

Deklarationsinhaber:	BREMER AG
Herausgeber:	Kiwa-Ecobility Experts
Programmbetrieb:	Kiwa-Ecobility Experts
Registrierungsnummer:	EPD-Kiwa-EE-000360-DE
Ausstellungsdatum:	24.05.2024
Gültig bis:	24.05.2029



## C45/55 selbstverdichtend

Diese Umweltproduktdeklaration (EPD = Environmental Product Declaration) basiert auf der Ökobilanzierung der Betonrezeptur C45/55 selbstverdichtend (mit Einbauteilen aus Stahl) der BREMER AG.

## 1. Allgemeine Angaben

### BREMER AG

**Programmbetrieb:**

Kiwa-Ecobility Experts  
Wattstraße 11-13  
13355 Berlin  
Deutschland

**Registrierungsnummer:**

EPD-Kiwa-EE-000360-DE

**Ausstellungsdatum:**

24.05.2024

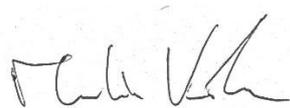
**Gültigkeitsbereich:**

Diese spezifische EPD basiert auf der Ökobilanzierung der Betonrezeptur C45/55 selbstverdichtend (mit Einbauteilen aus Stahl) der BREMER AG, welche am Standort in Paderborn hergestellt wird. Die betrachtete Region ist somit Deutschland.

Es werden die Module A1 bis A3 und C1 bis C4 sowie D betrachtet, sodass der Typ der EPD "von der Wiege bis zum Werkstor mit den Modulen C1-C4 und Modul D" ist. Für die zugrunde liegenden Informationen und Nachweise haftet der Deklarationsinhaber. Kiwa-Ecobility Experts haftet nicht für Herstellerangaben, Ökobilanzdaten und Nachweise.



i.V. Raoul Mancke  
(Leiter des Programmbetriebs, Kiwa-Ecobility Experts)



i.A. Martin Koehrer  
(Verifizierungsstelle, Kiwa-Ecobility Experts)

### C45/55 selbstverdichtend

**Deklarationsinhaber:**

BREMER AG  
Grüner Weg 28-48  
33098 Paderborn  
Deutschland

**Deklarierte Einheit:**

1 m<sup>3</sup> Beton

**Gültig bis:**

24.05.2029

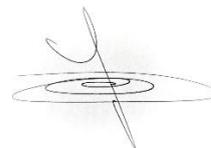
**Produktkategorieregeln:**

PCR A – Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht  
PCR B – Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Produktkategorieregeln für Beton und Betonelemente; prEN 16757:2021

**Verifizierung:**

Als Kern-PCR dient die CEN-Norm EN 15804:2012+A2:2019.  
Unabhängige Prüfung der Deklaration und Daten nach EN ISO 14025:2011.

intern  extern



Anne Kees Jeeninga  
(Unabhängiger, dritter Prüfer von Advieslab)

## 2. Angaben zum Produkt

### 2.1 Produktbeschreibung & Anwendung

Der von BREMER hergestellte und verwendete Beton der Festigkeitsklasse C45/55 wird vorzugsweise in flächigen Bauteilen, insbesondere in Vollbetonwänden oder Decken, eingesetzt. Diese spezielle Festigkeitsklasse zeichnet sich durch eine erhöhte Druckfestigkeit aus, was sie besonders geeignet macht für die Konstruktion von widerstandsfähigen und robusten Bauteilen.

Die deklarierte Einheit für den Beton ist der Kubikmeter (m<sup>3</sup>) Fertigteil ohne Bewehrung. Die erforderliche Bewehrung für die Fertigteile wird individuell für jedes Bauteil mithilfe der Statik berechnet. Bei der Erstellung einer Ökobilanz ist es von besonderer Bedeutung zu berücksichtigen, dass die Mengen an Bewehrungsstählen bzw. Spannstählen, die durch die Statik für die Fertigteile ermittelt werden, aus einer separaten Umweltproduktdeklarations- (EPD) Quelle stammen müssen.

### 2.2 Technische Daten

In Tabelle 1 sind die technischen Angaben zu C45/55 selbstverdichtend aufgelistet.

Tabelle 1: Technische Angaben zu C45/55 selbstverdichtend

Parameter	Wert	Einheit
Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit	1,15-1,65	W/(m*K)
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu$	60-130	-
Rohdichte	ca. 2.500	kg/m <sup>3</sup>
Druckfestigkeit charakteristische Zylinder- Würfeldruckfestigkeit nach 28 Tagen	45/55	N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit $f_{ctm}$	ca. 3,8	N/mm <sup>2</sup>
Biegezugfestigkeit	ca. 7,6	N/mm <sup>2</sup>
Elastizitätsmodul $E_{cm}$	ca. 36.000	N/mm <sup>2</sup>
Ausgleichsfeuchtegehalt	~ 3,0	%
spez. Wärmekapazität $c_p$	1.000	J (kg*K)

### 2.3 Herstellung

Die Herstellung von Frischbeton erfolgt durch die sorgfältige Homogenisierung von Sand, Splitt, Kies, Zement und Wasser unter Berücksichtigung der optionalen Zugabe von Fließmitteln. Der daraus resultierende Beton wird in Schalungen aus Holz oder Metall gegossen, wobei die statisch abgestimmte Bewehrung zusätzlich in die Schalung integriert wird. Die Verdichtung des Frischbetons vor Ort erfolgt durch den Einsatz von Rütteltischen oder selbstverdichtendem Beton.

Die selbstverdichtenden Eigenschaften des Betons ermöglichen eine effiziente und gleichmäßige Verteilung innerhalb des Bauteils, insbesondere in Bereichen mit komplexen Formen oder engen Zwischenräumen. Diese Charakteristik trägt signifikant zur Steigerung der Bauteilqualität bei und führt zu einer merklichen Reduzierung des Arbeitsaufwands während des Einbringens des Betons.

Während des Abbindens wird der Beton zu einer festen, künstlichen Gesteinsstruktur. Bei Bedarf kann externe Wärmezufuhr implementiert werden, um den Abbindungsprozess zu optimieren.

Bewehrungskörbe und Matten werden projektbezogen vor Ort in einer speziell beschafften Mattenschweißanlage produziert.

Die Herstellung von C45/55 selbstverdichtend der BREMER AG findet am Standort in Paderborn statt. Für die Produktion der Fertigteile werden die Stahlkörbe in der Eisenbiegerei, die Holzschalungen in der Schalungsschreinerei, der Frischbeton in der Betonmischerei und die Einbauteile in der Einbauteilchlosserei hergestellt (siehe Abbildung 1).

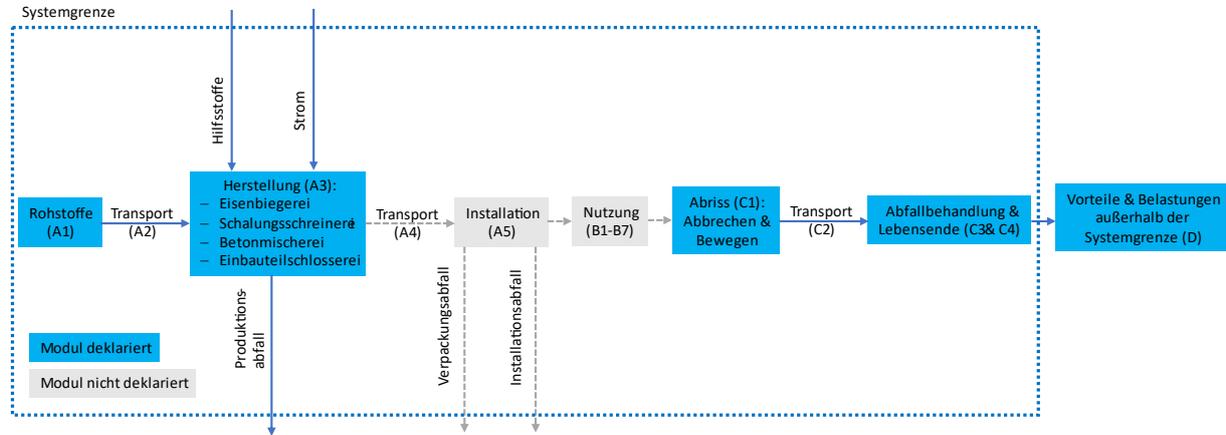


Abbildung 1: Prozessflussbild

## 2.4 Rohstoffe

Für die Betonherstellung werden Zement, Sand, Kalkstein, Wasser, Zusatzmittel und Einbauteile aus Stahl benötigt.

Bestandteil	Anteil
<i>Gesteinskörnung</i>	~ 77%
<i>Zement</i>	~ 15%
<i>Wasser</i>	~ 8%
<i>Zusatzstoffe und Zusatzmittel</i>	< 1%

## 2.5 Verpackung

Es wird keine Verpackung benötigt.

## 2.6 Referenz-Nutzungsdauer (RSL = reference service life)

Da die Nutzungsphase nicht betrachtet wird, wird auf die Angabe einer Referenz-Nutzungsdauer verzichtet.

## 2.7 Sonstige Informationen

Weitere Informationen zum Produkt können auf der Webseite des Herstellers ([www.bremerbau.de](http://www.bremerbau.de)) gefunden werden.

### 3. LCA: Rechenregeln

#### 3.1 Deklarierte Einheit

Die deklarierte Einheit für Bodensysteme ist nach „PCR B – Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Produktkategorieregeln für Beton und Betonelemente; prEN 16757:2021“ 1 m<sup>3</sup> Beton.

Tabelle 2: Deklarierte Einheit

Parameter	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	m <sup>3</sup>
Gewicht pro m <sup>3</sup>	2.033,08	kg/m <sup>3</sup>
Umrechnungsfaktor zu 1 kg	0,000491865	-

#### 3.2 Systemgrenzen

Die EPD wurde in Anlehnung an die EN 15804 erstellt und berücksichtigt die Herstellungsphase und die Entsorgungsphase sowie die Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen. Dies entspricht den Modulen A1 bis A3 und C1 bis C4 sowie D. Der Typ der EPD ist daher "von der Wiege bis zum Werkstor mit den Modulen C1-C4 und Modul D".

Bei dieser ökobilanziellen Betrachtung nach ISO 14040/14044 wurden folgende Phasen des Produktlebenszyklus gemäß EN 15804 betrachtet:

- A1: Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
- A2: Transport zum Hersteller
- A3: Herstellung
- C1: Rückbau, Abriss
- C2: Transport
- C3: Abfallbehandlung
- C4: Deponierung
- D: Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recycling-Potenzial

Für die deklarierten Lebensphasen wurden sämtliche Inputs (Rohstoffe, Vorprodukte, Energie und Hilfsstoffe) sowie die anfallenden Abfälle betrachtet.

Folgende Prozesse sind ausgeschlossen:

- Bau von Gebäuden und Herstellung von Produktionsmitteln oder anderen Investitionsgütern;
- Beförderung von Personal zur Anlage;
- Beförderung von Personal innerhalb des Werks;
- Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten;
- Langfristige Emissionen.

Tabelle 3: Übersicht zu den betrachteten Informationsmodulen unter Darstellung sämtlicher Phasen des Gebäudelebenszyklus nach EN 15804 (X = Modul deklariert; MND = Modul nicht deklariert)

Herstellungsphase			Errichtungsphase		Nutzungsphase							Entsorgungsphase				Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen
Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Bau / Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Umbau / Erneuerung	Betrieblicher Energieeinsatz	Betrieblicher Wassereinsatz	Rückbau, Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Deponierung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs-, Recycling-Potenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	X

### 3.3 Annahmen und Abschätzungen

Für einige Materialien standen keine Informationen zu den Lieferanten zur Verfügung, sodass auf die Informationen aus den passenden Datensätzen aus Ecoinvent 3.6 zurückgegriffen wurde.

Für den Rückbau und den Transport im Modul C1 wurden die Annahmen aus dem niederländischen NMD-Bericht (NMD = Nationale Milieudatabase) für Betonkonstruktionen „LCA Rapportage categorie 3 data – Nationale Milieudatabase – Hoofdstuk 42 Betonconstructies“ vom 17. Mai 2023 übernommen. Hierfür wurde das jeweilige Gewicht der verschiedenen Betonprodukte jeweils durch die Verarbeitungsmenge pro Stunde des Baggers geteilt. Für den Rückbau beträgt die Verarbeitungsmenge 9,8 t/h und für den Transport 8,3 t/h. Dabei wird von einem Kraftstoffverbrauch von 0,0757 L/h ausgegangen.

Aus datenschutzrechtlichen Gründen sind die getroffenen Annahmen und verwendeten Daten nur in dem zu dieser EPD zugehörigen Hintergrundbericht erläutert.

### 3.4 Betrachtungszeitraum

Alle produkt- und prozessspezifischen Daten wurden für das Betriebsjahr 2021 erhoben und sind somit aktuell.

### 3.5 Abschneidekriterien

Den Stoffströmen wurden potenzielle Umweltauswirkungen auf Grundlage der Ecoinvent-Datenbank Version 3.6 zugewiesen. Alle Flüsse, die zu mehr als 1 Prozent der gesamten Masse, Energie oder Umweltwirkungen des Systems beitragen, wurden in der Ökobilanz berücksichtigt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die vernachlässigten Prozesse weniger als 5 Prozent zu den berücksichtigten Wirkungskategorien beigetragen hätten. Darunter fällt auch der Strombedarf in der Eisenbiegerei. Dieser wurde wegen Datenmangels nicht berücksichtigt.

Weitere Betriebsmittel sowie die entsprechenden Abfälle wurden nicht als Teil des Produktsystems betrachtet und entsprechend nicht in der Bilanzierung berücksichtigt.

### 3.6 Datenqualität

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurden in der Ökobilanz ausschließlich konsistente Hintergrunddaten der Ecoinvent-Datenbank Version 3.6 (2019) verwendet (z.B. Datensätze zu Energie, Transporten, Hilfs- und Betriebsstoffen). Die Datenbank wird regelmäßig überprüft und entspricht somit den Anforderungen der EN 15804 (Hintergrunddaten nicht älter als 10 Jahre). Nahezu alle in der Ecoinvent-Datenbank Version 3.6 enthaltenen konsistenten Datensätze sind dokumentiert und können in der online Dokumentation eingesehen werden.

Die Rohstoffdaten wurden in Referenzflüsse (Input pro deklarierte Einheit) umgerechnet. Die Kapital- bzw. Produktionsgüter wurden nicht berücksichtigt, da diese als nicht relevant eingeordnet wurden.

Es wurde die allgemeine Regel eingehalten, dass spezifische Daten von spezifischen Produktionsprozessen oder Durchschnittsdaten, die von spezifischen Prozessen abgeleitet sind bei der Berechnung einer LCA Priorität haben müssen. Daten für Prozesse, auf die der Hersteller keinen Einfluss hat, wurden mit generischen Daten belegt.

Die Berechnung der Ökobilanz wurde mit Hilfe des LCA- & EPD-Tools R<THiNK durchgeführt.

### 3.7 Allokationen

Allokation konnte vermieden werden.

Spezifische Informationen über Allokationen innerhalb der Hintergrunddaten sind in der Dokumentation der Datensätze der Ecoinvent-Datenbank Version 3.6 enthalten.

### 3.8 Vergleichbarkeit

Grundsätzlich ist ein Vergleich oder eine Bewertung der Umweltauswirkungen verschiedener Produkte nur dann möglich, wenn sie gemäß EN 15804 erstellt wurden. Für die Bewertung der Vergleichbarkeit sind insbesondere die folgenden Aspekte zu berücksichtigen: Verwendete PCR, funktionale oder deklarierte Einheit, geographischer Bezug, Definition der Systemgrenze, deklarierte Module, Datenauswahl (Primär- oder Sekundärdaten, Hintergrunddatenbank, Datenqualität), verwendete Szenarien für Nutzungs- und Entsorgungsphasen und die Sachbilanz (Datenerhebung, Berechnungsmethoden, Zuordnungen, Gültigkeitsdauer). PCRs und allgemeine Programmanweisungen verschiedener EPDs-Programme können sich unterscheiden. Eine Vergleichbarkeit muss geprüft werden. Weitere Hinweise finden Sie in EN 15804+A2 (5.3 Vergleichbarkeit von EPD für Bauprodukte) und ISO 14025 (6.7.2 Anforderungen an die Vergleichbarkeit).

### 3.9 Datenerhebung

Bei der Datenerhebung wurde die ISO 14044 Abschnitt 4.3.2 berücksichtigt.

Das Ziel und der Untersuchungsrahmen wurden in Absprache mit der BREMER AG festgelegt. Die Datenerhebung fand mithilfe einer Excel-Datenerhebungsvorlage, welche von der Kiwa GmbH zur Verfügung gestellt wurde, statt. Die gesammelten Daten wurden von der Kiwa GmbH geprüft, indem beispielsweise die von der BREMER AG getroffenen Annahmen kritisch hinterfragt wurden. So konnten in Zusammenarbeit mit der BREMER AG noch einige Fehler (z. B. Einheitenfehler) behoben werden. Anschließend wurden die Jahreswerte mithilfe entsprechender Berechnungen auf die deklarierte Einheit von einem Kubikmeter bezogen. Außerdem wurden für die fehlenden Informationen und Daten passende Annahmen getroffen und Abschätzungen durchgeführt.

### **3.10 Berechnungsverfahren**

Für die Ökobilanzierung wurden die in der ISO 14044 Abschnitt 4.3.3 beschriebenen Berechnungsverfahren angewandt. Die Auswertung erfolgt anhand der in den Systemgrenzen liegenden Phasen und der darin enthaltenen Prozesse.

#### 4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Für Rückbau und Transport im Modul C1 wurden die Annahmen aus dem niederländischen NMD-Bericht (NMD = Nationale Milieudatabase) für Betonkonstruktionen „LCA Rapportage categorie 3 data – Nationale Milieudatabase – Hoofdstuk 42 Betonconstructies“ vom 17. Mai 2023 übernommen. Hierfür wurde das Gewicht des Produktes (2033,08 kg aus Tabelle 2) jeweils durch die Verarbeitungsmenge pro Stunde des Baggers geteilt. Für den Rückbau beträgt die Verarbeitungsmenge 9,8 t/h und für den Transport 8,3 t/h. Somit benötigt der Bagger (Umweltprofil: „0115-pro&Graafmachine, per uur (o.b.v. 572 MJ Diesel, burned in building machine {GLO}| market for | Cut-off, U)“) 0,2075 h für den Rückbau und 0,2449 h für den Transport.

Für die Entsorgung wurden die folgenden Abfallszenarien, welche auf Informationen der niederländischen NMD (Nationale Milieudatabase = Nationale Umweltdatenbank) basieren, verwendet.

Tabelle 4: C2 – Transport der Abfallbehandlungsarten

Bezeichnung	Einheit	Menge	Umweltprofil
Deponierung	km	100	Lorry (Truck), unspecified (default)   market group for (GLO)
Verbrennung	km	150	Lorry (Truck), unspecified (default)   market group for (GLO)
Recycling	km	50*	Lorry (Truck), unspecified (default)   market group for (GLO)
Wiederverwendung	km	0	-

\* 0 km für „Sewage, to wastewater treatment, Average (EU)“

Tabelle 5: C3 – Anteil der Abfallbehandlungsarten für die Abfallszenarien

Bezeichnung	Deponierung [%]	Verbrennung [%]	Recycling [%]	Wiederverwendung [%]
concrete (i.a. elements, brickwork, reinforced concrete) (NMD ID 9)	1	0	99	0
limestone (i.a. elements, brickwork) (NMD ID 40)	1	0	99	0
Steel, reinforcement (NMD ID 74)	5	0	95	0
Sewage, to wastewater treatment, Average (EU)	0	0	100	0
board material, 'contaminated' (large parts i.a. covering) (NMD ID 56)   (u=10%, glue=12%) corr. acc. EN16449	5	95	0	0

Tabelle 6: C4 – Ende der Abfallphase für die Abfallszenarien

Bezeichnung	Ende der Abfallphase
concrete (i.a. elements, brickwork, reinforced concrete) (NMD ID 9)	Die Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft von recyceltem Granulat sind der nationalen Verordnung für die Niederlande entnommen. Alle zur Erreichung des Status als Abfallende erforderlichen Verfahren sind Teil der Wiederaufbereitung. [Recycling von Granulaten aus steinigen Abfällen: Verordnung Nr. IENM/BSK-2015/18222 vom 5. Februar 2015]
limestone (i.a. elements, brickwork) (NMD ID 40)	Die Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft von recyceltem Granulat sind der nationalen Verordnung für die Niederlande entnommen. Alle zur Erreichung des Status als Abfallende erforderlichen Verfahren sind Teil der Wiederaufbereitung. [Recycling von Granulaten aus steinigen Abfällen: Verordnung Nr. IENM/BSK-2015/18222 vom 5. Februar 2015] Die Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft von recyceltem Granulat sind der nationalen Verordnung für die Niederlande entnommen. Alle zur Erreichung des Status als Abfallende erforderlichen Verfahren sind Teil der Wiederaufbereitung. [Recycling von Granulaten aus steinigen Abfällen: Verordnung Nr. IENM/BSK-2015/18222 vom 5. Februar 2015]
Steel, reinforcement (NMD ID 74)	Der Eisen- oder Stahlschrott muss am Entstehungsort oder bei der Sammlung getrennt worden sein und getrennt aufbewahrt werden, oder die angelieferten Abfälle müssen so behandelt worden sein, dass der Eisen- und Stahlschrott von den Nichtmetall- und Nichteisenbestandteilen getrennt wird. Alle mechanischen Behandlungen (wie Schneiden, Scheren, Zerkleinern oder Granulieren; Sortieren, Trennen, Reinigen, Entgiften, Entleeren), die zur Vorbereitung des Materials für den direkten Einsatz in der Endnutzung erforderlich sind, müssen abgeschlossen sein. [End-of-waste Criteria for Iron and Steel Scrap: Technical Proposals, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, 2010]. In Übereinstimmung mit der Weltstahlmethode sind die Auswirkungen des Recyclings in Modul D enthalten.
Sewage, to wastewater treatment, Average (EU)	Nicht zutreffend, da das Ende der Abfalleigenschaft nicht erreicht ist.
board material, 'contaminated' (large parts i.a. covering) (NMD ID 56)   (u=10%, glue=12%) corr. acc. EN16449	Nicht zutreffend, da bei Verbrennung und Deponierung das Ende der Abfalleigenschaft nicht erreicht wird.

Tabelle 7: D – Verwendete Umweltprofile für Lasten der Abfallszenarien

Bezeichnung	Deponierung	Verbrennung	Recycling	Wiederverwendung
concrete (i.a. elements, brickwork, reinforced concrete) (NMD ID 9)	Waste concrete {Europe without Switzerland}  treatment of waste concrete, inert material landfill	-	Crushing, per kg stoney material [NMD, NL]	-
limestone (i.a. elements, brickwork) (NMD ID 40)	Waste concrete {Europe without Switzerland}  treatment of waste concrete, inert material landfill	-	Crushing, per kg stoney material [NMD, NL]	-
Steel, reinforcement (NMD ID 74)	Scrap steel {Europe without Switzerland}  treatment of scrap steel, inert material landfill	-	Materials for recycling, no waste processing taken into account, waste process in module D	-
Sewage, to wastewater treatment, Average (EU)	-	-	Sewage, waste water treatment (EU)	-
board material, 'contaminated' (large parts i.a. covering) (NMD ID 56)   (u=10%, glue=12%) corr. acc. EN16449	99% Waste wood, untreated en 1% Waste paint, sanitary landfill (EU)   (u=10%, glue=12%) corr. acc. EN16449	Waste building wood, chrome preserved, municipal incineration (CH)   (u=10%, glue=12%) corr. acc. EN16449	-	-

Tabelle 8: D – Verwendete Umweltprofile für Gutschriften der Abfallszenarien

Bezeichnung	Verbrennung	Recycling	Wiederverwendung
concrete (i.a. elements, brickwork, reinforced concrete) (NMD ID 9)	-	Gravel, round   gravel and sand quarry operation (RoW)	-
limestone (i.a. elements, brickwork) (NMD ID 40)	-	Gravel, round   gravel and sand quarry operation (RoW)	-
Steel, reinforcement (NMD ID 74)	-	Benefits module D   World Steel method (Steel production, electric, low-alloyed - Steel production, converter, unalloyed)	-
Sewage, to wastewater treatment, Average (EU)	-	-	-
board material, 'contaminated' (large parts i.a. covering) (NMD ID 56)   (u=10%, glue=12%) corr. acc. EN16449	Benefits Energy recovery, renewable raw material (eff. 18% electric, 31% Thermal) (per MJ LHV)	-	-

## 5. LCA: Ergebnisse

Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Ökobilanzierung, genauer für die Umweltwirkungsindikatoren, den Ressourcenverbrauch, die Outputströme und die Abfallkategorien. Die hier dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die deklarierte Einheit von 1 m<sup>3</sup> Beton.

Die Ergebnisse der Umweltwirkungsindikatoren ETP-fw, HTP-c, HTP-nc, SQP, ADP-f, ADP-mm und WDP müssen mit Bedacht angewendet werden, da die Unsicherheiten bei diesen Ergebnissen hoch sind oder da es mit dem Indikator nur begrenzte Erfahrungen gibt.

Die Wirkungskategorie IRP behandelt hauptsächlich die mögliche Wirkung einer ionisierenden Strahlung geringer Dosis auf die menschliche Gesundheit im Kernbrennstoffkreislauf. Sie berücksichtigt weder Auswirkungen, die auf mögliche nukleare Unfälle und berufsbedingte Exposition zurückzuführen sind, noch auf die Entsorgung radioaktiver Abfälle in unterirdischen Anlagen. Die potenzielle vom Boden, von Radon und von einigen Baustoffen ausgehende ionisierende Strahlung wird ebenfalls nicht von diesem Indikator gemessen.

Angabe der Systemgrenzen (X = Modul deklariert; MND = Modul nicht deklariert)																
Produktionsphase			Errichtungsphase		Nutzungsphase							Entsorgungsphase				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen
Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Installation	Nutzung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Umbau / Erneuerung	Betrieblicher Energieein-satz	Betrieblicher Wasserein-satz	Rückbau, Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Deponierung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs-, Recycling-Potenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	X

Tabelle 9: Ergebnisse der Ökobilanz – Umweltwirkungsindikatoren: 1 m<sup>3</sup> C45/55 selbstverdichtend

Indikator	Einheit	A1	A2	A3	C1	C2	C3	C4	D
AP	mol H+-Äq.	5,21E-01	9,30E-02	2,50E-01	2,48E-01	8,04E-02	2,05E-02	1,02E-03	-7,47E-02
GWP-total	kg CO2-Äq.	2,57E+02	1,60E+01	6,59E+01	2,37E+01	1,39E+01	3,29E+00	1,08E-01	-1,20E+01
GWP-b	kg CO2-Äq.	6,93E-01	7,52E-03	2,70E+00	6,59E-03	6,40E-03	1,89E-02	2,13E-04	-1,90E-03
GWP-f	kg CO2-Äq.	2,56E+02	1,60E+01	6,31E+01	2,37E+01	1,39E+01	3,27E+00	1,08E-01	-1,20E+01
GWP-luluc	kg CO2-Äq.	5,40E-02	5,89E-03	1,11E-01	1,87E-03	5,08E-03	6,23E-04	3,00E-05	-6,45E-03
ETP-fw	CTUe	3,27E+03	2,15E+02	8,22E+02	1,97E+02	1,86E+02	3,56E+01	1,95E+00	-2,89E+02
PM	Auftreten von Krankheiten	4,34E-06	1,43E-06	1,04E-05	6,57E-06	1,25E-06	4,52E-07	1,99E-08	-1,25E-06
EP-m	kg N-Äq.	1,35E-01	3,27E-02	5,72E-02	1,09E-01	2,83E-02	8,16E-03	3,51E-04	-2,00E-02
EP-fw	kg PO4-Äq.	1,58E-03	1,62E-04	3,24E-03	8,63E-05	1,40E-04	1,02E-04	1,21E-06	-4,37E-04
EP-t	mol N-Äq.	1,73E+00	3,61E-01	7,72E-01	1,20E+00	3,12E-01	9,07E-02	3,88E-03	-2,32E-01
HTP-c	CTUh	4,10E-08	6,98E-09	2,09E-07	6,87E-09	6,04E-09	8,44E-10	4,52E-11	-6,73E-09
HTP-nc	CTUh	4,61E-07	2,35E-07	9,56E-07	1,69E-07	2,04E-07	2,39E-08	1,39E-09	5,21E-07
IRP	kBq U235-Äq.	3,59E+00	1,01E+00	2,55E+00	1,40E+00	8,76E-01	1,39E-01	1,23E-02	-3,64E-01
SQP	-	2,47E+02	2,09E+02	4,85E+03	4,16E+01	1,81E+02	7,33E+00	6,31E+00	-1,41E+02
ODP	kg CFC11-Äq.	3,03E-06	3,52E-06	7,57E-06	5,12E-06	3,06E-06	4,24E-07	4,43E-08	-9,29E-07
POCP	kg NMVOC-Äq.	4,27E-01	1,03E-01	2,07E-01	3,30E-01	8,91E-02	2,47E-02	1,13E-03	-7,61E-02
ADP-f	MJ	1,06E+03	2,41E+02	9,56E+02	3,26E+02	2,09E+02	4,39E+01	3,01E+00	-1,30E+02
ADP-mm	kg Sb-Äq.	6,26E-04	4,04E-04	5,39E-04	3,64E-05	3,51E-04	9,23E-06	9,85E-07	-4,23E-04
WDP	m3 Welt-Äq. entzogen	5,55E+01	8,63E-01	2,61E+01	4,37E-01	7,48E-01	1,99E-01	1,35E-01	-1,22E+02

AP = Versauerungspotenzial, kumulierte Überschreitung (Acidification potential, accumulated exceedance); GWP-total = Treibhauspotenzial insgesamt (Global warming potential, total); GWP-b = Treibhauspotenzial biogen (Global warming potential, biogenic); GWP-f = Treibhauspotenzial fossiler Energieträger und Stoffe (Global warming potential, fossil); GWP-luluc = Treibhauspotenzial der Landnutzung und Landnutzungsänderung (Global warming potential, land use and land use change); ETP-fw = Ökotoxizität, Süßwasser (Ecotoxicity potential, freshwater); PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen (Particulate matter emissions); EP-m = Eutrophierungspotenzial, in das Salzwasser gelangende Nährstoffanteile (Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching marine saltwater end compartment); EP-fw = Eutrophierungspotenzial, in das Süßwasser gelangende Nährstoffanteile (Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment); EP-t = Eutrophierungspotenzial, kumulierte Überschreitung (Eutrophication potential, accumulated potential); HTP-c = Humantoxizität, kanzerogene Wirkung (Human toxicity potential, cancer effects); HTP-nc = Humantoxizität, nicht kanzerogene Wirkung (Human toxicity potential, non-cancer effects); IRP = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235 (Ionizing radiation potential, human health); SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex (Soil quality potential); ODP = Potenzial des Abbaus der stratosphärischen Ozonschicht (Depletion potential of the stratospheric ozone layer); POCP = Troposphärisches Ozonbildungspotenzial (Formation potential of tropospheric ozone); ADP-f = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen für fossile Energieträger (Abiotic depletion potential for fossil resources); ADP-mm = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen für nicht fossile Ressourcen (Abiotic depletion potential for non-fossil resources, minerals and metals); WDP = Wasser-Entzugspotenzial, entzugsgewichteter Wasserverbrauch (Water deprivation potential, deprivation-weighted water consumption)

Tabelle 10: Ergebnisse der Ökobilanz – Ressourcenverbrauch, Outputströme & Abfallkategorien: 1 m<sup>3</sup> C45/55 selbstverdichtend

Parameter	Einheit	A1	A2	A3	C1	C2	C3	C4	D
PERE	MJ	2,44E+02	3,05E+00	9,91E+02	1,76E+00	2,62E+00	2,50E+00	2,43E-02	-6,57E+00
PERM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	2,66E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PERT	MJ	2,44E+02	3,05E+00	1,26E+03	1,76E+00	2,62E+00	2,50E+00	2,43E-02	-6,57E+00
PENRE	MJ	1,08E+03	2,56E+02	1,00E+03	3,46E+02	2,22E+02	4,68E+01	3,20E+00	-1,37E+02
PENRM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	3,63E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PENRT	MJ	1,08E+03	2,56E+02	1,04E+03	3,46E+02	2,22E+02	4,68E+01	3,20E+00	-1,37E+02
SM	kg	5,84E+00	0,00E+00	5,85E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	2,53E+02	0,00E+00	2,53E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ	5,94E+02	0,00E+00	5,94E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FW	m3	1,95E+00	2,95E-02	9,61E-01	1,68E-02	2,55E-02	1,47E-02	3,21E-03	-2,85E+00
HWD	kg	1,10E-03	6,09E-04	1,28E-03	8,89E-04	5,30E-04	7,66E-05	4,50E-06	-6,39E-04
NHWD	kg	6,24E+00	1,52E+01	6,97E+00	3,86E-01	1,33E+01	6,12E+00	2,04E+01	-1,49E+00
RWD	kg	2,67E-02	1,58E-03	3,22E-03	2,27E-03	1,37E-03	1,97E-04	1,98E-05	-4,40E-04
CRU	kg	0,00E+00							
MFR	kg	0,00E+00	0,00E+00	2,01E+01	0,00E+00	0,00E+00	2,01E+03	0,00E+00	0,00E+00
MER	kg	0,00E+00							
EET	MJ	0,00E+00	0,00E+00	8,90E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	5,17E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

PERE = Einsatz von erneuerbarer Primärenergie ohne erneuerbare Primärenergieressourcen, die als Rohstoffe verwendet werden (Use of renewable primary energy excluding renewable primary energy resources used as raw materials); PERM = Einsatz von erneuerbaren Primärenergieressourcen, die als Rohstoffe verwendet werden (Use of renewable primary energy resources used as raw materials); PERT = Gesamteinsatz von erneuerbaren Primärenergieressourcen (Total use of renewable primary energy resources); PENRE = Einsatz von nicht-erneuerbarer Primärenergie ohne nicht-erneuerbare Primärenergieressourcen, die als Rohstoffe verwendet werden (Use of non-renewable primary energy excluding non-renewable primary energy resources used as raw materials); PENRM = Einsatz von nicht-erneuerbaren Primärenergieressourcen, die als Rohstoffe verwendet werden (Use of nonrenewable primary energy resources used as raw materials); PENRT = Gesamteinsatz von nicht-erneuerbaren Primärenergieressourcen (Total use of non-renewable primary energy resources); SM = Einsatz von Sekundärmaterial (Use of secondary material); RSF = Einsatz von erneuerbaren Sekundärbrennstoffen (Use of renewable secondary fuels); NRSF = Einsatz von nicht-erneuerbaren Sekundärbrennstoffen (Use of non-renewable secondary fuels); FW = Einsatz von Nettofrischwasser (Use of net fresh water); HWD = Entsorgter gefährlicher Abfall (Hazardous waste disposed); NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall (Non-hazardous waste disposed); RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall (Radioactive waste disposed); CRU = Komponenten zur Wiederverwendung (Components for re-use); MFR = Materialien zur Wiederverwertung (Materials for recycling); MER = Materialien zur Energierückgewinnung (Materials for energy recovery); EET = Exportierte thermische Energie (Exported energy, thermic); EEE = Exportierte elektrische Energie (Exported energy, electric)

## 6. LCA: Interpretation

Zum leichteren Verständnis werden die Ergebnisse grafisch aufbereitet, um Zusammenhänge und Verbindungen zwischen den Daten deutlicher erkennen zu können.

In der folgenden Abbildung sind die Anteile der verschiedenen Produktlebensphasen an den Umweltwirkungen dargestellt.

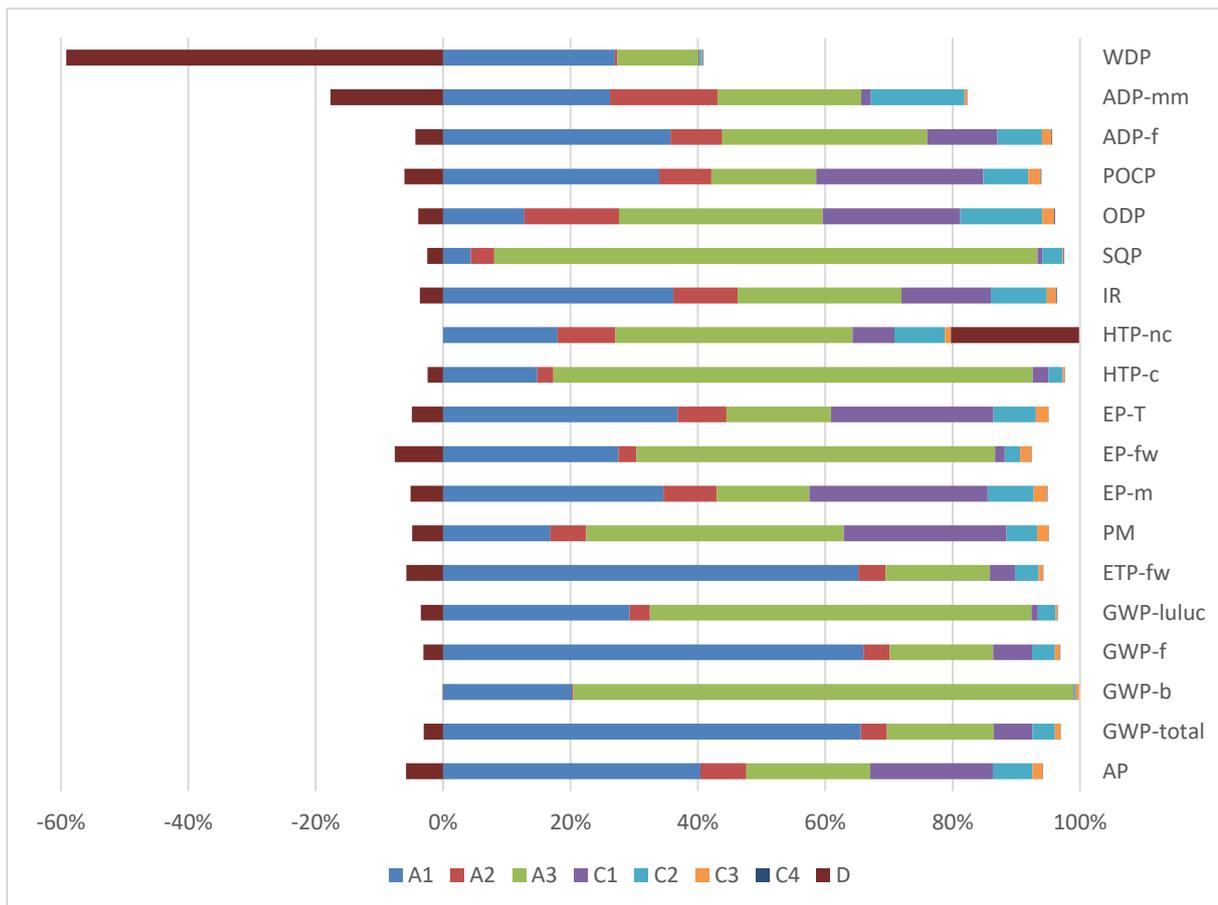


Abbildung 2: Anteile der Produktlebensphasen an den Umweltwirkungen für C45/55 selbstverdichtend

Wie in der Grafik zu sehen ist, dominieren in fast allen Umweltwirkungen die Module A1 Rohstoffbereitstellung und A3 Herstellung in der Produktionsphase. Außerdem ist anhand der negativen Werte zu erkennen, dass die Gutschriften außerhalb der Systemgrenzen im Modul D überwiegen.

## 7. Literatur

Ecoinvent, 2019	Ecoinvent Datenbank Version 3.6, 2019
EN 15804:	EN 15804:2012+A2:2019: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte
ISO 14025:	ISO 14025:2011-10: Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures
ISO 14040:	ISO 14040:2006-10, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework; ISO 14040:2006
ISO 14044:	ISO 14044:2006-10, Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines; ISO 14040:2006
PCR A:	Allgemeine Produktkategorieregeln für Bauprodukte aus dem EPD-Programm der Ecobility Experts GmbH: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht
PCR B:	Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Produktkategorieregeln für Beton und Betonelemente; prEN 16757:2021
R<THiNK, 2023	R<THiNK; Online-LCA- & EPD-Tool von Nibe; 2023

	<b>Herausgeber:</b> Kiwa-Ecobility Experts Voltastraße 5 13355 Berlin Deutschland	Mail  Web	DE.Ecobility.Experts@kiwa.com <a href="http://www.kiwa.com/de/de/themes/ecobility-experts/">www.kiwa.com/de/de/themes/ecobility-experts/</a>
	<b>Programmhalter:</b> Kiwa-Ecobility Experts Voltastraße 5 13355 Berlin Deutschland	Mail  Web	DE.Ecobility.Experts@kiwa.com <a href="http://www.kiwa.com/de/de/themes/ecobility-experts/">www.kiwa.com/de/de/themes/ecobility-experts/</a>
	<b>Ersteller der Ökobilanz:</b> Kiwa GmbH Voltastraße 5 13355 Berlin Deutschland	Tel Mail Web	+49 (0)30 46 77 61 52 DE.Nachhaltigkeit@kiwa.com <a href="http://www.kiwa.com">www.kiwa.com</a>
	<b>Deklarationsinhaber:</b> BREMER AG Grüner Weg 28-48 33098 Paderborn Deutschland	Tel Mail Web	+49 5251 770-0 info@bremerbau.de <a href="http://www.bremerbau.de">www.bremerbau.de</a>

Kiwa-Ecobility Experts ist  
 etabliertes Mitglied der

