FDB-Wissensreihe Nachhaltigkeit

Hinweise für die Ökobilanzierung von Betonfertigteilen

1 Vorbemerkungen

Die Transformation zu einer klimaverträglichen und ressourcenschonenden Bauwirtschaft verlangt eine transparente und vergleichbare Darstellung ökologischer Wirkungen von Bauprodukten. Die grundlegende Methode zur Ermittlung belastbarer Umweltinformationen ist die Erstellung einer Ökobilanz. Dabei wird erfasst, welche Rohstoffe in welcher Menge eingesetzt werden, wie hoch der Energieverbrauch ist und wie viele und welche Abfälle und Emissionen in die Umgebung (Luft, Wasser, Boden) freigesetzt werden. Die Ergebnisse einer Ökobilanzierung bilden die inhaltliche Grundlage für Umweltproduktdeklarationen (EPDs). Um aus einer Ökobilanz eine verifizierte EPD zu erstellen, ist die Prüfung durch einen unabhängigen Dritten und die Veröffentlichung über einen EPD-Programmhalter erforderlich.

In der Praxis stehen für die Ökobilanzierung und spätere EPD-Erstellung verschiedene von den EPD-Programmhaltern anerkannte Life Cycle Assessment (LCA)-Tools zur Verfügung. Für den Zement- und Betonsektor haben sich bereits einige LCA-Tools etabliert, die die branchenspezifischen Anforderungen und Datenstrukturen abbilden. Sie unterscheiden sich hinsichtlich Anwendung, Funktionsumfang sowie der zugrunde liegenden Hintergrunddatenbank, die Datensätze zu Stoffströmen, Energie, Transport und Materialien bereitstellt.

Diese Publikation enthält praxisorientierte Hinweise für die Ökobilanzierung von Betonfertigteilen. Die Ökobilanzierung auf Gebäudeebene wird nicht behandelt (siehe hierzu [1, 2]).

Ziel ist es insbesondere

- Hersteller und Akteure, die Ökobilanzierungen im Kontext des Betonfertigteilbaus erstellen, zu unterstützen,
- eine einheitliche Vorgehensweise zu fördern,
- Interpretationsspielräume zu reduzieren und
- die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu stärken.

Ergänzend zu den normativen Vorgaben werden die spezifischen Rahmenbedingungen und Besonderheiten des Bauens mit Betonfertigteilen berücksichtigt. Die Hinweise wurden vorwiegend von Experten aus den Mitgliedsunternehmen der FDB-Arbeitsgruppe Umweltdaten zusammengestellt. Sie haben lediglich empfehlenden Charakter und sind nicht als verbindliche Vorgaben zu betrachten. Die grundlegenden Prinzipien der Ökobilanzierung werden vorausgesetzt und daher nicht näher erläutert.

2 Normen und Grundlagen

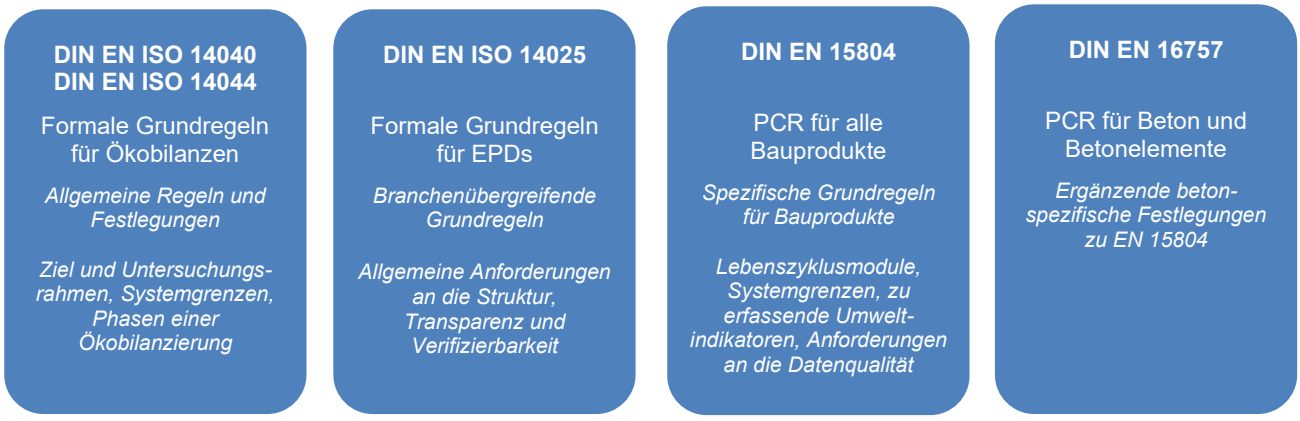

Bild 1: Normenhierarchie mit steigendem Detailierungsgrad und Konkretisierung für die Ökobilanzierung und EPD-Erstellung für Beton und Betonelemente [3, 4, 5, 6, 7]

Die Erstellung von EPDs im Betonfertigteilbau basiert auf einem mehrstufigen **Normensystem**, das von allgemeinen formalen Anforderungen bis hin zu produktspezifischen Regeln (sog. Produktkategorieregeln, PCR) reicht (vergleiche Bild 1). Die Regelwerke greifen ineinander und enthalten verschiedene Vorgaben, die gleichermaßen beachtet werden müssen.

Der **Lebenszyklus eines Bauwerkes** wird in die in Bild 2 dargestellten Phasen und Module strukturiert: Derselben Struktur folgen auch die Informationsmodule in Ökobilanzen. Gemäß DIN EN 15804 müssen Bauprodukte und -materialien die Module A1 - A3, C1 - C4 und D deklarieren. Konkrete Zuordnungen betonfertigteilspezifischer Prozesse zu den einzelnen Modulen sind im Glossar beschrieben.

Bild 3 zeigt ergänzend die zugehörigen Materialien und Prozesse zu den Lebenszyklusphasen für Betonfertigteile.

A1 - A3			A4 - A5		B1 - B7							C1 - C4				D
HERSTELLUNGS-PHASE			ERRICHTUNGS-PHASE		NUTZUNGSPHASE							ENTSORGUNGSPHASE				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Bau/Einbau	Nutzung	Inspektion, Wartung, Reinigung	Reparatur	Austausch, Ersatz	Verbesserung, Modernisierung	betrieblicher Energieeinsatz	betrieblicher Wassereinsatz	Abbruch	Transport	Abfallbewirtschaftung	Deponierung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnung-Recycling-Potenzial
Cradle to Gate																
Cradle to Grave																
Cradle to Cradle																

Bild 2: In Ökobilanzierungen deklarierte Lebenszyklusphasen (aufgeschlüsselt in Module nach DIN EN 15804)

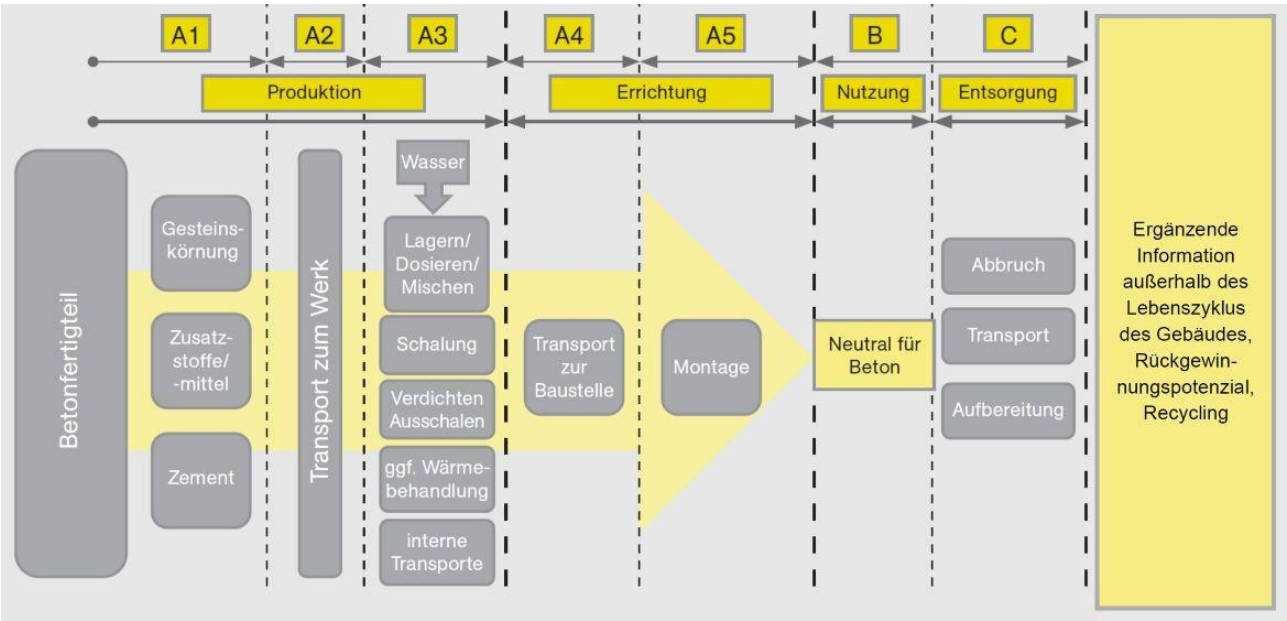

Bild 3: In Ökobilanzierungen deklarierte Lebenszyklusphasen und zugehörige Materialien und Prozesse für Betonfertigteile [8]

Zur Beschreibung der mit der Herstellung eines Produktes verbundenen Umweltwirkungen und des Ressourceneinsatzes, legt DIN EN 15804 sogenannte **Indikatoren** fest. Sie bilden über die einzelnen Lebenszyklusmodule hinweg eine messbare datenbasierte Grundlage für die ökobilanzielle Bewertung von Bauprodukten. Hierzu zählen unter anderen die Kernindikatoren für Umweltwirkungen (z. B. Treibhauspotenzial (GWP)) sowie Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes (z. B. Einsatz nicht erneuerbarer Primärenergie (PENRT)), die in einer EPD immer deklariert werden müssen. Zusätzlich gibt es optionale Umweltindikatoren, die deklariert werden können.

Ebenfalls normativ festgelegt sind die sogenannten **Abschneidekriterien**. Diese legen fest, welche Inputs und Outputs im Fall von unzureichenden Daten unberücksichtigt bleiben können. Gemäß DIN EN 15804:2022-03, Abs. 6.3.6 dürfen die vernachlässigten Input-Flüsse 1 % des erneuerbaren und des nicht erneuerbaren Einsatzes von Primärenergie und 1 % der Gesamtmasse dieses Einheitsprozesses nicht überschreiten. Darüber hinaus darf die Gesamtsumme der vernachlässigten Input-Flüsse höchstens 5 % des Energie- und Masseeinsatzes betragen. In einer EPD muss jede Anwendung der Abschneidekriterien dokumentiert werden.

Es ist grundsätzlich festzulegen, ob der **Beton** (Frischbeton) oder das **Betonfertigteil** als Produkt deklariert wird. Eine Ökobilanzierung rein auf Baustoffebene ist sinnvoll, wenn ausschließlich die materialbezogenen Umweltwirkungen der Betonrezeptur betrachtet werden sollen. Wird hingegen das Fertigteil als Produkt bilanziert, werden zusätzlich die Materialien und Energien des bauteilspezifischen Herstellungsprozesses (z. B. Schalung, Bewehrung, Verdichtung) mit betrachtet. Welche Ebene gewählt wird, hängt vom Ziel der Ökobilanz ab. Hinweise zur deklarierten Einheit sind in Tabelle 1 enthalten.

Bei der Ökobilanzierung von Fertigteilbeton und Betonfertigteilen ist zwischen den jeweiligen **Druckfestigkeitsklassen** zu unterscheiden. Gemäß DIN EN 16757, Abs. 6.3.2 zählt die Druckfestigkeitsklasse zu den wesentlichen Leistungseigenschaften eines Betons bzw. Produkts und ist daher anzugeben. Sie beeinflusst die Betonzusammensetzung und wirkt sich damit unmittelbar auf die Umweltindikatoren aus. In einer EPD muss zudem angegeben werden, ob eine spezifische Betonrezeptur oder eine Durchschnittsrezeptur für die Bewertung verwendet wird [DIN EN 16757, Abs. 6.3.7].

3 Empfehlungen und Hinweise

Da die Normen nicht in allen Punkten konkrete Festlegungen treffen, sondern in einigen Bereichen Interpretationsspielräume lassen, setzt diese Publikation genau an dieser Stelle an.

Ein Beispiel hierfür ist DIN EN 16757:2023-03 Abschnitt 6.3.5.2: *„Die Herstellung von vorgefertigten Betonelementen darf Folgendes umfassen […]“*.

Die folgenden Tabellen geben Empfehlungen und ergänzende Hinweise hinsichtlich verschiedener Einflussfaktoren, die für Ökobilanzierungen von Fertigteilbeton und Betonfertigteilen relevant sind:

- Tabelle 1 enthält allgemeine Empfehlungen (z. B. deklarierte Einheit),
- Tabelle 2 liefert Empfehlungen für Ausgangsstoffe bzw. Baustoffe (d. h. unmittelbar in das Produkt eingehende Materialien, z. B. Zement, Bewehrung) und
- Tabelle 3 gibt prozessbezogene Empfehlungen (z. B. Schalung, Energie).

Tabelle 1: Allgemein

Thema	*Normative Festlegung*	FDB-Empfehlung	Hinweise
Lebenszyklus (zu berücksichtigende Module)	*Verpflichtend: A1 - A3, C1 - C4, D* *Optional: A4, A5, B1* *[DIN EN 15804, Abs. 5.2]*	-	Definition und weitere Erläuterung siehe Glossar und Bild 2. Bei den optionalen Modulen A4 und A5 handelt es sich um projektspezifische Angaben.
Deklarierte Einheit	*Die deklarierte Einheit muss sich auf die übliche Anwendung des Produkts beziehen.* *[DIN EN 15804, Abs. 6.3.3]*	m³ Beton (Frischbeton) m³ Fertigteil m² Wandfläche	Kann bei Bedarf umgerechnet werden, z. B. für Flächenbauteile in m² (Decken, Wände). Grundsätzlich sind weitere deklarierte Einheiten möglich (z. B. Stück, Tonne, Meter).

Thema	*Normative Festlegung*	FDB-Empfehlung	Hinweise
Carbonati-sierung	*Wenn die Carbonatisierung während der Nutzungsphase berücksichtigt wird, muss sie in Modul B1 berücksichtigt werden.* *[DIN EN 16757 Abs. 6.3.5.4.2 und Anhang G]*	nach Möglichkeit berücksichtigen (abhängig von LCA-Tool).	In einigen LCA-Tools ist eine Angabe zur Carbonatisierung (vgl. Glossar) während der Nutzungsphase möglich. Zwecks Vergleichbarkeit sollte diese in Modul B1 miterfasst werden. In der Regel erfolgt eine automatisierte Ermittlung anhand der Betonrezeptur und der Geometrie des Bauteils (z. B. Oberfläche im Kontakt mit Umgebungsluft).
Transport-entfernungen der Zulieferer	*Es ist anzugeben, ob die Transportdaten standort-spezifisch sind oder Durchschnittswerte verwendet wurden.* *[DIN EN 16757 Abs. 6.3.7]*	Wenn keine genauen Angaben vorliegen, Ermittlung über Google-Maps je bilanziertem Ausgangsstoff und Material.	Es ist zwischen den Transportmitteln zu unterscheiden (z. B. Zug, Lkw). Rück- bzw. Leerfahrten sind zu berücksichtigen. Empfohlen wird die „schnellste“ Strecke als Angabe bei Google-Maps, z. B. über die Autobahn (nicht die „Kürzeste“). Die Lkw-Befahrbarkeit ist zu beachten.

Für die Berücksichtigung der **Ökobilanzdaten der Ausgangsstoffe** wird grundsätzlich zwischen generischen, durchschnittlichen und spezifischen Datensätzen unterschieden. Letztere werden von den Herstellern bereitgestellt und sind für das jeweilige Produkt oder die jeweilige Produktgruppe repräsentativ. Allgemein haben spezifische Daten und Durchschnittsdaten, die von spezifischen Prozessen abgeleitet sind, Priorität [DIN EN 15804, Abschnitt 6.3.7]. Anforderungen an Datenqualität und Auswahl der Datensätze enthält zusätzlich DIN EN 15941 [9]. Produktspezifische Datensätze müssen mit dem eingesetzten Produkt übereinstimmen (vgl. Beispiel Tabelle 2, Zement). Die verwendeten Datensätze sind transparent darzustellen. [DIN EN 16757, Abschnitt 6.3.7].

Tabelle 2: Ausgangsstoffe / Baustoffe

Thema	*Normative Festlegung*	FDB-Empfehlung	Hinweise
Zement	*Zementart und Gehalt [kg/m³] sind anzugeben.* *[DIN EN 16757 Abs. 6.3.5.2]*	-	Sofern produktspezifische Datensätze verwendet werden, müssen diese mit der eingesetzten Zementart übereinstimmen. So darf beispielsweise die produkt-spezifische EPD eines Herstellers für CEM II/A-LL 52,5 R nicht für CEM II/A-LL 42,5 R verwendet werden. Die in den EPDs enthaltenen Hinweise zu brutto- / netto-Werten für das Treibhaus-potenzial (GWP) sind zu beachten. Der Unterschied ergibt sich aus der Berück-sichtigung der Verbrennung von Abfällen bei der Klinkerherstellung. Da sich in Deutschland zunehmend die Ausweisung von Netto-Werten (d. h. exklusive Verbrennung der Abfälle aus der Klinker-herstellung) etabliert, empfiehlt sich deren Verwendung zur besseren Vergleich-barkeit.

Thema	*Normative Festlegung*	FDB-Empfehlung	Hinweise
Gesteins-körnung	*Art und Menge [kg, t] sind anzugeben.* *[DIN EN 16757 Abs. 6.3.5.2]*	-	Wenn die EPD der Gesteinskörnung genutzt wird, werden die Module A1 bis A3 der Gesteinskörnungs-EPD Teil des Moduls A1 der Beton- bzw. Fertigteil-EPD und das Modul A4 der Gesteinskörnungs-EPD wird Teil des Moduls A2 der Beton- bzw. Fertigteil-EPD [DIN EN 16757 Abs. 6.2.2]. Dies gilt auch für rezyklierte Gesteins-körnung.
Zusatzmittel	*Art und Menge [kg] sind anzugeben.* *[DIN EN 16757 Abs. 6.3.5.2]*	-	Die in den LCA-Tools hinterlegten generischen Datensätze sind in der Regel nach Produktgruppen (z. B. Erhärtungsbeschleuniger) unterteilt. Bei Fließmitteln kann weitergehend zwischen den Kategorien A, B und C unterschieden werden [Muster-EPD Betonzusatzmittel - Deutsche Bauchemie e.V.].
Zusatzstoffe	*Art und Menge [kg] sind anzugeben.* *[DIN EN 16757 Abs. 6.3.5.2]*	-	-
Produkt-wasser	-	Separate Erfassung von Frisch-, Prozess- und optional Abwasser (abhängig von LCA-Tool)	Der Gesamtwasserverbrauch setzt sich zusammen aus ▪ Wasser für das Produkt (i. d. R. Frischwasser) ▪ Prozesswasser, das im Kreislauf geführt wird (siehe Tabelle 3) ▪ Abwasser (siehe Tabelle 3) Aus diesem Grund wird Wasser getrennt in Tabelle 2 als Produktwasser und in Tabelle 3 als Prozess- bzw. Abwasser aufgeführt. Eine doppelte Erfassung sollte vermieden werden (Frischwasser = Gesamtwasser abzgl. Prozess- und Abwasser). Der Frischwasserverbrauch wird als Ressourcennutzung (Wirkungskategorie „Süßwasserverbrauch") deklariert. Grundsätzlich hat der Wasserverbrauch nur einen sehr geringen Anteil am Gesamtergebnis der Ökobilanzierung. Sofern es nur einen Wasserzähler für das Gesamtwerk (z. B. inklusive administrative Bereiche) gibt und keine genaue Ermittlung möglich ist, kann der Wasser-verbrauch konservativ angegeben werden.

Thema	*Normative Festlegung*	FDB-Empfehlung	Hinweise
Bewehrung (Betonstahl, Spannstahl, Fasern)	*Art und Bewehrungs-grad sind auf Bauteilebene zu berücksichtigen.* *[DIN EN 16757 Abs. 6.3.5.2]*	Spannstahl ist gesondert zu berücksichtigen.	Die Art der Bewehrung ist genau zu unterscheiden (z. B. bei Betonstahl zwischen Stab- und Mattenstahl). Auf Bauwerksebene kann die Bewehrung in der Ökobilanz nachträglich als „Einzelposten“ für das gesamte Gebäude gesondert berücksichtigt werden (statt je Bauteil). Für Spannstahl liegen gesonderte EPDs bzw. Datensätze vor, da dieser gegenüber Betonstahl abweichende Ökobilanzwerte aufweist.
Dämmung	*Art und Menge sind auf Bauteilebene zu berücksichtigen.* *[DIN EN 16757 Abs. 6.3.5.2]*	-	Die Art der Dämmstoffe ist zu unterscheiden. Auf Bauwerksebene kann die Dämmung in der Ökobilanz nachträglich als „Einzelposten“ für das gesamte Gebäude gesondert berücksichtigt werden (statt je Bauteil).
Einbauteile	-	Der Einfluss der Einbauteile sollte nach den Abschneidekriterien (siehe Kap. 2) geprüft werden.	Wenn alle Abschneidekriterien erfüllt sind, kann der Einfluss der Einbauteile vernachlässigt werden. Bei Berücksichtigung der Einbauteile gilt: ▪ Sofern produktspezifische Datensätze vorliegen, sind diese zu berücksichtigen. ▪ Alternativ ist eine vereinfachte Berechnung über das Material (Metall, Kunststoff) und die verbaute Menge möglich. ▪ Sofern keine genaue Ermittlung möglich ist, kann der Einfluss konservativ angegeben werden. Zur Orientierung: Exemplarische Untersuchungen der FDB haben ergeben, dass Standardeinbauteile, wie z. B. Transportanker, Ankerschienen und Hüllrohre in der Regel einen Masseanteil am Gesamtbauteil von unter 1 % haben.

In Tabelle 3 wird für die Abschätzung des Einflusses der jeweiligen Prozesse zwischen „Standard-“ und „Sonderbauteil“ unterschieden. In diesem Zusammenhang weisen Sonderbauteile projektspezifische, besondere Anforderungen auf, wie z. B. individuelle Formen, für welche speziell angefertigte Schalungen erforderlich sind (vgl. Tabelle 3, Schalung).

Tabelle 3: Prozesse

Thema	*Normative Festlegung*	FDB-Empfehlung	Hinweise
Schalung	*Die Gesamtwirkung ist durch die Anzahl der Nutzungen zu teilen.* *[DIN EN 16757 Abs. 6.3.5.2]*	Bei **Standard-bauteilen** ist der Einfluss vernach-lässigbar. Bei **Sonder-bauteilen** ist eine genauere Betrachtung erforderlich.	Bei **Standardbauteilen** werden im Fertigteilwerk überwiegend Schalungen eingesetzt, bei denen der Rahmen und die Schalhaut aus Stahl bestehen. Bei üblichen Einsatzhäufigkeiten liegt die Masse der eingesetzten Ressourcen und Primärenergie bei unter 1% der Gesamt-werte für die Betonherstellung [10] (vgl. Abschneidekriterien Kap. 2). Dies gilt auch, wenn bei Stahlschalungen mit Holz beigeschalt wird [11]. Für **Sonderbauteile** mit hohem Schalungsaufwand und ggf. individuell gefertigten Schalungen ist eine spezifische Ermittlung des verbrauchten Materials sinnvoll. Vereinfacht kann der Jahresverbrauch über die Gesamtproduktionsmenge verteilt werden. Da der Einkauf nicht zwangsläufig parallel zum Verbrauch läuft, kann auch Schalmaterial verbraucht werden, was bereits im Vorjahr oder früher eingekauft wurde. In diesem Fall können für den Einkauf jährliche Durch-schnittswerte, z. B. über einen Zeitraum von 3 Jahren, ermittelt werden.
Hilfsstoffe	-	Bei **Standard-bauteilen** ist der Einfluss von Hilfsstoffen (z. B. Schalöl, Nägel) vernachlässigbar.	Sowohl für die Herstellung als auch für die Montage von Fertigteilen können Hilfsstoffe erforderlich sein [DIN EN 16757, Bild 4]. Eine beispielhafte Betrachtung mit Hilfe von Angaben aus FDB-Mitgliedsunter-nehmen ergab für Nägel als Hilfsstoffe einen Masseanteil am Gesamtbauteil von ca. 0,016 % (350 g Nägel / 2,2 t Fertigteil). Bei **Sonderbauteilen** ist eine spezifische Ermittlung des Verbrauchs von Hilfs-stoffen sinnvoll (z. B. bei speziellem Schalöl oder einem besonders hohen Verbrauch, siehe auch Abschneide-kriterien Kap. 2). Vereinfacht kann der Jahresverbrauch über die Gesamtproduktionsmenge verteilt werden. Da der Einkauf nicht zwangsläufig parallel zum Verbrauch läuft, kann z. B. auch Schalöl verbraucht werden, was bereits im Vorjahr oder früher eingekauft wurde. In diesem Fall können für den Einkauf jährliche Durchschnittswerte, z. B. über einen Zeitraum von 3 Jahren, ermittelt werden.

Thema	*Normative Festlegung*	FDB-Empfehlung	Hinweise
Verpackungen	-	Im Normalfall vernachlässigbar	Konstruktive Betonfertigteile werden in der Regel nicht verpackt. Ausnahmen sind HBV-Decken und ggf. Bauteile mit besonderen Anforderungen an die Optik. Die Entsorgung der Verpackung von Ausgangsstoffen kann in Modul A3 erfasst werden. Die Verpackung ausgelieferter Produkte wird über die Abfallmenge (Modul A5) berücksichtigt. Einwegpaletten sollten separat erfasst werden. Europaletten sollten über den Jahresverbrauch (Differenz Ein- und Ausgang) berücksichtigt werden.
Energieeinsatz	*Von den Versorgern zur Verfügung gestellte Angaben zum Energiemix sind zu berücksichtigen.* *[DIN EN 16757, Abs. 6.3.7].*	Zu berücksichtigende Energieträger sind z. B.: Strom Gas Diesel Heizöl Pellets Fernwärme Energieverbräuche für administrative Bereiche (z. B. eigene Planungs-abteilungen) sollten getrennt erfasst oder alternativ aus dem Verbrauch heraus-gerechnet werden.	Energieverbrauchsrelevante Prozesse im Betonfertigteilwerk sind vor allem: ▪ Mischen ▪ Verdichten ▪ Interne Transporte (Krane, ggf. Kübelbahn, Stapler) ▪ ggf. Wärmebehandlung ▪ Schalungsbau (z. B. Druckluft, Schreinerei) ▪ Beleuchtung Selbsterzeugter Strom kann in den Energiemix eingehen. In der Regel ist der Energieverbrauch nicht produktspezifisch zu ermitteln. Empfohlen wird die Verteilung des Jahresverbrauches über eine festgelegte Logik (z. B. Produktionsmenge) und die anteilige Ermittlung für die deklarierte Einheit. Bei kleinen Büros oder Sozialräumen ohne eigenen Verbrauchszähler sollte zwischen Aufwand und Nutzen abgewogen und im Zweifelsfall der Verbrauch konservativ mitberücksichtigt werden. Energieverbräuche, die über mehrere Geschäfts- oder Produktionsbereiche auftreten, können entweder gesamtheitlich einem bestimmten Bereich zugeschrieben werden oder auf Basis einer intern festgelegten Logik (z. B. Produktionsmenge) konsequent verteilt werden.

Thema	*Normative Festlegung*	FDB-Empfehlung	Hinweise
Prozess- / Abwasser	-	Separate Erfassung von Frisch-, Prozess- und optional Abwasser (abhängig von LCA-Tool)	Der Gesamtwasserverbrauch setzt sich zusammen aus ▪ Wasser für das Produkt (i. d. R. Frischwasser, siehe Tabelle 2) ▪ Prozesswasser, das im Kreislauf geführt wird ▪ Abwasser Aus diesem Grund wird Wasser getrennt in Tabelle 2 als Produktwasser und in Tabelle 3 als Prozess- bzw. Abwasser aufgeführt. Eine doppelte Erfassung sollte vermieden werden (Frischwasser = Gesamtwasser abzgl. Prozess- und Abwasser). Zusätzlich zum Prozesswasser kann in einzelnen LCA-Tools Abwasser optional deklariert werden. Grundsätzlich hat der Wasserverbrauch nur einen sehr geringen Anteil am Gesamtergebnis der Ökobilanzierung. Sofern es nur einen Wasserzähler für das Gesamtwerk (z. B. inkl. administrative Bereiche) gibt und keine genaue Ermittlung möglich ist, kann der Wasserverbrauch konservativ angegeben werden.

4 Literatur und Regelwerke

[1] DIN EN 15978:2026-09: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der Umweltqualität von Gebäuden – Methodik.

[2] DIN SPEC 91606:2026-07: Angewandte Ökobilanzierung für Bauwerke – Datengrundlagen, Regeln und Ergebnisdarstellung – Gebäude.

[3] DIN EN ISO 14040:2021-02: Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen.

[4] DIN EN ISO 14044:2021-02: Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen.

[5] DIN EN ISO 14025:2011-10: Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren.

[6] DIN EN 15804:2022-03: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte.

[7] DIN EN 16757:2023-03: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Produktkategorieregeln für Beton und Betonelemente.

[8] Nachhaltig Bauen mit Beton – Begleitbroschüre zu den Umweltproduktdeklarationen Beton, abrufbar unter www.betonshop.de. InformationsZentrum Beton, Düsseldorf, Januar 2025.

[9] DIN EN 15941:2024-10: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Datenqualität für die Erfassung der Umweltqualität von Produkten und Bauwerken – Auswahl und Anwendung von Daten.

[10] Umweltproduktedeklarationen für verschiedene Betondruckfestigkeitsklassen, abrufbar unter www.beton.org/epd. InformationsZentrum Beton, Düsseldorf 2023.

[11] Hintergrundbericht „Ökobilanzierung von in Deutschland hergestellten Betonen verschiedener Festigkeitsklassen (2021)". InformationsZentrum Beton, Düsseldorf 2023. *(nicht veröffentlicht)*

Glossar

Unter **Carbonatisierung** versteht man die Bildung von Calciumcarbonat aus calciumhaltigen Hydratationsprodukten im Zementstein des Betons, wobei Kohlendioxid aus der Luft gebunden wird. Durch die Carbonatisierung des Betons wird die Freisetzung von Kohlendioxid bei der Baustoffherstellung teilweise rückgängig gemacht.

Lebenszyklus-Module

A1	Gewinnung und Aufbereitung der Betonausgangsstoffe, Produktion von Zement, Zusatzmitteln und Zusatzstoffen.
A2	Transport der Rohstoffe zum Fertigteilwerk.
A3	Beton- bzw. Bauteilherstellung im Werk inkl. energetische Aufwendungen (z. B. für Verdichtung und Wärmebehandlung), Hilfsstoffe, Transporte im Werk, Verpackungen von Ausgangsstoffen.
A4	Transport vom Werk zur Baustelle (projektspezifisch).
A5	Montage von Fertigteilen auf der Baustelle (projektspezifisch).
B1	Durch Carbonatisierung nehmen Betonbauteile während ihrer Nutzungsdauer Kohlendioxid aus der Luft auf. Dies kann als negatives Treibhauspotenzial in Modul B1 ausgedrückt werden.
B2 - B7	Inspektion, Wartung, Reinigung (B2), Reparatur (B3), Austausch, Ersatz (B4), Verbesserung, Modernisierung (B5), Gebäudebetrieb (B6 und B7). Für Betonbauteile sind Instandhaltungs- und Reparaturmaßnahmen während der Referenznutzungsdauer i. d. R. nicht erforderlich, sodass in diesen Modulen keine Umweltlasten anfallen.
C1	Rückbau/Abbruch von Betongebäuden/-bauteilen.
C2	Transport von Betonabbruch zur Aufbereitung. Die Aufbereitung von Betonabbruchmaterial durch Brechen kann direkt an der Stelle des Gebäudeabbruchs mit mobilen Brechanlagen oder in größeren, ortsgebundenen Recyclingwerken erfolgen.
C3	Brechen und Aufbereiten von Betonabbruchmaterial.
C4	Deponierung von Betonabbruch.
D	Vorteile und Lasten jenseits der Grenzen des Produktsystems bzw. Gutschrift für die Verwendung von Betonabbruch oder die Wiederverwendung von Betonelementen.

© FDB 2026

Herausgeber: Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. – Mittelstraße 2-10 – 53175 Bonn

Internet: www.fdb-fertigteilbau.de – E-Mail: info@fdb-fertigteilbau.de, Tel. 0228 9545656

Die **F**achvereinigung **D**eutscher **B**etonfertigteilbau e. V. ist der technische Fachverband für den konstruktiven Betonfertigteilbau. Die FDB vertritt die Interessen ihrer Mitglieder national und international und leistet übergeordnete Facharbeit in allen wesentlichen Bereichen der Technik