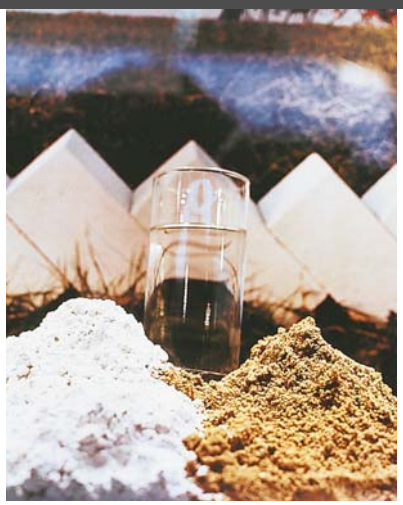
Umwelt-Produktdeklaration

nach ISO 14025



Kalksandstein

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

Deklarationsnummer
EPD-BKS-2009111-D

Institut Bauen und Umwelt e.V.

Institut Bauen und Umwelt e.V.
www.bau-umwelt.com

Kurzfassung

Umwelt-Produktdeklaration

Environmental Product-Declaration

Institut Bauen und Umwelt e.V. **www.bau-umwelt.com**	**Programmhalter**
Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. Entenfangweg 15 30419 Hannover Deutschland	**Deklarationsinhaber**
EPD–BKS-2009111-D	**Deklarationsnummer**
Kalksandsteine Diese Deklaration ist eine Umweltproduktdeklaration gemäß ISO 14025 und beschreibt die durchschnittliche Umweltleistung der hier genannten Bauprodukte in Deutschland. Sie soll die Entwicklung des umwelt- und gesundheitsverträglichen Bauens fördern. In dieser validierten Deklaration werden alle relevanten Umweltdaten offengelegt. Die Deklaration beruht auf dem PCR Dokument „Kalksandsteine: 2004-11“.	**Deklarierte Bauprodukte**
Diese validierte Deklaration berechtigt zum Führen des Zeichens des Instituts Bauen und Umwelt e.V. Es gilt ausschließlich für die genannten Produkte, drei Jahre vom Ausstellungsdatum an. Der Deklarationsinhaber haftet für die zugrunde liegenden Angaben und Nachweise.	**Gültigkeit**
Die **Deklaration** ist vollständig und enthält in ausführlicher Form: - Produktdefinition und bauphysikalische Angaben - Angaben zu Grundstoffen und Stoffherkunft - Beschreibungen zur Produktherstellung - Hinweise zur Produktverarbeitung - Angaben zum Nutzungszustand, außergewöhnlichen Einwirkungen und Nachnutzungsphase - Ökobilanzergebnisse - Nachweise und Prüfungen	**Inhalt der Deklaration**

17. August 2012		**Ausstellungsdatum**
Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer (Präsident des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)		**Unterschriften**

Diese Deklaration und die zugrundegelegten Regeln wurden gemäß ISO 14025 durch den unabhängigen Sachverständigenausschuss (SVA) geprüft.		**Prüfung der Deklaration**
Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf Reinhardt (Vorsitzender des SVA)	Dr. Birgit Grahl / Dr. Eva Schmincke (Prüfer vom SVA bestellt)	**Unterschriften**

Kurzfassung

Umwelt-Produktdeklaration

Environmental Product-Declaration

Produktbeschreibung

Kalksandsteine sind Mauersteine, die aus den natürlichen Rohstoffen Kalk und kieselsäurehaltig e Zuschlägen (Sand) hergestellt, nach Mischen verd ichtet, geformt und unter Dampfdruck gehärtet werden. Technische Regelwerke: DIN EN 771-2: Festlegungen für Mauersteine, Teil 2 Kalksandsteine

Anwendungsbereich

Kalksandsteine werden als Mauersteine für tragende und nichttragende Wände eingesetzt.

Rahmen der Ökobilanz

Die **Ökobilanz** wurde nach DIN ISO 14040 /44. entsprechend den Anforderungen des Leitfadens zu Typ-III-Deklarationen des Instituts Bauen und U mwelt e.V. du rchgeführt. Als D atenbasis wurden spezifische Daten aus den im Bundesverband Kalksandsteinindustrie organisierten Werken gemittelt, sowie Daten aus der Datenb ank „GaBi 4“ herangezogen. Die Ökobilanz umfasst die Rohstoff- u nd Energiegewinnung, Rohstofftransporte und die eigentliche Herstellungsphase von Kalksandsteinen. Die Ökobilanz bezieht sich auf e ine Tonne Kal ksandstein, hergestellt von den Mitgliedern des Bundesverbandes Kalksandsteinindustrie e.V.

Ergebnisse der Ökobilanz

Kalksandstein	
Auswertegröße in Einheit pro Tonne	**KS-Steine**
Primärenergie, nicht erneuerbar [MJ]	1058
Primärenergie, erneuerbar [MJ]	47,6
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP) [kg Sb-Äqv.]	0,47
Treibhauspotenzial (GWP 100) [kg CO2-Äqv.]	133,5
Ozonabbaupotenzial (ODP) [kg R11-Äqv.]	2,28E-06
Versauerungspotenzial (AP) [kg SO2-Äqv.]	0,120
Eutrophierungspotenzial (EP) [kg PO4-Äqv.]	0,017
Sommersmogpotenzial (POCP) [kg C2H4-Äqv.]	0,012

Erstellt durch: PE INTERNATIONAL, Leinfelden-Echterdingen

PE INTERNATIONAL
EXPERTS IN SUSTAINABILITY

Nachweise und Prüfungen

Zusätzlich sind die folgenden **Nachweise und Prüfungen** in der Umweltdeklaration dargestellt:

- Auslaugverhalten
- Radioaktivität

Geltungsbereich Diese Umwelt-Produktdeklaration ist eine Erklärung, die nur für Kalksandsteine der Mitglieder des Bundesverbandes Kalksandsteinindustrie e.V. gilt. Sie bezieht sich auf Kalksandsteine der genannten Zusammensetzungen.

0 Produktdefinition

Produktdefinition Die in der Ökobilanz berechneten Produkte sind durchschnittliche Mauersteine unterschiedlicher Formate aus Kalksandstein. Kalksandstein gehört zur Gruppe der dampfgehärteten Baustoffe. Die Daten sind repräsentativ für die Produktion des Bundesverbandes.

Anwendung Mauersteine für tragende und nichttragende Wände.

Produktnorm / Zulassung DIN EN 771-2, DIN V 106

Gütesicherung Werkseigene Produktionskontrolle nach Bauproduktengesetz bzw. Landesbauordnung durch eine zugelassene Stelle

Geometrische Daten Abmessungen nach DIN V 106 und DIN EN 771-2

Bauphysikalische Daten nach DIN EN 771-2 und DIN V 106 sowie DIN 4108-4

a) Für Kalksandsteine:

Steinrohdichteklassen (RDK) 1,2 - 2,6
Steindruckfestigkeitsklassen (SFK) 10 – 60

b) Für Mauerwerk:

Druckfestigkeit [N/mm²]: nach DIN 1053-1 4a und 4b
Zugfestigkeit [N/mm²]: nach DIN 1053-1 7.9.5
Biegezugfestigkeit [N/mm²]: nach DIN 1053-1 7.9.5
E-Modul [N/mm²]: DIN 1053-1 Tabelle 2
Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit (DIN V 4108-4): 0,33 - 1,3 W/(mK)
Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ nach DIN V 4108-4:
Für die RDK 1,0 - 1,4 μ= 5/10
Für die RDK 1,6 - 2,6 μ= 15/25

Ausgleichsfeuchtegehalt bei 23°C, 80% Luftfeuchte: 2 - 3 %

Schallschutz Schalldämmung nach DIN 4109 Tabelle 1 Beiblatt 1 "Massetabelle"

Brandschutz Feuerbeständige Wände F30 bis F180 nach DIN 4102-4, Brandwände nach DIN 4102-4, Baustoffklasse A1.

1 Grundstoffe

Grundstoffe/ Zuschläge

Die betrachteten Kalksandsteine weisen folgende Zusammensetzung in Massenanteilen auf:

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

Hilfsstoffe / Zusatzmittel

Schmieröl, Holzpaletten (Verpackung), Stahl- bzw. Kunststoffbänder, PE-Schrumpffolien

Stofferläuterung

Sand: Der eingesetzte Sand ist ein natürlicher Rohstoff, der neben dem Hauptmineral Quarz (SiO_2) 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 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 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: gem. DIN EN 459; Branntkalk dient als Bindemittel und wird durch Brennen von natürlichem Kalkstein hergestellt.

Gesteinsmehle sind in der Kalksandsteinindustrie mehlfeine 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.

Rohstoffgewinnung und Stoffherkunft

Der Sand stammt aus Sandgruben in unmittelbarer Umgebung der Kalksandsteinwerke. Alle weiteren Grundstoffe stammen aus einem Umkreis von maximal 200 Entfernungskilometern zum Werk.

Regionale und allgemeine Verfügbarkeit der Rohstoffe

Mineralische Bauprodukte wie Kalksandsteine bestehen aus mineralischen Rohstoffen, vorrangig aus Sand und Kalk. Zur Herstellung werden endliche fossile Energieträger eingesetzt.

Es besteht keine Ressourcenknappheit bezüglich der stofflichen Ressourcen bei der Kalksandsteinherstellung /BV KS 2009/. Der abiotische Ressourcenverbrauch der Kalksandsteinherstellung geht vorrangig auf fossile (endliche) energetische Ressourcen zurück, einerseits direkt infolge des Werkbetriebs als auch indirekt über die energetischen Ressourcen zum Brennen des Kalks.

2 Produktherstellung

Produktherstellung

Die verwendeten Rezepturen werden den jeweiligen Rohstoffeigenschaften angepasst und variieren leicht von den unter 1. Grundstoffe angegebenen Spannbreiten. Der Anteil weiterer künstlicher Hilfsstoffe (z.B. für Werksprozesse) liegt unter 0,01%.

Die Rohstoffe (Sand, Branntkalk und Wasser) werden entsprechend der jeweiligen Rezeptur gravimetrisch dosiert und intensiv miteinander vermischt. Anschließend wird die Rohstoffmischung in einem 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 ggf. 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.

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

Gesundheitsschutz Herstellung

Es gilt das Regelwerk der Berufsgenossenschaften, besondere Maßnahmen zum Gesundheitsschutz der Mitarbeiter sind nicht zu treffen.

Umweltschutz Herstellung

Es gelten die allgemeinen gesetzlichen Grundlagen, besondere Maßnahmen zum Schutz der Umwelt sind nicht zu treffen.

3 Produktverarbeitung

Verarbeitungsempfehlungen

Die Verarbeitung von Kalksandsteinen erfolgt von Hand, bei Steinen 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 Planstein und Elementen erfolgt im Nassverfahren mit Diamantsägen. Schnelllaufende Werkzeuge wie z.B. Trennschleifer ohne Wassereinsatz bzw. ohne Absaugung sind auf Grund ihrer Staubgenerierung 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 und nach DIN V 18580. Die Kalksandstein-Bauteile können verputzt, beschichtet oder mit einem Anstrich versehen werden. Auch eine Bekleidung mit kleinformatigen Teilen oder die Anbringung von Vormauerschalen nach DIN 1053-1 ist möglich. KS-Verblender werden selbst als Vormauerschale eingesetzt.

Arbeitsschutz

Es gilt das Regelwerk der Berufsgenossenschaften.

Umweltschutz

Während der Verarbeitung des Bauproduktes sind keine besonderen Maßnahmen zum Schutz der Umwelt zu treffen. Bei der Auswahl konstruktiv notwendiger Zusatzprodukte ist darauf zu achten, dass diese die beschriebenen Eigenschaften der Umweltverträglichkeit der genannten Bauprodukte nicht nachteilig beeinflussen.

Restmaterial Auf der Baustelle anfallende Verpackungen, Paletten und Kalksandstein-Reste sind getrennt zu sammeln. Die Polyethylen-Schrumpfhauben sind recycelbar.

Verpackung Nicht verschmutzte PE-Folien (auf sortenreine Erfassung ist zu achten) und Mehrwegpaletten aus Holz werden durch den Baustoffhandel zurückgenommen (Mehrwegpaletten gegen Rückvergütung im Pfandsystem) und von diesem an die Kalksandsteinwerke zurückgegeben.

4 Nutzungszustand

Inhaltsstoffe Wie unter Punkt 2. Produktherstellung ausgeführt, besteht Kalksandstein überwiegend aus den natürlichen Sandmineralien. Außerdem sind Calcium-Silikat-Hydrat-Phasen enthalten.

Die Rohstoffe sind lagerungsbedingt erdfeucht oder witterungsbedingt nass.

Beständigkeit Nutzungszustand Kalksandstein verändert sich nach Verlassen des Autoklaven nicht mehr. Bei bestimmungsgemäßer Anwendung ist er unbegrenzt beständig. Im Brandfall können keine toxischen Gase und Dämpfe entstehen. Die genannten Produkte erfüllen nach DIN 4102 die Anforderungen der Baustoffklasse A 1, "nicht brennbar".

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

Wirkungsbeziehungen Umwelt - Gesundheit Kalksandstein emittiert keine schädlichen Stoffe wie z. B. VOC. Die natürliche ionisierende Strahlung der Kalksandstein-Produkte ist äußerst gering und erlaubt aus radiologischer Sicht einen uneingeschränkten Einsatz dieses Baustoffes (vgl. 8.1 Radioaktivität).

5 Außergewöhnliche Einwirkungen

Brand Im Brandfall können keine toxischen Gase und Dämpfe entstehen. Die genannten Produkte erfüllen nach DIN 4102 die Anforderungen der Baustoffklasse A1, "nicht brennbar", siehe auch Entscheidung der Kommission 96/603/EC vom 04.10.1996.

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

6 Nachnutzungsphase

Allgemein Angaben zu Wieder- und Weiterverwendung und zur Verwertung

Wieder- und Weiterverwendung 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 wieder verwendet.

Wieder- und Weiterverwertung Kalksandsteine sind recyclingfähig. Kalksandsteinreste aus Rückbau und Abbruch erfüllen die Kriterien der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall /LAGA 2003/ und können dementsprechend verwertet werden.

Entsorgung Die Deponiefähigkeit von Kalksandsteinen gem. Klasse I nach der TA Siedlungsabfall ist gewährleistet.

7 Ökobilanz

7.1 Allgemeines

Die hier vorliegende Ökobilanz wurde nach den Vorgaben der ISO 14040 / DIN EN ISO 14044/ durchgeführt sowie nach den im PCR-Dokument Kalksandstein /PCR KS 2004/ und den im allgemeinen Leitfaden des Instituts Bauen und Umwelt e.V. beschriebenen Randbedingungen. Sie umfasst alle relevanten Lebenszyklusphasen und beruht auf aktuellen Datenaufnahmen in Werken des Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. aus dem Jahr 2008 für die Rezepturen und den Werksbetrieb. Die Lebenszyklusanalyse ist repräsentativ für die Werke des Bundesverbandes Kalksandsteinindustrie e.V..

7.2 Herstellung von Kalksandsteinen

Deklarierte Einheit

Die Deklaration bezieht sich auf die Herstellung von einer Tonne Kalksandstein.

Systemgrenzen

Die Lebenszyklusanalyse für die Herstellung der betrachteten Kalksandsteine umfasst die Lebenswegabschnitte „von der Wiege bis zum Werkstor“ (cradle to gate). Sie beginnt mit der Berücksichtigung der Zuschlaggewinnung und der Verarbeitung zu Zuschlagstoffen. Ebenfalls eingeschlossen sind die Herstellung der weiteren Roh- und Hilfsstoffe und die Kalksandsteinproduktion selbst sowie die Herstellung und Verwertung von anteiligen Verpackungsmaterialien. Zudem liegt die Entsorgung anfallender Reststoffe innerhalb der Systemgrenze. Nutzungs- und Entsorgungsstadium der Steine sind in dieser Deklaration nicht berücksichtigt und müssen für eine Bewertung oder Vergleich im Kontext des Gebäudes ergänzt werden.

Abschneidekriterium

Es wurden alle Daten aus der Betriebsdatenerhebung, d.h. alle nach Rezeptur eingesetzten Ausgangsstoffe, die eingesetzte thermische Energie, der interne Kraftstoffverbrauch sowie der Stromverbrauch, alle direkten Produktionsabfälle sowie alle zur Verfügung stehenden Emissionsmessungen in der Bilanzierung berücksichtigt. Für alle berücksichtigten In– und Outputs wurden Annahmen zu den Transportaufwendungen getroffen. Damit wurden auch Stoff- und Energieströme mit einem Anteil von kleiner als 1 Prozent berücksichtigt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Summe der vernachlässigten Prozesse 5% der Wirkkategorien nicht übersteigt.

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

Transporte

Transporte in den Vorketten wurden berücksichtigt. Die Transportdistanzen der Zuschläge und Bindemittel vom Ort der Vorproduktion zum Herstellwerk der Kalksandsteine variieren zwischen rund 10 km und 200 km. Transporte zur Baustelle wurden nicht berücksichtigt.

Betrachtungszeitraum

Die Datengrundlage der vorliegenden Ökobilanz beruht auf aktuellen Datenaufnahmen in Werken des Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. aus dem Jahr 2008 für die Rezepturen und den Werksbetrieb.

Hintergrunddaten

Zur Modellierung des Lebenszyklus für die Herstellung von Kalksandsteinen wurde das von der PE International entwickelte Software-System zur Ganzheitlichen Bilanzierung "GaBi 4" eingesetzt /GaBi 4/. Alle für die Kalksandsteinherstellung relevanten Hintergrund-Datensätze wurden der Datenbank der Software GaBi 4 entnommen oder vom Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. zur Verfügung gestellt. Alle maßgeblichen Datensätze im Zusammenhang mit der Herstellung von Kalksandsteinen, wie der Strom-Mix (DE), eingesetzte Energieträger sowie die Herstellung von Branntkalk, sind in der GaBi 4 Dokumentation zu finden /GaBi 4 Doku 2009/.

Datenqualität

Die letzte Revision der verwendeten Hintergrunddaten liegt weniger als 5 Jahre zurück. Die Datengrundlage der vorliegenden Ökobilanz beruht auf aktuellen Datenaufnahmen seitens des Bundesverbands Kalksandsteinindustrie e.V. aus dem Jahr 2008 für die Rezepturen und den Werksbetrieb. Dabei handelt es sich um repräsentative Werksdaten, die von Herstellerseite zur Verfügung gestellt wurden.

Allokation

Für die Herstellung der genannten Produkte wurden Produktionsdaten aus 49 Werken zur Verfügung gestellt, wobei Iso-Kimm-Steine und KS-Steine/Elemente gemeinsam produziert werden. Die erforderlichen Rohstoffe wurden den jeweiligen Produkten entsprechend ihrer Rezeptur zugeordnet.

Für die Zuordnung der produktspezifischen Aufwendungen wurden die Brennstoffe, die nötig sind um den Ofen zu betreiben, sowie Verpackungsmaterialien nach produziertem Volumen zugeordnet. Beim Autoklav ist das Volumen der begrenzende Parameter. Ebenso ist bei den Anteilen der Verpackungsmaterialien das Volumen der Produkte maßgebend. Strom- und Dieselbedarf sowie nicht direkt zuordenbare Rohstoffe wurden nach Masse zugeordnet. Die Mittelwertbildung der Werksdaten basiert auf der Wichtung über die Produktionsmenge.

Gutschriften infolge der thermischen Verwertung der Verpackungsmaterialien (Paletten, Folie) wurden in der Bilanz berücksichtigt. Es erfolgt hierbei nach der Methode der einfachen Gutschrift eine Gutschrift für DE: Strom Mix und DE: Dampf aus Erdgas (Hauptenergieträger), resultierend aus der Verbrennung von Paletten und Folie in einer MVA. Altöl wird ebenfalls in einer MVA entsorgt. Hieraus resultieren keine Gutschriften.

Das Holz der Paletten wird als CO_2-neutral angesehen. Es wird davon ausgegangen, dass bei deren thermischer Verwertung kein CO_2 freigesetzt wird, da ebenso keine Berücksichtigung der CO_2-Einbindung in der Produktionsphase (beim Wachstum der Biomasse) berücksichtigt wurde.

Hinweis zur Nutzungsphase

Die Lebensdauer von Bauprodukten ist abhängig von der jeweiligen Konstruktion, der Nutzung und der Instandhaltung des Gebäudes. Auf die Darstellung der Nutzungsphase von Kalksandstein wird verzichtet, da es sich um ein wartungsfreies und generell langlebiges Produkt handelt. Nach Angaben des Leitfadens „Nachhaltiges Bauen“ beträgt beispielsweise die durchschnittliche mittlere Lebenserwartung für tragende Außenwände aus bekleidetem Kalksandstein 120 Jahre und etwa 65 Jahre für nichttragende Außenwände aus bewitterten Kalksandstein /BMVBS 2001/.

7.3 Darstellung der Bilanzen und Auswertung

Sachbilanz

In den nachfolgenden Kapiteln wird die Sachbilanz-Auswertung bezüglich des Primärenergiebedarfs, Wasserverbrauchs und der Abfälle dargestellt.

Primärenergiebedarf

Für die Herstellung von 1 Tonne Kalksandstein werden 1058 MJ nicht regenerative Primärenergie zuzüglich 48 MJ regenerativer Primärenergie benötigt.

Tabelle 7-1: Einsatz von Primärenergieträgern für die Herstellung von 1 Tonne Kalksandstein in [MJ / t]

Kalksandstein	
Auswertegröße	MJ / t Kalksandstein
Primärenergie, nicht erneuerbar	1057,8
Primärenergie, erneuerbar	47,6

Nicht regenerativer Primärenergiebedarf:

Bei den KS-Steinen trägt die Vorp roduktion des enthaltenen Kalks zu ca. 39 % zum nicht regenerativen Primärenergieverbrauch bei. Die Produktion, d.h. der Bedarf an Strom und thermischer Energie dominiert den fossilen Primärenergiebedarf mit 53 %. Die Vorproduktion der Rohstoffe (inklusive Branntkalk) trägt mit 43 % zum nicht regenerativen Primärenergiebedarf bei. Der Anteil der Verpackung verursacht 2 % und die Transporte ebenfalls 2 %.

Regenerativer Primärenergiebedarf:

Zusätzlich werden noch 48 MJ regenerative Energien für die Herstellung von 1 Tonne Kalksandstein verbraucht. Der größte Teil hiervon wird für die Transportverpackung (Holzpalette) benötigt.

Primärenergiebedarf, gesamt:

Der gesamte Primärenergiebedarf, d.h. die Summe aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf beträgt 1105 MJ pro Tonne Kalksandstein. Dieser ist hauptsächlich von den Zuschlägen als auch von der Strom- und Energiebereitstellung der Produktion beeinflusst. Zum gesam ten Primärenergieverbrauch tragen zu 51 % die Produktion bei, die Rohstoffe (insbesondere Kalk) mit 42 % und die Verpackung mit 5 %. Der Anteil der Transporte ist mit 2 % vergleichsweise gering.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die Beiträge einzelner Sektoren zum Primärenergieverbrauch (erneuerbar & nicht erneuerbar).

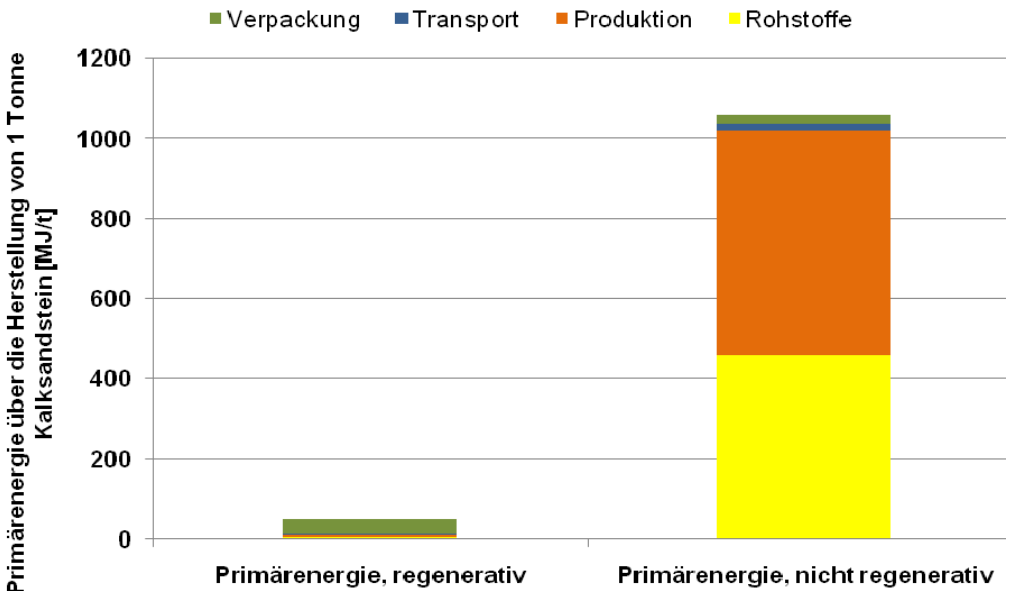


Abbildung 7-1: Absolute Anteile der Rohstoffe, Produktion, Transporte und Verpackung am regenerativen und nichtregenerativen Primärenergiebedarf zur Herstellung von Kalksandstein in [MJ / t]

Die nähere Auswertung des Primärenergiebedarfs in Abbildung 7-2 zur Herstellung von 1 Tonne Kalksandstein zeigt, dass als we sentlicher Primärenergieträger Erdgas eingesetzt wird, und dass die S onnenenergie die verwendeten regenerativen Energien dominiert. Dabei dient Sonnenenergie primär zum Wachstum von Biomasse (für die Produktion von Holzpaletten) und sekundär zur Stromerzeugung.

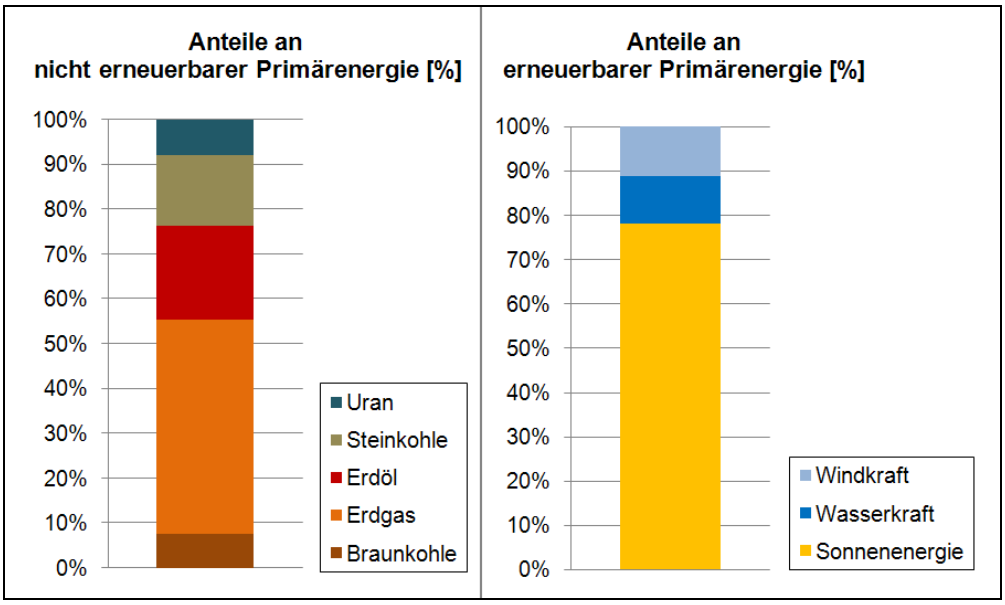


Abbildung 7-2: Aufteilung des Bedrafs erneuerbarer und nicht erneuerbarer Primärenergie für die Herstellung von Kalksandstein

Sekundär-brennstoffe

Sekundärstoffe werden bei der Herstellung von Kalksandsteinen nicht eingesetzt.

Wassernutzung

Zur Herstellung von 1 Tonne Kalksandstein werden 0,38 m³ Wasser benötigt, einschließlich der Vorketten. Davon fallen etwa 50% in den Vorketten an.

Stoffliche Ressourcen

Genutzte nicht erneuerbare stoffliche Ressourcen stellen vorwiegend Sand und Kies, Kalkstein sowie Boden und Festgestein dar. Abbildung 7-3 zeigt die Anteile dieser stofflichen Ressourcen am Gesamtbedarf nicht erneuerbarer stofflicher Ressourcen unter Berücksichtigung der Vorketten.

Die stoffliche Ressource „Boden“ geht insbesondere auf den Abbau und Gewinnungsprozesse von Sanden, Kiesen etc. zurück und beschreibt die bewegte Masse Bodenmaterial.

Kalkstein als nicht erneuerbare stoffliche Ressource dient zur Herstellung von Kalkstein-Brechsand sowie zur Herstellung von Graukalk und Weißfeinkalk.

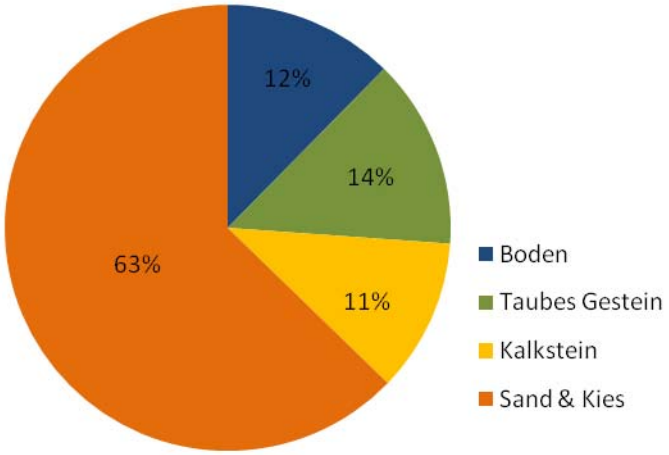


Abbildung 7-3: Aufteilung nicht erneuerbarer stofflichen Ressourcen bei der Herstellung von 1 t Kalksandstein inklusive Vorketten

Abfälle

Die Auswertung des Abfallaufkommens wird getrennt für die drei Fraktio nen Abraum/Haldengüter (einschließlich Erzaufbereitungsrückstände), Siedlungsabfälle (darin enthalten Hausmüll und Gewerbeabfälle) und Sondermüll (inkl. radioaktive Abfälle) dargestellt (Tabelle 7-2).

Bei den **Haldengütern** stellt der Abraum die größte Menge dar. Abraum fällt vor allem in der Vorkette bei der Gewinnung der Rohstoffe an.

Siedlungsabfälle entstehen während der Steinherstellung kaum.

Sonderabfälle sind im Wesentlichen Abfälle aus vorgelagerten Stufen, vor allem radioaktive Abfälle (ausschließlich durch die Stromgewinnung in Kernkraftwerke n bedingt).

Die nachfolgende Tabelle zeigt das Abfallaufkommen bei der Herstellung von 1 Tonne Kalksandstein.

Tabelle 7-2: Abfallaufkommen über die Herstellung von 1 Tonne Kalksandstein

Kalksandstein	
Auswertegröße	kg /t Kalksandstein
Abraum & Haldengüter	404
Siedlungsabfälle	0,013
Sonderabfälle	0,080

Wirkungs-abschätzung

Tabelle 7-3 zeigt die Beiträge der Herstellung von Kalksandstein zu den Wirkungskategorien Abiotischer Ressourcenverbrauch, Treibhauspotenzial (GWP), Ozonabbaupotenzial (ODP), Versauerungspotenzial (AP), Überdüngungspotenzial (EP) und Sommersmogpotenzial (POCP).

Tabelle 7-3: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung für die Herstellung von 1 Tonne Kalksandstein

Kalksandstein		
Auswertegröße	Einheit	kg / t Kalksandstein
Abiotischer Ressourcenverbrauch	[kg Sb-Äqv.]	0,47
Treibhauspotenzial (GWP)	[kg CO_2-Äqv.]	133,5
Ozonabbaupotenzial (ODP)	[kg R11-Äqv.]	2,28E-06
Versauerungspotenzial (AP)	[kg SO_2-Äqv.]	0,120
Eutrophierungspotenzial (EP)	[kg PO_4-Äqv.]	0,017
Sommersmogpotenzial (POCP)	[kg Ethen-Äqv.]	0,012

Abbildung 7-4 zeigt die relativen Beiträge der KS-Stein-Herstellung, gegliedert nach den Subsystemen Vorproduktion der Rohstoffe (Kalk, Sand etc.), Produktion (inkl. Vorproduktion der Hilfsstoffe, energetische Aufwendungen im Werksbetrieb und Entsorgung anfallender Reststoffe), Transport und Verpackung.

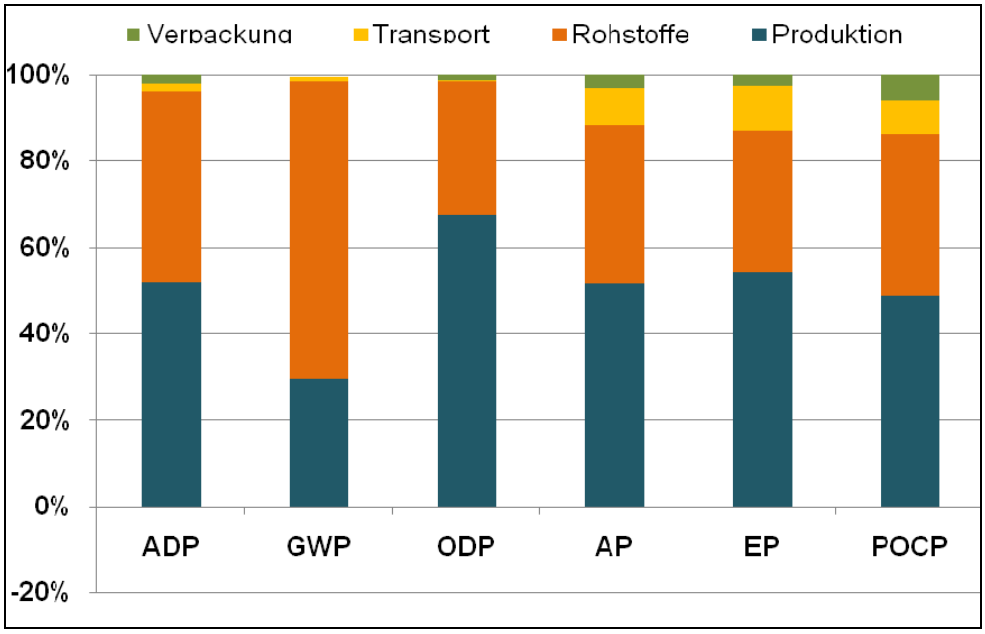


Abbildung 7-4: Relative Beiträge einzelner Sektoren zu den Umweltwirkungen (ADP, GWP, ODP, AP, EP und POCP) bei der Herstellung von Kalksandstein

Treibhausgase werden hauptsächlich bei der Herstellung des Branntkalks emittiert. Zum Ozonabbau-, Versauerungs- Eutrophierungs- und Sommersmogpotenzial tragen

vorrangig sowohl die Produktion (Strom, thermische Energie) als auch die Kalkherstellung bei. Bei AP, EP und PO CP zeigt sich der Einfluss der Transporte zwischen 8 % und 11 %.

8 Nachweise

8.1 Radioaktivität

Messverfahren: Messungen des Nuklidgehalts in Bq/kg für Ra -226, Ra-228, Th-228, K-40, U-238 /BfS 2008/

Ergebnis: Folgende Ergebnisse für den Nuklidgehalt in Bq/kg wurden für Kalium-40, Radium-226, Radium-228, Thorium-228 und Uranium-238 ermittelt.

Nuklidgehalt in [Bq/kg]				
Kalium-40	Radium-226	Radium-228	Thorium-228	Uranium-238
35 ± 7,0	4,1 ± 0,9	3,0 ± 1,0	2,8 ± 0,7	6 ± 2
180 ± 20	10 ± 3,0	9,1 ± 1,5	8,9 ± 1,0	10 ± 2
130 ± 15	10 ± 3,0	7,2 ± 0,8	7,2 ± 0,8	9,5 ± 2

Die Messwerte liegen somit unterhalb der empfohlenen Richtwerte vom Bundesamt für Strahlenschutz /BfS 2008/.

8.2 Auslaugverhalten

Bewertung des Deponieverhaltens mit Hilfe der Eluatanalyse:

Messverfahren /Fb 48 1978/: IWL-Auslaugmethode und Deutsches Einheitsverfahren DEV (S4 Säulenverfahren nach /DEV 1975/), durchgeführt vom Institut für gewerbliche Wasserwirtschaft und Luftreinhaltung e.V., Köln

Ergebnis /Fb 48 1978/:

Bei der Ablagerung von Kalksandsteinabfällen ist weder eine Beeinträchtigung von Grundwasser, noch von Oberflächenwasser zu erwarten. Auch andere negative Auswirkungen auf Biotope und Umwelthygiene sind aufgrund der Rohstoffzusammensetzung aus natürlichen Mineralien bei einer Ablagerung der Abfälle auszuschließen.

Bewertung von KS-Recyclingmaterial mit Hilfe der Eluatanalyse:

Messverfahren /Fb 97 20 03/: Die Prüfung wurde vom Hygiene-Institut in Gelsenkirchen durchgeführt. Die Eluatherstellung und Feststoffanalyse erfolgte gemäß den Technischen Prüfvorschriften für Mineralstoffe im Straßenbau (TP Min-StB, 1994).

Ergebnis /Fb 97 2003/: Aus wasserwirtschaftlicher Sicht kann die Verwertung der KS-Materialien als unproblematisch bezeichnet werden. Alle untersuchten Baustoffgemische, sowohl ohne als auch mit Bindemittel erfüllten die Anforderungen der Technischen Lieferbedingungen für Mineralische Baustoffe im Straßenbau (TL Min-StB, 2000) für Recycling-Baustoffe der Güteklasse RCL 1.

9 PCR-Dokument und Überprüfung

Diese Deklaration beruht auf dem PCR-Dokument Kalksandstein 2004-11.

Review des PCR-Dokuments durch den Sachverständigenausschuss. Vorsitzender des SVA: Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf Reinhardt (Universität Stuttgart, IWB)
Unabhängige Prüfung der Deklaration gemäß ISO 14025: ☐ intern ☒ extern
Validierung der Deklaration: Dr. Eva Schmincke, Dr. Birgit Grahl

10 Literatur

/BV KS 2009/ Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., persönliche Kommunikation mit der Leitung der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover, August 2009

/BfS 2008/ Gehrke, K. Hoffmann, B., Schkade, U., Schmidt, V., Wichterey, K.: Natürliche Radioaktivität in Baumaterialien und die daraus resultierende Strahlenexposition - Zwischenbericht; Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin 2008, 37 S.

/BMVBS 2001/ Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung BMVBS: Leitfaden Nachhaltiges Bauen, http://www.bmvbs.de/Anlage/original_8183/Leitfaden-Nachhaltiges-Bauen.pdf, 2001

/DEV 1975/ Deutsches Einheitsverfahren (DEV) zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 7. Lieferung, 1975

/DIN 1053-1/ DIN 1053-1:1996-11, Mauerwerk - Teil 1: Berechnung und Ausführung, 1996

/DIN 4102-4/ DIN 4102-4:1994-03, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, 1994

/DIN 4109/ DIN 4109:1989-11, Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise, 1989

/DIN EN 771-2/ DIN EN 771-2:2005-05, Festlegungen für Mauersteine - Teil 2: Kalksandsteine;, Deutsche Fassung EN 771-2: 2003 + A1: 2005

/DIN V 106/ DIN V 106:2005-10, Kalksandsteine mit besonderen Eigenschaften, 2005

/DIN V 4108-4/ DIN V 4108-4:2007-06, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte, 2007

/Eyerer und Reinhardt 2000/ Eyerer, P. und Reinhardt, H.W. (Hrsg.): Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden — Wege zu einer ganzheitlichen Betrachtung. Birkhäuser Verlag Zürich, 2000

/IBU 2006/ Leitfaden (Ausgabe 20.01.2006) für die Formulierung der produktgruppen-spezifischen Anforderungen der Umwelt-Produktdeklarationen (Typ III) für Bauprodukte, Institut Bauen und Umwelt e.V., www.bau-umwelt.com

/Fb 48 1978/ Institut für Gewerbliche Wasserwirtschaft (IWL) - Gutachtliche Stellungnahme zur Frage des Deponieverhaltens von Fabrikationsabfällen der Kalksteinindustrie, Institut für gewerbliche Wasserwirtschaft und Luftreinhaltung e.V., Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Forschungsbericht Nr. 48, Hannover, 1978

/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 1996/ Eden, W.: Herstellung von Kalksandsteinen aus Bruchmaterial von Kalksandsteinmauerwerk mit anhaftenden Resten von Dämmstoffen sowie weiterer Baureststoffe, KS-Recycling Teil II, Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Forschungsbericht Nr. 86, Hannover, 1997

/Fb 97 2003/ Eden, W., Friedel F., Mesters K., Krass K., Kurkowski H., Schießl P.: Eignung von Kalksandstein-Recycling-Material für die Baustoffindustrie, Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V.; Forschungsbericht Nr. 97, Hannover, 2003

/Fb 107 2007/ Eden, W., Middendorf, B.: Entwicklung eines Recycling-Mauersteins unter Verwendung von Abbruchmaterial und Bauresstmassen und Anwendung der Kalksandstein-Technologie, Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V. , Forschungsbericht Nr. 107, Hannover, Dortmund, 2007

/GaBi 4 2009/ GaBi 4: Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Universität Stuttgart und PE International, 2001-2009.

/GaBi 4 Doku 2009/ GaBi 4: Dokumentation der Datensätze der Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Universität Stuttgart und PE International, http://documentation.gabi-software.com/index.html, 2009

/DIN EN ISO 14020/ DIN EN ISO 14020:2001, Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Allgemeine Grundsätze (ISO 14020:2000); Deutsche Fassung EN ISO 14020:2001Environmental labels and declarations – General principles, 2001

/ISO 14025/ ISO 14025:2007-10, Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Typ III Umweltdeklarationen - Grundsätze und Verfahren (ISO 14025:2006); Text Deutsch und EnglischDIN EN ISO

	14025: Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures, 2006
/DIN EN ISO 14040/	DIN EN ISO 14040:2006-10, Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14040:2006DIN EN ISO 14040: Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, 2006
/DIN EN ISO 14044/	DIN EN ISO 14044:2006-10, Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14044:2006DIN EN ISO 14044: Environmental management - Life cycle assessement - Requirements and guidelines, 2006
/KS 2009/	Hintergrundbericht zur Umwelt-Produktdeklaration für Kalksandsteine, PE INTERNATIONAL GmbH, erstellt im Auftrag des Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Juli 2009
/LAGA 2003/	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln – Teil 1: Allgemeiner Teil (veröffentlicht), Teil 2: Technische Regeln für die Verwertung (länderspezifische Regelungen zur LAGA M20), Teil 3: Probenahme und Analytik (länderspezifische Regelungen zur LAGA M20), 2003, http://laga-online.de/
/PCR KS 2004/	PCR Kalksandstein: Regeln für die Umwelt-Produktdeklaration – Kalksandstein, 2004
/TL Min-StB 2000/	TL Min-StB 2000: Technische Lieferbedingungen für Mineralstoffe im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe ‚Mineralstoffe im Straßenbau‘ 2000
/TP Min-StB 1994/	TP Min-StB 1994: Technische Prüfvorschriften für Mineralstoffe im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe ‚Mineralstoffe im Straßenbau‘ 1994

Herausgeber:
Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)

Rheinufer 108

53639 Königswinter

Tel.: 02223 296679-0

Fax: 02223 296679-1

E-Mail: info@bau-umwelt.com

Institut Bauen
und Umwelt e.V.

Layout:
PE INTERNATIONAL GmbH

Bildnachweis:

Titelbilder: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

Entenfangweg 15

30419 Hannover

Deutschland