

# UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804

Deklarationsinhaber	Deutsche ROCKWOOL Mineralwoll GmbH & Co. OHG
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-DRW-20120113-IBC2-DE
ECO EPD Ref. No.	ECO-00000017
Ausstellungsdatum	18.12.2012
Gültig bis	17.12.2017

Steinwolle-Dämmstoffe im hohen Rohdichtebereich  
Deutsche ROCKWOOL Mineralwoll GmbH &  
Co. OHG

[www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com) / <https://epd-online.com>



## 1. Allgemeine Angaben

Deutsche ROCKWOOL Mineralwoll GmbH & Co. OHG

**Programmhalter**

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

**Deklarationsnummer**

EPD-DRW-20120113-IBC2-DE

**Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorienregeln:**

Mineralische Dämmstoffe, 07.2014  
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenrat)

**Ausstellungsdatum**

18.12.2012

**Gültig bis**

17.12.2017



Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer  
(Präsident des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)



Dr. Burkhard Lehmann  
(Geschäftsführer IBU)

Steinwolle-Dämmstoffe im hohen Rohdichtebereich

**Inhaber der Deklaration**

Deutsche ROCKWOOL Mineralwoll GmbH & Co. OHG  
Rockwool Straße 37 – 41  
45966 Gladbeck

**Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit**

1 m<sup>3</sup> unkaschierter bzw. unbeschichteter kunstharzgebundener Steinwolle-Dämmstoff der Firma ROCKWOOL im hohen Rohdichtebereich von 121 kg/m<sup>3</sup> bis 250 kg/m<sup>3</sup>. Darüber hinaus werden im Anhang die Umweltwirkungen von 7 Kaschierungen auf Basis von 1 m<sup>2</sup> dargestellt.

**Gültigkeitsbereich:**

Die in der EPD dargestellte Ökobilanz bezieht sich auf den Lebenszyklus von unkaschierter bzw. unbeschichteter kunstharzgebundener Steinwolle von Rockwool. Die ökobilanziellen Kennzahlen der Kaschierungen sind dem Anhang zu entnehmen. Die Steinwolle wird in den Werken Gladbeck, Neuburg und Flechtingen produziert, in denen die Produktionsdaten des Jahres 2008 erhoben und 2015 um generische Daten für die Kaschierungen ergänzt wurden. Die Ökobilanz repräsentiert somit 100% der von ROCKWOOL produzierten Steinwolle. Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine Haftung des IBU in Bezug auf Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.

**Verifizierung**

Die CEN Norm /EN 15804/ dient als Kern-PCR

Verifizierung der EPD durch eine/n unabhängige/n Dritte/n gemäß /ISO 14025/

intern  extern



Dr. Daniela Kölsch,  
Unabhängige/r Prüfer/in vom SVR bestellt

## 2. Produkt

### 2.1 Produktbeschreibung

Die Definition von Mineralwolle (Stein- bzw. Glaswolle) nach /EU-Richtlinie 67/69/EG/ sowie deutschem Gefahrstoffrecht (/Chem-VerbotsV/, /GefStoffV/) lautet: Künstliche Mineralfasern, die aus ungerichteten glasigen (Silikat-) Fasern mit einem Massengehalt von über 18 % an Oxiden von Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Barium bestehen. Steinwolle-Dämmstoff ist ein Faserdämmstoff. Wesentlicher Bestandteil sind Steinwolle-Dämmstofffasern, monophile künstliche Mineralfasern nicht kristalliner Struktur, die aus einer silikatischen Schmelze gewonnen werden. Der mittlere Faserdurchmesser beträgt 3–6 µm. Die Länge der Fasern kann bis zu einigen Zentimetern betragen.

Die in dieser Deklaration beschriebenen kunstharzgebundenen Steinwolle-Dämmstoffe werden in Form von Platten, Matten oder Rollen im hohen Rohdichtebereich (121 bis 250 kg/m<sup>3</sup>) hergestellt. Die Produkte werden in Dicken zwischen 20 mm und 350

mm geliefert, beispielsweise als druckfeste Platten, trittfeste zweischichtige Platten oder hochkomprimierbare Filze und Rollen. Die Produkte von ROCKWOOL entstammen den drei Werken Gladbeck, Neuburg und Flechtingen. Die Durchschnittsbildung erfolgte auf Basis der Produktionsvolumina der Werke. Die unkaschierten bzw. unbeschichteten Steinwolleprodukte weisen keine Unterschiede hinsichtlich des Herstellprozesses bzw. der Herstellungstechnologie auf. Für bestimmte Anwendungsbereiche werden die Dämmstoffe ein- oder zweiseitig mit einer Funktionskaschierung versehen.

### 2.2 Anwendung

- Alle Anwendungsbereiche nach /DIN 4108-10/ für die Anwendungsgebiete Wand, Decke

und Dach mit den dort festgelegten Anforderungen hinsichtlich des Wärme- und Schallschutzes und der mechanischen Eigenschaften.

- Haustechnik (Dämmung von Heizungs- und Warmwasserrohren).
- Technische Isolierung (Dämmung von Rohrleitungen, Fernwärmeleitungen, Kesseln und Apparaturen).
- Industrielle Weiterverarbeitung (Klimakanäle, Feuerschutztüren, Fertighauselemente und Schornsteinsysteme).
- Brandschutzelemente (Kabelabschottungen und Elemente für Stahlkonstruktionen).

### 2.3 Technische Daten

- Nennwert Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_D$  nach /DIN EN 13162/: 0,032 bis 0,048 [W/m·K]
- Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung: 0,032 bis 0,048 [W/m·K]
- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl nach /EN 12086/  $\mu = 1$
- Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke =  $\mu \times$  Bauteildicke in [m]; (bei 1 m Dicke wäre diese 1)
- Rohdichte gem. /DIN 1602/: 121 bis 250 kg/m<sup>3</sup>
- Druckspannung gem. /EN 826/: 5 bis 70 kPa
- Schallabsorptionsgrade  $\alpha_s$  in Abhängigkeit von der Frequenz nach /DIN EN ISO 354/ sind den Datenblättern für die entsprechenden Produkte zu entnehmen. Beispiel Schallschluckplatte RAF (30-mm-Platte mit 200 mm Luftraum):

F [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
$\alpha_s$	0,34	0,73	0,93	0,81	0,92	0,94

### 2.4 Inverkehrbringung/Anwendungsregeln

Produktnorm: DIN EN 13162: 2009-02, Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) - Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13162:2008.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt für Wärmedämmstoffe aus Mineralwolle (MW) nach /DIN EN 13162: 2009-02/.

Für Steinwolle-Dämmstoffe der Gesellschaft Deutsche ROCKWOOL Mineralwoll GmbH & Co. OHG gilt die Zulassung Nr. Z-23.15-1468.

Voraussetzung für die Zulassung:

Seit 01.06.2000 gilt in Deutschland ein Verbot des Herstellens, Inverkehrbringens und Verwendens von Mineralwolle-Dämmstoffen, die nicht die Freizeichnungskriterien des Anhangs IV, Nr. 22, Absatz 2 der Gefahrstoffverordnung sowie des Anhangs 1 Abschnitt 23 zu § 1 Chemikalien-Verbotsverordnung erfüllen.

### 2.5 Lieferzustand

Die Steinwolle-Dämmstoffe sind in verschiedenen Längen und Breiten erhältlich als Matten, Bahnen, Platten, Zöpfe und Formteile, wobei Dicken bis zu 350

mm möglich sind.

Rohdichte: 121 kg/m<sup>3</sup> bis einschließlich 250 kg/m<sup>3</sup>

### 2.6 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Rohstoffe sind die natürlich vorkommenden Gesteine Diabas/Basalt (27–50 Masse-%) sowie zementgebundene Formsteine (50–73 Masse-%). Hinzu kommt bis max. 3,5 % TM Bindemittel (harnstoffmodifiziertes Phenol-Formaldehyd-Harz mit Glukose) sowie max. 0,2 % aliphatisches Mineralöl und max. 0,1 % Haftvermittler (Siloxanol). Weitere Hilfsstoffe oder Zusatzmittel werden für die unkaschierten bzw. unbeschichteten Produkte nicht verwendet.

Die Grundstoffe/Hilfsstoffe der Kaschierungen sind:

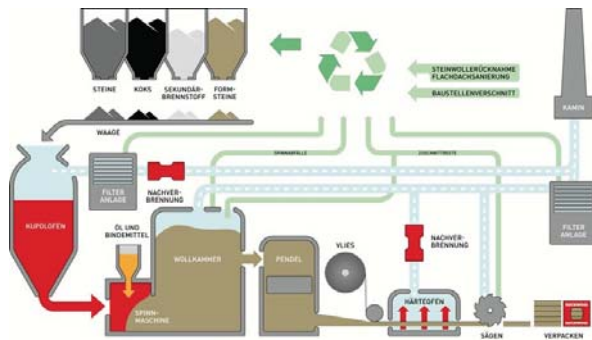
Kaschierung	g/m <sup>2</sup> (einseitig)	Bestandteile
Glasvlies	100 g	Glasfasern, Bindemittel
Glasseide	102 g	Glasfasern, Bindemittel
Mineralvlies	346 g	Glasvlies, mineralischer Haftgrund, Bindemittel
Mineralischer Haftgrund	250 g	Silikat-Emulsion
Aluminium-Sandwich-Folie	94,8 g	Aluminiumfolie, Glasgelege, PE-Folie
Anorganische, faserverstärkte Beschichtung auf Magnesiumoxid-Basis	5450 g	Magnesiumzement, Glasfasern
RockTect-Kaschierung	145 g	PP-Fasern, thermoplastisches Elastomer-Ether Ester (TEEE)

### 2.7 Herstellung

Diabas/Basalt sowie Betonformsteine werden mittels Koks als Energieträger im Kupolofen bei ca. 1.400–1.500 °C geschmolzen und im Walzenspinnerverfahren zerspart. Gleich danach werden Schmelzmittel (Mineralöle) und Bindemittel (harnstoffmodifiziertes Phenol-Formaldehyd-Harz) in wässriger Lösung aufgesprüht. Das Bindemittel dient der Gewährleistung von Bindung und Formstabilität, das Schmelzmittel der Staubminderung und Hydrophobierung. Der in der wässrigen Lösung ebenfalls enthaltene Haftvermittler unterstützt die Anhaftung des Bindemittels an den Fasern. Die Rohwolle wird in Sammelkammern, welche unter Unterdruck stehen, auf Transportbändern abgelegt. Das Rohvlies wird kontinuierlich ausgetragen und Härteöfen zugeführt, in denen 200–300 °C heiße Luft durch die Wollmasse gesaugt wird, wobei sich die Bindemittel zu Duroplasten vernetzen. Anschließend können Kaschierungen aufgebracht werden oder das Vlies wird mit Drahtgeflecht versteppt. Dies ist jedoch nicht Teil der vorliegenden Deklaration. Schließlich wird das Produkt mittels Sägen in Form gebracht.

Die während des Produktionsbetriebes entstehenden Abluftmengen werden mechanisch gefiltert und überwiegend thermisch nachverbrannt. Über Wärmetauscher wird der hierbei freigesetzte Wärmeinhalt zur Vorwärmung des Ofenwindes verwendet. Die abgeschiedenen Stäube werden als Rohstoff erneut genutzt.

Das Prozesswasser wird intern gereinigt und zu einem erheblichen Teil wieder in den Prozess zurückgeführt.



## Gütesicherung:

Eigen- und Fremdüberwachung nach Zulassung Nr. Z 23.15-1468 bzw. CE-Kennzeichnung nach europäischen Vorschriften.

Für Produkte der technischen Isolierung nach VDI 2055 entsprechend Keynote entsprechend AGI Q 132. Alle Produkte nach RAL-GZ 388.

Qualitätsmanagementsystem gemäß /DIN EN ISO 9001/.

## 2.8 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

### Gesundheitsschutz Herstellung:

Für Mineralwolle-Dämmstoffe gelten in Deutschland folgende spezielle Vorschriften:

Verbot des Herstellens und Verwendens biopersistenter Fasern (Gefahrstoffverordnung, Anhang IV, Nr. 22)  
 Verbot des Inverkehrbringens biopersistenter Fasern (Chemikalien-Verbotsverordnung, Nr. 23 des Anhangs zu § 1)

Neben den gesetzlichen Vorgaben sind keine weiteren besonderen Maßnahmen erforderlich.

### Umweltschutz Herstellung:

Es gelten die speziellen Vorschriften der TA-Luft, Abschnitt 5.4.5.2.1 (Regelungen für Gesamtstaub und Phenol/Formaldehyd für Altanlagen).

- Luft: Die produktionsbedingt entstehende Abluft wird entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen gereinigt.
- Wasser/Boden: Belastungen von Wasser und Boden entstehen nicht. Produktionsbedingte Abwässer werden intern aufbereitet und der Produktion wieder zugeführt.
- Schallschuttmessungen haben ergeben, dass alle innerhalb und außerhalb der Produktionsanlagen ermittelten Werte unterhalb der für Deutschland geltenden Anforderungen liegen. Lärmintensive Anlagenteile wie die Zerfaserung sind durch bauliche Maßnahmen entsprechend gekapselt.

## 2.9 Produktverarbeitung/Installation

Die Empfehlungen zur Produktverarbeitung sind produkt- und systemabhängig und in den jeweiligen Prospekten und Datenblättern (verfügbar unter [www.rockwool.de](http://www.rockwool.de)) beschrieben.

Es sind die Arbeitsschutzmaßnahmen nach Abschnitt 3 der Handlungsanleitung 'Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle)', Stand 09/2008, zu beachten:

- Vorkonfektionierte Mineralwolle-Dämmstoffe bevorzugen. Diese können entweder vom

Hersteller geliefert oder zentral auf der Baustelle zugeschnitten werden.

- Verpackte Dämmstoffe erst am Arbeitsplatz auspacken.
- Material nicht werfen.
- Keine schnell laufenden, motorgetriebenen Sägen ohne Absaugung verwenden.
- Auf fester Unterlage mit Messer oder Schere schneiden, nicht reißen.
- Für gute Durchlüftung am Arbeitsplatz sorgen. Das Aufwirbeln von Staub vermeiden.
- Nicht mit Druckluft abblasen.
- Staubsaugen statt kehren.
- Arbeitsplatz sauber halten und regelmäßig reinigen. Verschnitt und Abfälle sofort in geeigneten Behältnissen, z. B. Tonnen oder Plastiksäcken, sammeln.
- Locker sitzende, geschlossene Arbeitskleidung und geeignete Handschuhe tragen.
- Bei empfindlicher Haut fettende, gerbstoffhaltige Schutzcreme oder Lotion benutzen.
- Nach Beendigung der Arbeit Baustaub mit Wasser abspülen.
- Bei Tätigkeiten mit Staubentwicklung im Freien, z. B. bei Abkippvorgängen, mit dem Rücken zum Wind arbeiten und darauf achten, dass sich keine Arbeitnehmer in der Staubfahne aufhalten.

## 2.10 Verpackung

Als Verpackungsmaterialien dienen Holzpaletten und PE-Schrumpffolie. Die Entsorgung der Folienverpackung erfolgt über die Interseroh AG, Köln.

## 2.11 Nutzungszustand

Während der Nutzung ergeben sich keine Veränderungen der stofflichen Zusammensetzung, außer bei außergewöhnlichen Einwirkungen (siehe 2.14).

## 2.12 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung Mineralwollefaserstäube in Innenräumen:

Die Freisetzung von Mineralwollefaserstäuben kann wie alle Stäube Haut- und Augenreizungen, Reizungen der Atemwege sowie allergische Reaktionen auslösen. Durch größere Fasern bzw. Faserbruchstücke kann es zu mechanischen Einwirkungen auf die Augen, die oberen Atemwege und die Haut kommen. Zur Vermeidung solcher vorübergehender, reversibler Erscheinungen sind, wie auch beim Umgang mit nichtfaserigen Stäuben, allgemeine Grundsätze der Arbeitshygiene zu beachten.

Dämmstoffe der Deutschen Rockwool Mineralwoll GmbH Co. OHG fallen nicht in den Anwendungsbereich des Anhangs II, Nr. 5, Gefahrstoffverordnung und des Abschnitts 23 des Anhangs zu § 1 Chemikalien-Verbotsverordnung. Sie unterliegen damit nicht dem Herstellungs- und Verwendungsverbot für als krebserzeugend am Arbeitsplatz bewertete Faserstäube.

Die Konzentration von Mineralwollefaserstäuben in Innenräumen ist nach UBA-Text 30/94 'Untersuchungen zur Innenraumbelastung durch faserförmige Feinstäube aus eingebauten Mineralwolle-Erzeugnissen':

- in der Regel in der Nutzungsphase nicht erhöht, wenn ordnungsgemäß durchgeführte Wärmedämmungen vorliegen; dies setzt voraus, dass der Dämmstoff vom Innenraum eindeutig getrennt ist (z. B. Dämmstoff an der Außenwand oder Dämmstoff hinter einer dichten Dampfsperre und einer Verkleidung aus Gipskarton, Holzpaneelen o. Ä.);
- in der Regel nur mäßig erhöht, wenn die Mineralwolle-Erzeugnisse so eingebaut sind, dass sie im direkten Luftaustausch mit dem Innenraum stehen; dieser Fall liegt vornehmlich in Räumen mit abgehängten (Akustik-) Decken ohne einen funktionsfähigen Riesel-schutz vor;
- im Einzelfall deutlich erhöht (bis zu einigen tausend Fasern je m<sup>3</sup> Raumluft) z. B. bei bautechnischen Mängeln oder bei Konstruktionen, die nicht dem Stand der Technik entsprechen, oder vorübergehend bei baulichen Eingriffen an Bauteilen, die Mineralwolle-Erzeugnisse enthalten.

#### Freisetzung von Formaldehyd und VOC:

Formaldehyd- und VOC-Emissionen können gesundheitliche Beschwerden wie Kopfschmerzen, Übelkeit oder eine Reizung der Schleimhäute hervorrufen, weshalb auf den Einsatz emissionsarmer Baustoffe geachtet werden sollte.

Die ermittelten Formaldehyd- und VOC-Emissionen für die deklarierten unkaschierten Steinwolleprodukte liegen unterhalb der Nachweis- bzw. Bewertungsgrenzen, Kanzerogene wurden nicht nachgewiesen. Die Verwendung ist daher als unbedenklich einzustufen (vgl. Kapitel 7.4).

#### 2.13 Referenz-Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer der ROCKWOOL-Steinwolle ist bei fachgerechter Verwendung nach aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen nicht limitiert und ausschließlich begrenzt durch die Nutzungsdauer der Bauteile bzw. des vollständigen Gebäudes. Die Funktion der Dämmleistung bleibt über die Nutzungsdauer uneingeschränkt erhalten. Nur durch außergewöhnliche Einwirkungen (siehe 2.14) und Schäden in der Konstruktion wird die Funktion der Dämmleistung beeinträchtigt.

### 3. LCA: Rechenregeln

#### 3.1 Deklarierte Einheit

Die Deklaration bezieht sich auf den Lebenszyklus von 1 m<sup>3</sup> Steinwolle-Dämmstoff, hergestellt von der Deutschen ROCKWOOL Mineralwolle GmbH & Co. OHG. Die Produkte von ROCKWOOL entstammen drei Werken, wobei eine Durchschnittsbildung auf Basis der Produktionsmengen erfolgte. Die Werke weisen bei der Steinwolleherstellung keine Technologieunterschiede auf. Die Rohdichte der deklarierten Steinwolleprodukte kann zwischen 121 kg/m<sup>3</sup> und 250 kg/m<sup>3</sup> betragen. Infolge der Durchschnittsbildung ergibt sich eine durchschnittliche mittlere Rohdichte von 158 kg/m<sup>3</sup> für Steinwolle-Dämmstoffe im hohen Rohdichtebereich, für die nachfolgend die Ökobilanzergebnisse dargestellt werden. Die Übertragung der Ergebnisse

#### 2.14 Außergewöhnliche Einwirkungen

##### Brand

Bei Steinwolle-Dämmstoffen, die in der Nutzungsphase über einen längeren Zeitraum erhöhten Temperaturen von über etwa 200 °C ausgesetzt sind, kann sich das Bindemittel zersetzen.

Steinwolle-Dämmstoffe sind in die Baustoffklasse A1 (nicht brennbar) nach /DIN EN 13501-1/ und /DIN 4102/ eingestuft.

Sie stellen kein Gefährdungspotential bezüglich der Rauchentwicklung dar und ermöglichen auch kein brennendes Abtropfen.

Die Schmelztemperatur der Steinwolle-Dämmstofffasern liegt über 1.000 °C, die maximale Anwendungsgrenztemperatur bei etwa 700 °C.

##### Wasser

Feuchteeinwirkung verschlechtert die Dämmeigenschaften. Mineralwolle-Dämmstoffe sind diffusionsoffen und trocknen aus. Nach lang anhaltender Wassereinwirkung (z. B. Hochwasser) ist der Dämmstoff auszutauschen.

##### Mechanische Zerstörung

Nicht relevant.

#### 2.15 Nachnutzungsphase

Steinwolle-Dämmstoffe sind nicht wiederverwendbar. Sie werden im Falle sortenreinen Vorliegens dem Herstellungsprozess wieder zugeführt. Aufgemahlene Mineralwolle kann zudem als Zusatzmittel für die Ziegelherstellung verwertet werden.

#### 2.16 Entsorgung

Die Abfall-Schlüsselnummer der Produktionsrückstände für Steinwolle-Dämmstoffe ist nach Europäischem Abfallkatalog gemäß Abfallverzeichnis-Verordnung (/AVV/) 10 11 03, die Abfall-Schlüsselnummer für Baustellenabfälle (nach der Nutzung) ist 17 06 04 wenn der Abfall sortenrein vorliegt, ansonsten gilt die 17 09 04 für nicht sortenreine Abfälle.

#### 2.17 Weitere Informationen

Weitere Informationen zu den Steinwolle-Dämmstoffen von ROCKWOOL können im Internet auf der Herstellerseite [www.rockwool.de](http://www.rockwool.de) bezogen werden.

auf andere Rohdichten ist über eine lineare Skalierung möglich.

#### Deklarierte Einheit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Umrechnungsfaktor zu 1 kg	0,00633	-
Deklarierte Einheit	1	m <sup>3</sup>
Rohdichte	158	kg/m <sup>3</sup>

Darüber hinaus werden im Anhang die Umweltprofile von 7 Kaschierungen dargestellt, die auf den in Kapitel 2.6 genannten Spezifikationen beruhen. Zur Anwendung der Kaschierungs-Daten müssen zunächst die auf 1 m<sup>3</sup> bezogenen Ergebnisse für die Steinwolle auf die gewünschte Dicke umgerechnet werden. Danach sind die Ergebnisse der Kaschierungen je

1 m<sup>2</sup> zu addieren. Die Umweltprofile der Kaschierungen wurden für die einseitige Anbringung berechnet. Im Falle einer beidseitigen Kaschierung sind die Umweltwirkungen der Kaschierungen daher zu verdoppeln bzw., bei unterschiedlichen Kaschierungen, zu addieren. Zusätzlicher Kleber wird für den Kaschierungsprozess nicht benötigt.

### 3.2 Systemgrenze

Typ der EPD: Wiege-bis-Bahre, mit Optionen  
Die Ökobilanz berücksichtigt die Lebenszyklusphasen der Steinwolle-Herstellung (A1–A3), die Entsorgung der Verpackung die während des Einbaus anfällt (Modul A5) und die Nachnutzungsphase der Steinwolle (Module C2 und C4). Gutschriften infolge der thermischen Verwertung der Verpackung werden dem Modul D zugerechnet. Ebenso werden entstehende Gutschriften infolge der Deponierung (Modul C4) in Modul D gutgeschrieben.

Im Einzelnen wurden folgende Prozesse in das Produktstadium A1–A3 der Herstellung einbezogen:

- Bereitstellungsprozesse von Vorprodukten und Energie
- Transporte der Rohstoffe und Vorprodukte zum Werk
- Herstellprozess im Werk inklusive energetischen Aufwendungen, Entsorgung von anfallenden Reststoffen und Emissionen
- Herstellung der Verpackung

Bei den berücksichtigten Mengen der Verpackungsmaterialien handelt es sich um Jahresverbrauchs- bzw. Jahreszukaufsmengen, worin Palettenumläufe bereits abgedeckt sind.

Emissionen und Lasten infolge der Entsorgung der Verpackung sind dem Modul A5 zugeordnet.

Die Entsorgung der Steinwolle am Lebensende berücksichtigt den LKW-Transport zu einer Deponie (C2) sowie die finale Deponierung (C4) mit Deponie-gasnutzung zur Stromerzeugung.

Der Untersuchungsrahmen der Kaschierungen umfasst die gleichen Module, die bereits für die unkaschierten Produkte deklariert werden. Da für die Kaschierung keine zusätzliche Verpackung berücksichtigt wird, ergeben sich bei den Kaschierungen in den Modulen A5 und D keine Umweltlasten bzw. Gutschriften.

### 3.3 Abschätzungen und Annahmen

Im vorliegenden Produktsystem werden Asche und Schlacke von extern im Rahmen der Ökobilanz als wertfreie Vorprodukte eingesetzt (zur Herstellung der Betonformsteine). Diese Vorprodukte gelten als Abfallprodukte, die Rockwool nichts kosten, und werden demnach als Inputs ohne Lasten berechnet. Lediglich der Transport nach Flechtingen, Gladbeck bzw. Neuburg ist in der Ökobilanz berücksichtigt. Relevante Sekundärmaterialien in der Herstellung der Steinwollefaser sind z.B. Asche, Schlacke und gebrauchte Anoden. Weiterhin dienen im Cupola-Ofen Sekundärbrennstoffe zur Deckung des Energiebedarfs. Diese werden hauptsächlich in Flechtingen eingesetzt. Auch diese werden als lastenfrei gerechnet, da es sich hierbei um Produktionsrückstände handelt. Eine Weiterverarbeitung wurde hier zunächst vernachlässigt, aufgrund der unsicheren Datenlage und da der Einfluss auf die Endergebnisse klein ist.

Annahmen mussten aus Konsistenzgründen hinsichtlich der NMVOC-Emissionen getroffen werden.

Nach Angaben von ROCKWOOL kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei sämtlichen gemessenen VOC-Emissionen um NMVOCs handelt, die auch als solche in der Ökobilanzsoftware abgebildet werden. Es kann ausgeschlossen werden, dass prozessseitig Methan entsteht.

Die Messungen für VOC stellen einen Summenwert dar, der bereits die zusätzlich separat ausgewiesenen Phenol und Formaldehyd-Emissionen enthält. Deshalb wird in der Ökobilanzsoftware die rechnerische Differenz als unspezifische NMVOCs abgebildet.

Für die Werke Gladbeck und Neuburg liegen für jeweils zwei Linien sowohl die Messungen für Phenol, Formaldehyde und VOC (gesamt) vor.

Für das Werk Flechtingen konnte seitens ROCKWOOL keine Aussage bezüglich der VOC (gesamt) gemacht werden, deshalb wurde hierzu auf Basis der Messwerte in Gladbeck und Neuburg ein worst-case-Ansatz verfolgt.

Die im Anhang dargestellten Umweltwirkungen der Kaschierungen werden auf Basis der Materialzusammensetzung abgeschätzt. Weitere Aspekte, wie z.B. Transporte, Produktionsenergien, Prozessemissionen und anfallende Produktionsverschnitte, werden nicht berücksichtigt. Die im Herstellungsprozess eingesetzte Energie wird bei der anorganischen, faserverstärkten Beschichtung auf Magnesiumoxid-Basis abgeschätzt.

### 3.4 Abschneideregeln

Es wurden alle Daten aus der Betriebsdatenerhebung in den Werken Gladbeck, Neuburg und Flechtingen in der Bilanzierung berücksichtigt, d.h. alle nach Rezeptur eingesetzten Ausgangsstoffe, die eingesetzte thermische Energie, der interne Kraftstoffverbrauch sowie der Stromverbrauch, alle direkten Produktionsabfälle sowie Emissionsmessungen. 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 % 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.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die vorgegebenen Abschneideregeln durch die Vernachlässigung der bei den Kaschierungen nicht berücksichtigten umweltrelevanten Aspekte eingehalten werden.

### 3.5 Hintergrunddaten

Zur Modellierung des Lebenszyklus der Steinwolle wurde das von der PE INTERNATIONAL AG entwickelte Software-System zur Ganzheitlichen Bilanzierung "GaBi 4" eingesetzt /GaBi 4/. Die in der GaBi-Datenbank enthaltenen Datensätze sind online dokumentiert in der GaBi-Dokumentation /GaBi 4 Doku/. Die Basisdaten der GaBi-Datenbank wurden für Energie, Transporte, Vorprodukte und Hilfsstoffe verwendet. Datensätze anderer Datenbanken wurden nicht verwendet.

Die Ökobilanz wurde für den Bezugsraum Deutschland erstellt. Dies hat zur Folge, dass neben den Produktionsprozessen unter diesen Randbedingungen auch die für Deutschland relevanten Vorstufen, wie Strom- oder Energieträgerbereitstellung, verwendet wurden.

Es wird der Strom-Mix für Deutschland mit dem Bezugsjahr 2008 verwendet.

### 3.6 Datenqualität

Alle für die Herstellung relevanten Hintergrund-Datensätze wurden der Datenbank der Software GaBi 4 entnommen, Primärdaten wurden von ROCKWOOL zur Verfügung gestellt. Die letzte Revision der verwendeten Hintergrunddaten und Primärdaten liegt weniger als vier Jahre zurück. Es handelt sich um Industriedaten von der Deutschen ROCKWOOL Mineralwoll GmbH & Co. OHG, die in den Werken Gladbeck, Neuburg und Flechtingen mit dem Jahresbezug 2008 erhoben wurden. Die Daten zur Bereitstellung der Vorprodukte entstammen der GaBi-Datenbank.

Zur Modellierung des Lebenszyklus der deklarierten Kaschierungen werden ausschließlich Standard-Datensätze der GaBi-Datenbank verwendet. Eine Primärdatenaufnahme ist nicht erfolgt. Rezepturinformationen stammen teilweise von Rockwool oder beruhen auf Daten aus Literatur und Industrie /GaBi Doku/.

Die Datenqualität kann als gut angesehen werden, da für alle Prozesse und Vorprodukte zeitlich, räumlich und technologisch repräsentative Datensätze vorlagen.

### 3.7 Betrachtungszeitraum

Die Datengrundlage der vorliegenden Ökobilanz für die unkaschierte Steinwolle beruht auf Primärdaten der Steinwolleherstellung aus dem Jahr 2008 der Deutschen ROCKWOOL Mineralwoll GmbH & Co. OHG. Die eingesetzten Mengen an Rohstoffen, Energien und Hilfs- und Betriebsstoffen sind als Mittelwerte von 12 Monaten berücksichtigt. Die Berechnung basiert auf der GaBi-Datenbank von 2011.

Abweichend von den unkaschierten Steinwolle-Produkten bezieht sich die Materialzusammensetzung der Kaschierungen auf Zahlen aus dem Jahr 2015. Für die Modellierung wurde entsprechend die GaBi-Datenbank von 2014 verwendet.

### 3.8 Allokation

Alle Werksdaten beziehen sich auf das deklarierte Produkt. Im Rahmen der Ökobilanz wurden hierfür keine Allokationen durchgeführt, da die durchschnittlich produzierte Steinwolle bilanziert wird.

Eine Co-Produkt-Allokation wurde in der Herstellung der Steinwollefaser vorgenommen. Während des Schmelzens der Rohmaterialien und Vorprodukte im Cupolofen entsteht Eisenerz. Eisenerz als Co-Produkt erfüllt die end-of-waste Kriterien nach /DIN EN 15804/. Im Rahmen der Ökobilanz erfolgt eine Allokation nach Masse.

Sekundärmaterialien, die als Inputs in das Produktsystem eingehen, werden als Inputs ohne Lasten berechnet, weil es sich hierbei um Abfallprodukte handelt. Dieser Ansatz entspricht den Angaben der EN 15804. Lediglich der Transport nach Flechtingen, Gladbeck bzw. Neuburg ist in der Ökobilanz berücksichtigt. Relevante Sekundärmaterialien in der Herstellung der Steinwollefaser sind z. B. Asche, Schlacke und gebrauchte Anoden. Zudem werden Sekundärbrennstoffe im Cupola-Ofen eingesetzt, die ebenfalls lastenfrei betrachtet werden (siehe Kapitel 3.3).

Weitere Allokationen mussten für die Primärdaten des untersuchten Produktes und der Kaschierungen in der vorliegenden Ökobilanz nicht vorgenommen werden. Verpackungsmaterialien werden in einer MVA verbrannt. Im Modell werden diese input-spezifisch modelliert. Dabei auftretende Emissionen sind im Modell berücksichtigt (Modul A5). Entsprechend ihrer elementaren Zusammensetzung und der daraus resultierenden Heizwerte werden Gutschriften für die thermische Verwertung in Modul D ausgewiesen. Intern wieder eingesetzte Produktionsabfälle werden als closed-loop Recycling modelliert.

### 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.

## 4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Die folgenden technischen Informationen sind Grundlage für die deklarierten Module oder können für die Entwicklung von spezifischen Szenarien im Kontext einer Gebäudebewertung genutzt werden.

### Entsorgung der Verpackung beim Einbau (A5)

Auf der Baustelle fallen Verpackungsmaterialien an (Datenbasis ROCKWOOL):

Holzpaletten: 4,63 kg/m<sup>3</sup>

Polyethylenfolie: 0,93 kg/m<sup>3</sup>

### Ende des Lebenswegs (C2 & C4)

Transport zur Deponie: 50 km, Auslastung LKW 50% einschließlich Leerfahrt Deponie mit Deponiegasnutzung zur Stromerzeugung aufgrund der organischen Bestandteile der Bindemittel.

### Modul D

Modul D enthält Gutschriften für Strom und thermische Energie infolge der thermischen Verwertung der Verpackungsmaterialien sowie infolge der Deponierung der Steinwolle. Bei der Verbrennung werden sowohl

Strom (28%) als auch Wärme (72%) produziert. Der Anlage liegt ein Gesamtwirkungsgrad von 82% zu Grunde.

## 5. LCA: Ergebnisse

Es folgt die Darstellung der Umweltwirkungen für 1 m<sup>3</sup> unkaschierte Steinwolle mit einer durchschnittlichen Rohdichte von 41 kg/m<sup>3</sup>, hergestellt von der Deutschen ROCKWOOL Mineralwoll GmbH & Co. OHG. Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Indikatoren der Wirkungsabschätzung, des Ressourceneinsatzes sowie zu Abfällen und sonstigen Output-Strömen bezogen auf 1 m<sup>3</sup> Steinwollendämmstoff. Die mit „x“ gekennzeichneten Module nach /DIN EN 15804/ werden hierbei adressiert.

Die Umweltwirkungen und Sachbilanzindikatoren für die verschiedenen Kaschierungen sind dem Anhang zu entnehmen.

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

Produktionsstadium m			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	MND	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	MND	X	X

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m<sup>3</sup> Steinwolle, 158 kg/m<sup>3</sup>

Parameter	Einheit	A1-A3	A5	C2	C4	D
Globales Erwärmungspotenzial	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	140,95	11,11	0,67	12,41	-6,31
Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht	[kg CFC11-Äq.]	5,07E-6	8,19E-9	1,18E-9	4,04E-8	-3,54E-7
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	1,05E+0	2,29E-3	2,19E-3	1,37E-2	-6,41E-3
Eutrophierungspotenzial	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	1,42E-1	5,64E-4	4,78E-4	3,97E-2	-7,70E-4
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon	[kg Ethen-Äq.]	5,54E-2	2,02E-4	2,87E-4	4,17E-3	-6,58E-4
Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen	[kg Sb-Äq.]	3,81E-5	4,32E-7	2,26E-8	6,84E-8	-3,73E-7
Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe	[MJ]	1750,47	5,47	9,33	27,96	-93,47

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m<sup>3</sup> Steinwolle, 158 kg/m<sup>3</sup>

Parameter	Einheit	A1-A3	A5	C2	C4	D
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	196,78	0,04	0,01	1,78	-4,53
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	22,87	-	-	-	-
Total erneuerbare Primärenergie	[MJ]	219,65	0,04	0,01	1,78	-4,53
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger	[MJ]	1744,66	5,77	9,38	29,46	-105,98
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung	[MJ]	189,01	-	-	-	-
Total nicht erneuerbare Primärenergie	[MJ]	1933,68	5,77	9,38	29,46	-105,98
Einsatz von Sekundärstoffen	[kg]	51,40	-	-	-	-
Erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	4,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Nicht-erneuerbare Sekundärbrennstoffe	[MJ]	95,23	0,00	0,00	0,00	0,00
Einsatz von Süßwasserressourcen	[m <sup>3</sup> ]	0,51	0,01	0,00	0,05	-0,02

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN:

1 m<sup>3</sup> Steinwolle, 158 kg/m<sup>3</sup>

Parameter	Einheit	A1-A3	A5	C2	C4	D
Gefährlicher Abfall zur Deponie	[kg]	4,37E-2	2,28E-1	0,00E+0	5,52E-3	-2,09E-5
Entsorgter nicht gefährlicher Abfall	[kg]	541,49	0,24	0,05	161,35	-12,38
Entsorgter radioaktiver Abfall	[kg]	6,32E-2	9,23E-5	1,47E-5	1,71E-4	-4,44E-3
Komponenten für die Wiederverwendung	[kg]	-	-	-	-	-
Stoffe zum Recycling	[kg]	-	-	-	-	-
Stoffe für die Energierückgewinnung	[kg]	-	-	-	-	-
Exportierte elektrische Energie	[MJ]	-	6,81	0,00	5,76	-
Exportierte thermische Energie	[MJ]	-	67,00	0,00	0,00	-

## 6. LCA: Interpretation

Der totale Primärenergieeinsatz über den Lebenszyklus von 1 m<sup>3</sup> Steinwolle wird nahezu vollständig durch die Herstellung dominiert. Bei der Herstellung (Modul A1–A3) von 1 m<sup>3</sup> Steinwolle liegt der Einsatz totaler nicht erneuerbarer Primärenergien bei rund 1934 MJ/m<sup>3</sup>. Der totale regenerative Primärenergieeinsatz beträgt 220 MJ/m<sup>3</sup> Steinwolle. Der nicht erneuerbare Primärenergieeinsatz der Steinwolleherstellung ist vorrangig bestimmt durch den Schmelzvorgang und die dabei nötigen Energieaufwendungen (Koks und thermische Energie aus Erd-

gas). Bei Betrachtung der direkt eingesetzten Energieäquivalente in den Werken dominiert der Koks mit 60% gefolgt vom Energieträger-Mix infolge des Strom-Einsatzes mit 27% und weiterhin trägt die Thermische Energie aus Erdgas mit 13% bei.

Einen weiteren Beitrag liefert die Bindemittelherstellung, welche vorrangig auf die Phenol- und Formaldehydherstellung zurückzuführen ist. Der Primärenergieeinsatz zur Gewinnung und Aufbereitung von weiteren Rohstoffen wie Basalt ist vergleichsweise gering. Einen erheblichen Anteil an den eingesetzten Rohstoff-



fen haben Sekundärmaterialien, die lastenfrei in die Berechnung eingehen. Der erneuerbare Primärenergieeinsatz ist sowohl von der Bindemittelherstellung bestimmt als auch von der Holzpalettenherstellung. Das Bindemittel enthält den erneuerbaren Rohstoff Glukose. In den Vorketten der Glukose- und Holzherstellung wird zum Wachstum von Biomasse Sonne benötigt. Einen weiteren signifikanten Beitrag zum erneuerbaren Primärenergieeinsatz liefert der regenerative Anteil im Strom-Mix (Windkraft). Bei der Steinwolleherstellung werden Briketts eingesetzt, zu deren Herstellung wiederum Sekundärmaterialien wie Asche, Staub und Schlacke verwendet werden.

Für den Schmelzprozess im Cupola werden neben dem Haupt-Primärbrennstoff Koks Sekundärbrennstoffe verwendet, sowohl nicht erneuerbare als auch erneuerbare.

Während der Herstellung (Modul A1–A3) von 1 m<sup>3</sup> Steinwolle werden 0,51 m<sup>3</sup> Wasser benötigt, einschließlich der Vorketten. Der Großteil fällt in den Vorketten der Strombereitstellung an, Wasser wird vorrangig in den Kohlekraftwerken zu Kühlzwecken eingesetzt. Der direkte Wasserverbrauch im Werk ist vergleichsweise gering.

Die Auswertung des Abfallaufkommens wird getrennt für die drei Hauptfraktionen entsorgter nicht gefährlicher Abfall (einschließlich Abraum, Haldengüter, Erzaufbereitungsrückstände, Siedlungsabfälle sowie darin enthaltener Hausmüll und Gewerbeabfälle), gefährliche Abfälle zur Deponierung und entsorgte radioaktive Abfälle dargestellt.

Die nicht gefährlichen Abfälle stellen bei der Steinwolle-Herstellung den größten Anteil dar. Haldengüter und Abraum fallen vor allem in der Koks-Vorkette sowie der Vorkette der Stromerzeugung bei der Gewinnung von Energieträgern (Koks, Erdgas etc.) an. Nach Ablauf der Nutzungsphase werden Steinwolleprodukte zu 100% einer Deponierung zugeführt. Radioaktive Abfälle entstehen ausschließlich durch die Stromgewinnung in Kernkraftwerken.

Die Dominanz des Produktstadiums (Modul A1-A3) zeigt sich in allen Wirkkategorien, deshalb erfolgt eine nähere Betrachtung von dieser Lebenszyklusphase. Neben dem Produktstadium (Modul A1-A3) beeinflusst die Deponierung der Steinwolle das POCP zu 7 %, GWP zu 8 % und das EP mit etwa 21 %. Methan entsteht infolge der Deponierung der Steinwolle und der Umsetzung des Binderanteils, was zum POCP und zum GWP beiträgt. Weiterhin entstehen infolge der Deponierung Ammoniakemissionen in den Deponiekörper, resultierend aus der Bindemittelrezepturkomponente Ammoniak, die zum EP beitragen.

Das Treibhauspotential der Steinwolle-Herstellung wird zu über 90% von Kohlendioxidemissionen dominiert. CO<sub>2</sub> entsteht vorrangig im Schmelzprozess bei der Umsetzung von Koks im Cupola. Weiterhin tragen im Wesentlichen die Vorketten der Strombereitstellung als auch direkte Emissionen im Werk infolge der thermischen Umsetzung von Erdgas zum Treibhauspotential bei.

Zum Ozonabbaupotential tragen hauptsächlich R11- und R114-Emissionen aus der Vorkette der Strombereitstellung bei.

Das Versauerungspotential über die Steinwolleherstellung (Modul A1–A3) wird zu 46 % von Schwefeldioxidemissionen und zu 41 % von Ammoniakemissionen dominiert. Die SO<sub>2</sub>-Emissionen sind vom Kokeinsatz im Cupola abhängig, die Ammoniakemissionen resultieren aus dem Aushärten während der Produktion, da hierbei Ammoniak aus dem Binde-

mittel entweicht.

Die Dominanz des Subsystems „Produktion“ innerhalb der Module A1–A3 zeigt sich ebenfalls bei Betrachtung des Eutrophierungspotentials. Dieses wird hauptsächlich durch Ammoniak-Emissionen (65 %) aber auch durch Stickoxide (25 %) bestimmt. Ammoniak-Emissionen entstehen vorrangig infolge des Bindemittelauftrags bzw. beim Aushärten der Steinwolle. Stickoxide entstehen infolge des Schmelzprozesses oder sind auf Vorketten der Strombereitstellung zurückzuführen.

Zum Sommersmogpotential der Steinwolleherstellung tragen vorrangig NMVOC-Emissionen bei (mit 42 %), aber auch Stickoxide (14 %) und Schwefeldioxid (35%). SO<sub>2</sub> entsteht vorrangig bei der thermischen Umsetzung von Koks im Cupola. NMVOCs entstehen auf Werksebene infolge des Bindemittelauftrags und des Aushärtens sowie in den Vorketten der Verpackungsfolienherstellung.

Bei Betrachtung des ADP (elements) fällt die Dominanz der Vorketten der Rohstoffbereitstellung mit etwa 50 % innerhalb der Module A1–A3 auf. Dies ist auf den Einsatz von Gips in der Zementherstellung zurückzuführen. Zement dient der Brikettherstellung. Weiterhin zeigt sich der Einsatz verschiedener Erze in den Vorketten der Produktion sowie Erze (Kupfer-Erz, Zink-Erz etc.) in der Bindemittelherstellung.

Interpretationen des Indikators ADP (fossil) folgen denen zum nicht erneuerbaren Primärenergieeinsatz. Die Datenqualität kann insgesamt für die Modellierung der ROCKWOOL Steinwolle als gut angesehen werden. Für alle relevanten eingesetzten Vorprodukte und Hilfsstoffe lagen entsprechende konsistente Datensätze in der GaBi-Datenbank vor. Die letzte Revision der verwendeten Daten liegt weniger als 10 Jahre zurück.

Bei den Produktionsdaten handelt es sich um aktuelle Primärdaten der ROCKWOOL-Werke in Gladbeck, Flechtingen und Neuburg des Jahres 2008. Die eingesetzten Mengen an Rohstoffen, Energien und Hilfs- und Betriebsstoffen sind als Mittelwerte von 12 Monaten in den betrachteten Werken berücksichtigt. Für alle Rezepturbestandteile lagen spezifische GaBi-Prozesse vor. Annahmen wurden lediglich für die fehlenden NMVOC-Emissionen der Linie FLE 8 vorgenommen, welche sich im Sommersmogpotential niederschlagen. Weitere Umweltindikatoren sind vom Umgang mit dieser Datenlücke gar nicht bzw. kaum (Treibhauspotential) betroffen. Hier wurde ein worst-case-Ansatz auf Basis der Werte der anderen RW-Linien verfolgt. Die Realität kann jedoch sowohl unter als auch über dem angenommenen Wert liegen und somit höhere oder niedrigere Ergebnisse im Sommersmogpotential verursachen.

Bezüglich des Sommersmogpotentials bestehen somit Einschränkungen in Bezug auf die Ergebnisinterpretation in der EPD.

Der Einfluss der Gutschriften resultierend aus der Deponiegasnutzung beeinflusst die Ergebnisse in den betrachteten Wirkkategorien mit weniger als 1%. Die angenommene Massenallokation des Eisenerzes im Cupola bestimmt die Ergebnisse mit weniger als 2%. Bei der Steinwolleherstellung werden Sekundärmaterialien und Sekundärbrennstoffe eingesetzt, die jeweils lastenfrei in die Ökobilanz eingehen. Die Ergebnisse werden von dieser Annahme beeinflusst. Der Ansatz ist jedoch legitim, da es sich jeweils um Abfallprodukte handelt.

Weiterhin ist anzumerken, dass sich Schwankungen in der Umweltperformance aus der Menge der eingesetzten Produktionsreststoffe ergeben können. Der

hier betrachtete Produktionsmix repräsentiert den Jahresdurchschnitt von 2008, in dem insgesamt über alle betrachteten Werke mehr Recyclinggüter produziert als eingesetzt wurden. Bei Betrachtung anderer Produktionsjahre sind Unterschiede in der Umweltperformance nicht auszuschließen. Die Höhe der Schwankungen kann aber erst quantifiziert werden, wenn Primärdaten über mehrere Jahre vorliegen. Der produzierte Überschuss lässt allerdings die Annahme zu, dass es sich bei der Deklaration des Produktionsjahres 2008 eher um einen worst-case-Ansatz handelt.

Je nach gewählter Kaschierung und Dicke bzw. Dichte der Steinwolle-Platte können die Anteile der Kaschierung an der Umweltwirkung durchaus relevant sein. Die Analyse zeigt, dass die Umweltwirkung der Kaschierung dabei in hohem Maße mit dem Kaschierungsgewicht korreliert.

Die anorganische, faserverstärkte Beschichtung auf Magnesiumoxid-Basis als mit Abstand schwerste Kaschierung (5,45 kg/m<sup>2</sup>) verursacht auch die höchsten Umweltwirkungen innerhalb der Kaschierungen.

Um das breite Spektrum an Steinwolle-Dicken und Kaschierungen umweltseitig abzubilden, sind im Anhang die Umweltprofile der Kaschierungen dargestellt. Sie können getrennt nach Modulen (A1-3, A5, C2, C4 und D) mit dem Umweltprofil der Steinwollprodukte variabel verknüpft werden. Dabei ist es wichtig, die auf 1 m<sup>3</sup> bezogenen Ergebnisse für die Steinwolle-Platte auf die gewünschte Dicke umzurechnen und danach mit den Ergebnissen der Kaschierungen je 1m<sup>2</sup> zu addieren.

## 7. Nachweise

### 7.1 Biopersistenz

**Messstelle / Datum:** RCCLtd, Wölferstrasse 4, CH-4414 Füllingsdorf, Schweiz, Mai-Dez. 1999

**Verfahren:** Prüfung der Biopersistenz von künstlichen Mineralfasern nach intratrachealer Instillation in Ratten  
**Ergebnis:** Verleihungsurkunde des RAL-Gütezeichens GZ-388 vom 2. Mai 2007.

Nachweise über die Konformität mit den Güte- und Prüfbestimmungen bei der Gütegemeinschaft Mineralwolle e. V. vom 14. Februar 2001.  
 Siehe auch [www.mineralwolle.de](http://www.mineralwolle.de)

### 7.2 Radioaktivität

**Messstelle / Datum:** Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen vom 21.09.1999

**Verfahren:** Gammaskopische Analyse von drei Steinwolleproben.

**Ergebnis:** Steinwolle-Dämmstoff: Radium 226 = 26-70 Bq/kg, Radium 228 = 25-65 Bq/kg, Thorium 228 = 29-70 Bq/kg.

Die Nuklide sind natürlich vorkommende radioaktive Stoffe, künstliche radioaktive Stoffe wurden nicht gefunden.

### 7.3 Auslaugung

**Messstelle / Datum:** Umweltlabor ACB GmbH, Prüfzeugnis vom 02.02.2012

**Verfahren:** Bestimmung der Eluatwerte nach /DIN EN 12457-4/ in Übereinstimmung mit der Deponie-Verordnung (DepV) vom 27.04.2009 und 2003/33/EG

**Ergebnis:** Aufgrund der Ergebnisse sind Steinwolle-dämmstoffe gemäß Deponieverordnung vom 27.4.2009 der Deponieklasse II zuzuordnen. Im Einzelfall können abweichend mit Zustimmung der zuständigen Behörden Abfälle der Deponieklasse I zugeordnet werden.

Bezeichnung	Wert	Einheit
Leitfähigkeit - DIN EN 27888 (C 8)	89	µS/cm
pH-Wert - DIN 38404-C 5	7,8	-
Antimon - EN ISO 11885 E22	< 0,005	mg/l
Arsen - EN ISO 11885 E22	< 0,005	mg/l
Barium - EN ISO 11885 E22	0,014	mg/l

Blei - EN ISO 11885 E22	< 0,005	mg/l
Cadmium - EN ISO 11885 E22	< 0,0005	mg/l
Chlorid - DIN EN ISO 10304-2 (D 20)	1,14	mg/l
Chrom ges. - EN ISO 11885 E22	< 0,05	mg/l
Cyanide leicht freisetzbar - DIN 38405-D 13-2-3	< 0,002	mg/l
gelöster org. Kohlenstoff DOC - DIN EN 1484	19,0	mg/l
Kupfer - EN ISO 11885 E22	< 0,005	mg/l
Molybdän - EN ISO 11885 E22	< 0,005	mg/l
Nickel - EN ISO 11885 E22	0,011	mg/l
Phenolindex - DIN 38409-H 16-2	< 0,005	mg/l
Quecksilber - DIN EN 1483 (E 12-2)	< 0,0001	mg/l
Selen - EN ISO 11885 E22	< 0,005	mg/l
Sulfat - DIN EN ISO 10304-2 (D20)	1,97	mg/l
Zink - EN ISO 11885 E22	< 0,4	mg/l
Gesamtgehalt an gelösten Stoffen - DIN 38409 H1	74	mg/l

### 7.4 Formaldehyd- und VOC-Emissionen

**Messstelle / Datum:** Eurofins Product Testing A/S Smedeskovvej 38, DK-8464 Galten, Dänemark; fortlaufende Prüfungen

**Verfahren:** Prüfung der Produktemissionen nach der AgBB/DIBt-Methode

#### Ergebnisse:

Kanzerogene wurden nach 3 und 28 Tagen nicht nachgewiesen.

Die Summe der VOC („TVOC“) nach 3 Tagen war unterhalb der Bewertungsgrenze von 10 mg/m<sup>3</sup>.

Die Summe der VOC („TVOC“) nach 28 Tagen war unterhalb der Bewertungsgrenze von 1 mg/m<sup>3</sup>.

Die Summe der SVOC nach 28 Tagen war unterhalb der Bewertungsgrenze von 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

Für die nach 28 Tagen ermittelten VOC-Einzelstoffe mit mehr als 5 µg/m<sup>3</sup> ergab sich eine Bewertungszahl R unterhalb der Grenze von 1.

Die Summe der VOC-Einzelstoffe ohne NIK-Wert nach 28 Tagen war unterhalb der Bewertungsgrenze von 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

Die Formaldehydkonzentration nach 28 Tagen war unterhalb der Bewertungsgrenze von 120 µg/m<sup>3</sup>.

## 8. Literaturhinweise

**Institut Bauen und Umwelt e.V.**, Berlin (Hrsg.): Erstellung von Umweltproduktdeklarationen (EPDs);

**Allgemeine Grundsätze** für das EPD-Programm des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2013-04.

**Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil A:** Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht. 2013-04.

### ISO 14025

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

### EN 15804

EN 15804:2012-04+A1 2013, Sustainability of construction works — Environmental product declarations — Core rules for the product category of construction products.

**Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil B:** Anforderungen an die EPD für Mineralische Dämmstoffe.

[www.bau-umwelt.de](http://www.bau-umwelt.de)

**AgBB** Bewertungsschema für VOC aus Bauprodukten; Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten, Stand Juli 2004

**AVV:** Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3379), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 22 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S.212) geändert worden ist.

**RAL-GZ 388** RAL-Gütezeichen (RAL-GZ 388) „Erzeugnisse aus Mineralwolle“, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., März 2003

**Bau-GB:** Handlungsanleitung „Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle)“ Bau-Berufsgenossenschaften, Frankfurt a.M.

**UBA-Text 30/94; Umweltbundesamt (Hrsg.):** Untersuchungen zur Innenraumbelastung durch faserförmige Feinstäube aus eingebauten Mineralwolle-Erzeugnissen; UBA-Text 30/94, Umweltbundesamt, 1994, Berlin

**Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV):** 14. Oktober 1993, Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz.

**EU-Richtlinie 97/69,** 1997-12: Richtlinie 97/69/EG der Kommission zur dreiundzwanzigsten Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt.

**GaBi 4:** Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Universität Stuttgart und PE International, 2011.

**GaBi 4 Doku:** Dokumentation der GaBi 4-Datensätze der Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Universität Stuttgart und PE International, 2011. <http://documentation.gabi-software.com/>

**Gefahrstoffverordnung (GefStoffV):** 26. November 2010, Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen.

**TA-Luft:** 24. Juli 2002, Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft).

**Produktdatenblätter** für Steinwolle-Dämmstoffe der Deutsche ROCKWOOL Mineralwoll GmbH & Co. OHG, verfügbar unter [www.rockwool.de](http://www.rockwool.de).

**DIN EN ISO 14040:** 2009-11, Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen; Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14040:2006.

**DIN EN ISO 14044:** 2006-10, Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen; Deut-

sche und Englische Fassung EN ISO 14044:2006.

**DIN EN ISO 9001:** 2008-12, Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen; Dreisprachige Fassung EN ISO 9001:2008.

**DIN EN ISO 354:** 2003-12, Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen (ISO 354:2003); Deutsche Fassung EN ISO 354:2003

**DIN EN 826:** 1996-05, Wärmedämmstoffe für das Bauwesen – Bestimmung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung; Deutsche Fassung EN 826:1996.

**DIN EN 13501-1:** 2010-01, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501-1:2007+A1:2009.

**DIN EN 13162:** 2009-02, Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) – Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13162:2008.

**DIN 1602:** 1997-01, Wärmedämmstoffe für das Bauwesen – Bestimmung der Rohdichte; Deutsche Fassung EN 1602:1996.

**DIN 4102-1:** 1998-05, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.

**DIN 4108-10:** 2008-06, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe.

**EN 12086:** 2012-07, Wärmedämmstoffe für das Bauwesen - Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit; Deutsche Fassung FprEN 12086:2012.

**DIN EN 12457-4:** 2003-01 Charakterisierung von Abfällen – Auslaugung; Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen - Teil 4: Einstufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 10 l/kg für Materialien mit einer Korngröße unter 10 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung); Deutsche Fassung EN 12457-4:2002

**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@bau-umwelt.com](mailto:info@bau-umwelt.com)  
Web [www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.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@bau-umwelt.com](mailto:info@bau-umwelt.com)  
Web [www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com)

**Ersteller der Ökobilanz**

PE INTERNATIONAL AG  
Hauptstraße 111- 113  
70771 Leinfelden-Echterdingen  
Germany

Tel +49 (0)711 341817-0  
Fax +49 (0)711 341817-25  
Mail [info@pe-international.com](mailto:info@pe-international.com)  
Web [www.pe-international.com](http://www.pe-international.com)

**Inhaber der Deklaration**

Deutsche ROCKWOOL Mineralwoll GmbH &  
Co. OHG  
Rockwool Straße 37-41  
45966 Gladbeck  
Germany

Tel +49 (0)2043 408-0  
Fax +49 (0)2043 408-444  
Mail [info@rockwool.de](mailto:info@rockwool.de)  
Web [www.rockwool.de](http://www.rockwool.de)

## ANHANG

### LCA-Ergebnisse der Kaschierungen

Nachfolgend sind die Umweltwirkungen und Sachbilanzindikatoren der ROCKWOOL-Kaschierungen ausgewiesen. Diese dienen als Grundlage für die Berechnung von Umweltprofilen kaschierter Steinwolle-Dämmplatten.

Als Entsorgungsszenario für die Kaschierungen wird die Deponierung angenommen. Dieses Szenario korrespondiert mit dem Entsorgungsszenario der unkaschierten Steinwolle-Platten.

Die jeweiligen Umweltergebnisse der Steinwolle-Dämmplatten und Kaschierungen können, getrennt nach Modulen und nach Umrechnung der Volumenergebnisse der Platte auf die gewünschte Dicke, addiert werden.

Die Umweltprofile der Kaschierungen sind für die einseitige Anbringung ausgewiesen.

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

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

#### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m<sup>2</sup> Glasvlies

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	2,42E-01	0	3,72E-04	1,61E-03	0
ODP	[kg CFC11-Äq.]	1,14E-11	0	4,59E-16	2,58E-14	0
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	1,03E-03	0	1,63E-06	9,79E-06	0
EP	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	1,21E-04	0	4,46E-07	1,34E-06	0
POCP	[kg Ethen Äq.]	8,75E-05	0	-5,61E-07	9,18E-07	0
ADPE	[kg Sb Äq.]	8,26E-06	0	1,92E-11	5,99E-10	0
ADPF	[MJ]	3,50E+00	0	5,07E-03	2,11E-02	0

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

#### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m<sup>2</sup> Glasvlies

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
PERE	[MJ]	4,25E-01	0	3,88E-04	2,16E-03	0
PERM	[MJ]	0	-	-	-	-
PERT	[MJ]	4,25E-01	0	3,88E-04	2,16E-03	0
PENRE	[MJ]	3,90E+00	0	5,09E-03	2,19E-02	0
PENRM	[MJ]	0	-	-	-	-
PENRT	[MJ]	3,90E+00	0	5,09E-03	2,19E-02	0
SM	[kg]	0	-	-	-	-
RSF	[MJ]	0	0	0	0	0
NRSF	[MJ]	0	0	0	0	0
FW	[m <sup>3</sup> ]	1,51E-03	0	2,24E-07	4,15E-06	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m<sup>2</sup> Glasvlies**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
HWD	[kg]	1,54E-06	0	4,10E-09	6,80E-09	0
NHWD	[kg]	1,99E-02	0	1,27E-06	1,00E-01	0
RWD	[kg]	1,57E-04	0	6,76E-09	3,49E-07	0
CRU	[kg]	-	-	-	-	-
MFR	[kg]	-	-	-	-	-
MER	[kg]	-	-	-	-	-
EEE	[MJ]	-	0	0	0	-
EET	[MJ]	-	0	0	0	-

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

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

Produktionsstadium		Stadium der Errichtung des Bauwerks			Nutzungsstadium							Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
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	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m<sup>2</sup> Glasseide**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	2,05E-01	0	3,80E-04	1,65E-03	0
ODP	[kg CFC11-Äq.]	9,86E-12	0	4,68E-16	2,63E-14	0
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	9,96E-04	0	1,67E-06	9,98E-06	0
EP	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	1,08E-04	0	4,55E-07	1,37E-06	0
POCP	[kg Ethen Äq.]	6,42E-05	0	-5,72E-07	9,36E-07	0
ADPE	[kg Sb Äq.]	9,34E-06	0	1,96E-11	6,11E-10	0
ADPF	[MJ]	2,65E+00	0	5,17E-03	2,15E-02	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m<sup>2</sup> Glasseide**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
PERE	[MJ]	4,25E-01	0	3,88E-04	2,16E-03	0
PERM	[MJ]	0	-	-	-	-
PERT	[MJ]	4,25E-01	0	3,88E-04	2,16E-03	0
PENRE	[MJ]	3,90E+00	0	5,09E-03	2,19E-02	0
PENRM	[MJ]	0	-	-	-	-
PENRT	[MJ]	3,90E+00	0	5,09E-03	2,19E-02	0
SM	[kg]	0	-	-	-	-
RSF	[MJ]	0	0	0	0	0
NRSF	[MJ]	0	0	0	0	0
FW	[m <sup>3</sup> ]	1,51E-03	0	2,24E-07	4,15E-06	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m<sup>2</sup> Glasseide**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
HWD	[kg]	1,54E-06	0	4,10E-09	6,80E-09	0
NHWD	[kg]	1,99E-02	0	1,27E-06	1,00E-01	0
RWD	[kg]	1,57E-04	0	6,76E-09	3,49E-07	0
CRU	[kg]	-	-	-	-	-
MFR	[kg]	-	-	-	-	-
MER	[kg]	-	-	-	-	-
EEE	[MJ]	-	0	0	0	-
EET	[MJ]	-	0	0	0	-

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



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

Produktionsstadium		Stadium der Errichtung des Bauwerks			Nutzungsstadium								Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
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	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m<sup>2</sup> Mineralvlies**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	5,88E-01	0	1,29E-03	5,58E-03	0
ODP	[kg CFC11-Äq.]	2,17E-11	0	1,59E-15	8,92E-14	0
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	1,80E-03	0	5,65E-06	3,39E-05	0
EP	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	1,90E-04	0	1,54E-06	4,65E-06	0
POCP	[kg Ethen Äq.]	9,14E-05	0	-1,94E-06	3,18E-06	0
ADPE	[kg Sb Äq.]	4,55E-06	0	6,65E-11	2,07E-09	0
ADPF	[MJ]	1,35E+01	0	1,75E-02	7,28E-02	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m<sup>2</sup> Mineralvlies**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
PERE	[MJ]	5,79E-01	0	1,34E-03	7,46E-03	0
PERM	[MJ]	0	-	-	-	-
PERT	[MJ]	5,79E-01	0	1,34E-03	7,46E-03	0
PENRE	[MJ]	1,41E+01	0	1,76E-02	7,59E-02	0
PENRM	[MJ]	0	-	-	-	-
PENRT	[MJ]	1,41E+01	0	1,76E-02	7,59E-02	0
SM	[kg]	0	-	-	-	-
RSF	[MJ]	0	0	0	0	0
NRSF	[MJ]	0	0	0	0	0
FW	[m <sup>3</sup> ]	3,20E-03	0	7,75E-07	1,44E-05	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m<sup>2</sup> Mineralvlies**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
HWD	[kg]	3,39E-04	0	1,42E-08	2,35E-08	0
NHWD	[kg]	6,33E-02	0	4,40E-06	3,47E-01	0
RWD	[kg]	2,56E-04	0	2,34E-08	1,21E-06	0
CRU	[kg]	-	-	-	-	-
MFR	[kg]	-	-	-	-	-
MER	[kg]	-	-	-	-	-
EEE	[MJ]	-	0	0	0	-
EET	[MJ]	-	0	0	0	-

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

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

Produktionsstadium		Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium								Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
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	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m<sup>2</sup> Mineralischer Haftgrund**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	2,17E-01	0	9,31E-04	4,03E-03	0
ODP	[kg CFC11-Äq.]	1,21E-11	0	1,15E-15	6,45E-14	0
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	8,86E-04	0	4,08E-06	2,45E-05	0
EP	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	7,85E-05	0	1,12E-06	3,36E-06	0
POCP	[kg Ethen Äq.]	8,83E-05	0	-1,40E-06	2,30E-06	0
ADPE	[kg Sb Äq.]	2,63E-07	0	4,80E-11	1,50E-09	0
ADPF	[MJ]	4,29E+00	0	1,27E-02	5,26E-02	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSAZ: 1 m<sup>2</sup> Mineralischer Haftgrund**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
PERE	[MJ]	2,76E-01	0	9,70E-04	5,39E-03	0
PERM	[MJ]	0	-	-	-	-
PERT	[MJ]	2,76E-01	0	9,70E-04	5,39E-03	0
PENRE	[MJ]	4,66E+00	0	1,27E-02	5,48E-02	0
PENRM	[MJ]	0	-	-	-	-
PENRT	[MJ]	4,66E+00	0	1,27E-02	5,48E-02	0
SM	[kg]	0	-	-	-	-
RSF	[MJ]	0	0	0	0	0
NRSF	[MJ]	0	0	0	0	0
FW	[m <sup>3</sup> ]	1,11E-03	0	5,60E-07	1,04E-05	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m<sup>2</sup> Mineralischer Haftgrund**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
HWD	[kg]	3,43E-04	0	1,03E-08	1,70E-08	0
NHWD	[kg]	5,28E-02	0	3,18E-06	2,50E-01	0
RWD	[kg]	1,44E-04	0	1,69E-08	8,72E-07	0
CRU	[kg]	-	-	-	-	-
MFR	[kg]	-	-	-	-	-
MER	[kg]	-	-	-	-	-
EEE	[MJ]	-	0	0	0	-
EET	[MJ]	-	0	0	0	-

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

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

Produktionsstadium		Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium								Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
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	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m<sup>2</sup> Aluminium-Sandwich-Folie**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	6,41E-01	0	3,53E-04	1,53E-03	0
ODP	[kg CFC11-Äq.]	2,23E-10	0	4,35E-16	2,44E-14	0
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	2,34E-03	0	1,55E-06	9,28E-06	0
EP	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	1,70E-04	0	4,23E-07	1,27E-06	0
POCP	[kg Ethen Äq.]	1,70E-04	0	-5,32E-07	8,70E-07	0
ADPE	[kg Sb Äq.]	1,46E-06	0	1,82E-11	5,68E-10	0
ADPF	[MJ]	8,98E+00	0	4,81E-03	2,00E-02	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m<sup>2</sup> Aluminium-Sandwich-Folie**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
PERE	[MJ]	2,37E+00	0	3,68E-04	2,05E-03	0
PERM	[MJ]	0	-	-	-	-
PERT	[MJ]	2,37E+00	0	3,68E-04	2,05E-03	0
PENRE	[MJ]	8,03E+00	0	4,82E-03	2,08E-02	0
PENRM	[MJ]	2,70E+00	-	-	-	-
PENRT	[MJ]	1,07E+01	0	4,82E-03	2,08E-02	0
SM	[kg]	0	-	-	-	-
RSF	[MJ]	0	0	0	0	0
NRSF	[MJ]	0	0	0	0	0
FW	[m <sup>3</sup> ]	5,11E-03	0	2,12E-07	3,93E-06	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m<sup>2</sup> Aluminium-Sandwich-Folie**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
HWD	[kg]	2,79E-06	0	3,89E-09	6,45E-09	0
NHWD	[kg]	1,12E-01	0	1,20E-06	9,50E-02	0
RWD	[kg]	6,93E-04	0	6,41E-09	3,31E-07	0
CRU	[kg]	-	-	-	-	-
MFR	[kg]	-	-	-	-	-
MER	[kg]	-	-	-	-	-
EEE	[MJ]	-	0	0	0	-
EET	[MJ]	-	0	0	0	-

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

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

Produktionsstadium		Stadium der Errichtung des Bauwerks			Nutzungsstadium								Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
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	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m<sup>2</sup> Anorganische, faserverstärkte Beschichtung auf Magnesiumoxid-Basis**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	6,66E+00	0	2,03E-02	8,79E-02	0
ODP	[kg CFC11-Äq.]	2,18E-10	0	2,50E-14	1,41E-12	0
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	1,10E-02	0	8,90E-05	5,33E-04	0
EP	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	1,68E-03	0	2,43E-05	7,32E-05	0
POCP	[kg Ethen Äq.]	6,69E-04	0	-3,06E-05	5,00E-05	0
ADPE	[kg Sb Äq.]	5,39E-05	0	1,05E-09	3,27E-08	0
ADPF	[MJ]	5,35E+01	0	2,76E-01	1,15E+00	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m<sup>2</sup> Anorganische, faserverstärkte Beschichtung auf Magnesiumoxid-Basis**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
PERE	[MJ]	7,67E+00	0	2,12E-02	1,18E-01	0
PERM	[MJ]	0	-	-	-	-
PERT	[MJ]	7,67E+00	0	2,12E-02	1,18E-01	0
PENRE	[MJ]	6,05E+01	0	2,77E-01	1,20E+00	0
PENRM	[MJ]	0	-	-	-	-
PENRT	[MJ]	6,05E+01	0	2,77E-01	1,20E+00	0
SM	[kg]	0	-	-	-	-
RSF	[MJ]	0	0	0	0	0
NRSF	[MJ]	0	0	0	0	0
FW	[m <sup>3</sup> ]	1,57E-02	0	1,22E-05	2,26E-04	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m<sup>2</sup> Anorganische, faserverstärkte Beschichtung auf Magnesiumoxid-Basis**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
HWD	[kg]	2,95E-05	0	2,23E-07	3,71E-07	0
NHWD	[kg]	6,92E-01	0	6,92E-05	5,46E+00	0
RWD	[kg]	2,77E-03	0	3,69E-07	1,90E-05	0
CRU	[kg]	-	-	-	-	-
MFR	[kg]	-	-	-	-	-
MER	[kg]	-	-	-	-	-
EEE	[MJ]	-	0	0	0	-
EET	[MJ]	-	0	0	0	-

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

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

Produktionsstadium			Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium								Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
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	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m<sup>2</sup> RockTect-Kaschierung**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	4,06E-01	0	5,40E-04	2,34E-03	0
ODP	[kg CFC11-Äq.]	1,02E-11	0	6,65E-16	3,74E-14	0
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	6,77E-04	0	2,37E-06	1,42E-05	0
EP	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	6,96E-05	0	6,47E-07	1,95E-06	0
POCP	[kg Ethen Äq.]	1,48E-04	0	-8,13E-07	1,33E-06	0
ADPE	[kg Sb Äq.]	1,39E-07	0	2,79E-11	8,69E-10	0
ADPF	[MJ]	1,18E+01	0	7,35E-03	3,05E-02	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m<sup>2</sup> RockTect-Kaschierung**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
PERE	[MJ]	3,77E-01	0	5,63E-04	3,13E-03	0
PERM	[MJ]	0	-	-	-	-
PERT	[MJ]	3,77E-01	0	5,63E-04	3,13E-03	0
PENRE	[MJ]	7,04E+00	0	7,38E-03	3,18E-02	0
PENRM	[MJ]	5,13E+00	-	-	-	-
PENRT	[MJ]	1,22E+01	0	7,38E-03	3,18E-02	0
SM	[kg]	0	-	-	-	-
RSF	[MJ]	0	0	0	0	0
NRSF	[MJ]	0	0	0	0	0
FW	[m <sup>3</sup> ]	1,61E-03	0	3,25E-07	6,02E-06	0

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m<sup>2</sup> RockTect-Kaschierung**

Parameter	Einheit	A1 - A3	A5	C2	C4	D
HWD	[kg]	1,74E-06	0	5,95E-09	9,87E-09	0
NHWD	[kg]	2,27E-03	0	1,84E-06	1,45E-01	0
RWD	[kg]	1,41E-04	0	9,81E-09	5,06E-07	0
CRU	[kg]	-	-	-	-	-
MFR	[kg]	-	-	-	-	-
MER	[kg]	-	-	-	-	-
EEE	[MJ]	-	0	0	0	-
EET	[MJ]	-	0	0	0	-

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