

# EPD - ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

## UMWELT-PRODUKTDEKLARATION nach ISO 14025 und EN 15804



HERAUSGEBER

Bau EPD GmbH, A-1070 Wien, Seidengasse 13/3, [www.bau-epd.at](http://www.bau-epd.at)

PROGRAMMBETREIBER

Bau EPD GmbH, A-1070 Wien, Seidengasse 13/3, [www.bau-epd.at](http://www.bau-epd.at)

DEKLARATIONSINHABER

Initiative Ziegel – Fachverband der Stein- und keramischen Industrie

DEKLARATIONSNUMMER

EPD-Initiative Ziegel-2014-2-Ecoinvent

DEKLARATIONSNUMMER ECOPLATFORM

ECO EPD Ref. No. 00000070

AUSSTELLUNGSDATUM

15.10.2014

GÜLTIG BIS

15.10.2019

## Tondachziegel

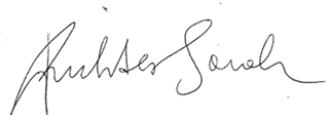
## Initiative Ziegel-

## Fachverband der Stein- und keramischen Industrie



## Allgemeine Angaben zur Deklaration

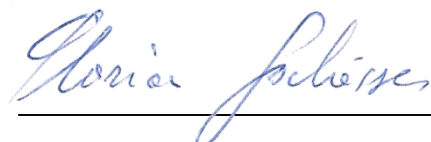
<b>Produktbezeichnung</b> Tondachziegel	<b>Deklariertes Bauprodukt / Deklarierte Einheit</b> 1 Tonne produzierter Tondachziegel  Diese EPD beruht auf den Angaben des verifizierten LCA-Hintergrundberichtes für Tondachziegel
<b>Deklarationsnummer</b> EPD-Initiative Ziegel-2014-2-ecoinvent	
<b>Deklarationsdaten</b> <input type="checkbox"/> Spezifische Daten <input checked="" type="checkbox"/> Durchschnittsdaten	
<b>Deklarationsbasis</b>  PKR Anleitungstexte für Bauprodukte. Teil B: Anforderungen an die EPD für Bauprodukte aus gebranntem Ton  PKR-Code: 2.3 Version 1.0 von 2014-07-07 (PKR geprüft u. zugelassen durch das unabhängige PKR-Gremium)	<b>Gültigkeitsbereich</b> Die hier publizierten Durchschnittsdaten sind repräsentativ für ein Durchschnitts-Produkt hergestellt bei Mitgliedern der Initiative Ziegel – Fachverband der Stein- und keramischen Industrie.  Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine Haftung der Bau EPD GmbH in Bezug auf Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.
<b>Deklarationsart lt. ÖNORM EN 15804</b> Von der Wiege bis zur Bahre	<b>Datenbank, Software, Version</b> ecoinvent Datenbank (Vers. 2.2) und GaBi Software (Ver. 6.4.0.2)
<b>Ersteller der Ökobilanz</b>  PE CEE Nachhaltigkeitsberatung & Software Vertriebs GmbH Hütteldorferstraße 63-65/8 1150 Wien Österreich	<b>Die Europäische Norm EN 15804 dient als Kern-PKR.</b>  <b>Unabhängige Verifizierung der Deklaration nach EN ISO 14025:2010</b> <input type="checkbox"/> intern <input checked="" type="checkbox"/> extern  <b>Verifizierer 1:</b> Dipl.Ing. Dr. sc. ETHZ Florian Gschösser <b>Verifizierer 2:</b> DI Pölz Werner
<b>Deklarationsinhaber</b>  Initiative Ziegel – Fachverband der Stein- und keramischen Industrie Wiedner Hauptstraße 63 1045 Wien Österreich	<b>Herausgeber und Programmbetreiber</b>  Bau EPD GmbH Seidengasse 13/3 1070 Wien Österreich <a href="http://www.bau-epd.at">http://www.bau-epd.at</a>



**DI (FH) DI DI Sarah Richter**  
Geschäftsführung Bau EPD GmbH



**Mag. Hildegund Mötzl**  
Stellvertretung Leitung PKR-Gremium



**DI Dr. sc ETHZ Florian Gschösser**  
Universität Innsbruck



**DI Werner Pölz**  
Umweltbundesamt Wien

### Information:

EPD der gleichen Produktgruppe aus verschiedenen Programmen müssen nicht zwingend vergleichbar sein.

## Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Angaben zur Deklaration .....	2
1 Produkt- / Systembeschreibung .....	4
1.1 Allgemeine Produktbeschreibung .....	4
1.2 Inverkehrbringen und Bereitstellung auf dem Markt .....	4
1.3 Anwendungsbereiche .....	4
1.4 Produktdaten (Technische Daten) .....	4
1.5 Lieferbedingungen .....	5
2 Lebenszyklusbeschreibung .....	6
2.1 Grundstoffe (Hauptkomponenten und Hilfsstoffe) .....	6
2.2 Herstellung .....	7
2.3 Verpackung .....	8
2.4 Transporte .....	8
2.5 Produktverarbeitung und Installation .....	8
2.6 Nutzungsphase .....	9
2.7 Nachnutzungsphase .....	9
3 Ökobilanz .....	10
3.1 Methodische Annahmen .....	10
3.2 Angaben zum Lebenszyklus für die Ökobilanz .....	12
3.3 Deklaration der Umweltindikatoren .....	15
3.4 Interpretation der LCA-Ergebnisse .....	16
4 Gefährliche Stoffe und Emissionen in Raumluft und Umwelt .....	17
4.1 Deklaration besonders besorgniserregender Stoffe .....	17
4.2 Emissionen in die Innenraumluft .....	17
4.3 Emissionen in Boden und Wasser .....	17
4.4 Radioaktivität .....	17
5 Literaturhinweise .....	18
Anhang A Ergebnisse von zusätzlichen Indikatoren (Ökotoxizität, Humantoxizität und Landverbrauch) .....	20
Anhang B Liste der Produktionsstandorte .....	22

# 1 Produkt- / Systembeschreibung

## 1.1 Allgemeine Produktbeschreibung

Diese EPD gilt für Dachziegel aus gebranntem Ton, mit unterschiedlichen Formaten und Oberflächen aus österreichischen Dachziegelwerken, sowie für zugehörige Formziegel.

Die Deklaration wurde auf der Grundlage der erhobenen Daten der österreichischen Ziegelhersteller der Initiative Ziegel im Fachverband der Stein- und keramischen Industrie erstellt und stellt somit einen repräsentativen Branchendurchschnitt der österreichischen Dachziegel dar.

## 1.2 Inverkehrbringen und Bereitstellung auf dem Markt

Für das Inverkehrbringen gilt die Bauprodukteverordnung (Verordnung (EU) Nr. 305/2011). Die Produkte benötigen eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung der harmonisierten Norm (ÖNORM EN 1304) und die CE-Kennzeichnung.

Ergänzende Einbaubestimmungen finden sich in der Baustoffliste ÖE des Österreichischen Instituts für Bautechnik. Die Gütesicherung (Eigen- und Fremdüberwachung) erfolgt nach den Prüfnormen (ÖNORM EN 538, ÖNORM EN 539-1, ÖNORM EN 539-2, ÖNORM EN 1024, ÖNORM EN 13501-1 und ÖNORM EN 13501-5)

## 1.3 Anwendungsbereiche

Tondachziegel werden für die Eindeckung von geeigneten Dächern sowie als Wandverkleidungen eingesetzt.

Dachziegel aus gebranntem Ton werden in unterschiedlichen Formaten und Größen je nach Anwendung geliefert. Die Dachziegel werden im Regelfall auf foliierten Paletten zum Schutz vor Witterungseinflüssen sowie als Transportsicherung an die Baustelle angeliefert und sollten auf der Baustelle bis zum Einbau in foliiertem Zustand gelagert werden.

## 1.4 Produktdaten (Technische Daten)

### 1.4.1 Technische Daten

Die Ermittlung der technischen Daten erfolgte nach den in /ÖNORM EN 1304/ vorgegebenen Anforderungen.

**Tabelle 1: Technische Daten des deklarierten Bauproduktes für Dachziegel /BAU EPD 2014 PART B/**

Techn. Parameter	Einheit	Leistung	Norm
Typbezeichnung	–		
Form und Ausbildung	–	Zeichnung oder Foto	
Dachdeckungen und Außenwandbekleidungen	Dach- und Formziegel	z.B. Biberschwanzziegel	ÖNORM EN 1304
Mechanische Festigkeit (Biegetragfähigkeit)		Erfüllt	
Verhalten bei Brandeinwirkung		Entspricht den Anforderungen gemäß OIB Richtlinie Anlage B.4	
Brandverhalten	Euroklasse	A1	
Wasserundurchlässigkeit	Anforderungsstufe	1	
	Prüfverfahren	2	
Maße und Maßabweichungen		Erfüllt	
Dauerhaftigkeit (Frostwiderstand)	Leistungsstufe	Bestanden z.B. Leistungsstufe 1 (150 Zyklen)	
Freisetzung von gefährlichen Stoffen	Radioaktivität	Gem. nationaler Vorgabe	OIB Richtlinie Anhang B1 bzw. ÖNORM S 5200

Spezifische Produktdatenblätter sind auf der Homepage der einzelnen Hersteller downloadbar.

#### **1.4.2 Außergewöhnliche Einwirkungen**

##### **Brand**

Dachziegel gelten als nicht brennbar (Brandklasse A1 nach /Entscheidung der Kommission 96/603/EG/) bei fachgerechtem Einbau, siehe /ÖNORM EN 1304/.

##### **Wasser**

Es werden keine Inhaltsstoffe, die wassergefährdend sein könnten, ausgewaschen.

##### **Mechanische Zerstörung**

Nicht relevant.

#### **1.5 Lieferbedingungen**

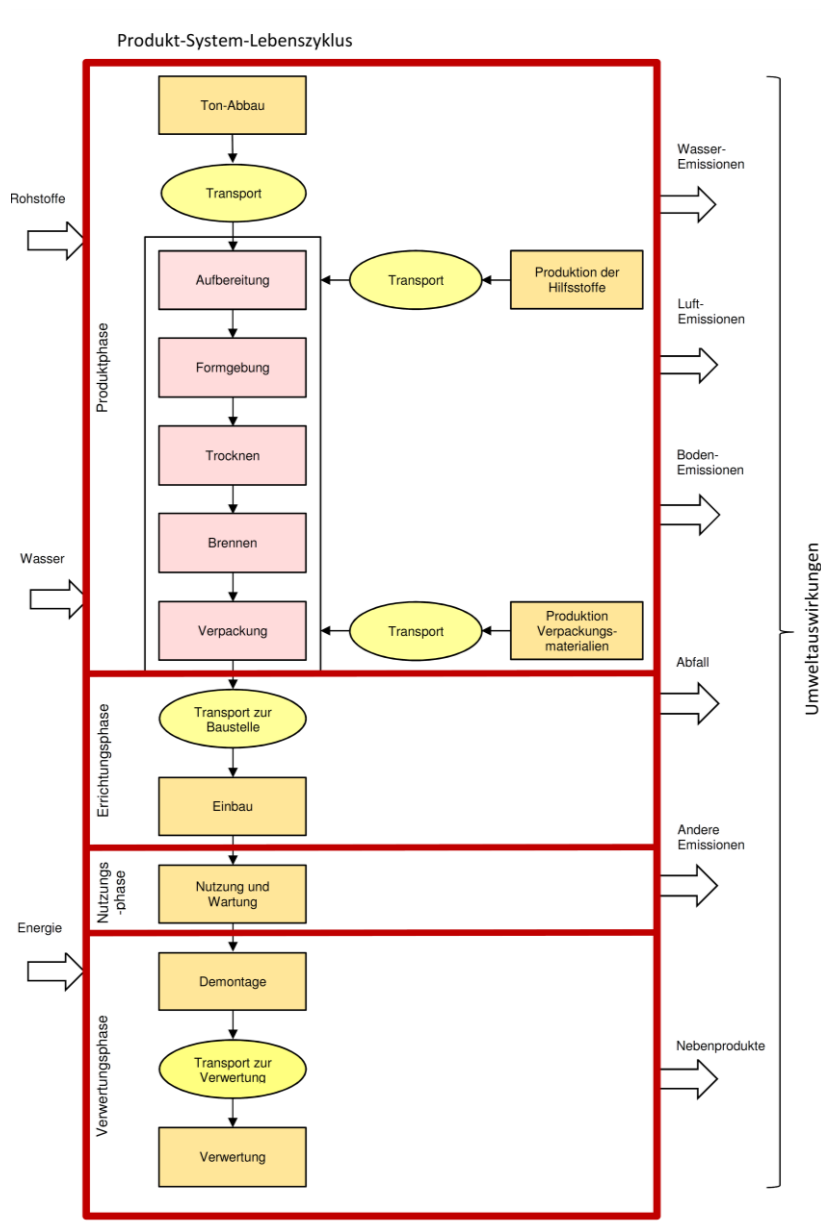
Geliefert werden Dachziegel aus gebranntem Ton in unterschiedlichen Formaten und Größen je nach Anwendung. Die Dachziegel werden im Regelfall auf foliierten Paletten zum Schutz vor Witterungseinflüssen sowie als Transportsicherung an die Baustelle angeliefert und sollten auf der Baustelle bis zum Einbau in foliiertem Zustand gelagert werden.

## 2 Lebenszyklusbeschreibung

Die folgende Abbildung 1 zeigt alle Abschnitte des Lebenszyklus von verschiedenen Produkten aus gebranntem Ton und berücksichtigt alle Stoff- und Energieflüsse innerhalb der definierten Systemgrenze.

Für Produkte aus gebranntem Ton sind gemäß Vereinbarung aller Ziegelverbände auf europäischer Ebene nur EPDs von der Wiege bis zur Bahre zulässig und somit alle Module zu deklarieren.

Abbildung 1: Abschnitte des Lebenszyklus



### 2.1 Grundstoffe (Hauptkomponenten und Hilfsstoffe)

Die Tondachziegel bestehen aus Ton, Lehm, Sand, Wasser und der Farbbeschichtung der Oberfläche. Die Verhältnisse der Grundstoffe können unterschiedlich sein.

Tone sind Verwitterungsprodukte feldspathaltiger Gesteine. Die wichtigsten mineralischen Bestandteile sind Kaolinit, Halloysit, Illit und Montmorillonit sowie Kalksteinmehl und Quarzsand. Tone werden im Tagebau gewonnen und entsprechend ihrer Zusammensetzung aufbereitet.

Lehm ist ein Gemisch aus Sand, Schluff und Ton. Lehm entsteht entweder durch Verwitterung oder durch unsortierte Ablagerung der genannten Bestandteile. Lehm wird unter den gleichen Voraussetzungen wie Ton im Tagebau abgebaut.

Farbbeschichtungen der Oberfläche sind Engoben oder Glasuren. Engoben sind poröse oder dichtere Oberflächenschichten auf Tonbasis /ÖNORM EN 1304/. Glasuren sind eingebrannte Oberflächenbeschichtungen auf Glasbasis /ÖNORM EN 1304/. Engoben und Glasuren können Farbpigmente enthalten. Farbpigmente bestehen aus Metall-Oxiden, die bei ca. 1050 °C eingebrannt werden. Es entstehen interkristalline glasartige Produkte, die als praktisch inerte Materialien nicht zu ökologischen oder toxikologischen Problemen beitragen. Durch den Einbau in das Gitter verlieren die Metall-Oxide ihre ursprünglichen chemischen, physiologischen und physikalischen Eigenschaften vollständig.

Die Anlieferung der Rohstoffe erfolgt mittels LKW.

Die Produkte enthalten keine besonders besorgniserregenden Stoffe (SVHC – *substance of very high concern*) gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 / REACH / und CLP-Verordnung /Verordnung (EG) Nr. 1272/2008/.

## 2.2 Herstellung

Die wesentlichsten Schritte der Dachziegelproduktion sind: Tonabbau, Aufbereitung, Formgebung, Trocknen, Brennen, Sortierung und Verpackung und Verlieferung.

Der Ton wird mittels Bagger, Schürfkübelfahrzeugen o.ä. in der Tongrube abgebaut und auf Zwischenhalden deponiert. Letzteres geschieht zwecks Bevorratung, Mischung verschiedener Tonsorten und einer gleichmäßigen Durchfeuchtung des aufgelockerten Tones. Von dort wird das Material mittels Radlader oder Eimerkettenbagger entnommen und über ein Förderband zu einem Kastenbeschicker transportiert, der als Puffer und als Dosiergerät dient. Vom Kastenbeschicker gelangt der Ton zu den Aufbereitungsmaschinen (z.B. Kollergang, Walzwerke), die zum Zerkleinern, Mischen und Aufschließen der Masse dienen. Nach der Aufbereitung wird das Material entweder direkt verarbeitet, oder gelangt zur weiteren Aufschließung bzw. Bevorratung in ein Sumpfhaus oder einen Maukturm. Damit die Masse die erforderliche Plastizität bekommt, wird in Siebrundbeschickern oder Doppelwellenmischern Wasser oder Dampf beigegeben.

In der Formgebung werden zwei Verfahren unterschieden

- Informbringung der keramischen Masse durch eine Strangpresse mit Abschneider (Strangdachziegel)
- Strangziehen eines Ton-Batzens und anschließendem Pressen mittels Gipsformen (Pressdachziegel).

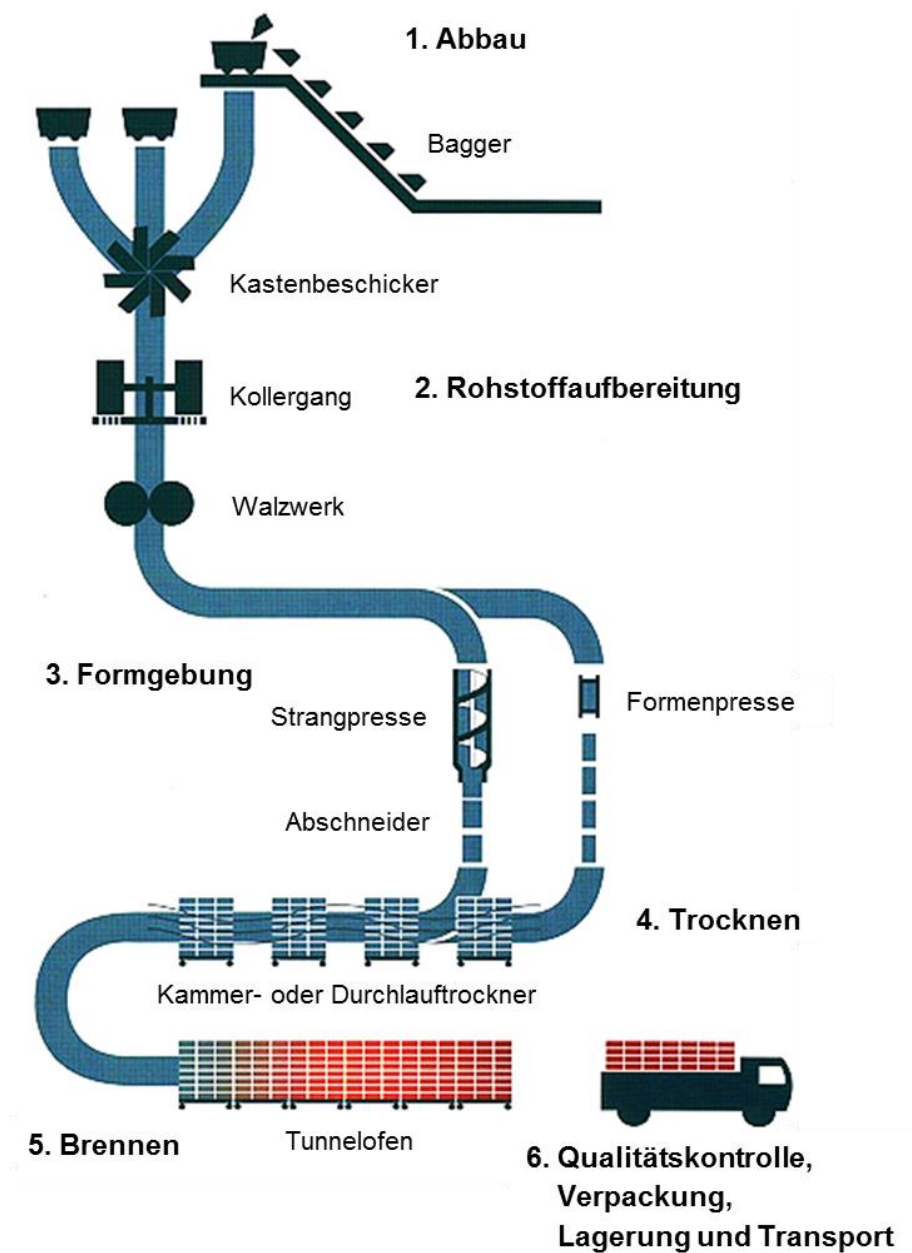
Die nassen Formlinge kommen sodann auf Trockenplatten oder Paletten in den Trockner. Meist werden Kammertrockner (die Ware wird nicht bewegt) oder Durchlauftrockner (die Ware fährt durch den Trockner) eingesetzt. Die Trocknung erfolgt mittels warmer Luft, wobei die Abluft des Ofens verwendet wird. Nach der Trocknung erfolgt bei Bedarf eine Oberflächenveredlung durch Engobe- oder Glasurauftrag. Anfallende Engobe- oder Glasurreste werden separat aufbereitet und fachgerecht entsorgt.

Danach werden die Formlinge mit einer Setzmaschine in Kassetten auf Ofenwägen gesetzt und dem Brennofen zugeführt. Dort werden sie zunächst vorgewärmt, dann bei Temperaturen zwischen 1000°C und 1050°C gebrannt und schließlich wieder abgekühlt. In fast allen Werken werden heute kontinuierlich betriebene Tunnelöfen eingesetzt, bei denen die Ziegel automatisch durch den Brennkanal bewegt werden. Zur Beheizung kommen in der Regel gasförmige Brennstoffe in Frage. Bei modernen Ziegelwerken findet man zumeist umfangreiche Anlagen zur Reinigung der Ofenabgase, die Fluor, Schwefelverbindungen, Staub und organische Kohlenstoffverbindungen absondern. Die fertig gebrannten Dachziegel werden mittels Entlademaschine von den Ofenwägen abgehoben und der Palettier- bzw. Verpackungsanlage zugeführt. Danach werden die Paletten mittels Hubstapler auf dem Lagerplatz gestapelt und mit LKWs auf Baustellen bzw. zu den Baustoffhändlern/Dachfachmärkten transportiert.

Die nachfolgende zeigt schematisch diesen prinzipiell in allen Ziegelwerken gleichen Produktionsablauf.



Abbildung 2: Schematische Darstellung des Produktionsablaufs



### 2.3 Verpackung

Die Dachziegel werden am Ende des Produktionsprozesses auf Holzpaletten gestapelt, mit PE-Folie umhüllt (entweder Stretchfolien oder mit Hilfe von Wärmestrahlern aufgeschrumpfte Folien) und zum Teil mit Kunststoffbändern umreift, um die Stabilität des Pakets zu erhöhen.

### 2.4 Transporte

Die Dachziegel werden im Regelfall mittels LKW vom Werk direkt zum Endverbraucher bzw.- zur Baustelle gebracht.

### 2.5 Produktverarbeitung und Installation

Zu einem geringen Prozentsatz werden die Dachziegel auf der Baustelle geschnitten, um entsprechende Pass-Stücke zu erhalten. Bei der Verlegung und insbesondere dem Schneiden, Schleifen und Bohren von keramischen Dachziegeln wird Staub



frei gesetzt, der Quarzpartikel enthalten kann. Deshalb sollte das Einatmen des Staubes vermieden werden und bei der Bearbeitung eine Staubmaske der Klasse P2/FFP2 getragen werden. Ebenso ist eine persönliche Schutzausrüstung wie Schutzbrille, Handschuhe und Gehörschutz zu tragen. Die Verlegung der Dachziegel soll nach den Fachregeln des Dachdeckerhandwerks sowie nach den Herstellerangaben erfolgen.

## **2.6 Nutzungsphase**

### **2.6.1 Nutzungszustand**

Dachziegel sind langlebige Baustoffe und verändern ihre stoffliche Zusammensetzung während der Nutzungsdauer nicht. Dachziegel emittieren keine umwelt- und gesundheitsgefährdenden Stoffe.

### **2.6.2 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung**

Wirkungsbeziehungen zwischen Produkt, Umwelt und Gesundheit während der Nutzung sind nicht bekannt.

### **2.6.3 Referenznutzungsdauer (RSL)**

Bei bestimmungsgemäßer Anwendung sind Dachziegel nahezu unbegrenzt beständig. Dachziegel sind witterungsbeständig, ungezieferbeständig, verrottungsbeständig, bewuchsresistent, säure- und laugenfest.

Im PKR Dokument der Bau EPD GmbH wurde für Dachziegel eine Referenznutzungsdauer (RSL – *reference service life*) von 70 Jahren festgelegt.

## **2.7 Nachnutzungsphase**

### **2.7.1 Wiederverwendung und Recycling**

Der Haltbarkeitszeitraum von Dachziegeln liegt im Allgemeinen über dem Nutzungszeitraum der damit errichteten Gebäude.

Sortenreine Dachziegel aus einem Rückbau können von den Ziegelherstellern zurückgenommen und in gemahlener Form als Magerungsmittel in der Produktion (z.B. von Mauerziegeln) wiederverwertet werden. Dies wird für den Ziegelrohling bei Produktionsbruch bereits seit Jahrzehnten praktiziert.

Bei sortenreinen Dachziegeln bestehen darüber hinaus Weiterverwertungsmöglichkeiten als Zuschlagstoff für Ziegelsplittbeton, als Füll- oder Schüttmaterial im Wege- und Tiefbau, beim Bau von Lärmschutzwällen sowie als Tennismehl.

### **2.7.2 Thermische Verwertung**

Nicht relevant.

### **2.7.3 Entsorgung**

Auf der Baustelle anfallende Dachziegel-Reste, Dachziegelbruch sowie Dachziegel aus Abbruch sind, sofern die oben genannten Recyclingmöglichkeiten nicht praktikabel sind, auf Inertabfalldeponien oder Baurestmassendeponien zu entsorgen.

Der gültige Abfallcode für eine sortenreine Fraktion ist 170102 für Ziegel oder 170103 für Fliesen, Ziegel und Keramik.

## 3 Ökobilanz

### 3.1 Methodische Annahmen

#### 3.1.1 Typ der EPD, Systemgrenze

Es handelt sich um eine Deklaration „Von der Wiege bis zur Bahre“.








#### 3.1.2 Deklarierte Einheit

Die Deklaration bezieht sich auf 1 Tonne produzierte Tondachziegel.

**Tabelle 2: Deklarierte Einheit**

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	t

**Tabelle 3: Beispiel von Umrechnungsfaktoren von Tondachziegeln /BAU EPD 2014 PART B/**

	<i>Gewicht /Stück (kg)</i>	<i>Gewicht / m<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>)</i>
	2,00	60,80
	2,8	41,44
	2,8	40,60
	3,9	42,90
	3,9	42,51
	3,3	44,95
	2,00	60,80

#### 3.1.3 Durchschnittsbildung

Es handelt sich um eine Deklaration von einem Durchschnitts-Produkt von verschiedenen Herstellern in mehreren Werken hergestellt.

Die vorliegende Studie gilt für Dachziegel aus gebranntem Ton, mit unterschiedlichen Formaten und Oberflächen aus österreichischen Dachziegelwerken, sowie für zugehörige Formziegel. Die Deklaration wurde erstellt auf der Grundlage der erhobenen Daten österreichischer Dachziegelwerke und stellt somit einen repräsentativen Branchendurchschnitt aller österreichischen Dachziegel dar. Die Gewichtung erfolgt in Relation zur Gesamtproduktionsmenge der spezifischen Werke in Österreich. Die Liste von Produktionsorten befindet sich im Anhang B.

### 3.1.4 Abschätzungen und Annahmen

Für Verschleißteile von Maschinen wurde ein konservativer Ansatz gewählt. Das heißt, die Verschleißteile wurden als Stahlprodukt im Ökobilanzmodell abgeschätzt. Die eingesetzte Menge liegt hier unter 1 % der Gesamtmenge und die Wirkung der Stahlbauteile liegt unter 5 % der Gesamtwirkung.

### 3.1.5 Abschneidekriterien

Es werden alle Daten aus der Betriebsdatenerhebung, d.h. alle nach Rezeptur eingesetzten Ausgangsstoffe sowie die eingesetzte thermische und elektrische Energie berücksichtigt.

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

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

Engoben und Glasuren machen unter 1 % der Masse und unter 5 % der Wirkung aus.

### 3.1.6 Daten

Die Datenqualität kann als gut bezeichnet werden. Die Sammlung der Primärdaten erfolgte vollständig unter Berücksichtigung aller relevanten Flüsse.

Zur Modellierung des Lebenszyklus des betrachteten Produkts wird das von der PE INTERNATIONAL entwickelte Software-System zur Ganzheitlichen Bilanzierung GaBi 6 eingesetzt. Für die in den entsprechenden Rezepturen verwendeten Basismaterialien stehen zum Großteil in der ecoinvent Datenbank /ecoinvent 2.2/ Datensätze zur Verfügung. Die verwendeten Hintergrunddaten aus ecoinvent v2.2 beziehen sich auf die Datenbasis aus dem Jahr 2010.

Weitere Datensätze zur Vorkette der Herstellung von Basismaterialien sind mit Datensätzen ähnlicher Chemikalien angenähert oder mittels Zusammenführung vorhandener Datensätze abgeschätzt.

### 3.1.7 Betrachtungszeitraum

Die Daten für die Herstellung wurden durch die Initiative Ziegel aufgenommen. Die beim Hersteller erhobenen Vordergrunddaten beruhen auf Jahresmengen bzw. Hochrechnungen aus Messungen an spezifischen Anlagen. Die Herstellungsdaten stellen einen Durchschnitt des Jahres 2011 dar.

### 3.1.8 Allokation

#### Vordergrunddaten

Der Produktionsprozess liefern keine Nebenprodukte. Im angewandten Ökobilanzmodell wurde somit keine Allokation angewandt.

Bruch aus der Produktion kann in der Produktion wiederverwendet werden, findet jedoch auch Anwendung in verschiedensten anderen Gebieten (Straßenbau, Tennissand, etc.). Bei vorhandener Angabe einer Rückführung in der eigenen Produktion wird dies entsprechend im Modell berücksichtigt. Bei nicht vorhandener Angabe einer Rückführung, wird die Bruchmasse aufgrund der geringen Mengen vernachlässigt. Diese Masse verlässt die Systemgrenze und wird nicht weiter betrachtet.

Sonstige Produktionsabfälle werden einer energetischen Verwertung zugeführt. Die dabei resultierende elektrische und thermische Energie wird innerhalb des Moduls A1-A3 verrechnet.

Umweltlasten der Verbrennung der Verpackung und des Produkts im EoL-Szenario werden dem System (A5 bzw. C4) zugeschrieben; resultierende Gutschriften für thermische und elektrische Energie werden in Modul D deklariert.

#### Hintergrunddaten

Bei allen Raffinerieprodukten werden Allokationen nach Masse und unterem Heizwert angewendet. Für jedes Raffinerieprodukt werden die Umweltlasten der Produktion spezifisch berechnet.

Bei anderen Materialien, deren Inventar für die Herstellungsberechnung herangezogen wird, werden die Allokationsregeln angewendet, die dafür jeweils geeignet sind. Informationen zu den einzelnen Datensätzen sind dokumentiert unter <http://www.ecoinvent.org/database/ecoinvent-version-2/>.

Tabelle 4: Deklarierte Lebenszyklusphasen

HERSTELLUNGS-PHASE			ERRICH-TUNGS-PHASE		NUTZUNGSPHASE							ENTSORGUNGS-PHASE				GUT-SCHRIFTEN UND LASTEN
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Bau / Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Umbau, Erneuerung	betrieblicher Energieeinsatz	betrieblicher Wassereinsatz	Abbruch	Transport	Abfallbewirtschaftung	Deponierung	Wiederverwendungs-Rückgewinnungs-Recyclingpotential
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

X = in Ökobilanz enthalten; MND = Modul nicht deklariert

**3.2.1 A1-A3 Herstellungsphase**

*3.2.1.1 A1-Rohstoffbereitstellung*

Tondachziegel besteht überwiegend aus Ton, Lehm, Sand, Wasser und Farbbeschichtung der Oberfläche. Die LCA-Ergebnisse beinhalten die Vorketten der Bereitstellung der Rohstoffe.

Die wesentlichsten Schritte der Dachziegelproduktion sind: Tonabbau, Aufbereitung, Formgebung, Trocknen, Brennen, Sortierung und Verpackung sowie Verlieferung. Die Beschreibung des Herstellungsprozess befindet sich im Kapitel 2.2. Eine Liste der Produktionsorte befindet sich im Anhang B.

Ausschuss in Form von Bruch verlässt die Systemgrenze und wird nicht weiter betrachtet. Inputseitig wird bei Ton und Lehm die Feuchte situationspezifisch angepasst.

*3.2.1.2 A2 Transport der Rohstoffe*

Die Studie beinhaltet die Transporte der Rohstoffe (Ton und Zuschlagstoffe), jener Verschleißteile, die innerhalb von einem Jahr zu ersetzen sind, der Verpackung, der Hilfsstoffe und die Transporte der Entsorgung von Produktionsabfällen. Die Umweltlasten von diesen Transporten fallen in das Modul A2, das im Summenmodul A1-A3 deklariert wird. Zur Abschätzung der Transportemissionen wird auf Datensätze der ecoinvent-Datenbank zurückgegriffen.

*3.2.1.3 A3 Herstellung*

Die Energiebereitstellung erfolgt auf Basis des regionalen Strom-Mixes für Österreich. Thermische Energie wird aus Erdgas (regionalisiert für österreichische Verhältnisse) erzeugt.

Es wurden für die Berechnung die Emissionen durch die Verbrennung der Rohstoffe und der Energieträger berücksichtigt.

Die Verpackungsmaterialien der Rohstoffe und Abfälle, die in der Produktion anfallen, werden einer realistischen Verwertungsrouten zugeführt.

Das Modul A1-A3 beinhaltet die Vorketten der Bereitstellung der Verpackungsmaterialien (Holzpaletten, PE-Folie).

**Tabelle 5: Energie- und Wasserbedarf für die Herstellung für 1 Tonne produzierte Tondachziegel**

Bezeichnung	Messgröße ausgedrückt je funktioneller Einheit	Einheit
Stromverbrauch	347	MJ/t
Energiegas	3016	MJ/t
Diesel	0,123	kg/t
Süßwasserverbrauch aus Regenwasser	0	m <sup>3</sup> /t
Süßwasserverbrauch aus Oberflächengewässer	0	m <sup>3</sup> /t
Süßwasserverbrauch aus Brunnenwasser	0	m <sup>3</sup> /t
Süßwasserverbrauch aus öffentlichen Wassernetz	3,4	kg/t

Die Abbildungen 1 und 2 stellen alle Abschnitte des Lebenszyklus und den Ablauf der Produktion dar.

### 3.2.2 A4-A5 Errichtungsphase

Die Umweltlasten des Transportprozesses des verpackten Produkts, d.h. vom Herstellungsort zur Baustelle, wird dem Modul A4 zugeordnet. Hier wurde eine mittlere Transportdistanz für Ziegelprodukte in Österreich angenommen (gemäß /BAU EPD 2014 PART B/) – 150 km.

Die Verwertung der Produktverpackung (thermische Verwertung von Holzpaletten und PE-Folie) ist in Modul A5 deklariert.

Es wird angenommen, dass beim Einbau 5 % Verluste anfallen. Diese Annahme basiert auf den Angaben der Initiative Ziegel.

Es werden im Modell keine Installationsverluste berücksichtigt. Bei der Installation entstehen keine Aufwände.

**Tabelle 6: Beschreibung des Szenarios für „Transport zur Baustelle (A4)“ (gem. Tabelle 7 der ÖNORM EN 15804)**

Parameter zur Beschreibung des Transportes zur Baustelle (A4)	Messgröße ausgedrückt je funktioneller Einheit	Einheit
Fahrzeugtyp nach Kommissionsdirektive 2007/37/EG (Europäischer Emissionsstandard)	LKW Transport: EURO 3, 28-34 t Gesamtgewicht	-
Treibstofftyp und -verbrauch des Fahrzeuges oder Fahrzeugtyps der für den Transport eingesetzt wird, z.B. Fernlaster, Schiff usw.	1,313	l/100 km
Maximale Transportmenge	27	t
Auslastungen (inkl. Leerfahrten)	85	%
Rohdichte der transportierten Produkte	Tabelle 3	g/m <sup>3</sup>
Volumen-Auslastungsfaktor (Faktor: =1 oder <1 oder ≥1 für komprimierte oder in Schachteln verpackte Produkte)	1	-
Materialverluste durch Transportschaden	i.n.ass	kg/t

**Tabelle 7: Beschreibung des Szenarios für „Einbau in das Gebäude (A5)“ (gem. Tabelle 8 der ÖNORM EN 15804)**

Parameter zur Beschreibung des Einbaus ins Gebäude (A5)	Messgröße ausgedrückt je funktioneller Einheit	Einheit
Hilfsstoffe für den Einbau (spezifiziert nach Stoffen)	i.n.ass	kg
Einsatz von Süßwasserressourcen	i.n.ass	m <sup>3</sup>
Sonstiger Ressourceneinsatz	i.n.ass	kg
Quantitative Beschreibung des Energieträgers oder Netzes (regionaler Mix) und des Verbrauchs während des Einbauprozesses	i.n.ass	kWh oder MJ
Materialverlust auf der Baustelle vor der Abfallbehandlung, verursacht durch den Einbau des Produktes (spezifiziert nach Stoffen)		
Schrumpffolie (PE)	0,89	kg
Polypropylenbänder	0,075	kg
Paletten	4,9	kg
Output-Stoffe (spezifiziert nach Stoffen) infolge der Abfallbehandlung auf der Baustelle, z.B. Sammlung zum Recycling, für die Energierückgewinnung, für die Entsorgung (spezifiziert nach Entsorgungsverfahren)	i.n.ass	kg
Direkte Emissionen in die Umgebungsluft (z.B. Staub, VOCs), Boden und Wasser	i.n.ass	kg

### 3.2.3 B1-B7 Nutzungsphase

Keramische Produkte benötigen keinerlei Instandhaltung während der Nutzungsphase und daher werden keine Auswirkungen in Modul B2 (Instandhaltung) deklariert.

Tondachziegel benötigen gelegentlich eine Kontrolle um Elemente zurechtzurücken, Verbindungen und Überlappungen wiederherzustellen oder Ersatz von einzelnen Elementen aufgrund von Zerstörung durch extreme Wetterphänomene oder Vandalismus.

Die Umweltauswirkungen zufolge dieser Abläufe sind sehr gering und können als vernachlässigbar angesehen werden. Normalerweise ist keine Reinigung von Dachziegeln während der Lebensdauer des Gebäudes notwendig. Forschungstests durchgeführt von der Polytechnischen Universität in Marche haben gezeigt, dass Tondachziegel nicht unter den kombinierten Effekten von UV-Strahlung oder Frost-Tauperioden leiden und auch keine Farbwechsel auftreten. Weiter gehen technische Eigenschaften in der Nutzungsphase (z.B. Oberflächen-Absorptionsvermögen) nicht verloren.

Es werden keine Auswirkungen in den Modulen B3, B4 und B5 deklariert, da Bauprodukte aus gebranntem Ton keine Reparatur, keinen Ersatz und keine Erneuerung in der Nutzungsphase erfordern.

Die Module B6 (Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes) und B7 (Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes) sind für Bauprodukte aus gebranntem Ton nicht relevant.

#### Referenz Nutzungsdauer (RSL)

Für die Berechnung der Ökobilanz die Nutzungsdauer von 70 Jahren wird übernommen (gemäß Punkt 0).

### 3.2.4 C1-C4 Entsorgungsphase

Die LCA Studie betrachtet die Aufwände für den Betrieb des Baggers für den Rückbau der Ziegel aus dem Gebäude (Modul C1).

Modul C2 beinhaltet den Transport des ausrangierten Produkts zur Abfallbehandlung (Tabelle 8). Die Modellierung der Transporte in C2 folgt den Empfehlungen der /BAU EPD 2014 PART B/.

Das End of Life Szenario berücksichtigt eine Beseitigung von 30 % und eine Verwertung im Sinne einer Wiederverwendung von 70 % der ausgebauten Ziegel (Tabelle 8).

Dies ist als nationales Szenario für den europäischen Durchschnitt im /BAU EPD 2014 PART B/ als allgemeiner Ansatz empfohlen. Diese Aufteilung der *End-of-Life*-Szenarien wurde auch mit der Initiative Ziegel besprochen und gilt als realistische Einschätzung. Die durch das Sammelverfahren (bspw. Sortierung) zu erwartende Wirkung kann im Vergleich zu den anderen deklarierten Modulen als sehr gering eingeschätzt werden und wird daher nicht betrachtet.

Sortenreine Dachziegel aus einem Rückbau können von den Ziegelherstellern zurückgenommen und in gemahlener Form als Magerungsmittel in der Produktion (z.B. von Mauerziegeln) wiederverwertet werden. Dies wird für den Ziegelrohling bei Produktionsbruch bereits seit Jahrzehnten praktiziert.

Bei sortenreinen Dachziegeln bestehen darüber hinaus Weiterverwertungsmöglichkeiten als Zuschlagstoff für Ziegelsplittbeton, als Füll- oder Schüttmaterial im Wege- und Tiefbau, beim Bau von Lärmschutzwällen sowie als Tennismehl.

Basierend auf diesen Annahmen, werden 70 % der ausgebauten Ziegel in einer Bauschuttzubereitung verwertet (Modul C3). Bei der Bauschuttzubereitung ist ein Verlust von 3 % angenommen.

Die Abfallbeseitigung (30 % der Masse) erfolgt in einer Baurestmassendeponie und wird in C4 deklariert.

**Tabelle 8: Entsorgung des Szenarios für „Entsorgung des Produkts (C1 bis C4)“ (gem. Tabelle 12 der ÖN EN 15804)**

Parameter für die Entsorgungsphase (C1-C4)	Messgröße ausgedrückt je funktioneller Einheit	Einheit
Sammelverfahren, spezifiziert nach Art	0	kg getrennt
	1000	kg gemischt
Rückholverfahren, spezifiziert nach Art	679	kg Wiederverwendung
	0	kg Recycling
	0	kg Energierückgewinnung
Deponierung, spezifiziert nach Art	300	kg Deponierung
Von der Baustelle zur Beseitigung (30 %)	39	km
Von der Baustelle zur Abfallaufbereitung (70 %)	23	km

### 3.2.5 D Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial

Durch die Verbrennung der Verpackungsmaterialien entstehen elektrische und thermische Energie (Modul A5). Die entsprechenden Gutschriften für elektrische und thermische Energie werden im Modul D betrachtet.

In diesem Modul wird das Recyclingpotential von den wiederverwerteten Ziegeln als Nettogutschrift deklariert.

### 3.3 Deklaration der Umweltindikatoren

**Tabelle 9: Parameter zur Beschreibung der Wirkungsabschätzung für 1 Tonne produzierte Tondachziegel**

Parameter	Einheit in Äq.	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3 - B5	B6 - B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	kg CO <sub>2</sub>	2,76E+02	4,14E+00	6,81E+00	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	9,58E-02	1,71E+00	2,30E+00	2,13E+00	-3,94E+00
ODP	kg CFC11	3,81E-05	5,11E-07	4,99E-09	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	1,17E-08	2,11E-07	2,87E-07	6,38E-07	-4,55E-07
AP	kg SO <sub>2</sub>	6,20E-01	2,21E-02	8,51E-04	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	7,22E-04	9,12E-03	1,77E-02	1,27E-02	-1,91E-02
EP	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	1,99E-01	6,35E-03	2,38E-03	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	2,04E-04	2,62E-03	4,89E-03	3,68E-03	-7,41E-03
POCP	kg Ethen	1,63E-01	2,10E-03	1,69E-04	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	1,08E-04	8,66E-04	2,65E-03	2,58E-03	-2,35E-03
ADPE	kg Sb	1,38E-04	3,40E-07	8,48E-08	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	2,86E-08	1,40E-07	4,75E-07	2,21E-06	-1,32E-05
ADPF	MJ	4,50E+03	5,60E+01	5,71E-01	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	1,33E+00	2,31E+01	3,19E+01	5,35E+01	-5,02E+01
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												

**Tabelle 10: Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes für 1 Tonne produzierte Tondachziegel**

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3 - B5	B6 - B7	C1	C2	C3	C4	D
PERE	MJ	3,09E+02	1,39E-01	1,24E-02	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	7,40E-03	5,74E-02	1,32E-01	4,39E-01	-1,17E+01
PERM	MJ	0	0	0	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	0	0	0	0	0
PERT	MJ	3,09E+02	1,39E-01	1,24E-02	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	7,40E-03	5,74E-02	1,32E-01	4,39E-01	-1,17E+01
PENRE	MJ	4,57E+03	5,68E+01	6,23E-01	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	1,36E+00	2,34E+01	3,26E+01	5,57E+01	-9,52E+01
PENRM	MJ	0	0	0	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	0	0	0	0	0
PENRT	MJ	4,57E+03	5,68E+01	6,23E-01	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	1,36E+00	2,34E+01	3,26E+01	5,57E+01	-9,52E+01
SM	kg	3,07E+02	0	0	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	0	0	0	0	0
RSF	MJ	n.av.	n.av.	n.av.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n.av.	n.av.	n.av.	n.av.	n.av.
NRSF	MJ	n.av.	n.av.	n.av.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n.av.	n.av.	n.av.	n.av.	n.av.
FW	m <sup>3</sup>	n.av.	n.av.	n.av.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n.av.	n.av.	n.av.	n.av.	n.av.
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												



**Tabelle 11: Parameter zur Beschreibung von Abfallkategorien für 1 Tonne produzierte Tondachziegel**

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3 - B5	B6 - B7	C1	C2	C3	C4	D
HWD	kg	N.av.	N.av.	N.av.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	N.av.	N.av.	N.av.	N.av.	N.av.
NHWD	kg	-9,94E-02	0	0	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	-	7,00E+02	-2,10E+01	0	-6,79E+02
RWD	kg	N.av.	N.av.	N.av.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	N.av.	N.av.	N.av.	N.av.	N.av.
Legende	HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall												

**Tabelle 12: Parameter zur Beschreibung des Verwertungspotenzials in der Entsorgungsphase für 1 Tonne produzierter Tondachziegel**

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3 - B5	B6 - B7	C1	C2	C3	C4	D
CRU	kg	0	0	0	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	0	0	0	0	0
MFR	kg	0	0	0	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	0	0	0	0	6,79E+02
MER	kg	0	0	0	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	0	0	0	0	0
EEE	MJ	0	0	0	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	0	0	0	0	0
EET	MJ	0	0	0	n. rel.	n. rel.	n. rel.	n. rel.	0	0	0	0	0
Legende	CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch												

### 3.4 Interpretation der LCA-Ergebnisse

Das Modul A1-A3 stellt in fast allen Kategorien den größten Treiber dar. Die Energiebereitstellung bei der Produktion der Tondachziegel verursacht signifikanten Einfluss (mehr als 50 %) auf das Treibhauspotential (GWP), den abiotischen Verbrauch fossiler Ressourcen (ADP fossil) und den abiotischen Verbrauch elementarer Ressourcen (ADP elements). Das Ozonabbaupotential wird zu 93 % von der Energiebereitstellung verursacht. Emissionen die während der Produktion entstehen (Modul A1-A3) sind vergleichsweise weniger bedeutend (Beitrag zwischen 2,5-10 %), wobei die Produktionsemissionen auf das gesamte Versauerungspotential (AP) und die Photooxidantienbildung (POCP) die relativ bedeutendste bzw. signifikante Emissionen verursachen. Für die anderen Wirkungskategorien haben die Produktionsemissionen einen geringen Einfluss (weniger als 2,5 %).

Das Eutrophierungspotential ist von der Produktion (14 %) und der Energiebereitstellung dominiert (71 %). In diesem Zusammenhang spielen Emissionen in die Luft und in das Frischwasser eine tragende Rolle. Ähnlich dem Versauerungspotential wird das Eutrophierungspotential signifikant von anorganischen Emissionen wie Stickoxiden und Langzeitemissionen in das Frischwasser (Phosphat) beeinflusst.

Einen Einfluss auf die gesamte Photooxidantienbildung (POCP) haben Prozessemissionen beim Brand, Energiebereitstellung aber auch alle Transporte (innerhalb Modul A1-A3, A4 und C2). Dabei entfallen 80 % auf die Energiebereitstellung und 8 % auf die Emissionen während der Produktion der Ziegel.

Beim Primärenergieverbrauch aus nicht erneuerbaren Ressourcen zeigt sich eine klare Dominanz der Energiebereitstellung (92 %). Hierbei spielt der Einsatz thermischer Energie in der Produktionsphase eine tragende Rolle.

Der Primärenergieeinsatz aus erneuerbaren Quellen ist maßgeblich durch die Energiebereitstellung (63 %) und darüber hinaus durch die Verpackung (36 %) bestimmt. Dies ist auf den Anteil erneuerbarer Energieträger im österreichischen Strom-Mix zurückzuführen

## 4 Gefährliche Stoffe und Emissionen in Raumluft und Umwelt

VOC-Messungen sind für den Hersteller nicht vorgeschrieben und liegen daher nicht vor.

### 4.1 Deklaration besonders besorgniserregender Stoffe

Es werden keine Einsatzstoffe mit den in der Tabelle angeführten Gefahrstoffeigenschaften eingesetzt.

Tabelle 13: Deklaration von Einsatzstoffen mit Gefahrstoffeigenschaften

Gefahrstoffeigenschaft gemäß EG-Verordnung 1272/2008 (CLP-Verordnung)	Chemische Bezeichnung (CAS-Nummer)
Krebserzeugend Kat. 1A oder 1B (H350, H350i):	Keine derartigen Substanzen im Produkt enthalten
Erbgutverändernd Kat. 1A oder 1B (H340):	Keine derartigen Substanzen im Produkt enthalten
Fortpflanzungsgefährdend Kat. 1A oder 1B (H360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df):	Keine derartigen Substanzen im Produkt enthalten
PBT (persistent, bioakkumulierend und toxisch) (REACH, Anhang XIII):	Keine derartigen Substanzen im Produkt enthalten
vPvB (stark persistent und stark bioakkumulierend) (REACH, Anhang XIII):	Keine derartigen Substanzen im Produkt enthalten
Besonders besorgniserregende Stoffe auf Basis anderer Eigenschaften (SVHV):	Keine derartigen Substanzen im Produkt enthalten

### 4.2 Emissionen in die Innenraumluft

Nicht relevant.

### 4.3 Emissionen in Boden und Wasser

Eluatuntersuchung

1. Folgeprüfung Naturbelassene und engobierte Tondachziegel der Tondach Gleinstätten AG /Prüfbericht **np-FP-2007-097**.

Die Quantitative Bestimmung wurde gemäß DIN 38406-E29 „Bestimmung von 61 Elementen durch ICP-MS“ Verwendung von Yttrium und Rhenium als Interne Standards, Kalibrierung des ICP-MS mittels Multielementstandards (simple linear) /Analysenbericht 2008/0471/ durchgeführt.

Alle Werte unterschreiten die Bestimmungsgrenze.

### 4.4 Radioaktivität

Es wurde der Nuklidgehalt in Bq/kg für Ra-226, Th-232 und K-40 gemessen. Die Beurteilung erfolgte nach /ÖNORM S 5200/. Die Indexwerte liegen unter 1 /BOKU/.

## 5 Literaturhinweise

### **Analysenbericht 2008/0471**

Quantitative Bestimmung gemäß DIN 38406-E29 „Bestimmung von 61 Elementen durch ICP-MS“ Verwendung von Yttrium und Rhenium als Interne Standards, Kalibrierung des ICP-MS mittels Multielementstandards (simple linear), INDIKATOR Gesellschaft für Umweltanalytik mbH, 2008-02-15

### **BAU EPD 2014 PART A**

Allgemeine Regeln zur Ökobilanz-Erstellung – PKR A-Teil, 2014-04-07, Bau EPD GmbH, [www.bau-epd.at](http://www.bau-epd.at)

### **BAU EPD 2014 PART B**

PKR Anleitungstexte für Bauprodukte. Teil B: Anforderungen an die EPD für Bauprodukte aus gebranntem Ton. PKR-Code: 2.3, Stand 2014-07-07, Bau EPD GmbH, [www.bau-epd.at](http://www.bau-epd.at)

### **BOKU**

Konformitätsbewertung von Ziegel hinsichtlich Radioaktivität im Zusammenhang mit dem Entwurf der EU Strahlenschutzrichtlinie, Universität für Bodenkultur Wien, 2011-12-20

### **Ecoinvent 2.2**

Ecoinvent 2.2 database, Swiss Center for Life Cycle Inventories, Zürich, 2010, <http://www.ecoinvent.org/database/ecoinvent-version-2/>

### **EN 15804**

ÖNORM EN 15804 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen für Produkte – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte, Ausgabe: 2012-04

### **EN ISO 14025**

ÖNORM EN ISO 14025 Umweltkennzeichnung und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren, Ausgabe: 2011-10

### **EN ISO 14040**

ÖNORM EN ISO 14040 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen, Ausgabe: 2009-11

### **EN ISO 14044**

ÖNORM EN ISO 14044 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen, Ausgabe: 2006-10

### **Entscheidung der Kommission 96/603/EG**

Entscheidung der Kommission 96/603/EG vom 4. Oktober 1996 zur Festlegung eines Verzeichnisses von Produkten, die in die Kategorien A „Kein Beitrag zum Brand“ gemäß der Entscheidung 94/611/EG zur Durchführung von Artikel 20 der Richtlinie 89/106/EWG des Rates über Bauprodukte einzustufen sind

### **GABI 6**

GaBi 6.3 dataset documentation for the software-system and databases, LBP, University of Stuttgart and PE INTERNATIONAL AG, Leinfelden-Echterdingen, 2013, <http://documentation.gabi-software.com>

### **ÖNORM EN 538**

ÖNORM EN 538 Tondachziegel für überlappende Verlegung - Prüfung der Biegetragfähigkeit, Ausgabe: 1995-03-01

### **ÖNORM EN 539-1**

ÖNORM EN 539-1 Dachziegel für überlappende Verlegung - Bestimmung der physikalischen Eigenschaften - Teil 1: Prüfung der Wasserundurchlässigkeit, Ausgabe: 2005-12-01

### **ÖNORM EN 539-2**

ÖNORM EN 539-2 Dachziegel für überdeckende Verlegung - Bestimmung der physikalischen Eigenschaften - Teil 2: Prüfung der Frostwiderstandsfähigkeit, Ausgabe: 2013-07-01

**ÖNORM EN 1024**

ÖNORM EN 1024 Tondachziegel für überlappende Verlegung - Bestimmung der geometrischen Kennwerte, Ausgabe: 2012-05-15

**ÖNORM EN 1304**

ÖNORM EN 1304 Dach- und Formziegel - Begriffe und Produktspezifikationen, Ausgabe: 2013-07-15

**ÖNORM S 5200**

ÖNORM S 5200 Radioaktivität in Baumaterialien, Ausgabe: 2009-04-01

**ÖNORM EN 13501-1**

ÖNORM EN 13501-1 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten, Ausgabe: 2009-12-01

**ÖNORM EN 13501-5**

ÖNORM EN 13501-5 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 5: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Prüfungen von Bedachungen bei Beanspruchung durch Feuer von außen, Ausgabe: 2009-12-01

**Prüfbericht np-FP-2007-097**

Prüfbericht np-FP-2007-097, 1. Folgeprüfung Naturbelassene und engobierte Tondachziegel der Tondach Gleinstätten AG, natureplus e.v., 2008-02-18

**REACH**

Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 über die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe

**TBE 2013**

Tiles and Bricks Europe (TBE), Product Category Rules for the Environmental Product Declarations for Construction Clay Products, 2013. Draft version 02

**Verordnung (EU) Nr. 305/2011**

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

**Verordnung (EG) Nr. 1272/2008**

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)

## Anhang A Ergebnisse von zusätzlichen Indikatoren (Ökotoxizität, Humantoxizität und Landverbrauch)

Eine Auswertung von Toxizitätspotenzialen ist mit einer hohen Unsicherheit bezüglich der im Hintergrund verwendeten Methoden sowie auch der Implementierung der verschiedenen Stoffflüsse in den Hintergrunddatensätzen der derzeit verwendeten Datenbanken verbunden. Hierbei ist mit einer Präzision der Charakterisierungsfaktoren von einem Faktor von bis zu 1.000 oder höher zu rechnen. Aufgrund dieser Einschränkungen, sollten Ergebnisse von Toxizitätspotenzialen nicht für vergleichende Analysen und nur unter Einbezug der zugrunde gelegten Einschränkungen verwendet werden.

Obwohl die Methodik noch in Entwicklung ist, kann sie einen wichtigen Beitrag zu einer ganzheitlichen Bewertung der entstehenden Umweltwirkungen beitragen indem zusätzliche Erkenntnisse über die Haupttreiber im Prozess daraus geschlossen werden können.

Humantoxizität gemäß der CML Methodik beschreibt die Auswirkungen toxischer Substanzen in der Umwelt auf die Gesundheit basierend auf der Referenzeinheit kg DCB-Äquivalenten.

Ökotoxizität wird in vier verschiedene Wirkungsindikatoren aufgeteilt:

- Ökotoxizität im aquatischen Bereich
- Ökotoxizität im Trinkwasser
- Ökotoxizität im terrestrischen Bereich

Ergänzend dazu wird separat das Humantoxizitätspotenzial ausgewiesen.

Die Ergebnisse des Toxizitätspotenzials für Tondachziegel sind in der folgenden Tabelle abgebildet.

**Tabelle 14: Parameter zur Beschreibung der Toxizität für 1 Tonne Tondachziegel**

Parameter	Einheit in Äq.	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3-B5	B6-B7	C1	C2	C3	C4	D
FAETP	kg DCB	2,19E+01	9,14E-02	2,76E+00	n.rel	n.rel	n.rel	n.rel	6,28E-03	3,77E-02	1,03E-01	1,55E-01	-1,19E+00
MAETP	kg DCB	5,99E+04	3,00E+02	2,90E+03	n.rel	n.rel	n.rel	n.rel	1,49E+01	1,24E+02	2,68E+02	4,06E+02	-3,06E+03
HTTP	kg DCB	1,11E+02	3,16E-01	1,31E+00	n.rel	n.rel	n.rel	n.rel	6,05E-02	1,30E-01	1,50E+00	8,19E-01	-3,31E+00
TETP	kg DCB	7,94E-01	5,49E-03	6,88E-04	n.rel	n.rel	n.rel	n.rel	3,54E-04	2,26E-03	5,59E-03	6,91E-03	-5,69E-02
Legende	FAETP = Aquatisches Frischwasser Oekotoxpotenzial; MAETP = Aquatisches Salzwasser Oekopotenzial; HTTP = Humantoxizitätspotenzial; TETP = Terrestrisches Oekotoxizitätspotenzial												

**Tabelle 15: Parameter zur Beschreibung des Landverbrauchs für 1 Tonne Tondachziegel**

Transformation										
Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B7	C1	C2	C3	C4	D
ER	[kg/a]	0,000221	6,08E-07	1,7E-07	n.rel	4,8E-08	3,94E-07	2,06E-07	-1,9E-06	0,006686
MF	[cm*m²/d]	-0,00209	-5,4E-06	9,35E-05	n.rel	-4,3E-07	-3,5E-06	-4,4E-05	-0,00199	0,306651
PCF	[(cmol*m²)/kg]	-0,00071	-2,7E-06	3,86E-05	n.rel	-2,1E-07	-1,8E-06	-8,8E-06	-0,00038	0,059262
GR	[(mm*m²)/a]	0,215525	0,000805	-0,00218	n.rel	6,34E-05	0,000521	0,0034	0,035923	-2,23129
BP	[kg dry mass/a]	0,001745	5,44E-06	-2,6E-05	n.rel	4,29E-07	3,53E-06	2,58E-05	0,000309	-0,01675
Legende	ER = erosion resistance; MF = mechanical filtration; PCF = physicochemical filtration; GR = groundwater replenishment; BP = biotic production									

**Tabelle 16: Parameter zur Beschreibung der Flächennutzung – Okkupationsindikatoren für 1 Tonne Tondachziegel**

Transformation										
Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1-B7	C1	C2	C3	C4	D
ER	[kg]	0,197687	0,044738	-0,00187	n.rel	0,003528	0,028984	0,013632	0,016351	-0,93866
MF	[cm*m²]	514,4291	203,732	-5,96344	n.rel	16,06479	131,9905	59,65677	42,91305	-33,5433
PCF	[(cmol*m²*a)/kg]	0,742177	0,237811	-0,00935	n.rel	0,018752	0,154069	0,101635	0,058116	-1,16591
GR	[mm*m²]	135,288	81,44394	-1,47829	n.rel	6,422064	52,76455	23,59147	16,26807	-33,0835
BP	[kg dry mass]	0,741204	0,344878	-0,01067	n.rel	0,027194	0,223434	0,100483	0,070045	-0,10803
Legende	ER = erosion resistance; MF = mechanical filtration; PCF = physicochemical filtration; GR = groundwater replenishment; BP = biotic production									

## Anhang B Liste der Produktionsstandorte

Tabelle 17: Liste der an der Studie teilnehmenden Firmen bzw. Produktionsstandorte

Firmenname bzw. Produktionsstandort
Gleinstätten II
Gleinstätten III
Pinkafeld

 <p><b>Bau-EPD</b> Baustoffe mit Transparenz</p>	<p><b>Herausgeber</b></p> <p>Bau EPD GmbH Seidengasse 13/3 1070 Wien Österreich</p> <p>Tel +43 (1)997 41 11 Mail office@bau-epd.at Web www.bau-epd.at</p>
 <p><b>Bau-EPD</b> Baustoffe mit Transparenz</p>	<p><b>Programmbetreiber</b></p> <p>Bau EPD GmbH Seidengasse 13/3 1070 Wien Österreich</p> <p>Tel +43 (1)997 41 11 Mail office@bau-epd.at Web www.bau-epd.at</p>
 <p><b>PE INTERNATIONAL</b> SUSTAINABILITY PERFORMANCE</p>	<p><b>Ersteller der Ökobilanz</b></p> <p>PE CEE Nachhaltigkeitsberatung &amp; Software Vertriebs GmbH</p> <p>Hütteldorferstraße 63-65/8 1150 Wien Österreich</p> <p>Tel +43 (0) 1 890 78 20 0 Fax +43 (0) 1 890 78 20 10 Mail a.merl@pe-international.com Web www.pe-cee.com</p>
 <p><b>Ziegel</b></p>	<p><b>Inhaber der Deklaration</b></p> <p>Initiative Ziegel – Fachverband der Stein- und keramischen Industrie</p> <p>Wiedner Hauptstraße 63 1045 Wien Österreich</p> <p>Tel +43/1/50105/3531 Fax +43/1/505 62 40 Mail steine@wko.at Web www.ziegel.at</p>