

IBIT | INSTITUT FÜR BILDUNGSTRANSFER

Paper für Expert\*innen

PROF. DR. JAN GROSSARTH-MATICEK

# ÖKOBILANZIERUNG IM BAUWESEN

Stand 15.02.2023

„Das Werk, einschließlich aller Inhalte, insbesondere Abbildungen, Design, Videos etc., ist urheberrechtlich geschützt (Copyright). Das Nutzungsrecht liegt, soweit nicht anders ausdrücklich gekennzeichnet, bei der Hochschule Biberach. Dieses Skript ist nur für den privaten Gebrauch bestimmt. Wer unerlaubt Inhalte kopiert, verbreitet oder verändert, macht sich gemäß § 106 ff Urhebergesetz (UrhG) strafbar. Er/ Sie wird kostenpflichtig abgemahnt und muss zusätzlich mit Schadensersatz rechnen.“

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>Ökobilanzierung im Bauwesen .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Ökobilanzierung.....</b>	<b>4</b>
2.1. Ebenen der Umweltbilanzierung.....	4
2.2. Normen .....	4
2.3. Vier Phasen .....	5
2.4. Funktionelle Einheit.....	6
2.5. Bilanzrahmen.....	7
2.6. Vereinfachte Gebäudeökobilanzierung laut DGNB.....	8
2.7. Umweltproduktdatenblätter (EPD®) und Datenbanken.....	9
2.8. Lebenszykluskosten .....	10
2.9. Beispiele für LCA in wissenschaftlichen Studien zum nachhaltigen Bau ....	11
2.10. Kooperation entlang der Lieferketten .....	13
<b>3. Digitalisierung und Nachhaltigkeit.....</b>	<b>15</b>
<b>4. Kritik der Ökobilanzierung.....</b>	<b>16</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>18</b>

# ÖKOBILANZIERUNG IM BAUWESEN

## 1. ZUSAMMENFASSUNG

Die Ökobilanzierung ist die wichtigste Methode zur **Bezifferung von Umweltschäden** durch wirtschaftliches Handeln. Sie hat zahlreiche Anwendungsfelder und ist etwa die Grundlage für die Berechnung der Angaben von umweltbezogenen Datenblättern (**EPD**) für Bauprodukte. Aber auch Nachhaltigkeits-Zertifizierungen für das Bauwesen basieren auf dem Ansatz der Ökobilanzierung. Wissenschaftliche Studien auf Basis der Ökobilanzierung erhellen nicht nur Nachhaltigkeits-Defizite des Bauwesens, aus ihnen gehen auch Verbesserungspotenziale der Klimabilanzen hervor. Deshalb ist die Ökobilanzierung ein wichtiges Instrument der Politikberatung, aber auch der Kommunikation im Bauwesen. Auch können durch Ökobilanzstudien die Potenziale der technischen Entwicklung zum Erreichen der internationalen Klimaziele deutlich werden.

Ursprünglich als Berechnungsmethode für die umweltbezogene Technikfolgenabschätzung etwa von Kraftwerk- oder Fabrikbauten entwickelt, gibt es mittlerweile weit ausdifferenzierte Regeln auch für die gebäudebezogene Ökobilanzierung. Zu Zwecken der Zertifizierung gibt es **vereinfachte Rechenregeln** etwa der DGNB und der Normierungsinstitute. Verwandt mit der Ökobilanzierung (*life cycle assessment*) ist der Ansatz der **Lebenszykluskosten**; anders als die Ökobilanz erfassen sie auch die wirtschaftliche Seite einer Investition, jedoch in mittlerer bis langer Frist.

Zusammenfassung

## 2. ÖKOBILANZIERUNG

Die Ökobilanzierung (englisch: *life cycle assessment*, LCA) ist eine ISO-, EN-, und DIN-normierte Rechenmethode zur **Bezifferung von Umweltschäden** durch wirtschaftliches Handeln. Einführende Lehrbücher aus der Ökobilanzwissenschaft sind umfangreich und methodisch anspruchsvoll – sie eignen sich, um ein umfassendes Verständnis des Ansatzes auch jenseits der baubezogenen Anwendungen zu erwerben (Frischeknecht 2020). Einfache und klar strukturierte Übersichten über das konkrete Vorgehen bei der Erstellung einer LCA für die Baupraxis bieten etwa ein Aufsatz auf der Datenbankseite Wecobis<sup>1</sup> oder – in kurzer Form – das Institut für Bauen und Umwelt<sup>2</sup>.

### 2.1. Ebenen der Umweltbilanzierung

Ökobilanzen für das Bauwesen lassen sich für **verschiedene Betrachtungsebenen** berechnen, so etwa für

- **Bauprodukte** (Dämmstoffe, Ziegel, Holzwerkstoffe...)
- **Bauteile** (etwa ein Türsystem)
- Gebäudeteile (etwa eine Decke aus Brettschichtholz und Beton)
- ganze Bauprozesse
- das gesamte **Gebäude**
- Szenarien **technologischer Entwicklungen**, etwa im Bauprozess oder der Baustoffherstellung
- **globale Umweltfolgenabschätzung** durch baupolitische Maßnahmen wie CO<sub>2</sub>-Bepreisungen der Zementproduktion („konsequenzenorientierte Ökobilanz“)

### 2.2. Normen

Die Regeln der Ökobilanzierung sind in den **Normen**

- DIN EN 14040 (Grundsätze und Rahmenbedingungen) und
- DIN EN 14044 (konkrete Anforderungen und Anleitungen) beschrieben.

Die Norm für die Erstellung von Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) einzelner Bauprodukte ist die

- DIN EN 15804 (Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte) in Verbindung mit

<sup>1</sup> <https://www.wecobis.de/service/sonderthemen-info/oekobilanz-zwischen-den-zeilen-inhalt-einleitung-info/gesamttext-zwischen-den-zeilen-von-oekobilanzen-info.html>

<sup>2</sup> <https://ibu-epd.com/oekobilanzierung/>

- DIN EN 14025 (Grundsätze und Verfahren für die Erstellung von Typ-III-Umweltdeklarationen). Da diese in der Regel veröffentlicht werden, gelten besondere Qualitätsanforderungen.

Geht es aber um die Ökobilanzierung ganzer Gebäude, ist

- DIN EN 15978 einschlägig (Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethode).

Hier sind neben Ökobilanzierungsmethoden auch andere Nachhaltigkeitsbewertungsverfahren beschrieben. Anforderungen für die Berichterstattung des Carbon Footprints eines (Bau-)Produktes sind in

- DIN EN 14067 festgelegt.

### 2.3. Vier Phasen

Die Ökobilanzierung ist stets gemäß einer Aufteilung in folgende **vier Abschnitte** gegliedert:

1. Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens
2. Sachbilanz
3. Wirkungsabschätzung
4. Auswertung

Im ersten Abschnitt ist die **Festlegung** des betrachteten Systems, der relevanten Umweltschäden und der sogenannten funktionellen Einheit – dem Nutzenwert, den ein Produkt(system) bringt – zentral. Der zweite Hauptschritt der Ökobilanz ist die **Sachbilanz**, bei der im Fall der Gebäude-LCA im Wesentlichen (aus Basis von EPDn) die Materialmengen erfasst werden und dazu die rechnerisch zuzuordnenden Emissionen der vorher definierten Schadenskategorien. Davon gibt es zahlreiche: Nicht nur die Treibhausgase, sondern auch Feinstaubemissionen, Gewässereutrophierungspotenziale, Ozonabbaupotenzial und viele andere sind mögliche Emissionen.

Die **Wirkungsabschätzung** schließlich setzt die Emissionsmengen ins Verhältnis zu ihrer Auswirkung auf die Umwelt oder Ökosysteme. So lässt sich etwa die absolute oder relative Menge von Treibhausgasen, die durch ein Bauprojekt emittiert wird, beziffern und mit dem Ausmaß der Erderwärmung und deren Schadwirkungen in Bezug setzen. Wenn Beiträge zu „großen globalen Umweltproblemen“ beziffert werden sollen, aber deren Schadwirkung insgesamt marginal ist und stattdessen Emissionswerte in Bezug zueinander gesetzt werden – etwa zum Vergleich zweier Bautypen-Alternativen – so spricht man auch von „Mid-Point-Indikatoren“.

Vier Phasen

## 2.4. Funktionelle Einheit

In der Ökobilanzierung sind die ermittelten Umweltschäden auf **Nutzeneinheiten** zu beziehen. Im Falle von Wohnungen oder Häusern wären das etwa die Einheit „Wohn- und Nutzfläche“ oder „Wohnfläche pro Kopf“. Auch ist die kalkulierte Nutzungsdauer eines Gebäudes zugrunde zu legen. Indem Nutzen und Schaden aufeinander bezogen werden, schafft die Ökobilanzierung eine Balance der Betrachtungsweisen einer „rein ökologischen“ Schadensbetrachtung nach der Lesart „Achtet die Grenzen der Natur“ einerseits, und einer sozial-ökonomischen Nachhaltigkeitsbetrachtung andererseits. Anders ausgedrückt, ordnet der Ansatz der Ökobilanzierung starke Vorstellungen von Nachhaltigkeit in einen umfassenderen Rahmen der Nachhaltigkeit ein, indem dem Nutzen des Konsums, der Produktion (oder: des Bauens) der Platz im „Nenner“ zukommt. Die **funktionelle Einheit** ist per Definition ein

„quantifizierter Nutzen eines Produktsystems für die Verwendung als Vergleichseinheit in einer Ökobilanz-Studie“ (ISO 14040).

Weitere Beispiele: Im Falle von T-Shirts könnte die funktionelle Einheit die Anzahl der Tage sein, an denen es getragen wird, im Fall von Kerzen die Brennstunden, im Fall eines Rasenmähers die gesamten Nutzungsstunden bis zum irreparablen Defekt. Die Beispiele zeigen, dass – übertragen auf die Gebäude – die Wohnfläche (pro Kopf) auch nicht die einzige Option ist, um wirklich den Nutzen zu fassen. Wohnflächennutzungsjahre kämen infrage – und wie steht es eigentlich um Raumluftgüte, Lichteinfall, architektonische Qualitäten? Oder die Wertentwicklung, die sich anhand der Lage einer Immobilie entscheiden mag? Bezüglich der Wahl der funktionalen Einheit lässt die Norm der Wissenschaft Freiraum für Festlegungen. Die Auswahl der funktionellen Einheit kann dabei **erhebliche Auswirkungen auf das Ergebnis** einer Ökobilanz haben, wie etwa die angenommene Belegung einer Wohnung oder deren Lebensdauer (Souza 2021).

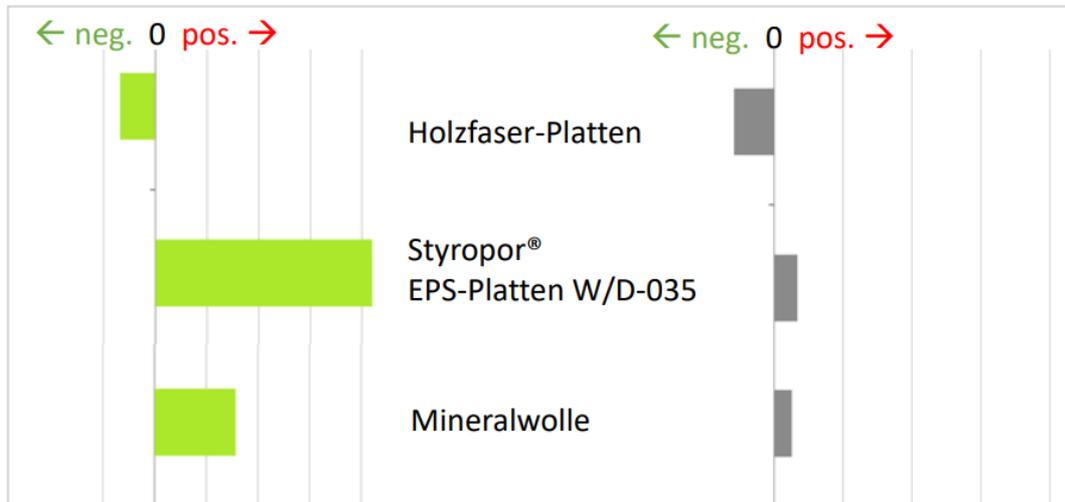
Dies illustriert auch folgendes Beispiel aus dem Bereich der Dämmstoffe. Dass hier reine Vergleiche von Umweltschäden durch die Dämmstoffherstellung bestimmter Massen wenig sinnvoll sind, zeigt das Beispiel der EPS-Platten. Schneiden sie im Vergleich des Global-Warming-Potenzials nach „Treibhausgasemissionen nach Masse“ deutlich schlechter ab als Mineralwolle oder Holzfaserdämmplatten, so nivelliert sich der Unterschied nahezu vollständig, wenn die „**Dämmwirkung**“ als funktionelle Einheit hinzugezogen wird:

# Unterschiedliche Verhältnisse von Dämmstoff-Ökobilanzen

Skizze der Relationen

**Links:** Treibhausgasemissionen (GWP) der Herstellung pro GE.

**Rechts:** Treibhausgasemissionen (GWP) der Herstellung pro GE, bezogen auf die Dämmwerte.



(Beides: Lebenszyklusphasen A1-A3+C3+C4+D. GE=Gewichtseinheiten.

Quelle: Schneider-Marin, Patricia (2021) / Wecobis. Eigene Umsetzung JG)

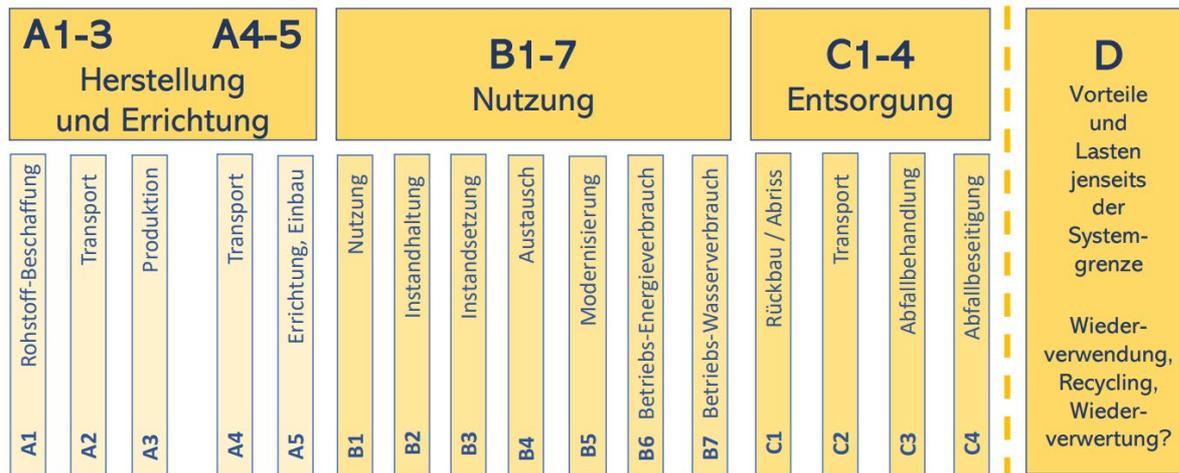
## 2.5. Bilanzrahmen

Die Ökobilanz basiert auf einem **Lebenswegansatz**, wobei die Umweltauswirkungen eines Bauwerks von der Gewinnung der Rohstoffe über die Herstellung, der Nutzung bis hin zur Entsorgung des Produkts erfasst und beurteilt werden können (Frischeknecht 2020). Die sogenannten Systemgrenzen – welche Lebenszyklusphasen des Gebäudes werden in der Berechnung konkret berücksichtigt? – können allerdings sehr unterschiedlich definiert werden, etwa „von der Wiege bis zur Bahre“ (*cradle to grave*) – also dem Abriss und der Entsorgung des Gebäudes – oder bis zum Werktor, also sozusagen der „Schlüsselübergabe“ (*cradle to gate*). Im Schema der Ökobilanz bezeichnen die **Phasen A** die Herstellung der Bauteile mitsamt Ressourcengewinnung, Transporten, und die Errichtung des Gebäudes, die **Phasen B** die Nutzungsphase (in der Regel über Jahrzehnte) mit Instandhaltungsarbeiten, den Austausch defekter Gebäude(technik)teile, oder den Wasser- und Energieverbrauch. Die **Phasen C** bilanzieren die Umweltauswirkungen der „Entsorgung“, also des Abrisses oder Rückbaus, der Abfalldeponierung oder des Recyclings. Betrachtet werden in jeder Ökobilanz dabei mindestens die Prozessphasen A1-A3 (oder -A5), maximal aber bis C4, wobei Vorteile (und Belastungen) außerhalb der sogenannten Systemgrenzen wie eine Wiederverwendung von Bauteilen nur separat ausgewiesen werden dürfen, aber nicht müssen (Phase D). Ein Beispiel wäre, dass ein Abrissmaterial in einem späteren Bauprojekt wieder Verwendung finden kann, zum Beispiel Betonbruch als Gründungsschotter im Straßenbau. Dieser Vorteil für das zeitlich nachgelagerte

Bilanzrahmen

„Produktionssystem Straßenbau“ ließe sich laut DIN-Norm also nicht im Rahmen der Ökobilanz des Gebäudes positiv anrechnen, aber entsprechende Werte dürften „am Rande“, also jenseits der Kernberechnung, ausgewiesen und diskutiert werden.

## Phasen des Gebäude-Lebenszyklus



Grossarth, nach DIN EN 15978 „Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden“.

Lebenszyklusphasen in der Ökobilanzierung.

### 2.6. Vereinfachte Gebäudeökobilanzierung laut DGNB

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) erlaubt (sich) im Rahmen der Zertifizierung die Anwendung eines **vereinfachten Berechnungsverfahrens** für Gebäude. Dabei müssen „mindestens 90% der Massen sowie alle maßgeblichen Schichten eines Bauelements erfasst sein“, und es werden im Wortlaut der DGNB-Erläuterungen <sup>3</sup> folgende Bauabschnitte in den Lebenszyklusphasen A1-A3 berücksichtigt:

- Außenwände (inklusive Türen und Fenster) und Kellerwände
- Dach
- Geschossdecken (inklusive Fußbodenaufbau und -beläge und Beschichtungen)
- Bodenplatte (inklusive Fußbodenaufbau und -beläge und Beschichtungen sowie Geschossdecken über Luft)
- Fundamente
- Innenwände und Türen (inklusive Beschichtungen sowie Innenstützen)
- Wärme- und Kälteerzeugungsanlagen sowie Lufttechnische Anlagen
- Sonstige gebäudetechnische Anlagen (z. B. Photovoltaik oder der Einsatz von solaren Kollektoren)

Vereinfachte Gebäudeökobilanzierung laut DGNB

<sup>3</sup> [https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/02\\_ENV1.1\\_Oekobilanz-des-Gebaeudes.pdf](https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-system/de/gebaeude/neubau/kriterien/02_ENV1.1_Oekobilanz-des-Gebaeudes.pdf)

- In Einzelfällen: Nutzerausstattung mit nennenswertem Energieverbrauch in der Nutzungsphase (sofern geeignete Ökobilanzdaten dafür vorliegen, bspw. Kühltheken und Kühlräume)

**Nicht berücksichtigt** werden bei der sogenannten Massenermittlung – einem Hauptschritt der Sachbilanzierung – hingegen: Transportaufwände, die Aufwände, die nur für den Baustellenbetrieb anfallen, Bodenaushub und andere Vorbereitungen, Verschnitt beim Einbau. Insbesondere das Weglassen des sehr energie- und kostenaufwendigen Bodenaushubs und den zugehörig aufwendigen Entsorgungen des Bodens sind kritische Punkte. Im vereinfachten Verfahren der DGNB ist die **Nutzeneinheit** der „Quadratmeter Nettogeschossfläche mal Nutzungsjahre“. Hierfür werden für Wohngebäude in der Regel 50 Jahre angesetzt. Der Energieverbrauch wird dann rechnerisch ermittelt. Auch die Lebenszyklusphasen A4-A5 werden ausgespart. Die Lebensdauer einzelner Bauteile werden zum Beispiel dem **Leitfaden Nachhaltiges Bauen** des Bundesinnenministeriums entnommen.<sup>4</sup>

## 2.7. Umweltproduktdatenblätter (EPD®) und Datenbanken

Für Bauprodukte (Baustoffe, -komponenten) lassen sich mittels der Ökobilanzierung **Umweltproduktdeklarationen (EPD®)** oder auch sogenannte Typ-III-Umweltkennzeichnungen erstellen. Sie enthalten Angaben über deren funktionale wie technischen Eigenschaften bezogen auf den Lebenszyklus.

Das EPD®-System initiiert schon seit gut 25 Jahren die Erstellung solcher Datenblätter. Die setzen meist die Hersteller von Bauprodukten (oder Bau-Dienstleister) selbst um. Die Erstellung und Veröffentlichung ist **freiwillig**, aber wird im Zuge der geänderten Finanzmarkt- und Veröffentlichungspflichten (Taxonomie) von immer mehr Kunden gefordert. EPDs haben eine angegebene Gültigkeitsdauer. Sie werden von wissenschaftlichen Instituten zertifiziert. Für viele Bauprodukte sind zahlreiche EPDs auf dem Markt. Hier ist die Wahl sorgfältig zu begründen. Die größte deutsche Ökobilanzdatenbank **Ökobaudat** des Bundesbauministeriums versammelt zahlreiche Informationen zu Baustoffen und ihren Ökobilanzen, sie beruhen meist auf EPDs.<sup>5</sup> Auch **Wecobis**, das vom selben Ministerium in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Architektenkammer angeboten wird, ist eine hervorragend detaillierte und übersichtliche Datenbank für die Ökobilanzerstellung.<sup>6</sup> Das **EPD-Tool** des Instituts für Bauen und Umwelt Berlin vereinfacht die Erstellung von EPDs.<sup>7</sup>

Umweltproduktdaten  
blätter und  
Datenbanken

<sup>4</sup> [https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR\\_LFNB\\_D\\_190125.pdf](https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/publikationen/BBSR_LFNB_D_190125.pdf)

<sup>5</sup> <https://www.oekobaudat.de/>

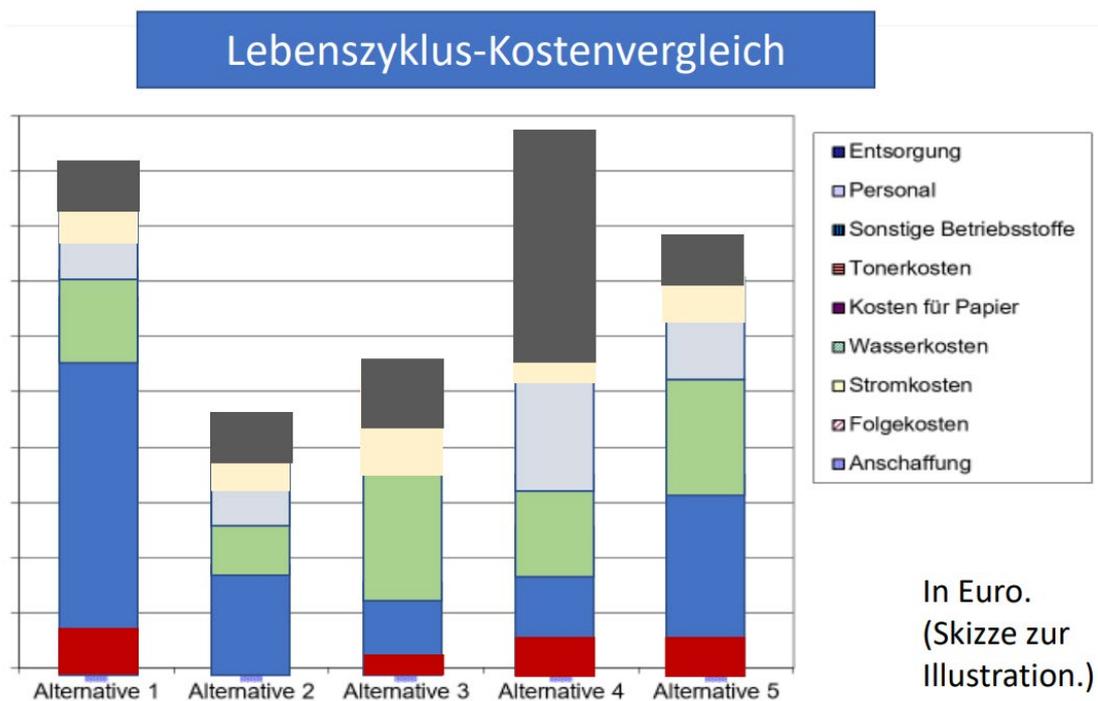
<sup>6</sup> <https://www.wecobis.de/>

<sup>7</sup> [https://ibu-epd.com/faq\\_category/epd-online-tool/](https://ibu-epd.com/faq_category/epd-online-tool/)

## 2.8. Lebenszykluskosten

Die **Lebenszykluskostenrechnung** (*life cycle costing*, oder: LCC) bietet sich als methodische Ergänzung zur Ökobilanzierung bereits in der Bauvorplanung an. Für einen Kostenvergleich alternativer Bauprodukte oder Gebäudevarianten leistet die LCC eine *Auflistung sämtlicher relevanten Kosten*. So wird der Blick von den reinen, zum Zeitpunkt  $t=1$  anfallenden Anschaffungskosten, auf die Wartungs-, Betriebs-, Entsorgungs- und Umweltkosten geweitet.

Mit Ergebnissen solcher LCC-Berechnungen lassen sich intern wie extern **Entscheidungen für vermeintlich kostspieligere Alternativen** argumentieren. Auch in öffentlichen Vergaben ist es in vielen Fällen europarechtlich zulässig, Lebenszykluskosten als Argument für den nicht unmittelbar preisgünstigsten Entwurf heranzuziehen. Im Zuge der Klimagesetzgebung sind Behörden sogar mehr und mehr dazu angehalten, bei **Ausschreibungen und Vergaben** Lebenszykluskostenrechnungen zu berücksichtigen, die auch Treibhausgasemissionen der Produkterstellung und -nutzung berücksichtigen.<sup>8</sup> Das deutsche Öko-Institut bietet als Ergebnis eines 2011 geendeten Projektes im Verbund mit vielen anderen internationalen Institutionen eine Reihe an digitalen Werkzeugen zur erleichterten Berechnung an.<sup>9</sup>



Beispiel eines einfachen Excel-Tabellenmusters für die LCC.<sup>10</sup>

<sup>8</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/umweltfreundliche-beschaffung/lebenszykluskosten>

<sup>9</sup> <https://smart-spp.eu/index.php?id=7633>

<sup>10</sup> Bearbeitung der Vorlage des UBA:

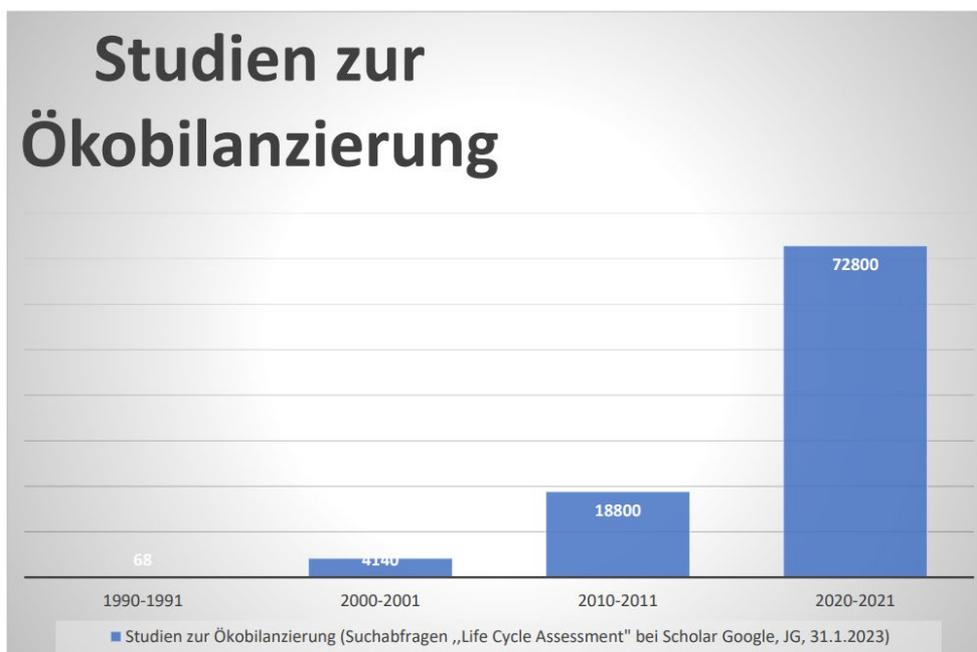
[https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.umweltbundesamt.de%](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.umweltbundesamt.de%2F)

## 2.9. Beispiele für LCA in wissenschaftlichen Studien zum nachhaltigen Bau

Ökobilanzierung erlaubt als Methode quantitativer Forschung viele verschiedene **Anwendungen in der Wissenschaft**. In aufwendigen internationalen Überblicksstudien wurde zuletzt etwa herausgefunden, dass das Optimierungspotenzial der Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus der Gebäude von Bürobauten vielfach größer ist als im Bereich der Wohngebäude (Frischeknecht et al. 2019). Ebenfalls ist es groß angelegten internationalen Ökobilanzstudien zu verdanken, dass der Fokus der Nachhaltigkeitsbemühungen im Bau zunehmend auf der „grauen Energie“ (**embodied energy**) liegt – weltweit ist im Fall neu gebauter Wohngebäude, die auf technisch fortschrittlichem Stand sind, derer Anteil schon etwa gleich groß wie der Heiz- und Nutzungsenergie im Gebäudelebenszyklus (Röck et al. 2020; Lützkendorf, Balouktsi 2022).

Während (vereinfachte) Ökobilanzierungen von Gebäuden eine „handwerklich“ relativ einfache, wenn auch zeitlich aufwendige Angelegenheit sind, stellen sich wissenschaftliche Verwendungen dieser Methodik oftmals als höchst komplex dar. So lassen sich mit vergleichenden Ökobilanzen, etwa für die Politikberatung, auch technische Entwicklungsszenarien vergleichen oder verschiedene Vergleichsfälle modellieren. Da sie für sämtliche Branchen und oft für regionale oder nationale Fälle angewandt wird, ist von einer **exponentiellen Zunahme internationaler Studien** auf der Basis von LCA zu berichten. Erschienen 1990-1991 noch erst 68 Studien, die das Stichwort „Life Cycle Assessment“ enthielten, waren es in den beiden Jahren 2020-2021 rund 72.800.

Beispiele für LCA in wissenschaftlichen Studien zum nachhaltigen Bau



Starke Zunahme der internationalen Forschung: Mehr als 70.000 Ökobilanzstudien in den beiden Jahren 2020 und 2021.

Als Beispiel für die mögliche Breite der Forschungsanwendungen und für die konkreten Rückschlüsse für die Baupraxis stelle ich hier eine Studie aus Schweden vor (Karlsson et al. 2021). Am **Beispiel** Schwedens wurde hier methodisch aufwendig die Frage untersucht, ob und wie im Jahr 2050 **Net-Zero-Emissionen im Bau** möglich sein könnten. Die Forschungsfrage lautete mit anderen Worten: *Welche Stellschrauben führen zum „Netto-Null-Emissions-Haus“?*

Um sie zu beantworten wurden gesamte Wertschöpfungsketten, die zum Bau von **Mehrfamilien-Wohnhäusern** führen, untersucht und die Energie- und Materialflüsse erhoben und modelliert. Die Autorinnen der Studie verglichen dann verschiedene *Bautypen* miteinander (etwa Beton massiv, Leichtbeton, Holzbau). Aber auch die im Bauprozess angewandten *Techniken* wurden untersucht – und zwar einerseits bezogen auf die Gegenwart, andererseits auch auf Basis der erwarteten technologischen Entwicklungspfade (bis 2045). Aber was weiß man darüber? Um plausible technische Entwicklungen vorauszusagen, fanden am Beginn des Forschungsprojektes Experten- und Expertinnenbefragungen statt. Eine solche Stakeholder-Einbindung bündelt Wissen, das Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einzelner Disziplinen nicht aufbringen können, und wirft früh im Forschungsprojekt relevante Fragen und Themenaspekte auf.

Andere Angaben wurden auch aus der Forschungsliteratur oder Prognosen von internationalen und nationalen Fachbehörden oder zwischenstaatlichen Institutionen, wie etwa der Internationalen Energieagentur, entnommen. Betrachtet wurden Technikszenarien in der Kette der Baustoffherstellung, aber auch für die Energie- und Transporttechnologien. Ökobilanzierungen werden dann für verschiedene Vergleichsszenarien unternommen – die Technik betreffend, das Prognosejahr betreffend. Ein Ergebnis dieser Studie lautete etwa, dass eine rund **40-prozentige Treibhausgas-Reduktion** in solchen typischen Wohnungsbauprojekten schon auf Basis der gegenwärtig verfügbaren Techniken möglich wäre. Bis zu 80 Prozent Reduktion sei bis 2030 zu erreichen und bis zu 93 Prozent Minderungen bis 2045. Die schwedische Studie erlaubte es dann schließlich auch, technologische Hauptminderungsmöglichkeiten auf der Ebene einzelner Baumaterialien zu benennen, das wären etwa:

- **Im Bereich des Zements:** Verringerung des Klinkeranteils durch Nutzung *Calcinierter Tone* als Zementersatzstoff; Verbesserte Rezepturen zur Zementherstellung; Verschlankung der Struktur der Betonbauteile; in den Zementwerken: Fossile durch biogene oder Abfall-Brennstoffe ersetzen, Einführung von Carbon Capture and Storage (CCS) in den Klinkerwerken
- **Im Bereich des Stahls:** Hier sei Altstahl als Konstruktionsstahl zu verwenden (nicht nur oder überwiegend als Bewehrungsstahl); Betrieb der Hochöfen mit CCS-CO<sub>2</sub>-Verpressung; elektrischer Bergwerksbetrieb für die Erzgewinnung

- **Im Bereich der Logistik:** Lieferketten effizienter gestalten; Transportwege einsparen; Einsatz von Hybrid-LKW statt des reinen Dieselantriebs (mittlere Frist), reine Elektro-LKWs (lange Frist)

## 2.10. Kooperation entlang der Lieferketten

Es wird hier deutlich, dass die Klimafreundlichkeit des Bauwesens nicht allein aus der Baubranche heraus zu erreichen ist. Eine Elektrifizierung der Gesamtwirtschaft ist eine wichtige Grundlage. Aber auch jenseits dieser großen Stellschraube gibt es Spielräume. Mit der errechneten Hoffnung auf technische Lösungen enden die Schlussfolgerungen der schwedischen Studie aber nicht. Sondern es folgt die Feststellung, dass sich das Bau-Projektmanagement gravierend umstellen müssen im Sinne einer **umfassenden Kollaboration** der vielen Akteursgruppen:

„Um das Potenzial auszuschöpfen [...] sehen wir einen Bedarf für eine deutlich stärkere Zusammenarbeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Um das in dieser Studie aufgezeigte Emissionsminderungspotenzial am Beispiel von Beton zu realisieren, müsste eine enge Zusammenarbeit zwischen allen relevanten Akteuren der Lieferkette, einschließlich Zementherstellern, Betonherstellern, Statikern, Beschaffern, Bauherren, Architekten usw., **bereits während der Entwurfs- und frühen Beschaffungsphase** eingeleitet werden mit engen und kontinuierlichen Kommunikationsaktivitäten während der gesamten Planungs- und Bauphase.“<sup>11</sup>

Somit wird die **Kommunikation** zu einem Faktor, der Ökobilanzergebnisse maßgeblich beeinflussen kann. Die Forderung nach Kooperation wird schon in ersten europäischen Städten umgesetzt. In der schwedischen Metropole Malmö etwa läuft ein **Pilotprojekt** für einen nachhaltigeren Bau. Dessen Ziele und Akteure sind beschrieben in einer „City Roadmap LFM30“. <sup>12</sup> Malmö anvisiert einen klimaneutralen Gebäude- und Bausektor, also Netto-Null-CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030. Hierfür kooperieren verschiedene Unternehmen aus der Bau-Wertschöpfungskette, es gibt ein gemeinsames Koordinationsbüro und koordinierende Beteiligung der Stadt. Um die Erfolge messen zu können, ist umfangreiche Ökobilanzierung notwendig.

Kooperation entlang  
der Lieferketten

<sup>11</sup> Computerübersetzung aus der englischsprachigen Studie

<sup>12</sup> <https://lfm30.se/wp-content/uploads/2021/01/Local-Roadmap-LFM30-English.pdf>

HOW WE COLLECTIVELY DEVELOP A

# Climate Neutral Building and Construction Industry



Ziel nicht zu erreichen ohne Kooperation? City Roadmap Malmö.

### 3. DIGITALISIERUNG UND NACHHALTIGKEIT

Auch gibt es Gründe anzunehmen, dass die Digitalisierung Nachhaltigkeitsfortschritte bringen wird, die in Ergebnissen der Ökobilanzen des Baus sichtbar werden. Der **3-D-Druck** ist mit Hoffnungen auf Materialersparnisse verbunden. Alternativvergleiche von Entwürfen oder Bauprozessen werden durch **digitale Zwillinge** ermöglicht. In digitalen Planungstools (BIM) lassen sich auch nachhaltigkeitsbezogene Daten einspeisen. Maßnahmen im Gebäudelebenszyklus lassen sich so in Alternativszenarios planen, etwa Um- oder Rückbauten oder der Abriss. In Zukunft können EPD-Daten in der digitalen Planung noch besser berücksichtigt werden, was technisch erleichtert wird, indem die Datensätze von den PDF-Formaten in europäisch **standardisierte Datenformate** übertragen werden, womit bereits begonnen wurde (Röder 2022).

Digitalisierung und Nachhaltigkeit

## 4. KRITIK DER ÖKOBILANZIERUNG

Während die Methode der Ökobilanzierung den unbestreitbaren Verdienst hat, die Umwelt- und Energiebetrachtung des Bauwesens **auf den gesamten Lebenszyklus ausgeweitet zu haben**, sind auch kritische Aspekte zu benennen. Einer betrifft das Verständnis der Ergebnisse, das letztlich nur Expertenkreisen vorbehalten ist, jedenfalls bezüglich breiter Kreise der Gesellschaft nicht zu erwarten ist. Aber letztlich ist es auch fraglich, ob Ökobilanzergebnisse – vor allem in Form methodisch diffiziler, aggregierter Wirkungsindikatoren – Zielgruppen in Politik und Gesellschaft wirksam erreichen, oder die **Konfusion in Nachhaltigkeitsfragen** nicht vielmehr noch erhöhen und somit auch dem **Greenwashing** ein neues Tor öffnen (Gomes et al. 2022).

Eine Ökobilanz für Gebäude zu erstellen ist vielleicht einfacher, als Vergleiche von Ökobilanzen oder wissenschaftliche Studien darüber kritisch zu lesen. Insbesondere die Vergleichbarkeit von LCA-Ergebnissen unterschiedlicher Studien ist heikel, beruhen sie doch meist auf je sehr unterschiedlichen Methoden und Annahmen (wobei – für die einzelne Studie – eine **Sensitivitätsanalyse** der kritischen Annahmen im Falle einer Veröffentlichung laut Norm Pflicht ist).

Durch den impliziten Nutzenbezug ist die Ökobilanzierung indirekt in den sozial-ökonomischen Rahmen der Nachhaltigkeit eingeordnet. Die Zielkonflikte der Nachhaltigkeit lassen sich auch durch Ökobilanzierungen zwar nicht auflösen, aber noch besser beschreiben, verstehen, moderieren helfen.

Der Blick der Ökobilanzierung hat die Praxis des „ökologischen Bauens“ sehr auf das Messbare und Stoffliche verengt. Wie steht es aber um die Qualitäten des Bauens, und deren Bezüge zur Langlebigkeit? Der Architekt Hans Kollhoff schimpfte in einem Zeitungsartikel (Kollhoff 2022):

„Das Ökosiegel ist mit dem Vergleichszeitraum von 50 Jahren nichts anderes als eine **Aufforderung zum schäbigen Bauen im Interesse einer technikgetriebenen und entsprechend anspruchslosen Bauindustrie**, der nichts Besseres passieren kann, als den Schrott, den sie gerade hochzieht, möglichst schnell abzureißen und noch eiliger und dürftiger wieder zusammenzubasteln. Ist das nachhaltig?“

Dieser Punkt trifft nicht ganz daneben und Kollhoff ergänzt: „Die Art, wie hier getäuscht und gelogen wird, nennt man Greenwashing.“ Kollhoff setzt der Praxis der beginnenden industriellen Ökobilanz-Streberei die europäische Baukultur entgegen, die lange vor der Bürokratisierung der Nachhaltigkeit über Jahrhunderte bestehende Bauwerke zustande gebracht hat: „Nie war es so wichtig, die Erinnerung wachzurufen an die wohl großartigste kollektive Errungenschaft, die dieser Kontinent hervorgebracht hat im Interesse eines glücklichen und erfüllten Lebens seiner Bürger: die europäische Stadt. Wie nirgends sonst in der Welt ist das in Italien erfahrbar, im alltäglichen Leben.“

Ähnlich lautet der – oft wiederholte – Vorwurf von Michael Braungart, die Nachhaltigkeits-Expertenwelt sei unablässig damit beschäftigt, das „**Verkehrte zu optimieren**“ statt einfach Gebäude zu schaffen, die der Umwelt nützen.<sup>13</sup> Hier ist die Anspielung auf die Ökobilanzmethodik nicht zu überlesen.

Die Ökobilanzierung kann eine fruchtbare Rolle spielen, wenn sie die anderen Sichtweisen nicht dominiert. Letztlich ist die Quantifizierung und Verwissenschaftlichung von Nachhaltigkeit auch notwendig, wenn sie derart zum Politikziel wird, wie durch die internationale Klimapolitik. So ist auch das „akademische Diskursfeld der Nachhaltigkeit“, in dessen Zentrum die Ökobilanzierung und Lebenszykluskostenrechnung gerückt sind, strikt quantitativ. Die **Qualitäten von Nachhaltigkeit** betrachtet die akademische wie praktische Architektur (vgl. Wittmann 2021).

Beides – Stoffströme, Geldströme, aber eben auch zugleich **Ideen, Ästhetiken, Identitäten und Atmosphären der Ökologie und Nachhaltigkeit** – im Blick zu haben, wäre für ein Verständnis eines Gelingens dieses politisch-sozialen Weges wesentlich. Der Vermeidungs-Fokus greift zu kurz. Denn ist in unseren Lebenswelten als Menschen nicht eigentlich deshalb so oft von Nachhaltigkeit die Rede, weil damit – zumindest indirekt – attraktive Vorstellungen von Werten wie Schönheit der Umwelt, Freiheit der Zukunftsgestaltung, Frieden, Glück im Zusammenleben mit Menschen und Tieren, oder Gerechtigkeit verbunden wären? All diese weiten Bezüge sinnvoller Nachhaltigkeitsbegriffe zu deuten, wäre Aufgabe eines hermeneutischen Ansatzes der Nachhaltigkeit. Das aber überfordert die Ökobilanz.

<sup>13</sup> <https://www.troldtekt.de/inspiration/transformation/gebaeude-sollen-unser-leben-besser-machen/>

# LITERATURVERZEICHNIS

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1997 Hg.),** Agenda 21 – Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro. Originalübersetzung in deutscher Übersetzung, Berlin.

**Friedrichsen, S. (2018),** Nachhaltiges Planen, Bauen und Wohnen: Kriterien für Neubau und Bauen im Bestand, Springer, Wiesbaden.

**Frischknecht, R. et al. (2019),** Comparison of the environmental assessment of an identical office building with national methods, IOP Conference Series: Materials and Engineering Science, Bd. 323, S. 12037.

**Frischknecht, R. (2020),** Lehrbuch der Ökobilanzierung, Springer, Wiesbaden.

**Gomes, V. et al. (2022),** To weigh or not to weigh. Recommendations for communicating aggregated results of buildings LCA, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1078, 1, S. 12093.

**Karlsson, I. et al. (2021),** Achieving net-zero carbon emissions in construction supply chains—A multidimensional analysis of residential building systems, Developments in the Built Environment.

**Kollhoff, H. (2022),** Die falsche Rede vom „grünen Bauen“, welt.de, 19.01.2022, Online abrufbar unter <https://www.welt.de/debatte/kommentare/plus236319379/Nachhaltige-Architektur-Die-falsche-Rede-vom-gruenen-Bauen-Gastbeitrag-Hans-Kollhoff.html>

**Lützkendorf, T., Balouktsi, M. (2022),** Embodied carbon emissions in buildings: explanations, interpretations, recommendations, Buildings and Cities, 3.1.

**Röck, M. et al. (2020),** Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation, Applied Energy, 258.

**Röder, A. (2022),** Digitalisierung und nachhaltiges Bauen, nbau, Online abrufbar unter <https://www.nbau.org/2022/06/23/digitalisierung-und-nachhaltiges-bauen/>

**Schneider-Marin, P. (2021),** Zwischen den Zeilen von Ökobilanzen, Online abrufbar unter <https://www.wecobis.de/service/sonderthemen-info/oekobilanz-zwischen-den-zeilen-inhalt-einleitung-info/gesamttxt-zwischen-den-zeilen-von-oekobilanzen-info.html>

**Souza, de S., Henrique, H. et al. (2021)**, Functional unit influence on building life cycle assessment, The International Journal of Life Cycle Assessment 26, S. 435-454.

**Wittmann, F. (2017)**, Leistungen der Architektur, Quart, Zürich.

HBC Hochschule Biberach  
IBiT | Institut für Bildungstransfer  
Karlstraße 11  
D-88400 Biberach

[ibit@hochschule-bc.de](mailto:ibit@hochschule-bc.de)  
[www.hochschule-biberach.de](http://www.hochschule-biberach.de)

Gefördert  
durch



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LÄNDLICHEN RAUM  
UND VERBRAUCHERSCHUTZ