

UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804+A2

| | |
|---------------------|---|
| Deklarationsinhaber | Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. |
| Herausgeber | Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) |
| Programmhalter | Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) |
| Deklarationsnummer | EPD-BKS-20210205-IBE2-DE |
| Ausstellungsdatum | 11.10.2021 |
| Gültig bis | 16.09.2026 |

Kalksandstein
Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

www.ibu-epd.com | <https://epd-online.com>



1. Allgemeine Angaben

| | |
|--|---|
| <p>Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.</p> <hr/> <p>Programmhalter IBU – Institut Bauen und Umwelt e.V. Panoramastr. 1 10178 Berlin Deutschland</p> <hr/> <p>Deklarationsnummer EPD-BKS-20210205-IBE2-DE</p> <hr/> <p>Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorien-Regeln: Kalksandstein, 11.2017 (PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenrat (SVR))</p> <hr/> <p>Ausstellungsdatum 11.10.2021</p> <hr/> <p>Gültig bis 16.09.2026</p> | <p>Kalksandstein</p> <hr/> <p>Inhaber der Deklaration Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. Entenfangweg 15 30419 Hannover Deutschland</p> <hr/> <p>Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit 1 Tonne Kalksandstein</p> <hr/> <p>Gültigkeitsbereich: Die Anwendung dieses Dokumentes ist auf Kalksandsteine beschränkt, die von Mitgliedsunternehmen des Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. hergestellt werden. Für diese Deklaration wurden von 52 Produktionsstandorten Daten aus dem Jahr 2019 zur Verfügung gestellt. Diese Mitglieder repräsentieren nach Anzahl rund 70 % der im Bundesverband zusammengeschlossenen Hersteller von Kalksandsteinen. Das Produktionsvolumen dieser Firmen liegt - nach Produktionsmenge - bei über 70 % des deutschen Marktes</p> <p>Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine Haftung des IBU in Bezug auf Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen. Die EPD wurde nach den Vorgaben der EN 15804+A2 erstellt. Im Folgenden wird die Norm vereinfacht als EN 15804 bezeichnet.</p> <hr/> <p>Verifizierung</p> <p>Die Europäische Norm EN 15804 dient als Kern-PCR</p> <p>Unabhängige Verifizierung der Deklaration und Angaben gemäß ISO 14025:2010</p> <p><input type="checkbox"/> intern <input checked="" type="checkbox"/> extern</p> <hr/> <p>Signaturen:</p> <p> Dipl. Ing. Hans Peters (Vorstandsvorsitzender des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)</p> <p> Dr. Alexander Röder (Geschäftsführer Instituts Bauen und Umwelt e.V.)</p> <p> Dr. Eva Schmincke, Unabhängige/-r Verifizierer/-in</p> |
|--|---|

2. Produkt

2.1 Produktbeschreibung/Produktdefinition

Die genannten Produkte sind Mauersteine verschiedener Maße und Grenzabmaße aus Kalksandstein mit unterschiedlicher Form und Ausbildung. Kalksandstein gehört zur Gruppe der dampfgehärteten Baustoffe.

Für das Inverkehrbringen des Produkts in der EU/EFTA (mit Ausnahme der Schweiz) gilt die Verordnung (EU) Nr. 305/2011 (CPR). Das Produkt benötigt eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung von EN 771-2:2011+A1:2015, Festlegungen für Mauersteine – Teil 2: Kalksandsteine und die CE-Kennzeichnung.

Für die Verwendung gelten die jeweiligen nationalen Bestimmungen.

2.2 Anwendung

Kalksandsteine in geschütztem und ungeschütztem Mauerwerk, Stützen und Trennwänden.

2.3 Technische Daten

Bautechnische Daten

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|--|------------------|--------------------|
| Brutto- Trockenrohddichte nach EN 772-13 | ≥ 1,01 ≤ 3,60 | kg/dm ³ |
| Mittelwert der Druckfestigkeit senkrecht zur Lagerfläche nach EN 772-1 | ≥ 5 ≤ 75 | N/mm ² |
| Brandverhaltensklasse nach | A1 | - |

| | | |
|--|---------------|--------|
| EN13501-1 | | |
| Wärmeleitfähigkeit nach EN 1745 | 0,5 - 1,8 | W/(mK) |
| Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl nach EN ISO 12572 | 5/10 15/25 | - |
| Mittelwert der Wasseraufnahme nach EN 772-21 | ≥ 10 ≤ 20 | % |

Leistungswerte des Produkts entsprechend der Leistungserklärung in Bezug auf dessen wesentliche Merkmale gemäß EN 771-2:2011+A1:2015, Festlegungen für Mauersteine – Teil 2: Kalksandsteine.

Für das Inverkehrbringen in der EU/EFTA (mit Ausnahme der Schweiz) gilt die Verordnung (EU) Nr. 305/2011 vom 9.3.2011. Die Produkte benötigen eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung von DIN EN 771-2: 2011-07+A1: 2015; Festlegungen für Mauersteine - Teil 2: Kalksandsteine und die CE-Kennzeichnung.

Für die Verwendung der Produkte gelten die jeweiligen nationalen Bestimmungen, in Deutschland die

DIN 20000-402: 2017-01; Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 402: Regeln für die Verwendung von Kalksandsteinen nach EN 771- 2: 2015-11 sowie im Sonderfall allgemeine Bauartgenehmigungen des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin.

2.4 Lieferzustand

Die produzierten Formate der Bausteine liegen zwischen 240 mm * 115 mm * 52 mm (Länge * Breite * Höhe) und 998 mm * 365 mm * 623 mm.

2.5 Grundstoffe/Hilfsstoffe

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|--------------|---------|---------|
| Sand | 65 - 85 | M-% |
| Kies | 0 - 45 | M-% |
| Brechsand | 0 - 10 | M-% |
| Branntkalk | 5 - 12 | M-% |
| Gesteinsmehl | 0 - 2 | M-% |

Sand

Der eingesetzte Sand ist ein natürlicher Rohstoff, der neben dem Hauptmineral Quarz (SiO₂) natürliche Neben- und Spurenminerale enthält. Er ist ein wesentlicher Grundstoff für die hydrothermale Reaktion während der Dampfhärtung. Zum Erreichen bestimmter Produkteigenschaften werden mitunter weitere natürliche Rohstoffe zugemischt. Das können Grob- und Feinkomponenten sein wie z. B. Kies der Fraktion 2 – 8 mm, Kalksteinsplitt, Grauwackesplitt, Basaltsplitt oder Quarz oder Kalkstein.

Kies

Kies ist eine natürlich gerundete Gesteinskörnung mit einem Größtkorn > 4 mm. Für die Herstellung von Kalksandstein wird Kies der Fraktion 2– 8 mm eingesetzt. Kies mit einem Größtkorn bis 4 mm wird als Kiessand bezeichnet. Kiese werden aus Fluss- oder Gletschergeschieben durch Baggern oder Saugen gewonnen.

Brechsand

Brechsand ist in der Kalksandsteinindustrie ein zerkleinerter natürlicher Sand. Durch den Brechvorgang sind die Sandkörner nicht rund, sondern kantig und splittrig. Er sorgt als Zuschlagstoff für eine gute Verzahnung.

Branntkalk:

Branntkalk gem. EN 459 dient als Bindemittel und wird durch Brennen von natürlichem Kalkstein hergestellt.

Gesteinsmehle

Gesteinsmehle sind in der Kalksandsteinindustrie mehlfine Stoffe aus natürlichem Gestein, z.B. Kalksteinmehl oder Quarzmehl. Es handelt sich hierbei um Zuschläge, die zur Verbesserung der Sieblinie und der Verarbeitbarkeit dienen.

Wasser

Das Vorhandensein von Wasser ist Grundlage für die hydraulische Reaktion der Bindemittel. Eine kontinuierliche Prozessführung erfordert die Einstellung eines definierten Wassergehaltes beim Pressen.

Das Produkt/mindestens ein Teilerzeugnis enthält Stoffe der ECHA-Liste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (en: Substances of Very High Concern – SVHC) (20.12.2018) oberhalb von 0,1 Massen-%: **nein**.

Das Produkt/mindestens ein Teilerzeugnis enthält weitere CMR-Stoffe der Kategorie 1A oder 1B, die nicht auf der Kandidatenliste stehen, oberhalb von 0,1 Massen-% in mindestens einem Teilerzeugnis: **nein**.

Dem vorliegenden Bauprodukt wurden Biozidprodukte zugesetzt oder es wurde mit Biozidprodukten behandelt (es handelt sich damit um eine behandelte Ware im Sinne der Biozidprodukteverordnung (EU) Nr. 528/2012): **nein**.

2.6 Herstellung

Die verwendeten Rezepturen werden den jeweiligen Rohstoffeigenschaften angepasst und variieren innerhalb der unter 2.5. Grundstoffe/Hilfsstoffe angegebenen Schwankungsbreiten. Weitere Stoffe sind nicht enthalten. Die Rohstoffe (Sand, Branntkalk und Wasser) werden entsprechend der jeweiligen Rezeptur gravimetrisch dosiert und intensiv miteinander vermischt.

Anschließend wird die Rohstoffmischung in einem Reaktor genannten Reaktionsbehälter zwischengelagert, wobei es zu einer exothermen Reaktion kommt. Damit wird sichergestellt, dass der Branntkalk vor der Weiterverarbeitung vollständig zu Kalkhydrat ablöscht. Vom Reaktor gelangt das Mischgut in einen Nachmischer, in dem es durch Wasserzugabe auf Pressfeuchte gebracht wird.

Die Verdichtung und Formgebung der Rohmasse erfolgt im Anschluss hieran in Formkästen durch die Kalksandsteinpressen. Die Rohlinge werden dann mittels einer Stapelautomatik auf Härtewagen gestapelt und über ein Schiebebühnensystem per Gleisanlage in den Härtekessel transportiert.

Die Ausbildung der endgültigen Eigenschaften der Bauteile erfolgt während der anschließenden Dampfhärtung über 6– 12 Stunden bei etwa 200 °C und

einem Druck von ca. 16 bar in Dampfdruckkesseln, den sog. Autoklaven. Hier bilden sich aus den eingesetzten Stoffen Calcium-Silikat-Hydrate. Die Reaktion des Materials ist mit der Entnahme aus dem Autoklav abgeschlossen. Der Dampf wird nach Abschluss des Härtungsprozesses für weitere Autoklavzyklen verwandt. Das anfallende Kondensat wird soweit technologisch möglich als Prozesswasser genutzt.

2.7 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

Es gelten die allgemeinen gesetzlichen Grundlagen und das Regelwerk der Berufsgenossenschaften. Besondere Maßnahmen zum Gesundheitsschutz der Mitarbeiter oder zum Schutz der Umwelt sind nicht zu treffen.

2.8 Produktverarbeitung/Installation

Die Verarbeitung von Kalksandsteinen erfolgt von Hand, bei Produkten mit einer Masse über 25 kg sind Hebezeuge erforderlich. Planelemente werden in der Regel im Kalksandsteinwerk vorkonfektioniert und nummeriert auf die Baustelle geliefert. Elemente können auch lose geliefert werden. Das Zerteilen von Bauteilen erfolgt im Nassverfahren mit Diamantsägen.

Schnelllaufende Werkzeuge, wie z. B. Trennschleifer ohne Wassereinsatz bzw. ohne Absaugung sind auf Grund ihrer Staubgenerierung (auch Quarzfeinstaub) für die Bearbeitung von Kalksandstein ungeeignet. Die Verbindung der Kalksandstein-Bauteile untereinander sowie mit anderen genormten Baustoffen erfolgt mit Normal- oder Dünnbettmörtel nach *DIN EN 998-2*. Die Kalksandstein-Bauteile können verputzt, beschichtet oder mit einem Anstrich versehen werden.

Auch eine Bekleidung mit kleinformatischen Teilen oder die Anbringung von Vormauerschalen nach *EN 1996-2* ist möglich. Kalksandstein-Verblender werden selbst als Vormauerschale eingesetzt.

2.9 Verpackung

Kalksandstein-Bauteile werden auf Holzpaletten gestapelt und mit Stahl- oder Kunststoffbändern umreift bzw. in recyclebare Schrumpffolie aus Polyethylen (PE) eingeschweißt oder auch lose verladen.

2.10 Nutzungszustand

Kalksandstein verändert sich nach Verlassen des Autoklaven nicht mehr.

2.11 Umwelt und Gesundheit während der Nutzung

Kalksandstein emittiert keine schädlichen Stoffe wie z. B. VOC (Volatile Organic Compounds – de: flüchtige organische Verbindungen). Die natürliche ionisierende Strahlung der Kalksandstein-Produkte ist äußerst gering und erlaubt aus radiologischer Sicht einen uneingeschränkten Einsatz dieses Baustoffes (vgl. 7.1 Radioaktivität).

2.12 Referenz-Nutzungsdauer

Bei bestimmungsgemäßer Anwendung ist Kalksandstein unbegrenzt beständig.

2.13 Außergewöhnliche Einwirkungen

Brand

Im Brandfall können keine toxischen Gase und Dämpfe entstehen. Die genannten Produkte erfüllen nach *EN 13501-1* die Anforderungen der Baustoffklasse A1, "nicht brennbar".

Brandschutz

| Bezeichnung | Wert |
|----------------|------|
| Baustoffklasse | A1 |

Wasser

Unter Wassereinwirkung (z. B. Hochwasser) reagiert Kalksandstein schwach alkalisch. Es werden keine Stoffe ausgewaschen, die wassergefährdend sein können.

Mechanische Zerstörung

Bei mechanischer Zerstörung von Kalksandsteinen entstehen keine Risiken für die Umwelt.

2.14 Nachnutzungsphase

Kalksandstein überdauert die Nutzungszeit der daraus errichteten Gebäude. Nach dem Rückbau derartiger Gebäude können die Materialien deshalb ohne Einschränkungen hinsichtlich Dauerhaftigkeit erneut verwendet werden.

Vermauerte Kalksandsteine wurden bislang kaum wiederverwendet.

Kalksandsteinreste aus Rückbau und Abbruch erfüllen die Kriterien der LAGA/Z 0. Das bedeutet, dass das Material für den uneingeschränkten Einbau geeignet ist (als Verfüllungen z. B. als Verfüllungen im Erd-, Straßen- und Wegebau, als Vegetationssubstrat und auch auf Deponien) *Prüfberichte Dr. Wessling GmbH 2015*.

Kalksandsteine sind in vollem Umfang recyclingfähig. Aufbereitetes Kalksandstein-Abbruchmaterial kann aufgrund von Forschungsergebnissen für verschiedene Verwertungspfade angewandt werden: z.B. im Erd-, Straßen- und Wegebau, Vegetationsbau, Deponiebau, Betonbau etc. (*Fb 80 1994, Fb 86 1997, Fb 97 2003, Fb 106 2008, Fb 111 2010, Fb 115 2014, Fb 116 2014, Fb 118 2015, Fb 122 2019, Fb 127 2016, Fb 131 2021*).

2.15 Entsorgung

Kalksandsteine können auf Deponien der Klasse 0 gemäß *DepV (Deponieverordnung)* entsorgt werden. Schlüssel nach *Europäischem Abfallkatalog (EAKV)*: 17 01 01.

2.16 Weitere Informationen

Weitere Informationen können der Website des Bundesverbandes Kalksandsteinindustrie e.V. www.kalksandstein.de entnommen werden.

3. LCA: Rechenregeln

3.1 Deklarierte Einheit

Die Deklaration bezieht sich auf die Herstellung von 1 t Kalksandstein.

Durch Multiplikation der Ergebnisse mit der Rohdichteklasse, z.B. RDK 2,0, erhält man die Ökobilanzergebnisse pro m³.

Deklarierte Einheit

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|---------------------------|-------|-------------------|
| Deklarierte Einheit | 1000 | kg |
| Rohdichte | 1800 | kg/m ³ |
| Umrechnungsfaktor zu 1 kg | 0,001 | - |

3.2 Systemgrenze

Typ der EPD: Wiege bis zum Werkstor- mit Optionen.

Die Module C3, C4 sind jeweils für 2 verschiedene Lebensende-Szenarien angegeben:
 Szenario 1: 100 % Bauschutttaufbereitung
 Szenario 2: 100 % Deponierung

A1-A3 Produktion

Energiebereitstellung und Produktion der Grundstoffe, Aufbereitung von Sekundärmaterial, Hilfsstoffe, Transport der Materialien zum Produktionswerk, Emissionen, Abwasserbehandlung, Verpackungsmaterial und Abfallbewirtschaftungs-Prozesse bis zur Deponierung von Restabfall (außer radioaktivem Abfall).

A4 Transport

Transport der verpackten Kalksandsteine vom Werkstor bis zum Einbauort.

A5 Einbau

Einbau der Kalksandsteine sowie die Behandlung der Verpackungsmaterialien in Müllverbrennungsanlagen nach dem Einbau des Produktes

B1 Nutzung

Gutschriften im Zuge der Recarbonatisierung sind in diesem Modul deklariert.

C1 Rückbau

Nach Ablauf der Nutzungsdauer wird das deklarierte Produkt mit Hilfe eines Baggers rückgebaut.

C2 Transport

Transport des deklarierten Produkts zur Deponie und Abfallsammelstelle für Recyclingprodukte.

C3 Abfallbehandlung

C3-1: Das deklarierte Produkt wird in einer Abfallaufbereitungsanlage aufbereitet.
 C3-2: Für die Deponierung ist keine Abfallaufbereitung notwendig.

C4 Deponierung

C4-1: Es erfolgt keine Deponierung
 C4-2: Die Kalksandsteine werden deponiert.

D Recyclingpotential

D: Gutschriften für gewonnene Energie infolge der Verbrennung von Verpackung (Anlage mit R1>0,6),

D-1: Gutschriften infolge des Recyclings von Kalksandsteinbruch.

3.3 Abschätzungen und Annahmen

Nicht für alle Rohstoffe oder Vorprodukte liegen in der GaBi-9- Datenbank Datensätze vor. Für einige Stoffe wurden die Prozesse mit in Herstellung und Umweltauswirkung ähnlichen Vorprodukten abgeschätzt (es wurde z.B. der Grundstoff Weiß- und Graukalk mit dem Datensatz Feinkalk substituiert). Der Abnutzungsfaktor bei der Kreislaufführung der Holzpalette wurde unter Einhaltung der 1 %- Regel abgeschnitten.

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

Die letzte Revision der verwendeten Daten liegt weniger als 10 Jahre zurück. Die Daten des Herstellers liegen in einer guten Qualität vor und sind nicht älter als 5 Jahre.

3.4 Abschneideregeln

Es werden alle Daten aus der Betriebsdatenerhebung berücksichtigt, d. h. alle nach Rezeptur eingesetzten Ausgangsstoffe, Hilfsstoffe und sowie die thermische und elektrische Energie. Damit werden auch Stoff- und Energieströme mit einem Anteil kleiner als 1 Prozent berücksichtigt. Alle angegebenen Daten werden in das Ökobilanzmodell integriert. Transportaufwendungen werden für alle Basismaterialien, den Versand der Produkte (A4) und im End-of-Life- Szenario (C2) eingerechnet. Der Abnutzungsfaktor der Holzpalette sowie in der Herstellung benötigte Maschinen, Anlagen und Infrastruktur werden vernachlässigt.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die vernachlässigten Prozesse weniger als jeweils 5 % zu den berücksichtigten Wirkungskategorien beigetragen hätten.

3.5 Hintergrunddaten

Zur Modellierung der Kalksandstein-Herstellung wurde das von der thinkstep AG entwickelte Software-System zur Ganzheitlichen Bilanzierung GaBi 9 eingesetzt. Die in der GaBi-Datenbank enthaltenen konsistenten Datensätze sind online dokumentiert in der GaBi 9 - Dokumentation. Die Basisdaten der GaBi-Datenbank wurden für Energie, Transporte und Hilfsstoffe verwendet. Die Ökobilanz wurde für den Bezugsraum Deutschland erstellt.

Das bedeutet, dass neben den Produktionsprozessen auch die für Deutschland relevanten Vorstufen, wie Strom- oder Energieträgerbereitstellung, verwendet werden. Es wird der Strom-Mix, thermische Energie aus Erdgas und Heizöl für Deutschland mit dem Bezugsjahr 2016 berücksichtigt.

3.6 Datenqualität

Zur Modellierung des Produktstadiums der Kalksandsteine werden Daten für das Produktionsjahr 2019 verwendet. Alle weiteren relevanten Hintergrund-Datensätze sind der Datenbank der Software GaBi 9

entnommen. Die letzte Aktualisierung der Datenbank erfolgte 2020.

Die Datenerfassung für die untersuchten Produkte erfolgt durch die Mitgliedsfirmen des Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. direkt in den Werken. Der überwiegende Teil der Daten für die Vorketten stammt aus industriellen Quellen, die unter konsistenten zeitlichen und methodischen Randbedingungen erhoben wurden. Es wird auf eine hohe Vollständigkeit der Erfassung umweltrelevanter Stoff- und Energieströme Wert gelegt. Die Datenqualität ist somit als gut zu bezeichnen.

3.7 Betrachtungszeitraum

Der Betrachtungszeitraum ist 2019. Die Daten repräsentieren einen Jahresdurchschnitt über 12 Monate.

3.8 Allokation

Für die Herstellung der genannten Produkte wurden Produktionsdaten aus 52 Werken zur Verfügung gestellt. Die erforderlichen Rohstoffe wurden den

jeweiligen Produkten entsprechend ihrer Rezeptur zugeordnet.

Für die Zuordnung der produktspezifischen Aufwendungen wurden die Brennstoffe und Verpackungsmaterialien nach produziertem Volumen zugeordnet, Strom- und Dieselbedarf sowie nicht direkt zuordenbare Rohstoffe wurden nach Masse zugeordnet.

3.9 Vergleichbarkeit

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

Aus der *GaBi 9*-Datenbank 2020, Servicepack 40, stammen die Hintergrunddaten

4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Charakteristische Produkteigenschaften Biogener Kohlenstoff

Kalksandsteine enthalten keine biogenen kohlenstoffhaltigen Materialien. Die Verpackung enthält ebenfalls keinen biogenen Kohlenstoff.

Transport zu Baustelle (A4)

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|---|------|---------|
| Liter Treibstoff | 1,1 | l/100km |
| Transport Distanz | 60 | km |
| Auslastung (einschließlich Leerfahrten) | 85 | % |

Einbau ins Gebäude (A5)

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|--|------|---------|
| Output-Stoffe als Folge der Abfallbehandlung auf der Baustelle | 0,45 | kg |

Nutzung/Anwendung (B1)

Während der Nutzungsphase (Modul B1) nehmen Kalksandsteine CO₂ aus der Luft auf und bauen dies dauerhaft und fest in ihr Gefüge ein. Dabei reagiert das CO₂ mit den bei der Dampfhärtung entstandenen CSH (Calcium-Silikat-Hydrat) -Phasen zu Calciumcarbonat. Die Menge an aufnehmbarem CO₂ beträgt rd. 50 kg CO₂ pro Tonne Kalksandsteinmaterial (*Carbonatisierungsbericht*). Es wird ein konservativer Ansatz gewählt: 95 % von 50 kg CO₂ pro t Kalksandstein = 47,5 kg CO₂/t KS werden (als Gutschrift) für das Modul B1 angesetzt.

Referenz Nutzungsdauer

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|------------------------------------|----------|---------|
| Lebensdauer nach Angabe Hersteller | 80 - 100 | a |
| Lebensdauer (nach BBSR) > = | 50 | a |

Ende des Lebenswegs (C1-C4)

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|---|------|---------|
| Als gemischter Bauabfall gesammelt (Szenario 1 und 2) | 1000 | kg |
| Zum Recycling (Szenario 1) | 1000 | kg |
| Zur Deponierung (Szenario 2) | 1000 | kg |

Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotential (D), relevante Szenarioangaben Siehe Angaben in Kapitel 3

Szenario D: Gutschriften infolge des Recyclings der Verpackungsmaterialien (aus Modul A5) werden in Modul D ausgewiesen.
Szenario D1: Gutschriften infolge des Recyclings der Bauschutttaufbereitung

5. LCA: Ergebnisse

Es folgt die Darstellung der Umweltwirkungen für 1 t Kalksandstein, hergestellt von den Mitgliedern des Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Indikatoren der Wirkungsabschätzung, des Ressourceneinsatzes sowie zu Abfällen und sonstigen Output-Strömen bezogen auf die deklarierte Einheit.

Wichtiger Hinweis:

EP--freshwater: Dieser Indikator wurde in Übereinstimmung mit dem Charakterisierungsmodell (EUTREND-Modell, Struijs et al., 2009b, wie in ReCiPe umgesetzt; <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.shtml>) als „kg P--Äq.“ berechnet.

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; ND = MODUL ODER INDIKATOR NICHT DEKLARIERT; MNR = MODUL NICHT RELEVANT)

| Produktionsstadium | | Stadium der Errichtung des Bauwerks | | | Nutzungsstadium | | | | | | | Entsorgungsstadium | | | | Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze |
|--------------------|-----------|-------------------------------------|---|---------|-------------------|----------------|-----------|--------|------------|---|--|--------------------|-----------|------------------|-------------|---|
| Rohstoffversorgung | Transport | Herstellung | Transport vom Hersteller zum Verwendungsort | Montage | Nutzung/Anwendung | Instandhaltung | Reparatur | Ersatz | Erneuerung | Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes | Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes | Rückbau/Abriß | Transport | Abfallbehandlung | Beseitigung | Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial |
| A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | C1 | C2 | C3 | C4 | D |
| X | X | X | X | X | X | ND | MNR | MNR | MNR | ND | ND | X | X | X | X | X |

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – UMWELTAUSWIRKUNGEN nach EN 15804+A2: 1 Tonne Kalksandstein

| Kernindikator | Einheit | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3/1 | C3/2 | C4/2 | D | D/1 |
|----------------|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|-----------|-----------|
| GWP-total | [kg CO ₂ -Äq.] | 1,26E+2 | 3,93E+0 | 3,04E+0 | -4,75E+1 | 6,12E-1 | 1,64E+0 | 2,51E+0 | 0,00E+0 | 1,40E+1 | -9,32E-1 | -2,71E+0 |
| GWP-fossil | [kg CO ₂ -Äq.] | 1,26E+2 | 3,92E+0 | 3,04E+0 | 0,00E+0 | 6,36E-1 | 1,63E+0 | 2,50E+0 | 0,00E+0 | 1,52E+1 | -9,28E-1 | -2,72E+0 |
| GWP-biogenic | [kg CO ₂ -Äq.] | 6,65E-3 | 1,57E-3 | -7,81E-3 | 0,00E+0 | -2,70E-2 | 6,56E-4 | 4,77E-3 | 0,00E+0 | -1,20E+0 | -3,32E-3 | 1,69E-2 |
| GWP-luluc | [kg CO ₂ -Äq.] | 8,63E-2 | 1,64E-2 | 4,51E-3 | 0,00E+0 | 2,55E-3 | 6,83E-3 | 9,20E-3 | 0,00E+0 | 4,37E-2 | -1,18E-3 | -8,98E-3 |
| ODP | [kg CFC11-Äq.] | 4,09E-13 | 9,61E-16 | 1,24E-15 | 0,00E+0 | 1,50E-16 | 4,00E-16 | 1,06E-14 | 0,00E+0 | 5,68E-14 | -1,32E-14 | -3,85E-14 |
| AP | [mol H ⁺ -Äq.] | 1,04E-1 | 3,63E-3 | 1,06E-2 | 0,00E+0 | 3,01E-3 | 1,51E-3 | 2,35E-2 | 0,00E+0 | 1,09E-1 | -1,94E-3 | -8,54E-3 |
| EP-freshwater | [kg PO ₄ -Äq.] | 1,24E-4 | 8,52E-6 | 2,46E-6 | 0,00E+0 | 1,33E-6 | 3,55E-6 | 5,97E-6 | 0,00E+0 | 2,61E-15 | -1,89E-6 | -8,17E-6 |
| EP-marine | [kg N-Äq.] | 3,92E-2 | 1,13E-3 | 1,52E-3 | 0,00E+0 | 1,42E-3 | 4,71E-4 | 1,16E-2 | 0,00E+0 | 2,80E-2 | -3,94E-4 | -3,24E-3 |
| EP-terrestrial | [mol N-Äq.] | 4,32E-1 | 1,37E-2 | 1,71E-2 | 0,00E+0 | 1,57E-2 | 5,71E-3 | 1,27E-1 | 0,00E+0 | 3,08E-1 | -4,24E-3 | -3,56E-2 |
| POCP | [kg NMVOC-Äq.] | 1,09E-1 | 2,99E-3 | 4,61E-3 | 0,00E+0 | 3,97E-3 | 1,25E-3 | 3,35E-2 | 0,00E+0 | 8,48E-2 | -1,10E-3 | -7,67E-3 |
| ADPE | [kg Sb-Äq.] | 1,05E-5 | 3,25E-7 | 2,48E-6 | 0,00E+0 | 5,07E-8 | 1,36E-7 | 2,75E-6 | 0,00E+0 | 1,37E-6 | -7,07E-6 | -5,82E-7 |
| ADPF | [MJ] | 9,35E+2 | 5,20E+1 | 2,08E+1 | 0,00E+0 | 8,11E+0 | 2,17E+1 | 4,71E+1 | 0,00E+0 | 1,99E+2 | -1,30E+1 | -3,54E+1 |
| WDP | [m ³ Welt-Äq. entzogen] | 8,22E+0 | 1,69E-2 | 8,12E-1 | 0,00E+0 | 2,63E-3 | 7,03E-3 | 4,22E-1 | 0,00E+0 | 1,58E+0 | -3,81E-2 | -6,59E-2 |

Legende: GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen – nicht fossile Ressourcen (ADP – Stoffe); ADPF = Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen – fossile Brennstoffe (ADP – fossile Energieträger); WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – INDIKATOREN ZUR BESCHREIBUNG DES RESSOURCENEINSATZES nach EN 15804+A2: 1 Tonne Kalksandstein

| Indikator | Einheit | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3/1 | C3/2 | C4/2 | D | D/1 |
|-----------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| PERE | [MJ] | 1,06E+2 | 3,03E+0 | 3,91E+0 | 0,00E+0 | 4,72E-1 | 1,26E+0 | 3,96E+0 | 0,00E+0 | 2,61E+1 | -3,18E+0 | -1,01E+1 |
| PERM | [MJ] | 0,00E+0 | 0,00E+0 |
| PERT | [MJ] | 1,06E+2 | 3,03E+0 | 3,91E+0 | 0,00E+0 | 4,72E-1 | 1,26E+0 | 3,96E+0 | 0,00E+0 | 2,61E+1 | -3,18E+0 | -1,01E+1 |
| PENRE | [MJ] | 9,35E+2 | 5,20E+1 | 2,08E+1 | 0,00E+0 | 8,11E+0 | 2,17E+1 | 4,71E+1 | 0,00E+0 | 1,99E+2 | -1,10E+1 | -3,54E+1 |
| PENRM | [MJ] | 0,00E+0 | 0,00E+0 |
| PENRT | [MJ] | 9,35E+2 | 5,20E+1 | 2,08E+1 | 0,00E+0 | 8,11E+0 | 2,17E+1 | 4,71E+1 | 0,00E+0 | 1,99E+2 | -1,10E+1 | -3,54E+1 |
| SM | [kg] | 5,20E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 9,38E+2 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 |
| RSF | [MJ] | 0,00E+0 | 0,00E+0 |
| NRSF | [MJ] | 0,00E+0 | 0,00E+0 |
| FW | [m ³] | 2,62E-1 | 2,71E-3 | 3,11E-2 | 0,00E+0 | 4,23E-4 | 1,13E-3 | 1,23E-2 | 0,00E+0 | 5,01E-2 | -2,47E-3 | -6,56E-3 |

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

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – ABFALLKATEGORIEN UND OUTPUTFLÜSSE nach EN 15804+A2: 1 Tonne Kalksandstein

| Indikator | Einheit | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3/1 | C3/2 | C4/2 | D | D/1 |
|-----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| HWD | [kg] | 3,75E-6 | 1,94E-6 | 1,89E-4 | 0,00E+0 | 3,03E-7 | 8,10E-7 | 9,91E-7 | 0,00E+0 | 3,03E-6 | -1,07E-8 | -6,68E-7 |
| NHWD | [kg] | 5,93E+1 | 9,13E-3 | -1,31E-2 | 0,00E+0 | 1,42E-3 | 3,80E-3 | 1,42E-2 | 0,00E+0 | 1,00E+3 | -2,74E-2 | -2,08E+1 |
| RWD | [kg] | 1,41E-2 | 5,47E-5 | 1,40E-4 | 0,00E+0 | 8,54E-6 | 2,28E-5 | 3,78E-4 | 0,00E+0 | 2,23E-3 | -4,51E-4 | -1,32E-3 |
| CRU | [kg] | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 |
| MFR | [kg] | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 |
| MER | [kg] | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 |
| EEE | [MJ] | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 2,45E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 |
| EET | [MJ] | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 5,64E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 |

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

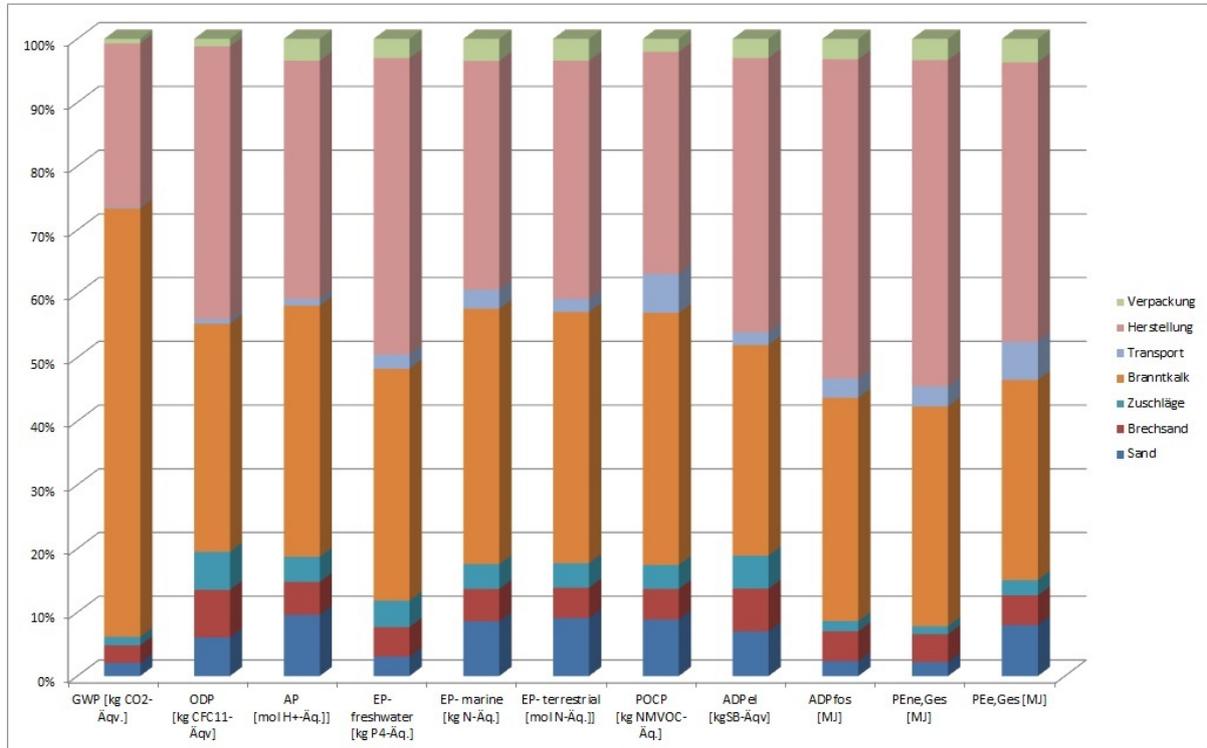
**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – zusätzliche Wirkungskategorien nach EN 15804+A2-optional:
1 Tonne Kalksandstein**

| Indikator | Einheit | A1-A3 | A4 | A5 | B1 | C1 | C2 | C3/1 | C3/2 | C4/2 | D | D/1 |
|-----------|-------------------|-------|----|----|----|----|----|------|------|------|----|-----|
| PM | [Krankheitsfälle] | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| IRP | [kBq U235-Äq.] | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| ETP-fw | [CTUe] | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| HTP-c | [CTUh] | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| HTP-nc | [CTUh] | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| SQP | [-] | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

Legende: PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IR = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (kanzerogene Wirkung); HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (nicht kanzerogene Wirkung); SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex

Die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung stellen relative Angaben/Potentiale dar, die keine Information zu konkreten Umweltwirkungen (endpoint) abbilden; daraus können keine Grenzwertüberschreitungen oder Risikoanalysen abgeleitet werden.

6. LCA: Interpretation



Die Auswertung der ökobilanziellen Ergebnisse der Kalksandsteine zeigt auf, dass die Umweltwirkungen in allen Umweltkategorien speziell vom Energieverbrauch während des Herstellungsprozesses (Strom und thermische Energie aus Erdgas) im Werk und dem eingesetzten Branntkalk dominiert werden.

Der eingesetzte Sand, die Zuschläge, die Verpackung und der Transport nehmen nur eine untergeordnete Rolle ein. Die überwiegende Anzahl von Abfällen begründet sich aus den Vorketten der Rohstoffe. Dabei entstehen überwiegend nicht gefährliche Abfälle. Die radioaktiven Abfälle entstehen im Rahmen der Produktion der elektrischen Energie.

Die Abweichung der Wirkungsabschätzungs-ergebnisse vom deklarierten Durchschnittswert ist gering.

Die Datenqualität für die Modellierung der Kalksandsteine des Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. kann als gut bewertet werden. Für die eingesetzten Grund- und Hilfsstoffe liegen entsprechende konsistente Datensätze in der

GaBi 9- Datenbank vor. Für wenige Stoffe wurden die Prozesse mit in der Herstellung und Umweltauswirkung ähnlichen Vorprodukten abgeschätzt.

Eine Normierung der Ergebnisse für Sach- und Wirkungsbilanz wird nicht durchgeführt, da dies zu missverständlichen Aussagen führen kann.

7. Nachweise

7.1. Radioaktivität

Methode: Messung des Nuklidgehalts in Bq/kg, Bestimmung des Aktivitäts-Index I

Zusammenfassender Bericht: BfS-SW-14/12, Gehrke, Hoffmann, Schkade, Schmidt, Wichterey: Natürliche Radioaktivität in Baumaterialien und die daraus resultierende Strahlenexposition, Salzgitter, November 2012.

Ergebnis: Die Bewertung der Proben erfolgte gemäß der Richtlinie der Europäischen Kommission "Radiation Protection 112" (*Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials*, 1999). Die ermittelten Index-Wertel sind in allen Fällen niedriger als das Ausschlusslevel, damit sind keine weiteren Kontrollen erforderlich. Die natürliche Radioaktivität dieses Baustoffes erlaubt aus

radiologischer Sicht einen uneingeschränkten Einsatz desselben.

7.2 Auslaugverhalten

Messstelle:
Wessling GmbH, Hannover

Methode: Chemische Untersuchung gemäß Deponieverordnung

Bericht: Untersuchung von Kalksandsteinproben hinsichtlich der Entsorgung, Januar 2016

Ergebnis:
Sämtliche Kriterien für die Deponierung auf Deponien der Klasse 0 gemäß der in Deutschland gültigen Deponieverordnung vom 27.04.2009 und 02.05.2013 werden erfüllt

8. Literaturhinweise

PCR Teil A

Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin (Hrsg.): Produktkategorie-Regeln für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen. Teil A: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht, Version 2.0, 2021-01.

IBU 2021

Allgemeine Anleitung für das EPD-Programm des Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), Version 2.0, Berlin: Institut Bauen und Umwelt e.V., 2021, www.ibu-epd.com

ISO 14025

DIN EN ISO 14025:2011-10, Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures.

EN 15804

EN15804:2012-04+A2-2019, Sustainability of construction works—Environmental product declarations—Core rules for the product category of construction products.

PCR Teil B: Kalksandstein

Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin (Hrsg.): Produktkategorie-Regeln für Bauprodukte aus dem Programm für Umwelt-Produktdeklarationen des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU) Teil B: Anforderungen an die EPD für Kalksandstein. Version 1.6., 2017.

DIN EN 771-2

DIN EN 771-2:2011-07+A1:2015; Festlegungen für Mauersteine - Teil 2: Kalksandsteine.

DIN 4108-4:

DIN 4108-4: 2020-11; Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte.

DIN 20000-402

DIN 20000: 2017-01; Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 402: Regeln für die Verwendung von Kalksandsteinen nach DIN EN 771 - 2:2015-11

DIN EN 459-1

DIN EN 459-1:2015-07; Baukalk - Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Konformitätskriterien.

EN 772-13

EN 772-13:2000-09: Prüfverfahren für Mauersteine - Teil 13: Bestimmung der Netto- und Brutto-Trockenrohdichte von Mauersteinen (außer Natursteinen)

DIN EN 998-2

DIN EN 998-2_2017-02; Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau-Teil 2: Mauermörtel.

DIN EN 1996-2

DIN EN 1996-2:2010-12; Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten, Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk.

DIN EN 13501-1

DIN EN 13501-1: 2019-05; Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten-Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten.

DIN EN 1745

DIN EN 1745: 2020-10; Mauerwerk und Mauerwerksprodukte - Verfahren zur Bestimmung von wärmeschutztechnischen Eigenschaften.

LAGA

Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln – Stand 6, November 2003.

Fb 80 1994

Eden, W.: Wiederverwertung von Kalksandsteinen aus Abbruch von Bauwerken bzw. aus fehlerhaften Steinen aus dem Produktionsprozess, KS-Recycling Teil I, Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Forschungsbericht Nr.80, Hannover, 1994.

Fb 86 1997

Eden, W.: Herstellung von Kalksandsteinen aus Bruchmaterial von Kalksandsteinen mit anhaftenden Dämmstoffen sowie weiterer Baureststoffe, Forschungsbericht Nr. 86, Forschungsvereinigung Kalk-Sand, Hannover 1997.

Fb 97 2003

Eden, W., Friedl, L.; Krass, K.; Kurkowski, H.; Mesters, K.; Schießl, P.: Eignung von Kalksandstein-Bruchmaterial zum Recycling in der Baustoffindustrie, Forschungsbericht Nr. 97 der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover, 2003.

Fb 106 2008

Eden, W.; Middendorf, B.: Entwicklung eines Recycling-Mauersteins unter Verwendung von Abbruchmaterial und Baurestmassen und Anwendung der Kalksandstein-Technologie Forschungsbericht Nr. 106, Forschungsvereinigung Kalk-Sand, Hannover 2010.

Fb 111 2010

Eden, W.; Flottmann, N.; Kohler, G.; Kollar, J.; Kurkowski, H. Radenberg, M.; Schlütter, F.: Eignung von rezykliertem Kalksandstein-Mauerwerk für Tragschichten ohne Bindemittel Forschungsbericht Nr.111, Forschungsvereinigung Kalk-Sand, Hannover 2010.

Fb 115 2014

Eden, W.; Kurkowski, H.; Middendorf, B.: Verwertungsoptionen für rezyklierte Gesteinskörnungen aus Mauerwerk in der Steine- und Erden-Industrie, Forschungsbericht Nr. 115, Forschungsvereinigung Kalk-Sand, Hannover 2014.

Fb 116 2014

Bischoff, G.; Eden, W.; Gräfenstein, R.; Kurkowski, H.; Middendorf, B.: Vegetationssubstrate aus rezyklierten

Gesteinskörnungen aus Mauerwerk, Forschungsbericht Nr. 116, Forschungsvereinigung Kalk-Sand, Hannover 2014.

Fb 118 2015

Eden, W.; Kurkowski, H.; Lau, J.J.; Middendorf, B.: Bioaktivierung von Porenbeton- und Kalksandstein-Recyclinggranulaten mit Methan oxidierenden Bakterien zur Reduktion von Methanausgasungen aus Hausmülldeponien - ein Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz – Methanox II, Forschungsbericht Nr. 117, Forschungsvereinigung Kalk-Sand, Hannover 2015.

Fb. 122 2016

Eden, W.; Lieblang, P.; Konrad, D.; Schäfers, M.; Vogdt, F. U.: Ressourceneffizienz in der Kalksandsteinindustrie, Forschungsbericht Nr. 122 der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover 2016.

Fb. 127 2019

Eden, W.; Kurkowski, H.; Nytus, N.; Radenberg, M.: Eignungsnachweis von Tragschichten ohne Bindemittel mit erhöhten Anteilen an rezykliertem Kalksandstein-Mauerwerk – Erprobungsstrecke in praxi, Forschungsbericht Nr. 122 der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover 2016.

Fb. 131 2021

Eden, W.; Kolbe, R.; Kurkowski, H.; Middendorf, B.; Mollenhauer, K.; Schade, T.; Wetekam, J.: Einsatz von Füllern aus Kalksandstein-Recycling-Material als Upcycling für Kalksandstein-, Beton-, und Asphaltprodukte, Forschungsbericht Nr. 131 der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover 2021.

Fb. 133 2021

Eden, W.; Kurkowski, H.: Rezyklierte Gesteinskörnungen aus Kalksandstein für vegetationstechnische Bodenverbesserungsmaßnahmen im Erd- und Straßenbau, Forschungsbericht Nr. 132 der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover 2021.

DepV (2009)

Verordnung über Deponien und Langzeitlager-Deponieverordnung (DepV) vom 27.04.2009 (BGBl I S. 900) zuletzt geändert durch Art.7 V vom 26.11.2010.

GaBi 9

Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Universität Stuttgart und thinkstep AG, 2021., GaBi 9 2020, Servicepack 40.

GaBi 9 Dokumentation

Dokumentation der GaBi 9-Datensätze der Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Universität Stuttgart und thinkstep AG, 2021.
<http://documentation.gabi-software.com/>.

EAK

Europäischer Abfallkatalog (EAK) Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis AVV vom 10.12.2001.

BfS-SW-14/12

BfS-SW-14/12: Gehrke, K; Hoffmann, B; Schkade, U; Schmidt, V.; Wichterey, K.: Natürliche Radioaktivität in Baumaterialien und die daraus resultierende Stahlenexposition, Salzgitter, 2012.

Verordnung (EU) Nr. 305/2011

Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates: vom 9.März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates.

Prüfberichte Dr. Wessling GmbH

Prüfberichte Dr. Wessling GmbH Nr. CHA15-004466-1 bis CHA15- 004466-6, Probenahme und Analyse-vom 12.08.2016.

Radiation Protection

Richtlinie der Europäischen Kommission: "Radiation Protection 112 (Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials, 1999).

Carbonatisierungsbericht

Quantitative Bestimmung und Berechnung der CO₂-Aufnahme von werksfrischen Kalksandsteinen, Prüf- und Forschungsauftrag Nr. 25/2021, Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Middendorf, 03.08.2021 und Prüfbericht 21/08/2129259-1, Chemisches Labor Dr. Graser, CLG, Schonungen, 08.09.2021

**Herausgeber**

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr. 1
10178 Berlin
Deutschland

Tel +49 (0)30 3087748- 0
Fax +49 (0)30 3087748- 29
Mail info@ibu-epd.com
Web www.ibu-epd.com

**Programmhalter**

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr. 1
10178 Berlin
Deutschland

Tel +49 (0)30 3087748- 0
Fax +49 (0)30 3087748- 29
Mail info@ibu-epd.com
Web www.ibu-epd.com

**Ersteller der Ökobilanz**

LCEE - Life Cycle Engineering Experts
GmbH
Birkenweg 24
64295 Darmstadt
Germany

Tel +49 6151 1309860
Fax -
Mail t.mielecke@lcee.de
Web www.lcee.de

**Inhaber der Deklaration**

Bundesverband Kalksandsteinindustrie
e.V.
Entenfangweg 15
30419 Hannover
Germany

Tel +49 (0)511 279 540
Fax +49 (0)511 279 5454
Mail info@kalksandstein.com
Web www.kalksandstein.de