

Projektbericht

Einfluss von EPDs im DGNB System am Beispiel eines Bürogebäudes in Massivbauweise

erstellt für:

Institut Bauen und Umwelt e.V.

Panoramastraße 1

10178 Berlin

Fraunhofer IBP

Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung

Überarbeitete Version, Dezember 2018



IBP GaBi

Fraunhofer Institut Bauphysik Abteilung Ganzheitliche Bilanzierung Kontakt

Johannes Gantner

Wankelstraße 5 70563 Stuttgart www.ibp-GaBi.de www.ibp.fraunhofer.de

Tel.: + 49 (0) 711 970-3182 Fax: + 49 (0) 711 970-3190

E-Mail: johannes.gantner@ibp.fraunhofer.de

Inhaltsverzeichnis

Inh	naltsver	zeichnis3
Ta	bellenv	erzeichnis4
Ab	bildung	gsverzeichnis5
No	menkla	atur7
1	Einle	eitung8
	1.1	Hintergrund und Problemstellung8
	1.2	Ziel der Studie9
	1.3	Exkurs Arten von Ökobilanzdatensätzen
	1.4	Vorgehen10
2	Rahr	nenbedingungen12
	2.1	Die Methode der Ökobilanz12
	2.2	Ziel und Untersuchungsrahmen14
	2.3	Beschreibung des untersuchtes Gebäudes
3	Ausv	vertung17
	3.1	Energiestandard "Standard"
	3.1.1	Generische Ökobilanzdatensätze
	3.1.2	EPD Datensätze23
	3.2	Energiestandard "Zukunft"28
	3.2.1	Generische Ökobilanzdatensätze
	3.2.2	EPD Datensätze33
4	Zusa	mmenfassung der Ergebnisse38
5	Schl	ussfolgerungen40
Lit	eraturv	erzeichnis41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Definition des Ziels und Untersuchungsrahmens [4] [5]	14
Tabelle 2: Übersicht über die wichtigsten Charakteristika des gewählten Beispielgebäudes	16
Tabelle 3: Festlegung Punkteberechnung nach DGNB NBV15 [5]	17
Tabelle 4: Berechnung der Checklistenpunkte Variante Energiestandard "Standard" – Generische Ökobilanzdaten (Inklusive DGNB-Sicherheitsaufschlag von 20%)	21
Tabelle 5: Berechnung der Checklistenpunkte Variante Energiestandard "Standard" – EPD Daten (Inklusive DGNB-Sicherheitsaufschlag von 20%)	26
Tabelle 6: Berechnung der Checklistenpunkte Variante Energiestandard "Zukunft" – Generische Ökobilanzdaten (Inklusive DGNB-Sicherheitsaufschlag von 20%)	31
Tabelle 7: Berechnung der Checklistenpunkte Variante Energiestandard "Zukunft" – EPD Datensätze (Inklusive DGNB-Sicherheitsaufschlag von 20%)	36
Tabelle 8: Umweltwirkungen durch Nutzung von EPD Daten der jeweiligen Varianten über den Lebenszyklus	38
Tabelle 9: DGNB Checklistenpunkte und Einsparung durch Nutzung von EPD Daten der jeweiligen Varianten über den Lebenszyklus	39
Tabelle 10: Umweltwirkungen der Lebenszyklusphase Herstellung und Einsparung durch Nutzung von EPD Daten der jeweiligen Varianten	39

${\bf Abbildungs verzeichnis}$

Abbildung 1: Entwicklung des energiesparenden Bauens in Deutschland [10]	8
Abbildung 2: Vorgehensweise.	10
Abbildung 3: Lebenszyklusanalyse in der Ökobilanz	12
Abbildung 4: Ansicht Gericht_2003 [14]	15
Abbildung 5: 3d Modell Gericht_2003 [14].	15
Abbildung 6: Ergebnisse Variante Energiestandard "Standard" – Generische Ökobilanzdaten (ohne DGNB-Sicherheitsaufschlag)	18
Abbildung 7: Verteilung der Umweltemissionen je Lebenszyklusphase Variante Energiestandard "Standard" – Generische Ökobilanzdaten	19
Abbildung 8: Verteilung der Umweltemissionen der Herstellungsphase je Kostengruppe Variante Energiestandard "Standard" – Generische Ökobilanzdaten	20
Abbildung 9: Ergebnisse Variante Energiestandard "Standard" – EPD Datensätze (ohne DGNB- Sicherheitsaufschlag)	23
Abbildung 10: Verteilung der Umweltemissionen je Lebenszyklusphase Variante Energiestandard "Standard" – EPD Daten	24
Abbildung 11: Verteilung der Umweltemissionen der Herstellungsphase je Kostengruppe Variante Energiestandard "Standard" — EPD Daten	25
Abbildung 12: Ergebnisse Variante Energiestandard "Zukunft" – Generische Ökobilanzdatensätze (ohne DGNB-Sicherheitsaufschlag)	28
Abbildung 13: Verteilung der Umweltemissionen je Lebenszyklusphase Variante Energiestandard "Zukunft" – Generische Ökobilanzdaten	29
Abbildung 14: Verteilung der Umweltemissionen der Herstellungsphase Variante Energiestandard "Zukunft" – Generische Ökobilanzdaten	30
Abbildung 15: Ergebnisse Variante Energiestandard "Zukunft" – EPD Datensätze (ohne DGNB- Sicherheitsaufschlag)	33
Abbildung 16: Verteilung der Umweltemissionen je Lebenszyklusphase Variante Energiestandard "Zukunft" – EPD Daten	34
Abbildung 17: Verteilung der Umweltemissionen der Herstellungsphase Variante Energiestandard "Zukunft" – EPD Daten	35
Abbildung 18: Wirkungsweise des Treibhauseffekts [9]	/,2

Abbildung 19: Wirkungsweise des Versauerungspotentials [9]	4
Abbildung 20: Wirkungsweise des Eutrophierungspotentials [9] 4	5

Nomenklatur

AP Versauerungspotential (engl. Acidification Potential)

EoL End-of-Life (Ansatz zur Betrachtung des Lebensendes unter Berücksichtigung

des potentiellen ökologischen Mehrwerts durch das Recycling und die Verwer-

tung eingesetzter Werkstoffe)

EP Eutrophierungspotential (engl. Eutrophication Potential)

GWP Treibhauspotential (engl. Global Warming Potential)

ODP Ozonabbaupotential (engl. Ozone Depletion Potential)

PEne Primärenergiebedarf aus nicht erneuerbaren energetischen Ressourcen

PEe Primärenergiebedarf aus erneuerbaren energetischen Ressourcen

PEges Primärenergiebedarf gesamt

POCP Photochemisches Oxidantienbildungspotential (engl. Photochemical ozone

creation potential)

EPD Umweltproduktdeklaration (engl. Environmental Product Declaration)

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Problemstellung

In den letzten Jahren wurden die Fortschritte bei der Energieeinsparung immer deutlicher. Betrug der Primärenergiebedarf eines Neubauhauses im Jahr 1990 durchschnittlich noch rund 150 kWh/(m²*a), ist er mit Einführung der EnEV 2012 auf unter 50 kWh/(m²*a) gesunken. Darüber hinaus können Leuchtturmprojekte diesen durchschnittlichen Wert sogar noch deutlich unterschreiten und sogenannte Effizienzhäuser Plus stellen mittlerweile mehr Energie bereit als sie selbst im Betrieb benötigen (vergleiche Abbildung 1).

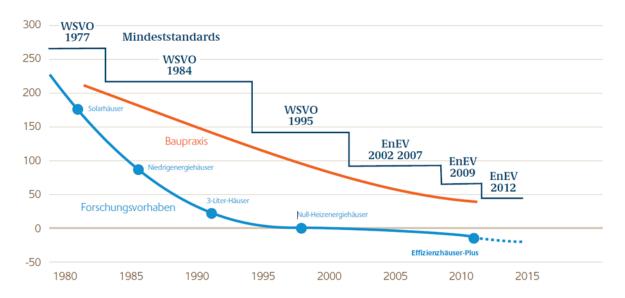


Abbildung 1: Entwicklung des energiesparenden Bauens in Deutschland [10].

Auf Grund dieses stark verringerten Energiebedarfs rücken zukünftig verstärkt Betrachtungen zur Optimierung ökologischer Umwelteinwirkungen über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes in den Vordergrund. Im Gegensatz zu Gebäuden mit erhöhtem Energiebedarf, bei denen die Gesamtumwelteinwirkungen durch die Nutzungsphase dominiert werden, ist bei "3-Liter Häusern" das Verhältnis zwischen Nutzungsphase und den Lebenszyklusphasen Herstellung, Instandhaltung und Lebensende annähernd ausgeglichen. Durch diesen proportional kleineren Einfluss der Nutzungsphase rücken die eingebrachten Materialen in den Fokus. Dies hat zur Folge, dass zukünftig bei "3-Liter Häusern" oder sogar "Effizienzhäusern Plus" der gesamte Lebenszyklus eines Gebäudes, speziell die Erstellung, die Instandhaltung und das Lebensende der eingesetzten Materialien oder Baustoffe der Gebäudekonstruktion stärkere Beachtung finden müssen. Umweltproduktdeklarationen (englisch Environmental Product Declaration (EPD)) bieten hierbei Produktherstellern eine ausgezeichnete Möglichkeit, lebenszyklusbasierte Informationen bereitzustellen.

Die Frage ist allerdings, ob sich der Einsatz von EPDs gegenüber der Verwendung generischer Ökobilanz-Datensätze lohnt. Hierzu soll die nachfolgende Studie eine Antwort liefern.

1.2 Ziel der Studie

Ziel der Studie ist die Fragestellung zu beantworten, ob sich die Verwendung von EPDs im Kontext einer DGNB Zertifizierung positiv auf die Darstellung der Umweltwirkungen auswirkt bzw. zu einem Anstieg der DGNB Bewertungspunkte führt.

Weiterhin soll analysiert werden, welche Aspekte relevant sind, um einen möglichen Vorteil weiter zu erhöhen. Hierbei wird vor allem auf die Faktoren eingegangen, die unter Umständen diese potentiellen Vorteile konterkarieren.

1.3 Exkurs Arten von Ökobilanzdatensätzen

Um das spätere Vorgehen einschätzen zu können ist ein grundsätzliches Verständnis der verschiedenen Arten von Ökobilanzdaten erforderlich. Grundsätzlich gibt es die folgenden Arten von Ökobilanzdatensätzen in der Ökobau.dat ([1][11] und [12]).

- Generische Ökobilanzdaten: Diese Ökobilanzdaten basieren auf Angaben aus allgemein zugänglichen Statistiken und anderen Literaturquellen und sind nicht verifiziert, sondern haben nur den Qualitätscheck der Ökobau.dat durchlaufen. Auf Grund dessen enthalten diese Datensätze je nach Repräsentativität und Vollständigkeit einen Sicherheitsaufschlag von 10%, 20% oder 30%. Dies stellt somit eine konservative Abschätzung dar. Ausgenommen hiervon sind die Nutzungsdatensätze.
- Umweltproduktdeklarationen (EPDs): Im Gegensatz zu generischen Datensätzen basieren EPDs auf primären Daten des Herstellers bzw. der Herstellergruppe. Sie werden von einem unabhängigen Prüfer verifiziert und als Hersteller-Deklaration ohne Sicherheitsaufschlag in die Ökobau.dat übernommen. Herstellergruppen-Deklarationen, die "keine enge Bandbreite der durchschnittlichen Ergebnisse nachweisen können" [13] erhalten einen Sicherheitsaufschlag von 10%. EPDs werden dabei in folgende Gruppen unterschieden:
 - 1. Hersteller-Deklarationen
 - a. Deklaration eines spezifischen Produkts aus einem Werk eines Herstellers
 - b. Deklaration eines spezifischen Produkts gemittelt aus mehreren Werken eines Herstellers
 - c. Deklaration eines durchschnittlichen Produkts aus einem Werk eines Herstellers
 - d. Deklaration eines durchschnittlichen Produkts gemittelt aus mehreren Werken eines Herstellers
 - 2. Herstellergruppen-Deklaration:
 - a. Deklaration eines spezifischen Produkts gemittelt aus mehreren Werken mehrerer Hersteller
 - b. Deklaration eines durchschnittlichen Produkts gemittelt aus mehreren Werken mehrerer Hersteller, z.B. bei "Verbands-EPDs"

Darüber hinaus gibt es weitere Arten von Ökobilanzdatensätzen, die jedoch nicht konform zu der EN15804 [6] sind. Diese finden keine Anwendung in dieser Studie und sind deshalb bei der Auflistung ausgeklammert.

1.4 Vorgehen

Um die möglichen Einsparpotentiale darstellen zu können, wurde das in Abbildung 2 dargestellte Vorgehen gewählt. Besonderer Wert liegt auf der Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse.

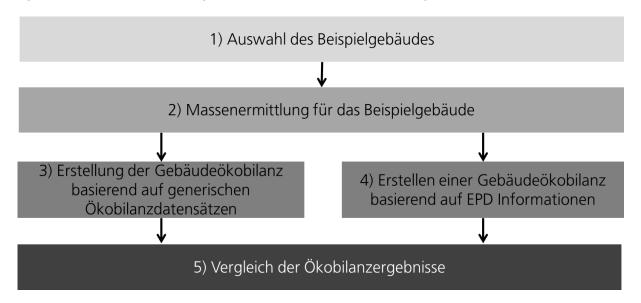


Abbildung 2: Vorgehensweise.

Nachfolgend werden die einzelnen Schritte erläutert.

1) Auswahl des Beispielgebäudes:

Das der Studie zu Grunde liegende Beispielbürogebäude wurde basierend auf dem abgeschlossenen Forschungsprojekt "Typologie-gestützte Kennwerte für die energetische Bewertung bestehender Nichtwohngebäude" [14] ausgewählt, um Repräsentativität (typische Größe, typische Bauweise, etc.) zu gewährleisten. Des Weiteren sind in der Studie nicht nur die Schichtaufbauten dokumentiert, sondern auch die entsprechenden Energiebedarfe für zwei verschiedene Energiestandards (Standard, Zukunft). Da das Einflusspotential der Nutzung von EPDs – wie oben erwähnt – stark von dem Energiestandard abhängt, ist es folglich sinnvoll beide Energiestandards zu betrachten.

2) Massenermittlung für das Beispielgebäude

Im Anschluss an die Auswahl des Beispielgebäudes werden für dessen Energiestandards "Standard" und "Zukunft" die jeweiligen Massen der Baumaterialien ermittelt und nach DIN 276 [15] Ebene 2 gegliedert. Fehlende Informationen werden intern abgeschätzt und dokumentiert. Ferner werden der jeweilige Ener-

giebedarf und die Energieträger dargestellt. Als Systemgrenzen der Betrachtung dienen hierbei die in den Kriterien ENV1.1 und ENV2.1definierten Anforderungen für ein vereinfachtes Verfahren für das DGNB-Zertifikat "Neubau Büro- und Verwaltungsgebäude, Version 2015" (NBV15).

3) Erstellung der Gebäudeökobilanz basierend auf generischen Ökobilanzdatensätzen

Basierend auf der Massenermittlung werden nun die generischen Ökobilanzdatensätze der Ökobau.dat (mit Stand 2016) für die Gebäudeökobilanz verwendet. Im Anschluss werden die Varianten ("Standard" und "Zukunft") hinsichtlich der Baumaterialien untersucht, die am meisten zu den Treibhausgasemissionen der Herstellungs- und Nachnutzungs-Phase beitragen. Diese Aufstellung dient der Relevanzbetrachtung und Identifikation, bei welchen generischen Datensätzen ein Ersatz durch spezifische EPD Datensätze potentiell den größten Einfluss hat.

4) Erstellen einer Gebäudeökobilanz basierend auf EPD Informationen

Auf Grundlage dieser Relevanzbetrachtung der haupteinflussgebenden Baumaterialien, werden diese – wenn möglich – durch produkt- und herstellerspezifische IBU EPDs ersetzt. Diese Abschätzung findet auf Basis der bauphysikalischen Eigenschaften der Baumaterialien statt. Nach der Zuordnung der EPDs werden die Gebäudeökobilanzmodelle auf Basis der EPD Informationen erstellt.

5) Vergleich der Ökobilanzergebnisse

Anschließend werden die Ergebnisse der Gebäudeökobilanzen des Beispiel Bürogebäudes – mit generischen Ökobilanzdatensätzen und mit EPDs – zusammengetragen und gegenübergestellt.

2 Rahmenbedingungen

2.1 Die Methode der Ökobilanz

Die Methode der Ökobilanz ist eine anerkannte Methode zur Quantifizierung der Umweltwirkungen von Prozessen, Produkten oder Dienstleistungen. Durch die Standardisierung der Methode nach ISO 14040 [2] und 14044 [3] sind der einheitliche Ansatz und die notwendige Transparenz zur Bewertung der verursachten Umweltwirkungen gewährleistet. Basierend auf dem Lebenszyklusgedanken werden mit dieser Methode alle entstehenden Umweltwirkungen über den gesamten Produktlebenszyklus von der Rohstoffbereitstellung über die Herstellung und Nutzung bis zur Verwertung am Lebensende berücksichtigt.

Eine Ökobilanz erfolgt in vier übergeordneten Schritten: Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung (Wirkungsanalyse/ -bilanz) und Interpretation der Ergebnisse. Entsprechend der definierten Rahmenbedingungen und der funktionellen Einheit der Studie (z.B. die Herstellung eines Bauteils oder der Transport von Handelsgütern) werden in der Sachbilanz alle ein- und ausgehenden Stoff- und Energieströme und entstehenden Emissionen der gesamten Prozesskette erfasst. In der Wirkungsabschätzung werden anschließend alle im Lebenszyklus entstehenden Emissionen den betrachteten Umwelteffekten zugeordnet (Klassifizierung) und anhand ihrer Beiträge in den entsprechenden Wirkungskategorien, wie z.B. dem Treibhauspotential, dargestellt (Charakterisierung) (siehe Abbildung 3).

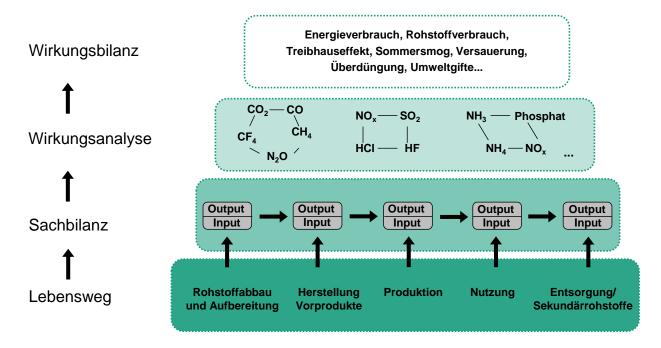


Abbildung 3: Lebenszyklusanalyse in der Ökobilanz.

Mit Hilfe der Ökobilanzergebnisse lassen sich die potentiellen Umweltwirkungen des betrachteten Systems darstellen, mögliche Schwachstellen erkennen und Maßnahmen zur ökologischen Optimierung eines Produktes ableiten.

Die Ergebnisse einer Ökobilanz bilden eine belastbare Grundlage zur Bewertung der produktbezogenen Umweltwirkungen. Auf dieser Basis lassen sich:

- signifikante Umweltwirkungen über den gesamten Produktlebenszyklus identifizieren,
- potentielle Umweltwirkungen zukünftiger Produktenwicklungen entwicklungsbegleitend einschätzen und somit mögliche Schwachstellen und Hot-Spots im Lebenszyklus zukünftiger Produkte ermitteln und vermeiden (Design for Environment),
- Umweltwirkungen von Produkten und Systemen quantitativ vergleichen.

2.2 Ziel und Untersuchungsrahmen

Die Definitionen des Ziels und Untersuchungsrahmens wurde entsprechend den Definitionen zur Gebäudeökobilanzierung der DGNB nach Systemvariante NBV15 getroffen. Tabelle 1 fasst die wichtigsten Festlegungen zusammen.

Tabelle 1: Definition des Ziels und Untersuchungsrahmens [4] [5].

Aspekt	Definition
Betrachtete Umweltwirkungen	Treibhauspotential (GWP), Ozonschichtabbaupotential (ODP), Ozonbildungspotential (POCP), Versauerungspotential (AP), Überdüngungspotential (EP), Primärenergie, nicht erneuerbar (PEne), Primärenergie, erneuerbar (PEe)
Datenbasis	Ökobau.dat 2016 und zusätzliche IBU EPD Datensätze
Funktionales Äquivalent	gesamtes Gebäude, ohne Außenanlagen
Referenzfluss	Temperierte Nettogrundfläche (m²) und Jahr
Betrachtete Lebenszyklusphasen	Herstellung (A1-A3) Instandsetzung (B3) Energiebedarf im Betrieb (B6) EoL (C3, C4) Potentiale für Wiederverwendung, Rückgewinnung und Recycling (D)
Berechnung des Energiebedarfs	Der Energiebedarf wurde der IWU Studie "Typologie Nichtwohngebäude" entnommen. Abseits des Energiebedarfs für Heizen, Kühlen und Beleuchtung werden keine weiteren Energiebedarfe betrachtet. Der Energiebedarf der Geräte (Computer, Aufzüge, etc.) wird nicht betrachtet.
Rechenverfahren	Einfaches Rechenverfahren (DGNB-Sicherheitsaufschlag: 20%)
Betrachtete Materialien (KG300)	310 Baugrube: vernachlässigt 320 Gründung: enthalten 330 Außenwände: enthalten 340 Innenwände: enthalten 350 Decken: enthalten 360 Dächer: enthalten 370 Baukonstruktive Einbauen: vernachlässigt 390 Sonstige Maßnahmen: vernachlässigt
Betrachtete Anlagentechnik (KG400)	410 Abwasser-, Abwasser, Gasanlagen: vernachlässigt 420 Wärmeversorgungsanlagen: enthalten 430 Lüftungsanlagen: Energiebedarf im Betrieb (B6) enthalten 440 Starkstromanlagen: vernachlässigt 450 Fernmelde- und informationstechnische Anlagen: vernachlässigt 460 Förderanlagen, Aufzug: Energiebedarf im Betrieb (B6) enthalten 470 Nutzungsspezifische Anlagen: vernachlässigt
Betrachtungszeitrahmen	50 Jahre
Lebensdauern	Nach Leitfaden nachhaltiges Bauen

2.3 Beschreibung des untersuchtes Gebäudes

Bei der Auswahl des Beispielgebäudes wurde auf die Studie "Typologie-gestützte Kennwerte für die energetische Bewertung bestehender Nichtwohngebäude" [14] zurückgegriffen. Das Bürogebäude steht stellvertretend für eine Reihe vergleichbarer Gebäude mit entsprechender Bauweise (vgl. Abbildung 4 und Abbildung 5). Nachfolgend werden die wesentlichen Charakteristika des Gebäudes vorgestellt (siehe Tabelle 2).



Abbildung 4: Ansicht Gericht_2003 [14].

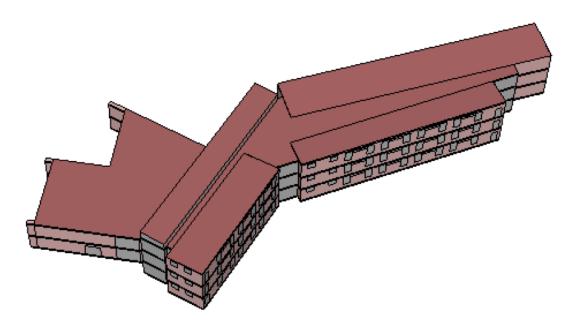


Abbildung 5: 3d Modell Gericht_2003 [14].

Tabelle 2: Übersicht über die wichtigsten Charakteristika des gewählten Beispielgebäudes.

Aspekt	Definition
Name	Gericht_2003
Baualtersklasse	Ab 1995
Gebäudekategorie	Büro- und Verwaltungsgebäude
Baujahr	2003
Anzahl der Vollgeschosse	3 (71 %), 2 (29 %)
Fensteranteil	38 %
A/V- Verhältnis	o,39 m ⁻¹
Nettogrundfläche (NGF)	3969 m²
Energiebezugsfläche (EBF)	3055 m²
320 Gründung	Stahlbeton
330 Außenwände	Fenster: Aluminiumfenster mit Wärmeschutzverglasung Außenwand: Stahlbeton mit WDVS
340 Innenwände	Nichttragende Innenwände: Gipskarton Tragende Innenwände: Stahlbeton
350 Decken	Stahlbetondecke mit schwimmenden Estrich
36o Dächer	Stahlbeton mit Wärmedämmung
420 Energiebereitstellung	Wärmeversorgung: Gas-Zentralheizung Lüftung: Zu- und Abluftanlage mit Heizregister und 60 % WRG
Endenergie Standard	Wärme: 106,53 kWh/(m² NGF/ Jahr)¹ Strom: 23,13 kWh/(m² NGF / Jahr)
Endenergie Zukunft	Wärme: 53,27 kWh/(m² NGF/ Jahr) ¹ Strom: 19,75 kWh/(m² NGF/ Jahr)

Die einzelnen Schichtaufbauen des Beispielgebäudes werden im Anhang A detailliert aufgelistet und sind nach dem jeweiligen Energiestandard und der Kostengruppe gegliedert (siehe Anhang A2).

_

¹ Umrechnung von Energiebezugsfläche (EBF) auf Nettogrundfläche (NGF)

3 Auswertung

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Studie je nach Energiestandard ("Standard" bzw. "Zukunft") und Datenquelle (Ökobau.dat bzw. EPD) dargestellt. Dabei werden die absoluten Ergebnisse der Ökobilanz über den gesamten Lebenszyklus dargestellt und anschließend die Punkte der einzelnen Umweltindikatoren nach DGNB berechnet, die in die Bewertung der Gesamt-Gebäudeperformance fließen. Die Umweltwirkungen der Herstellung werden zur besseren Veranschaulichung gesondert dargestellt.

Die Berechnung der DGNB-Punkte der jeweiligen Umweltwirkungen bzw. Indikatoren wird gemäß den Festlegungen der DGNB Systemvariante NBV15 durchgeführt. Tabelle 3 fasst die Festlegungen zur Punkteberechnung zusammen.

Tabelle 3: Festlegung Punkteberechnung nach DGNB NBV15 [5].

Indikator	Einheit	Zielwert 1 ²	Zielwert 2 ³	Zielwert 3 ⁴	Referenzwert	Grenzwert
PEges	MJ	191	257	322	805	1127
PEne	MJ	299	405	511,93	731	1024
PEe/PEges	[]	0,2				0,02
GWP	CO ₂ E	28,09	31,67	35,26	50,37	70,52
АР	SO ₂ E	5,35E-02	5,81E-02	6,27E-02	8,96E-02	1,52E-01
POCP	C ₂ H ₄ E	5,60E-03	6,04E-03	6,48E-03	9,26E-03	1,85E-02
EP	PO ₄ ³⁻ E	4,80E-03	5,55E-03	6,31E-03	9,01E-03	1,80E-02

² Bei Unterschreitung des Zielwert 1 werden 120 Punkte gewährt

³ Bei Unterschreitung des Zielwert 2, aber Überschreitung des Zielwert 1 wird zwischen 110 und 120 Punkten interpoliert

⁴ Bei Unterschreitung des Zielwert 3, aber Überschreitung des Zielwert 2 wird zwischen 100 und 110 Punkten interpoliert

3.1 Energiestandard "Standard"

3.1.1 Generische Ökobilanzdatensätze

oerblick über die LCA Ergebnisse													50	Jahre
				Treibhaus- potenzial	Ozonschicht- abbaupotenzial	Ozonbildungs- potenzial	Versauerungs- potenzial	Überdüngungs- potenzial	Nichterneuerb arer Primärenergieb edarf	Erneuerbarer Primärenergieb edarf	Gesamtprimär- energiebedarf	Abiotischer Ressourcenverb rauch - Stofflich	Abiotischer Ressourcenverbra uch - Fossil	Wasserverbrauch
				GWP / CO ₂	ODP / CFC ₁₁	POCP / C ₂ H ₄	AP / SO ₂	EP / PO ₄ ⁻³	PENRT / MJ	PERT / MJ	PEges / MJ	ADPE/ Sb	ADPF / MJ	FW /m3
			Einheit	[kg/(m²NGF*a)]	[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[kg/(m²NGF*a)]	[MJ/m²NGF*a]	[m³/m²NGF*a]
Gesamter Lebenszyklus	A-D	Gref	Gesamtwert (K+N)	50,37		9,26E-03	8,96E-02	9,01E-03	731,33	73,34	804,67			
Produktion	Α													
Instandhaltung Abfallbehandlung zur Wiederverwendung, Rückgewinnung und/ oder Recycling Deponierung	B2	Herstellung, Kref Instandhaltung und												
Abfallbehandlung zur Wiederverwendung,	C3		Herstellung,					1				nicht	nicht	
Rückgewinnung und/ oder Recycling			9,40	nicht deklariert	4,20E-03	3,70E-02	4,70E-03	123,00	28,00	151,00	deklariert	deklariert	nicht deklarie	
Deponierung	C4		Entsorgung					l				deklariert	deklariert	
Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze	D													
Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze		Nref	Betrieb	40,97	nicht deklariert	5,06E-03	5,26E-02	4,31E-03	608,33	45,34	653,67	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklarie
Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	В6	Nsref	Strombedarf	14,34	nicht deklariert	1,76E-03	2,38E-02	2,29E-03	203,50	34,69	238,19	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklarie
		Nwref	Wärmebedarf	26,63	nicht deklariert	3,30E-03	2,88E-02	2,02E-03	404,83	10,65	415,48	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklarie
Gesamter Lebenszyklus	A-D	Gist	Gesamtwert (K+N)	43,10	3,49E-09	5,38E-03	4,28E-02	5,64E-03	664,63	99,90	764,54	1,06E-04	6,00E+02	1,20E-01
	A1 A2 A3	Rohstoffgewinr Transport zum I Herstellung	· ·	6,17	6,62E-09	1,54E-03	1,55E-02	1,74E-03	74,57	9,02	83,58	8,85E-05	6,78E+01	2,96E-01
		KG 320	Gründung	1,03	1,92E-09	2,16E-04	1,92E-03	2,37E-04	11,62	1,04	12,66	9,71E-07	1,08E+01	4,87E-02
Produktion		KG 330	Außenwände	1,84	4,25E-10	4,22E-04	6,10E-03	6,09E-04	23,78	4,51	28,30	1,35E-05	2,03E+01	1,25E-02
		KG 340	Innenwände	1,05	7,91E-10	3,90E-04	3,23E-03	3,48E-04	12,18	1,22	13,40	6,25E-05	1,15E+01	1,45E-01
		KG 350	Decken	1,50	3,46E-09	2,94E-04	2,75E-03	3,57E-04	16,73	1,34	18,07	5,71E-06	1,57E+01	8,69E-02
		KG 360	Dächer	0,74	2,78E-11	2,13E-04	1,46E-03	1,80E-04	10,02	0,88	10,89	2,99E-06	9,20E+00	2,66E-03
<u> </u>		KG 400	Bauwerk-Technische Anlagen	0,02	1,06E-12	7,19E-06	8,35E-05	6,89E-06	0,23	0,03	0,26	2,83E-06	2,16E-01	1,01E-04
<u> </u>	B2	Instandhaltung		0,76	-2,28E-10	3,03E-04	2,09E-03	3,06E-04	11,98	0,62	12,60	1,04E-05	1,14E+01	-1,29E-01
Nutzung	B6		für das Betreiben des Gebäude	37,12	8,62E-10	3,95E-03	3,00E-02	3,82E-03	574,88	90,64	665,51	9,21E-06	5,34E+02	4,92E-02
	B6	5	Strombedarf	12,36	8,44E-10	1,41E-03	1,89E-02	3,05E-03	166,11	89,93	256,04	8,05E-06	1,26E+02	4,83E-02
	B6		Wärmebedarf	24,76	1,76E-11	2,54E-03	1,11E-02	7,68E-04	408,77	0,70	409,47	1,16E-06	4,08E+02	8,47E-04
Entsorgung	C3 C4	Abfallbehandlu Deponierung	ing zur Wiederverwendung,	0,46	4,88E-11	8,56E-05	6,24E-04	1,60E-04	1,60	-0,19	1,42	1,24E-07	1,56E+00	5,78E-03
Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze	D		n und Lasten außerhalb der Systemgrenze	-1,42	-3,81E-09	-5,00E-04	-5,38E-03	-3,89E-04	1,60	-0,19	1,42	-2,18E-06	-1,50E+01	-1,02E-01

Abbildung 6: Ergebnisse Variante Energiestandard "Standard" – Generische Ökobilanzdaten (ohne DGNB-Sicherheitsaufschlag)

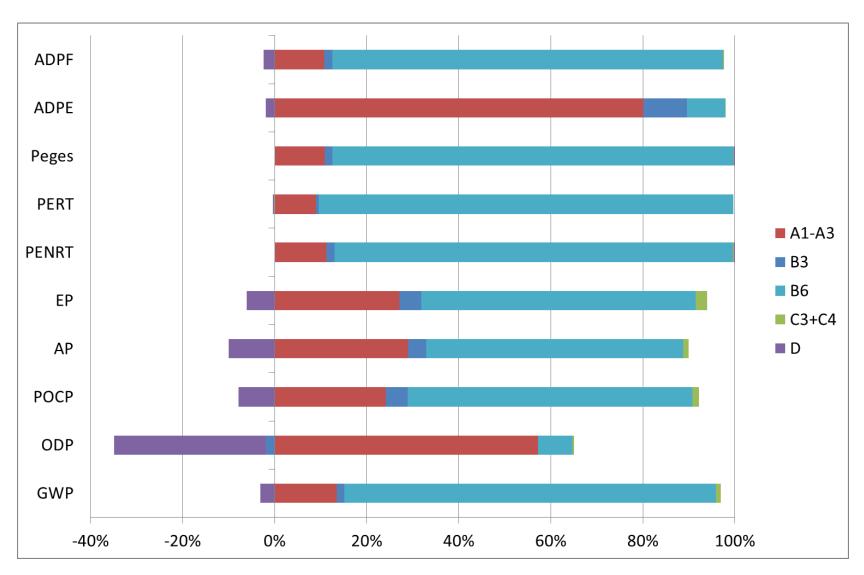


Abbildung 7: Verteilung der Umweltemissionen je Lebenszyklusphase Variante Energiestandard "Standard" – Generische Ökobilanzdaten

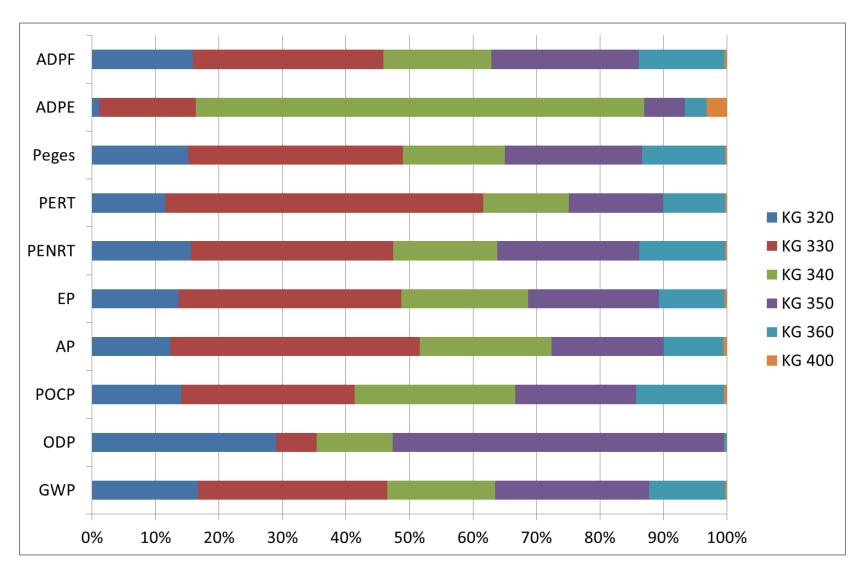


Abbildung 8: Verteilung der Umweltemissionen der Herstellungsphase je Kostengruppe Variante Energiestandard "Standard" – Generische Ökobilanzdaten

Tabelle 4: Berechnung der Checklistenpunkte Variante Energiestandard "Standard" – Generische Ökobilanzdaten (Inklusive DGNB-Sicherheitsaufschlag von 20%)

Indikator	PEges	PEne	PEe/PEges	GWP	AP	POCP	EP
	[MJ]	[M]	[]	[CO ₂ E]	[SO₂E]	[C₂H₄E]	[PO ₄ ³⁻ E]
Ist Werte	784	683	0,13	44,30	4,54E-02	5,66E-03	6,00E-03
G ref	805	731	0,00	50,37	8,96E-02	9,26E-03	9,01E-03
K ref	151	123		9,40	3,70E-02	4,20E-03	4,70E-03
N ref	654	608		40,97	5,26E-02	5,06E-03	4,31E-03
Zielwert 1	191	299	0,2	28,09	5,35E-02	5,6oE-o3	4,8oE-o3
Zielwert 2	257	405		31,67	5,81E-02	6,04E-03	5,55E-03
Zielwert 3	322	511,93		35,26	6,27E-02	6,48E-o3	6,31E-03
Grenzwert	1127	1024	0,02	70,52	1,52E-01	1,85E-02	1,80E-02
Checklistenpunkte	28,2	61,1	32,4	70,1	120,0	118,5	104,1
Grenzwert Punkte	5	10	5	10	10	10	10
Referenzwert Punkte	25	50		50	50	50	50
Zielwert 3 Punkte	100	100	50	100	100	100	100
Zielwert 2 Punkte	110	110		110	110	110	110
Zielwert 1 Punkte	120	120		120	120	120	120

In Abbildung 7 sind die Umweltwirkungen gegliedert nach ihren relativen Anteilen der verschiedenen Lebenszyklusphasen in Prozent veranschaulicht. Dabei wird deutlich, dass die Lebenszyklusphase Nutzung (B6) maßgeblich für die Umweltwirkungen in den meisten Umweltwirkungskategorien verantwortlich ist. Besonders stark zeigt sich der Effekt bei energetisch dominierten Umweltwirkungskategorien bzw. Indikatoren, wie z.B. Primärenergie und GWP. Dies ist im hohen Energiebedarf des Gebäudes während der Nutzung begründet. Aber auch bei weiteren Umweltwirkungskategorien, wie EP und AP ist die Nutzungsphase ausschlaggebend und wird insbesondere durch den Strombedarf bestimmt. Neben der Nutzungsphase veranschaulicht die Abbildung ebenfalls den Einfluss der Herstellungsphase (A1-A3).

In Abbildung 8 sind die Umweltwirkungen der Lebenszyklusphase Herstellung (A1-A3) gesondert aufgetragen und der Einfluss der jeweiligen Kostengruppe (KG) nach DIN 276 [15] in Prozent dargestellt. Besonders die Kostengruppen KG330 (Außenwände) und KG350 (Decken) spielen eine bedeutende Rolle. Ferner sind die Kostengruppen KG320 (Gründung), KG340 (Innenwände) und KG360 (Dächer) von Relevanz. Die Kostengruppe KG 400 (Anlagentechnik) ist von untergeordneter Bedeutung. Die Gründe liegen in der ausschließlichen Berücksichtigung der KG420 (Wärmeversorgungsanlagen) sowie des vereinfachten Rechenverfahrens der DGNB, die dazu führen, dass sehr geringe Aufwände berücksichtigt werden. Weist das Gebäude allerdings deutlich komplexere Anlagentechnik auf, wie z.B. Lüftungsanlagen, Bauteilaktivierung, PV Anlage, etc. können zusätzliche Umweltwirkungen auftreten. Hohe Werte im Umweltindikator elementares ADP werden zumeist durch den Einsatz spezifischer Metalle hervorgerufen, bspw. der Stahlbedarf für Profile der Innenwände in KG340.

Bei der Betrachtung der DGNB Punkteberechnung des Energiestandards "Standard" (siehe Tabelle 4) ist auffallend, dass bei den Umweltkategorien AP, EP und POCP bereits durch die Nutzung generischer Ökobilanzdaten eine Checklistenpunktebewertung nahe am DGNB Zielwert erreicht werden kann. Im Gegensatz dazu werden bei den energetisch dominierten Umweltkategorien GWP, PEne, PEges und PEe/PEges wesentlich geringere Checklistenpunkte erzielt. Diese liegen etwas über den Referenzwertpunkten. Die Ermittlung der Bewertungspunkte erfolgt anschließend durch Gewichtung der erreichten Checklistenpunkte auf Basis spezifischer Gewichtungsschlüssel. Je höher die erreichten Checklistenpunkte in den einzelnen Umweltindikatoren, desto höher auch das Bewertungsergebnis in den Kriterien ENV1.1 und ENV2.1 gemäß NBV15 [5].

3.1.2 EPD Datensätze

Über	blick über die LCA Ergebnisse													50	Jahre
					Treibhaus- potenzial	Ozonschicht- abbaupotenzial	Ozonbildungs- potenzial	Versauerungs- potenzial	Überdüngungs- potenzial	Nichterneuerb arer Primärenergieb edarf	Erneuerbarer Primärenergieb edarf	Gesamtprimär- energiebedarf	Abiotischer Ressourcenverb rauch - Stofflich	Abiotischer Ressourcenverbra uch - Fossil	Wasserverbrauch
		GWP / CO ₂	ODP / CFC ₁₁	POCP / C ₂ H ₄	AP / SO ₂	EP / PO ₄ -3	PENRT / MJ	PERT / MJ	PEges / MJ	ADPE/ Sb	ADPF / MJ	FW /m3			
				Einheit	[kg/(m²NGF*a)]	[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[kg/(m²NGF*a)]	[MJ/m²NGF*a]	[m³/m²NGF*a]
	Gesamter Lebenszyklus	A-D	Gref	Gesamtwert (K+N)	50,37		9,26E-03	8,96E-02	9,01E-03	731,33	73,34	804,67			
	Produktion	Α													
<u>e</u>	Instandhaltung	B2						3,70E-02							
zgebäude	Abfallbehandlung zur Wiederverwendung,	C3		Herstellung,									nicht	nicht	
	Rückgewinnung und/ oder Recycling	C3	Kref	Instandhaltung und	9,40	nicht deklariert	4,20E-03		4,70E-03	123,00	28,00	151,00			nicht deklariert
	Deponierung	C4		Entsorgung									deklariert	deklariert	
ızgε	Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze	D													
Referenz			Nref	Betrieb	40,97	nicht deklariert	5,06E-03	5,26E-02	4,31E-03	608,33	45,34	653,67	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklariert
Ref	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	В6	Ns ref	Strombedarf	14,34	nicht deklariert	1,76E-03	2,38E-02	2,29E-03	203,50	34,69	238,19	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklariert
			Nwref	Wärmebedarf	26,63	nicht deklariert	3,30E-03	2,88E-02	2,02E-03	404,83	10,65	415,48	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklariert
	Gesamter Lebenszyklus	A-D	Gist	Gesamtwert (K+N)	41,70	1,22E-07	5,96E-03	4,09E-02	5,37E-03	644,96	96,99	741,95	4,77E-05	5,89E+02	3,61E-01
		A1 A2 A3	Rohstoffgewinn Transport zum F Herstellung	_	4,01	1,22E-07	1,63E-03	1,05E-02	1,21E-03	56,53	5,62	62,16	3,68E-05	4,95E+01	2,10E+00
			KG 320	Gründung	0,80	3,20E-08	3,32E-04	1,43E-03	1,87E-04	11,22	0,76	11,98	1,62E-06	9,71E+00	1,76E+00
a	Produktion		KG 330	Außenwände	0,96	2,04E-08	3,11E-04	4,59E-03	4,26E-04	12,88	2,33	15,21	3,66E-06	1,11E+01	8,95E-03
pn			KG 340	Innenwände	0,44	1,06E-08	1,30E-04	1,08E-03	1,43E-04	6,36	0,82	7,18	1,93E-05	5,70E+00	2,19E-01
a: C			KG 350	Decken	1,25	3,22E-08	4,09E-04	2,20E-03	2,95E-04	16,78	1,09	17,87	6,53E-06	1,51E+01	9,77E-02
þä			KG 360	Dächer	0,55	2,70E-08	4,43E-04	1,17E-03	1,49E-04	9,06	0,60	9,66	2,85E-06	7,69E+00	1,27E-02
Ge			KG 400	Bauwerk-Technische Anlagen	0,02	1,06E-12	7,19E-06	8,35E-05	6,89E-06	0,23	0,03	0,26	2,83E-06	2,16E-01	1,01E-04
		B2	Instandhaltung		0,79	2,10E-09	5,43E-04	2,92E-03	4,04E-04	12,19	0,75	12,95	3,73E-06	1,16E+01	-7,64E-03
<u>st</u>	Nutzung	B6	Energieeinsatz t	für das Betreiben des Gebäude	37,12	8,62E-10	3,95E-03	3,00E-02	3,82E-03	574,88	90,64	665,51	9,21E-06	5,34E+02	4,92E-02
	g	B6		Strombedarf	12,36	8,44E-10	1,41E-03	1,89E-02	3,05E-03	166,11	89,93	256,04	8,05E-06	1,26E+02	4,83E-02
		B6		Wärmebedarf	24,76	1,76E-11	2,54E-03	1,11E-02	7,68E-04	408,77	0,70	409,47	1,16E-06	4,08E+02	8,47E-04
	Entsorgung	C3 C4	Abfallbehandlu Deponierung	ng zur Wiederverwendung,	0,45	5,46E-11	5,16E-05	3,06E-04	1,03E-04	0,68	-0,01	0,67	3,02E-08	6,58E-01	1,19E-01
	Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze	D		und Lasten außerhalb der Systemgrenze	-0,66	-3,42E-09	-2,19E-04	-2,87E-03	-1,63E-04	0,68	-0,01	0,67	-2,03E-06	-7,49E+00	-1,90E+00

Abbildung 9: Ergebnisse Variante Energiestandard "Standard" – EPD Datensätze (ohne DGNB-Sicherheitsaufschlag)

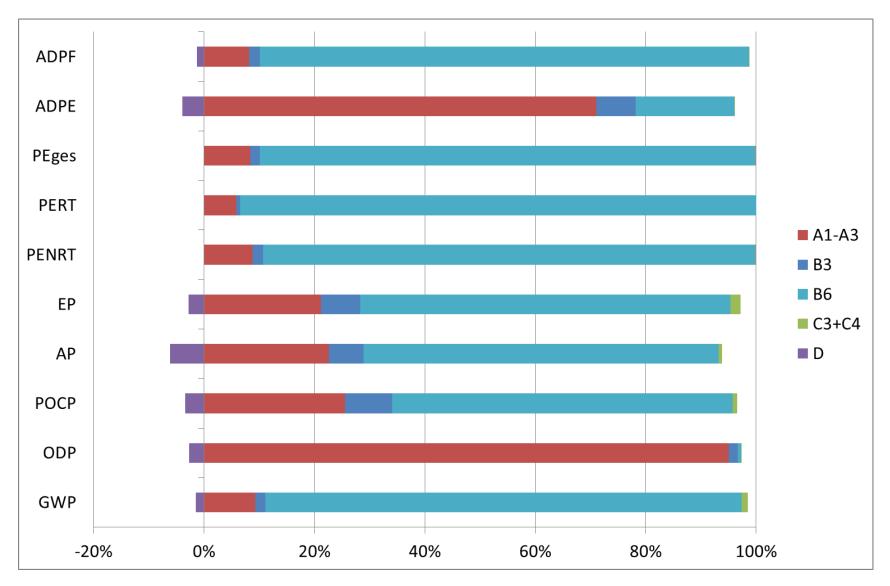


Abbildung 10: Verteilung der Umweltemissionen je Lebenszyklusphase Variante Energiestandard "Standard" – EPD Daten

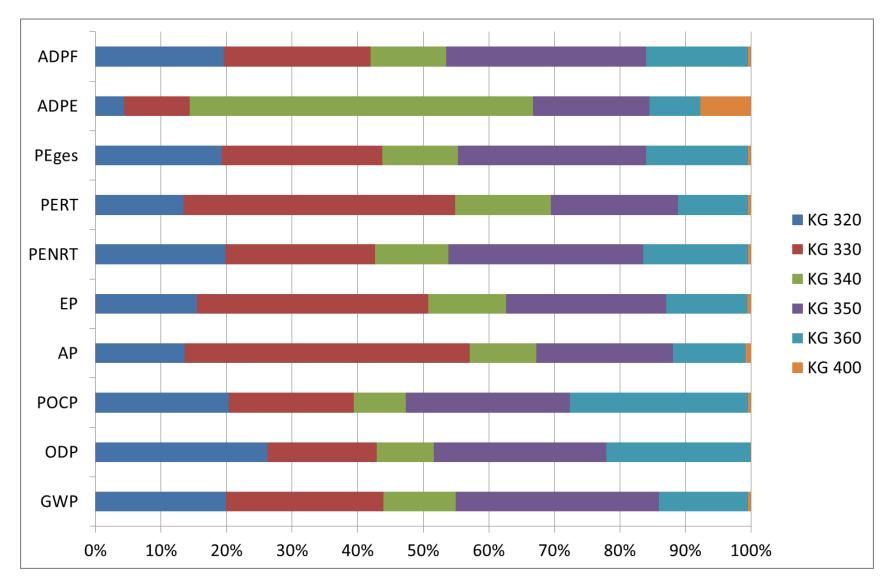


Abbildung 11: Verteilung der Umweltemissionen der Herstellungsphase je Kostengruppe Variante Energiestandard "Standard" – EPD Daten

Tabelle 5: Berechnung der Checklistenpunkte Variante Energiestandard "Standard" – EPD Daten (inklusive DGNB-Sicherheitsaufschlag von 20%)

Indikator	PEges	PEne	PEe/PEges	GWP	AP	POCP	EP
	[MJ]	[MJ]	[]	[CO ₂ E]	[SO ₂ E]	[C₂H₄E]	[PO ₄ ³⁻ E]
Ist Werte	757	659	0,13	42,62	4,31E-02	6,36E-03	5,68E-03
G ref	805	731	0,00	50,37	8,96E-02	9 , 26E-03	9,01E-03
K ref	151	123		9,40	3,70E-02	4,20E-03	4,70E-03
N ref	654	608		40,97	5,26E-02	5,06E-03	4,31E-03
Zielwert 1	191	299	0,2	28,09	5,35E-02	5,60E-03	4,80E-03
Zielwert 2	257	405		31,67	5,81E-02	6,04E-03	5,55E-03
Zielwert 3	322	511,93		35,26	6,27E-02	6 , 48E-03	6,31E-03
Grenzwert	1127	1024	0,02	70,52	1,52E-01	1,85E-02	1,80E-02
Checklistenpunkte	32,4	66,5	32,4	75,6	120	102,8	108,3
Grenzwert Punkte	5	10	5	10	10	10	10
Referenzwert Punkte	25	50		50	50	50	50
Zielwert 3 Punkte	100	100	50	100	100	100	100
Zielwert 2 Punkte	110	110		110	110	110	110
Zielwert 1 Punkte	120	120		120	120	120	120

In Abbildung 10 sind die relativen Anteile der Umweltwirkungen auf Basis der Nutzung von EPD Daten in Prozent aufgetragen und ebenfalls nach verschiedenen Lebenszyklusphasen gegliedert. Analog den Ergebnissen bei Verwendung von generischen Daten, wird auch bei der Verwendung von EPD Daten deutlich, dass die Lebenszyklusphase Nutzung (B6) für die meisten Umweltwirkungskategorien maßgeblich von Bedeutung ist. An dieser Stelle muss allerdings erwähnt werden, dass für die Nutzungsphase (B6) keine EPD Daten vorliegen und deshalb hier ebenfalls auf die generischen Datensätze zurückgegriffen wurde. Erneut wird deutlich, dass besonders die energetisch dominierten Umweltwirkungskategorien wie etwa Primärenergie und GWP maßgeblich durch die Nutzungsphase bestimmt sind.

In Abbildung 11 sind die Umweltwirkungen der Lebenszyklusphase Herstellung (A1-A3) aufgetragen und der Einfluss der jeweiligen Kostengruppe (KG) nach DIN 276 [15] relativ dargestellt. Auch bei der Verwendung von EPD Daten weisen erneut besonders die Kostengruppen KG320 (Gründung), KG330 (Außenwände), KG350 (Decken), KG340 (Innenwände) und KG360 (Dächer) hohe Anteile auf. Ähnlich der Ermittlung des Ökobilanzergebnisses mittels generischer Datensätze ist der Einfluss der KG400 (Anlagentechnik) aus bereits erläuterten Gründen sehr gering.

Bei der Betrachtung der Punkteberechnung des Energiestandards "Standard" (siehe Tabelle 5) wird erneut deutlich dass auch bei einer Bewertung auf Basis von EPD Daten für die Umweltwirkungskategorien AP, EP und POCP hohe Checklistenpunkte nahe dem DGNB-Zielwert erreicht werden können. Bei energetisch dominierten Umweltindikatoren wie GWP, PEne, PEges und PEe/PEges werden analog der Nutzung generischer Datensätze Checklistenpunkte im Bereich der DGNB-Referenzwerte erzielt. Im Vergleich zu den Ergebnissen bei Verwendung generischer Datensätze liegen diese allerdings höher. Bei der Umweltkategorie POCP werden geringere Checklistenpunkte erzielt. Dies liegt in den Umweltwirkungen der verwendeten Datensätze "Transportbeton C20/25" (generisch) und dem EPD-Verbandsdatensatz "Beton C20/25" begründet. Der Datensatz "Transportbeton C20/25" weist pro 1 kg Beton einen Beitrag zur photochemischen Oxidantienbildung (POCP) in Höhe von 6,62E-6 kg Ethen-Äqv. auf. Der EPD-Verbandsdatensatz "Beton C20/25" referenziert auf 1 m³ Beton und weist einen Beitrag zum POCP in Höhe von 0,03300 kg Ethen-Äqv. auf. Umgerechnet auf 1 kg Beton entspricht das einem Wert von ca. 13,75 E-6 kg Ethen-Äqv. n. Damit weist der EPD-Verbandsdatensatz eine um ca. Faktor 2 höhere Umweltwirkung aus als der generische Datensatz.

3.2 Energiestandard "Zukunft"

3.2.1 Generische Ökobilanzdatensätze

Über	blick über die LCA Ergebnisse													50	Jahre
					Treibhaus- potenzial	Ozonschicht- abbaupotenzial	Ozonbildungs- potenzial	Versauerungs- potenzial	Überdüngungs- potenzial	Nichterneuerb arer Primärenergieb edarf	Erneuerbarer Primärenergieb edarf	Gesamtprimär- energiebedarf	Abiotischer Ressourcenverb rauch - Stofflich	Abiotischer Ressourcenverb rauch - Fossil	Wasserverbrauch
					GWP / CO2	ODP / CFC11	POCP / C2H4	AP / SO2	EP / PO4-3	PENRT / MJ	PERT / MJ	PEges / MJ	ADPE/ Sb	ADPF / MJ	FW /m3
				Einheit	[kg/(m²NGF*a)]	[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[kg/(m²NGF*a)]	[MJ/m²NGF*a]	[m³/m²NGF*a]
	Gesamter Lebenszyklus	A-D	Gref	Gesamtwert (K+N)	50,37		9,26E-03	8,96E-02	9,01E-03	731,33	73,34	804,67			
(I)	Produktion	Α													
gebäude	Instandhaltung	B2		Herstellung,			t 4,20E-03	3,70E-02							
ņ	Abfallbehandlung zur Wiederverwendung,	C3	Kref	Instandhaltung und	9.40	nicht deklariert			4,70E-03	122.00	28,00	151.00	nicht	nicht	nicht deklariert
ρŞ	Rückgewinnung und/ oder Recycling			Entsorgung	9,40	nicht deklariert				123,00	28,00	151,00	deklariert	deklariert	ment deklariert
3 6	Deponierung	C4		Entsorgung							,				
Z Z	Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze	D													
Referenz			Nref	Betrieb	40,97	nicht deklariert	5,06E-03	5,26E-02	4,31E-03	608,33	45,34	653,67	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklariert
Refe	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	В6	Ns ref	Strombedarf	14,34	nicht deklariert	1,76E-03	2,38E-02	2,29E-03	203,50	34,69	238,19	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklariert
			Nwref	Wärmebedarf	26,63	nicht deklariert	3,30E-03	2,88E-02	2,02E-03	404,83	10,65	415,48	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklariert
	Gesamter Lebenszyklus	A-D	Gist	Gesamtwert (K+N)	29,32	3,11E-09	4,11E-03	3,54E-02	4,91E-03	442,37	86,74	529,12	1,06E-04	3,83E+02	-1,48E-02
		A1 A2 A3	Rohstoffgewinr Transport zum H Herstellung	-	6,36	6,63E-09	1,67E-03	1,61E-02	1,80E-03	78,72	9,26	87,98	8,92E-05	7,17E+01	2,97E-01
			KG 320	Gründung	1,06	1,92E-09	2,40E-04	1,97E-03	2,42E-04	12,37	1,07	13,44	9,79E-07	1,15E+01	4,88E-02
a	Produktion		KG 330	Außenwände	1,90	4,27E-10	4,41E-04	6,35E-03	6,44E-04	24,41	4,57	28,98	1,41E-05	2,09E+01	1,27E-02
힏			KG 340	Innenwände	1,05	7,91E-10	3,90E-04	3,23E-03	3,48E-04	12,18	1,22	13,40	6,25E-05	1,15E+01	1,45E-01
äu			KG 350	Decken	1,54	3,46E-09	3,02E-04	2,84E-03	3,66E-04	17,26	1,43	18,69	5,72E-06	1,62E+01	8,71E-02
eb			KG 360	Dächer	0,81	3,31E-11	2,85E-04	1,62E-03	1,96E-04	12,26	0,95	13,21	3,01E-06	1,14E+01	3,02E-03
Ğ			KG 400	Bauwerk-Technische Anlagen	0,02	1,06E-12	7,19E-06	8,35E-05	6,89E-06	0,23	0,03	0,26	2,83E-06	2,16E-01	1,01E-04
占		B2	Instandhaltung		0,93	-3,33E-10	3,89E-04	2,46E-03	3,53E-04	14,18	0,70	14,88	1,11E-05	1,36E+01	-1,83E-01
<u>v</u>	Nutzung	B6	Energieeinsatz	für das Betreiben des Gebäude	22,93	7,30E-10	2,47E-03	2,17E-02	2,99E-03	346,23	77,15	423,38	7,45E-06	3,12E+02	4,17E-02
		B6		Strombedarf	10,56	7,21E-10	1,21E-03	1,61E-02	2,61E-03	141,85	76,80	218,64	6,87E-06	1,08E+02	4,13E-02
		B6		Wärmebedarf	12,38	8,79E-12	1,27E-03	5,54E-03	3,84E-04	204,38	0,35	204,73	5,81E-07	2,04E+02	4,23E-04
	Entsorgung	C3 C4	Abfallbehandlu Deponierung	ng zur Wiederverwendung,	0,57	5,10E-11	8,67E-05	6,33E-04	1,61E-04	1,63	-0,18	1,44	1,25E-07	1,58E+00	7,04E-03
	Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze	D		und Lasten außerhalb der Systemgrenze	-1,48	-3,96E-09	-5,07E-04	-5,46E-03	-3,97E-04	1,63	-0,18	1,44	-2,19E-06	-1,58E+01	-1,77E-01

Abbildung 12: Ergebnisse Variante Energiestandard "Zukunft" – Generische Ökobilanzdatensätze (ohne DGNB-Sicherheitsaufschlag)

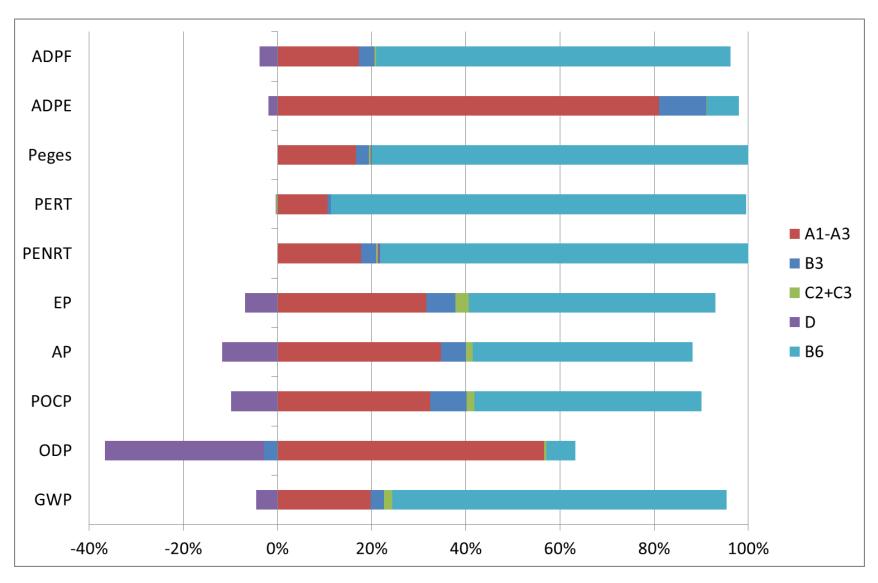


Abbildung 13: Verteilung der Umweltemissionen je Lebenszyklusphase Variante Energiestandard "Zukunft" – Generische Ökobilanzdaten

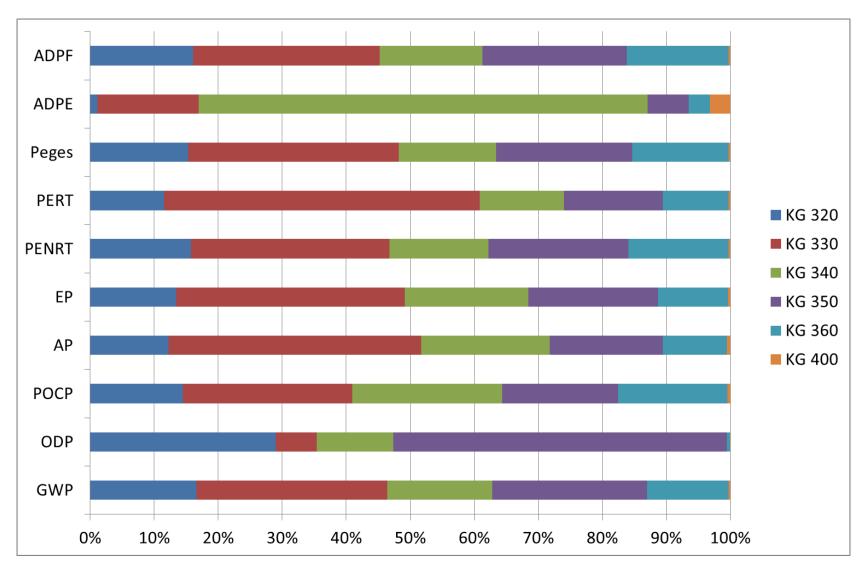


Abbildung 14: Verteilung der Umweltemissionen der Herstellungsphase Variante Energiestandard "Zukunft" – Generische Ökobilanzdaten

Tabelle 6: Berechnung der Checklistenpunkte Variante Energiestandard "Zukunft" – Generische Ökobilanzdaten (inklusive DGNB-Sicherheitsaufschlag von 20%)

Indikator	PEges	PEne	PEe/PEges	GWP	AP	POCP	EP	
	[MJ]	[MJ]	[]	[CO₂E]	[SO ₂ E]	[C₂H₄E]	[PO ₄ ³-E]	
Ist Werte	550	462	0,160	30,6	3,81E-02 4,43E-03		5,30E-03	
G ref	805	731	0,00	50,37	8,96E-02	9,26E-03	9,01E-03	
K ref	151	123		9,40	3,70E-02	3,70E-02 4,20E-03		
N ref	654	608		40,97	5,26E-02	5,06E-03	4,31E-03	
Zielwert 1	191	299	0,2	28,09	5,35E-02	5,60E-03	4,8oE-o3	
Zielwert 2	257	405		31,67	5,81E-02	6,04E-03	5,55E-03	
Zielwert 3	322	511,93		35,26	6,27E-02	6,48E-03	6,31E-03	
Grenzwert	1127	1024	0,02	70,52	1,52E-01	1,85E-02	1,80E-02	
Checklistenpunkte	64,5	104,7	40,3	113	120	120	113,4	
Grenzwert Punkte	5	10	5	10	10	10	10	
Referenzwert Punkte	25	50		50	50	50	50	
Zielwert 3 Punkte	100	100	50	100	100	100	100	
Zielwert 2 Punkte	110	110		110	110 110		110	
Zielwert 1 Punkte	120	120		120	120	120	120	

In Abbildung 13 sind die Umweltwirkungen gegliedert nach den relativen Anteilen der verschiedenen Lebenszyklusphasen in Prozent aufgetragen. Dabei wird deutlich, dass der Einfluss der Lebenszyklusphase Nutzung (B6) im Vergleich zu der Variante Energiestandard "Standard" abnimmt (von ca. 70-90% Anteil bei Energiestandard "Zukunft").

Diese Einsparung in der Nutzungsphase (B6) liegt in der Reduktion des Wärme- und Strombedarfs begründet. Die Reduktion beträgt hierbei ca. 50% beim Wärme- und ca. 15% beim Strombedarf. Um diese Einsparung zu erreichen, muss der Wärmedämmstandard des Gebäudes durch eine verbesserte Wärmedämmung der Hülle gehoben werden. Dieser konstruktive Mehraufwand in der Wärmedämmung schlägt sich jedoch in Form erhöhter Umweltwirkungen der Herstellungsphase (A1-A3) nieder. Dennoch sinken insgesamt aber die Umweltwirkungen über den Lebenszyklus.

Beim Vergleich der Umweltwirkungen der jeweiligen Kostengruppen nach DIN 276 [15] der Lebenszyklusphase Herstellung (A1-A3) (siehe Abbildung 14), weisen erneut die Kostengruppen KG320 (Gründung), KG330 (Außenwände), KG350 (Decken), KG340 (Innenwände) und KG360 (Dächer) die maßgebenden Anteile auf. Aufgrund des vereinfachten Rechenverfahrens und des reinen Ansatzes der Kostengruppe KG420 (Wärmeversorgungsanlagen), ist der Einfluss der Kostengruppe KG400 (Anlagentechnik) von untergeordneter Bedeutung.

Bei der Betrachtung der DGNB Checklistenpunkteberechnung des Energiestandards "Zukunft" mit generischen Daten (Tabelle 6) fällt auf, dass die erzielten Punkte für die energetisch dominierten Umweltwirkungen gegenüber der Variante Energiestandard "Standard" stark ansteigen, z.T. auf den doppelten Wert. Sie liegen damit deutlich über den DGNB Referenzwerten. Die nicht energetisch dominierten Umweltwirkungen erreichen, wie bereits bei der Variante Energiestandard "Standard" bereits Maximalwerte, wenn auf die Nutzung der generischen Datensätze zurückgegriffen wird. Der Anstieg der Checklistenpunkte führt damit zu einem direkten Anstieg der erreichbaren Bewertungspunkte in den Kriterien ENV1.1 und ENV1.2 gemäß NBV15 [5].

3.2.2 EPD Datensätze

Überblick über die LCA Ergebnisse															
					Treibhaus- potenzial	Ozonschicht- abbaupotenzial	Ozonbildungs- potenzial	Versauerungs- potenzial	Überdüngungs- potenzial	Nichterneuerb arer Primärenergieb edarf	Erneuerbarer Primärenergieb edarf	Gesamtprimär- energiebedarf	Abiotischer Ressourcenverb rauch - Stofflich	Abiotischer Ressourcenverb rauch - Fossil	Wasserverbrauch
						ODP / CFC11	POCP / C2H4	AP / SO2	EP / PO4-3	PENRT / MJ	PERT / MJ	PEges / MJ	ADPE/ Sb	ADPF / MJ	FW /m3
	Einheit					[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[kg/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[MJ/m²NGF*a]	[kg/(m²NGF*a)]	[MJ/m²NGF*a]	[m³/m²NGF*a]
	Gesamter Lebenszyklus	A-D	Gref	Gesamtwert (K+N)	50,37		9,26E-03	8,96E-02	9,01E-03	731,33	73,34	804,67			
	Produktion	A		Herstellung, Instandhaltung und 9,40 Entsorgung											
ਠੁ	Instandhaltung	B2													
oäu	Abfallbehandlung zur Wiederverwendung, Rückgewinnung und/ oder Recycling	С3	Kref		nicht deklariert	4,20E-03	3,70E-02	4,70E-03	123,00	28,00	151,00	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklariert	
ē	Deponierung	C4	7												
28	Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze	D	1				1 '	, ,	i '	1 '	1	ĺ			
Referenzgebäude	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes		Nref	Betrieb	40,97	nicht deklariert	5,06E-03	5,26E-02	4,31E-03	608,33	45,34	653,67	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklariert
		В6	Nsref	Strombedarf	14,34	nicht deklariert	1,76E-03	2,38E-02	2,29E-03	203,50	34,69	238,19	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklariert
			Nwref	Wärmebedarf	26,63	nicht deklariert	3,30E-03	2,88E-02	2,02E-03	404,83	10,65	415,48	nicht deklariert	nicht deklariert	nicht deklariert
	Gesamter Lebenszyklus	A-D	Gist	Gesamtwert (K+N)	27,77	1,24E-07	4,90E-03	3,27E-02	4,57E-03	420,97	83,58	504,56	4,59E-05	3,70E+02	3,55E-01
			Rohstoffgewinn Transport zum H Herstellung	•	4,07	1,24E-07	1,88E-03	1,07E-02	1,22E-03	59,51	5,70	65,21	3,67E-05	5,23E+01	2,10E+00
			KG 320	Gründung	0,83	3,20E-08	3,96E-04	1,49E-03	1,92E-04	11,97	0,78	12,75	1,63E-06	1,04E+01	1,76E+00
<u>a</u>	Produktion		KG 330	Außenwände	0,96	2,04E-08	3,11E-04	4,59E-03	4,26E-04	12,88	2,33	15,21	3,66E-06	1,11E+01	8,95E-03
9			KG 340	Innenwände	0,44	1,06E-08	1,30E-04	1,08E-03	1,43E-04	6,36	0,82	7,18	1,93E-05	5,70E+00	2,19E-01
äu				Decken	1,21	3,42E-08	4,03E-04	2,16E-03	2,87E-04	16,75	1,10	17,84	6,46E-06	1,50E+01	9,86E-02
e				Dächer	0,62	2,70E-08	6,33E-04	1,34E-03	1,65E-04	11,32	0,66	11,97	2,88E-06	9,84E+00	1,30E-02
Ğ				Bauwerk-Technische Anlagen	0,02	1,06E-12	7,19E-06	8,35E-05	6,89E-06	0,23	0,03	0,26	2,83E-06	2,16E-01	1,01E-04
lst-		B2	Instandhaltung		0,91	2,10E-09	7,26E-04	3,00E-03	4,21E-04	13,78	0,75	14,53	3,76E-06	1,32E+01	-7,33E-03
	Nutzung	B6		ür das Betreiben des Gebäude	22,93	7,30E-10	2,47E-03	2,17E-02	2,99E-03	346,23	77,15	423,38	7,45E-06	3,12E+02	4,17E-02
		B6		Strombedarf Wärmebedarf	10,56	7,21E-10	1,21E-03 1,27E-03	1,61E-02	2,61E-03	141,85 204,38	76,80	218,64	6,87E-06	1,08E+02	4,13E-02
	Entsorgung	C3 C4	Abfallbehandlung zur Wiederverwendung, Deponierung		12,38 0,57	8,79E-12 5,50E-11	5,31E-05	5,54E-03 3,18E-04	3,84E-04 1,13E-04	0,73	0,35 - 0,01	204,73 0,72	5,81E-07 3,22E-08	2,04E+02 7,03E-01	4,23E-04 1,20E-01
	Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze	D	Gutschriften	und Lasten außerhalb der Systemgrenze	-0,71	-3,42E-09	-2,30E-04	-3,00E-03	-1,71E-04	0,73	-0,01	0,72	-2,04E-06	-8,22E+00	-1,90E+00

Abbildung 15: Ergebnisse Variante Energiestandard "Zukunft" – EPD Datensätze (ohne DGNB-Sicherheitsaufschlag)

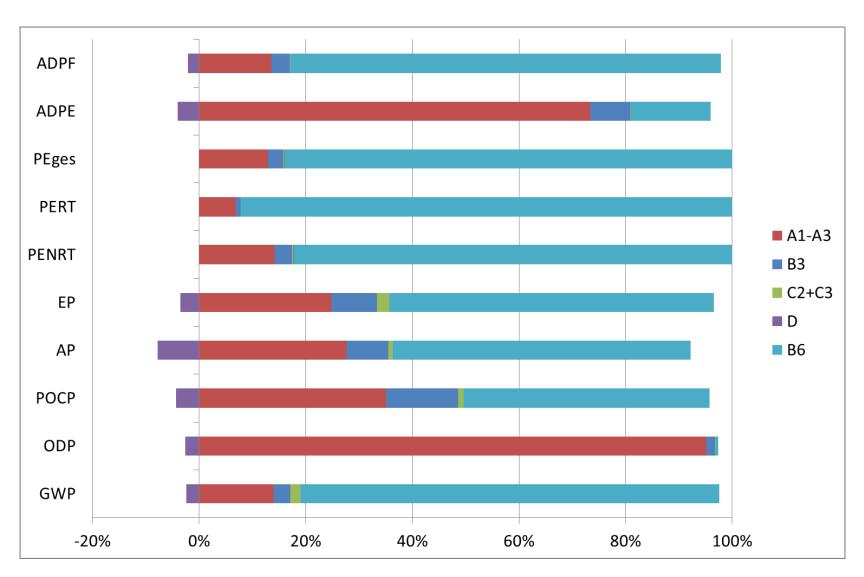


Abbildung 16: Verteilung der Umweltemissionen je Lebenszyklusphase Variante Energiestandard "Zukunft" – EPD Daten

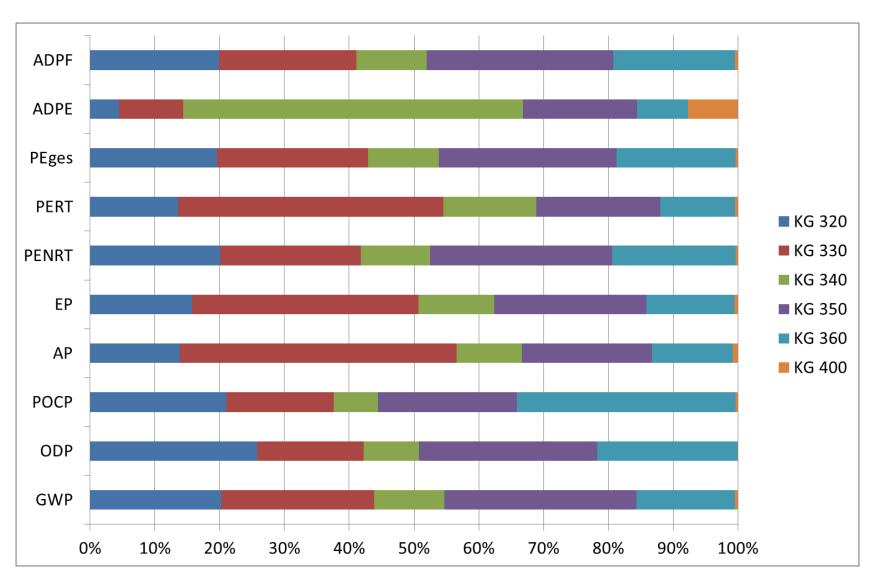


Abbildung 17: Verteilung der Umweltemissionen der Herstellungsphase Variante Energiestandard "Zukunft" – EPD Daten

Tabelle 7: Berechnung der Checklistenpunkte Variante Energiestandard "Zukunft" – EPD Datensätze (inklusive DGNB-Sicherheitsaufschlag von 20%)

Indikator	PEges	PEne	PEe/PEges	GWP	AP	POCP	EP		
	[MJ]	[MJ]	[]	[CO₂E]	[SO ₂ E]	[C₂H₄E]	[PO ₄ ³⁻ E]		
Ist Werte	521	436	0,16	28,74	3,49E-02	5,39E-03	4 , 89E-03		
G ref	805	731	0,00	50,37	8,96E-02	9 , 26E-03	9 , 01E-03		
K ref	151	123		9,40	3,70E-02	4,20E-03	4,70E-03		
N ref	654	608		40,97	5,26E-02	5,06E-03	4,31E-03		
Zielwert 1	191	299	0,2	28,09	5,35E-02	5,60E-03	4,80E-03		
Zielwert 2	257	405		31,67	5,81E-02	6,04E-03	5,55E-03		
Zielwert 3	322	511,93		35,26	6,27E-02	6,48E-03	6,31E-03		
Grenzwert	1127	1024	0,02	70,52	1,52E-01	1,85E-02	1,80E-02		
Checklistenpunkte	69,1	107,1	40,7	118,2	120	120	118,8		
Grenzwert Punkte	5	10	5	10	10	10	10		
Referenzwert Punkte	25	50		50	50	50	50		
Zielwert 3 Punkte	100	100	50	100	100 100		100		
Zielwert 2 Punkte	110	110		110	110	110	110		
Zielwert 1 Punkte	120	120		120	20 120 12		120		

Auch bei der Verwendung von EPD Daten (siehe Abbildung 16) wird erneut deutlich, dass die Bedeutung der Lebenszyklusphase Nutzung (B6) im Vergleich zu der Variante Energiestandard "Standard" abnimmt (von ca. 70-90% Anteil bei Energiestandard "Standard" auf ca. 60-80% Anteil bei Energiestandard "Zukunft"). Die Einsparungen in der Nutzungsphase sind analog den Ergebnissen bei Verwendung von generischen Ökobilanzdaten begründet und resultieren aus einer Reduktion des Wärme- und Strombedarfs.

Auch beim Energiestandard "Zukunft" und unter Verwendung von EPD Daten sind die Kostengruppen KG320 (Gründung), KG330 (Außenwände), KG350 (Decken), KG340 (Innenwände) und KG360 (Dächer) während der Lebenszyklusphase Herstellung (A1-A3) ausschlaggebend (vergleiche Abbildung 17). Wie bereits erläutert, ist die Kostengruppe KG400 (Anlagentechnik) von untergeordneter Bedeutung.

Bei der DGNB Checklistenpunkteberechnung des Energiestandards "Zukunft" und bei Gebrauch von EPD Daten (siehe Tabelle 7), ist ebenfalls ein starker Anstieg der erzielten Punkte für energetisch dominierte Umweltwirkungen gegenüber der Variante Energiestandard "Standard" zu verzeichnen. Die nicht energetisch dominierten Umweltwirkungen erreichen, wie bereits bei der Variante Energiestandard "Standard", Maximalwerte in der Bewertung. Gegenüber der Variante Energiestandard "Zukunft" mit EPD Daten kann ein zusätzlicher Anstieg der erzielten Checklistenpunkte verzeichnet werden. Der Anstieg der Checklistenpunkte führt damit zu einem direkten Anstieg der erreichbaren Bewertungspunkte in den Kriterien ENV1.1 und ENV1.2 gemäß NBV15 [5].

4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Nachfolgend werden die oben genannten Ergebnisse nochmals im Vergleich dargestellt.

In Tabelle 8 sind die Umweltwirkungen und die Einsparung durch Nutzung von EPD Daten im Vergleich zu den klassischen generischen Daten dargestellt. Durch die Nutzung von spezifischen EPD Daten im Gegensatz zu generischen Ökobilanzdatensätzen können im Energiestandard "Standard" ca. 3-5% geringere Umweltwirkungen abgebildet werden. Im Energiestandard "Zukunft" steigt dieser Effekt auf Grund des geringeren Anteils der Nutzungsphase auf ca. 5-7%.

Tabelle 8: Umweltwirkungen durch Nutzung von EPD Daten der jeweiligen Varianten über den Lebenszyklus

Umweltwirkung	DGNB		Energiestandard				lerung
	Referenz	Gene	risch	EPD			
		Standard	Zukunft	Standard	Zukunft	Standard	Zukunft
GWP / CO ₂ E	50,37	43,10	29,32	41,70	27,77	-3%	-5%
POCP / C ₂ H ₄ E	9 , 26E-03	5,38E-03	4 , 11E-03	5 , 96E-03	4 , 90E-03	11%	19%
AP/SO ₂ E	8,96E-02	4,28E-02	3,54E-02	4 , 09E-02	3,27E-02	-5%	-8%
EP/PO ₄ -3E	1,14E-02	5,64E-03	4 , 91E-03	5,37E-03	4 , 57E-03	-5%	-7%
PENRT / MJ	73 1, 33	664,636	442,376	644,96	420,97	-3%	-5%
PERT / MJ	73,34	99,906	86,746	96,9925922	83,58	-3%	-4%
PEges / MJ	804 , 67	764,54	529,12	741,95	504,56	-3%	-5%
ADPE / Sb		1,06E-04	1,06E-04	4,77E-05	4,59E-05	-55%	-57%
ADPF/MJ		6,00E+02	3,83E+02	5,89E+02	3 , 70E+02	-2%	-3%

Weiter zeigt Tabelle 9 die tatsächlich erreichten Checklistenpunkte und die Mehrpunkte die auf Grundlage von generischen Ökobilanzdaten oder EPD Daten nach DGNB errechnet wurden beziehungsweise die sich erzielen lassen. Hier zeigt sich, dass durch die Nutzung von EPD Daten bei der Variante Energiestandard "Standard" ca. 4-15% höhere Punktewerte erzielt werden können. Der Anstieg der Checklistenpunkte führt zu einem direkten Anstieg der erreichbaren Bewertungspunkte in den Kriterien ENV1.1 und ENV1.2 gemäß NBV15 [5], die durch Gewichtung der erreichten Checklistenpunkte auf Basis spezifischer Gewichtungsschlüssel ermittelt werden. Bei der Variante Energiestandard "Zukunft" beträgt der Anstieg lediglich 2-7%. Dies liegt darin begründet, dass die momentanen Zielwerte der DGNB bereits fast vollständig durch den Energiestandard "Zukunft" ausgeschöpft sind. Das Verbesserungspotential durch die Nutzung von EPD Daten sinkt damit ab. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass die DGNB ihrerseits stetig höhere Anforderungen an die Gebäude stellt. Bei einer zukünftigen Anpassung der Benchmarks wird sich das Verbesserungspotential durch die Nutzung von EPD Daten wahrscheinlich wieder erhöhen.

Tabelle 9: DGNB Checklistenpunkte und Einsparung durch Nutzung von EPD Daten der jeweiligen Varianten über den Lebenszyklus

Kategorie	DG	NB			Energies	standard		Veränderung	
	7ial	Dof	Cron	Gene	erisch	El	PD		
	Ziel	Ref.	Gren.	Stand.	Zukunft	Stand.	Zukunft	Stand.	Zukunft
GWP	100 - 120	50	10	70,10	113,00	75,60	118,20	8%	5%
POCP	100 - 120	50	10	118,50	120,00	102,80	120,00	-13%	0%
AP	100 - 120	50	10	120,00	120,00	120,00	120,00	0%	0%
EP	100 - 120	50	10	104,10	113,40	108,30	118,80	4%	5%
PENRT	100 - 120	50	10	61,10	104,70	66,50	107,10	9%	2%
PEges	100 - 120	25	5	28,20	64,50	32,40	69,10	15%	7%
PERT/ PEges	50		5	32,40	40,30	32,40	40,70	0%	1%
ADPE				100,00	100,00	100,00	100,00	0%	0%
ADPF				100,00	100,00	100,00	100,00	0%	0%

In Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. sind die Umweltwirkungen der Lebenszyklusphase Herstellung (A1-A3) und die Einsparung durch Nutzung von EPD Daten dargestellt. Durch die Nutzung von spezifischen EPD Daten im Gegensatz zu generischen Ökobilanzdatensätzen können bei beiden Energiestandards ca. 15-24% geringere Umweltwirkungen dargestellt werden.

Tabelle 10: Umweltwirkungen der Lebenszyklusphase Herstellung und Einsparung durch Nutzung von EPD Daten der jeweiligen Varianten

Umweltwirkung	DGNB		Energiestandard			Verän	derung
	Referenz	Generisch		EPD			
		Standard	Zukunft	Standard	Zukunft	Standard	Zukunft
GWP / CO₂E	9,40	7,18	7,67	5,50	5,80	-23%	-24%
POCP / C₂H₄E	4,20E-03	1,72E-03	1,96E-03	2,41E-03	2,91E-03	40%	49%
AP/SO ₂ E	3,70E-02	1,54E-02	1,65E-02	1,31E-02	1,33E-02	-15%	-19%
EP / PO ₄ -3E	4,70E-03	2,18E-03	2,30E-03	1,86E-03	1,90E-03	-15%	-18%
PENRT / MJ	123,00	107,71	115,37	84,10	89,69	-22%	-22%
PERT / MJ	0	11,12	11,51	7,63	7,72	-31%	-33%
PEges / MJ	151,00	118,83	126,88	91,73	97,41	-23%	-23%
ADPE/ Sb	0	1,16E-04	1,18E-04	4,62E-05	4,62E-05	-60%	-61%
ADPF / MJ	0	7,89E+01	8,52E+01	6,51E+01	6,96E+01	-17%	-18%

5 Schlussfolgerungen

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass beim Einsatz von spezifischen EPD Informationen gegenüber dem Gebrauch von generischen Ökobilanzdaten mit einem Einsparpotenzial in fast allen Umweltwirkungskategorien zu rechnen ist und eine Verwendung von EPD Datensätzen bzw. Produkten, für die eine spezifische EPD erstellt wurde, lohnenswert erscheint.

Bei einer zukünftigen Anpassung der Referenz- und Zielwerte der DGNB unter Berücksichtigung der Fortschritte der Energieeinsparung würde sich das Potential der Nutzung von EPD-Daten nochmals erhöhen.

Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: http://www.oekobaudat.de/
- [2] **DIN EN ISO 14040:2009-11:** Umweltmanagement Ökobilanz Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006); Deutsche und Englische Fassung. Beuth Verlag. Berlin, 2009
- [3] **DIN EN ISO 14044:2006-10:** Umweltmanagement Ökobilanz Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006); Deutsche und Englische Fassung. Beuth Verlag. Berlin, 2006
- [4] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V.: http://www.dgnb.de, 2015
- [5] **Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V.:** Neubau Büro- und Verwaltungsgebäude 2012, 2013
- [6] **EN 15804:** Sustainability of construction works Environmental product declarations Core rules for the product category of build-ing products. Beuth Verlag. Berlin, 2012
- [7] **EN 15978:** Sustainability of construction works Assessment of environmental performance of buildings Calculation method; German version EN 15978:2011 (2012). Beuth Verlag, Berlin, 2012
- [8] **ISO 14025:** Umweltkennzeichnungen und -deklarationen Typ III Umweltdeklarationen Grundsätze und Verfahren. Beuth Verlag. Berlin, 2011
- [9] **Kreißig, J. und J. Kümmel:** Baustoff-Ökobilanzen. Wirkungsabschätzung und Auswertung in der Steine-Erden-Industrie. Hrsg. Bundesverband Baustoffe Steine + Erden e.V, 1999
- [10] Fraunhofer IBP: Entwicklung des energiesparenden Bauens. Verlauf des Primärenergiebedarfs von Doppelhäusern in den letzten 30 Jahren.

 https://www.ibp.fraunhofer.de/de/Presse_und_Medien/Forschung_im_Fokus/Archiv/Forschung_im_Fokus1.html
- [11] **PE International, BBSR:** Erläuterungsdokument ÖKOBAU.DAT 2013. http://www.oekobaudat.de/fileadmin/downloads/oekobaudat2013/OEKOBAU.DAT_2013_Erlaeuterungsdokument_2013-08-15.pdf
- [12] **Institut Bauen und Umwelt:** Die Erstellung von Umwelt-Produktdeklarationen (EPD). http://ibu-epd.com/wp-content/uploads/2016/05/Allgemeine-Programmanleitung_V1-1.pdf
- [13] **PE INTERNATIONAL AG:** Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. http://www.oekobaudat.de/fileadmin/downloads/endbericht_ZB1141.pdf
- [14] **Institut Wohnen und Umwelt:** Typologie-gestützte Kennwerte für die energetische Bewertung bestehender Nichtwohngebäude am Beispiel von 10 Gerichts-, Verwaltungs- und Polizeidienstgebäuden.
 - $http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/typo_NWG/IWU_2015_Typologie-gest%C3\%BCtzte_Kennwerte_NWG.pdf$
- [15] DIN 276: Kosten im Bauwesen Teil 1: Hochbau. Beuth Verlag. Berlin, 2008

Anhang A

Anhang A.1 Untersuchte Wirkungskategorien

Primärenergiebedarf (PE)

Der Primarenergiebedarf kann durch unterschiedliche Arten an Energiequellen gedeckt werden. Der Primärenergiebedarf ist das Quantum an direkt aus der Hydrosphäre, Atmosphäre oder Geosphäre entnommenen Energie oder Energieträger, die noch keiner anthropogenen Umwandlung unterworfen wurde. Bei fossilen Energieträgern und Uran ist dies z.B. die Menge entnommener Ressourcen ausgedrückt in Energieäquivalent (Energieinhalt der Energierohstoffe). Bei nachwachsenden Energieträgern wird z.B. die energetisch charakterisierte Menge eingesetzter Biomasse beschrieben. Bei Wasserkraft handelt es sich um die Energiemenge, die aus der Änderung der potentiellen Energie (aus der Höhendifferenz) des Wassers gewonnen wird. Als aggregierte Werte werden folgende Primärenergien ausgewiesen: Der Summenwert "Primärenergiebedarf nicht erneuerbar" angegeben in MJ charakterisiert im Wesentlichen den Einsatz der Energieträger Erdgas, Erdöl, Braunkohle, Steinkohle und Uran. Erdgas und Erdöl werden sowohl zur Energieerzeugung, als auch stofflich als Bestandteil z.B. von Kunststoffen eingesetzt. Kohle wird im Wesentlichen zur Energieerzeugung genutzt. Uran wird ausschließlich zur Stromgewinnung in Kernkraftwerken eingesetzt. Der Summenwert "Primärenergiebedarf erneuerbar" angegeben in MJ wird separat ausgewiesen. Er umfasst Wind- und Wasserkraft, Solarenergie und Biomasse. Es ist in jedem Fall wichtig, dass genutzte Endenergie (z.B. 1 kWh Strom) und eingesetzte Primärenergie nicht miteinander verrechnet wird, da sonst der Wirkungsgrad zur Herstellung bzw. Bereitstellung der Endenergie nicht berücksichtigt wird. Der Energieinhalt der hergestellten Produkte wird als stoffgebundener Energieinhalt ausgewiesen. Er wird durch den unteren Heizwert des Produkts charakterisiert. Es stellt den noch nutzbaren Energieinhalt dar.

Treibhauseffekt (GWP)

Der Wirkungsmechanismus des Treibhauseffektes kann im kleineren Maßstab, wie der Name schon sagt, in Gewächs- oder Treibhäusern beobachtet werden. Dieser Effekt findet auch im globalen Maßstab statt. Die eintreffende kurzwellige Sonnenstrahlung trifft auf die Erdoberfläche und wird dort teilweise absorbiert (was zu einer direkten Erwärmung führt) und teilweise als Infrarotstrahlung reflektiert. Der reflektierte Anteil wird in der Troposphäre durch sogenannte Treibhausgase absorbiert und richtungsunabhängig wieder abgestrahlt, so dass es teilweise wieder zur Erde zurückgestrahlt wird. Dies führt zu einer weiteren Erwärmung. Zusätzlich zum natürlichen Treibhauseffekt ist auf Grund menschlicher Aktivitäten ein anthropogener Anteil am Treibhauseffekt zu verzeichnen. Zu den anthropogen freigesetzten Treibhausgasen gehören beispielsweise Kohlendioxid, Methan und FCKWs. Abbildung 18 zeigt die wesentlichen Vorgänge des anthropogenen Treibhauseffekts.

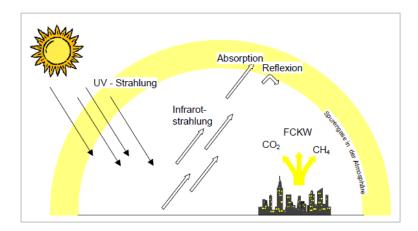


Abbildung 18: Wirkungsweise des Treibhauseffekts [9]

Die Bewertung des Treibhauseffekts sollte die mögliche langfristige globale Auswirkung berücksichtigen. Das Treibhauspotential wird in Kohlendioxid- Äquivalent (CO₂-Äq.) angegeben. Dies bedeutet, dass alle Emissionen bezüglich ihres potentiellen Treibhauseffekts zu CO₂ ins Verhältnis gesetzt werden. Da die Verweildauer der Gase in der Atmosphäre in die Berechnung mit einfließen, muss der für die Abschätzung betrachtete Zeithorizont immer mit angegeben werden. Üblich ist ein Bezug auf 100 Jahre.

Versauerungspotential (AP)

Die Versauerung von Böden und Gewässern entsteht überwiegend durch die Umwandlung von Luftschadstoffen in Säuren. Daraus resultiert eine Verringerung des pH-Werts von Regenwasser und Nebel von 5,6 auf 4 und darunter. Relevante Beiträge hierzu liefern insbesondere Schwefeldioxid und Stickoxide mit ihren Säuren (H₂SO₄ und HNO₃). Schäden entstehen an Ökosystemen, wobei an erster Stelle das Waldsterben zu nennen ist. Dabei kann es zu einer direkten Schädigung oder indirekten Schädigung (Nährstoffauswaschung aus den Böden, verstärkte Löslichkeit von Metallen im Boden) kommen. Aber auch bei Bauwerken und Baustoffen nehmen die Schäden zu. Beispiele hierzu sind Metalle und Natursteine, die verstärkter Korrosion oder Zersetzung ausgesetzt sind. Abbildung 19 stellt den wesentlichen Wirkungspfad der Versauerung dar.

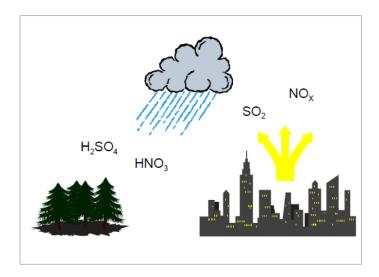


Abbildung 19: Wirkungsweise des Versauerungspotentials [9]

Die Referenzeinheit des Versauerungspotentials ist Schwefeldioxid – Äquivalent (SO₂-Äq.). Es wird die Fähigkeit bestimmter Stoffe, H+-Ionen zu bilden und abzugeben, als Versauerungspotential bezeichnet. Bestimmten Emissionen kann ein Versauerungspotential zugewiesen werden, indem die vorhandenen S-, N- und Halogenatome zur Molmasse der Emission ins Verhältnis gesetzt werden. Bezugssubstanz ist Schwefeldioxid. Bei der Bewertung der Versauerung ist zu berücksichtigen, dass es sich zwar um ein globales Problem handelt, die Effekte regional jedoch unterschiedlich ausfallen können.

Eutrophierungspotential (EP)

Unter Eutrophierung bzw. Nährstoffeintrag versteht man eine Anreicherung von Nährstoffen an einem bestimmten Standort. Man unterscheidet dabei zwischen aquatischem und terrestrischem Nährstoffeintrag. Beiträge zur Eutrophierung stammen aus Luftschadstoffen, Abwässern und der Düngung in der Landwirtschaft. Die Folgen für Gewässer sind ein verstärktes Algenwachstum. Dadurch dringt weniger Sonnenlicht in tiefere Schichten vor. Dies für zu einer verringerten Photosynthese verbunden mit einer niedrigeren Sauerstoffproduktion. Auch wird für den Abbau abgestorbener Algen Sauerstoff benötigt. Beide Effekte bewirken eine verringerte Sauerstoffkonzentration im Wasser, was letztendlich zu Fischsterben und einer anaeroben Zersetzung (ohne Sauerstoff) führen kann. Es entsteht dabei unter anderem Schwefelwasserstoff und Methan. Man spricht auch von einem "Umkippen des Gewässers". Auf eutrophierten Böden kann man bei Pflanzen eine verstärke Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen sowie eine Schwächung des Festigkeitsgewebes beobachten. Ein zu hoher Nährstoffeintrag führt durch Auswaschungsprozesse zu einem erhöhten Nitratgehalt im Grundwasser. Das Nitrat gelangt so auch ins Trinkwasser. Nitrat zumindest in geringen Mengen ist toxikologisch unbedenklich. Problematisch ist jedoch Nitrit als Reaktionsprodukt von Nitrat, welches beim Menschen toxisch wirkt. Quellen der Eutrophierung sind in Abbildung 20 dargestellt.

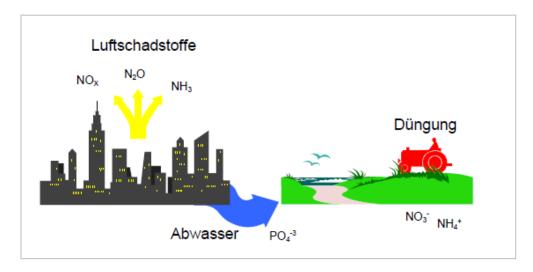


Abbildung 20: Wirkungsweise des Eutrophierungspotentials [9]

Das Eutrophierungspotential geht als Phosphat – Äquivalent (PO_4^{-3} -Äq.) in die Bilanz ein. Wie beim Versauerungspotential ist auch beim Eutrophierungspotential zu berücksichtigen, dass die Effekte regional sehr unterschiedlich sind.

Photochemisches Oxidantienbildungspotential (POCP)

Im Gegensatz zur Schutzfunktion in der Stratosphäre ist bodennahes Ozon als schädliches Spurengas einzuordnen. Photochemische Ozonbildung in der Troposphäre, auch als Sommersmog bezeichnet, steht im Verdacht, zu Vegetations- und Materialschäden zu führen. Höhere Konzentrationen von Ozon sind humantoxisch. Unter Einwirkung von Sonnenstrahlung entstehen aus Stickoxid und Kohlenwasserstoffemissionen unter komplexen chemischen Reaktionen aggressive Reaktionsprodukte, wobei das wichtigste Reaktionsprodukt Ozon ist. Stickoxide allein bewirken keine hohe Ozonkonzentration. Kohlenwasserstoffemissionen treten bei unvollständiger Verbrennung, beim Umgang mit Ottokraftstoffen (Lagerung, Umschlag, Tanken etc.) oder beim Umgang mit Lösungsmitteln auf. Hohe Ozonkonzentrationen treten bei hohen Temperaturen, geringer Luftfeuchtigkeit, geringem Luftaustausch sowie hohen Kohlenwasserstoffkonzentrationen auf. Da das Vorhandensein von CO (meist vom Verkehr) das gebildete Ozon zu CO₂ und O₂ reduziert, kommt es in unmittelbarer Nähe der Emissionsquellen oft nicht zu den höchsten Ozon-Konzentrationen. Diese treten eher in Reinluftgebieten (z.B. Wäldern) auf, in welchen kaum CO vorhanden ist (Abbildung).

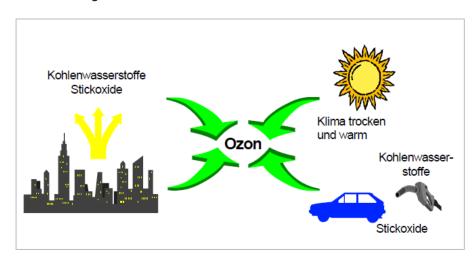


Abbildung 21: Wirkungsweise des Photochem. Oxidantienbildungspotentials [9]

Das Photooxidantienpotential (POCP) wird in der Ökobilanz als Ethen-Äquivalent (C₂H₄-Äq.) angegeben. Bei einer Bewertung muss berücksichtigt werden, dass die tatsächlichen Ozonkonzentrationen von der Witterung abhängen. Ebenso muss der lokale Charakter der Ozonbildung integriert werden.

Anhang A.2 Bauteilkatalog der einzelnen Energiestandards

Energiestandard "Standard"

KG320

	Bauteilbezeichnung	Kellerde	ecke	
	Kurzbezeichnung:	BO01		
	Ausgeführte Menge:	1.278	m2	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/m2]
1	Steinzeugfliesen glasiert	2000	10	20
2	Fliesenkleber	1700	5	8,5
3	Zementestrich	1500	60	90
4	Dämmung XPS WLG 035	32	60	1,92
5	Beton 20/25	2400	220	528
6	Bewehrungsstahl			39,6
7	Dämmung PUR WLG 035	30	40	1,2
8	Sauberkeitsschicht	2400	50	120
9	PE Folie	1000	0,2	0,2
	Summe		445,2	809,42

AUSSEN

	Bauteilbezeichnung	Streifen	fundament	
	Kurzbezeichnung:	SF01		
	Ausgeführte Menge:	15,624	m3	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/m3]
1	Bewehrungsstahl			180
2	Beton C20/25	2365		2365
	Summe			2545

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung:	Einzelfundament SF02		
	Ausgeführte Menge:	49	Stück	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/Stück]
1	Bewehrungsstahl			46,08
2	Beton C20/25	2365		605,44
	Summe		0	651,52

KG330

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung:	Außenwand AW01		
	Ausgeführte Menge:	1.222	m2]
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte [kg/m3]	Schichtdicke [mm]	Flächengewicht [kg/m2]
1	Fassadenfarbe Silikat- Dispersionsfarbe	1500	0,1	0,15
2	Fassadenfarbe Voranstrich Silikat-Dispersion	1500	0,1	0,15
3	WDVS Verklebung und Be- schichtung Leichtputz minera- lisch	`	`	11,4
4	Mineralwolle Dämmung WLG 035	46	180	8,3250
5	Beton 20/25	2.400	220	528
6	Bewehrungsstahl			26
7	Kalk-Gips-Innenputz	1.300	10	13
8	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,15
	Summe		410,3	587,575

	Bauteilbezeichnung	Fenster		
	Kurzbezeichnung:	F01		
	Ausgeführte Menge:	759	m2	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/m2]
1	Aluminium- Flügelrahmenprofil, thermisch getrennt, pulverbeschichtet	`	`	4,098571429
2	Aluminium-Rahmenprofil, thermisch getrennt, pulverbe- schichtet	`	`	3,881428571
3	Doppelverglasung	`	`	18,39714286
4	Fenster-Beschlag für Dreh- kippfenster (Aluminium)	`	`	0,588214286
5	Fenstergriff	`	`	0,035714286
6	EPDM-Dichtungen Alumini- umprofil, thermisch getrennt	`	`	2,334285714
7	CR Profil (Chloropren- Kautschuk)	`	`	0,488571429
	Summe		0	26,37714286

KG340

	Bauteilbezeichnung	Innenwand F90		
	Kurzbezeichnung:	IW01		
				1
	Ausgeführte Menge:	600	m2	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte [kg/m3]	Schichtdicke [mm]	Flächengewicht [kg/m2]
1	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,15
2	Kalk-Gips-Innenputz	1.300	10	13,00
3	Beton 20/25	2.400	200	480,00
4	Bewehrungsstahl			24
5	Kalk-Gips-Innenputz	1.300	10	13,00
6	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,15
	Summe		220,20	530,30

AUSSEN

	Bauteilbezeichnung	Innenstützen		
	Kurzbezeichnung:	IW02		
	Ruizbezeichnung.	10002		
	Ausgeführte Menge:	132	Stück	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/Stück]
1	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,36
2	Kalk-Gips-Innenputz	1.300	10	31,20
3	Beton 20/25	2.400	200	288,00
4	Bewehrungsstahl			14
5	Kalk-Gips-Innenputz	1.300	10	31,20
6	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,36
	Summe		220,20	365,52

	Bauteilbezeichnung	Innenwand F30		
	Kurzbezeichnung:	IW03		
	Ausgeführte Menge:	2370	m2	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte [kg/m3]	Schichtdicke [mm]	Flächengewicht [kg/m2]
1	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,15
2	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
3	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
4	Mineralwolle	17	100	1,7
5	Stahl	7800		21,6
6	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
7	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
8	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,15
	Summe		150,20	68,60

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung:	Innentüren T01		
	Ausgeführte Menge:	133	Stück	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/Stück]
1	Konstruktionsvollholz - Rah- men	492,92		11,0019744
2	Konstruktionsvollholz - Flügel	492,92		11,0019744
3	OSB - Türblatt	600		4,2
4	Füllung			
5	Beschlagverbund Fenster Stahl			2,63
6	Fenstergriff			0,1

 Summe
 0
 28,9339488

 AUSSEN
 0
 28,9339488

KG350

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung:	Treppe DE01		
	Ausgeführte Menge:	10	Stück	
	INNEN	_		
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/Stück]
1	Steinzeugfliesen glasiert	2000	10	55
2	Fliesenkleber	1700	5	23,375
3	Betonfertigteil Treppe (1,1 m Breite, 9 Stufen a 16 cm)			19655
	Summe		0	19655

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung:	Treppepodest DE02		
	Ausgeführte Menge:	31,25	m2]
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/m2]
1	Steinzeugfliesen glasiert	2000	10	20
2	Fliesenkleber	1700	5	8,5
3	Beton 20/25	2400	220	528
4	Bewehrungsstahl			26,4
	Summe		235	582,9

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung:	Geschossdecke DE03		
	Ausgeführte Menge:	2.286	m2	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/m2]
1	Steinzeugfliesen glasiert	2000	10	20
2	Fliesenkleber	1700	5	8,5
3	Zementestrich	1500	60	90
4	Dämmung XPS WLG 035	32	40	1,28
5	Beton 20/25	2400	220	528
6	Bewehrungsstahl			26,4
7	Stahl Abhänger			1,25
8	Luftschicht		200	
9	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
10	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
11	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1500	0,1	0,15
	Summe		560,1	698,08

KG360

	Bauteilbezeichnung	Dach		
	Kurzbezeichnung:	DA01		
	-			
	Ausgeführte Menge:	1.277	m2	
Nr.	INNEN Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
INI.	Bauston	[kg/m3]		Flächengewicht [kg/m2]
			[mm]	
1	Kies	1600	300	480
2	PVC-Dachbahnen	1500	2	3,0
3	Dämmung PUR WLG 040	30	200	6,00
4	Bitumen Emulsion (40% Bitumen, 60% Wasser)	1000	1,8	1,8
5	Beton 20/25	2400	220	480
6	Bewehrungsstahl			39,6
7	Stahl Abhänger	7850		1,25
8	Luftschicht		200	
9	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
10	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
11	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1500	0,1	0,15
	Summe		948,9	1034,3

AUSSEN

KG400

	Bauteilbezeichnung	Haustechnik		
	Kurzbezeichnung:	HT01		
	Ausgeführte Menge:	1	Stück	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/m2]
1	Gas-Brennwertgerät 120-400 kW			
	Summe		0	0

Energiestandard "Zukunft"

KG320

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung: Ausgeführte Menge: INNEN	Kellerdo BO01	m2	
Nr.	Baustoff	Dichte [kg/m3]	Schichtdicke [mm]	Flächengewicht [kg/m2]
1	Steinzeugfliesen glasiert	2000	10	20
2	Fliesenkleber	1700	5	8,5
3	Zementestrich	1500	60	90
4	Dämmung XPS WLG 035	32	80	2,56
5	Beton 20/25	2400	220	528
6	Bewehrungsstahl			39,6
7	Dämmung PUR WLG 035	30	60	1,8
8	Sauberkeitsschicht	2400	50	120
9	PE Folie	1000	0,2	0,2
	Summe		485,2	810,66

AUSSEN

	Bauteilbezeichnung	Streifen	fundament	
	Kurzbezeichnung:	SF01		
				•
	Ausgeführte Menge:	15,624	m3	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/m3]
1	Bewehrungsstahl			180
2	Beton C20/25	2365	1000	2365
	Summe		1000	2545

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung:	Einzelfundament SF02		
	Ausgeführte Menge:	49	Stück	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/Stück]
1	Bewehrungsstahl			46,08
2	Beton C20/25	2365	1000	605,44
	Summe		1000	651,52

KG330

	Bauteilbezeichnung	Außenwand		
	Kurzbezeichnung:	AW01		
				•
	Ausgeführte Menge:	1.222	m2	
	INNEN	_		
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/m2]
1	Fassadenfarbe Silikat- Dispersionsfarbe	1500	0,1	0,15
2	Fassadenfarbe Voranstrich Silikat-Dispersion	1500	0,1	0,15
3	WDVS Verklebung und Be- schichtung Leichtputz minera- lisch	`	`	11,4
4	Mineralwolle Dämmung WLG 035	46,25	300	14
5	Beton 20/25	2.400	220	528
6	Bewehrungsstahl			26
7	Kalk-Gips-Innenputz	1.300	10	13
8	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,15
	Summe		530,3	593,125

	Bauteilbezeichnung	lbezeichnung <u>Fenster</u>				
	Kurzbezeichnung:	F01				
]			
	Ausgeführte Menge:	759	m2			
NI.	INNEN	D'altre	O J. S. L. C. P. J.	FIRston Calif		
Nr.	Baustoff	Dichte [kg/m3]	Schichtdicke [mm]	Flächengewicht [kg/m2]		
	Aluminium-	[Kg/IIIO]	[iiiiii]	[Kg/IIIZ]		
1	Flügelrahmenprofil, thermisch	`	`	4,098571429		
	getrennt, pulverbeschichtet					
2	Aluminium-Rahmenprofil, thermisch getrennt, pulverbe-	\ <u></u>	\ <u></u>	3,881428571		
	schichtet			3,001420371		
3	Dreifachverglasung	`	`	27,33815429		
4	Fenster-Beschlag für Dreh- kippfenster (Aluminium)	`	`	0,588214286		
5	Fenstergriff	`	`	0,035714286		
6	EPDM-Dichtungen Alumini- umprofil, thermisch getrennt	`	`	2,334285714		
7	CR Profil (Chloropren- Kautschuk)	`	`	0,488571429		
	Summe		0	35,31815429		

KG340

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung:	Innenwand F90		
	Ausgeführte Menge:	600	m2]
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte [kg/m3]	Schichtdicke [mm]	Flächengewicht [kg/m2]
1	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,15
2	Kalk-Gips-Innenputz	1.300	10	13,00
3	Beton 20/25	2.400	200	480,00
4	Bewehrungsstahl			24
5	Kalk-Gips-Innenputz	1.300	10	13,00
6	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,15
	Summe		220,20	530,30

	Bauteilbezeichnung	Innenstützen		
	Kurzbezeichnung:	IW02		
				1
	Ausgeführte Menge:	132	Stück	
	INNEN	_		_
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/Stück]
1	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,36
2	Kalk-Gips-Innenputz	1.300	10	31,20
3	Beton 20/25	2.400	200	288,00
4	Bewehrungsstahl			14
5	Kalk-Gips-Innenputz	1.300	10	31,20
6	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,36
	Summe		220,20	365,52

	Bauteilbezeichnung	Innenwand F30		
	Kurzbezeichnung:	IW03		
				1
	Ausgeführte Menge:	2370	m2	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte [kg/m3]	Schichtdicke [mm]	Flächengewicht [kg/m2]
1	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,15
2	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
3	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
4	Mineralwolle	17	100	1,7
5	Stahl	7800		21,6
6	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
7	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
8	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1.500	0,10	0,15
	Summe		150,20	68,60

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung:	Innentüren T01		
	Ausgeführte Menge:	133 Stück		
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte [kg/m3]	Schichtdicke [mm]	Flächengewicht [kg/m2]
1	Konstruktionsvollholz - Rah- men	492,92		11,0019744
2	Konstruktionsvollholz - Flügel	492,92		11,0019744
3	OSB - Türblatt	600		4,2
4	Füllung			
5	Beschlagverbund Fenster Stahl			2,63
6	Fenstergriff			0,1

Summe 0 28,9339488

KG350

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung:	Treppe DE01 Stück		
	Ausgeführte Menge:]
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/Stück]
1	Steinzeugfliesen glasiert	2000	10	55
2	Fliesenkleber	1700	5	23,375
3	Betonfertigteil Treppe (1,1 m Breite, 9 Stufen a 16 cm)			19655
	Summe		0	19655

AUSSEN

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung: Treppenpodest DE02			
	Ausgeführte Menge:	31,25	m2	
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/m2]
1	Steinzeugfliesen glasiert	2000	10	20
2	Fliesenkleber	1700	5	8,5
3	Beton 20/25	2400	220	528
4	Bewehrungsstahl			26,4
	Summe		235	582,9

Bauteilbezeichnung
Kurzbezeichnung:

Geschossdecke
DE03

Ausgeführte Menge: 2.286 m2

INNEN

Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/m2]
1	Steinzeugfliesen glasiert	2000	10	20
2	Fliesenkleber	1700	5	8,5
3	Zementestrich	1500	60	90
4	Dämmung XPS WLG 035	32	40	1,28
5	Beton 20/25	2400	220	528
6	Bewehrungsstahl			26,4
7	Stahl Abhänger			1,25
8	Luftschicht		200	
9	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
10	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
11	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1500	0,1	0,15
	Summe		560,1	698,08

KG360

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung:	Dach DA01		
	Ausgeführte Menge:	1.277	m2]
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte [kg/m3]	Schichtdicke [mm]	Flächengewicht [kg/m2]
1	Kies	1600	300	480
2	PVC-Dachbahnen	1500	2	3,0
3	Dämmung PUR WLG 040	30	320	9,60
4	Bitumen Emulsion (40% Bitumen, 60% Wasser)	1000	1,8	1,8
5	Beton 20/25	2400	220	480
6	Bewehrungsstahl			39,6
7	Stahl Abhänger			1,25
8	Luftschicht		200	
9	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
10	Gipskarton GKF	900	12,5	11,25
11	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1500	0,1	0,15
	Summe		1068,9	1037,9

AUSSEN

KG 400

	Bauteilbezeichnung Kurzbezeichnung: Ausgeführte Menge:	Haustechnik HT01 Stück		
	INNEN			
Nr.	Baustoff	Dichte	Schichtdicke	Flächengewicht
		[kg/m3]	[mm]	[kg/m2]
1	Gas-Brennwertgerät 120-400 kW			
	Summe		0	0

Anhang A.3 Zuordnung generische Ökobilanzdatensätze zu EPD Datensätze

Nr.	Quelle	Datenname	Einheit	Material Daten
1	Ökobau.dat	Steinzeugfliesen glasiert	1,0 m²	20,0 kg/m²
1	EPD	Keramische Fliesen und Platten	1,0 m²	18,65 kg/m²
2	Ökobau.dat	Fliesenkleber auf Basis von Epoxidharzen, gefüllt oder wässrig, gefüllt mit hohem Gehalt an Füllstoffen	1,0 kg	1,0 kg
2	EPD	Fliesenkleber auf Basis von Epoxidharzen, gefüllt oder wässrig, gefüllt mit hohem Gehalt an Füllstoffen (Deutsche Bauchemie e.V. (DBC) Industrieverband Klebstoffe e.V. (IVK) Verband der deutschen Lack- und Druckfarbenindustrie e.V. (VdL))	1 kg	
3	Ökobau.dat	Transportbeton C 20/25	1,0 m³	2400,0 kg/m³
3	EPD	Beton der Druckfestigkeitsklasse C 20/25 (InformationsZentrum Beton GmbH)	1 m³	2400,0 kg/m³
4	Ökobau.dat	XPS-Dämmstoff (k.A. WLG)	1,0 m³	32,0 kg/m³
4	EPD	EExtrudierter Polystyrolhartschaum (XPS) mit HBCD- Flammschutzmittel (FPX – Fachvereinigung Polystyrol- Extruderschaumstoff)	o,1 m³	34,6 kg/m³
6	Ökobau.dat	Bewehrungsstahl	1,0 kg	1,0 kg
6	EPD	Betonstahl_Badische Stahlwerke	1,0 kg	
9	Ökobau.dat	Unterspannbahn PE gewebeverstärkt	1,0 m²	0,14 kg/m²
9	EPD	Diffusionsoffene Unterdeck- und Unterspannbahnen 3- lagig (BRAAS GmbH)	1,0 m²	138,8 g/m²
11	Ökobau.dat	Fassadenfarbe Silikat-Dispersionsfarbe	1,0 kg	1,0 kg
11	EPD	Fassadenfarben auf Dispersionsbasis, einfache Qualität (Industrieverband Klebstoffe e.V. (IVK) Verband der deutschen Lack- und Druckfarbenindustrie e.V. (VdL))	1,0 kg	
12	Ökobau.dat	Fassadenfarbe Voranstrich Silikat-Dispersion	1,0 kg	1,0 kg

Nr.	Quelle	Datenname	Einheit	Material Daten
12	EPD	Haftvermittler und Fassadenfarben (Brillux GmbH & Co. KG)	1,0 kg	
13	Ökobau.dat	WDVS Verklebung und Beschichtung Leichtputz mineralisch (Dämmmaterial und das Wandmaterial sind nicht im Prozess berücksichtigt und keine Druckdübel)	1,0 m²	11,4 kg/m²
14	Ökobau.dat	Mineralwolle (Fassaden-Dämmung) (EPD 160 mm)	1,0 m³	46,25 kg/m³
13	EPD	WDVS mit Mineralfaser Dämmplatten geklebt und gedübelt (Fachverband WDVS)	1,0 m²	30,6 kg/m²
15	Ökobau.dat	Kalk-Gips-Innenputz	1,0 kg	1,0 kg
15	EPD	GIPS-KALKPUTZ (Bundesverband der Gipsindustrie e.V.)	1,0 kg	
16	Ökobau.dat	Innenfarbe Dispersionsfarbe scheuerfest	1,0 kg	1,0 kg
16	EPD	entspricht 11: Fassadenfarben auf Dispersionsbasis, einfache Qualität	1,0 kg	0
17	Ökobau.dat	Aluminium-Flügelrahmenprofil, thermisch getrennt, pulverbeschichtet	1,0 m	1,51 kg/m
17	EPD	Aluminiumprofile thermisch isoliert (Ausführungen pressblank, eloxiert, pulverbeschichtet) Sapa Extrusion Nenzing GmbH	1,0 kg	2,7 kg/dm²
18	Ökobau.dat	Aluminium-Rahmenprofil, thermisch getrennt, pulverbeschichtet	1,0 m	1,43 kg/m
18	EPD	siehe 17: Aluminiumprofile thermisch isoliert (Ausführungen pressblank, eloxiert, pulverbeschichtet) Sapa Extrusion Nenzing GmbH	1,0 kg	2,7 kg/dm²
19	Ökobau.dat	Isolierglas 2-Scheiben	1,0 m²	20,0 kg/m²
19	EPD	Isolierglas 2-Scheiben	1,0 m²	20,0 kg/m²
20	Ökobau.dat	Fenster-Beschlag für Drehkippfenster (Aluminium)	1,0 Stk.	1,647 kg/Stk
20	EPD	Türbeschläge aus Aluminium (Fachverband Schloss-	1,0 Stk.	o,614 kg/Stk

Nr.	Quelle	Datenname	Einheit	Material Daten
		und Beschlagindustrie e.V.)		
21	Ökobau.dat	Fenstergriff	1,0 Stk.	o,1 kg/Stk
21	EPD	OGRO Fenstergriffe in Aluminium DORMA	1,0 Stk.	0,218 kg/Stk.
22	Ökobau.dat	EPDM-Dichtungen Aluminiumprofil, thermisch getrennt	1,0 m	o,43 kg/m
22	EPD	EPDM-Dichtungen Aluminiumprofil, thermisch getrennt	1,0 m	o,43 kg/m
23	Ökobau.dat	CR Profil (Chloropren-Kautschuk)	1,0 m	o,18 kg/m
23	EPD	CR Profil (Chloropren-Kautschuk)	1,0 m	o,18 kg/m
24	Ökobau.dat	Gipskartonplatte (imprägniert)	1,0 m²	10,0 kg/m²
24	EPD	GIPSPLATTE - IMPRÄGNIERT Bundesverband der Gipsindustrie e.V.	1,0 m²	1 m² = 10 kg Gipsplatte - imprägniert
25	Ökobau.dat	Mineralwolle (Innenausbau-Dämmung)	1,0 m³	26,25 kg/m³
25	EPD	climowool Glaswolle (climowool GmbH) Lambda zwi- schen 32 und 45 mW/(mK)	1,0 kg	7 bis 100 kg/m³
26	Ökobau.dat	Stahl Feinblech (20µm bandverzinkt)	1,0 kg	1,0 kg
24	Ökobau.dat	Gipskartonplatte (imprägniert)	1,0 m²	10,0 kg/m²
25	Ökobau.dat	Mineralwolle (Innenausbau-Dämmung)	1,0 m³	26,25 kg/m³
26	Ökobau.dat	Stahl Feinblech (20µm bandverzinkt)	1,0 kg	1,0 kg
24 bis 26	EPD	Metallständerwände mit Gipsplatten/Gipsfaserplatten Bundesverband der Gipsindustrie e.V.	18 m²	einfache Be- plankung
27	Ökobau.dat	Brettschichtholz - Standardformen (Durchschnitt DE)	1,0 m³	507,11 kg/m³
27	EPD	Duobalken®, Triobalken® (Balkenschichtholz) Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. und Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V.	1,0 m³	508,37 kg/m³

Nr.	Quelle	Datenname	Einheit	Material Daten
29	Ökobau.dat	Oriented Strand Board (Durchschnitt DE)	1,0 m³	600,0 kg/m³
29	EPD	SWISS KRONO OSB-Platten SWISS KRONO Tec AG	1 m³	617,0 kg/m³
30	Ökobau.dat	Zellulosefaser Einblas-Dämmstoff	1,0 m³	45,0 kg/m³
30	EPD	Einblasdämmstoff aus Zellulosefasern ISOCELL GmbH	1,0 m³	28,0 kg/m³
31	Ökobau.dat	Beschlagverbund Fenster Stahl	1,0 Stk.	2,63 kg/Stk
31	EPD	Beschlagverbund Fenster Stahl	1,0 Stk.	2,63 kg/Stk
32	Ökobau.dat	Betonfertigteil Treppe (1,1 m Breite, 9 Stufen a 16 cm)	1,0 Stk.	1965,0 kg/Stk
32	EPD	siehe 3: Beton		
	EPD	siehe 6: Bewehrungsstahl		
33	Ökobau.dat	Stahl Feinblech (0,3-3,0mm)	1,0 kg	1,0 kg
33	EPD	Stahl Feinblech (0,3-3,0mm)	1,0 kg	1,0 kg
35	Ökobau.dat	Kies 2/32	1,0 kg	1,0 kg
	EPD	Kies 2/32	1,0 kg	1,0 kg
36	Ökobau.dat	EVA-Dachbahnen	1,0 m²	2,0 kg/m²
36	EPD	EVALON® V lose verlegt unter Auflast oder mechanisch befestigt	1,0 m²	2,0 kg/m²
38	Ökobau.dat	Bitumen Emulsion (40% Bitumen, 60% Wasser)	1,0 kg	1,0 kg
38	EPD	Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen Deutsche Bauchemie e.V. (DBC)	1,0 kg	600 bis 1200 kg/m³

