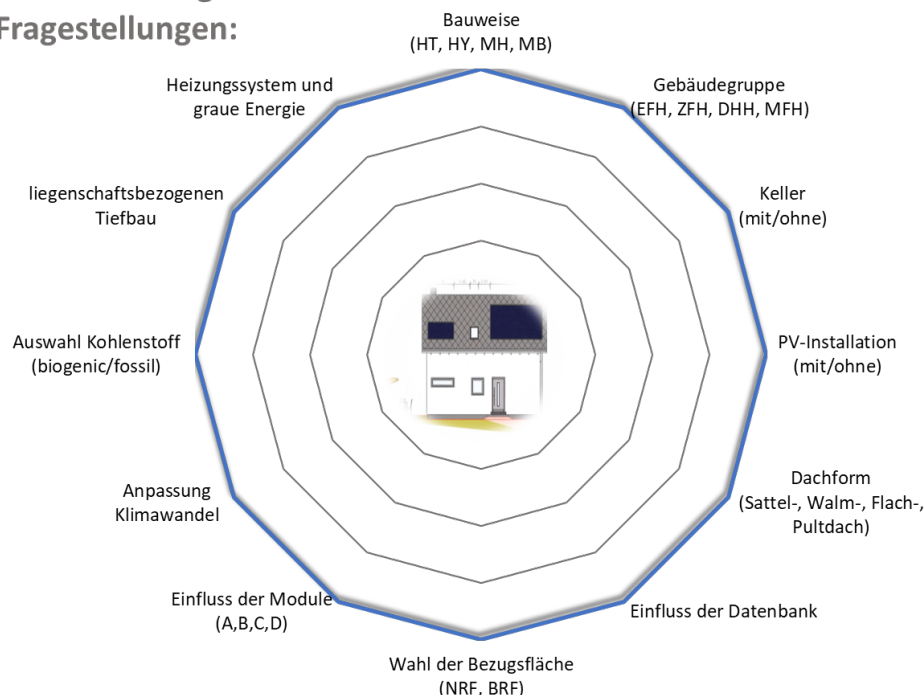


Abbildung 3: Gebäudebezogene Fragestellungen

3.4. Fragestellungen zum betriebsbedingten Teil

Untersucht werden Fragen auf energetischer Seite, dem betriebs-/nutzungsbedingten Teil der Lebenszyklusanalyse. In diesem Projektteil wird untersucht und aufgezeigt, was für ein Einfluss die Verwendung aktueller/zukünftiger Daten auf die Ökobilanzierung von Klimafreundlichen Wohnbauten besitzt. Weitere Fragestellung sind im Detail: Wird in Zukunft durch die zu erwartend höheren Temperaturen und Anzahl von Sonnenstunden die Nachfrage nach Kühlung größer? Was für einen Einfluss besitzt die Stromquelle? Können die Anforderungen des QNG erreicht werden, wenn keine PV-Anlage installiert wurde? Abbildung 4 liefert einen Überblick zu den Fragestellungen.

Nutzungsbezogene Fragestellungen:

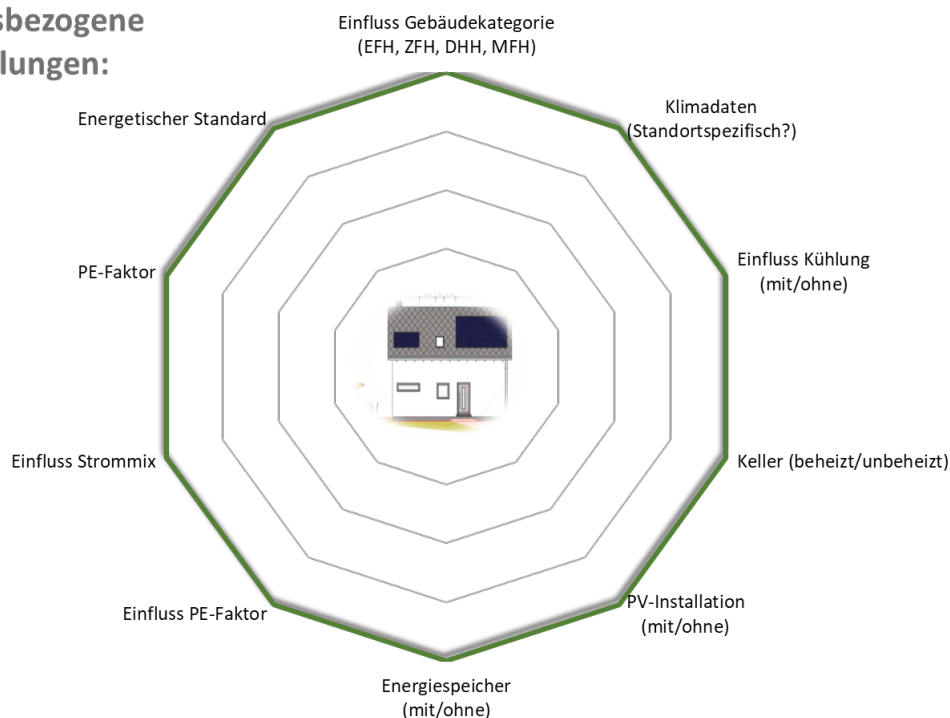


Abbildung 4: Nutzungsbezogenen Fragestellungen

4. Ausgewählte Zwischenergebnisse

Bis zum Herbst 2023 haben sich einige Erkenntnisse herauskristallisiert, die als momentane Zwischenergebnisse betrachtet werden können:

- Eine differenzierte Betrachtung dieser Erkenntnisse zeigt, dass im Rahmen der realen Bedingungen von Planung und Bau kleinerer Wohngebäude spezifische Herausforderungen bestehen. Es zeigt sich, dass die geforderten Anforderungswerte des QNG von kleineren Wohnbauten schwieriger zu erfüllen sind als von größeren Wohnkomplexen.
- Bezüglich der Integration von ökologischen Aspekten fällt auf, dass die Verwendung von gebäudeintegrierter Photovoltaik (BIPV) signifikante Vorteile mit sich bringt. Nicht nur im Sinne der Nachhaltigkeit, sondern auch zur Erfüllung der bestehenden Anforderungen an die Energieeffizienz ist der Einsatz von BIPV eine fortschrittliche Option. Sie unterstützt somit das Erreichen der QNG-Ziele, indem sie zur dezentralen Energieerzeugung am Ort des Verbrauchs beiträgt.
- Des Weiteren ist die Feststellung interessant, dass eine hohe energetische Qualität der Gebäudehülle, wie sie etwa im KfW40-Standard zum Ausdruck kommt, nicht unbedingt erforderlich ist, um die aktuellen QNG-Anforderungen zu erfüllen. Dies legt nahe, dass andere Faktoren, wie etwa die Anlagentechnik und das Nutzerverhalten, eine ebenso wichtige Rolle spielen und somit ein ausgewogener Ansatz bei der Gebäudeplanung notwendig ist.
- In Anbetracht steigender Sommertemperaturen zeigt sich immer klarer, dass der Schutz von Wohngebäuden vor Überhitzung an Bedeutung gewinnt. Die bisherigen Bauweisen, welche hauptsächlich auf Wärmeerhalt im Winter ausgerichtet sind, stoßen an ihre Grenzen, wenn es darum geht, die Innentemperaturen während der Sommermonate niedrig zu halten. Daher wird ersichtlich, dass eine Überarbeitung der Bauvorschriften erforderlich ist, um sowohl Kühlmethoden als auch bauliche Schutzmaßnahmen gegen Hitze zu integrieren. Dies bedeutet, dass nicht nur die Auswahl von Baumaterialien und Konstruktionstechniken, sondern auch das Design und die Ausrichtung von Gebäuden so optimiert werden sollten, dass sie natürliche Kühlung unterstützen und gleichzeitig die Energieeffizienz erhöhen.
- Beim Vergleich der Anforderungsniveaus innerhalb Europas, speziell zwischen Deutschland, der Schweiz und Dänemark, sind Parallelen erkennbar. Trotzdem bestehen gewisse Unterschiede, die insbesondere durch die Einbeziehung des Haushaltsstroms in die deutschen Vorschriften erklärt werden können. Diese zusätzliche Anforderung beeinflusst die Gesamteffizienz des Gebäudes und stellt somit eine spezifische nationale Besonderheit dar.

5. Literaturverzeichnis

- [1] Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG):
<https://qng.tack-digital.de/qng/qng-anforderungen/#besondere-anforderungen>
- [2] Kreditanstalt für Wiederaufbau: Förderprogramm Klimafreundlicher Neubau – Wohnbauten
[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Klimafreundlicher-Neubau-Wohngeb%C3%A4ude-\(297-298\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/F%C3%B6rderprodukte/Klimafreundlicher-Neubau-Wohngeb%C3%A4ude-(297-298)/)
- [3] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Klimaschutz im Gebäudebereich. BBSR-Online-Publikation 33/2021.
- [4] Rechenwertetabelle Ökobilanzierung 2023:
<https://www.oekobaudat.de/service/downloads.html>

Der Autor dankt den Projektbeteiligten für Ihre Unterstützung bei der Erstellung des Beitrags.