

Nachhaltigkeitsstudie



Ökobilanz von Bodenbelägen

Inhaltsverzeichnis

Nachhaltig bauen mit Naturstein (Vorwort DNV) _____ 4

1 Zusammenfassung _____ **5**

2 Angewandte Methodik _____ **8**

2.1 Ökobilanz-Methode _____ 8

2.2 Vorgehen _____ 9

2.3 Untersuchungsrahmen _____ 14

3 Resultate Ökobilanzstudie _____ **15**

3.1 Allgemeines _____ 15

3.2 Umwelteinwirkungen der Unterkonstruktion _____ 15

3.3 Nutzungsdauer der Bodenbeläge _____ 16

3.4 Umwelteinwirkungen Bodenbeläge _____ 17

3.5 Vorteile Naturwerkstein _____ 18

4 Lebenszykluskosten _____ **21**

4.1 Datenerhebung _____ 21

4.2 Anschaffungskosten _____ 21

4.3 Reinigungskosten _____ 21

4.4 Sanierungskosten _____ 21

4.5 Entsorgungskosten _____ 21

4.6 Ergebnisse _____ 22

5 Literaturverzeichnis _____ **23**

Anhang A Beschreibung der Auswertegrößen _____ 24

Anhang B Datenkalkulation der Ökobilanzstudie _____ 26

Nachhaltig bauen mit Naturstein

Das nachhaltige Bauen hat in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Unter „nachhaltigem Bauen“ werden unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten durchgeführte Planungs- und Bauprozesse und Immobilienmanagement verstanden. In Deutschland wird seit 2001 am eigens vom Bundesbauministerium gegründeten „Runden Tisch Nachhaltiges Bauen“ an Grundlagen und Leitregeln gearbeitet. Ein Ergebnis der Arbeit ist beispielsweise der „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), der als Planungsleitfaden bei öffentlichen Bauvorhaben anzuwenden ist.

Besonders durch die Aktivitäten der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen wurde ein Zertifizierungssystem für nachhaltig geplante und ausgeführte Gebäude entwickelt.

Das Deutsche Gütesiegel „Nachhaltiges Bauen“ beinhaltet einen etwa 50 Kriterien umfassenden Katalog, der eine Vielzahl von Themen für Planer, Architekten, Bauherren etc. quantifizierbar macht.

International wird „nachhaltiges Bauen“ oftmals mit dem Begriff „Green Building“ gleichgesetzt. In Großbritannien existiert ein solches Zertifizierungssystem bereits seit vielen Jahren. Das BREEAM-System bewertet ebenfalls die ökologische Gebäudeperformance und bezieht soziale und Gesundheitsthemen mit ein, jedoch wird die ökonomische Performance nicht bewertet. In den USA ist das LEED-System vom US Green Building Council entwickelt worden. Das System wird inzwischen auch außerhalb der Vereinigten Staaten für die Planung energieeffizienter und ökologischer Gebäude angewandt. Auch das LEED-System verwendet bislang keine Gesamt-Gebäude-Ökobilanz zur Bewertung der ökologischen Performance eines Gebäudes, sondern stützt die ökologisch motivierte Materialauswahl auf die Bewertung einzelner Eigenschaften. Beispielsweise wird im LEED-System eine Wertung für Materialien und Bauprodukte vergeben, die weniger als 800 Kilometer zur Baustelle transportiert werden.

In der heutigen Zeit wird die Thematik der Reduktion des Energiebedarfs und der CO₂-Emissionen immer wichtiger. Da der Bausektor einen großen Anteil an den globalen CO₂-Emissionen und dem Energieverbrauch hat, sollen auch Bauprodukte in ihrer Herstellung und Nutzung bis hin zur Entsorgung unter Berücksichtigung ökonomischer Aspekte möglichst geringe Umweltauswirkungen aufweisen. Pro Jahr werden allein in Deutschland über 350 Millionen Quadratmeter neue Fußbodenbeläge in Bauwerken verlegt.

Aus diesen Gründen hat der Deutsche Naturwerkstein-Verband e.V. (DNV) eine Studie vom Institut für Werkstoffe im Bauwesen der Universität Stuttgart erstellen lassen, welche die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen verschiedener Fußbodenbeläge über die Produktions- bis zur Nutzungsphase miteinander vergleicht.

Joachim Grüter

Joachim Grüter
Präsident des Deutschen Naturwerkstein-Verbandes e.V.



1 Zusammenfassung

Gegenstand der vorliegenden Studie ist die Ermittlung der ökologischen Performance unterschiedlicher Bodenbeläge, die für unterschiedliche Anwendungen im öffentlichen und gewerblichen Bereich verwendet werden.

Die ökologischen Auswirkungen der Tragkonstruktion mit Betondecke, Dämmschichten, Estrich sowie der unterschiedlichen Bodenbeläge einschließlich deren Verlegemörtel wurden in einem Screening-Verfahren ebenfalls über den gesamten Lebenszyklus betrachtet.

Grundlage der Datenerhebung sind vorhandene Umweltproduktdeklarationen (EPD) der verschiedenen Baustoffhersteller.

Wie aufgrund des geringen Primärenergiebedarfs von Naturwerkstein zu erwarten war, erzielen Bodenbeläge aus Naturwerkstein in der Ökobilanz sehr gute Ergebnisse. Nach Angaben des Bundesverbandes Baustoffe – Steine und Erden liegen die Kosten des Energieverbrauchs zur Be- und Verarbeitung von Naturwerkstein bei lediglich 3,3 % des Produktionswerts.

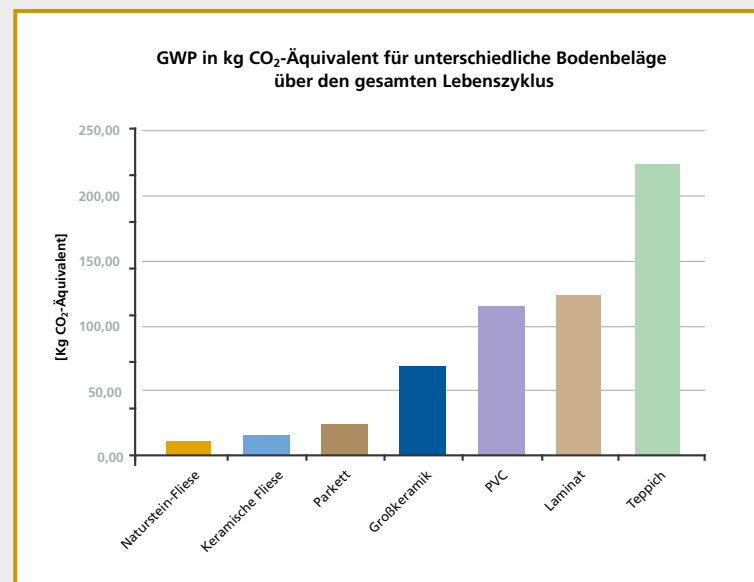


1+2: Art Gallery,
Auckland, Neuseeland
Dietfurter Kalkstein
3: Ludwig-Erhard-Haus,
Berlin
Krastaler Marmor

Ein Vergleich aller Bodenbeläge zeigte, dass Beläge aus Naturwerkstein insgesamt deutlich niedrigere Umweltbelastungen durch Produktion, Errichtung und Nutzung verursachen als Großkeramik, Teppich, PVC, Laminat und Parkett.

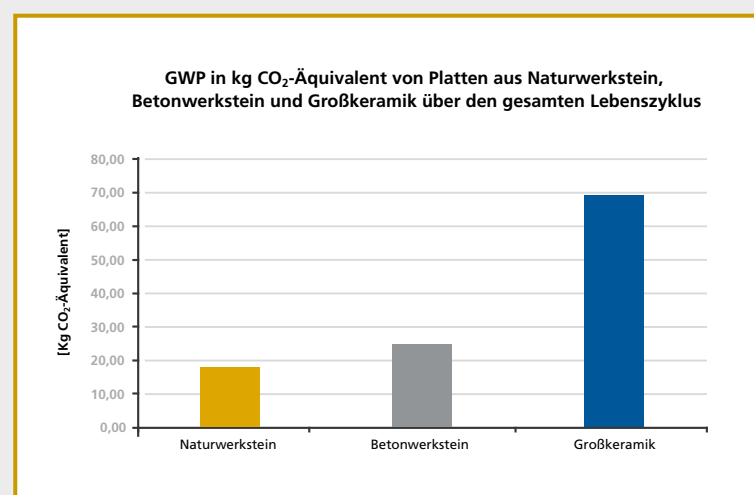
In der besonders wichtigen Wirkungskategorie Treibhauspotenzial (GWP) weisen die Herstellung und Nutzung der Bodenbeläge mit Naturwerksteinfliesen deutlich niedrigere CO₂-Äquivalente auf, als bei der Herstellung und Nutzung der anderen Belagsmaterialien anfallen. Mit 10,9 Kilogramm CO₂-Äqv. sind dem GWP der Naturwerksteinfliese samt dem dazugehörigen Klebemörtel die geringsten Emissionen zuzuordnen. Der GWP des Teppichs ist im Vergleich zu der Naturwerksteinfliese mit einem Wert von ca. 223 Kilogramm CO₂-Äqv. (vgl. Grafik 1) mehr als 20-fach so hoch.

Grafik 1: GWP für unterschiedliche Bodenbeläge



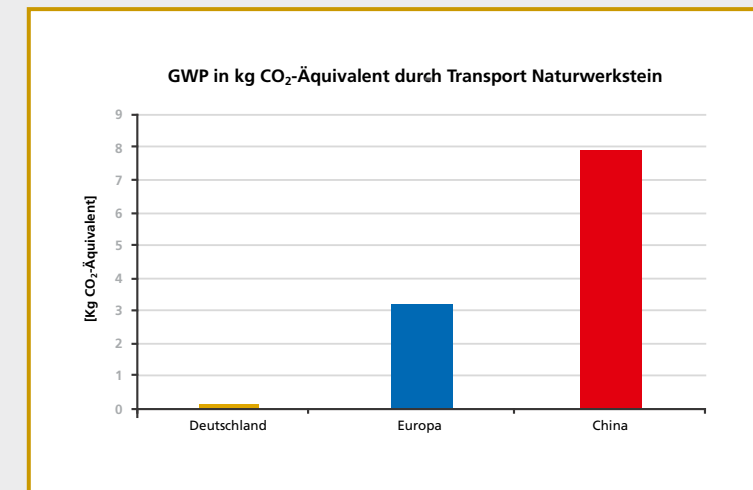
Bei der Untersuchung der für höchstbelastete Bodenbereiche verwendeten Beläge wurde festgestellt, dass sich im Vergleich zur Betonwerksteinplatte für die Naturwerksteinplatte in allen Wirkungskategorien niedrigere Äquivalenzwerte ergeben. So ist der GWP einer Naturwerksteinplatte um ca. 27 % geringer als der einer Betonwerksteinplatte und ca. 74 % geringer als der einer Großkeramik.

Grafik 2: GWP von Platten aus unterschiedlichen Materialien



Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Verwendung von Naturstein ist der Einfluss der Transporte. Während bei der Verwendung lokaler Naturwerksteine (100 km Lkw-Transport) nur 0,16 Kilogramm CO₂-Äqv. entstehen, sind es bei einem Transport innerhalb Europas (2000 km Lkw-Transport) 3,2 Kilogramm CO₂-Äqv. und bei Naturwerksteinen aus China (18.600 km Schiff-, 150 km Lkw- und 200 km Zug-Transport) 7,9 Kilogramm CO₂-Äqv. je Quadratmeter Bodenbelag.

Grafik 3: GWP durch Transport Naturwerkstein



Für alle berücksichtigten Bodenbelagsprodukte wurden repräsentative Umweltproduktdeklarationen ausgewählt. Sie beinhalten verifizierte Werte, die für die diversen Umweltauswirkungen zu erwarten sind. Für die Beläge wurde jeweils die EPD einer vergleichbaren Produktgruppe mit verfügbarer EPD als Vertreter des jeweiligen Belags bestimmt. Fehlende Informationen oder nicht deklarierte Module einzelner Lebenszyklusphasen wurden mithilfe passender Annahmen ergänzt, für die Berechnung wurden dann Daten aus vergleichbaren EPDs oder verfügbaren Datenbanken wie der ÖkobaDat verwendet.

Eine Analyse der Lebenszykluskosten, die wesentlich von der Höhe der Reinigungskosten abhängig sind, ist ebenfalls in der Ökobilanz-Studie (siehe Kapitel 4) enthalten.



4



5

4: Shopping Centre Westfield, England Jura Kalkstein

5: Boutique, München Solnhofener Boden

2 Angewandte Methodik

2.1 Ökobilanz-Methode

Für die Studie wurde zunächst ein einheitlicher Unterbau festgelegt sowie der Aufbau der darüber liegenden Fußbodenbeläge bestimmt. Dabei wurden auch die Schichtdicken sowie die benötigte Baustoffmenge ermittelt. Für jedes notwendige Produkt wurden repräsentative Umweltproduktdeklarationen festgelegt. Sie beinhalten verifizierte Werte, die für die diversen Umweltauswirkungen zu erwarten sind. Für die Beläge wurde jeweils die EPD einer vergleichbaren Produktgruppe mit verfügbarer EPD als Vertreter des jeweiligen Belags bestimmt. Fehlende Informationen oder nicht deklarierte Module einzelner Lebenszyklusphasen wurden mithilfe passender Annahmen ergänzt, für die Berechnung wurden dann Daten aus vergleichbaren EPDs oder verfügbaren Datenbanken wie der Ökobaumat verwendet. Die ermittelten Werte beziehen sich auf die funktionelle Einheit von einem Quadratmeter. Die EPDs sowie die Datensätze der Ökobaumat sind gemäß DIN EN 15804 [1] nach den Umweltproduktdeklarationsgrundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte erstellt und damit auch konform zu den Grundsätzen und Rahmenbedingungen der Ökobilanz gemäß DIN EN ISO 14040 sowie den Anforderungen und Anleitungen gemäß DIN EN ISO 14044 [2, 3]. Der zweite Teil befasst sich mit der Lebenszykluskostenanalyse. Dazu werden zunächst die Lebenszykluskosten erläutert und anschließend kalkuliert. Der Bericht schließt ab mit einer Ergebniszusammenfassung.

Folgende LCA-Indikatoren werden betrachtet:

Tabelle 1: LCA-Indikatoren

LCA-Indikator	Einheit
Sachbilanz	
Primärenergie, (erneuerbar und nicht erneuerbar)	MJ
Wirkungskategorien*	
Treibhauspotenzial (GWP)	[kg CO ₂ -Äqv.]
Ozonabbaupotenzial (ODP)	[kg R11-Äqv.]
Versauerungspotenzial (AP)	[kg SO ₂ -Äqv.]
Eutrophierungspotenzial (EP)	[kg Phosphat-Äqv.]
Sommersmogpotenzial (POCP)	[kg Ethen-Äqv.]

*Eine detailliertere Beschreibung zu den Wirkungskategorien befindet sich in Anhang A.

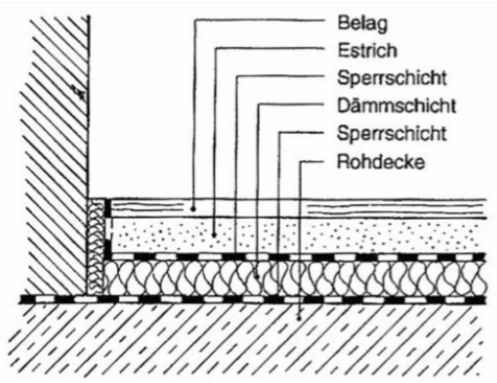
2.2 Vorgehen

In der Studie wurden ein einheitlicher Unterbau sowie die folgenden Bodenbeläge am Beispiel eines repräsentativen Vertreterprodukts beziehungsweise einer Vertreterproduktgruppe bilanziert: Naturwerksteinfliesen und Naturwerksteinplatten, Betonwerksteinplatten, keramische Fliesen und Großkeramiken, Teppich, Laminat, Parkett und PVC.

Ziel der Studie ist es, typische Bodenbeläge, die in gewerblichen Räumen genutzt werden, über einen Zeitraum von 50 Jahren ökologisch zu bewerten und miteinander zu vergleichen. Es wurden alle Lebenszyklusphasen von der Herstellung bis zur Nutzung berücksichtigt.

2.2.1 Bodenkonstruktion

Es wurde ein beispielhafter, einheitlicher Bodenaufbau für alle Beläge definiert, der in Grafik 4 veranschaulicht ist. Nach Anton Pech [4] ist dies ein geeigneter Fußbodenaufbau für eine gewerblich genutzte Fläche beziehungsweise öffentliche Bauten. Datengrundlage für die einzelnen Schichten zur Bilanzierung sind EPDs, aus denen die Umweltindikatorwerte entnommen wurden. Im Standardaufbau wird eine Grundierung verwendet. Ihre Lebensdauer ist abhängig vom jeweiligen Bodenbelag, da beim Austausch des Belags üblicherweise auch die Grundierung erneuert wird.



Grafik 4: Fußbodenkonstruktion
6: Auftragen des Estrichs

6

In Tabelle 2 (Seite 10) sind die in der Studie verwendeten Umweltproduktdeklarationen der Unterkonstruktion mit Name und Nummer sowie die Schichtdicken und daraus resultierende Mengen aufgelistet. Die dafür notwendigen Dichten oder Gewichtsangaben wurden den jeweiligen EPDs der Baustoffe entnommen.

Die EPD des Betons bezieht sich auf die durchschnittliche Zusammensetzung für Beton in Deutschland zur Verwendung für Bauteile des üblichen Hochbaus, Tief- und Ingenieurbaus als Transportbeton oder Beton in Fertigteilen. Dabei beruht die EPD auf Daten, die in den Jahren 2010/2011 von den Mitgliedern des Bundesverbandes der Deutschen Transportbetonindustrie e.V. und der Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V. erhoben wurden.

Die verwendeten spezifischen Daten des Betonstahls stammen aus dem Geschäftsjahr 2011 der Firma Badische Stahlwerke GmbH. Diese wurden im Werk in Kehl durch eine Vor-Ort-Aufnahme erfasst und stammen teilweise aus Geschäftsbüchern und teilweise aus direkt abgelesenen Messwerten.

Der Datensatz der PE-Noppenfolie wurde nach dem European Standard EN 15804 für nachhaltiges Bauen modelliert. Ergebnisse werden in Modulen abgebildet, die den strukturierten Ausdruck von Ergebnissen über den gesamten Lebenszyklus zulassen. Eigentümer des Datensatzes ist thinkstep.

Die EPD der Trittschalldämmung beschreibt die EPS-Hartschaumprodukte zur Wärme- und Schalldämmung von Wänden, Dächern und Böden. Diese EPD ist nur gültig für Produkte mit dem Flamm-schutzmittel Polymer-FR. Der Inhaber der Deklaration ist der Industrieverband Hartschaum e.V.

Beim Zementestrich handelt sich um eine Verbands-EPD, bei der für die Berechnung der Öko-bilanz das Produkt einer Gruppe ausgewählt wurde, welches die höchsten Umweltlasten dieser Gruppe aufweist. Der Inhaber der Deklaration ist der Industrieverband WerkMörtel e.V.

Bei der Grundierung handelt es sich ebenfalls um eine Verbands-EPD, bei der für die Berechnung der Ökobilanz das Produkt einer Gruppe ausgewählt wurde, welches die höchsten Umweltlasten

Tabelle 2: Grundaufbau, ausgewählte Produkte

Standardaufbau	EPD – Deklarationsnummer	EPD – Name	Dicke [mm]	Menge [kg/m²]
Betonplatte	EPD-IZB-20130411-IBG2-DE (Beton)	Beton, Informationszentrum Beton GmbH	180	432
Betonstahl	EPD-BS-10.0 und BMG.10.1 (Stahl)	Betonstahl und Betonstahlmatten, Badische Stahlwerke GmbH	–	12
Trennfolie	Aus Ökobaudat: „PE-Noppenfolie zur Abdichtung“	PE-Noppenfolie zur Abdichtung	0,2	0,18
Trittschalldämmung	EPD-IHV-20140139-IBB2-DE	EPS, Industrieverband Hartschaum	20	0,518
Trennfolie	Aus Ökobaudat: „PE-Noppenfolie zur Abdichtung“	PE-Noppenfolie zur Abdichtung	0,1	0,09
Zementestrich	EPD-IWM-20130240-IBG1-DE	Estrichmörtel – Zementestrich, Industrieverband WerkMörtel	70	105
Grundierung	EPD-DIV-20140090-IBG1-DE	Dispersionsbasierte Grundierungen, Deutsche Bauchemie	2	2

dieser Gruppe aufweist. Der Inhaber der Deklaration ist die Deutsche Bauchemie e.V. In Tabelle 3 bis Tabelle 9 sind die jeweiligen spezifischen Schichten der verschiedenen Bodenbeläge inklusive Mörtel oder Kleber dargestellt, welche über den Standardaufbau verlegt werden. Bei den Belägen Teppich, PVC und Laminat wird eine Nivelliermasse benötigt, da bei diesen Bodenbelägen geringere Toleranzen im Hinblick auf die Ebenheit zulässig sind.

2.2.2 Aufbau Naturwerkstein

Naturwerkstein Fliese	EPD	EPD – Name	Dicke [mm]	Menge [kg/m²]
Klebemörtel Sopro Nr. 1	EPD-DIV-20130109-IBE1-DE	Modifizierte mineralische Mörtel, DBC, IVK, VdL	5	5
Naturwerkstein-fliese	EPD-FRS-20170102-IBD1-DE	Jura-Kalkstein, Franken-Schotter GmbH & Co. KG	10	26
Stein-imprägnierung	Informationen des Herstellers Akemi	–	–	0,054
Naturwerkstein Platte	EPD	EPD – Name	Dicke [mm]	Menge [kg/m²]
Klebemörtel Sopro Nr. 1	EPD-DIV-20130109-IBE1-DE	Modifizierte mineralische Mörtel, DBC, IVK, VdL	20	20
Naturwerkstein-platte	EPD-FRS-20170103-IBD1-DE	Jura-Kalkstein, Franken-Schotter GmbH & Co. KG	20	52
Stein-imprägnierung	Informationen des Herstellers Akemi	–	–	0,054

Tabelle 3: Naturwerkstein – EPD, Schichtdicke und Menge

Für den Bodenbelag Naturwerkstein wurde die EPD eines Jura-Kalksteins der Firma Franken-Schotter GmbH & Co. KG ausgewählt (vgl. Tabelle 3), deren Werte sich auf Durchschnittswerte aller Produktionsstätten bezieht. Die Verklebung des Naturwerksteins auf dem Estrich (Grundierung) erfolgt mit einem Klebemörtel von Sopro. Die Daten des mineralischen Mörtels basieren auf der Verbands-EPD für modifizierte mineralische Mörtel der Gruppe 1 (Deutsche Bauchemie e.V. (DBC), Industrieverband Klebstoffe e.V. (IVK), Verband der deutschen Lack- und Druckfarben-industrie e.V. (VdL)). Nach Aussage des Herstellers wird pro Millimeter Schichtdicke auf einen Quadratmeter ca. ein Kilogramm benötigt.

2.2.3 Aufbau Betonwerkstein

Da für einen üblichen Bodenbelag aus Betonwerkstein im Innenbereich keine EPD vorhanden ist, wurde hilfsweise ein Betonstein für Außenbeläge der Firma Klostermann GmbH & Co. KG ausgewählt; die EPD ist eine Durchschnitts-EPD (vgl. Tabelle 3). Als Kleber fungiert auch hier der Klebemörtel von Sopro mit derselben EPD.

Betonwerkstein	EPD	EPD – Name	Dicke [mm]	Menge [kg/m²]
Klebemörtel Sopro Nr. 1	EPD-DIV-20130109-IBE1-DE	Modifizierte mineralische Mörtel, DBC, IVK, VdL	20	20
Betonwerkstein	EPD-KLO-20170147-IAC1-DE	Betonpflastersteine, Klostermann GmbH & Co. KG	30	72

Tabelle 4: Betonwerkstein – EPD, Schichtdicke und Menge

2.2.4 Aufbau keramische Fliese

Die EPD der keramischen Fliesen (vgl. Tabelle 5) stammt vom Bundesverband für keramische Fliesen. Deren Daten repräsentieren Durchschnittswerte mehrerer Firmen und Werke. Das Mörtelbett wird ebenfalls mit den Daten von Sopro für die Verklebung kalkuliert. Zusätzlich wird als Vergleichswert noch eine EPD zu großformatigen Fliesen untersucht, die Abmessungen zwischen einem und drei Metern aufweist und von Laminam S.p.A. stammt. Die Datensätze beziehen sich auf eine 25-jährige Studie.

Tabelle 5: Keramische Fliese – EPD, Schichtdicke und Menge

Keramische Fliesen	EPD	EPD – Name	Dicke [mm]	Menge [kg/m²]
Klebmörtel Sopro Nr. 1	EPD-DIV-20130109-IBE1-DE	Modifizierte mineralische Mörtel, DBC, IVK, VdL	5	5
Keramische Fliesen	EPD-BKF-20160002-IBE1-DE	Keramische Fliesen und Platten, Bundesverband Keramische Fliese	10	18,65
Großkeramik	BREG EN EPD-Number: 000148	Laminam 5 ceramic tile, Laminam S.p.A.	5,6	14

2.2.5 Aufbau Parkett

Für den Parkettbelag wird die EPD für Mehrschichtparkett des Verbands der Deutschen Parkettindustrie (vdpi) verwendet, deren Daten Durchschnittswerte mehrerer Hersteller und Werke sind.

Tabelle 6: Parkett – EPD, Schichtdicke und Menge

Parkett	EPD	EPD – Name	Dicke [mm]	Menge [kg/m²]
Grundierung	EPD-DIV-20140090-IBG1-DE	Dispersionsbasierte Grundierungen, DBC, IVK, VdL	2	2
Kleber	EPDDBC20130027-IBG1DE	Klebstoffe für Parkett und Bodenbeläge, DBC, IVK, VdL	1	1,5
Mehrschichtparkett	EPD-VDP-20150263-IBG1-DE	Mehrschichtparkett, Verband der Deutschen Parkettindustrie	15	8,878
Versiegelung	EPDDBC20130067-IBG1DE	Versiegelungen für Parkettböden, DBC, IVK, VdL	0,6	0,75

Das Parkett wird verklebt. Zur Berechnung wird ebenfalls eine Verbands-EPD verwendet (vgl. Tabelle 6). Pro Millimeter Schichtdicke auf einem Quadratmeter werden 1,5 Kilogramm benötigt. Weiter ist es von Vorteil, wenn das Parkett versiegelt wird. Die Ermittlung der Schichtdicke (bezogen auf einen Quadratmeter) durch Dichte und Anwendungsmenge ergibt ca. 0,6 Millimeter bei einem Gewicht von 0,75 Kilogramm. Die ökologischen Daten werden von der Verbands-EPD für Versiegelungen für Parkettböden, Fußbodenbeschichtungen und Bodenbeläge auf Polyurethanbasis entnommen.

2.2.6 Aufbau Teppichboden

Für den Teppichboden wird die EPD eines getufteten Teppichs der Firma Vetex ausgewählt, die auf durchschnittlichen Daten beruht (vgl. Tabelle 7). Bevor der Teppich verklebt werden kann, wird eine Nivelliermasse von Sopro aufgetragen, um die Bodenfläche bestmöglich auszugleichen. Dabei werden pro Millimeter Schichtdicke ca. 1,5 Kilogramm verwendet. Die ökologischen Daten werden der Verbands-EPD (DBC, IVK, VdL) für modifizierte mineralische Mörtel der Gruppe 1 als Zementestriche, Bodenausgleichsmassen, Fließspachtel, Fließestriche entnommen. Darauf folgt die Verklebung des Teppichs mit einem Uzin-Klebstoff der Utz AG.

Tabelle 7: Teppichboden – EPD, Schichtdicke und Menge

Teppichboden	EPD	EPD – Name	Dicke [mm]	Menge [kg/m²]
Nivelliermasse Sopro OFS 543	EPD-DIV-20130111-IBE1DE	Modifizierte mineralische Mörtel der Gruppe 1 (DBC, IVK, VdL)	3	4,5
Kleber	EPD-UTZ-20130065-IBA1-DE	Dispersionsklebstoff, Uzin Utz AG	1	0,45
Teppich	EPD-VET-20130290-CBD1-DE	Getufteter Teppich, VETEX	10	1,84



7



8

7: Elastischer Bodenbelag
8: Verlegung des Teppichbodens

2.2.7 Aufbau PVC

Für PVC wurde eine EPD des European Resilient Flooring Manufacturers Institute (ERFMI) ausgewählt, die eine Produktfamilie von PVC-Böden der Nutzungsklasse 34 repräsentiert (vgl. Tabelle 8). Auch hier wird zunächst die Nivelliermasse aufgetragen. Daraufhin wird der Bodenbelag mit einem PCI-Belagskleber verklebt. Die Daten wurden von der EPD für PCI-Belagskleber der PCI Augsburg GmbH für textile und elastische Beläge entnommen, die für eine Gruppe von Produkten steht.

Tabelle 8: PVC – EPD, Schichtdicke und Menge

Polyvinylchlorid	EPD	EPD – Name	Dicke [mm]	Menge [kg/m²]
Nivelliermasse Sopro OFS 543	EPD-DIV-20130111-IBE1DE	Modifizierte mineralische Mörtel der Gruppe 1 (DBC, IVK, VdL)	3	4,5
Kleber	EPD-PCI-20160205-IBG1-DE	PCI-Belagskleber, PCI Augsburg GmbH	1	0,25
PVC	EPD-ERF-2013211-E	Smooth rubber floor coverings, ERFMI	2	2,9

2.2.8 Aufbau Laminat

Für den Laminatboden wurde ein „direct pressed laminate“ (DPL) ausgewählt, die EPD stammt vom „European Producers of Laminate Flooring e.V.“ und besteht aus Durchschnittsdaten mehrerer Produkte und Hersteller (vgl. Tabelle 9). Eine Verklebung des Laminats ist nicht notwendig, da es zusammengesteckt wird. Für eine ebene Fläche wird zunächst eine Nivelliermasse aufgetragen und darüber dann eine Trittschalldämmung verlegt.

Tabelle 9: Laminat – EPD, Schichtdicke und Menge

Laminat	EPD	EPD – Name	Dicke [mm]	Menge [kg/m²]
Nivelliermasse Sopro OFS 543	EPD-DIV-20130111-IBE1DE	Modifizierte mineralische Mörtel der Gruppe 1 (DBC, IVK, VdL)	3	4,5
Trittschalldämmung	EPD-IHV-20140139-IBB2-DE	EPS, Industrieverband Hartschaum	2	0,0518
Laminat DPL	EPD-EPL-20150021-CBE1-EN	DPL Floor Covering, European Producers of Laminate Flooring	12	11,6

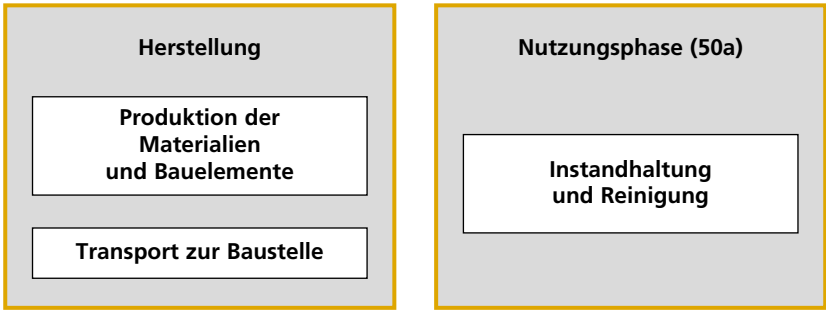
2.3 Untersuchungsrahmen

2.3.1 Funktionelle Einheit

Die funktionelle Einheit ist jeweils ein Quadratmeter Bodenbelag, wobei unterschiedliche Bodenbeläge für Anwendungsbereiche in gewerblichen Flächen mit mittlerer Belastung (z.B. Büro-, und Verkaufsräume) und hoher Belastung (z.B. Einkaufszentren und Flughäfen) betrachtet werden.

2.3.2 Systemgrenzen

Die ökologische Lebenszyklusanalyse umfasst die Herstellung und die Nutzung in einem Zeitraum von 50 Jahren. Wie in nachstehender Darstellung zu erkennen ist, besteht der Lebenszyklus aus der Herstellungs- und der Nutzungsphase.



Die ökologische Lebenszyklusanalyse beginnt mit der Berücksichtigung der Rohstoffgewinnung und der Herstellung der eingesetzten Roh- und Hilfsstoffe. Die Verarbeitung der Rohstoffe zu Zwischen- und Endprodukten wird ebenso betrachtet wie der Transport der Bauelemente zur Baustelle.

2.3.3 Berechnungsmodus

Mittels der vorhandenen Daten wurden für jede Schicht der Fußbodenkonstruktion der gesamte Lebenszyklus ökologisch bilanziert. Die folgenden Wirkungsindikatorwerte beziehen sich auf einen Quadratmeter des Fußbodenaufbaus sowie auf einen Zeitraum von 50 Jahren.

3 Resultate Ökobilanzstudie

3.1 Allgemeines

Im Folgenden werden die verschiedenen Bodenkonstruktionen auf ausgewählte Wirkungskategorien hin verglichen. In Kapitel 3.2 „Umwelteinwirkungen der Unterkonstruktion“ wird der Grundaufbau der Konstruktionen veranschaulicht, der für alle gewählten Bodenbeläge gleich ist.

Es folgt die Betrachtung von unterschiedlichen Bodenbelägen in der wesentlichen Umwelteinwirkung „Treibhauseffekt GWP“ samt der notwendigen Applikationsprodukte wie Mörtel, Nivelliermasse und eventuelle Versiegelungen in Kapitel 3.4. Weiterhin ist eine Zusammenstellung der GWP-Ergebnisse von harten Bodenbelägen sowie der üblicherweise in höchstbelasteten Anwendungsbereichen verwendeten Bodenbelagsmaterialien Naturwerkstein, Betonwerkstein und Großkeramik enthalten.

Die jeweiligen Datengrundlagen für die Ökobilanzberechnungen sind in Anlage B beigefügt.

Umweltauswirkungen: Ein Quadratmeter Bodenkonstruktion des Grundaufbaus							
		Betonplatte	LDPE-Trennfolie	EPS-Hartschaum	Zementestrich	Grundierung	Gesamtemissionen
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	3,8410E+01	9,2342E-01	1,5257E+00	1,7228E+01	4,9500E+00	6,3034E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	1,3454E-06	1,4775E-12	8,1804E-09	1,3860E-09	1,1470E-09	1,3561E-06
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	6,1676E-02	1,5241E-03	3,4674E-03	2,6510E-02	4,8560E-02	1,4174E-01
EP	Kg (PO ₄) Δ3-Äqv.	9,7344E-03	1,6407E-04	3,2084E-04	5,1000E-03	1,5155E-03	1,6835E-02
POCP	Kg Ethen-Äqv.	6,7492E-03	2,5681E-04	1,0826E-02	7,8047E-05	5,9264E-02	7,7174E-02
PERT	MJ	2,4854E+01	1,1166E+00	5,6436E-01	9,0146E+00	5,5858E+00	4,1135E+01
PENRT	MJ	2,5813E+02	2,7217E+01	4,4842E+01	1,2375E+02	1,0114E+02	5,5508E+02

Tabelle 10: Emissionen des Grundaufbaus

3.2 Umwelteinwirkungen der Unterkonstruktion

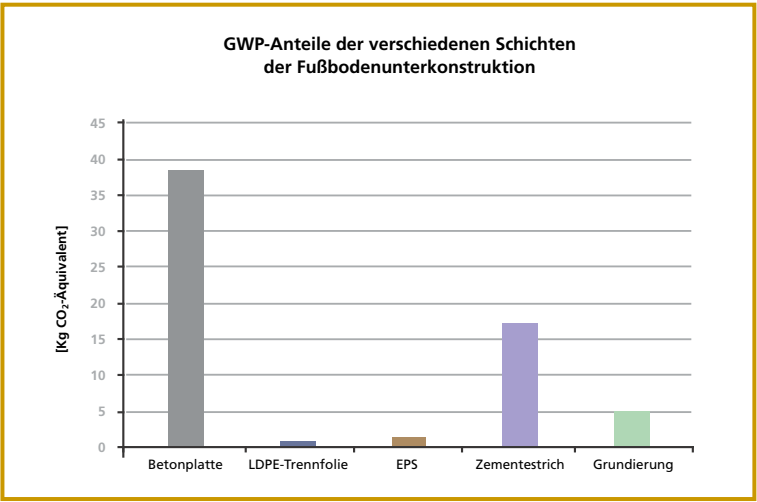
In Tabelle 10 sind die Indikatorwerte sowie der Energieverbrauch des Unterbaus der Bodenbeläge dargestellt.

Ein Großteil an den Wirkungsindikatoren ist der Betonplatte, gefolgt von dem Zementestrich, zuzuordnen, wobei auch die Grundierung überwiegend zwischen knapp 10 % und einem Drittel an den Wirkungsindikatoren beteiligt ist. So sind 60,9 % des GWP der Betonplatte, 27,3 % dem Estrich und 7,9 % der Grundierung zuzuordnen. Einzig der POCP ist zum größten Anteil durch die Grundierung mit 76,8 % verursacht.

Die Energiebereitstellung erfolgt hauptsächlich über nicht erneuerbare Energieträger (vgl. Tabelle 10). So wird 258,1 MJ aus nicht erneuerbaren Primärenergieträgern zur Herstellung und Nutzung der Betonplatte bereitgestellt und nur 24,9 MJ aus erneuerbaren Primärenergieträgern. Insgesamt werden 93 % des Gesamtprimärenergiebedarfs für alle Produkte (Betonplatte, LDPE-Trennfolie, EPS, Zementestrich, Grundierung) aus nicht erneuerbaren Energien und 6,9 % aus erneuerbaren Energien gewonnen.

In Grafik 5 sind die prozentualen Anteile der einzelnen Schichten an den Wirkungsindikatoren GWP (kg CO₂-Äquivalent) je Quadratmeter Bodenfläche veranschaulicht.

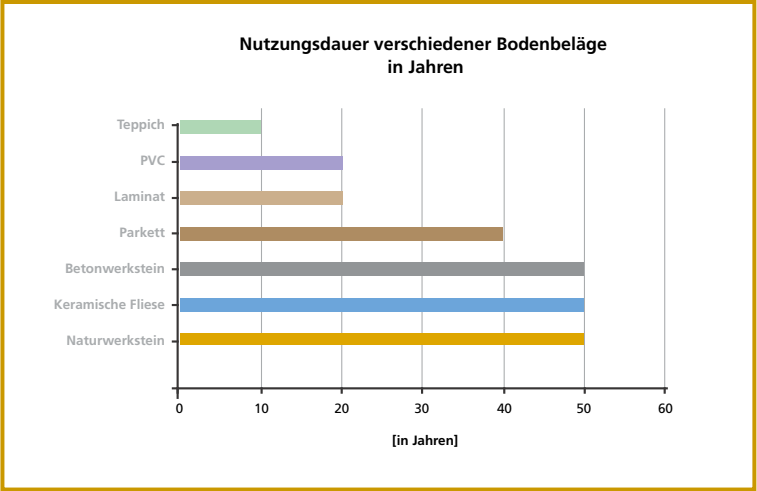
Grafik 5:
GWP-Anteile
verschiedener
Schichten



3.3 Nutzungsdauer der Bodenbeläge

Die Betrachtung der üblichen Nutzungsdauern zeigt, dass die Dauerhaftigkeit der Steinböden allesamt laut EPD mindestens 50 Jahre beträgt. Die Nutzungsdauern des textilen Bodenbelags Teppich beträgt hingegen nur zehn Jahre, die des Laminats und des elastischen Bodenbelags (PVC) jeweils 20 Jahre, für Parkett wird eine Nutzungsdauer von 40 Jahren in der EPD angegeben (vgl. Grafik 6).

Grafik 6:
Nutzungsdauer
verschiedener
Bodenbeläge



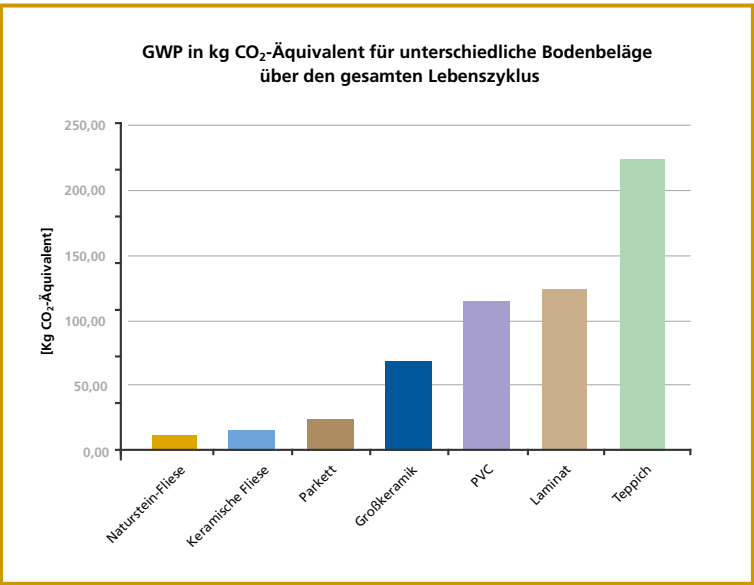
3.4 Umwelteinwirkungen Bodenbeläge

In nachstehender Tabelle 11 sind die Umwelteinwirkungen der Beläge über ihren gesamten Lebenszyklus inklusive des Klebers und Mörtels sowie etwaiger Ausgleichsmassen, Imprägnierungen und Versiegelungen berücksichtigt. Der Aufbau der Bodenbeläge ist in Abschnitt 2 beschrieben.

Umwelteinwirkungen von Bodenbelägen									
	Nwst-Fliese	Nwst-Platte	Betonwst	Keram. Fliese	Gr.-keramik	Parkett	PVC	Laminat	Teppich
GWP	1,09E+01	1,77E+01	2,43E+01	1,63E+01	6,91E+01	2,40E+01	1,14E+02	1,23E+02	2,23E+02
ODP	1,37E-07	1,12E-07	2,15E-07	2,64E-08	8,91E-06	1,83E-06	1,36E-07	8,98E-08	7,27E-07
AP	3,18E-02	5,28E-02	6,10E-02	3,74E-02	3,96E-01	1,62E-01	6,64E-01	6,45E-01	1,27E+00
EP	6,73E-03	6,82E-03	1,02E-02	5,02E-03	1,06E-01	3,22E-02	1,18E-01	1,39E-01	2,43E-01
POCP	2,79E-03	2,39E-03	2,89E-03	3,26E-03	5,51E-02	8,17E-02	8,78E-02	1,17E-01	1,58E-01
PERT	3,01E+02	1,11E+02	4,95E+01	3,11E+01	1,84E+02	4,48E+03	1,36E+02	7,49E+02	2,18E+02
PENRT	1,61E+02	2,63E+02	2,65E+02	2,90E+02	1,33E+03	1,16E+03	1,92E+03	1,31E+03	3,43E+03

Tabelle 11:
Umweltein-
wirkungen
der geprüften
Bodenbeläge

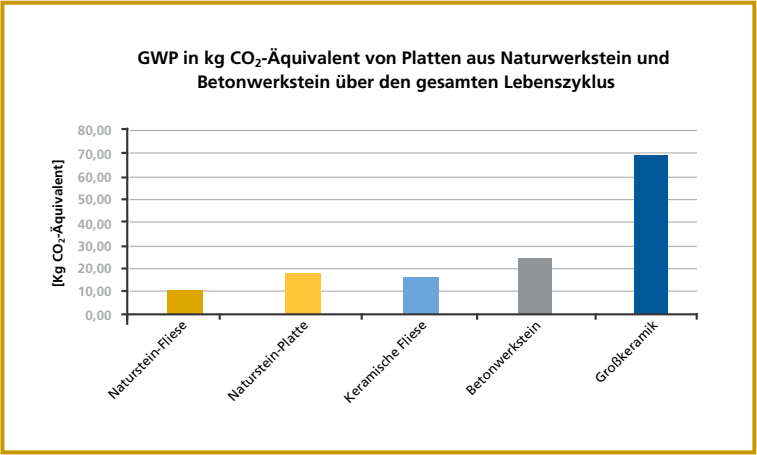
Als wesentliche Umwelteinwirkung wird in der nachstehenden Grafik 7 der Treibhauseffekt GWP in Kilogramm CO₂-Äqv. für die in Bürogebäuden und gewerblich genutzten Flächen üblichen Bodenbeläge betrachtet. Mit 10,9 Kilogramm CO₂-Äqv. sind dem GWP der Naturwerksteinfliese samt des dazugehörigen Klebemörtels und der Imprägnierung die geringsten Emissionen zuzuordnen. Der GWP des Teppichs ist im Vergleich zu der Naturwerksteinfliese über 20-fach so hoch mit einem Wert von ca. 223 Kilogramm CO₂-Äqv.



Grafik 7: GWP für
unterschiedliche
Bodenbeläge

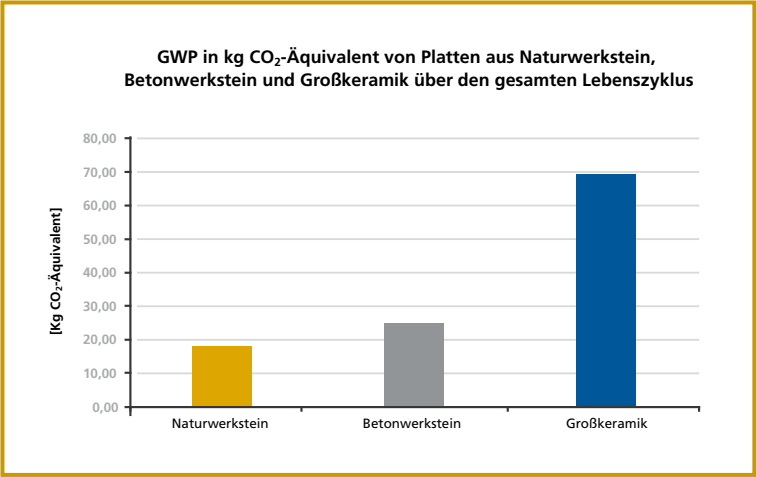
Bei einem direkten Vergleich in der Wirkungskategorie Treibhauspotenzial (GWP) der harten Bodenbeläge ist festzustellen, dass Bodenbeläge aus Naturstein nur sehr geringe Werte in Kilogramm CO₂-Äquivalenten aufweisen und insbesondere gegenüber der Großkeramik erhebliche ökologische Vorteile zeigen. Der GWP einer Fliese aus Naturwerkstein ist um ca. 84 % geringer als der einer Großkeramik.

Grafik 8: GWP von Fliesen und Platten unterschiedlicher Materialien



In höchstbelasteten Bereichen wie Bahnhöfen, Flughäfen und Einkaufszentren werden überwiegend Bodenbeläge aus Naturwerksteinplatten, Betonwerkstein oder Großkeramiken verlegt. Bei der Untersuchung dieser Beläge wurde festgestellt, dass sich im Vergleich zur Betonwerksteinplatte für die Naturwerksteinplatte in allen Wirkungskategorien niedrigere Äquivalenzwerte ergeben. So ist der GWP einer Naturwerksteinplatte um ca. 27 % geringer als der einer Betonwerksteinplatte und ca. 74 % geringer als der einer Großkeramik.

Grafik 9: GWP von Platten aus unterschiedlichen Materialien



3.5 Vorteile Naturwerkstein

Die Ergebnisse der Bodenbelagsstudie zeigen, dass Fliesen und Platten aus Naturwerkstein erhebliche ökologische Vorteile gegenüber anderen Bodenbelagsmaterialien, insbesondere PVC, Laminat und Teppich, aufweisen.

Naturwerkstein ist ein im Laufe von Jahrmillionen gewachsenes Material und findet sich als Baustoff nahezu fertig in der Natur. Für seine Entstehung ist keine Energie notwendig. Lediglich beim Verarbeiten und Transport wird Energie verbraucht. Der Energiekostenanteil am Bruttoproduktionswert ist mit 3,3 % bei der Be- und Verarbeitung von Naturwerkstein äußerst gering (vgl. bbs-Zahlenspiegel 2016).

Der Abbau im Steinbruch erfolgt materialschonend ohne große Sprengungen. Der nicht verwendete Abraum wird unmittelbar zum Verfüllen abgebauter Teile des Steinbruchs eingesetzt. Im gesamten Kreislauf der Natursteingewinnung, -bearbeitung und -rückführung an die Natur geht

nichts verloren. Die beim Abbau und bei der Verarbeitung anfallenden Gesteinsreste können wirtschaftlich im Garten- und Landschaftsbau, für Mauerwerk, zum Belegen von Terrassen, für den Wasserbau sowie zur Herstellung von Schotter genutzt werden.

Als natürlicher Baustoff enthält Naturstein keinerlei Schadstoffe und kann problemlos in Lebensmittelbereichen verwendet werden. Auch im Brandfall setzt Naturstein keine gesundheitsschädlichen Stoffe frei. Er ist unbrennbar und entspricht der Baustoffklasse A nach DIN 4102.

Die freie Formatauswahl, die Vielzahl der unterschiedlichen Steinfarben und Strukturen sowie die vielfältigen Oberflächenbearbeitungen ermöglichen quasi unbegrenzte Gestaltungsmöglichkeiten mit Naturwerkstein. Mit quadratischen, rechteckigen, polygonalen und auch kreisförmigen Grundflächen der Naturwerksteine können unterschiedliche Fugenbilder in den Bodenbelagsflächen realisiert werden.

Natürliche Baustoffe wie Naturstein rücken im Hinblick auf nachhaltige Bauweisen wieder in den Vordergrund, da die Anforderungen an nachhaltige Baustoffe hervorragend erfüllt werden. Die wichtigsten ökologischen Aspekte einer nachhaltigen Bauweise sind im Einzelnen:

A. Senkung des Energiebedarfs und des Verbrauchs an Betriebsmitteln

Für die Herstellung des Natursteins ist keine Energie notwendig – er wird uns von der Natur zur Verfügung gestellt. Naturwerkstein liegt als fertiges Produkt im Steinbruch vor und muss nicht – wie beispielsweise Keramik – aus verschiedenen Rohstoffen zusammengefügt und gebrannt werden. Lediglich bei der Gewinnung im Steinbruch und der anschließenden Bearbeitung im Natursteinwerk wird zur Herstellung der Produkte aus Naturwerkstein ein relativ geringer Energieeinsatz benötigt.

B. Vermeidung von Transporten von Baustoffen

Natursteinvorkommen gibt es in allen Ländern. Insbesondere Deutschland verfügt über große Mengen abbaufähiger Natursteine. Aufgrund der großen Vielfalt heimischer Granite, Sandsteine, Kalksteine, Schiefer usw. kann der Bedarf an Werksteinen meist aus heimischen Vorkommen gedeckt werden. Die Verwendung lokaler Natursteine dient der Vermeidung unnötiger Transporte und fördert landschaftsgebundene Bauweisen.

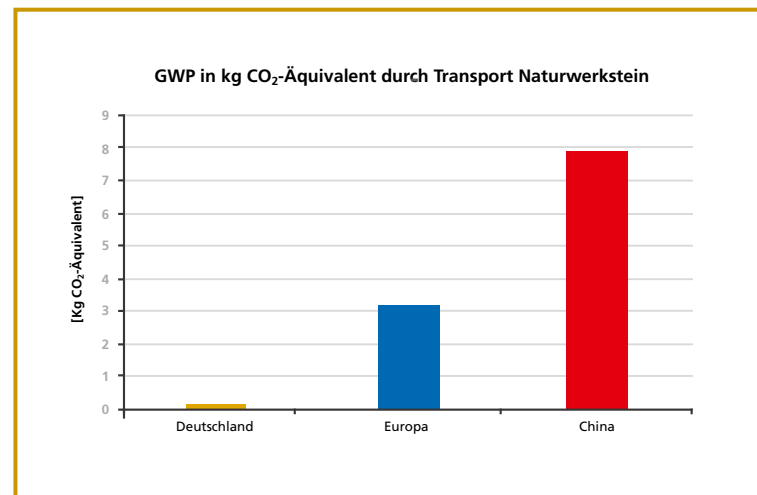
Der Transport des Natursteins vom Natursteinwerk zur Baustelle ist hinsichtlich der Auswirkungen auf die Umwelt nicht unbedeutend. Dies ist bei einem Vergleich verschiedener Produktionsstandorte ersichtlich.

Umweltauswirkungen: Transporte						
	Transportemissionen zur Baustelle					
Naturwerkstein						
Distanzen		Deutschland	Europa	China		
		100 km Lkw	2000 km Lkw	18.600 km Containerschiff	150 km Lkw	200 km Zug
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	1,5988E-01	3,1976E+00	7,5974E+00	2,3982E-01	1,0655E-01
Σ	Kg CO ₂ -Äqv.	1,5988E-01	3,1976E+00	7,9438E+00		

Während bei der Verwendung lokaler Naturwerksteine (100 km Lkw-Transport) nur 0,16 Kilogramm CO₂-Äqv. entstehen, sind es bei einem Transport innerhalb Europas (2000 km Lkw-Transport) 3,2 Kilogramm CO₂-Äqv. und bei Naturwerksteinen aus China (18.600 km Schiff-, 150 km Lkw- und 200 km Zug-Transport) 7,9 Kilogramm CO₂-Äqv. je Quadratmeter Bodenbelag.

Tabelle 12: Transportemissionen

Grafik 10: GWP durch Transport von Naturwerkstein



C. Einsatz wiederverwendbarer/verwertbarer Bauprodukte

Natursteinprodukte können nach der Nutzungsphase eines Bauwerks auf vielfältige Weise wiederverwendet werden. Viele Bauprodukte aus Naturwerkstein, wie beispielsweise Fensterbänke, Pflaster- und Mauersteine, können direkt in neuen Bauwerken eingesetzt werden. Massive Werkstücke wie beispielsweise Grabmale können als Rohstoff für neue Natursteinprodukte dienen, Fassadenplatten als Bodenbeläge im Gartenbereich usw. Darüber hinaus können unbrauchbare Natursteinplatten zu Schotter und Splitt verarbeitet werden.

D. Verlängerung der Lebensdauer von Bauprodukten und Baukonstruktionen

Naturwerksteine weisen ungewöhnlich hohe Nutzungszeiträume von bis zu mehreren Jahrhunderten auf. Natursteinbeläge mit starken Verschleißspuren können einfach abgeschliffen werden, sodass wieder quasi neuwertige Beläge entstehen.

E. Gefahrlose Rückführung der Baustoffe in den natürlichen Stoffkreislauf

Naturwerksteine enthalten keinerlei Schadstoffe und können ohne Probleme wieder in den natürlichen Stoffkreislauf eingefügt werden.

9: Restaurant in London
Jura Kalkstein



9

4 Lebenszykluskosten

4.1 Datenerhebung

Im Zuge der Kostenanalyse werden die Lebenszykluskosten der Bodenbeläge ermittelt und miteinander verglichen. In der Betrachtung werden sowohl die Entstehungskosten als auch die Kosten während der Nutzung der Bodenbeläge berücksichtigt. Dies wird oftmals bei der Vergabe nach dem Angebotspreis nicht berücksichtigt. Für die Lebensdauer der Bodenbeläge wurde die mittlere zu erwartende Lebensdauer, die bei einer hohen und mittleren Nutzung erwartet wird, gewählt. Bezogen werden die Kosten auf eine Fläche von 1500 Quadratmetern, um eine große Gewerbe- oder Flughafenfläche zu simulieren.

Die Berechnung der Kosten erfolgte hilfsweise mit dem LCC Tool des Bundesamtes für Umwelt. Somit stammen die in den Kalkulationen verwendeten Zinssätze aus der Datenbank des Bundesamtes für Umwelt. Weiter werden für die Berechnung der Lebenszykluskosten aller acht Bodenbeläge Zahlenkennwerte benötigt. Die in den Kalkulationen verwendeten Kennzahlen stammen aus einer Studie des Forschungs- und Prüfinstitutes für Facility Management GmbH, die von Martin Lutz verfasst wurde [7].

Diese Kennzahlen sind durchschnittliche Werte aus vielen Anbietern und Produkten und werden immer auf einen Quadratmeter des Fußbodenbelags bezogen. Anschließend werden die vier Teilbereiche, die für die Ermittlung der Lebenszykluskosten notwendig sind, vorgestellt.

4.2 Anschaffungskosten

Unter die Anschaffungskosten, auch Bauwerksteilkosten genannt, fallen die Materialkosten, die Kosten für die Untergrundvorbereitung mit Verlegung, die Kosten für Verschnitte und Kleber sowie mögliche Kosten durch Nahtausbildungen. Unberücksichtigt bleiben beispielsweise Fußbodenleisten, da diese in zu vielen verschiedenen Variationen möglich sind. Die Kosten werden in der Einheit €/m² angegeben.

4.3 Reinigungskosten

Inbegriffen in die Reinigungs- und Pflegekosten sind alle Material- und Personalkosten. Beeinflusst werden die Kosten durch Faktoren wie Art des Belags, Reinigungshäufigkeit, -verfahren, -qualität und viele weitere. Bei der Reinigungsqualität wurde immer der Wert für eine hohe Reinigungsqualität gewählt. Die Kosten werden in der Einheit €/m²/Jahr angegeben.

4.4 Sanierungskosten

Einige der Bodenbeläge müssen im Laufe ihrer technischen Lebensdauer saniert werden. Die Sanierungen werden in Intervallen ausgeführt, die bei dem jeweiligen Fußbodenbelag angegeben sind. Die Kosten werden in der Einheit €/m² angegeben.

4.5 Entsorgungskosten

Die Entsorgungskosten werden in diesem Fall auch als Bauunterhaltskosten bezeichnet. Sie berücksichtigen die entstehenden Personal- und Materialkosten zur Wiederherstellung oder zum Austausch abgenutzter Bodenbeläge am Ende ihrer technischen Lebensdauer. Darüber hinaus enthalten sie auch die Entsorgungskosten des Altbelags und die Untergrundvorbereitung für den neuen Belag. Die Kosten werden in der Einheit €/m² angegeben.

4.6 Ergebnisse

Die Zusammenstellung der Kosten für eine Fläche von 1.500 m² und den Nutzungszeitraum von 50 Jahren ist in Tabelle 13 ersichtlich.

Kostenanalyse in Euro								
	Nwst-Fliese	Nwst-Platte	Betonwerkstein	Keram. Fliese	Parkett	PVC	Laminat	Teppich
Anschaffung	114.000 €	114.000 €	97.500 €	73.500 €	97.500 €	40.500 €	64.500 €	46.500 €
Reinigung	1.452.179 €	1.452.179 €	1.452.179 €	1.452.179 €	1.499.493 €	1.452.179 €	1.499.493 €	687.855 €
Sanierung	- €	- €	- €	- €	118.415 €	30.912 €	- €	- €
Austausch	- €	- €	- €	- €	- €	33.015 €	207.852 €	144.754 €
Entsorgung	- €	- €	- €	- €	- €	57.046 €	- €	- €
Gesamtkosten	1.566.179 €	1.566.179 €	1.549.679 €	1.525.679 €	1.715.408 €	1.613.652 €	1.771.845 €	879.109 €

Tabelle 13: Kostenanalyse

Ein Vergleich der Bodenbeläge aus Naturwerkstein, Betonwerkstein, keramischer Fliese, PVC, Laminat, Parkett und Teppich zeigt, dass die Kosten für die Reinigung den größten Teil der Lebenszykluskosten betragen. Mit einer steigenden Reinigungsqualität erhöht sich auch die Lebensdauer der Bodenbeläge. Jedoch steigen damit gleichzeitig auch die Reinigungskosten in die Höhe. Nimmt man nun die Reinigungshäufigkeit unter die Lupe und verringert diese, sinken zeitgleich die Reinigungskosten. Auf der anderen Seite aber sinkt die Lebensdauer der Bodenbeläge. Wichtig ist aber, dass nicht nur der Kostenaspekt bei der Reinigung berücksichtigt wird, sondern auch die Hygiene und das optische Erscheinungsbild des Bodens. Denn je geringer die Reinigungsqualität ist, desto höher ist der Verschmutzungsgrad des Bodens. Damit einhergehend ergibt sich eine schlechte Hygiene. Wenn also Wert auf ein optisch ansprechendes Erscheinungsbild und einen guten hygienischen Zustand gelegt wird, sollten die Kosten für die Reinigung nicht gescheut werden.

10: Lufthansa Lounge
Grauwacke



10



11

5 Literaturverzeichnis

[1] DIN EN 15804: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte (EN 15804:2012).

[2] EN ISO 14040: 2009-11, Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006).

[3] EN ISO 14044: 2018-05, Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044: 2006).

[4] Pech, A.: Fußböden. Reihe 14. Basel: Birkhäuser-Verlag GmbH, 2016.

[5] DIN EN 1307: Textile Bodenbeläge – Einstufung (EN 1307:2014).

[6] EN ISO 10874: Elastische, textile und Laminat-Bodenbeläge – Klassifizierung (ISO 10874:2009).

[7] Lutz M.: Lebenszykluskosten von Fußbodenbelägen. 8. Auflage. Metzingen: Lutz-Fachbücher für Reinigungs- und Hygienetechnik, 2010

[8] Wecobis – Ökologisches Baustoffinformationssystem www.wecobis.de/bauproduktgruppen/bodenbelaege, 4.6.2018.



11+12: SAFE Haus der Energiewirtschaft, Salzburg
Kraustaler Marmor

12

Anhang A Beschreibung der Auswertegrößen

Anhang A 1 Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf kann durch unterschiedliche Arten von Energiequellen gedeckt werden. Der Primärenergiebedarf ist das Quantum an direkt aus der Hydrosphäre, Atmosphäre oder Geosphäre entnommenen Energie oder Energieträger, die noch keiner anthropogenen Umwandlung unterworfen wurde. Bei fossilen Energieträgern und Uran ist dies z.B. die Menge entnommener Ressourcen ausgedrückt in Energieäquivalent (Energieinhalt der Energierohstoffe). Bei nachwachsenden Energieträgern wird z.B. die energetisch charakterisierte Menge eingesetzter Biomasse beschrieben. Bei Wasserkraft handelt es sich um die Energiemenge, die aus der Änderung der potenziellen Energie (aus der Höhendifferenz) des Wassers gewonnen wird. Als aggregierte Werte werden folgende Primärenergien ausgewiesen:

Der Summenwert „**Primärenergieverbrauch nicht erneuerbar**“, angegeben in MJ, charakterisiert im Wesentlichen den Einsatz der Energieträger Erdgas, Erdöl, Braunkohle, Steinkohle und Uran. Erdgas und Erdöl werden sowohl zur Energieerzeugung als auch stofflich als Bestandteil, z.B. von Kunststoffen, eingesetzt. Kohle wird im Wesentlichen zur Energieerzeugung genutzt. Uran wird ausschließlich zur Stromgewinnung in Kernkraftwerken eingesetzt.

Der Summenwert „**Primärenergiebedarf erneuerbar**“, angegeben in MJ, wird in der Regel separat ausgewiesen und umfasst Wind- und Wasserkraft, Solarenergie und Biomasse.

Es ist in jedem Fall wichtig, dass genutzte Endenergie (z.B. 1 kWh Strom) und eingesetzte Primärenergie nicht miteinander verrechnet werden, da sonst der Wirkungsgrad zur Herstellung bzw. Bereitstellung der Endenergie nicht berücksichtigt wird.

Der Energieinhalt der hergestellten Produkte wird als stoffgebundener Energieinhalt ausgewiesen. Er wird durch den unteren Heizwert des Produkts charakterisiert. Es stellt den noch nutzbaren Energieinhalt dar.

Anhang A 2 Treibhauseffekt (GWP)

Der Wirkungsmechanismus des Treibhauseffektes kann im kleineren Maßstab, wie der Name schon sagt, in Gewächs- oder Treibhäusern beobachtet werden. Dieser Effekt findet auch im globalen Maßstab statt. Die eintreffende kurzwellige Sonnenstrahlung trifft auf die Erdoberfläche und wird dort teilweise absorbiert (was zu einer direkten Erwärmung führt) und teilweise als Infrarotstrahlung reflektiert. Der reflektierte Anteil wird in der Troposphäre durch sogenannte Treibhausgase absorbiert und richtungsunabhängig wieder abgestrahlt, sodass es teilweise wieder zur Erde zurückgestrahlt wird. Dies führt zu einer weiteren Erwärmung.

Das Treibhauspotenzial wird in Kohlendioxid-Äquivalent (CO₂-Äqv.) angegeben. Dies bedeutet, dass alle Emissionen bezüglich ihres potenziellen Treibhauseffekts zu CO₂ ins Verhältnis gesetzt werden.

Anhang A 3 Versauerungspotenzial (AP)

Die Versauerung von Böden und Gewässern entsteht überwiegend durch die Umwandlung von Luftschadstoffen in Säuren. Daraus resultiert eine Verringerung des pH-Werts von Regenwasser und Nebel von 5,6 auf 4 und darunter. Relevante Beiträge hierzu liefern Schwefeldioxid und Stickoxide mit ihren Säuren (H₂SO₄ und HNO₃). Schäden entstehen an Ökosystemen, wobei an erster Stelle das Waldsterben zu nennen ist.

Das Versauerungspotenzial wird in Schwefeldioxid-Äquivalent (SO₂-Äqv.) angegeben.

Anhang A 4 Eutrophierungspotenzial (EP)

Unter Eutrophierung bzw. Nährstoffeintrag versteht man eine Anreicherung von Nährstoffen an einem bestimmten Standort. Man unterscheidet dabei zwischen aquatischem und terrestrischem Nährstoffeintrag. Beiträge zur Eutrophierung stammen aus Luftschadstoffen, Abwässern und der Düngung in der Landwirtschaft.

Das Eutrophierungspotenzial geht als Phosphat-Äquivalent (PO₄-Äqv.) in die Bilanz ein.

Anhang A 5 Photooxidantienbildung (POCP)

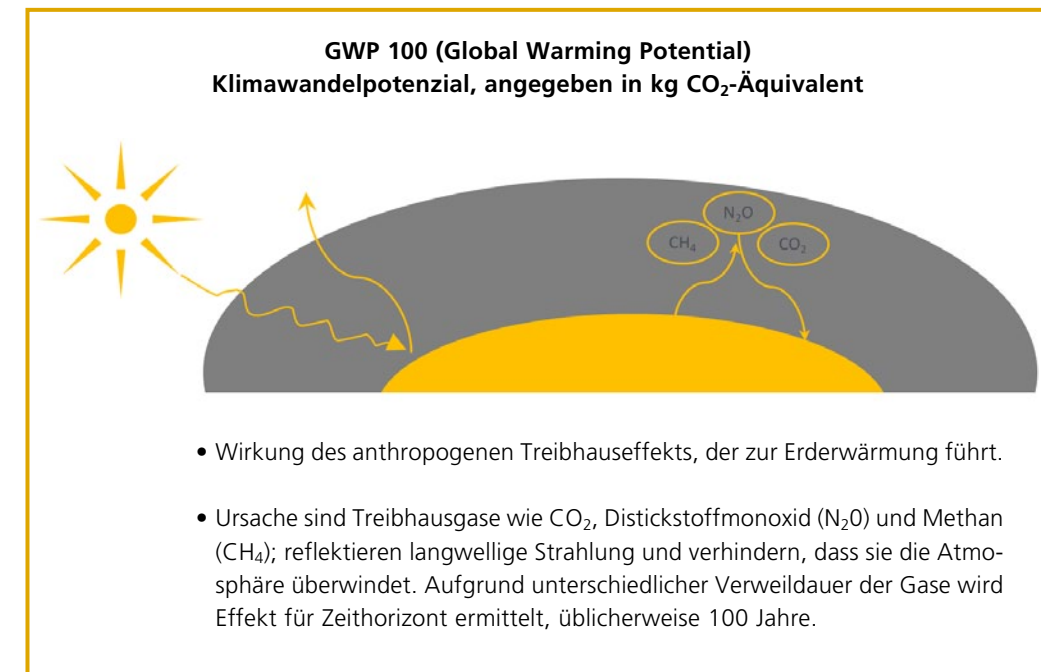
Im Gegensatz zur Schutzfunktion in der Stratosphäre ist bodennahes Ozon als schädliches Spurengas einzuordnen. Photochemische Ozonbildung in der Troposphäre, auch als Sommersmog bezeichnet, steht im Verdacht, zu Vegetations- und Materialschäden zu führen. Höhere Konzentrationen von Ozon sind humantoxisch.

Das Photooxidantienpotenzial (POCP) wird in der Ökobilanz als Ethen-Äquivalent (C₂H₄-Äqv.) angegeben.

Anhang A 6 Ozonabbaupotenzial (ODP)

Ozon entsteht in großen Höhen durch die Bestrahlung von Sauerstoff-Molekülen mit kurzwelligem UV-Licht. Dies führt zur Bildung der sogenannten Ozonschicht in der Stratosphäre (15 – 50 km Höhe). Rund 10 % des Ozons gelangen durch Vermischungsvorgänge in die Troposphäre. Trotz seiner geringen Konzentration ist die Wirkung des Ozons wichtig für das Leben auf der Erde. Ozon absorbiert die kurzwellige UV-Strahlung und gibt diese richtungsunabhängig mit größerer Wellenlänge wieder ab. Nur ein Teil der UV-Strahlung gelangt auf die Erde. Durch anthropogene Emissionen kommt es zum Abbau der Ozonschicht.

Das Ozonabbaupotenzial wird für die jeweilige Substanz als R11-Äquivalent angegeben.



13: Potenzial der globalen Erderwärmung

Anhang B Datenkalkulation der Ökobilanzstudie

B.1 Berechnung Unterkonstruktion

B.1.1 Beton der Druckfestigkeitsklasse C20/25

Beim deklarierten Produkt handelt es sich um einen unbewehrten Beton, der als Transportbeton oder als Fertigteilbeton auf die Baustelle geliefert wird. Der Anteil des Bewehrungsstahls wird gesondert berücksichtigt. Die Referenz-Nutzungsdauer des Betons ist auf mindestens 50 Jahre aus- bzw. festgelegt. Der Beton ist in der Einheit Kubikmeter deklariert. Die EPD entspricht dem Typ „von der Wiege bis zum Werktor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B1 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Beton der Druckfestigkeit C20/25					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	3,433E+01	7,830E-01	0	3,511E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	1,208E-07	5,796E-10	0	1,2136E-07
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	4,914E-02	3,344E-03	0	5,2484E-02
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	7,830E-03	7,128E-04	0	8,5428E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	5,940E-03	3,328E-04	0	6,2728E-03
PERT	MJ	1,301E+01	3,654E-01	0	1,3379E+01
PENRT	MJ	1,523E+02	1,080E+01	0	1,6308E+02

Tabelle B1:
Ökobilanz
Betonplatte

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben. Dabei wurden die Emissionen pro Kubikmeter Beton mit der Dicke der Betonplatte von 0,18 Metern multipliziert. Daraus ergibt sich die benötigte Funktion: Emissionen pro Quadratmeter Betonplatte bezogen auf eine Dicke von 18 Zentimetern.

Errichtungsstadium:

Die Module A4 und A5 wurden ebenfalls deklariert. Die Summe der beiden Module wurde, wie auch im Produktionsstadium, mit der Dicke von 0,18 Metern multipliziert. Es ergeben sich die Emissionen der Betonplatte pro Quadratmeter bezogen auf die Schichtdicke von 0,18 Metern.

Nutzungsstadium:

Für Betonbauteile fallen während der Referenz-Nutzungsdauer keine Umweltbelastungen im Lebenszyklus an, da in der Regel keine Maßnahmen für Reinigung oder Reparatur getroffen werden müssen. Weiter wird der Beton in dem betrachteten Nutzungszeitraum nicht ausgetauscht. Aus diesem Grund wird angenommen, dass diesem Stadium keine oder nur vernachlässigbar geringe Emissionen zugeordnet werden.

B.1.2 Betonstahl zur Bewehrung des Betons

Der Betonstahl der badischen Stahlwerke GmbH dient als Bewehrung für den vorher genannten Beton. Die Referenz-Nutzungsdauer beläuft sich laut der EPD auf 50 Jahre. Deklariert wurde der Betonstahl in Kilogramm, die EPD ist vom Typ „von der Wiege bis zum Werktor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B2 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Betonstahl zur Bewehrung von Beton					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	3,1200E+00	1,8000E-01	0	3,3000E+00
ODP	Kg R11-Äqv.	1,2240E-06	3,1200E-12	0	1,2240E-06
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	8,3640E-03	8,2800E-04	0	9,1920E-03
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	9,9960E-04	1,9200E-04	0	1,1916E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	7,5240E-04	-2,7600E-04	0	4,7640E-04
PERT	MJ	1,1376E+01	9,8400E-02	0	1,1474E+01
PENRT	MJ	9,2532E+01	2,5200E+00	0	9,5052E+01

Tabelle B2:
Ökobilanz
Betonstahl

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben. Dieses aggregierte Modul, das die Emissionen pro Kilogramm Betonstahl enthält, wird mit der benötigten Menge von 12 Kilogramm für einen Quadratmeter Boden multipliziert.

Errichtungsstadium:

Das Modul A4 „Transport“ ist deklariert. Das Modul A5 ist nicht deklariert. Es wird angenommen, dass der Einbau händisch erfolgt. Die Entladung des Transports erfolgt zwar mit dem Kran, dies wird aber als Bestandteil der Baustellenabwicklung auf der Gebäudeebene erfasst. Aus diesem Grund werden hier für das Modul A5 keine Emissionen erwartet.

Nutzungsstadium:

Für das Modul B1 wird deklariert, dass im Stadium der Nutzung keine Umweltbelastungen stattfinden. Auch in den übrigen Modulen B2 bis B7 sind in der vorgegebenen Nutzungsdauer keine Emissionen zu erwarten.

B.1.3 PE-Noppenfolie zur Abdichtung

Die EPD der PE-Noppenfolie wurde vereinfacht verwendet für die PE-Folie, die über die Betonplatte und über die Trittschalldämmung verlegt wird, um Feuchtigkeitsaufnahmen der Dämmung zu verhindern. Die Referenz-Nutzungsdauer beläuft sich auf über 50 Jahre. Deklariert ist die EPD in der Einheit Quadratmeter bei einem Flächengewicht von 1,2 kg/m². Die EPD ist vom Typ „von der Wiege bis zum Werkstor“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B3 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: PE-Noppenfolie Trennfolie					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	9,2115E-01	2,2654E-03	0	9,2342E-01
ODP	Kg R11-Äqv.	1,4771E-12	4,4767E-16	0	1,4775E-12
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	1,5189E-03	5,1750E-06	0	1,5241E-03
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	1,6286E-04	1,2103E-06	0	1,6407E-04
POCP	Kg Ethen-Äqv.	2,5829E-04	- 1,4785E-06	0	2,5681E-04
PERT	MJ	1,1146E+00	2,0667E-03	0	1,1166E+00
PENRT	MJ	2,7186E+01	3,0802E-02	0	2,7217E+01

Tabelle B3:
Ökobilanz
PE-Noppenfolie

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben. Das Modul wurde auf die funktionelle Einheit umgerechnet. Dabei wurde das Gewicht für eine Stärke von 0,3 Millimetern ermittelt, das ca. 0,276 Kilogramm beträgt. Hieraus ergeben sich schließlich die Emissionen der Folie auf einen Quadratmeter bei einer aufsummierten Dicke von 0,3 Millimetern (0,2 Millimeter +0,1 Millimeter).

Errichtungsstadium:

Das Modul A4 ist nicht deklariert. Es wird angenommen, dass das Produkt mit einem Klein-Lkw zur Baustelle transportiert wird. Die Transportleistung beträgt 1000 kg/km. Mit einem angenommenen Gewicht von 0,276 kg/m² und einer Transportdistanz von 100 Kilometern wurden die Emissionen ermittelt. Für das Modul A5 wurde die Annahme getroffen, dass die Montage händisch erfolgt und dabei keine Umweltauswirkungen zu verzeichnen sind.

Nutzungsstadium:

Das Nutzungsstadium ist nicht deklariert. Es wird die Annahme getroffen, dass während der Nutzung (Modul B1) keine Emissionen ausgestoßen werden. Des Weiteren wird von keiner Instandhaltung (Modul B2), Reparatur (Modul B3) sowie keinem Ersatz (Modul B4) innerhalb der gewählten Betrachtungsdauer ausgegangen.

B.1.4 EPS Hartschaum für Decken und Boden

Bei diesem Produkt handelt es sich um ein Hartschaum-Dämmstoffprodukt, das als Wärme- und Schalldämmung unter schwimmendem Estrich verlegt wird. Die Referenz-Nutzungsdauer beträgt laut EPD 40 Jahre, jedoch wird eine Bodenkonstruktion nicht nach 40 Jahren in seine Einzelteile zerlegt, um einen Austausch zu ermöglichen. Aus diesem Grund wird kein Ersatz der Trittschalldämmung berücksichtigt. Der Hartschaum ist in der Einheit Kubikmeter deklariert. Die EPD ist vom Typ „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B4 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: EPS Hartschaum für Decken und Böden					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	1,5080E+00	1,7720E-02	0	1,5257E+00
ODP	Kg R11-Äqv.	8,1800E-09	3,7000E-13	0	8,1804E-09
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	3,4200E-03	4,7400E-05	0	3,4674E-03
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	3,1000E-04	1,0840E-05	0	3,2084E-04
POCP	Kg Ethen-Äqv.	1,0840E-02	- 1,3860E-05	0	1,0826E-02
PERT	MJ	5,5000E-01	1,4360E-02	0	5,6436E-01
PENRT	MJ	4,4600E+01	2,4200E-01	0	4,4842E+01

Tabelle B4:
Ökobilanz
Trittschalldämmung

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben. Die Wirkungsindikatorwerte werden mit der Dicke der Trittschalldämmung von 0,02 Metern multipliziert und ergeben die Emissionen auf einen Quadratmeter Trittschalldämmung bezogen auf eine Dicke von zwei Zentimetern.

Errichtungsstadium:

Im Stadium der Errichtung des Bauwerks wurde das Modul A4 (Transport) deklariert. Die Montage (Modul A5) erfolgt von Hand, etwaige Umweltauswirkungen durch Arbeiten wie z.B. Zusägen werden als geringfügig angenommen, sodass von vernachlässigbaren Umweltauswirkungen auszugehen ist. Die Verpackung wird hierbei nicht berücksichtigt, da die Entsorgung über qualifizierte Entsorgungsunternehmen erfolgt. Berechnet werden die Emissionen für den Transport identisch wie im Produktionsstadium.

Nutzungsstadium:

Während der Nutzung (Modul B1) finden laut EPD keine Umweltbelastungen statt. Auch eine Instandhaltung, Reparatur oder ein Ersatz (Modul B2, B3 und B4) sind in der vorgegebenen Betrachtungsdauer nicht zu erwarten, da der Boden nicht zerlegt wird, um die Trittschalldämmung auszutauschen. Sie verweilt so lange in der Bodenkonstruktion, bis diese im Gesamten ausgetauscht bzw. instandgesetzt werden muss. Während der Nutzung fallen auch keine Energieeinsätze für Wasser und Energie an (Module B6 und B7).

B.1.5 Estrichmörtel, Zementestrich

Diese EPD beschreibt die Umweltauswirkungen mineralischen Werkmörtels in Form von Zementestrich, der als fließender Estrich Verwendung im Bodenaufbau findet. Die Referenz-Nutzungsdauer beträgt laut EPD erfahrungsgemäß 50 Jahre oder länger. Das Produkt ist in Kilogramm deklariert. Die EPD ist vom Typ „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B5 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Estrichmörtel, Zementestrich					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	1,6380E+01	9,8700E-01	-1,3860E-01	1,7228E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	1,3650E-09	2,1368E-11	0	1,3864E-09
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	2,2785E-02	3,7246E-03	0	2,6510E-02
EP	Kg (PO ₄) Δ3-Äqv.	4,2000E-03	8,9997E-04	0	5,1000E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	1,3335E-03	-1,2555E-03	0	7,8047E-05
PERT	MJ	8,3370E+00	6,7757E-01	0	9,0146E+00
PENRT	MJ	1,1235E+02	1,1396E+01	0	1,2375E+02

Tabelle B5:
Ökobilanz
Zementestrich

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1– A3 angegeben. Mithilfe der Rohdichte und der ausgewählten Schichtdicke des Estrichs von sieben Zentimetern kann das Gewicht der Zementestrichschicht ermittelt werden. Das Gewicht beträgt 105 kg/m². Die Wirkungsindikatorwerte werden daher mit dem Faktor 105 multipliziert.

Errichtungsstadium:

Im Stadium der Errichtung des Bauwerks finden sich die deklarierten Module Transport A4 und der Einbau A5. Beide Module haben festgelegte Werte. Die Werte von A5 liegen der Verbrennung der Verpackungen zugrunde. Die Erstellung der funktionellen Einheit erfolgt wieder durch Multiplikation mit dem Faktor 105.

Nutzungsstadium:

In der Nutzungsphase wird laut EPD durch die Karbonatisierung etwas Kohlendioxid eingebunden, was den GWP etwas vermindert. Eine Instandhaltung, Reparatur, ein Ersatz oder eine Erneuerung (Module B2 bis B5) werden nicht erwartet. Die Erstellung der funktionellen Einheit erfolgt wieder durch Multiplikation mit dem Faktor 105.

B.1.6 Dispersionsbasierte Grundierungen/Haftvermittler

Bei diesem Produkt handelt es sich um eine Grundierung, die auf dem davor aufgetragenen Estrich verstrichen wird, um eine ebene Lage und verbesserte Haftung zu erreichen. Ein Nebeneffekt davon ist, dass dadurch gleichzeitig eine deutlich verlängerte Lebensdauer ermöglicht wird. Es gibt sowohl für Grundierungen als auch für Klebemörtel an sich keine spezifische Referenz-Nutzungsdauer, da diese viele verschiedene und häufig spezifische Aufgaben bei der Ausstattung und Erstellung von Gebäuden erfüllen. Das Produkt ist in Kilogramm deklariert. Umfasst wird diese EPD im Rahmen des Typs „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B6 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Dispersionsbasierte Grundierungen und Haftvermittler					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	4,5800E+00	3,6720E-01	0	4,9472E+00
ODP	Kg R11-Äqv.	1,1440E-09	3,0280E-12	0	1,1470E-09
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	4,8200E-02	3,5760E-04	0	4,8558E-02
EP	Kg (PO ₄) Δ3-Äqv.	1,4280E-03	8,7480E-05	0	1,5155E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	3,4000E-03	5,5864E-02	0	5,9264E-02
PERT	MJ	5,5400E+00	4,5820E-02	0	5,5858E+00
PENRT	MJ	1,0040E+02	7,4200E-01	0	1,0114E+02

Tabelle B6:
Ökobilanz
Grundierung

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule aus den Produktionsstadien A1, A2 und A3 sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1– A3 angegeben. Es wird angenommen, dass ca. ein Kilogramm dieses Produktes für eine ein Millimeter dicke Schicht pro Quadratmeter verwendet wird. Für die zwei Millimeter dicke Grundierung werden daher die Wirkungsindikatorwerte mit dem Faktor 2 multipliziert.

Errichtungsstadium:

Das Modul A4 Transport und das Modul A5 Montage haben festgelegte Werte. Die Werte von A5 liegen sowohl der Verbrennung der Verpackungen zugrunde als auch Emissionen bei der Installation. Ermittelt wird die benötigte Ausgangsgröße wie im Produktionsstadium.

Nutzungsstadium:

Das Nutzungsstadium wurde nicht deklariert. Wenn der Bodenbelag ausgetauscht wird, wird auch neu grundiert. Dies wird dem Modul B4 Ersatz zugeordnet. Eine Instandhaltung (Modul B2), Reparatur (Modul B3) und Erneuerung (Modul B5) ist nicht zu erwarten.

B.2 Berechnung Bodenbeläge

B.2.1 Naturwerkstein-Fliesen

Für die Ökobilanz von Fliesen aus Naturwerkstein, die nach DIN EN 12057 als Natursteinprodukte mit einer Nenndicke ≤ 12 mm definiert sind, wurde eine aktuelle EPD (2017) der Franken-Schotter GmbH & Co. KG für Fliesen aus Jura Kalkstein zugrunde gelegt.

Diese Beläge finden sowohl Verwendung im privaten, als auch im gewerblichen und öffentlichen Bereich. Die Referenz-Nutzungsdauer beträgt laut EPD weit über 50 Jahre. Der Naturwerkstein ist in Tonnen deklariert. Bei der Umrechnung der Auswirkungen in die Bezugseinheit Quadratmeter sind die Korrekturfaktoren für die verschiedenen Dicken des Naturwerksteins berücksichtigt. Die EPD ist vom Typ „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B7 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Naturwerksteinfliese aus Jura Kalkstein					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	4,1501E+00	2,6988E-01	2,1646E+00	6,5846E+00
ODP	Kg R11-Äqv.	3,2262E-12	8,9800E-14	1,1194E-07	1,1194E-07
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	1,4450E-02	6,0726E-04	4,9530E-03	2,0010E-02
EP	Kg (PO ₄) Δ3-Äqv.	2,0656E-03	1,4964E-04	3,1787E-03	5,3939E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	1,0220E-03	- 2,3291E-04	1,2539E-03	2,0430E-03
PERT	MJ	2,8631E+02	1,8454E-01	7,3518E+00	2,9385E+02
PENRT	MJ	5,0399E+01	2,1147E+00	3,0714E+01	8,3227E+01

Tabelle B7:
Ökobilanz
Naturwerkstein-
Fliesen

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind in diesem Fall alle genau deklariert worden und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben. Für die Umrechnung auf die funktionelle Einheit wurden die Werte aus der EPD mit dem Korrekturfaktor angepasst. Darüber hinaus müssen die korrigierten Werte durch 38,46 geteilt werden, um die Emissionen auf einen Quadratmeter zu erhalten. Es ergeben sich die Emissionen für einen Quadratmeter Naturwerkstein Fliese mit einer Dicke von zehn Millimetern.

Errichtungsstadium:

Im Stadium der Errichtung ist allerdings nur das Modul A4 deklariert, welches den Transport umfasst. Zur Installation A5 wurden keine Angaben für Umweltauswirkungen gemacht. Hierfür wurden die Werte der keramischen Fliesen verwendet, da Verpackung und Montage vergleichbar sind. Berechnet werden die Emissionen von A4 wie im Produktionsstadium beschrieben.

Nutzungsstadium:

Die Informationsmodule im Nutzungsstadium sind nicht alle deklariert. Während der Nutzung (Modul B1) werden keine Emissionen verursacht. Das Modul B2 bezüglich der Instandhaltung ist deklariert und beinhaltet die Reinigung des Bodenbelags für ein Jahr.

Die Reinigungsemissionen werden dann auf den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren erweitert. Die Module B3–B5 sind in dieser EPD nicht ausgeführt worden. Es wird angenommen, dass Reparaturen vernachlässigbar gering sind und ein Ersatz und eine Modernisierung nicht stattfinden.

B.2.2 Naturwerkstein-Platten

Für die Ökobilanz von Platten aus Naturwerkstein, die nach DIN EN 12058 als Natursteinprodukte mit einer Nenndicke > 12 mm definiert sind, wurde eine aktuelle EPD (2017) der Franken-Schotter GmbH & Co. KG für Platten aus Jura Kalkstein zugrunde gelegt.



14: Mehrzweck-Turn-
halle Weißenhorn
Kohlplatter
Muschelkalk

15: Granitplatten
zur Lieferung auf
Holzpaletten gepackt

14

15

Platten aus Naturwerkstein werden überwiegend in hochbelasteten Bereichen wie beispielsweise Einkaufszentren, Bahnhöfen und Flughäfen eingesetzt. Die Referenz-Nutzungsdauer beträgt laut EPD weit über 50 Jahre. Der Naturwerkstein ist in Tonnen deklariert. Bei der Umrechnung der Auswirkungen in die Bezugseinheit Quadratmeter sind die Korrekturfaktoren für die verschiedenen Dicken des Naturwerksteins berücksichtigt. Die EPD ist vom Typ „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B8 aufgelistet.

Die Stadien werden hier nicht näher beschrieben, da sie genau den Abläufen der Naturwerkstein-Fliese entsprechen. Lediglich die Umrechnung auf die funktionelle Einheit erfolgt mit einem anderen Dividenten von 19,23. Der Wert ergibt sich aus der erhöhten Dicke von 20 Millimetern der Platte im Gegensatz zur Fliese mit nur 10 Millimetern Dicke.

Umweltauswirkungen: Naturwerkstein Platte (Fassaden- und Wandplatten)					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	4,0183E+00	4,2730E-01	1,5601E-01	4,6016E+00
ODP	Kg R11-Äqv.	4,5097E-12	1,1275E-13	8,6193E-09	8,6240E-09
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	1,1045E-02	1,2137E-03	3,8027E-04	1,2639E-02
EP	Kg (PO ₄) Δ3-Äqv.	1,6832E-03	3,0191E-04	2,4415E-04	2,2293E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	8,2553E-04	- 4,7763E-04	9,6334E-05	4,4424E-04
PERT	MJ	8,4037E+01	3,0057E-01	5,8502E-01	8,4923E+01
PENRT	MJ	5,8941E+01	4,4105E+00	2,3791E+00	6,5731E+01

Tabelle B8:
Ökobilanz
Naturwerkstein-
Platte

B.2.3 Betonwerkstein

Die aus der EPD entnommenen Werte werden auf die benötigten Betonplattenmaße umgerechnet. Die Referenz-Nutzungsdauer beträgt laut der EPD über 50 Jahre. Die Ökobilanzdaten sind hier pro Quadratmeter deklariert. Die EPD ist vom Typ „von der Wiege bis zum Werkstor“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B9 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Rinn-, Beton- und Naturwerkstein/Betonsteine					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	9,5475E+00	7,9256E-01	2,1646E+00	1,2505E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	2,0398E-11	2,0500E-13	1,1194E-07	1,1196E-07
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	1,6571E-02	1,6332E-03	4,9530E-03	2,3157E-02
EP	Kg (PO ₄) Δ 3-Äqv.	2,3419E-03	3,8299E-04	3,1787E-03	5,9036E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	5,1338E-04	-4,7457E-04	1,2539E-03	1,2927E-03
PERT	MJ	1,7108E+01	6,2327E-01	7,3518E+00	2,5083E+01
PENRT	MJ	6,5025E+01	9,3058E+00	3,0714E+01	1,0504E+02

Tabelle B9:
Ökobilanz
Betonwerkstein

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule aus den Produktionsstadien A1, A2 und A3 sind deklariert und separat angegeben. Die EPD des Betonwerksteins bezieht sich auf eine Dicke von acht Zentimetern. Durch die Umrechnung auf die benötigte Dicke von drei Zentimetern entsteht die gewünschte funktionelle Einheit.

Errichtungsstadium:

Das Errichtungsmodul ist nicht deklariert. Für den Transport wurden geeignete Annahmen getroffen. Zur Berechnung wurden die Transportemissionen eines Lkws aus der Ökobautdat-Datenbank (Transportdistanz 150 Kilometer) verwendet. Für das Installationsmodul A5 wurden die Wirkungsindikatorwerte der keramischen Fliese angenommen, da die Verlegung und die Verpackung bei allen drei Steinbelägen vergleichbar sind.

Nutzungsstadium:

Das Nutzungsstadium ist ebenfalls nicht deklariert. Für das Modul B1 ist angegeben, dass bei bestimmungsgemäßer Nutzung der Betonplatte keine Umweltauswirkungen zu erwarten sind. Für die Module B2–B4 bezüglich Instandhaltung, Reparatur und Ersatz müssen Annahmen getroffen werden. Für B2 wurde die Reinigung aus den Emissionen der Reinigung des Naturwerksteins verwendet (bezogen auf 50 Jahre) und entsprechend umgerechnet. Es wird angenommen, dass anfallende Reparaturen (Modul B3) wie ein Austausch einzelner Betonwerksteine vernachlässigbar gering sind. Ein Ersatz (Modul B4) sowie eine Modernisierung (Modul B5) wird innerhalb der 50 Jahre nicht erwartet.

B.2.4 Keramische Fliesen

Bei diesem deklarierten Produkt handelt es sich um keramische Fliesen. Die Referenz-Nutzungsdauer beläuft sich auf über 50 Jahre, der übliche Gebrauch dieses Bodenbelags liegt erfahrungsgemäß zwischen 80 und 150 Jahren. Der Belag ist in der Einheit Quadratmeter deklariert. Diese EPD umfasst den Typ „von der Wiege bis zur Bahre“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B10 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Keramische Fliesen und Platten					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	1,294E+01	3,700E-01	0,000E+00	1,331E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	5,660E-10	3,900E-13	4,342E-11	6,098E-10
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	2,420E-02	6,610E-04	3,075E-03	2,794E-02
EP	Kg (PO ₄) Δ 3-Äqv.	2,690E-03	1,824E-04	1,060E-03	3,932E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	2,100E-03	-1,895E-04	9,490E-04	2,860E-03
PERT	MJ	1,823E+01	2,700E-01	6,500E+00	2,500E+01
PENRT	MJ	2,203E+02	3,520E+00	2,600E+01	2,498E+02

Tabelle B10:
Ökobilanz
Keramische
Fliesen

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule aus den Produktionsstadien A1, A2 und A3 sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben.

Errichtungsstadium:

Das Stadium der Errichtung ist ebenfalls deklariert.

Nutzungsstadium:

Im Nutzungsstadium sind alle Module deklariert. Das Modul B1 beschreibt die Emissionen bei der Nutzung. Hierbei werden von den Fliesen aber keine schädlichen Stoffe erwartet. In Modul B2 ergeben sich die Werte aus der Berücksichtigung der Reinigung des Bodenbelags und der dazu notwendigen Umstände und Materialien bezogen auf 50 Jahre. Die Module B3–B5 werden ebenfalls berücksichtigt, jedoch sind die Umweltauswirkungen hier vernachlässigbar gering. Die Informationsmodule B6 und B7 sind deklariert, jedoch gibt es keine Auswirkungen auf die Umwelt, da weder Wasser noch Strom beansprucht werden.



16



17

16: Eingangsbereich mit poliertem Betonboden

17: Empfangshalle mit Keramikfliesen

B.2.5 Großkeramik

Bei diesem deklarierten Produkt handelt es sich um großformatige keramische Fliesen von Laminam. Die Referenz-Nutzungsdauer beläuft sich auf über 25 Jahre. Der Belag ist in der Einheit Quadratmeter deklariert. Diese EPD umfasst den Typ „von der Wiege bis zur Bahre“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B11 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Großkeramik					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	1,9E+01	9,36E+00	3,78E+01	6,62E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	3,04E-06	1,07E-06	4,78E-06	8,88E-06
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	1,07E-01	5,95E-02	2,20E-01	3,86E-01
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	2,66E-02	1,68E-02	6,16E-02	1,05E-01
POCP	Kg Ethen-Äqv.	1,13E-02	7,16E-03	3,62E-02	5,47E-02
PERT	MJ	5,18E+01	1,15E+01	1,14E+02	1,78E+02
PENRT	MJ	3,38E+02	1,62E+02	7,86E+02	1,29E+03

Tabelle B11:
Ökobilanz
Großkeramik

Produktionsstadium:
Die Informationsmodule aus den Produktionsstadien A1, A2 und A3 sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben.

Errichtungsstadium:
Das Stadium der Errichtung ist ebenfalls deklariert.

Nutzungsstadium:
Im Nutzungsstadium sind alle Module deklariert. Das Modul B1 beschreibt die Emissionen bei der Nutzung. Hierbei werden von den Fliesen aber keine schädlichen Stoffe erwartet. In Modul B2 ergeben sich die Werte aus der Berücksichtigung der Reinigung des Bodenbelags und der dazu notwendigen Umstände und Materialien bezogen auf ein Jahr und erweitert auf einen Betrachtungszeitraum von 50 Jahren. Die Module B3 und B5 werden ebenfalls berücksichtigt, jedoch sind die Umweltauswirkungen hier vernachlässigbar gering. Das Modul B4 ergibt sich aus einem Ersatz des Belages, der nach 25 Jahren auftritt. Dabei fallen die Emissionen von A1–A5 und C1–D an. Die Informationsmodule B6 und B7 sind deklariert, jedoch gibt es keine Auswirkungen auf die Umwelt, da weder Wasser noch Strom beansprucht werden.

18: Restaurant
mit Groß-
keramik-Platten
als Bodenbelag



B.2.6 Parkett

Bei diesem Produkt handelt es sich um ein Mehrschichtparkett des Verbands der deutschen Parkettindustrie. Die Nutzungsdauer von Mehrschichtparkett beträgt laut EPD 40 Jahre. Es kann auf Estrich, aber auch auf älteren Bodenbelägen schwimmend verlegt oder verklebt werden. Die EPD ist in Quadratmeter deklariert. Der Deklarationstyp entspricht einer EPD „von der Wiege bis Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B12 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Mehrschichtparkett					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	-5,2740E+00	1,0339E+00	4,2379E+00	-2,2000E-03
ODP	Kg R11-Äqv.	1,5397E-06	2,8044E-12	1,1543E-07	1,6552E-06
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	4,4440E-02	2,5986E-04	3,8336E-02	8,3036E-02
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	9,8360E-03	5,5230E-05	9,8415E-03	1,9733E-02
POCP	Kg Ethen-Äqv.	6,8370E-03	-3,9890E-05	6,3701E-03	1,3167E-02
PERT	MJ	4,8411E+02	9,1278E-02	4,7720E+02	9,6140E+02
PENRT	MJ	1,6960E+02	1,1808E+00	4,0495E+01	2,1128E+02

Tabelle B12:
Mehrschicht-
parkett

Produktionsstadium:
Im Produktionsstadium sind die Module A1–A3 separat ausgewiesen und deklariert, bezogen auf einen Quadratmeter.

Errichtungsstadium:
Für den Transport und die Montage (Modul A4 und A5) sind keine Werte vorhanden, sodass geeignete Annahmen getroffen werden mussten. Hierfür wurde der Datensatz „Meister Longlife Parkett“ aus der Ökobaudat-Datenbank verwendet. Mithilfe des Flächengewichts von 8,8 kg/m² konnten beiden Module auf einen Quadratmeter umgerechnet werden.

Nutzungsstadium:
Es kann angenommen werden, dass durch die Nutzung keine Emissionen verursacht werden, ebenso ist von keiner Instandhaltung, Reparatur und Modernisierung (Module B1, B3–B5) auszugehen.

19: Büroloft mit
Parkett-Boden



B.2.7 Teppichboden

Bei diesem Produkt handelt es sich um einen getufteten Teppichboden als Bahnware. Die EPD bezieht sich auf einen Quadratmeter. Die EPD ist vom Typ „von der Wiege bis zur Bahre“. Gemäß EPD ist der Teppichboden klassifiziert gemäß DIN EN 1307 [5] mit der Gebrauchsklasse 33, das heißt, er ist für starke Beanspruchungen im gewerblichen Bereich geeignet. Die DIN EN 1307 bezieht sich auf die nach EN ISO 10874 [6] definierte Einstufung. Die Lebensdauer des Teppichs beträgt laut EPD mindestens zehn Jahre. Die Werte sind in Tabelle B13 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Getufteter Teppich					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	1,39E+01	2,1400E+00	7,8120E+01	9,4160E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	4,94E-08	3,0101E-08	3,6545E-07	4,4495E-07
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	2,81E-02	4,3320E-03	1,9248E-01	2,2491E-01
EP	Kg (PO ₄) Δ3-Äqv.	4,35E-03	1,0937E-03	3,0245E-02	3,5689E-02
POCP	Kg Ethen-Äqv.	4,22E-03	4,4300E-04	2,7294E-02	3,1957E-02
PERT	MJ	1,05E+01	3,2700E+00	8,0800E+01	9,4570E+01
PENRT	MJ	2,67E+02	3,0900E+01	1,3437E+03	1,6416E+03

Tabelle B13:
Getufteter
Teppichboden

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben.

Errichtungsstadium:

Das Stadium der Errichtung wurde ebenfalls deklariert.

Nutzungsstadium:

Das Nutzungsmodul B1 ist deklariert. Im Zuge der Nutzung im ersten Anwendungsjahr fallen Emissionen an, die mit vier multipliziert werden, da der Teppich viermal ausgetauscht wird. Im Modul B2 wird die Reinigung berücksichtigt. Hierbei werden die Emissionen mit 50 Jahren multipliziert, da die deklarierten Zahlen auf ein Jahr bezogen sind. Weiterhin fällt der Ersatz (Modul B4) an. Hierfür werden die Module A1–A5 und C2–D aufsummiert und anschließend mit vier multipliziert, da der Austausch viermal erfolgt. Für die weiteren Module sind keine Umweltauswirkungen zu erwarten.

20: Strapazierfähiger
Teppichboden
im Laden



20

B.2.8 PVC

Bei der Produktgruppe handelt es sich laut EPD um PVC Bodenbeläge mit einer Stärke von zwei Millimetern. Die Referenz-Lebensdauer beträgt 20 Jahre. Deklariert wurden die Beläge in der Einheit Quadratmeter, die EPD behandelt alle Lebenszyklusstadien. Gemäß der EPD erfüllen die Produkte die Nutzungsklasse 34 und sind damit für gewerbliche Bereiche mit sehr starker Beanspruchung geeignet. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B14 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: PVC					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	7,80E+00	1,080E+00	3,9042E+01	4,7922E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	1,70E-08	2,752E-10	4,7469E-08	6,4745E-08
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	1,60E-02	2,500E-03	1,1670E-01	1,3520E-01
EP	Kg (PO ₄) Δ3-Äqv.	2,00E-03	4,700E-04	1,1457E-02	1,3927E-02
POCP	Kg Ethen-Äqv.	5,60E-03	-2,700E-04	1,9028E-02	2,4358E-02
PERT	MJ	8,50E+00	1,760E+00	6,1794E+01	7,2054E+01
PENRT	MJ	1,80E+02	1,610E+01	8,0346E+02	9,9956E+02

Tabelle B14:
PVC

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben.

Errichtungsstadium:

Das Stadium der Errichtung wurde ebenfalls deklariert.

Nutzungsstadium:

In diesem Stadium ist nur das Modul B2 deklariert, das die Emissionen für die Reinigung des PVC berücksichtigt. Für den Ersatz (Modul B4) wurde ermittelt, dass in diesem Stadium die Emissionen aller Module zweimal anfallen, da der Belag zweimal ausgetauscht werden muss. Die übrigen Module des Nutzungsstadiums werden mit „null“ angenommen.

21: Vinylboden im
Schuhgeschäft



21

B.2.9 Laminat

Bei diesem Produkt handelt es sich um eine EPD, die eine Produktgruppe der Nutzungsklassen 31–34 beschreibt. Die EPD bezieht sich auf ein Produkt mit einer Stärke von neun Millimetern und wird mithilfe vorhandener Umrechnungskoeffizienten auf eine Stärke von zwölf Millimetern erweitert. Die Lebensdauer des Laminats beläuft sich auf 20 Jahre. Somit wird der Belag innerhalb des Betrachtungszeitraums zweimal ausgetauscht. Der EPD-Typ ist „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B15 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Laminat					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	-3,91E+00	3,806E-01	5,4635E+01	5,1108E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	1,51E-09	1,478E-12	-6,2101E-09	-4,6957E-09
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	3,38E-02	6,308E-04	7,6029E-02	1,1048E-01
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	8,10E-03	1,562E-04	2,6397E-02	3,4654E-02
POCP	Kg Ethen-Äqv.	5,46E-03	-1,968E-04	1,6419E-02	2,1684E-02
PERT	MJ	2,39E+02	1,098E-01	4,4740E+02	6,8691E+02
PENRT	MJ	1,86E+02	1,917E+00	1,1047E+02	2,9803E+02

Tabelle B15: Laminat

Produktionsstadium:
Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben für einen Quadratmeter.

Errichtungsstadium:
Das Stadium der Errichtung wurde ebenfalls deklariert. Das Transportmodul A4 und das Installationsmodul A5, das die Installation berücksichtigt, sind ausgeführt und mit Auswirkungen versehen. Diese Module wurden summiert und ergeben die Umweltauswirkungen.

Nutzungsstadium:
In diesem Stadium ist nur das Modul B2 deklariert, das die Emissionen für die Reinigung des Laminats berücksichtigt. Für das Ersatzmodul B4 werden die Emissionen A1–A5, C2, C3 und D zweimal angesetzt, da der Belag zweimal ausgetauscht werden muss. Für die übrigen Module werden vernachlässigbare geringe Emissionen angenommen und daher die Werte mit „null“ angesetzt.

22+23: Laminat-boden



B.2.10 Sopro Kleber für Betonwerkstein, Naturwerkstein und keramische Fliese

Bei diesem deklarierten Produkt handelt es um einen vergüteten zementären Klebemörtel für die Verlegung der Bodenbeläge. Die Nutzungsdauer hängt vom Austausch des zu verklebenden Bodenbelags ab. Er ist in Kilogramm deklariert. Umfasst wird diese EPD gemäß des Typs „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B16 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Sopro's No. 1 Flexkleber					
	5mm	Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	2,3250E+00	6,2200E-01	0	2,9470E+00
ODP	Kg R11-Äqv.	2,5800E-08	6,7150E-12	0	2,5807E-08
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	8,6000E-03	8,6050E-04	0	9,4605E-03
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	8,7500E-04	2,1110E-04	0	1,0861E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	7,3000E-04	-3,3010E-04	0	3,9990E-04
PERT	MJ	6,0000E+00	1,1030E-01	0	6,1103E+00
PENRT	MJ	3,8100E+01	1,8015E+00	0	3,9902E+01
	20mm	Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	9,3000E+00	2,4880E+00	0	1,1788E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	1,0320E-07	2,6860E-11	0	1,0323E-07
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	3,4400E-02	3,4420E-03	0	3,7842E-02
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	3,5000E-03	8,4440E-04	0	4,3444E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	2,9200E-03	-1,3204E-03	0	1,5996E-03
PERT	MJ	2,4000E+01	4,4120E-01	0	2,4441E+01
PENRT	MJ	1,5240E+02	7,2060E+00	0	1,5961E+02

Tabelle B16: Klebemörtel

Produktionsstadium:
Die Informationsmodule aus den Produktionsstadien A1, A2 und A3 sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben. Der Hersteller gibt vor, dass pro Quadratmeter und pro Millimeter Schichtdicke ca. ein Kilogramm des Produktes notwendig ist. Daher werden die Werte mit der jeweiligen Schichtdicke multipliziert (fünf Millimeter bzw. 20 Millimeter).

Errichtungsstadium:
Das Modul A4 Transport und das Modul A5 Montage sind deklariert. Für die Kalkulation werden die Werte wieder mit den jeweiligen Schichtdicken multipliziert (fünf Millimeter bzw. 20 Millimeter).

Nutzungsstadium:
Das Nutzungsstadium ist nicht deklariert. Eine Reparatur (Modul B3) oder ein Ersatz (Modul B4) wäre nur erforderlich, wenn eine Fliese/Platte ausgetauscht werden müsste. Dies ist jedoch als vernachlässigbar einzuordnen. Bei den übrigen Modulen des Nutzungsstadiums ist davon auszugehen, dass keine Emissionen anfallen oder die anfallenden Emissionen zu gering sind.

B.2.11 Akemi Steinimprägnierung für Naturwerkstein

Dieses Produkt der Firma Akemi wird verwendet, um Steinbodenbeläge oder auch andere Materialien zu imprägnieren und somit Verunreinigungen vorzubeugen. Die ökologischen Daten stammen von der Firma Akemi und sind streng vertraulich. Die Daten umfassen die Herstellungsphase mit den Lebenszyklusphasen A1–A3 und sind in Kilogramm angegeben.

Produktionsstadium:

Der auf C220 geschliffene Jura Kalkstein wird erstmalig in einem Auftrag behandelt, wobei eine Ergiebigkeit von 14 m²/l laut Akemi zugrunde zu legen ist. Die Emissionen müssen mit der Dichte von 0,76 kg/l multipliziert und durch die Ergiebigkeit von 14 m²/l geteilt werden und ergeben dann die Umweltauswirkungen je Quadratmeter.

Errichtungsstadium:

Für das Transportmodul A4 wird angenommen, dass das Produkt 100 Kilometer mit einem Klein-Lkw auf die Baustelle transportiert wird. Hierfür wurde der Datensatz Klein-Lkw aus der Ökobaudat-Datenbank verwendet.

Nutzungsstadium:

Bei einem Bodenbelag im Innenbereich wird eine dreimalige Auffrischung innerhalb von zehn Jahren empfohlen, wobei pro Behandlung von einer Ergiebigkeit von 23 m²/l angenommen werden kann. In 50 Jahren ist somit von 15 Auffrischungen auszugehen. Daher werden die Werte aus dem Produktionsstadium mit 0,76 und 15 multipliziert und dann durch 23 dividiert.

B.2.12 Klebstoff für Parkett

Bei diesem Produkt handelt es sich um Klebstoff für Parkett und Bodenbeläge auf Polyurethan- oder SMP-Basis, gefüllt oder auf wässriger Basis und lösemittelfrei. Durch ihren Einsatz wird die Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken entscheidend verbessert und ihre ursprüngliche Nutzungsdauer deutlich verlängert. Die zu erwartende Referenz-Nutzungsdauer ist abhängig von der spezifischen Einbausituation und damit verbundenen Exposition des Produktes. Sie kann durch Witterung sowie mechanische oder chemische Belastungen beeinflusst werden. Das Produkt ist in Kilogramm deklariert. Durch die Dichte ergibt sich eine Menge von 0,75 Kilogramm auf eine Schichtdicke von einem Millimeter pro Quadratmeter. Die EPD umfasst den Typ „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B17 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Kleber für Mehrschichtparkett					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	6,9900E+00	2,2620E-01	7,7798E+00	1,4996E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	5,1000E-08	2,1375E-10	5,1562E-08	1,0278E-07
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	2,1450E-02	2,6775E-04	2,1245E-02	4,2963E-02
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	4,0050E-03	6,5310E-05	4,0288E-03	8,0991E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	3,7500E-03	- 1,0350E-04	3,5807E-03	7,2272E-03
PERT	MJ	4,7700E+00	3,4980E+03	3,5027E+03	7,0054E+03
PENRT	MJ	1,3380E+02	4,9740E+02	6,2871E+02	1,2599E+03

Tabelle B17: Klebstoffe für Parkett

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben. Für die Umrechnung auf die funktionelle Einheit wurden die Werte aus der EPD mit 0,75 multipliziert, um die notwendige Menge für einen Quadratmeter zu erhalten.

Errichtungsstadium:

Das Errichtungsstadium ist deklariert. Somit sind die Emissionen für den Transport und die Montage des Klebers gegeben. Diese werden wie im Produktionsstadium mit dem Faktor 0,75 multipliziert.

Nutzungsstadium:

Das gesamte Nutzungsstadium ist in dieser EPD nicht deklariert. Somit sind Annahmen notwendig. Es wird angenommen, dass die Stadien zur Nutzung, Instandhaltung, Reparatur (Module B1–B3) sowie das Modul B5 mit Informationen zur Modernisierung keine Umwelteinflüsse verursachen. Der Ersatz (Modul B4) verursacht allerdings Umweltauswirkungen, da das Parkett und damit auch der Kleber im Betrachtungszeitraum von 50 Jahren einmal ausgetauscht werden müssen.

B.2.13 Versiegelung für Parkett

Das Produkt beinhaltet Versiegelungen für Parkettböden, Fußbodenbeschichtungen und Bodenbeläge auf Polyurethanbasis; lösemittelhaltig mit einem Lösemittelgehalt kleiner 10%. Es werden Reaktionsharze zum Oberflächenschutz von Holz und Parkettböden verwendet. Durch ihren Einsatz wird die Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken entscheidend verbessert und ihre ursprüngliche Nutzungsdauer deutlich verlängert. Die zu erwartende Referenz-Nutzungsdauer ist abhängig von der spezifischen Einbausituation und damit verbundenen Exposition des Produktes. Es wird angenommen, dass die Versiegelung viermal erneuert werden muss. Die EPD ist in Kilogramm deklariert. Es handelt sich um eine Deklaration von der „Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B18 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Versiegelung für Mehrschichtparkett					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	3,2550E+00	1,1310E-01	1,3097E+01	1,6466E+01
ODP	Kg R11-Äqv.	2,4450E-08	4,4100E-12	9,7416E-08	1,2187E-07
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	1,1625E-02	1,3388E-04	4,6091E-02	5,7849E-02
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	1,6650E-03	3,2655E-05	6,7075E-03	8,4052E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	1,8075E-03	1,1197E-02	5,1887E-02	6,4892E-02
PERT	MJ	3,2025E+00	1,2293E-02	1,2657E+01	1,5872E+01
PENRT	MJ	6,3825E+01	2,8920E-01	2,5148E+02	3,1559E+02

Tabelle B18: Versiegelung für Parkett

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben. Für die Umrechnung auf die funktionelle Einheit wurden die Werte aus der EPD mit dem Faktor 0,75 multipliziert, da für eine Schichtdicke der Versiegelung von 0,6 Millimetern eine Menge von 0,75 Kilogramm notwendig ist. Damit ergeben sich die Emissionen für einen Quadratmeter Versiegelung.

Errichtungsstadium:

Das Stadium der Errichtung wurde ebenfalls ausführlich deklariert. Das Transportmodul A4 und das Montagemodul A5 sind deklariert. Diese Module wurden summiert und mit dem Faktor 0,75 multipliziert.

Nutzungsstadium:

Es wird angenommen, dass durch die Nutzung keine Emissionen verursacht werden (Modul B1). Auch wird von keinen oder vernachlässigbar geringen Instandhaltungs-, Reparatur- oder Modernisierungsmaßnahmen (Module B3–B5) ausgegangen. Da die Versiegelung viermal erneuert wird, fallen im Ersatzmodul B4 die Umweltauswirkungen der Module A1–A5 und D viermal an. Das Entsorgungsstadium fällt nicht an, da hier davon ausgegangen wird, dass die Versiegelung zusammen mit dem Parkett entsorgt wird und vernachlässigbar gering ist.

B.2.14 Nivelliermasse für Laminat, Teppich und PVC

Bei diesem Produkt handelt es sich um eine Bodenausgleichsmasse. Durch den Einsatz von Sopro OFS 543 Nivelliermasse kann die Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken verbessert und ihre ursprüngliche Nutzungsdauer verlängert werden. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B19 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Nivelliermasse					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	2,0925E+00	5,5980E-01	1,2540E+02	1,2805E+02
ODP	Kg R11-Äqv.	2,3220E-08	6,0435E-12	9,4520E-08	1,1775E-07
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	7,7400E-03	7,7445E-04	1,0356E+00	1,0441E+00
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	7,8750E-04	1,8999E-04	2,0536E-01	2,0633E-01
POCP	Kg Ethen-Äqv.	6,5700E-04	-2,9709E-04	1,2487E-01	1,2523E-01
PERT	MJ	5,4000E+00	9,9270E-02	1,1457E+02	1,2007E+02
PENRT	MJ	3,4290E+01	1,6214E+00	1,7266E+03	1,7625E+03

Tabelle B19: Nivelliermasse

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben. Für die Umrechnung auf die funktionelle Einheit wurden die Werte aus der EPD mit dem Faktor 4,5 multipliziert.

Errichtungsstadium:

Das Stadium der Errichtung wurde deklariert. Die Werte wurden mit dem Faktor 4,5 multipliziert.

Nutzungsstadium:

Für das Nutzungsstadium sind keine Module deklariert worden. Es wurde angenommen, dass keine oder vernachlässigbar geringe Umweltauswirkungen durch Nutzung, Instandhaltung, Reparatur und Modernisierung zu erwarten sind (Module B1, B3–B5). Da die Nivelliermasse bei Ersatz des Bodenbelags ebenfalls ersetzt wird, fallen im Modul B4 die Umweltauswirkungen der Module A1–A5 und C1–D (C1–C4 aus Beton) erneut an. In der vorhergehenden Tabelle wird die Nivelliermasse viermal erneuert. Dieses Vorgehen findet beim Teppichbelag statt. Bei den Belägen PVC und Laminat wird die Masse zweimal erneuert.

B.2.15 Dispersionsklebstoff

Der Kleber ist ein haftstarker, lösemittelfreier und sehr emissionsarmer Dispersionsklebstoff für textile Bodenbeläge aller Art sowie für Linoleum.

Die Nutzungsdauer von Dispersionsklebstoffen richtet sich nach der Nutzungsdauer des Bodenbelags. Die Nutzungsdauer von Textilbelägen liegt bei ca. zehn Jahren. Die EPD ist in Kilogramm deklariert. Sie erscheint als Typ „von der Wiege bis Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B20 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Dispersionsklebstoff für Teppich					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	4,1358E-02	5,2605E-02	8,4878E-01	9,4275E-01
ODP	Kg R11-Äqv.	3,2968E-08	1,4715E-12	1,3180E-07	1,6477E-07
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	9,3870E-04	7,3575E-05	3,9725E-03	4,9848E-03
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	2,4224E-04	1,8180E-05	1,0603E-03	1,3208E-03
POCP	Kg Ethen-Äqv.	1,5683E-04	-3,0245E-05	4,7405E-04	6,0063E-04
PERT	MJ	8,4659E-01	6,5925E-03	2,9817E+00	3,8349E+00
PENRT	MJ	6,9701E+00	1,6038E-01	2,2645E+01	2,9775E+01

Tabelle B20: Dispersionsklebstoff

Produktionsstadium:

Im Produktionsstadium sind die Module A1–A3 deklariert. Bei einer Schichtdicke von einem Millimeter werden 0,45 Kilogramm benötigt. Somit werden die Emissionen mit dem Faktor 0,45 multipliziert.

Errichtungsstadium:

Das Stadium der Errichtung wurde ebenfalls ausführlich deklariert. Das Transportmodul A4 und das Installationsmodul A5 sind deklariert. Sie werden mit dem Faktor 0,45 multipliziert.

Nutzungsstadium:

Innerhalb des Nutzungsstadiums sind keine Module deklariert worden. Es wird angenommen, dass im Zuge der Nutzung, Instandhaltung, Reparatur und Modernisierung keine Emissionen verursacht werden außer durch einen Ersatz (Modul B4). Da der Kleber viermal erneuert wird, fallen dort die Umweltauswirkungen der Module A1–A5 und C2–D viermal an.

B.2.16 Belagskleber

Dieses Produkt ist ein Belagskleber für textile und elastische Beläge mit einer Ergiebigkeit von 0,25 kg/m². Durch den Einsatz von Belagsklebern wird die Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken entscheidend verbessert und ihre ursprüngliche Nutzungsdauer deutlich verlängert. Die Lebensdauer ist abhängig vom darauf liegenden Belag. Die deklarierte Einheit ist Kilogramm. Es handelt sich also um eine Deklaration „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“. Die resultierenden Werte sind in Tabelle B21 aufgelistet.

Umweltauswirkungen: Belagskleber für elastische Beläge					
		Produktionsstadium	Errichtungsstadium	Nutzungsstadium	Summe Emissionen pro Quadratmeter
GWP	Kg CO ₂ -Äqv.	2,3875E-01	4,5900E-02	7,8037E-01	1,0650E+00
ODP	Kg R11-Äqv.	5,8500E-11	3,7850E-13	2,8908E-10	3,4796E-10
AP	Kg SO ₂ -Äqv.	6,3500E-04	4,4700E-05	1,4286E-03	2,1083E-03
EP	Kg (PO ₄) ^Δ 3-Äqv.	7,6000E-05	1,0935E-05	1,8896E-04	2,7590E-04
POCP	Kg Ethen-Äqv.	1,4700E-04	7,4475E-05	4,4459E-04	6,6607E-04
PERT	MJ	3,7000E-01	5,7275E-03	7,0474E-01	1,0805E+00
PENRT	MJ	6,6750E+00	9,2750E-02	1,3113E+01	1,9881E+01

Tabelle B21:
Belagskleber

Produktionsstadium:

Die Informationsmodule A1, A2 und A3 aus der Herstellungsphase sind deklariert und als ein aggregiertes Modul A1–A3 angegeben. Durch Multiplikation mit der Ergiebigkeit entsteht die gewünschte funktionelle Einheit.

Errichtungsstadium:

Das Stadium der Errichtung wurde ebenfalls deklariert. Das Transportmodul A4 und das Installationsmodul A5 werden mit dem Ergiebigkeitsfaktor von 0,25 kg/m² multipliziert.

Nutzungsstadium:

Dieses Stadium ist gar nicht deklariert worden. Es wird angenommen, dass der Kleber analog zum PVC-Belag zweimal ausgetauscht wird und die Werte dieses Moduls sich folglich aus zweimal der Summe der Werte der Module A1–A5 und C2–D ergeben. Die restlichen Informationsmodule werden mit „null“ angenommen.

Wir bedanken uns bei unseren **Partnern** für die großzügige Unterstützung dieser Nachhaltigkeitsstudie für Bodenbeläge:



ZDNW – Zentralverband der deutschen Naturwerksteinwirtschaft
Weißkirchener Weg 16
D-60439 Frankfurt am Main
www.zdnw.de



Franken-Schotter GmbH & Co. KG
Hungerbachtal 1
91757 Treuchtlingen-Dietfurt
www.franken-schotter.com



AKEMI chemisch technische Spezialfabrik GmbH
Lechstraße 28
D-90451 Nürnberg
www.akemi.de



Sopro Bauchemie GmbH
Postfach 42 01 52
65102 Wiesbaden
www.sopro.com



Naturstein-Verband Schweiz
Seilerstrasse 22
CH-3001 Bern
www.nvs.ch

Impressum

Herausgeber:
DNV
Deutscher Naturwerkstein-Verband e.V.
Sanderstraße 4
97070 Würzburg
Telefon 0931/1 20 61
Telefax 0931/1 45 49
www.natursteinverband.de

Gestaltung:
allegria design – Oppermann
München
www.allegriadesign.de

Redaktion:
Reiner Krug, Jana Kern

Copyright:
Printed in Germany 2018

Druck: bonitasprint, Würzburg

Fotonachweis ©:
Umschlag vorne: Franken-Schotter, Mitte:
Wolf-Dieter Gericke für Lauster Steinbau
Umschlag Rückseite (v.li.n.re.): DNV, Johann
Stiegler, Frank-Peter Funke fotolia.de

Abbildungen im Innenteil:
S.3 Richard Watzke.
1+2 Franken-Schotter, 3 Wolf-Dieter Gericke
für Lauster Steinbau, 4 Franken-Schotter,
5 Steinger Steinmetz, 6 brizmaker-shutter-
stock.com, 7 Wittaya Puangkingkaew-123rf.
com, 8 Wavebreak Media Ltd-123rf.com,
9 Franken-Schotter, 10 Heinrich Quirrenbach
Naturstein, 11+12 Wolf-Dieter Gericke für
Lauster Steinbau, 13 Grafik Universität Stutt-
gart, 14 TRACO, 15 juan_aunion-stock.
adobe.com, 16 Jodie Johnson-stock.adobe.
com, 17+18 Katarzyna Bialasiewicz-123rf.
com, 19 Christian Hillebrand-stock.adobe.
com, 20 Panom Pensawang-123rf.com,
21 fipphoto-123rf.com, 22 lightpoet-123rf.
com, 23 dotshock-123rf.com

Wir danken unseren Mitgliedsbetrieben für
das Bereitstellen des Bildmaterials.

Alle Rechte, auch die des auszugswei-
sen Nachdrucks, der fotomechanischen
Wiedergabe und der Übersetzung
behält sich der Herausgeber vor.

Ein zusätzlicher Beitrag,
Ressourcen zu schonen:

Die Nachhaltigkeitsstudie des DNV
wurde auf Recyclingpapier (Circle Offset
Premium White), das mit dem Blauen
Engel ausgezeichnet ist, gedruckt. Die-
ses Papier wird klimaneutral und ohne
Zusatz von optischen Aufhellern und
Chlorbleiche aus Altpapier hergestellt.
Der Blaue Engel gilt als eines der welt-
weit strengsten Umweltzeichen. Die bei
der Herstellung für diese Studie ent-
standenen CO₂-Emissionen bei Druck
und Produktion hat der DNV neutrali-
siert. Dazu wurde am 16.10.2018
mit der Transaktionskennung
DE-204-548397 die entsprechende
Menge an CO₂-Emission ausgeglichen.





Herausgegeben vom
Deutschen Naturwerkstein-
Verband e. V. (DNV)
Sanderstraße 4
97070 Würzburg
Telefon 09 31 / 1 20 61
Telefax 09 31 / 1 45 49
www.natursteinverband.de

Überreicht durch:



Elbe Naturstein GmbH & Co. KG
Kallmorgen Tower
Willy-Brandt-Straße 23-25
20457 Hansestadt Hamburg
Tel: +49 (0)40 4011414-0
Email: info@elbe-naturstein.de
Web: www.elbe-naturstein.de