

Nachhaltigkeitsaspekte unter der Lupe – Ökobilanzen im Gebäudevergleich

Das Thema Ökobilanzen im Gebäudekontext spielt umwelt- und gesellschaftspolitisch eine immer bedeutendere Rolle. Dieser Artikel analysiert den Aspekt Klimaschutz im Rahmen von Nachhaltigkeitsbewertungen von Gebäuden. Im Hinblick auf gebäudebezogene Ökobilanzen wird ein Überblick über fünf gängige, in der Fachwelt anerkannte Ökobilanzstudien (LCEE, RUB, KÖNIG, FIW, STEINBEIS) gegeben. Insbesondere werden die in den Studien getroffenen Annahmen und Rahmenbedingungen sowie die Auswirkungen auf die Ergebnisse analysiert. Dazu werden in Form einer vergleichenden Betrachtung Gemeinsamkeiten sowie wesentliche Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Untersuchungen aufgezeigt.

Stichworte Ökobilanz; Treibhauspotenzial; technische Nutzungsdauer; Nachhaltiges Bauen; Gebäudelebenszyklus; Langlebigkeit; Sortenreinheit; Bauweise; Betrachtungszeitraum; Umweltindikatoren

Checking out sustainability aspects – life cycle assessments in building comparisons

The topic of life cycle assessments at building level plays an increasing role in environmental and socio-economic terms. This article analyzes the aspect of climate protection in the context of sustainability assessments of buildings. A summary of five life cycle assessment studies accepted by experts (LCEE, RUB, KÖNIG, FIW, STEINBEIS) is given with reference to building-related life cycle assessments. In particular, the assumptions and framework conditions made in these studies and their effects on the results are assessed. Similarities as well as essential differences of the individual studies are shown in form of a comparative analysis.

Keywords life cycle assessment; sustainable building; global warming potential; technical service life; reference study period; homogenous construction; estimated service life; construction method; environmental assessment; building life cycle

1 Einleitung

Wer sich mit dem Thema Ökobilanz im Gebäudekontext beschäftigt, stößt in der gängigen Fachliteratur auf eine Vielzahl von Studien unterschiedlicher Herkunft. Obwohl es klare Regelungen für die Methodik und Herangehensweise für die Erstellung von Ökobilanzen in den fachspezifischen Normen gibt, existieren immense Unterschiede bei der Bewertung von Studienergebnissen.

Dieser Artikel befasst sich mit einer vergleichenden Betrachtung von fünf in der Fachwelt bekannten und vielfach zitierten Ökobilanzstudien und soll Gemeinsamkeiten sowie wesentliche Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Analysen aufzeigen.

2 Ökobilanzen im Kontext der Nachhaltigkeitsbewertung

Ursprünglich stammt der Begriff Nachhaltigkeit aus dem Bereich der Forstwirtschaft. Seit der Veröffentlichung des ersten Leitfadens für Nachhaltiges Bauen im Jahr 2001 [1] ist er aber auch aus dem Gebäudekontext nicht mehr wegzudenken. In Zeiten, in denen Themen wie Klimawandel und Umwelt, Ressourcenschonung und Energieeffizienz die politische Agenda bestimmen, wird von Nachhaltigkeit häufig jedoch nur in Form von CO₂-Emissionen gesprochen. Im Sinne des nachhaltigen Bauens sind CO₂-Emissionen dem Bereich der ökologischen

Qualität zuzuordnen – eine der drei Säulen des nachhaltigen Bauens – und beschreiben eine von vielen Umweltindikatoren, nämlich das Treibhauspotenzial (engl.: *global warming potential* = GWP). Dabei wird häufig vergessen, dass mit der ökologischen Qualität mehrere Kriterien zum Schutz der lokalen und globalen Umwelt sowie zur Schonung der natürlichen Ressourcen bewertet werden. Weitere Umweltindikatoren neben dem GWP sind u. a.:

- Ozonschichtabbaupotenzial (engl.: *ozone depletion potential* = ODP),
- Ozonbildungspotenzial (engl.: *photochemical ozone creation potential* = POCP),
- Versauerungspotenzial (engl.: *acidification potential* = AP),
- Überdüngungspotenzial (engl.: *eutrophication potential* = EP),
- Primärenergiebedarf PE (erneuerbar, nicht-erneuerbar und gesamt).

Für die Nachhaltigkeitsbetrachtung von Gebäuden wurden in Deutschland über viele Jahre hinweg Bewertungssysteme entwickelt, die systematisch unter Ansatz des Gebäudelebenszyklus eine Beurteilung verschiedener Aspekte der Nachhaltigkeit ermöglichen. Diese unterscheiden sich durch die Anzahl der zu betrachtenden Nachhaltigkeitsindikatoren (Bild 1) und die gebäudetyp- bzw. nutzungsspezifischen Benchmarks für die Bewertung.

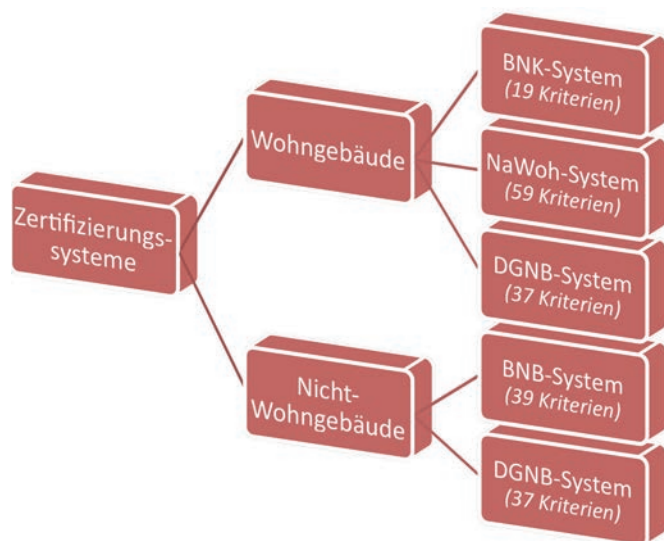


Bild 1 Zertifizierungssysteme in Deutschland (Stand 2019)¹
Certification systems in Germany (state 2019)

Für Wohngebäude existieren die öffentlich-rechtlichen Bewertungssysteme NaWoh (Nachhaltiger Wohnungsbau) und BNK (Bewertungssystem Nachhaltiger Kleinwohnhausbau). Das privat-rechtliche Pendant für den Wohnungsbau stellt eine Systemvariante des DGNB-Zertifizierungssystems (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) dar. Für den Bereich der Nicht-Wohngebäude gibt es auf der öffentlich-rechtlichen Seite das BNB-System (Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Büro- und Verwaltungsgebäude des Bundes) und auf der privat-rechtlichen Seite nutzungsspezifische Systemvarianten des DGNB-Systems (Bild 1). Für beide Bewertungssysteme existieren weitere Systemvarianten zusätzlich zur Typologie Büro/Verwaltung.

Die Bewertung von Umweltwirkungen in Form von Ökobilanzen stellt folglich nur einen Teil der gesamten Nachhaltigkeitsbewertung dar (Bild 2).

¹ Die Anwendung von internationalen Systemen zur Bewertung/Zertifizierung von nachhaltigen Gebäuden wie z. B. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) oder LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) sind in Deutschland ebenfalls möglich.

Um die Auswirkungen eines Gebäudes auf die Umwelt beurteilen und Gebäudevarianten miteinander vergleichen zu können, ist die Methode der Ökobilanzierung (engl.: *life cycle assessment* = LCA) bestens geeignet. Die für die Erstellung von Ökobilanzen erforderlichen Anforderungen und notwendigen Verfahren sind in der DIN EN ISO 14044 [2] und DIN EN ISO 14040 [3] sowie in der DIN EN 15804 [4] festgelegt. Trotz dieser normativen Vorschriften und Anleitungen ist Ökobilanz nicht gleich Ökobilanz. Demnach ist für die fachliche Bewertung ein besonderes Augenmerk – gerade bei Studien unterschiedlicher Herkunft – auf die Randbedingungen und Eingangsparameter zu richten.

3 Kurzvorstellung der betrachteten Studien

Alle fünf untersuchten Studien verwenden die Ökobilanzdaten aus unterschiedlichen Versionen der ÖKOBAU.DAT (= Deutschlands Ökobilanzdatenbank [5], entwickelt und gepflegt vom BBSR) und stellen Ergebnisse mehrerer verschiedener Bauweisen unter anderem im Bereich von Einfamilienhäusern einander gegenüber. Zusätzlich werden in drei der fünf Studien verschiedene Varianten für die gebäudetechnische Ausrüstung berücksichtigt und Ergebnisvarianten für unterschiedliche energetische Gebäudestandards ausgewertet. Weiterhin berücksichtigen drei der fünf Studien zwei Bilanzierungszeiträume, 50 und 80 Jahre, und tragen durch diesen Ansatz insbesondere der Langlebigkeit von massiven, mineralischen Bauweisen Rechnung.

Es werden die folgenden Untersuchungen hinsichtlich der Erstellung der Ökobilanz und der Auswertung der Bilanzergebnisse näher betrachtet:

1. „CO₂-Tonnagen und Wärmespeichereffekte über den Lebenszyklus von Gebäuden“ – Studie (LCEE, 2018) [6]
Verfasser: Dr.-Ing. Sebastian Pohl, LCEE Darmstadt
Die Studie beinhaltet fünf verschiedene Bauweisen. Die Ergebnisse werden auf Grundlage des energetischen Standards „EnEV 2016“ mit einer Variante für die Gebäudetechnik entwickelt. Die Berechnungen werden für einen Betrachtungszeitraum von 50 und

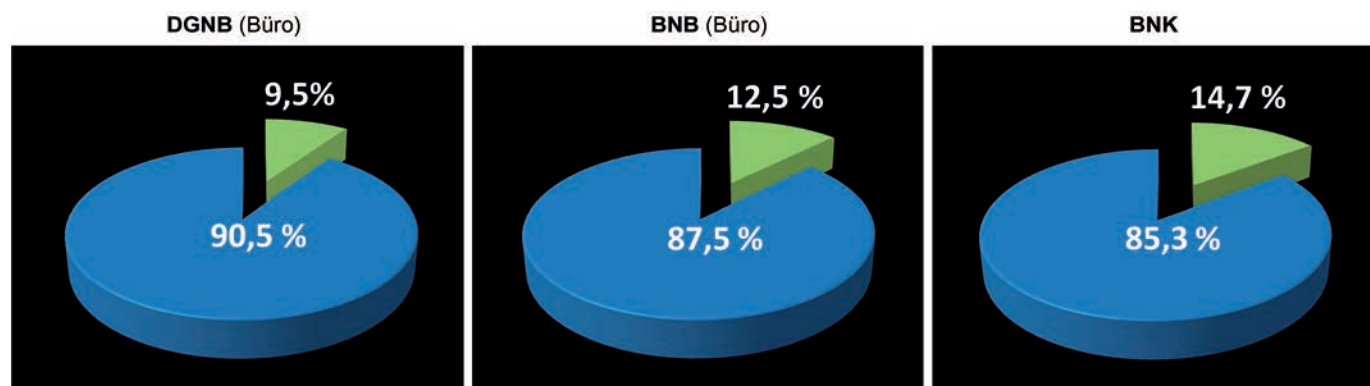


Bild 2 Anteil Ökobilanz (grün) an Gesamtnachhaltigkeitsbewertung für verschiedene Zertifizierungssysteme
Life cycle assessment and its share in total sustainability assessment with regard to various certification systems

80 Jahren für den ökologischen Indikator GWP durchgeführt und sowohl für Ein- als auch für Mehrfamilienwohnhäuser ausgewertet.

2. „Treibhausgasbilanzierung von Holzgebäuden – Umsetzung neuer Anforderungen an Ökobilanzen und Ermittlung empirischer Substitutionsfaktoren (THG-Holzbau)“ – Abschlussbericht (**RUB**, 2017) [7]

Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Annette Hafner et al., Ruhr-Universität Bochum

In dieser Studie werden zehn unterschiedliche Bauweisen für einen energetischen Standard von mindestens „EnEV 2009“ für eine Variante der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) untersucht. Die Berechnungen werden für einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren ohne Berücksichtigung des Gebäudebetriebs durchgeführt und für den Indikator GWP ausgewiesen.

3. „Lebenszyklusanalyse von Wohngebäuden“ – Endbericht (**KÖNIG**, 2017) [8]

Verfasser: Dipl.-Ing. Architekt Holger König, Ascona GbR, Gröbenzell

Die Berechnungsergebnisse für diese Studie wurden für sechs verschiedene Bauweisen auf der Grundlage von vier energetischen Gebäudestandards für fünf unterschiedliche TGA-Varianten erstellt. Die Variation der energetischen Gebäudestandards beinhaltet „EnEV 2016“, „30kWh“ und „15kWh“ sowie „Bestand“. Die Auswertung erfolgte für den Gebäudetyp Einfamilienwohnhaus unter Zugrundelegung eines 50- sowie eines 80-jährigen Betrachtungszeitraumes und beinhaltet die ökologischen Indikatoren $PE_{\text{erneuerbar}}$, $PE_{\text{nicht-erneuerbar}}$, GWP, AP, EP und POCP.

4. „Graue Energie von Einfamilienhäusern in Niedrigstenergie-Gebäudestandard“ – Forschungsbericht (**FIW**, 2019) [9]

Verfasser: Prof. Dr.-Ing. Andreas Holm, Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V., München

Die Ergebnisse dieser Studie wurden für sieben unterschiedliche Bauweisen und drei verschiedene energetische Standards unter dreifacher Variation der Ge-

bäudetechnik für den Gebäudetyp Einfamilienwohnhaus erstellt. Die Wahl des energetischen Standards fiel auf „EnEV 2016“, „EH70“ und „EH55“, wobei unter EH die gängigen KfW-Effizienzhausstandards zu verstehen sind. Als Betrachtungszeitraum wurden 50 und 80 Jahre gewählt und die Berechnungsergebnisse wurden für den Indikator $PE_{\text{nicht-erneuerbar}}$ ausgewiesen.

5. „Graue Energie im Ordnungsrecht/Förderung“ – Endbericht (**STEINBEIS**, 2019) [10]

Verfasser: Dr. Boris Mahler et al., Steinbeis-Transferzentrum für Energie-, Gebäude- und Solartechnik, Stuttgart

Die in dieser Studie verarbeiteten Ergebnisse stammen aus dem vom Umweltbundesamt geförderten Vorhaben „Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus, FKZ 3715 41 111 0“ [11]

Diese Studie weist für sieben verschiedene Baukonstruktionen im Ein- und Mehrfamilienhausbereich für die energetischen Standards „EnEV 2016“, „Passiv-“, „Nullenergie-“ und „Plusenergiehaus“ Ergebnisse aus. Die unterschiedlichen Bauweisen wurden mit vier verschiedenen TGA-Varianten kombiniert und über einen 50-jährigen Betrachtungszeitraum (unter Anrechnung von Modul D) für die ökologischen Indikatoren $PE_{\text{nicht-erneuerbar}}$ und GWP ausgewertet.

Alle Informationen zu den jeweiligen Studien stammen aus den Studien selbst bzw. wurden aus den darin enthaltenen Informationen abgeleitet.

4 Studienvergleich

Für den Vergleich der von der Bauweise abhängigen Ergebnisse müssen die der jeweiligen Studie zugrunde liegenden Konstruktionsweisen detailliert betrachtet werden. Eine Übersicht über die Bauweisen je Studie gibt Tabelle 1. Bauweisen, die in der jeweiligen Studie berücksichtigt worden sind, werden mit einem grünen Haken versehen.

Tab. 1 Gegenüberstellung/Übersicht der in der jeweiligen Studie betrachteten Bauweisen
Comparison/summary of each study concerning its construction methods

Bauweise	LCEE	RUB	KÖNIG	FIW	STEINBEIS
Kalksandstein mit WDVS*	✓	✓	✓	✓	✓
Hochlochziegel (gefüllt/ungefüllt)	✓	✓	✓	✓	✓
Hochlochziegel mit WDVS	–	✓	–	–	–
Hybridbauweise **	–	–	✓	–	–
Holzständerbauweise mit WDVS*	–	✓	–	✓	–
Holzständerbauweise mit WDVS* (nachwachsender Dämmstoff)	✓	✓	✓	–	✓
Massivholzbauweise mit WDVS*	–	✓	–	✓	–
Massivholzbauweise mit WDVS* (nachwachsender Dämmstoff)	–	✓	✓	–	–
Porenbeton	✓	✓	–	✓	✓
Leichtbeton (gefüllt/ungefüllt)	✓	–	–	✓	✓
Stahlbeton mit WDVS*	–	✓	–	–	✓
Fachwerk/Lehmstein (nachwachsender Dämmstoff)	–	–	–	–	✓
Strohballenbauweise	–	–	–	–	✓

* Wärmedämmverbund-System

** Unter Hybridbauweise ist hier ein massiver Gebäudekern mit einer thermischen Gebäudehülle in Leichtbauweise zu verstehen.

Tab. 2 Übersicht der ausschlaggebenden Ökobilanzparameter in der jeweiligen Studie
Summary of each study concerning its life cycle assessment parameters

Ökobilanzverfahren	LCEE	RUB	KÖNIG	FIW	STEINBEIS
Datenbasis ÖKOBAU.DAT	2018	2015	2016	2017	2015
normkonform nach DIN EN 15804 & DIN EN 15978 [16]	ja	nein	ja	ja	nein
Sortenreinheit der Bauweise*	nein entspricht der gängigen Bauweise	ja entspricht nicht der gängigen Bauweise	ja entspricht nicht der gängigen Bauweise	nein entspricht der gängigen Bauweise	ja entspricht nicht der gängigen Bauweise
Langlebigkeit (50 & 80 Jahre bilanziert)	ja	nein, nur 50a	ja	ja	nein, nur 50a
Austausch Primärkonstruktion (bei Bilanz über 80a)	ja gemäß BBSR- Nutzungs- dauertabelle 2009	k. A.	nein	nein	k. A.

* Unter Sortenreinheit der Bauweise ist hier v. a. die Kombination von Tragkonstruktionen aus nachwachsenden Materialien (z. B. Holzständerbauweise) mit nachwachsenden Dämmstoffen gemeint.

Es zeigt sich schnell: Holzbauweise ist nicht gleich Holzbauweise! Vielmehr sind hier erhebliche Unterschiede zu finden, welche sich deutlich in der Ökobilanz niederschlagen. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die bilanzierten Bauweisen nicht zwingend die gängige Baupraxis darstellen. Somit ist der Strohhallen- oder Massivholzbau (sortenreine Holzbauweise) hinsichtlich des GWP zwar der Spitzenreiter, nichtsdestotrotz kommt in der Holzbaupraxis die klassische Holzständerbauweise mit nicht-brennbarem Dämmstoff, wie z.B. Mineralfaserdämmung, am häufigsten zur Anwendung.

In diesem Kontext ist anzumerken, dass die neutrale Bilanzierung des Kohlenstoffs bei Holz in der Ökobilanz nur für nachhaltig erzeugtes Holz zutrifft. Im Rahmen von zertifizierten Gebäuden ist davon auszugehen, dass nachhaltig gewonnenes Holz eingesetzt wird, da für eine Zertifizierung die Nachweise explizit gefordert werden. Wie hoch der Einsatz von nachhaltig zertifiziertem Holz im übrigen Baubereich ausfällt, ist jedoch unklar. Nachweise für die nachhaltige Holzgewinnung, welche im Strombereich zukünftig für die Verstromung von fester Biomasse erbracht werden müssen (vergleiche Renewable Energy Directive II [12]), werden im Baubereich bislang nicht gefordert. Als Folge davon wird Holz – unabhängig von der Herkunft und den Bedingungen der Aufbereitung – häufig per se als nachhaltig angesehen. Fundierte Angaben über den tatsächlichen Anteil des nachhaltig erzeugten Holzes in der deutschen Bauwirtschaft – insbesondere im Hinblick auf die Nadelholzimporte – liegen nicht vor.

Bei der Ökobilanzierung spielen neben der baukonstruktiven Sicht auch andere Parameter eine wichtige Rolle und haben Auswirkung auf die Gesamtbewertung. Als Beispiel sei hier die technische Nutzungsdauer von Baukonstruk-

tionen genannt, sie hat in der Lebenszyklusbetrachtung einen entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis. Gleichzeitig spielen auch die technischen Nutzungsdauern der im Gebäude installierten Versorgungstechnik eine wesentliche Rolle für die Ökobilanz, da Teile der Gebäudetechnik deutlich kürzere Instandsetzungszyklen als die meisten Baukonstruktionen aufweisen. Für ein nachhaltiges Gebäude spielt demnach der Technisierungsgrad ebenfalls eine nicht unerhebliche Rolle. So zeigt z.B. eine Studie der TU Kaiserslautern, dass Gebäude mit einer hohen thermischen Speicherfähigkeit die gleichmäßige Temperaturverteilung im Gebäude positiv beeinflussen [13]. Durch diesen Selbstregelungseffekt lässt sich TGA für zusätzliche Temperaturregulierungsmechanismen ggf. einsparen. Für Planer und Ökobilanzierer stehen umfangreiche Tabellen [14] für technische Nutzungsdauern von Baukonstruktionen auf der Internetseite www.nachhaltigesbauen.de sowie technische Nutzungsdauern für Gebäudetechnik in der VDI 2067 zur Verfügung. Auch die gemeinsame Austauschbarkeit mehrerer, fest miteinander verbundener Bauteilschichten kann eine enorme Auswirkung auf die Ökobilanz haben. Hierfür existieren allgemeine Grundregeln, welche durch den Verfasser von Ökobilanzen zu berücksichtigen sind. Hinsichtlich der Austauschbarkeit der tragenden Baukonstruktion (Primärkonstruktion) wurden im Hinblick auf die betrachteten Studien verschiedene Ansätze verfolgt, welche unter anderem der Darstellung gemäß den Angaben in der BBSR-Nutzungsdauertabelle aus dem Jahr 2009 [15] geschuldet sind.

So setzt beispielsweise die LCEE-Studie konform zur BBSR-Nutzungsdauertabelle den Austausch der Primärkonstruktion nach 50 Jahren für die Holzbauweise an, wenn ein Betrachtungszeitraum von 80 Jahren zugrunde liegt. Bei der FIW-Studie, ebenso wie bei der KÖNIG-Studie, erfolgt dagegen bei einem 80-jährigen Betrachtungs-

Tab. 3 Übersicht Ergebnisse der Ökobilanz (50a) für ein EFH (Neubau): Vergleich monolithische Ziegelbauweise und Holzrahmenbauweise
 Summary of the results (50 years) for a single family house concerning its life cycle assessment: comparison between monolithic brickwork and timber frame construction

Umweltindikator: Δ Ziegel/Holz	LCEE	RUB	KÖNIG	FIW	STEINBEIS
energetischer Standard	EnEV 2016	EnEV 2009	EnEV 2016	EnEV 2016	Plusenergie
GWP	1 %	35–56 %*	24 %	–	46 %
PE _{nicht-erneuerbar}	–	–	25 %	4–7 %	33 %

*RUB-Studie ohne Berücksichtigung der Betriebsphase

tungszeitraum für die Holzbauweise kein Austausch der Primärkonstruktion nach 50 Jahren.

Welche der genannten Parameter in der Ökobilanz der betrachteten Studien berücksichtigt wurden, ist in Tabelle 2 aufgezeigt. Rot sind diejenigen Einträge der Tabelle 2 gekennzeichnet, welche im Hinblick auf Berücksichtigung des betrachteten Parameters ggf. zu günstige Ökobilanz-ergebnisse ausweisen.

In Bezug auf eine normkonforme Bilanzierung weisen die RUB- und die STEINBEIS-Studie Abweichungen gegenüber den anderen Studien auf. Bei STEINBEIS ist etwa die Verrechnung des Recyclingpotenzials (Modul D), welches normkonform außerhalb der Systemgrenze liegt, zu nennen. In der RUB-Studie wird hingegen die Lebenszyklusphase Gebäudebetrieb (B6) in der Bilanzierung vernachlässigt, mit der Begründung, dass bei gleichbleibendem energetischem Standard die ökologischen Aufwendungen für die Betriebsphase den gleichen Einfluss auf die Gesamtbilanz haben. Als Folge sind die absoluten Ökobilanzergebnisse kleiner und die relativen Unterschiede im Vergleich der Bauweisen größer (Tabelle 3).

Die LCEE-Studie wurde durch die Normverantwortliche der DIN EN 15804 [4] im selben Jahr geprüft und als normkonform befunden. Die Auswahl sortenreiner Baukonstruktionen bei der RUB-, KÖNIG- und STEINBEIS-Studie bilden die gebaute Realität bzw. die gegenwärtige Baupraxis nicht ausreichend ab.

Die Darstellung der Langlebigkeit durch die Berücksichtigung eines deutlich längeren Betrachtungszeitraumes als 50 Jahre wurde bei allen Studien bis auf RUB und STEINBEIS vorgenommen. Daher werden die Studien LCEE, KÖNIG und FIW hinsichtlich der bauarttypischen Aspekte langlebigen Konstruktionen mehr gerecht.

Der Austausch der primären Tragkonstruktion nach Ablauf der technischen Lebensdauer gemäß BBSR-Lebensdauertabelle von 2009 [15] bei LCEE wirkt sich bei der Holzbauweise auf die Ökobilanzergebnisse beim GWP über 80 Jahre aus.

Die Kenntnis dieser wesentlichen Unterschiede in der Ökobilanzierung der betrachteten Studien führt zwangsläufig zu einer unterschiedlichen Bewertung der Ergebnisse. Dies gilt auch und vor allem für Vergleiche von Bauweisen. So können Unterschiede in der Ökobilanz z.B.

beim Vergleich zwischen der monolithischen Ziegelbauweise und der Holzrahmenbauweise, je nachdem welche Studie vor einem liegt, erheblich sein. Tabelle 3 stellt diese prozentualen Unterschiede der untersuchten Studien für eine ökologische Bilanzierung über 50 Jahre unter Berücksichtigung des gesamten Gebäudelebenszyklus dar.

Die Unterschiede im GWP zwischen den Studien lassen sich maßgeblich mit den unterschiedlichen Dämmmaterialien erklären (LCEE: Mineralwolle, KÖNIG: Holzfaser) bzw. mit der Verrechnung des Moduls D bei STEINBEIS. Der enorme Unterschied im GWP der RUB-Studie kommt, verglichen mit den anderen Studien, unter anderem aus der Nicht-Bilanzierung der Betriebsphase im Lebenszyklus des Gebäudes. Dahingegen kommen LCEE und KÖNIG übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass die Nutzungsphase des Gebäudes entscheidend für die ökobilanziellen Ergebnisse ist und der Ansatz eines deutlich längeren Betrachtungszeitraumes dazu führt, dass die Unterschiede zwischen den Bauweisen deutlich geringer ausfallen bzw. sich gegenseitig aufheben.

Zu diesem Schluss kommt auch der Think Tank International Institute for Sustainable Development in seinem Report „Emission Omissions: Carbon accounting gaps in the built environment“ [17].

5 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Studien LCEE und FIW im Vergleich zu den anderen diejenigen mit den aktuellsten Ökobilanzdaten sind. Damit sind deren Ergebnisse auf Grundlage der gängigen Baupraxis und Konformität zur Normung am ehesten für einen ökobilanziellen Vergleich auf Gebäudeebene geeignet.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die Wahl der Bauweise und konkrete Ausgestaltung der Ökobilanzierung einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse der Ökobilanz haben. Zusätzlich sorgen verschiedene Parametervariationen z.B. hinsichtlich des energetischen Standards, Berücksichtigung thermischer Speicherfähigkeit des Gebäudes oder des zugrunde liegenden Gebäudetyps dafür, dass keine direkte Vergleichbarkeit der einzelnen Studienergebnisse untereinander gegeben ist. Am Ende ist jedoch eines klar: Die Nutzungsphase der Gebäude ist für die Umweltauswirkungen im gesamten Lebenszyklus ausschlaggebend.

Literatur

- [1] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BMU). (2001). *Leitfaden Nachhaltiges Bauen*. Berlin.
- [2] Deutsches Institut für Normung (DIN). (Mai 2018). DIN 14044 – *Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen*. Beuth-Verlag.
- [3] Deutsches Institut für Normung (DIN). (November 2009). DIN EN ISO 14040 – *Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen*. Beuth-Verlag.
- [4] Deutsches Institut für Normung (DIN). (Juli 2014). DIN EN 15804 – *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte*. Beuth-Verlag.
- [5] Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat (BMI). (2019). ÖKOBAUDAT. Abgerufen am 2019 von <https://www.oekobaudat.de/>
- [6] Dr.-Ing. Sebastian Pohl, LCEE, Darmstadt. (2018). *CO₂-Tonnagen und Wärmespeichereffekte über den Lebenszyklus von Gebäuden*. Darmstadt.
- [7] Prof. Dr. Ing. A. Hafner et al; Ruhr-Universität Bochum. (2017). *Treibhausgasbilanzierung von Holzgebäuden – Umsetzung neuer Anforderungen an Ökobilanzen und Ermittlung empirischer Substitutionsfaktoren (THG-Holzbau)*. Bochum.
- [8] Dipl.-Ing. Architekt Holger König; Ascona GbR. (2017). *Lebenszyklusanalyse von Wohngebäuden*. Gröbenzell.
- [9] Prof. Dr.-Ing. Andreas Holm; Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München. (2019). *Graue Energie von Einfamilienhäusern in Niedrigstenergie-Gebäudestandard*. München.
- [10] Dr. Boris Mahler et al; Steinbeis-Transferzentrum für Energie-, Gebäude und Solartechnik. (2019). *Graue Energie im Ordnungsrecht / Förderung*. Stuttgart.
- [11] Dr. Boris Mahler et al; Steinbeis-Transferzentrum für Energie-, Gebäude und Solartechnik. (2019). *Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus*. Stuttgart: UBA.
- [12] EU-Kommision. (2018). *Renewable Energy Directive II*. Brüssel.
- [13] Prof. Dr. Oliver Kornadt; TU Kaiserslautern. (2019). *Abchlussbericht – Messungen am Testkubus in Ziegelbauweise*. Kaiserslautern.
- [14] Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat. (2017). *BBSR-Tabelle „Nutzungsdauern von Bauteilen zur Lebenszyklusanalyse nach BNB“*. Von Informationsportal Nachhaltiges Bauen: <https://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/nutzungsdauern-von-bauteilen.html> abgerufen
- [15] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Berlin. (kein Datum). *Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen der Kostengruppen 300, 400 und 500 nach DIN 276-1*. 2009.
- [16] Deutsches Institut für Normung (DIN). (Oktober 2012). DIN EN 15978 – *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethode*. Beuth-Verlag.
- [17] International Institute for Sustainable Development (IISD) (2019) *Emission Omissions: Carbon accounting gaps in the built environment*. Canada.

Autoren

Dipl.-Ing. Juliane Nisse (Korrespondenzautorin)
nisse@ziegel.de
Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.
Reinhardtstr. 12–16
10117 Berlin

Dipl.-Ing. Katharina Armbrecht
Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.
Reinhardtstr. 12–16
10117 Berlin

Zitieren Sie diesen Beitrag

Nisse, J.; Armbrecht, K. (2020) *Nachhaltigkeitsaspekte unter der Lupe – Ökobilanzen im Gebäudevergleich*. Mauerwerk 24, H. 3, S. 118–123.
<https://doi.org/10.1002/dama.202000007>

Dieser Aufsatz wurde in einem Peer-Review-Verfahren begutachtet.
Eingereicht: 12. März 2020; angenommen: 23. Juni 2020.