



**Erläuterungen zu den
Umweltproduktdeklarationen
für Beton**

Impressum

Herausgeber:

InformationsZentrum Beton GmbH
Steinhof 39, 40699 Erkrath
www.beton.org

Autoren:

Bauass. Dipl.-Ing. Alice Becke
Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V.
Dipl.-Ing. Jochen Reiners
Verein Deutscher Zementwerke e.V.
Dipl.-Ing. Ceyda Sülün
Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e.V.

Titelbild: Stephan Falk, Marco Polo Tower, Hamburg

Gesamtproduktion:

Verlag Bau+Technik GmbH, 40601 Düsseldorf, 2014

1	Vorwort _____	5		Anhang _____	28
2	Nachhaltigkeitszertifizierung und die ökologische Qualität von Gebäuden _____	6	A1	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C20/25 _____	29
3	Umweltproduktdeklarationen _____	8	A2	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C25/30 _____	30
4	Ökobilanz Beton _____	9	A3	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C30/37 _____	31
4.1	Anwendungsbereich und deklarierte Einheit _____	9	A4	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C35/45 _____	32
4.2	Datenerhebung und Repräsentativität _____	9	A5	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C45/55 _____	33
4.3	Betondruckfestigkeitsklassen und Betonzusammensetzung _____	10	A6	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C50/60 _____	34
4.4	Lebenszyklus von Betonbauwerken _____	11			
4.4.1	Allgemeines _____	11			
4.4.2	Produktstadium _____	13			
4.4.3	Errichtung/Bauphase _____	15			
4.4.4	Nutzungsphase _____	15			
4.4.5	Nutzungsende _____	16			
4.4.6	Nutzen und Lasten außerhalb des Lebenszyklusses von Gebäuden _____	16			
5	Ergebnisse der Ökobilanzierung _____	17			
5.1	Darstellung in den Umweltproduktdeklarationen _____	17			
5.2	Auswertung und Interpretation _____	17			
6	Umweltinformationen für „Durchschnittsbeton“ _____	20			
7	Übertragung der Ergebnisse auf das Gesamtgebäude _____	21			
7.1	Berücksichtigung der Bewehrung bei Stahlbetonbauteilen _____	21			
7.2	Weitere Einflüsse auf die Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden _____	22			
7.2.1	Flexibilität und Umnutzungsmöglichkeit _____	22			
7.2.2	Dauerhaftigkeit _____	22			
7.2.3	Schallschutz _____	22			
7.2.4	Brandschutz _____	22			
7.2.5	Energieeffizienz und thermischer Komfort _____	24			
8	Weiterführende Informationen _____	25			
8.1	Internetadressen _____	25			
8.2	Umweltproduktdeklaration für Zement _____	25			
8.3	Umweltproduktdeklarationen für Beton _____	25			
9	Literaturverzeichnis _____	26			
10	Stichwortverzeichnis _____	27			

Der Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e.V. (BTB) und die Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V. unter Federführung der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB) haben dem Forschungsinstitut der Zementindustrie den Auftrag erteilt, Ökobilanzen für Betone sechs üblicher Druckfestigkeitsklassen zu erarbeiten. Nach der Fertigstellung wurden die Ökobilanzen beim Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) eingereicht und verifiziert und liegen seit Juli 2013 als Umweltproduktdeklarationen (englisch: Environmental Product Declaration – EPD) vor. Herausgeber und Deklarationsinhaber ist das InformationsZentrum Beton.

Ziel der Arbeiten war es, über die EPDs, insbesondere für frühe Planungsphasen, Informationen für die Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden bereitzustellen. Zu diesem Zeitpunkt ist die Entscheidung, ob die Ausführung von Gebäudeteilen in Transportbeton oder als Betonfertigteile erfolgt, oft noch nicht gefallen.

Mit den vorliegenden Beton-EPDs werden einerseits die bereits veröffentlichten ökobilanziellen Baustoffprofile für Transportbeton aktualisiert (bisherige Datenbasis: 2006) und gleichzeitig Branchendaten angeboten, die ein möglichst breites Spektrum der Betonindustrie abdecken.

In erster Linie sollen die bereitgestellten Daten dem Informationsaustausch zwischen Unternehmen („Business-to-Business“) dienen und als Grundlage für die Ökobilanzierung von Gebäuden genutzt werden. Angaben in EPDs finden ihre Anwendung bei der Nachhaltigkeitsbetrachtung im Gebäudekontext (ökologische Qualität), sind aber für den Baustoffvergleich und eine Kommunikation zum privaten Konsumenten („Business-to-Consumer“) nicht geeignet.

Eine Environmental Product Declaration (EPD) enthält wichtige Informationen für die Ökobilanzierung von Bauwerken, z. B. im Rahmen einer Nachhaltigkeitszertifizierung.

Weitere Literatur zum Themenkomplex „Nachhaltig Bauen mit Beton“ ist unter anderem auf der Internetseite www.nachhaltig-bauen-mit-beton.de zu finden.

Diese Broschüre soll Hilfestellung bei der Verwendung der Ökobilanzdaten in den EPDs geben und einzelne Hintergründe der Bilanzierung erläutern. Weiterhin ordnet sie die Bewertung der ökologischen Qualität von Gebäuden in die nationalen Systeme zur Nachhaltigkeitszertifizierung ein.



Bild 1: Umweltproduktdeklarationen für Betone mit den Druckfestigkeitsklassen C20/25, C25/30, C30/37, C35/45, C45/55 und C50/60 stehen auf www.beton.org/epd zur Verfügung.

2 Nachhaltigkeitszertifizierung und die ökologische Qualität von Gebäuden

Wer die Nachhaltigkeit von Gebäuden bewerten will, braucht umfangreiche Informationen zu den verwendeten Bauprodukten, dem Bauverfahren, dem Bauprozess, der Nutzung des Gebäudes sowie dem Nutzungsende.

Den beiden in Deutschland entwickelten Systemen zur Zertifizierung der Nachhaltigkeit von Gebäuden

- BNB – Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude [BNB]
- DGNB – Zertifizierungssystem der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. [DGNB]

liegt jeweils eine derartige ganzheitliche Betrachtung zugrunde. Alle weiteren Aussagen beziehen sich auf diese beiden Systeme.

Sie berücksichtigen den kompletten Lebenszyklus eines Gebäudes und beurteilen eine Vielzahl von Gebäudeeigenschaften (Kriterien). Diese werden in fünf Themenbereiche untergliedert: „Ökologische Qualität“, „Ökonomische Qualität“, „Soziokulturelle und funktionale Qualität“, „Technische Qualität“ und „Prozessqualität“ (Planung und Bauausführung) und sind in der Gesamtbewertung nach festgelegten Faktoren gewichtet (Bild 2). Die den fünf Themenbereichen zugeordneten Einzelkriterien zeigt Bild 3.

Ein wesentlicher Teil der ökologischen Qualität wird mit Hilfe einer Ökobilanzierung des Bauwerkes quantifiziert. Dabei werden zunächst alle Stoff- und Energieflüsse zusammengestellt, die dem Gebäude im Verlauf seiner Nut-

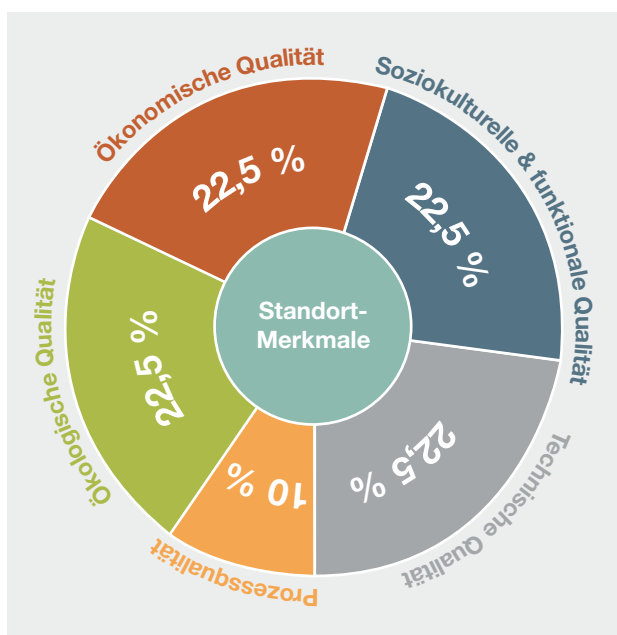


Bild 2: Die fünf Nachhaltigkeitsqualitäten (Themenbereiche) und ihre Gewichtung im Zertifizierungssystem BNB [BMV1]

zung zugeführt und davon abgegeben werden. Dies schließt alle Prozesse von der Rohstoffgewinnung oder Rohstoffherzeugung bis zur endgültigen Beseitigung ein (Bild 5). Auf Grundlage dieser Zusammenstellung werden potenzielle Umweltwirkungen, z. B. auf den Treibhauseffekt oder die Versauerung von Boden und Wasser, beurteilt.

Aufgrund der Fülle der Nachhaltigkeitskriterien und deren Gewichtung sowie der großen Bedeutung der Nutzungsphase für die Ökobilanz eines Gebäudes ist der Einfluss der Ökobilanz der Baustoffe der Tragkonstruktion relativ gering. Bei der exemplarischen Berechnung eines fiktiven Bürogebäudes mit Fundamenten, Decken und Kellerwänden aus Beton betrug der Anteil der Ökobilanz der Betonherstellung an der Gesamtbewertung nach DGNB weniger als 2 % [VDZ1]. Das zeigt, dass die Verwendung eines Baustoffes mit geringen Umweltwirkungen während seiner Gewinnung oder Herstellung nicht automatisch zu „nachhaltigeren“ Gebäuden führt.

Aus diesem Grund sind Branchenquerschnittsdaten, wie sie mit den Beton-EPDs zur Verfügung gestellt werden, im Allgemeinen ausreichend für die Ökobilanzierung von Gebäuden im Rahmen der Nachhaltigkeitszertifizierung. Herstellerspezifische Ökobilanzen sind in der Regel nicht erforderlich.

Bauprodukte können nicht als „gut“ oder „schlecht“ bewertet werden. Ihre Leistung sowohl aus technischer, wirtschaftlicher aber auch ökologischer Sicht ist immer im Gesamtsystem zu betrachten. So wirken sich der intelligente Einsatz des Baustoffes Beton, d. h. die geschickte Nutzung seiner Potenziale [BMD1] generell positiv auf die Nachhaltigkeit eines Gebäudes aus.

Durch den Baustoff Beton werden nicht nur die ökologischen, sondern auch zahlreiche andere Nachhaltigkeitskriterien beeinflusst: thermischer Komfort, Anpassungsfähigkeit, Flexibilität, Dauerhaftigkeit, Brandschutz, akustischer Komfort, Drittverwendungsfähigkeit etc.

Zahlreiche Nachhaltigkeitskriterien werden durch den Baustoff Beton positiv beeinflusst.

Bei der Nachhaltigkeitszertifizierung werden auch viele Kriterien betrachtet, die unabhängig von der Wahl des Baustoffes sind. Hierzu gehören z. B. Barrierefreiheit, Einflussnahme des Nutzers, Zugänglichkeit, Ausschreibung und Vergabe, Qualitätssicherung der Bauausführung (Bild 3 und auch Kapitel 7.2).

Für die Erfüllung der Bauaufgabe „Errichtung eines nachhaltigen Gebäudes“ muss ein komplexer Abwägungsprozess durchgeführt werden. Dabei führt der Vergleich von Baustoff-Ökobilanzen zum Zweck der Baustoffwahl in der Regel zu Fehlschlüssen und ist unzulässig. Der Produktnutzen ist letztendlich nur auf der Ebene eines Gebäudes oder Gebäudeteils mit definierten Eigenschaften quantifizierbar.

EPDs sind nicht für den Baustoffvergleich geeignet.

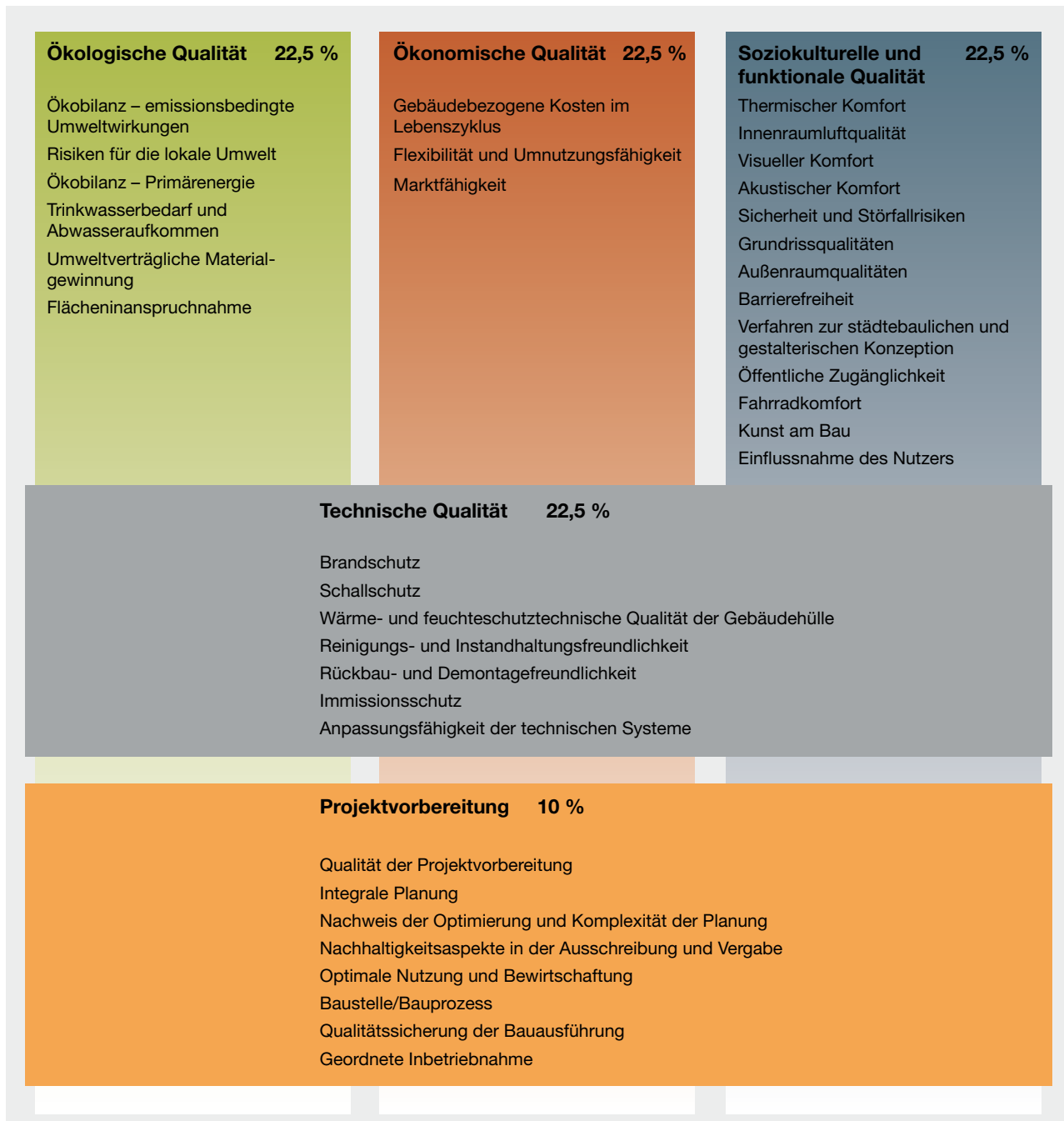


Bild 3: Fünf Themenfelder zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden nach dem Zertifizierungssystem der DGNB und die dazugehörigen Einzelkriterien. Je nach Gebäudetyp (Nutzungsprofil) werden die Einzelkriterien unterschiedlich gewichtet bzw. können entfallen.

3 Umweltproduktdeklarationen

Umweltproduktdeklarationen (EPDs) quantifizieren systematisch die Umweltwirkungen eines Produktes. Außerdem können sie zusätzliche Angaben zu technischen Eigenschaften, die für die Einschätzung der Leistung des Bauproduktes im Gebäude benötigt werden, wie Lebensdauer, Wärme- und Schallisolierung oder den Einfluss auf die Qualität der Innenraumluft geben. Datengrundlage bilden die Ergebnisse einer Ökobilanz. Eine Wertung der Angaben erfolgt dabei nicht. Vielmehr muss der Planer diese Informationen auf die Maßstäbe des Zertifizierungssystems zur Bewertung der deklarierten Sachverhalte wie z. B. Energie- und Ressourceneinsatz und Auswirkungen des Produktes auf Folgen wie Treibhauseffekt, Versauerung, Überdüngung, Zerstörung der Ozonschicht anwenden.

Die Umweltwirkungen eines Produktes werden in der Regel über eine Ökobilanzierung entsprechend den Normen DIN EN ISO 14040 [DIN1] und DIN EN ISO 14044 [DIN2] ermittelt. Hierfür werden alle Stoffströme, die mit einem Produkt von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung verknüpft sind, systematisch erfasst. Potenzielle Umweltwirkungen dieser Stoffströme werden charakterisiert und quantifiziert. Ökobilanzen bilden den eigentlichen Kern einer Umweltproduktdeklaration.

Idealerweise werden die Umweltwirkungen sowohl bei der Betrachtung des Gebäudes als auch bei den verwendeten Bauprodukten über den gesamten Lebenszyklus erfasst. Das heißt: Für ein Gebäude werden die Auswirkungen des Stoff-, Energie- und Wasserverbrauchs sowie des

Abfallaufkommens während der Herstellphase (inkl. der Herstellung aller verwendeten Baustoffe und deren Ausgangsstoffe), seiner langjährigen Nutzungsphase und für den Rückbau bzw. Abriss betrachtet.

Aktuelle Umweltproduktdeklarationen werden in der Regel in Übereinstimmung mit den Anforderungen der DIN EN 15804 [DIN3] und den sogenannten Produktkategorieregeln (Product Category Rules – PCR) erarbeitet. Dabei wird die Zuverlässigkeit der Ökobilanz-Daten über eine unabhängige Verifizierung sichergestellt.

Für die Beton-EPDs wurden folgende Produktkategorieregeln für Bauprodukte aus dem Programm für Umweltproduktdeklarationen des Institutes Bauen und Umwelt e.V. (IBU) berücksichtigt:

- Teil A – Rechenregeln für die Ökobilanz (Stand: 27.06.2011),
- Teil B – Anforderungen an die EPD für Betonbauteile aus Ort- oder Lieferbeton (Stand: 29.10.2012),
- Teil B – Anforderungen an die EPD für Betonfertigteile (Stand: 29.10.2012).

Entsprechend DIN EN 15804 [DIN3] werden im Rahmen einer Ökobilanz von Bauprodukten u. a. die Kenngrößen nach Tafel 1 quantifiziert.

Das nachfolgende Kapitel 4 erläutert die verschiedenen Schritte zur Erstellung der Ökobilanz für Beton.

Tafel 1: Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes (links) und der Umweltwirkungen (rechts) im Rahmen einer Ökobilanz nach DIN EN 15804.

Schutz natürlicher Ressourcen (Ressourceninanspruchnahme)	Schutz des Ökosystems (Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt)
<ul style="list-style-type: none"> · Primärenergieaufwand nicht erneuerbar (PE_{nem}) · Primärenergieaufwand erneuerbar (PE_{em}) · Einsatz von Sekundärstoffen · Einsatz von erneuerbaren Sekundärbrennstoffen · Einsatz von nicht erneuerbaren Sekundärbrennstoffen · Einsatz von Trinkwasser 	<ul style="list-style-type: none"> · Globales Erwärmungspotenzial (GWP) · Potenzial der Bildung troposphärischen Ozons (POCP) · Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP) · Eutrophierungspotenzial (Überdüngung) (EP) · Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP) · Potenzial für abiotischen Ressourcenabbau für nicht fossile Ressourcen (ADP_{el}) · Potenzial für abiotischen Ressourcenabbau für fossile Ressourcen (ADP_{foss})

4.1 Anwendungsbereich und deklarierte Einheit

Die Ökobilanz Beton bezieht sich auf einen Kubikmeter [m³] in Deutschland hergestellten unbewehrten Beton für Bauteile im Hochbau (Wände, Decken, Balken, Treppen etc.), im Tiefbau (z.B. erdberührte Bauteile, Gründungselemente) und Ingenieurbau (z. B. Brücken).

Für den Straßenbau kommt i. d. R. Ortbeton aus Anlagen zum Einsatz, die sich in unmittelbarer Nähe der Einbaustelle befinden. In der Ökobilanzierung wurde Straßenbaubeton daher nicht betrachtet.

Fertigteile, die nicht konstruktiv eingesetzt werden (z. B. Pflastersteine, Gehwegplatten, Betonrohre, Dachsteine etc.) sind ebenfalls nicht von der Beton-EPD erfasst. Für Umweltinformationen zu speziellen Betonfertigteilen siehe www.beton.org/epd.

Für die Ökobilanzierung von bewehrten Bauteilen aus Stahlbeton ist der Bewehrungsstahl separat zu betrachten. Hinweise hierzu siehe Kapitel 7.

- durchschnittliche Transportentfernung der Ausgangsstoffe zum Werk (Zement, Gesteinskörnung, Wasser, Flugasche, Betonzusatzmittel),
- Energieverbrauch im Bezugsjahr 2011 (elektrische Energie und Dieselkraftstoff – sofern möglich aufgeschlüsselt in die verschiedenen Produktionsschritte),
- durchschnittliche Transportentfernung zwischen Werk und Baustelle,
- Umweltlasten typischer Arbeitsprozesse auf der Baustelle.

Für Transportbeton wurden repräsentative Betonzusammensetzungen aus einem Forschungsvorhaben des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton e.V. [DAfStB] gewählt und mit Experten aus der Praxis sowie langjährig geführten Verbandsstatistiken des Bundesverbandes der Deutschen Transportbetonindustrie e.V. abgeglichen. Für den Betonfertigteilebereich wurden seitens der Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V. Daten von Fertigteilherstellern aus dem gesamten Bundesgebiet mit stark unterschiedlichen jährlichen Produktionsvolumina erhoben. Somit ist die Repräsentativität der Daten insgesamt sichergestellt. Die ermittelten Betonzusammensetzungen können demnach als typisch angesehen werden.

Die anschließende Durchschnittsbildung erfolgte für jede Betondruckfestigkeitsklasse gewichtet nach dem Produktionsvolumen von Transportbeton und Betonfertigteilen. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass – angepasst an den Produktionsprozess – statistisch bei höheren Betondruckfestigkeiten eher Fertigteile zum Einsatz kommen, während bei niedrigeren Betondruckfestigkeiten mehr Transportbeton verwendet wird (Bild 4).

Die Daten der Beton-EPD sind im Rahmen der Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden für alle aus Beton hergestellten Bauwerksteile anwendbar.

4.2 Datenerhebung und Repräsentativität

Für die Ökobilanzen wurden sowohl für Transportbeton als auch für Betonfertigteile folgende Daten erhoben:

- Produktionsmenge im Bezugsjahr 2011,
- durchschnittliche Betonzusammensetzung,

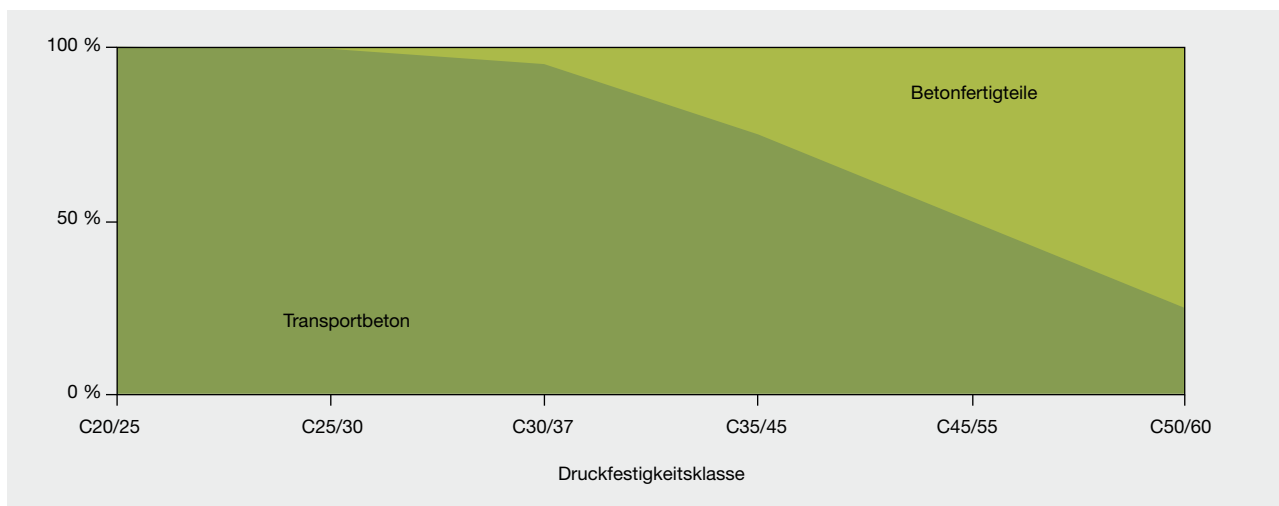


Bild 4: Verhältnis der Produktionsmengen Transportbeton/Betonfertigteile (schematisch)

4.3 Betondruckfestigkeitsklassen und Betonzusammensetzung

Betonbauwerke und ihre Bauteile müssen die zu erwartenden Beanspruchungen sicher aufnehmen können und über viele Jahrzehnte dagegen widerstandsfähig bleiben. Dies verlangt eine sach- und materialgerechte Konstruktion, Bemessung, Baustoffauswahl und Bauausführung. Zur Sicherstellung der geforderten Eigenschaften werden bei der Planung geeignete Annahmen für die zu erwartenden Umwelteinwirkungen (z. B. trockene Innenraumluft, mäßige Feuchte, Schlagregen, Tausalzangriff) getroffen und die Bauteile sogenannten Expositionsklassen zugeordnet [DIN4]. Die Betonzusammensetzung variiert je nach Druckfestigkeitsklasse und Bauaufgabe.

Insgesamt wurden folgende sechs Betondruckfestigkeitsklassen im Rahmen der Ökobilanz untersucht: C20/25, C25/30, C30/37, C35/45, C45/55 und C50/60. Tafel 2 zeigt die durchschnittliche Zusammensetzung der deklarierten Betone.

Die Auswahl der verschiedenen Druckfestigkeitsklassen soll es dem Planer ermöglichen, auch im frühen Pla-

nungsstadium mit einer angemessenen Genauigkeit die Umweltwirkungen des verwendeten Betons abzuschätzen. Für den Fall, dass zu diesem Zeitpunkt noch keine ausreichenden Informationen vorliegen, sind im Kapitel 6 zusätzlich die Umweltwirkungen eines „Durchschnittsbetons“ und weitere Hinweise zur Anwendbarkeit dieser Daten zu finden.

Zur Abschätzung der anzuwendenden Betondruckfestigkeit lässt sich sagen, dass im Allgemeinen statisch hoch ausgenutzte Bauteile wie Stützen und Unterzüge mit höheren Festigkeiten hergestellt werden als z. B. Decken und Wände. Die Umweltbedingungen, denen Außenbauteile ausgesetzt sind, bestimmen über die Expositionsklassen ebenfalls die erforderliche Betondruckfestigkeit. Für Innenbauteile werden im Allgemeinen geringere Druckfestigkeiten verwendet als für Außenbauteile.

Anhaltswerte für die Mindestdruckfestigkeitsklassen in Bezug auf die Umweltbedingungen (Expositionsklassen) ergeben sich aus Tafel 3. Eine detaillierte Aufstellung siehe z. B. [VDZ2].

Tafel 2: Durchschnittliche Zusammensetzung des deklarierten Betons (gewichtetes Mittel aus Transportbeton und Betonfertigteilen) [Angaben in kg/m³ Beton]

	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C45/55	C50/60
Zement	260	290	320	356	385	405
Flugasche	4	60	78	47	57	25
Gesteinskörnung	1.880	1.820	1.790	1.808	1.813	1.852
davon Kies	836	810	795	796	777	824
davon Sand	649	628	621	635	668	652
davon Splitt	376	364	358	362	363	371
davon rezyklierte GK	19	18	16	15	5	5
Wasser	170	176	170	165	157	141
Betonzusatzmittel	1,3	1,2	1,3	1,8	3,0	4,6

Tafel 3: Anhaltswerte für die Mindestbetondruckfestigkeitsklassen in Bezug auf die Umweltbedingungen (Expositionsklassen)

Beschreibung der Umgebung und Beispiele für die Zuordnung	Mindestdruckfestigkeitsklasse
Bauteile in Innenräumen mit üblicher Luftfeuchte (einschließlich Küche, Bad)	C16/20
Bauteile, zu denen die Außenluft häufig oder ständig Zugang hat, z. B. offene Hallen, gewerbliche Küchen, Bäder, Wäschereien, Hallenbäder	C20/25
Außenbauteile mit und ohne direkter Beregnung	C25/30
Bauteile im Sprühnebelbereich von Verkehrsflächen, Einzelgaragen, Außenbauteile in Küstennähe	C30/37
Teile von Brücken mit häufiger Spritzwasserbeanspruchung, Bauteile, die mit Meerwasser in Berührung kommen, Bauteile in betonangreifenden Böden	C35/45

4.4 Lebenszyklus von Betonbauwerken

4.4.1 Allgemeines

Die Umweltproduktdeklarationen für Beton umfassen den Lebenszyklus der Bauteile „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“ (cradle-to-gate with options). Im Gegensatz zu einer oft verwendeten EPD „von der Wiege bis zum Werkstor“ (cradle-to-gate) sind hier neben dem Produktionsstadium weitere ausgewählte Stadien des Lebensweges eines Bauteils erfasst. Die unterschiedlichen Stadien werden nach DIN EN 15804 [DIN3] in sogenannte Module unterteilt und dem Lebensweg eines Gebäudes zugeordnet (Bild 6).

Die Beton-EPDs enthalten Angaben für den gesamten Lebensweg der Bauteile von der Gewinnung der Ausgangsstoffe bis zum Abriss des Gebäudes.

Zu folgenden Modulen werden Aussagen getroffen (siehe auch Bild 6):

- Produktstadium und Errichtungsphase: A1 bis A3, A4 und A5
- Nutzungsphase: B1 bis B5
- Ende des Lebensweges: C1, C2 und C3
- Nutzen und Lasten außerhalb des Lebenszyklus des Gebäudes: D

Die einzelnen Lebenszyklusphasen und die berücksichtigten Prozesse werden nachfolgend näher erläutert.

Dabei sind die wesentlichen Arbeitsschritte zur Herstellung eines auf der Baustelle geschalteten Gebäudeteils aus Transportbeton und eines Betonfertigteils annähernd die gleichen. Diese sind lediglich zeitlich verschoben (Bild 7).

Die bestehenden Unterschiede zwischen den beiden Bauverfahren Betonfertigteilbauweise (BFT) und Transportbeton (TB) wirken sich in der Gesamtbilanzierung nur gering aus:

BFT: geringere Anzahl von Transporten zwischen Werk und Baustelle mit jedoch teilweise deutlich größerer Transportentfernung (durchschnittliche Entfernung 180 km bei einer mittleren Nutzlast des Transportes von ca. 20 t)

TB: häufigere Transporte mit dem Fahrmischer, über meist geringere Entfernungen (durchschnittliche Transportentfernung 17 km bei ca. 7,5 m³ Transportvolumen der Fahrmischer)

BFT + TB: an das Bauverfahren angepasste Betonzusammensetzung (z. B. hohe Frühfestigkeit für Betonfertigteile, längere Verarbeitbarkeit von Transportbeton)

Die verfahrenstechnischen Unterschiede zwischen Transportbeton- und Betonfertigteilbauweise wirken sich nur gering auf die Ökobilanz aus.

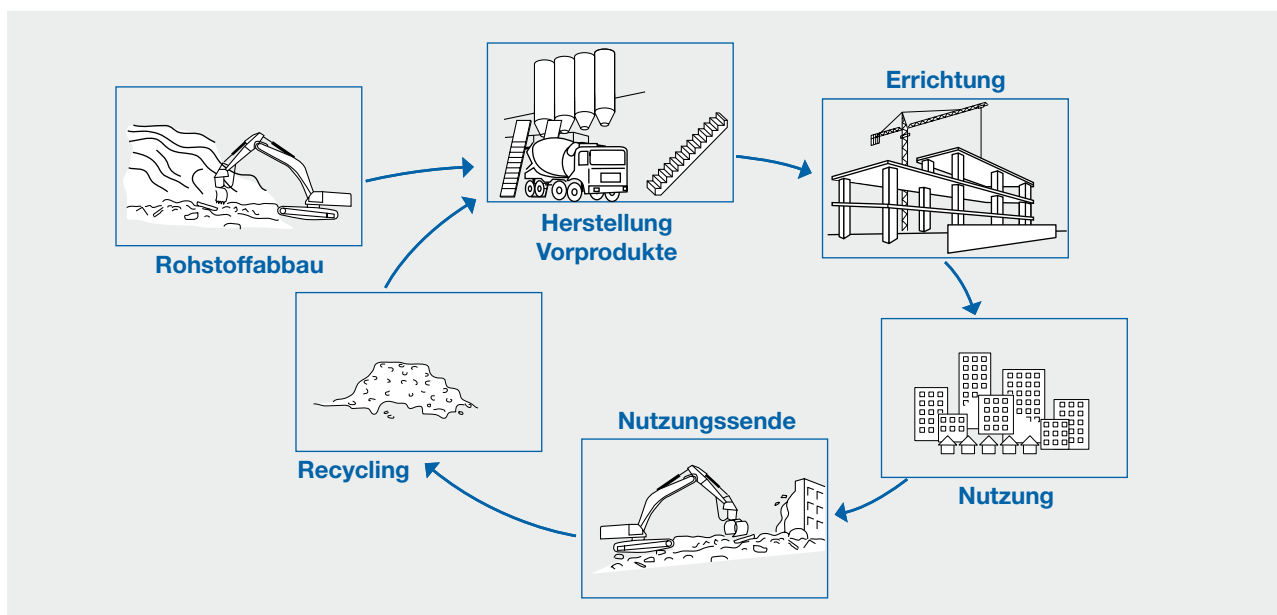


Bild 5: Lebenszyklus von Gebäuden

4 Ökobilanz Beton

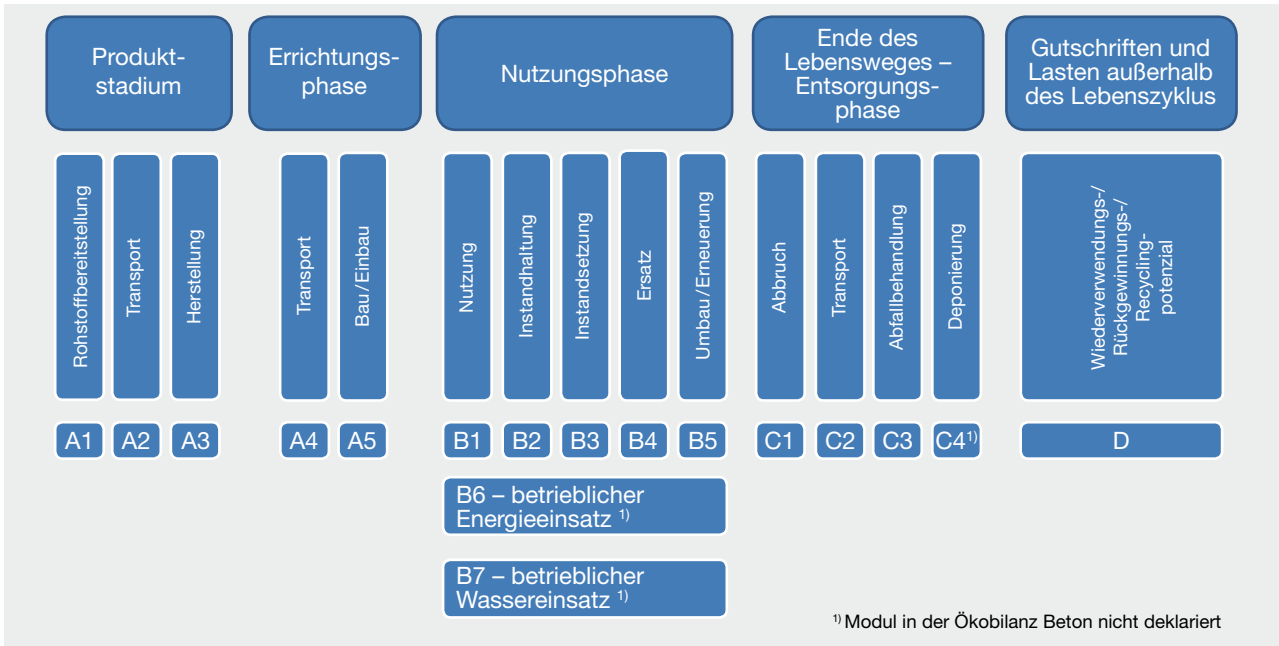


Bild 6: Stadien des Lebenszyklusses und Module für die Beschreibung und Bewertung eines Gebäudes; Abbildung nach Bild 1 in DIN EN 15804 [DIN3]

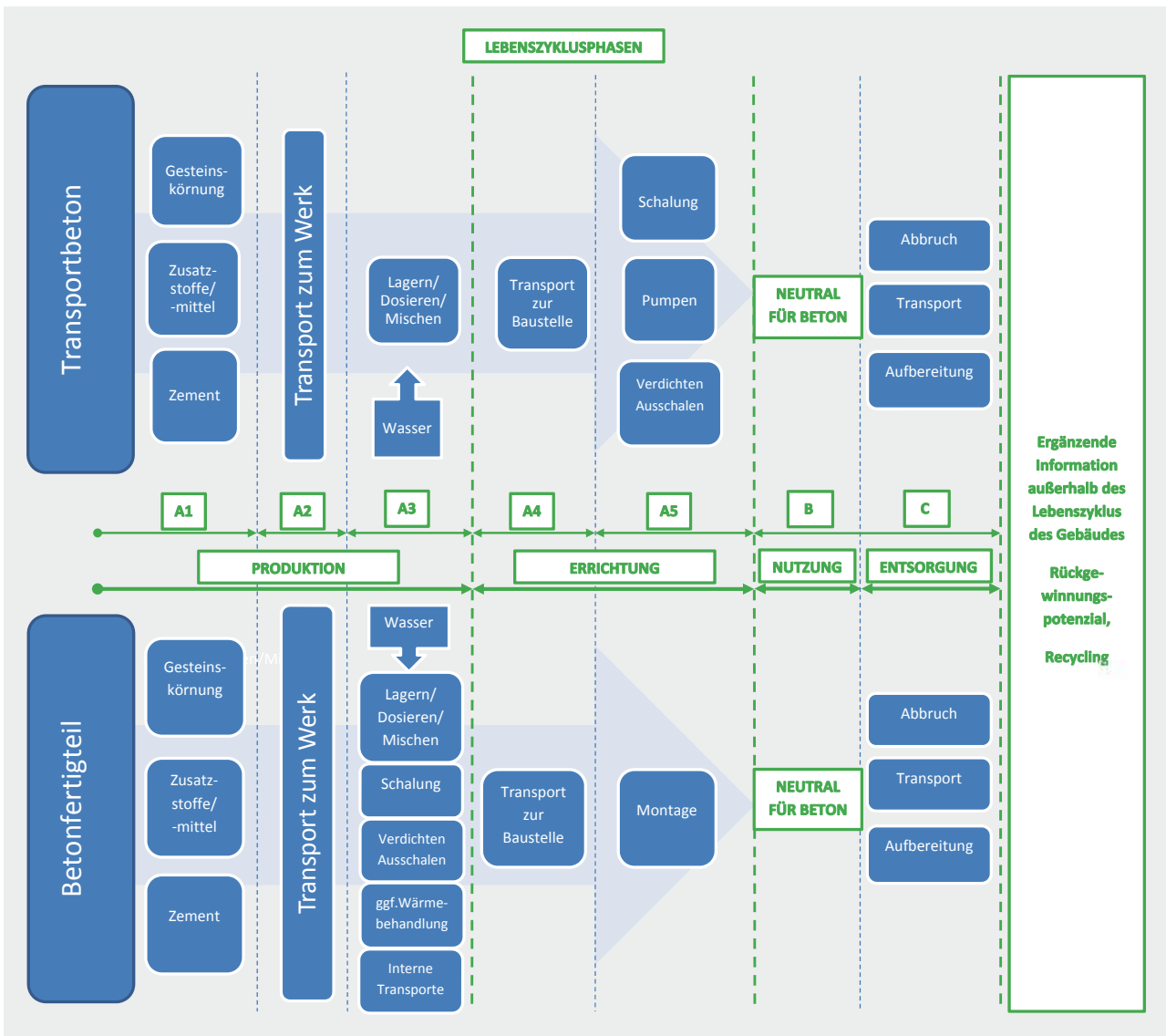


Bild 7: Schema des Lebenszyklusses eines Bauteils aus Beton mit Zuordnung zu den Modulen (in Anlehnung an DIN EN 15804)



Bild 8: Natürliche Ausgangsstoffe für Beton: Wasser, Zement, Gesteinskörnung. Foto: BetonBild

4.4.2 Produktstadium

Förderung/Produktion der Betonausgangsstoffe (Modul A1)

Beton wird hergestellt durch das Mischen von Zement, grober und feiner Gesteinskörnung und Wasser, mit oder ohne Zugabe von Zusatzmitteln und Zusatzstoffen. Die durchschnittliche Zusammensetzung des deklarierten Betons ist in Tafel 2 angegeben.

Gesteinskörnung

Als Gesteinskörnung werden Sand, Kies und/oder Splitt verwendet. Teilweise werden diese Primärrohstoffe durch rezyklierte Gesteinskörnungen ersetzt.

Zement

Zement ist ein hydraulisch erhärtender Baustoff. Er besteht aus einem Gemisch fein aufgemahlener, nicht metallisch-anorganischer Bestandteile. Zement kann durch gemeinsames Vermahlen des bis zur Sinterung gebrannten Zementklinkers mit anderen Haupt- und Nebenbestandteilen oder durch Mischen getrennt feingemahlener Haupt- und Nebenbestandteile hergestellt werden (Bild 9).

Bild 9 zeigt schematisch die Herstellung von Zement. Dabei entsteht zunächst aus einem Rohstoffgemisch, das in einer Ofenanlage bei einer Temperatur von mehr als 1.400 °C bis zum Sintern erhitzt wird, sogenannter Zementklinker. Die dafür verwendeten Ausgangsstoffe müssen hauptsächlich Calciumoxid (CaO) und Siliciumdioxid (SiO₂) sowie in geringen Mengen Oxide des Aluminiums (Al₂O₃) und des Eisens (Fe₂O₃) enthalten. Gesteine, die diese Verbindungen liefern, sind Kalkstein oder Kreide und Ton oder deren natürlich vorkommendes Gemisch, der Kalksteinmergel.

Mögliche weitere Hauptbestandteile können z.B. Hütensand, Kalkstein, Flugasche oder gebrannter Schiefer sein. Zur Regelung des Erstarrens und der Festigkeitsentwicklung werden Sulfatträger wie Gips oder Anhydrit zugesetzt.

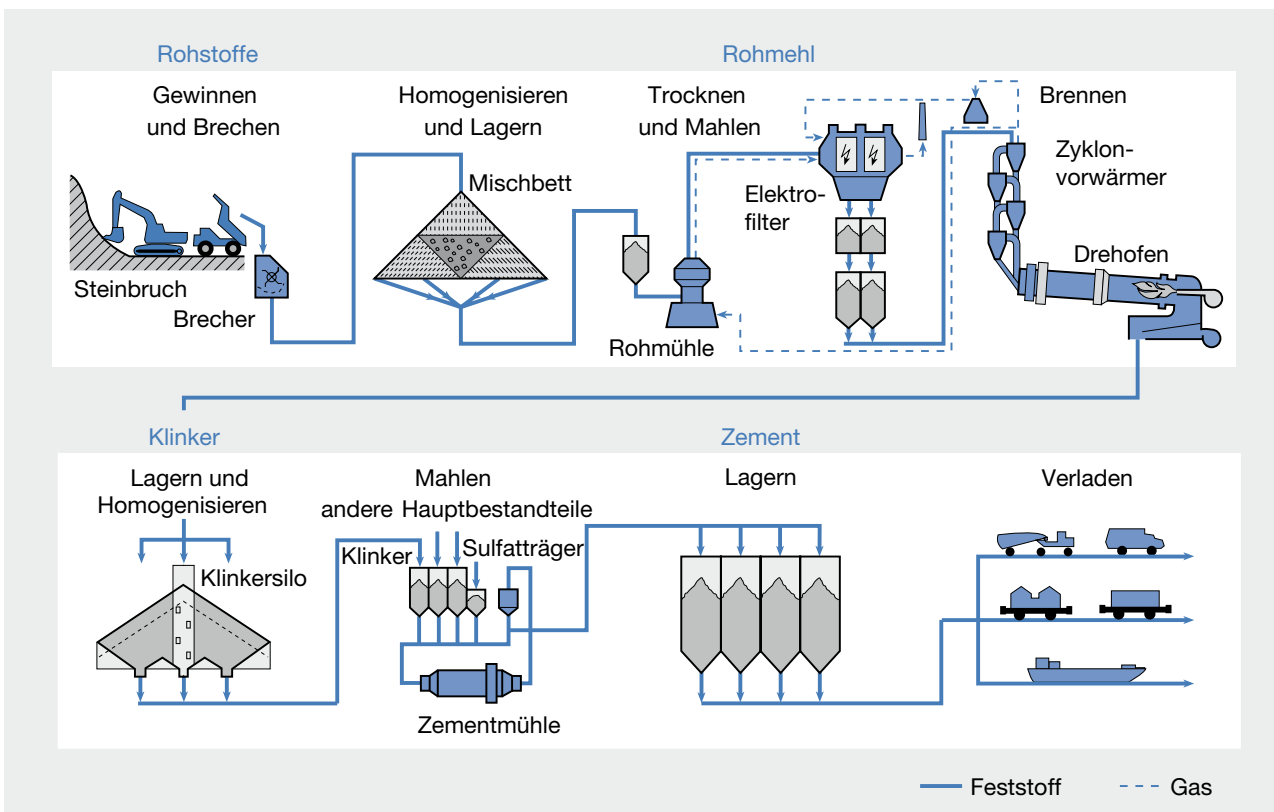


Bild 9: Zementherstellung (schematisch)

4 Ökobilanz Beton

Durch das Forschungsinstitut der Zementindustrie wurden in den Jahren 2011 und 2012 Ökobilanzierungen für verschiedene in Deutschland hergestellte Zementarten durchgeführt. Es zeigte sich, dass insbesondere der Anteil des Zementklinkers die Ökobilanz eines Zementes entscheidend beeinflusst. Für die Ökobilanzierung von Betonen wurde deshalb der Klinkeranteil für die verschiedenen Druckfestigkeitsklassen möglichst wirklichkeitsnah abgebildet.

Wasser/Abwasser

Neben Trinkwasser aus dem öffentlichen Versorgungsnetz oder werkseigener Brunnen wird in Betonwerken auch auf dem Werksgelände anfallendes Niederschlagswasser z. T. zur Betonherstellung verwendet.

Wasser aus der Aufbereitung von Restbeton oder der Reinigung von Mischern bzw. Fahrmischertrommeln wird in Betonwerken in entsprechenden Anlagen wiederaufbereitet. Produktionsbedingte Abwässer fallen daher in Betonwerken nicht an.

Betonzusatzstoff: Steinkohleflugasche

Flugaschen sind ein Verbrennungsrückstand aus Kohlekraftwerken. Sie können sowohl bei der Zementherstellung als auch als Betonzusatzstoff eingesetzt werden.

Betonzusatzmittel

Durch den Einsatz von Betonzusatzmitteln können die Frischbetoneigenschaften beeinflusst werden. Zum Einsatz können z. B. kommen: Betonverflüssiger, Fließmittel, Verzögerer, Luftporenbildner oder Beschleuniger. Dabei werden die beiden zuerst genannten in Deutschland mit Abstand am häufigsten angewendet.

Transport der Rohstoffe zum Transportbeton-/Fertigteilwerk (Modul A2)

Die Transportentfernung variiert je nach Ausgangsstoff. Sie ist für Gesteinskörnungen relativ gering (ca. 30 km bis 60 km). Als durchschnittliche Transportentfernung von Zement wurden 180 km angesetzt. Für Betonzusatzmittel und Flugaschen wurde eine durchschnittliche Entfernung von 100 km bilanziert.

Betonherstellung (Modul A3)

Die eigentliche Betonherstellung umfasst das Mischen des Betons aus den Ausgangsstoffen. Diese werden im Betonwerk aus Silos und von offenen Halden über Radlader und Förderbänder in die Mischanlagen befördert. Für die internen Transporte im Werk werden elektrische Energie und Diesel benötigt.

Im Transportbetonwerk wird der Frischbeton direkt in den oberen Einfülltrichter der Fahrmischer gefüllt, um zur Baustelle transportiert zu werden (Bild 10).



Bild 10: Laden des Frischbetons in den Fahrmischer



Bild 11: Übergabe des Frischbetons im Fertigteilwerk



Bild 12: Verdichten des Betons in der Schalung im Fertigteilwerk

Im Anschluss an das Mischen wird der Frischbeton im Fertigteilwerk über Kübelbahnen und Betonverteiler in die vorbereiteten Schalungen eingebracht (Bild 11) und verdichtet (Bild 12).

Um die Bauteile möglichst bald nach der Herstellung ausschalen zu können, ist bei der Herstellung von Fertigteilen die Frühfestigkeit des Betons von besonderer Bedeutung. Die Erhärtung wird daher häufig durch eine Wärmebehandlung des jungen Betons beschleunigt. Nach ca. 12 bis 18 Stunden werden die Teile ausgeschalt und z. B. per Kran zum weiteren Aushärten und bis zum Transport auf die Baustelle auf den Lagerplatz gebracht.

Schalung beim Transportbeton und im Fertigteilwerk
Während beim Transportbeton auf der Baustelle typischerweise Stahlrahmenschalungen mit einer kunststoffbeschichteten Schalhaut aus Holz eingesetzt werden, kommen im Fertigteilwerk meist Stahlschalungen zum Einsatz, die für Konsolen und variable Querschnittsteile mit Holzschalung ergänzt werden.

4.4.3 Errichtung / Bauphase

Transport von Transportbeton und Betonfertigteilen zur Baustelle (Modul A4)

Die Entfernungen zwischen dem Werkstor und der Baustelle sind bei Transportbeton und Betonfertigteilen sehr unterschiedlich. Aufgrund der zeitlich begrenzten Verarbeitbarkeit des Frischbetons (90 Minuten) und des engen Netzes von Transportbetonwerken legen Fahrmischer bis zur Baustelle durchschnittlich eine Strecke von 17 km zurück. Dagegen liegt die durchschnittliche Transportentfernung von Betonfertigteilen bei ca. 180 km. Das führt dazu, dass die Umweltwirkungen beim Fertigteiltransport, bezogen auf den Kubikmeter Beton, deutlich größer sind. Dieser Umstand wurde für die Ökobilanzierung bei der Ermittlung der durchschnittlichen Umweltwirkungen des Betontransports berücksichtigt.

Einbau von Transportbeton und Betonfertigteilen auf der Baustelle (Modul A5)

Der Einbau von Transportbeton erfolgt meist mit Betonpumpen oder über Betonkübel, die per Turmdrehkran bewegt werden. Nach dem Einbringen in die Schalung wird der Beton im Regelfall mit Innenrüttlern verdichtet und nach dem Erhärten ausgeschalt (Bild 13).

Betonfertigteile werden nach der Anlieferung mit Kranen (i. d. R. Autokran oder Turmdrehkran) vom Lieferfahrzeug an die Einbaustelle gehoben und dort montiert (Bild 14).

Der Einbau von Transportbeton auf der Baustelle benötigt mehr Energie als der Einbau von Betonfertigteilen, da Pro-

zesse wie der Schalungsbau, das Einbringen des Betons in die Schalung und die Verdichtung bei Betonfertigteilen bereits im Werk stattgefunden haben und dort bilanziert wurden.

Auf der sicheren Seite liegend werden die Umweltwirkungen des Einbaus von Transportbeton in den EPDs ausgewiesen.

4.4.4 Nutzungsphase

Nutzung (Modul B1)

In der Gebäudenutzungsphase entstehen durch Betonbauteile während der Referenznutzungsdauer von 50 Jahren [BMV1] in der Regel keine Umweltlasten.

Wartung (Modul B2) und Reparatur (Modul B3)

Die Betonzusammensetzung und die Konstruktion der Bauteile sind auf die Nutzungsdauer von 50 Jahren ausgelegt [DIN6]. Die tatsächliche Nutzungs- und Lebensdauer eines Bauwerks ist meist erheblich länger. Betonbauteile in üblichen Umgebungs- und Witterungsbedingungen weisen ein Dauerhaftigkeitspotenzial von weit über 100 Jahren auf. Weitere Hinweise zur Lebensdauer von Beton gibt z. B. [BERG].



Bild 13: Einbau von Transportbeton mit Betonpumpe und Verdichtung durch Innenrüttler
Foto: BetonBild



Bild 14: Montage eines Betonfertigteils
Foto: BetonBild

4 Ökobilanz Beton

Für Betonbauteile sind Instandhaltungs- und Reparaturmaßnahmen während der Referenznutzungsdauer i. d. R. nicht erforderlich, so dass in diesen Modulen keine Umweltlasten anfallen.

Ersatz (Modul B4) und Umbau/Erneuerung (Modul B5)

Falls während der Referenznutzungsdauer nicht planmäßig Umbaumaßnahmen erwartet werden, fallen auch in den Modulen B4 und B5 keine Umweltlasten an.

Während der Gebäudenutzung fallen durch die Betonbauteile keine Umweltlasten an.

4.4.5 Nutzungsende

Endet der Lebensweg eines Gebäudes, können darin verbaute Betonbauteile zurückgebaut oder abgebrochen werden (Modul C1). Der Betonabbruch wird meist zu Brechanlagen transportiert (Modul C2) und dort aufbereitet (Modul C3).

Rückbau/Abbruch von Betongebäuden und Betonbauteilen (Modul C1)

Nach aktuellem Stand der Technik erfolgt der Rückbau von Bauwerken aus Beton und Stahlbeton überwiegend mit Baggern, die mit Abbruchzangen ausgerüstet sind. Das Zerkleinern des Betons erfolgt dabei durch das Einleiten von Druckkraft (Bild 15).

Transport von Betonabbruch (Modul C2)

Heutzutage wird der Betonabbruch häufig direkt an Ort und Stelle mit mobilen Brechanlagen zerkleinert. Der Transport erfolgt dabei üblicherweise über Bagger oder Radlader, die den groben Bauschutt vor Ort der Brechanlage zuführen.

Abfallbehandlung – Betonaufbereitung (Modul C3)

Von den im Jahr 2010 angefallenen rund 53 Mio. t Abbruchmaterial (Bauschutt) wurden nur ca. 4 % der Abfallbeseitigung zugeführt. Weitere 17,5 % wurden auf Deponien und im Rahmen der Verfüllung von Abgrabungen verwertet, während ca. 78,5 % des Bauschutts recycelt wurden. Überwiegend wurden recycelte mineralische Baustoffe im Erd- und Straßenbau verwendet (81,2 %). Wieder als Gesteinskörnung im Beton werden derzeit ca. 0,8 % eingesetzt. [MON]

Die Aufbereitung erfolgt heute üblicherweise mit Backen oder Prallbrechern. Diese zerkleinern den Betonschutt, dessen Teile nach dem Gebäudeabbruch noch Abmessungen von bis zu 80 cm haben, zu kleineren Kornfraktionen bis ca. 32 mm. Die Brechanlagen führen neben dem reinen Brechen auch eine Vorabsiebung und eine Metallabscheidung durch.



Bild 15: Abbrucharbeiten mit Bagger Foto: fotolia/A. Erdbeer

4.4.6 Nutzen und Lasten außerhalb des Lebenszyklusses von Gebäuden

Rückgewinnung und Recycling (Modul D)

In der Brechanlage erreicht der Betonabbruch den „end-of-waste“ Status und kann als Sekundärmaterial die Primärmaterialien Sand und Splitt/Schotter ersetzen. Hierfür werden ökobilanzielle Gutschriften im Modul D ausgewiesen.

Die Carbonatisierung von Zementstein kann als negatives Treibhauspotenzial berücksichtigt werden.

Weiterhin möglich, aber in den Beton-EPDs nicht erfasst, sind Gutschriften für die an der Oberfläche des Zementsteins stattfindende Bindung von Kohlendioxid aus der Luft – die sogenannte Carbonatisierung. Diese findet vor allem nach der Gebäudenutzung statt, begünstigt durch die aufgrund des Brechens des Betons entstehenden großen Oberflächen, aber auch – in geringerem Umfang während der Nutzungsphase (Bild 16). Durch die Carbonatisierung wird die Freisetzung von Kohlendioxid bei der Baustoffherstellung teilweise rückgängig gemacht. Dies kann vom Treibhauspotenzial aus den anderen Lebenszyklusphasen abgezogen werden (negatives Treibhauspotenzial). Die Dauerhaftigkeit von Stahlbetonbauteilen wird dadurch nicht beeinflusst, da die Betonherstellung nach gültigen Normen den Korrosionsschutz der Bewehrung während der Nutzungsdauer sicherstellt.

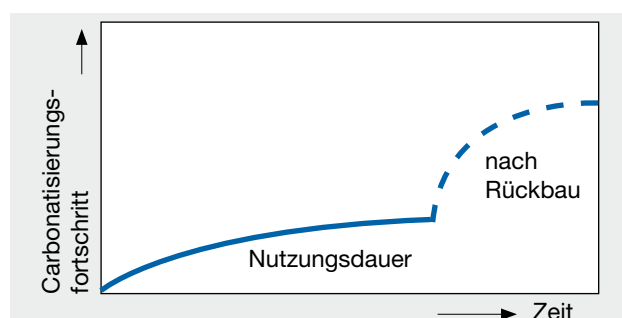


Bild 16: Qualitativer Verlauf des Carbonatisierungsfortschritts in Beton

5.1 Darstellung in den Umweltproduktdeklarationen

Unter Berücksichtigung der vorab dargestellten Lebenszyklusphasen und Prozesse sowie der aufgeführten Annahmen wurden die Ökobilanzen für Beton errechnet.

Deren Ergebnisse sind ein wichtiger Bestandteil der vorliegenden Umweltproduktdeklarationen. Die verschiedenen Umweltwirkungen werden darin jeweils für die einzelnen Module (Bild 6) angegeben. Das Produktstadium (Module A1 bis A3) wird zusammengefasst.

Im Anhang sind die Ergebnisse der Ökobilanz für alle Druckfestigkeitsklassen dargestellt. Diese wurden vom Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) verifiziert und bestätigt.

5.2 Auswertung und Interpretation

Erwartungsgemäß fallen bei der Ökobilanz von Bauteilen aus Beton die größten Umweltwirkungen bei der Produktherstellung (Module A1 bis A3) an. Bild 17 zeigt den Anteil der verschiedenen Module ausgewählter Parameter der Bilanzierung eines Kubikmeters erhärteten unbewehrten Betons der Druckfestigkeitsklassen C20/25 und C50/60.

Dabei ist bei Betonen mit höherer Druckfestigkeitsklasse (Bild 17, unten) der Anteil der Errichtungsphase (Module A4 und A5) höher, da hier die größeren Transportentfernungen der Betonfertigteile stärker ins Gewicht fallen.

Während der Nutzungsphase (Module B1 bis B5) entstehen aus den Betonbauteilen keine Umweltwirkungen.

Modul D enthält die für die Verwendung von Betonabbruch als Sekundärrohstoff errechneten Gutschriften.

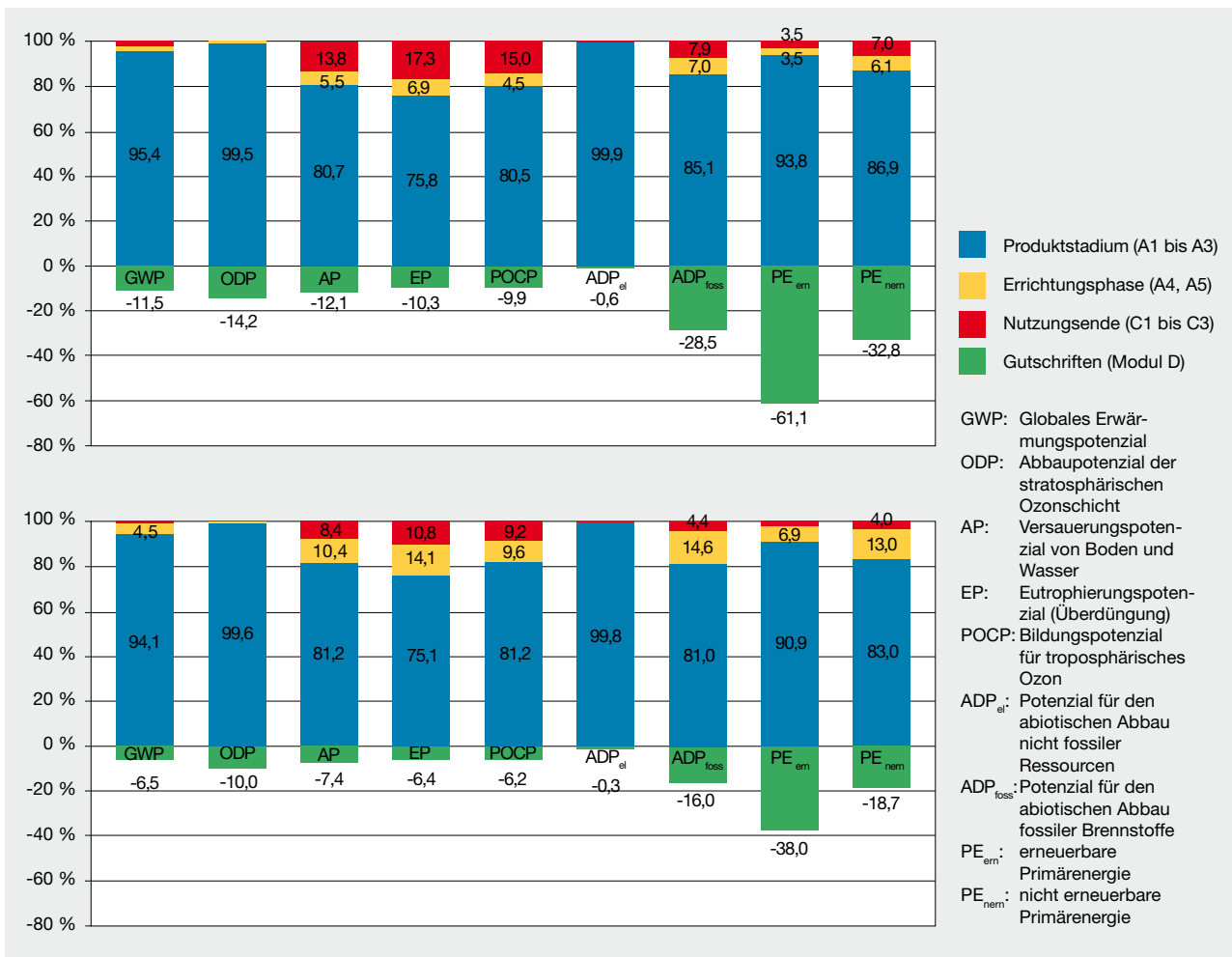


Bild 17: Starke Dominanz der Produktherstellung in der Ökobilanz von Beton (oben: C20/25 und unten: C50/60)

5 Ergebnisse der Ökobilanzierung

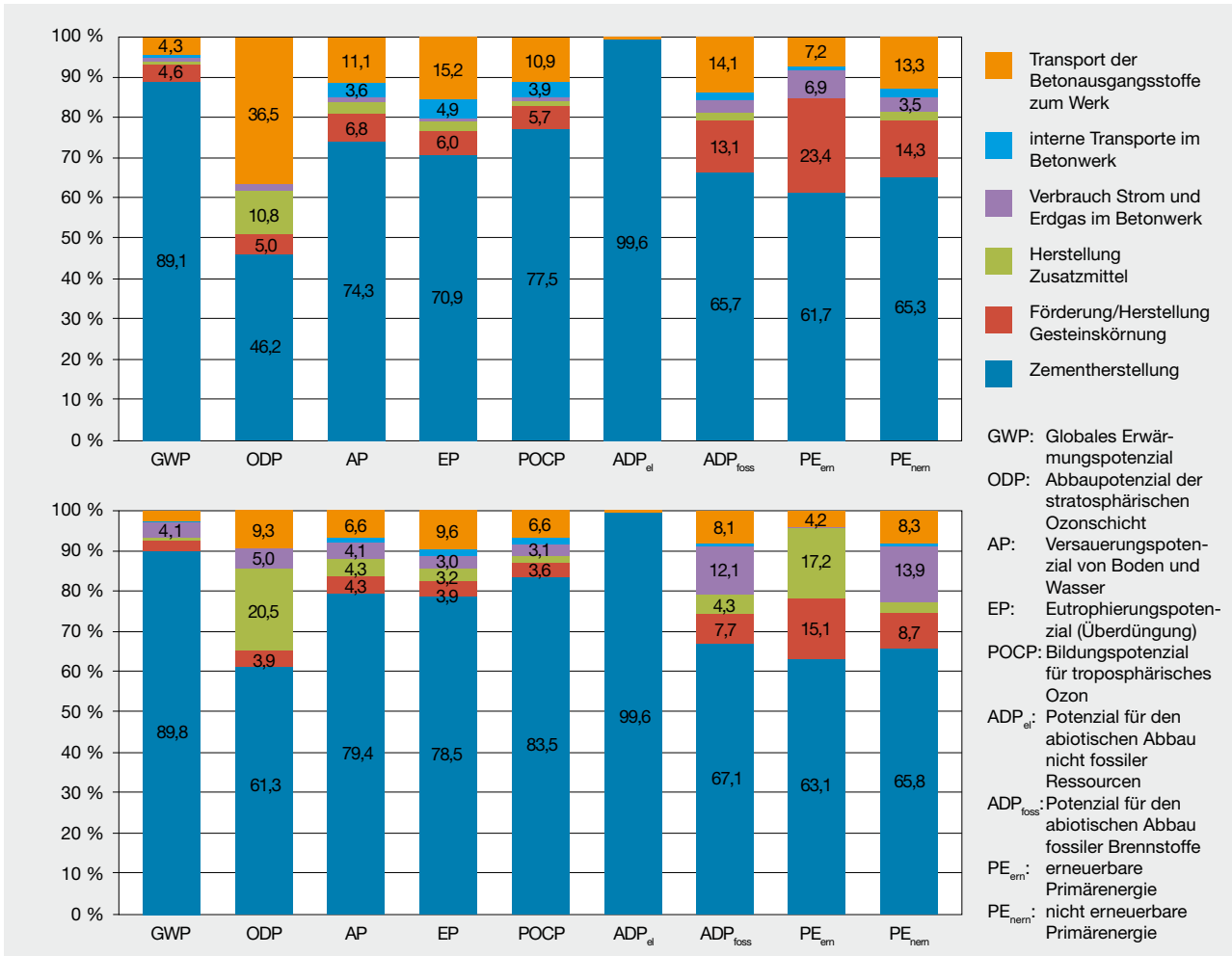


Bild 18: Einflussfaktoren auf die Ökobilanz eines Betons der Druckfestigkeitsklasse C20/25 (oben) und C50/60 (unten) im Produktstadium (A1 bis A3)

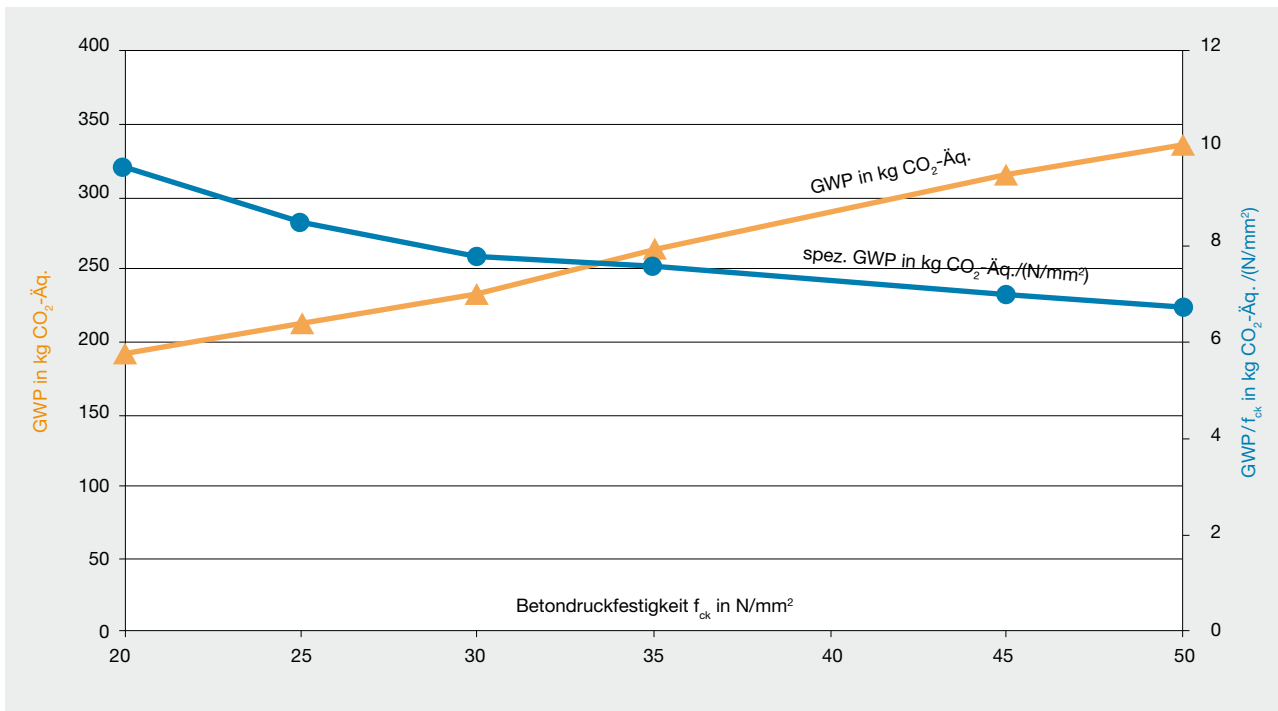


Bild 19: Treibhauspotenzial (GWP) für 1 m³ Beton: absoluter Wert (gelb) und bezogen auf die charakteristische Betondruckfestigkeit (blau)

Schaut man sich die Herstellphase detaillierter an, so wird deutlich, dass hier die Herstellung und die Gewinnung der Betonausgangsstoffe – und dabei besonders die Zementherstellung – den größten Einfluss auf die Ökobilanz von Beton haben (Bild 18). Dadurch relativieren sich auch die verfahrensbedingten Unterschiede zwischen vorgefertigten und vor Ort geschalteten Betonbauteilen, so dass diese in der Gesamtbilanz kaum ins Gewicht fallen.

Mit zunehmender Betondruckfestigkeit steigen die Umweltwirkungen der Betonherstellung an (Bild 19). Für eine angemessene Beurteilung der Umweltwirkung ist jedoch generell der Bezug zum Nutzen des Baustoffs im Gebäude herzustellen. Dies geschieht im Bild 19 beispielhaft durch die Darstellung des Treibhauspotenziales (GWP) in Bezug auf die Betondruckfestigkeit (spezifisches Treibhauspotenzial). Hier wird deutlich, dass das spez. Treibhauspotenzial mit steigender Festigkeit abnimmt. Damit zeigt sich, dass eine korrekte Beurteilung der Umweltwirkungen nur im Zusammenhang mit der konkreten Bauaufgabe mit den dortigen Randbedingungen, also letztendlich auf Gebäudeebene, getroffen werden kann [DAfStB].



*Die Beton-EPDs erleichtern die Nachhaltigkeitsbetrachtung im Gebäudekontext. Einfamilienhaus im Bergischen Land
BetonBild / Stefan Schilling*



E-plus Haus in Natternberg

BetonBild / Stephan Falk

6 Umweltinformationen für „Durchschnittsbeton“

Für den Fall, dass zum Zeitpunkt der Ökobilanzierung des Bauwerkes noch keine ausreichenden Informationen vorliegen, wurden Umweltwirkungen für einen „Durchschnittsbeton“ ermittelt. Diese basieren nicht auf einer verifizierten EPD, sondern wurden aus den Ökobilanzen der

sechs untersuchten Druckfestigkeitsklassen in Kombination mit dem jeweiligen Produktionsvolumen in Deutschland generiert. Da die Betonzusammensetzung aber stark variieren kann, können die nachfolgenden Daten nur als grobe Näherung dienen.

Tafel 4: Umwelteinwirkungen für 1 m³ „Durchschnittsbeton“ – nicht verifiziert

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1–B5 ³⁾	C1 – C3 ³⁾	D ³⁾
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg CO ₂ -Äq.	223 ¹⁾	4	1	0 ²⁾	5	-23 ²⁾
Abbau Potenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	kg CFC11-Äq.	7,2E-7	2,1E-10	3,1E-9	0	1,0E-10	-9,6E-8
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)	kg SO ₂ -Äq.	0,3	0,01	0,009	0	0,05	-0,04
Eutrophierungspotenzial (EP)	kg (PO ₄) ³⁻ -Äq.	0,05	0,003	0,002	0	0,01	-0,006
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)	kg Ethen-Äq.	0,04	1,6E-3	6,5E-4	0	6,1E-3	-4,1E-3
Potenzial f. d. abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen (ADP _{el})	kg Sb-Äq.	4,0E-4	1,8E-7	5,2E-8	0	2,2E-7	-1,9E-6
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe (ADP _{foss})	MJ	822	54	18	0	68	-243
Primärenergie erneuerbar (PE _{ern})	MJ	81	2	0,4	0	3	-47
Primärenergie nicht erneuerbar (PE _{ner})	MJ	958	54	19	0	68	-319
¹⁾ Zahlenwert enthält einen Anteil CO ₂ -Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Herstellung von Zementklinker. Weitere Hinweise siehe Fußnoten in den Anhängen. ²⁾ Ein mögliches negatives Treibhauspotenzial aus der Carbonatisierung des Betons ist hier nicht erfasst. ³⁾ Die Umweltwirkungen in den Modulen sind unabhängig von der Betondruckfestigkeitsklasse.							

7.1 Berücksichtigung der Bewehrung bei Stahlbetonbauteilen

Mit den Werten aus den Beton-EPDs liegen die erforderlichen Informationen vor, um für die Beurteilung der ökologischen Säule der Nachhaltigkeit des Gesamtgebäudes die Umweltwirkungen zu ermitteln, die dem Beton zuzuordnen sind. Das Gesamtbetonvolumen der Konstruktion (soweit bekannt, unterschieden in unterschiedliche Druckfestigkeitsklassen) ist lediglich mit den Ökobilanzwerten pro Kubikmeter Beton zu multiplizieren.

Der Bewehrungsanteil ist zusätzlich zu erfassen. Hierfür wurden ergänzend zu den Datensätzen in der Ökobau.dat

im Juni 2013 vom ift Rosenheim Umweltproduktdeklarationen für Betonstahl [IFT1] und Betonstahlmatten [IFT2] veröffentlicht. Darin deklariert werden jeweils die gesamte Herstellphase (Module A1 bis A5) sowie die Nachnutzung (Module C1 bis C4).

Zur Ermittlung der Ökobilanz eines Bauwerkes werden die Ökobilanz-Datensätze (Tafel 5) auf die eingesetzten Gesamtmassen angewendet. Tafel 6 zeigt exemplarisch die Ermittlung der ökobilanziellen Werte für die Betonfertigteile (Binder, Riegel, Stützen, Fundamente) einer Industriehalle (Länge = 47 m, Breite = 28 m, Höhe = 10 m, ca. 1.326 m² Nettogeschossfläche).

Tafel 5: Ökobilanzdaten 1 m³ Beton C45/55 und 1 t Betonstahl

Parameter	Einheit	EPD 1 m ³ Beton C45/55 [IBU]		EPD 1 t Betonstahl
		A1-A5 (A1-B5 + C1-C3)	D	A1 bis A5 [IFT1]
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg CO ₂ -Äq.	330,1 ¹⁾ (334,9)	-23,08 ²⁾	280
Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	kg CFC11-Äq.	8,28E-7 (8,29E-7)	-9,57E-8	1,02E-4
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)	kg SO ₂ -Äq.	0,479 (0,526)	-0,041	0,766
Eutrophierungspotenzial (EP)	kg (PO ₄) ³⁻ -Äq.	0,0785 (0,0880)	-5,91E-3	0,0991
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)	kg Ethen-Äq.	0,0574 (0,0636)	-0,0041	0,0397
Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen (ADP _{el})	kg Sb-Äq.	5,17E-4 (5,18E-4)	-1,90E-6	3,71E-5
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe (ADP _{foss})	MJ	1.401,8 (1.469,3)	-242,7	4.320
Primärenergie erneuerbar PE _{ern}	MJ	118 (121,2)	-47,1	960
Primärenergie nicht erneuerbar PE _{nern}	MJ	1.582 (1.650)	-319,0	7.920

¹⁾ Hierin enthalten sind 40,8 kg CO₂-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Herstellung von Zementklinker. Nach dem Verursacherprinzip (EN 15804) wären diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat. Innerhalb dieser EPD wird jedoch von einer Subtraktion dieses Anteils abgesehen. So soll über Ländergrenzen hinweg die Vergleichbarkeit von berechneten Treibhauspotenzialen auch dann sichergestellt werden, falls die bei der Klinkerherstellung eingesetzten Sekundärbrennstoffe in anderen Ländern keinen Abfallstatus haben sollten.

²⁾ Ein mögliches negatives Treibhauspotenzial aus der Carbonatisierung des Betons ist hier nicht erfasst.

Tafel 6: Exemplarische Ermittlung der Umweltwirkungen für eine Industriehalle (Anteil Betonbauteile: vor allem Fundamente, Stützen, Binder, Pfetten; Module A1-A5)

Parameter	Einheit	Industriehalle			Gesamt pro m ² NGF
		Anteil Bewehrung	Anteil Beton		
		32.489 kg ¹⁾	52,5 m ³ C45/55	154,4 m ³ C35/45	
GWP	kg CO ₂ -Äq.	9.096,9	17.325,0 ²⁾	41.989,1 ²⁾	31,7
ODP	kg CFC11-Äq.	3,31E-03	4,35E-05	1,24E-04	9,33E-08
AP	kg SO ₂ -Äq.	24,887	25,148	60,383	0,046
EP	kg (PO ₄) ³⁻ -Äq.	3,21966	4,1213	9,7519	0,0074
POCP	kg Ethen-Äq.	1,2898	3,0135	7,2644	0,0055
ADP _{el}	kg Sb-Äq.	1,21E-03	2,71E-02	7,23E-02	5,45E-05
ADP _{foss}	MJ	140.352	73.605	162.528	123
PE _{ern}	MJ	31.189	6.195	14.781	11
PE _{nern}	MJ	257.313	83.055	187.133	141

¹⁾ inkl. Spannstahl
²⁾ Hierin enthalten sind insgesamt 2.142 kg CO₂-Äq. (C45/55) und 5.373 CO₂-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Herstellung von Zementklinker (siehe Fußnote ²⁾ zu Tafel 5)

7 Übertragung der Ergebnisse auf das Gesamtgebäude

Zur genauen Berücksichtigung von Spannstahl im Bauteil sind derzeit keine Datensätze veröffentlicht. Vom Ökobilanzierer sind geeignete Annahmen zu treffen oder die Herstellung von Spannstahl als Vorkette gesondert zu modellieren.

7.2 Weitere Einflüsse auf die Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden

Zur Bewertung der Nachhaltigkeit sind komplexe Abwägungsprozesse zwischen den einzelnen Bereichen der Nachhaltigkeit, den technischen bzw. funktionalen Eigenschaften des Bauwerkes sowie seiner Bauteile oder Baustoffe zu berücksichtigen. Bei den einzelnen Kriterien gibt es einige, die völlig baustoffunabhängig sind und andere, die direkt vom verwendeten Baustoff beeinflusst werden (Tafel 7).

Gerade bei der Konstruktion und Ausführung von Gebäuden erweist sich der Baustoff Beton – im Sinne der Nachhaltigkeit – als besonders vielseitig und leistungsfähig.

Neben den Umweltwirkungen werden durch den Baustoff Beton zahlreiche weitere Nachhaltigkeitskriterien positiv beeinflusst.

7.2.1 Flexibilität und Umnutzungsmöglichkeit

Flexibilität in der möglichen Grundrissaufteilung wirkt sich vorteilhaft auf die Wertstabilität und damit die Nachhaltigkeit eines Gebäudes aus. Ziel ist es, Veränderungen aufgrund wechselnder Nutzerbedürfnisse oder Nutzerwechsel mit möglichst wenig Ressourceneinsatz realisierbar zu machen. Für den Entwurf bedeutet das die Minimierung der tragenden Bauteile bei zugleich großen Deckenspannweiten und kosteneffizientem Gesamtkonzept. Die Auflösung der tragenden Wand zur Stütze und die Trennung der Gebäudehülle von der tragenden Konstruktion sind zwei wichtige Aspekte, die weitgehende Flexibilität in der Raumgestaltung ermöglichen.

Für eine hohe Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit sollten mögliche Nutzungsänderungen und potenzielle Erweiterungsmöglichkeiten bereits in der Planungsphase bedacht werden.

7.2.2 Dauerhaftigkeit

Unter Dauerhaftigkeit versteht man die Fähigkeit der Betonbauteile, gegenüber Umwelteinwirkungen und den geplanten Belastungen widerstandsfähig zu sein, ohne

einen besonderen bzw. regelmäßigen Aufwand zur Aufrechterhaltung der Widerstandsfähigkeit leisten zu müssen. Damit der Beton den aus den Umgebungsbedingungen resultierenden Einwirkungen widerstehen kann, wird er gezielt zusammengesetzt und die Bauteile werden entsprechend konstruiert.

Der Baustoff Beton trägt mit seiner Dauerhaftigkeit und Widerstandsfähigkeit dazu bei, dass an den entsprechenden Bauteilen kaum Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen.

7.2.3 Schallschutz

Eine grundlegende Aufgabe des nachhaltigen Bauens ist der Schutz vor übermäßiger Lärmbelastung – sowohl Verkehrslärm, aber auch Lärm aus fremden Wohn- und Arbeitsbereichen.

Prinzipiell steht zum Schutz vor Lärm eine Vielzahl von Maßnahmen zur Verfügung. Bei der Konstruktion ist z. B. auf eine sorgfältige Trennung der Bauteile zu benachbarten Wohnungen mit Hilfe durchgehender Trennfugen in Wand und Geschossdecken zu achten.

Auf der Materialseite ist dringend zu empfehlen, Baustoffe mit hoher Rohdichte einzusetzen. Beton erweist sich bei dieser Aufgabe als vorteilhaft.

7.2.4 Brandschutz

Brandschutz ist eine ganz wesentliche Aufgabe des nachhaltigen Bauens. Immer noch lauten die Ziele baulichen Brandschutzes: Personenschutz, Sachschutz, Nachbarschutz, Umweltschutz, Kulturgutschutz. Nachhaltiges Bauen erfordert jedoch mehr als nur den Schutz des nackten Lebens. Grundvoraussetzung dafür ist die Verwendung nicht brennbarer Baustoffe, z. B. Beton. Dieser Baustoff stellt nicht nur sicher, dass Rettungswege im Brandfall frei von Feuer und Rauch sind, sondern verhindert auch, dass gebaute Werte Opfer der Flammen werden.

Beton brennt nicht. Der Baustoff verhindert die Ausbreitung von Bränden.

Beton hat auch ohne eine gesonderte Brandschutzausrüstung hervorragende Brandschutzeigenschaften.

Tafel 7: Abschätzung des Einflusses des gewählten Baustoffes auf die Nachhaltigkeitsbewertung im Bewertungssystem der DGNB

	Kriterienbezeichnung	Einfluss
Ökologische Qualität	Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt	
	Ökobilanz – emissionsbedingte Umweltwirkungen	x
	Risiken für die lokale Umwelt	x
	Umweltverträgliche Materialgewinnung	x
	Ressourceninanspruchnahme und Abfallaufkommen	
	Ökobilanz – Primärenergiebedarf	x
	Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen	-
	Flächeninanspruchnahme	-
Ökonomische Qualität	Lebenszykluskosten	
	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	x
	Wertentwicklung	
	Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit	x
	Marktfähigkeit	-
Soziokulturelle und funktionale Qualität	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit	
	Thermischer Komfort	x
	Innenraumluftqualität	x
	Akustischer Komfort	x
	Visueller Komfort	x
	Einflussnahme des Nutzers	-
	Außenraumqualität	-
	Sicherheit und Störfallrisiken	o
	Funktionalität	
	Barrierefreiheit	-
	Öffentliche Zugänglichkeit	-
	Fahrradkomfort	-
	Gestalterische Qualität	
	Verfahren zur städtebaulichen und gestalterischen Konzeption	-
Kunst am Bau	o	
Grundrissqualitäten	x	
Technische Qualität	Qualität der technischen Ausführung	
	Brandschutz	x
	Schallschutz	x
	Wärme- und feuchteschutztechnische Qualität der Gebäudehülle	x
	Anpassungsfähigkeit der technischen Systeme	-
	Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit des Baukörpers	x
	Rückbau- und Demontagefreundlichkeit	x
	Immissionsschutz	o
Prozessqualität	Qualität der Planung	
	Qualität der Projektvorbereitung	-
	Integrale Planung	-
	Nachweis der Optimierung und Komplexität der Herangehensweise in der Planung	-
	Sicherung der Nachhaltigkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe	-
	Schaffung von Voraussetzungen für eine optimale Nutzung und Bewirtschaftung	-
	Qualität der Bauausführung	
	Baustelle/Bauprozess	x
	Qualitätssicherung der Bauausführung	x
	Geordnete Inbetriebnahmen	-
x unmittelbarer Einfluss o Einfluss ist vorhanden, aber nicht dominant - baustoffunabhängiges Kriterium		

7 Übertragung der Ergebnisse auf das Gesamtgebäude

7.2.5 Energieeffizienz und thermischer Komfort

Große Bedeutung für Energieeffizienz und Behaglichkeit hat die thermische Trägheit von Baustoffen, die durch deren Wärmespeicherfähigkeit bestimmt wird. Solare Wärmegevinne können in schweren Baustoffen effizienter als in leichten genutzt werden. Ein Beispiel: Aufgrund der hohen thermischen Kapazität bleiben in massiven Bauten selbst bei relativ starker Sonneneinstrahlung die Temperaturen noch im behaglichen Bereich – und das allein durch die Wärmespeicherfähigkeit des Betons, ohne maschinelle Klimatisierung der Innenraumtemperaturen.

Als innovative, kostengünstige und energieeffiziente Methode zum Kühlen und Erwärmen von Gebäuden wird die sogenannte Betonkernaktivierung immer interessanter. Sie nutzt die Fähigkeit der Decken und Wände im Gebäude, thermische Energie zu speichern und damit Räume zu heizen oder zu kühlen. Weiterführende Informationen zur Energieeffizienz und zum thermischen Komfort siehe [BMD2].

Bauteile aus Beton erhöhen den thermischen Komfort, da sie solare Gewinne durch ihre hohe Masse speichern können.

8.1 Internetadressen

- Verein Deutscher Zementwerke – www.vdz-online.de
- Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e.V. – www.transportbeton.org
- Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V. – www.forschung-betonfertigteile.de
- Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V. – www.fdb-fertigteilebau.de
- BetonMarketing Deutschland GmbH
Thema Nachhaltigkeit: www.beton.org/nachhaltig
- Informationsportal des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau- und Reaktorsicherheit (BMUB) – www.nachhaltigesbauen.de
- Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. – www.dgnb.de
- InformationsZentrum Beton GmbH – www.beton.org
- Institut Bauen und Umwelt e.V. – www.bau-umwelt.de

8.2 Umweltproduktdeklaration für Zement



Bild 20: EPD für Zement



Umweltproduktdeklaration für in Deutschland hergestellte Zemente mit einer durchschnittlichen Zusammensetzung. Die Zement-EPD steht unter www.vdz-online.de zum Download bereit.

8.3 Umweltproduktdeklarationen für Beton



Bild 21: EPD für Beton



Die vom InformationsZentrum Beton herausgegebenen Umweltproduktdeklarationen für Betone mit den Druckfestigkeitsklassen C20/25, C25/30, C30/37, C35/45, C45/55 und C50/60 stehen auf www.beton.org/epd zum Download bereit.

- [BERG] Bergmeister, K.; Fingerloos, F.; Wörner, J.-D. (Hrsg.): Betonkalender 2013: Lebensdauer und Instandsetzung – Brandschutz. Ernst & Sohn GmbH, Berlin 2013
- [BMD1] BetonMarketing Deutschland GmbH: Nachhaltiges Bauen mit Beton – Ein Fachbeitrag für Architekten, Planer und Bauherren. Erkrath 2006
- [BMV1] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS): Leitfaden Nachhaltiges Bauen. April 2013
- [BMV2] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS): Ökobau.dat 2011 – www.nachhaltigesbauen.de/oekobaodat/
- [BNB] Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB) – www.nachhaltigesbauen.de
- [DAFSTB] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStB): Heft 584 – Verbundforschungsvorhaben „Nachhaltig Bauen mit Beton“. Potenziale des Sekundärstoffeinsatzes im Betonbau – Teilprojekt B. Beuth Verlag, Berlin 2011
- [DGNB] Deutsche Gesellschaft Nachhaltiges Bauen: DGNB Zertifizierungssystem – www.dgnb-system.de
- [DIN1] DIN EN ISO 14040 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen
- [DIN2] DIN EN ISO 14044: Umweltmanagement-Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen
- [DIN3] DIN EN 15804:2012-04: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte
- [DIN4] DIN EN 1992-1-2 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [DIN5] DIN EN 1992-1-1/NA Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [DIN6] DIN EN 206: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [FDB1] Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V. (Hrsg.): Merkblatt Nr. 10 zum nachhaltigen Bauen mit Betonfertigteilen. Bonn 2014
- [IBU] Institut Bauen und Umwelt e.V.: EPD Beton. InformationsZentrum Beton GmbH. Juli 2013
- [IFT1] ift Rosenheim: EPD Betonstahl zur Bewehrung von Beton (Kurzfassung). Badische Drahtwerke GmbH. Juni 2013
- [IFT2] ift Rosenheim: EPD Betonstahlmatten und Gitterträger (Kurzfassung). baustahlgewebegmbh. Juni 2013
- [MON] Angaben der Bundesvereinigung Recycling-Baustoffe e.V. zur Veröffentlichung im Monitoringbericht zum Aufkommen und Verbleib mineralischer Bauabfälle im Jahr 2010
- [PEI] PE International GmbH (Hrsg.), LBP: GaBi 4 Software Systems and Life Cycle Databases for Engineering. Stuttgart, Leinfelden-Echterdingen, 1992 – 2008.
- [VDZ1] Dipl.-Ing. Jochen Reiners, Vortrag „Stellung von Zement und Beton in der Nachhaltigkeitsdiskussion“, Technisch-Wissenschaftliche Zementtagung, Düsseldorf, 28. September 2011
- [VDZ2] Zementmerkblatt B9 „Expositionsklassen“

Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	8, 21
Anwendungsbereiche	3, 9
Betonabbruch	16, 19
Betonaufbereitung	16
Betondruckfestigkeit	3, 9, 10, 18ff.
Betonherstellung	6, 14, 16, 19
Betonstahl	21
Betonzusammensetzung	3, 9, 10, 11, 15, 20
Betonzusatzmittel	9, 10, 14
Betonzusatzstoff	14
Bewehrung	16, 21, 26
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)	3, 20, 21
Carbonatisierung	16
Dauerhaftigkeit	22
Durchschnittsbeton	20
Einbau	15
Errichtungsphase	11, 17
Eutrophierungspotenzial (EP)	8, 17, 18, 20, 21
Expositionsklassen	10, 26
Flugasche	10, 14
Frischbeton	14, 15
Gesteinskörnung	10, 13
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	8, 20, 21
Gutschriften	16
Herstellphase	8, 19, 21
Lebensdauer	8, 15, 26
Lebenszyklus	11f.
Nachhaltigkeitskriterien	6, 7, 23
Nutzungsende	16
Nutzungsphase	3, 6, 8, 11, 12, 15-17
Ökobilanz	3, 5-23, 26
Primärenergie erneuerbar/nicht erneuerbar	17, 18, 20, 21
Produktstadium	13
Produktkategorienregeln (PCR)	8
Ressourceneinsatz	8, 22
Recycling	11, 12, 16, 26
Rückbau	7, 8, 16, 23
Schalung	12, 14, 15
Sekundärbrennstoffe	8, 21
Sekundärstoffe	8, 26
Transportentfernungen	17
Treibhauspotenzial (GWP)	20, 21
Umweltwirkungen	8, 17
Verdichtung	6-8, 10, 15, 17, 19, 20-23
Versauerungspotenzial (AP)	8, 20
Wasser	10, 14
Zement	10, 13f, 25

Auszüge aus den Beton-EPDs

A1	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C20/25 _____	29
A2	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C25/30 _____	30
A3	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C30/37 _____	31
A4	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C35/45 _____	32
A5	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C45/55 _____	33
A6	Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m ³ Konstruktionsbeton C50/60 _____	34

Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m³ Konstruktionsbeton C20/25

LCA: Ergebnisse

Die Wirkungsabschätzungsergebnisse stellen nur relative Aussagen dar. Sie machen keine Aussagen über Endpunkte der Wirkungskategorien, Überschreitungen von Schwellenwerten, Sicherheitsmargen oder über Risiken.

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT)

Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau ins Gebäude	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	MND	MND	x	x	x	MND	x

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m³ Konstruktionsbeton C 20/25

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	[kg CO ₂ -Äq.]	190,7 ¹⁾	3,00	1,35	0 ²⁾	3,02	0,47	1,38	-23,08 ²⁾
Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	[kg CFC11-Äq.]	6,71E-7	1,60E-10	3,06E-9	0	1,63E-14	2,65E-11	7,45E-11	-9,57E-8
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)	[kg SO ₂ -Äq.]	0,273	0,0094	9,18E-3	0	0,0288	4,74E-3	0,013	-0,041
Eutrophierungspotenzial (EP)	[kg (PO ₄) ³⁻ - Äq.]	0,0435	0,0021	1,86E-3	0	6,13E-3	1,02E-3	2,80E-3	-5,91E-3
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)	[kg Ethen Äq.]	0,0330	0,0012	6,49E-4	0	3,73E-3	7,12E-4	1,70E-3	-4,05E-3
Potenzial f. d. abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen (ADP _{nl})	[kg Sb Äq.]	3,39E-4	1,37E-7	5,15E-8	0	1,39E-7	2,17E-8	6,34E-8	-1,90E-6
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe (ADP _{fossil})	[MJ]	724,5	41,20	18,14	0	41,90	6,50	19,10	-242,7

1) Hierin enthalten sind 24,4 kg CO₂-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Herstellung von Zementklinker. Nach dem Verursacherprinzip (EN 15804) wären diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat. Innerhalb dieser EPD wird jedoch von einer Subtraktion dieses Anteils abgesehen. So soll über Ländergrenzen hinweg die Vergleichbarkeit von berechneten Treibhauspotenzialen auch dann sichergestellt werden, falls die bei der Klinkerherstellung eingesetzten Sekundärbrennstoffe in anderen Ländern keinen Abfallstatus haben sollten.

2) Zu einem möglichen zusätzlichen negativen Treibhauspotenzial aus der Carbonatisierung von Beton vgl. Abschnitt 4

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m³ Konstruktionsbeton C 20/25

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	72,3	1,6	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0		0	0	0	0	0
Total erneuerbare Primärenergie (PE _{ern})	[MJ]	72,3	1,6	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	846,0	41,0	19,00	0	42,0	6,55	19,20	-319,0
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total nicht erneuerbare Primärenergie (PE _{nerm})	[MJ]	846,0	41,0	19,00	0	42,0	6,55	19,20	-319,0
Einsatz von Sekundärstoffen	[kg]	69,4	0	0	0	0	0	0	0
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	146,8	0	0	0	0	0	0	0
Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	286,1	0	0	0	0	0	0	0
Einsatz von Süßwasserressourcen	[m ³]	0,217	0	0	0	0,044	0	0	0

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN:
1 m³ Konstruktionsbeton C 20/25

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Gefährlicher Abfall zur Deponie	[kg]	0,163	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	[kg]	0,001	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter radioaktiver Abfall	[kg]	0,049	0	0,001	0	0	0	0	0
Komponenten für die Wiederverwendung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoffe zum Recycling	[kg]	0	0	0	0	0	0	2.400	2.400
Stoffe für die Energierückgewinnung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte elektrische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte thermische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m³ Konstruktionsbeton C25/30

LCA: Ergebnisse

Die Wirkungsabschätzungsergebnisse stellen nur relative Aussagen dar. Sie machen keine Aussagen über Endpunkte der Wirkungskategorien, Überschreitungen von Schwellenwerten, Sicherheitsmargen oder über Risiken.

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT)

Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau ins Gebäude	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	MND	MND	x	x	x	MND	x

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m³ Konstruktionsbeton C 25/30

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	[kg CO ₂ -Äq.]	211,1 ¹⁾	3,0	1,35	0 ²⁾	3,02	0,47	1,38	-23,08 ²⁾
Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	[kg CFC11-Äq.]	6,94E-7	1,60E-10	3,06E-9	0	1,63E-14	2,65E-11	7,45E-11	-9,57E-8
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)	[kg SO ₂ -Äq.]	0,297	0,0094	9,18E-3	0	0,0288	4,74E-3	0,013	-0,041
Eutrophierungspotenzial (EP)	[kg (PO ₄) ³⁻ -Äq.]	0,0472	0,0021	1,86E-3	0	6,13E-3	1,02E-3	2,80E-3	-5,91E-3
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)	[kg Ethen Äq.]	0,0361	0,0012	6,49E-4	0	3,73E-3	7,12E-4	1,70E-3	-4,05E-3
Potenzial f. d. abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen (ADP _{nl})	[kg Sb Äq.]	3,78E-4	1,37E-7	5,15E-8	0	1,39E-7	2,17E-8	6,34E-8	-1,90E-6
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe (ADP _{fossil})	[MJ]	779,4	41,2	18,14	0	41,9	6,5	19,1	-242,7

1) Hierin enthalten sind 27,4 kg CO₂-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Herstellung von Zementklinker. Nach dem Verursacherprinzip (EN 15804) wären diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat. Innerhalb dieser EPD wird jedoch von einer Subtraktion dieses Anteils abgesehen. So soll über Ländergrenzen hinweg die Vergleichbarkeit von berechneten Treibhauspotenzialen auch dann sichergestellt werden, falls die bei der Klinkerherstellung eingesetzten Sekundärbrennstoffe in anderen Ländern keinen Abfallstatus haben sollten.

2) Zu einem möglichen zusätzlichen negativen Treibhauspotenzial aus der Carbonatisierung von Beton vgl. Abschnitt 4

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m³ Konstruktionsbeton C 25/30

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	77,1	1,6	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total erneuerbare Primärenergie (PE _{ern})	[MJ]	77,1	1,6	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	909,0	41,0	19,00	0	42,0	6,55	19,2	-319,0
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total nicht erneuerbare Primärenergie (PE _{nem})	[MJ]	909,0	41,0	19,00	0	42,0	6,55	19,2	-319,0
Einsatz von Sekundärstoffen	[kg]	73,1	0	0	0	0	0	0	0
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	164,6	0	0	0	0	0	0	0
Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	320,9	0	0	0	0	0	0	0
Einsatz von Süßwasserressourcen	[m ³]	0,228	0	0	0	0,044	0	0	0

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m³ Konstruktionsbeton C 25/30

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Gefährlicher Abfall zur Deponie	[kg]	0,182	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	[kg]	0,001	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter radioaktiver Abfall	[kg]	0,052	0	0,001	0	0	0	0	0
Komponenten für die Wiederverwendung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoffe zum Recycling	[kg]	0	0	0	0	0	0	2.400	2.400
Stoffe für die Energierückgewinnung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte elektrische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte thermische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m³ Konstruktionsbeton C30/37

LCA: Ergebnisse

Die Wirkungsabschätzungsergebnisse stellen nur relative Aussagen dar. Sie machen keine Aussagen über Endpunkte der Wirkungskategorien, Überschreitungen von Schwellenwerten, Sicherheitsmargen oder über Risiken.

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT)

Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau ins Gebäude	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	MND	MND	x	x	x	MND	x

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m³ Konstruktionsbeton C 30/37

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	[kg CO ₂ -Äq.]	231,9 ¹⁾	3,3	1,35	0 ²⁾	3,02	0,47	1,38	-23,08 ²⁾
Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	[kg CFC11-Äq.]	7,35E-7	1,79E-10	3,06E-9	0	1,63E-14	2,65E-11	7,45E-11	-9,57E-8
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)	[kg SO ₂ -Äq.]	0,323	0,0106	9,18E-3	0	0,0288	4,74E-3	0,013	-0,041
Eutrophierungspotenzial (EP)	[kg (PO ₄) ³⁻ -Äq.]	0,0513	0,0024	1,86E-3	0	6,13E-3	1,02E-3	2,80E-3	-5,91E-3
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)	[kg Ethen Äq.]	0,0393	0,0013	6,49E-4	0	3,73E-3	7,12E-4	1,70E-3	-4,05E-3
Potenzial f. d. abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen (ADP _{el})	[kg Sb Äq.]	4,18E-4	1,53E-7	5,15E-8	0	1,39E-7	2,17E-8	6,34E-8	-1,90E-6
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe (ADP _{ross})	[MJ]	845,2	46,0	18,14	0	41,9	6,5	19,1	-242,7

1) Hierin enthalten sind 30,3 kg CO₂-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Herstellung von Zementklinker. Nach dem Verursacherprinzip (EN 15804) wären diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat. Innerhalb dieser EPD wird jedoch von einer Subtraktion dieses Anteils abgesehen. So soll über Ländergrenzen hinweg die Vergleichbarkeit von berechneten Treibhauspotenzialen auch dann sichergestellt werden, falls die bei der Klinkerherstellung eingesetzten Sekundärbrennstoffe in anderen Ländern keinen Abfallstatus haben sollten.

2) Zu einem möglichen zusätzlichen negativen Treibhauspotenzial aus der Carbonatisierung von Beton vgl. Abschnitt 4

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m³ Konstruktionsbeton C 30/37

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	82,7	1,8	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total erneuerbare Primärenergie (PE _{ern})	[MJ]	82,7	1,8	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	984,0	46,0	19,0	0	42,0	6,55	19,2	-319,0
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total nicht erneuerbare Primärenergie (PE _{nerm})	[MJ]	984,0	46,0	19,0	0	42,0	6,55	19,2	-319,0
Einsatz von Sekundärstoffen	[kg]	116,2	0	0	0	0	0	0	0
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	182,0	0	0	0	0	0	0	0
Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	354,8	0	0	0	0	0	0	0
Einsatz von Süßwasserressourcen	[m ³]	0,227	0	0	0	0,044	0	0	0

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN:
1 m³ Konstruktionsbeton C 30/37

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Gefährlicher Abfall zur Deponie	[kg]	0,201	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	[kg]	0,001	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter radioaktiver Abfall	[kg]	0,055	0	0,001	0	0	0	0	0
Komponenten für die Wiederverwendung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoffe zum Recycling	[kg]	0	0	0	0	0	0	2,400	2,400
Stoffe für die Energierückgewinnung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte elektrische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte thermische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m³ Konstruktionsbeton C35/45

LCA: Ergebnisse

Die Wirkungsabschätzungsergebnisse stellen nur relative Aussagen dar. Sie machen keine Aussagen über Endpunkte der Wirkungskategorien, Überschreitungen von Schwellenwerten, Sicherheitsmargen oder über Risiken.

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT)

Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau ins Gebäude	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	MND	MND	x	x	x	MND	x

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m³ Konstruktionsbeton C 35/45

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	[kg CO ₂ -Äq.]	265,1 ¹⁾	5,5	1,35	0 ²⁾	3,02	0,47	1,38	-23,08 ²⁾
Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	[kg CFC11-Äq.]	7,98E-7	2,98E-10	3,06E-9	0	1,63E-14	2,65E-11	7,45E-11	-9,57E-8
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)	[kg SO ₂ -Äq.]	0,364	0,0179	9,18E-3	0	0,0288	4,74E-3	0,013	-0,041
Eutrophierungspotenzial (EP)	[kg (PO ₄) ³⁻ - Äq.]	0,0572	0,0041	1,86E-3	0	6,13E-3	1,02E-3	2,80E-3	-5,91E-3
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)	[kg Ethen Äq.]	0,0442	0,0022	6,49E-4	0	3,73E-3	7,12E-4	1,70E-3	-4,05E-3
Potenzial f. d. abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen (ADP _{nl})	[kg Sb Äq.]	4,68E-4	2,54E-7	5,15E-8	0	1,39E-7	2,17E-8	6,34E-8	-1,90E-6
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe (ADP _{fossil})	[MJ]	958,1	76,4	18,14	0	41,9	6,5	19,1	-242,7

1) Hierin enthalten sind 34,8 kg CO₂-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Herstellung von Zementklinker. Nach dem Verursacherprinzip (EN 15804) wären diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat. Innerhalb dieser EPD wird jedoch von einer Subtraktion dieses Anteils abgesehen. So soll über Ländergrenzen hinweg die Vergleichbarkeit von berechneten Treibhauspotenzialen auch dann sichergestellt werden, falls die bei der Klinkerherstellung eingesetzten Sekundärbrennstoffe in anderen Ländern keinen Abfallstatus haben sollten.

2) Zu einem möglichen zusätzlichen negativen Treibhauspotenzial aus der Carbonatisierung von Beton vgl. Abschnitt 4

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m³ Konstruktionsbeton C 35/45

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	92,2	3,1	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total erneuerbare Primärenergie (PE _{ern})	[MJ]	92,2	3,1	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	1.116,0	77,0	19,0	0	42,0	6,55	19,2	-319,0
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total nicht erneuerbare Primärenergie (PE _{ner})	[MJ]	1.116,0	77,0	19,0	0	42,0	6,55	19,2	-319,0
Einsatz von Sekundärstoffen	[kg]	90,9	0	0	0	0	0	0	0
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	209,4	0	0	0	0	0	0	0
Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	408,2	0	0	0	0	0	0	0
Einsatz von Süßwasserressourcen	[m ³]	0,229	0	0	0	0,044	0	0	0

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m³ Konstruktionsbeton C 35/45

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Gefährlicher Abfall zur Deponie	[kg]	0,233	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	[kg]	0,001	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter radioaktiver Abfall	[kg]	0,062	0	0,001	0	0	0	0	0
Komponenten für die Wiederverwendung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoffe zum Recycling	[kg]	0	0	0	0	0	0	2.400	2.400
Stoffe für die Energierückgewinnung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte elektrische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte thermische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m³ Konstruktionsbeton C45/55

LCA: Ergebnisse

Die Wirkungsabschätzungsergebnisse stellen nur relative Aussagen dar. Sie machen keine Aussagen über Endpunkte der Wirkungskategorien, Überschreitungen von Schwellenwerten, Sicherheitsmargen oder über Risiken.

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT)

Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau ins Gebäude	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	MND	MND	x	x	x	MND	x

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m³ Konstruktionsbeton C 45/55

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	[kg CO ₂ -Äq.]	313,3 ¹⁾	15,4	1,35	0 ²⁾	3,02	0,47	1,38	-23,08 ²⁾
Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	[kg CFC11-Äq.]	8,25E-7	8,27E-10	3,06E-9	0	1,63E-14	2,65E-11	7,45E-11	-9,57E-8
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)	[kg SO ₂ -Äq.]	0,420	0,0505	9,18E-3	0	0,0288	4,74E-3	0,013	-0,041
Eutrophierungspotenzial (EP)	[kg (PO ₄) ³⁻ - Äq.]	0,0646	0,0116	1,86E-3	0	6,13E-3	1,02E-3	2,80E-3	-5,91E-3
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)	[kg Ethen Äq.]	0,0507	0,0061	6,49E-4	0	3,73E-3	7,12E-4	1,70E-3	-4,05E-3
Potenzial f. d. abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen (ADP _{el})	[kg Sb Äq.]	5,17E-4	7,04E-7	5,15E-8	0	1,39E-7	2,17E-8	6,34E-8	-1,90E-6
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe (ADP _{fossil})	[MJ]	1.171,8	211,9	18,14	0	41,9	6,5	19,1	-242,7

1) Hierin enthalten sind 40,8 kg CO₂-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Herstellung von Zementklinker. Nach dem Verursacherprinzip (EN 15804) wären diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat. Innerhalb dieser EPD wird jedoch von einer Subtraktion dieses Anteils abgesehen. So soll über Ländergrenzen hinweg die Vergleichbarkeit von berechneten Treibhauspotenzialen auch dann sichergestellt werden, falls die bei der Klinkerherstellung eingesetzten Sekundärbrennstoffe in anderen Ländern keinen Abfallstatus haben sollten.

2) Zu einem möglichen zusätzlichen negativen Treibhauspotenzial aus der Carbonatisierung von Beton vgl. Abschnitt 4

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m³ Konstruktionsbeton C 45/55

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	109,5	8,5	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total erneuerbare Primärenergie (PE _{ern})	[MJ]	109,5	8,5	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	1.350,0	213,0	19,0	0	42,0	6,55	19,2	-319,0
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total nicht erneuerbare Primärenergie (PE _{nem})	[MJ]	1.350,0	213,0	19,0	0	42,0	6,55	19,2	-319,0
Einsatz von Sekundärstoffen	[kg]	40,6	0	0	0	0	0	0	0
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	245,2	0	0	0	0	0	0	0
Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	478,1	0	0	0	0	0	0	0
Einsatz von Süßwasserressourcen	[m ³]	0,226	0	0	0	0,044	0	0	0

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m³ Konstruktionsbeton C 45/55

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Gefährlicher Abfall zur Deponie	[kg]	0,272	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	[kg]	0,001	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter radioaktiver Abfall	[kg]	0,073	0	0,001	0	0	0	0	0
Komponenten für die Wiederverwendung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoffe zum Recycling	[kg]	0	0	0	0	0	0	2.400	2.400
Stoffe für die Energierückgewinnung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte elektrische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte thermische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse der Ökobilanz für 1 m³ Konstruktionsbeton C50/60

LCA: Ergebnisse

Die Wirkungsabschätzungsergebnisse stellen nur relative Aussagen dar. Sie machen keine Aussagen über Endpunkte der Wirkungskategorien, Überschreitungen von Schwellenwerten, Sicherheitsmargen oder über Risiken.

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT)

Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau ins Gebäude	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	MND	MND	x	x	x	MND	x

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m³ Konstruktionsbeton C 50/60

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	[kg CO ₂ -Äq.]	334,7 ¹⁾	14,8	1,35	0 ²⁾	3,02	0,47	1,38	-23,08 ²⁾
Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	[kg CFC11-Äq.]	9,56E-7	7,94E-10	3,06E-9	0	1,63E-14	2,65E-11	7,45E-11	-9,57E-8
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)	[kg SO ₂ -Äq.]	0,451	0,0485	9,18E-3	0	0,0288	4,74E-3	0,013	-0,041
Eutrophierungspotenzial (EP)	[kg (PO ₄) ³⁻ - Äq.]	0,0690	0,0111	1,86E-3	0	6,13E-3	1,02E-3	2,80E-3	-5,91E-3
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)	[kg Ethen Äq.]	0,0540	0,0058	6,49E-4	0	3,73E-3	7,12E-4	1,70E-3	-4,05E-3
Potenzial f. d. abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen (ADP _{nl})	[kg Sb Äq.]	5,47E-4	6,76E-7	5,15E-8	0	1,39E-7	2,17E-8	6,34E-8	-1,90E-6
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe (ADP _{fossil})	[MJ]	1.229,7	203,5	18,14	0	41,9	6,5	19,1	-242,7

1) Hierin enthalten sind 43,9 kg CO₂-Äq. aus der Verbrennung von Abfällen bei der Herstellung von Zementklinker. Nach dem Verursacherprinzip (EN 15804) wären diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat. Innerhalb dieser EPD wird jedoch von einer Subtraktion dieses Anteils abgesehen. So soll über Ländergrenzen hinweg die Vergleichbarkeit von berechneten Treibhauspotenzialen auch dann sichergestellt werden, falls die bei der Klinkerherstellung eingesetzten Sekundärbrennstoffe in anderen Ländern keinen Abfallstatus haben sollten.

2) Zu einem möglichen zusätzlichen negativen Treibhauspotenzial aus der Carbonatisierung von Beton vgl. Abschnitt 4

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m³ Konstruktionsbeton C 50/60

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	112,7	8,1	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total erneuerbare Primärenergie (PE _{ern})	[MJ]	112,7	8,1	0,43	0	1,7	0,26	0,762	-47,1
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	1.418,0	204,0	19,00	0	42,0	6,55	19,2	-319,0
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Total nicht erneuerbare Primärenergie (PE _{ner})	[MJ]	1.418,0	204,0	19,00	0	42,0	6,55	19,2	-319,0
Einsatz von Sekundärstoffen	[kg]	39,0	0	0	0	0	0	0	0
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	264,1	0	0	0	0	0	0	0
Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	514,9	0	0	0	0	0	0	0
Einsatz von Süßwasserressourcen	[m ³]	0,214	0	0	0	0,044	0	0	0

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m³ Konstruktionsbeton C 50/60

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B5	C1	C2	C3	D
Gefährlicher Abfall zur Deponie	[kg]	0,293	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	[kg]	0,001	0	0	0	0	0	0	0
Entsorgter radioaktiver Abfall	[kg]	0,076	0	0,001	0	0	0	0	0
Komponenten für die Wiederverwendung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoffe zum Recycling	[kg]	0	0	0	0	0	0	2.400	2.400
Stoffe für die Energierückgewinnung	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte elektrische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportierte thermische Energie	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0

InformationsZentrum Beton

InformationsZentrum Beton GmbH
Steinhof 39, 40699 Erkrath
izb@beton.org

Kontakt und Beratung vor Ort

BetonMarketing Nordost

BetonMarketing Nordost
Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH
Anderter Straße 99D
30559 Hannover
Telefon 0511 554707-0
hannover@betonmarketing.de

Teltower Damm 155
14167 Berlin
Telefon 030 3087778-0
berlin@betonmarketing.de

BetonMarketing Süd

BetonMarketing Süd GmbH
Gerhard-Koch-Straße 2+4
73760 Ostfildern
Telefon 0711 32732-200
info@betonmarketingsued.de

Beethovenstraße 8
80336 München
Telefon 089 450984-0
info@betonmarketingsued.de

BetonMarketing West

BetonMarketing West
Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH
Neustraße 1
59269 Beckum
Telefon 02521 8730-0
info@bmwest.de