

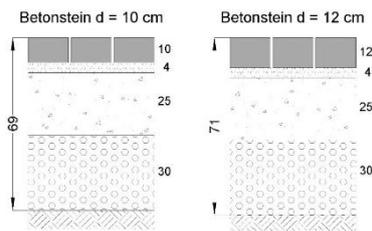
ANHANG: Oberbaukonstruktionen mit Betonpflastersteinen Bk3,2 für Verkehrsflächen mit überwiegend funktionalem Charakter

Generell basiert die Berechnung des folgenden Straßenaufbaus mit Betonpflaster auf der vergleichenden Ökobilanz-Studie „Oberbaukonstruktionen von Verkehrsflächen mit unterschiedlichen Deckschichten“/SLG 2014/.

1. LCA: Rechenregeln

Deklarierte Einheit

Die Deklaration bezieht sich auf die Herstellung und Verwertung bzw. Entsorgung von 1 m² Oberbaukonstruktion mit Betonpflastersteinen Bk3,2 für Verkehrsflächen mit überwiegend funktionalem Charakter, z. B. Sammelstraße (O.K. Planum bis O.K. Decke/Belag).



B 1.1 Pflasterdecke aus Betonpflastersteinen (z. B. Rechteck oder Verbund, wie Doppel-T oder Uni), grau mit Vorsatz, d = 10 cm, Bettung und Fugenfüllung, Fugenanteil 4%

B 1.2 Pflasterdecke aus Betonpflastersteinen (z. B. Rechteck oder Verbund, wie Doppel-T oder Uni), grau mit Vorsatz, d = 12 cm, Bettung und Fugenfüllung, Fugenanteil 4%

1.1 Systemgrenzen

Die Ökobilanz berücksichtigt die Rohstoff- und Energiegewinnung, und die eigentliche Produktherstellung (Module A1-A3), den Transport zum Verwendungsort (A4), den Einbau (A5), den teilweisen Rückbau (C1), den Transport zur Verwertung/ Entsorgung (Modul C2), Abfallbehandlung (Modul C3), Abfallbeseitigung (Modul C4) und Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen (Modul D).

1.2 Abschätzungen und Annahmen

Innerhalb des EPD - Anhangs soll der Lebenszyklus der Oberbaukonstruktion untersucht werden (cradle to grave), der die Herstellungs- und Recycling-/ Entsorgungsphase umfasst.

Die relevanten Annahmen und Abschätzungen für den Einbau, Bodenaushub, das Schneiden von Pflastersteinen und das End of Life der Oberbaukonstruktion kann dem verifizierten Bericht der „Vergleichenden Ökobilanz - Oberbaukonstruktionen von Verkehrsflächen mit unterschiedlichen Deckschichten“ [SLG 2014], entnommen werden.

Das für die Vergleichende Ökobilanz [SLG 2014] entwickelte und verifizierte Modell wird zur Berechnung der Ökobilanz der betrachteten Bauweise mit Betonpflastersteinen verwendet.

1.3 Abschneideregeln

Es wurden alle Daten für den jeweils definierten Straßenaufbau (Oberbau) berücksichtigt. Dies umfasst alle Rohstoffdaten inklusive Vorketten und deren

Transporte, sowie den Einbau der Schichten und auch eine definierte Nachnutzungsphase der einzelnen Schichten. Zur Verfügung stehende Emissionswerte wurden entsprechend im Modell berücksichtigt. Damit wurden auch Stoff- und Energieströme mit einem Anteil von kleiner als 1 Prozent bilanziert. Dies kann auch bei hohem Recycling im EOL nicht dazu führen, dass geringe Massen-Beiträge der Herstellung nach Verrechnung der Gutschriften doch einen signifikanten Beitrag zu den Ergebnissen leisten.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Summe der vernachlässigten Prozesse 5 % der Wirkkategorien daher nicht übersteigt bzw. der Datenerfassungsgrad höher ist.

Transportaufwendungen werden für alle wesentlichen Basismaterialien, den Versand der Produkte und im End-of-Life Szenario eingerechnet. Transporte von Basismaterialien, die nur zu einem geringen Prozentsatz in der Rezeptur auftreten, werden vernachlässigt.

In der Herstellung benötigte Maschinen, Anlagen und Infrastruktur werden vernachlässigt.

1.4 Hintergrunddaten

Zur Modellierung des Lebenszyklus der Oberbaukonstruktion wurde das von der PE INTERNATIONAL AG entwickelte Software-System, zur Ganzheitlichen Bilanzierung „GaBi 6“ eingesetzt /GaBi 6 2013/. Die in der GaBi-Datenbank enthaltenen Datensätze sind dokumentiert in der online GaBi-Dokumentation /GaBi 6 Doku/.

Die Ökobilanz wurde für den Bezugsraum Deutschland erstellt. Dies hat zur Folge, dass neben den Produktionsprozessen unter diesen Randbedingungen auch die für Deutschland relevanten Vorstufen, wie Strom- oder Energieträgerbereitstellung, verwendet werden. Für die elektrische Energie wurde der durchschnittliche deutsche Strom Mix verwendet.

1.5 Datenqualität

Die Informationen zur Datenqualität und Beschreibung der Datenqualität entspricht der verifizierten „Vergleichenden Ökobilanz - Oberbaukonstruktionen von Verkehrsflächen mit unterschiedlichen Deckschichten“ [SLG 2014], Den Datenquellen zur Modellierung der Pflastersteine aus Beton liegen die Erhebungen in den Betonsteinwerken der SLG Mitglieder (2014) zugrunde /EPD-SLG-20150317-CAE1-DE/.

1.6 Allokation

Die vorgenommenen Allokationen entsprechen denen der „Vergleichenden Ökobilanz - Oberbaukonstruktionen von Verkehrsflächen mit unterschiedlichen Deckschichten“, und können im Detail dem verifizierten Bericht [SLG 2014] entnommen werden:

Allokation für vorgelagerte Prozesse

Bei Materialien, deren Inventar für die Herstellungsberechnung herangezogen wird, werden

die Allokationsregeln angewendet, die dafür jeweils geeignet sind. Informationen zu den einzelnen Datensätzen sind dokumentiert unter <http://database-documentation.gabi-software.com/support/gabi/>. In den Dateninventaren für elektrische und thermische Energie werden abhängig von den Energiegewinnungstechniken Allokationen nach Marktwert angewendet. Im Fall von Kraft-Wärmegekoppelten Anlagen werden auch Allokationen nach Exergie herangezogen.

Allokation EoL

Das Gutschriftenverfahren im EoL basiert auf dem Substitutionsansatz. Es wird ein Closed-Loop-Recycling unterstellt, mit Bezug auf das Recyclingprodukt. Im Rahmen der Systemraumerweiterung ersetzt das Recyclingprodukt somit Neumaterial. So bestimmen Qualität und typischer Einsatz des EoL-Produkts die vermiedene

Produktion. Die Ökobilanz basiert auf einer durchschnittlichen Modellierung mit typischem Einsatz. Grundsätzlich muss die Allokation der Intention der Prozesse folgen.

In der Allokation des End of life wird somit das ersetzte Material mit einer Materialgutschrift substituiert: z. B. wird bei der Wiederverwendung von Betonsteinen nach Ausbau und Reinigungsprozess der Ersatz für die Herstellung entsprechend neuer Betonsteine gutgeschrieben.

1.7 Vergleichbarkeit

Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD Daten nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Datensätze nach /EN 15804/ erstellt wurden und der Bauwerkskontext, bzw. die produktspezifischen Leistungsmerkmale, berücksichtigt werden.

2. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Die folgenden technischen Informationen sind Grundlage für die deklarierten Module oder können für die Entwicklung von spezifischen Szenarien im Kontext einer Gebäudebewertung genutzt werden, wenn Module nicht deklariert werden (MND).

Transport zur Baustelle (A4)

Für den Transport der Produkte/Fertigprodukte zur Baustelle (Modul A4) entsprechen die Annahmen der Transportdistanzen und Transportmittel denen der „Vergleichenden Ökobilanz -Oberbaukonstruktionen von Verkehrsflächen mit unterschiedlichen Deckschichten“, und können im Detail dem verifizierten Bericht [SLG 2014] entnommen werden.

Transport zum EoL (C2)

Für den Transport im End-of-Life Szenario wird ein Lkw-Transport mit 50 km veranschlagt.

Für alle beschriebenen Transporte gilt: Als Transportmittel Lkw wird die Klasse 34-40t / Euro 5

angenommen. Als Datensatz für die Dieselherstellung wird der europäische Durchschnitt gewählt.

Referenz Nutzungsdauer

Bezeichnung	Wert	Einheit
Referenz Nutzungsdauer	30 - 50	a

Ende des Lebenswegs (C1,C3,C4)

Der Rückbau der einzelnen Schichten des Oberbaus erfolgt maschinell. Im Modul C1 sind nur die maschinellen Aufwendungen aus ökobilanzieller Sicht bewertbar. Die Tragschichten und die Frostschuttschicht werden nicht zurückgebaut, sondern verbleiben an Ort und Stelle.

Szenarien:

Die verschiedenen Szenarien (Einbau, EoL) entsprechen der „Vergleichenden Ökobilanz - Oberbaukonstruktionen von Verkehrsflächen mit unterschiedlichen Deckschichten“, und können im Detail dem verifizierten Bericht [SLG 2014] entnommen werden.

3. LCA-Ergebnisse der Oberbaukonstruktionen mit Betonpflastersteinen

Nachfolgend sind die Umweltwirkungen und Sachbilanzindikatoren der zwei Oberbaukonstruktionen mit Betonpflastersteinen Bk3,2 für Verkehrsflächen mit überwiegend funktionalem Charakter, z. B. Sammelstraße ausgewiesen.

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

Produktionsstadium		Stadium der Errichtung des Bauwerks			Nutzungsstadium								Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport vom Hersteller zum Verwendungsort	Montage	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	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	X	

1 m² Oberbau mit Betonpflastersteinen (z. B. Rechteck oder Verbund, wie Doppel-T oder Uni), grau mit Vorsatz, d = 10 cm

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN:

Parameter	Einheit	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
GWP	[kg CO ₂ -Äq.]	50,4	2,36	0,775	0,0588	0,554	0,624	0,0305	-7,64
ODP	[kg CFC11-Äq.]	1,76E-09	1,52E-12	3,64E-12	7,30E-14	6,83E-13	4,05E-11	4,71E-13	-3,08E-10
AP	[kg SO ₂ -Äq.]	9,71E-02	5,07E-03	6,00E-03	5,99E-04	1,38E-03	3,59E-03	1,89E-04	-1,32E-02
EP	[kg (PO ₄) ³⁻ -Äq.]	1,83E-02	1,39E-03	1,45E-03	1,38E-04	3,88E-04	1,03E-03	2,72E-05	-2,16E-03
POCP	[kg Ethen Äq.]	-1,96E-03	-1,84E-03	8,11E-04	9,01E-05	-3,86E-04	5,08E-04	1,83E-05	-4,89E-04
ADPE	[kg Sb Äq.]	4,11E-05	6,36E-08	9,84E-08	3,06E-09	2,86E-08	8,63E-07	1,09E-08	-7,34E-06
ADPF	[MJ]	403	16,8	10,5	0,807	7,56	9,81	0,399	-53,2

Legende: GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen; ADPF = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ:

Parameter	Einheit	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
PERE	[MJ]	82,6	-	-	-	-	-	-	-
PERM	[MJ]	0	-	-	-	-	-	-	-
PERT	[MJ]	82,6	1,28	0,866	0,0617	0,578	0,698	0,04	-13,1
PENRE	[MJ]	465	-	-	-	-	-	-	-
PENRM	[MJ]	0	-	-	-	-	-	-	-
PENRT	[MJ]	465	16,8	10,6	0,809	7,58	10,1	0,415	-63,9
SM	[kg]	8,92	0	0	0	0	0	0	-1,61
RSF	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
NRSF	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
FW	[m ³]	1,12E+00	7,41E-04	8,27E-04	3,56E-05	3,34E-04	3,43E-03	7,68E-05	-2,00E-01

Legende: PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN:

Parameter	Einheit	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
HWD	[kg]	6,08E-04	1,36E-05	7,35E-06	6,52E-07	6,11E-06	1,10E-02	1,32E-07	-9,37E-05
NHWD	[kg]	14,7	0,00421	11,3	0,000202	0,00189	0,0262	2,26	-1,35
RWD	[kg]	2,44E-02	2,24E-05	5,02E-05	1,08E-06	1,01E-05	1,32E-04	6,32E-06	-4,25E-03
CRU	[kg]	0	0	0	0	0	42,8	0	-
MFR	[kg]	0	0	0	0	0	175	0	-
MER	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	-
EEE	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	-
EET	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	-

Legende: HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch

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

Produktionsstadium		Stadium der Errichtung des Bauwerks			Nutzungsstadium							Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	X

1 m² Oberbau mit Betonpflastersteinen (z. B. Rechteck oder Verbund, wie Doppel-T oder Uni), grau mit Vorsatz, d = 12 cm

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN:

Parameter	Einheit	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
GWP	[kg CO ₂ -Äq.]	55,9	2,59	0,83	0,0706	0,666	0,749	0,0366	-9,18
ODP	[kg CFC11-Äq.]	1,87E-09	1,66E-12	4,25E-12	8,76E-14	8,21E-13	4,86E-11	5,66E-13	-3,69E-10
AP	[kg SO ₂ -Äq.]	1,05E-01	5,55E-03	6,36E-03	7,19E-04	1,66E-03	4,31E-03	2,27E-04	-1,58E-02
EP	[kg (PO ₄) ³⁻ -Äq.]	1,95E-02	1,52E-03	1,52E-03	1,65E-04	4,67E-04	1,24E-03	3,27E-05	-2,59E-03
POCP	[kg Ethen-Äq.]	-1,42E-03	-2,02E-03	8,53E-04	1,08E-04	-4,64E-04	6,10E-04	2,20E-05	-5,87E-04
ADPE	[kg Sb-Äq.]	4,87E-05	6,97E-08	1,13E-07	3,67E-09	3,44E-08	1,04E-06	1,30E-08	-8,81E-06
ADPF	[MJ]	431	18,4	11,2	0,969	9,07	11,8	0,48	-63,9

Legende: GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen; ADPF = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ:

Parameter	Einheit	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
PERE	[MJ]	87,8	-	-	-	-	-	-	-
PERM	[MJ]	0	-	-	-	-	-	-	-
PERT	[MJ]	87,8	1,41	0,934	0,0741	0,694	0,838	0,0481	-15,8
PENRE	[MJ]	495	-	-	-	-	-	-	-
PENRM	[MJ]	0	-	-	-	-	-	-	-
PENRT	[MJ]	495	18,5	11,4	0,972	9,1	12,2	0,499	-76,8
SM	[kg]	10,7	0	0	0	0	0	0	-1,94
RSF	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
NRSF	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0
FW	[m ³]	1,14E+00	8,12E-04	9,32E-04	4,28E-05	4,01E-04	4,12E-03	9,22E-05	-2,41E-01

Legende: PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN:

Parameter	Einheit	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
HWD	[kg]	6,75E-04	1,49E-05	7,70E-06	7,83E-07	7,34E-06	1,32E-02	1,59E-07	-1,12E-04
NHWD	[kg]	16,2	0,00461	13,6	0,000243	0,00227	0,0314	2,71	-1,62
RWD	[kg]	2,58E-02	2,45E-05	5,84E-05	1,29E-06	1,21E-05	1,58E-04	7,59E-06	-5,10E-03
CRU	[kg]	0	0	0	0	0	51,4	0	-
MFR	[kg]	0	0	0	0	0	210	0	-
MER	[kg]	0	0	0	0	0	0	0	-
EEE	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	-
EET	[MJ]	0	0	0	0	0	0	0	-

Legende: HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch