

# UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804

Deklarationsinhaber	Bauen mit Backstein Zweischalige Wand Marketing e. V.
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-ZWM-20160126-ICG1-DE
Ausstellungsdatum	20.10.2016
Gültig bis	19.10.2021

Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen  
Bauen mit Backstein  
Zweischalige Wand Marketing e. V.

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



**GIMA**  
Qualität aus Ton

Überreicht durch das teilnehmende Unternehmen:  
**Girnghuber GmbH**, 84163 Marklkofen, [www.gima-ziegel.de](http://www.gima-ziegel.de)

## 1. Allgemeine Angaben

Bauen mit Backstein  
Zweischalige Wand Marketing e. V.

Vormauerziegel, Pflasterziegel und  
Riemchen

### Programhalter

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

### Inhaber der Deklaration

Bauen mit Backstein  
Zweischalige Wand Marketing e. V.  
Schaumburg-Lippe-Straße 4  
53113 Bonn

### Deklarationsnummer

EPD-ZWM-20160126-ICG1-DE

### Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

1 Tonne Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen

### Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorienregeln:

Ziegel, 01.2016  
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen  
Sachverständigenrat)

### Gültigkeitsbereich:

Dieses Dokument bezieht sich auf Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen der "Bauen mit Backstein Zweischalige Wand Marketing e.V." Für diese Deklaration wurden von 12 Mitgliedsunternehmen Daten aus dem Jahr 2014 zur Verfügung gestellt. Die beteiligten Firmen repräsentieren nach Anzahl 90 % der Mitgliedsfirmen der in der Zweischaligen Wand zusammengeschlossenen Hersteller von Vormauerziegeln, Pflasterziegeln und Riemchen. Das Produktionsvolumen dieser Firmen liegt bei etwa 95% des deutschen Marktes bezogen auf die Produktionsmenge. Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine Haftung des IBU in Bezug auf Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.

### Ausstellungsdatum

20.10.2016

### Gültig bis

19.10.2021

### 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

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

Dr. Burkhard Lehmann  
(Geschäftsführer IBU)

Dr. Stefan Diederichs  
Unabhängige/r Prüfer/in vom SVR bestellt

## 2. Produkt

### 2.1 Produktbeschreibung

Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen gehören zur Gruppe der grobkeramischen gebrannten Tonbaustoffe.

Auf Basis der massenbezogenen Jahresproduktion wurden die Anteile der einzelnen Firmen an der Gesamtproduktion ermittelt und zur Berechnung der gewichteten Durchschnittswerte verwendet. In dieser EPD erfolgt die Darstellung der Ökobilanzergebnisse für Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen jeweils für eine Tonne [t].

### 2.2 Anwendung

Vormauerziegel werden als Sichtmauerwerk in zweischaligen Wandkonstruktionen im vor der Witterung ungeschützten Außenbereich oder als Sichtmauerwerk im Innenbereich verwendet. Pflasterziegel werden für Pflasterbeläge im Verkehrs- und Wegebau sowie für Innenbeläge verwendet. Riemchen werden als Außen- oder

Innenwandverkleidung auf Wandkonstruktionen verklebt.

### 2.3 Technische Daten

#### Bautechnische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Druckfestigkeit nach /DIN EN 772-1/ (nur für Vormauerziegel)	$\geq 4$	N/mm <sup>2</sup>
Rohdichte nach /DIN EN 772-13/ (nur für Vormauerziegel)	900 - 2500	kg/m <sup>3</sup>
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl nach /DIN EN 1745/ oder /DIN 4108-4/ (nur für Vormauerziegel)	50/100	-
Frost-Tau-Widerstand nach /DIN 52252-1/, /DIN V 52252-3/ oder /DIN 52252-2/ (für Vormauerziegel und Riemchen), nach /DIN EN 1344/ (für Pflasterziegel), nach /DIN EN ISO 10545-12/ (für Riemchen)	erfüllt	-

Abriebwiderstand nach /DIN EN 1344/ (nur für Pflasterziegel)	<=450 mm <sup>3</sup>	-
Wasseraufnahme nach /DIN EN 772-21/ (für Vormauerziegel und Riemchen), nach /DIN EN ISO 10545-3/ (für Riemchen)	keine Einschränkung für VMZ	M.-%
Biegebruchlast Flachlage/Hochkant nach /DIN EN 1344/ (nur für Pflasterziegel)	>=80 N/mm	-
Aktive lösliche Salze nach /DIN EN 772-5/ (nur für Vormauerziegel)	S2-S3	-

## 2.4 Inverkehrbringung/Anwendungsregeln

Für das Inverkehrbringen in der EU/EFTA (mit Ausnahme der Schweiz) gilt die Verordnung (EU) Nr. 305/2011 vom 09.03.2011. Die Produkte benötigen eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung der /DIN EN 771-1:2011/ für Vormauerziegel, /DIN EN 1344:2015/ für Pflasterziegel und /DIN EN 14411:2012/ für Riemchen sowie die zugehörige CE-Kennzeichnung.

Für die Verwendung gelten die jeweiligen nationalen Bestimmungen, in Deutschland für

- Mauerziegel nach /DIN EN 771-1/ die Anwendungsregeln der /DIN 20 000-401/
- Pflasterziegel nach /DIN EN 1344/ die Technischen Lieferbedingungen – Pflaster
- Riemchen die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik des jeweiligen Herstellers oder gemäß /DIN 18515-1/

## 2.5 Lieferzustand

Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen sind in unterschiedlichen Formaten und Größen je nach Anwendung erhältlich. Die Angabe der jeweiligen Abmessungen und die zulässigen Toleranzen sind in folgenden Normen geregelt:

- /DIN EN 771-1/ in Verbindung mit /DIN 20000-401/
- /DIN EN 1344/
- /DIN EN 14411/

## 2.6 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen bestehen aus den Grundstoffen Ton/Lehm (rund 85%) und Sand (rund 8%). Sie enthalten keine "besonders besorgniserregenden Stoffe (SVHC - substance of very high concern)" gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 /REACH/ und Verordnung (EG) Nr. 1272/2008/CLP-Verordnung/.

**Ton/Lehm:** naturbelassene Erden unterschiedlicher natürlicher mineralogischer Zusammensetzung (Aluminiumoxid Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Siliciumoxid SiO<sub>2</sub>, Eisen(III)oxid (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Der Abbau der Rohstoffe geschieht oberflächennah in ausgesuchten Lagerstätten.

**Sonstige natürliche Tonbestandteile:** Tone/Lehme enthalten erdgeschichtlich bedingte abgelagerte natürliche Bestandteile in schwankenden Mengenanteilen, wie z. B. farbgebende Eisenoxide. Daher können je nach Tonvorkommen unterschiedliche Brennfärbungen entstehen. Weiterhin können Tone/Lehme Kalk und Dolomit enthalten.

**Sand und Ziegelbruch** wird als Magerungsmittel zum Ausgleich der natürlichen Schwankungen der

mineralogischen Zusammensetzung des Rohtons bei sehr fetten (feinkörnigen) Tonen zugesetzt.

**Mangan- und Eisenoxid** werden eingesetzt, um bestimmte Farbtöne zu erzielen.

**Glasuren und Engoben** werden ebenfalls eingesetzt, um bestimmte Farbtöne zu erzielen.

## 2.7 Herstellung

Nach dem Tonabbau im Tagebau erfolgt der Transport zur Zwischenlagerung auf dem Werksgelände. Die mechanische Aufbereitung der Tone, wie das Zerkleinern und Mischen, geschieht im Kollergang und den Walzwerken. Die o.g. Grundstoffe werden in bestimmten optimierten Verhältnissen zerkleinert (aufbereitet), gemischt und befeuchtet. Es erfolgt eine Lagerung im Sumpfhäus. Nach erneuter Wasserzugabe erfolgt die Formgebung der Rohlinge durch Pressen mit entsprechenden Mundstücken und nachgeschaltetem Abschneider. Es kommen auch Wasserstrichtlerpressen, Handform- oder Formbackanlagen zum Einsatz. Das geformte Material kommt in den Trockner, der im Wesentlichen mit der Abwärme des Tunnelofens betrieben wird. Die Trocknungszeit variiert je nach Format und Rohdichte und kann beispielsweise 48 Stunden betragen. Danach werden die getrockneten Rohlinge bei 900-1250 °C innerhalb von ca. 24-48 Stunden im Tunnelofen gebrannt. Die Ziegel werden gestapelt und in recycelbarer PE-Folie eingeschweißt. Riemchen werden überwiegend in Kartons verpackt. Der Energiebedarf für die Ziegelherstellung betrifft hauptsächlich den Brennvorgang und das Trocknen. Die elektrische Energie wird hauptsächlich in der Aufbereitung verbraucht.

## 2.8 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

### Gesundheitsschutz bei der Herstellung

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

Umweltschutz bei der Herstellung

### Wasser/Boden

Belastungen von Wasser und Boden entstehen nicht. Der Prozess verläuft weitgehend abwasserfrei. Das eingesetzte Anmachwasser wird während des Trocknungsprozesses in Form von Wasserdampf wieder frei.

### Luft

Der Herstellungsprozess unterliegt den Anforderungen der /TA Luft/. Eine Emissionsminderung wird - wenn erforderlich - erreicht durch den Betrieb von Rauchgasreinigungsanlagen und die Wahl der Brennstoffe, die zur CO<sub>2</sub>-Reduktion beitragen (z. B. Erdgas). Weiterhin erfolgt eine Verbesserung der Feuerführung durch computergestützte Optimierung.

### Lärm

Aufgrund von Schallschutzmaßnahmen liegen die Messwerte (Arbeitsplatz und Außenraum) weit unter den geforderten Werten.

## 2.9 Produktverarbeitung/Installation

Die Verbindung der Vormauerziegel untereinander erfolgt mit Normalmauermörtel nach /DIN EN 998-2/ gemäß /DIN EN 1996-2/.

Pflasterziegel werden entweder in ungebundener oder gebundener Verlegung verwendet.

Die Verwendung von Riemchen erfolgt entweder nach /DIN 18515-1/ oder gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik.

## Arbeitsschutz/Umweltschutz

Die Gewichte der Einzelziegel liegen unter den Empfehlungen der Bauberufsgenossenschaften von 25 kg. Beim Vermauern/Verlegen der Ziegel werden Arbeitsschutzmaßnahmen gemäß dem Regelwerk der Berufsgenossenschaften und entsprechend der Herstellerempfehlungen eingehalten. Für Schneid- und Trennarbeiten sind in der Regel Nassverfahren vorgeschrieben. Bei Trocken-Schneidarbeiten ist eine Staubmaske (P3/FFP 3) zu tragen.

### Restmaterial

Auf der Baustelle anfallende Ziegelreste sind getrennt zu sammeln. Sortenreine Ziegelreste können von den Herstellern zurückgenommen und als Rohstoff genutzt oder auf verschiedene Art und Weise verwendet werden (Details siehe 2.15 Nachnutzungsphase).

## 2.10 Verpackung

Die Polyethylen-Folien sowie Papier und Pappe sind recycelbar. Nicht verschmutzte PE-Folien (auf sortenreine Erfassung ist zu achten) und Mehrwegpaletten aus Holz können über den Baustoff-Fachhandel zurückgenommen (Mehrwegpaletten gegen Rückvergütung im Pfandsystem) und von diesem an die Ziegelwerke zurückgegeben werden. Diese leiten die PE-Folien dann an die Folienhersteller zum Recyceln weiter. In Deutschland können Papier und Pappe sowie PE-Folien außerdem über eine vertragliche Vereinbarung mit Entsorgungsfachbetrieben entsorgt werden.

## 2.11 Nutzungszustand

Wie unter Punkt 1 "Grundstoffe" aufgeführt, bestehen Ziegel überwiegend aus Ton, Lehm und Sand. Die Ziegelinhaltsstoffe sind im Nutzungszustand als feste Stoffe gebunden (keramische Bindung). Beständigkeit in Nutzungszustand  
Ziegel verändern sich nach dem Verlassen des Ofens nicht mehr. Bei bestimmungsgemäßer Anwendung sind sie unbegrenzt beständig, ungezieferbeständig, verrottungsbeständig, bewuchsresistent, säure- und laugenfest.

## 2.12 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung

Ziegel emittieren keine umwelt- und gesundheitsgefährdenden Stoffe. Die natürliche ionisierende Strahlung von Ziegeln ist äußerst gering und gesundheitlich unbedenklich.

## 2.13 Referenz-Nutzungsdauer

Die Referenz-Nutzungsdauer beträgt bei Einbau gemäß den Regeln der Technik 150 Jahre (PCR Dokument des europäischen Ziegelindustrieverbandes /TBE/).

## 2.14 Außergewöhnliche Einwirkungen

## Brand

Im Brandfall können keine sichtbehindernden und toxischen Gase und Dämpfe entstehen. Die genannten Produkte erfüllen die Anforderungen der Baustoffklasse A1 nach /DIN 4102/ (und/oder /DIN EN 13501-2/) "nicht brennbar".

## Brandschutz

Bezeichnung	Wert
Baustoffklasse	A1
Brennendes Abtropfen	-
Rauchgasentwicklung	-

## Wasser

Unter Wassereinwirkung (z. B. Schlagregen) können aufgrund der festen, keramischen Bindung keine wassergefährdenden Inhaltsstoffe ausgewaschen werden.

## Mechanische Zerstörung

Durch unvorhergesehene mechanische Zerstörung sind keine Risiken für die Umwelt und für lebende Organismen bekannt.

## 2.15 Nachnutzungsphase

Sortenreine Ziegel aus dem Rückbau können von den Ziegelherstellern zurückgenommen und in gemahlener Form als Magerungsmittel in der Produktion wiederverwertet werden. Dies wird mit dem Produktionsbruch bereits seit Jahrzehnten praktiziert. Weiterverwendungsmöglichkeiten bestehen als Zuschlagstoff für Ziegelsplittbeton, als Füll- oder Schüttmaterial im Wege- und Tiefbau, als Substrat im Garten- und Landschaftsbau, Material für die Wiederverfüllung von Gruben und Brüchen, beim Bau von Lärmschutzwänden sowie als Tennismehl und Tennissand.

## 2.16 Entsorgung

Auf der Baustelle anfallende Ziegelreste, Ziegelbruch sowie Ziegel aus Abbruch sind, sofern die oben beschriebenen Recyclingmöglichkeiten nicht praktikabel sind, problemlos zu entsorgen und stellen keine außergewöhnliche Belastung für die Umwelt dar. Aufgrund des chemisch neutralen, inerten und immobilen Verhaltens der Ziegel können diese auf Deponien der Deponieklasse I gemäß Deponieverordnung eingelagert bzw. in Gruben und Brüchen nach Z 1.1 verwendet werden. Die Abfallschlüsselnummer lautet AVV 17 01 02 Ziegel /Abfallverzeichnisverordnung/.

## 2.17 Weitere Informationen

Weitere Informationen befinden sich unter [www.backstein.com](http://www.backstein.com)

# 3. LCA: Rechenregeln

## 3.1 Deklarierte Einheit

Die Deklaration bezieht sich auf 1 Tonne Vormauerziegel, Pflasterziegel oder Riemchen. Grundlage der Ökobilanzergebnisse in dieser EPD ist eine Durchschnittsbildung der teilnehmenden Werke, die als gewichteter Mittelwert bezogen auf den Anteil der einzelnen Produktionsstätten an der Gesamtjahresproduktion erfolgt.

## Deklarierte Einheit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Rohdichte	900 - 2500	kg/m <sup>3</sup>
Umrechnungsfaktor zu 1 kg	0,001	-
Deklarierte Einheit	1	t

## 3.2 Systemgrenze

Typ der EPD: Wiege bis Bahre.

Die Ökobilanz berücksichtigt die Rohstoffgewinnung, die Rohstofftransporte und die eigentliche Produktherstellung inklusive der Verpackungsmaterialien (Module A1-A3). Der Transport zur Baustelle (Modul A4) sowie die Behandlung der Verpackungsmaterialien in Müllverbrennungsanlagen nach dem Einbau des Produktes (Modul A5) sind ebenfalls Teil der Studie.

Nach Ablauf der Nutzungsdauer wird das Produkt rückgebaut (Modul C1) und zum Recycling oder zur Entsorgung transportiert (C2).

In dieser EPD werden zwei Szenarien für das Lebensende deklariert:

- EoL-Szenario 1 bezieht sich auf die stoffliche Verwertung als Gesteinskörnung in der Bauindustrie (C3).
- EoL-Szenario 2 beschreibt die Entsorgung auf einer Bauschuttdeponie (C4).

Beide Szenarien werden für 1 t Ziegel deklariert (100%).

Gutschriften infolge des Recyclings von Tonziegeln sind in Modul D deklariert. Gutschriften für Strom und thermische Energie infolge der thermischen Verwertung der Verpackung innerhalb des Moduls A5 werden ebenfalls in Modul D berücksichtigt.

Das Nutzungsstadium (Modul B1-B5) wird in dieser Studie berücksichtigt. Es entstehen keine Umweltauswirkungen in diesen Modulen.

Da sich die Module B6 und B7 auf den Betrieb des Gebäudes beziehen und die Nutzung des Produktes in keinem Zusammenhang mit dem betrieblichen Energieeinsatz und Wassereinsatz im Gebäude steht, sind diese Module nicht relevant für das deklarierte Produkt und haben damit keine Umweltauswirkungen.

### 3.3 Abschätzungen und Annahmen

Datenlücken werden in dieser Studie über einen konservativen Ansatz gefüllt. Hierzu werden plausible Durchschnittswerte verwendet. Datenlücken bestehen bei einigen Emissionswerten und Einsatzmengen von Rezepturbestandteilen.

Da die Zusammensetzung der Glasur und Engobe sehr unterschiedlich ist, wird hierfür eine repräsentative Rezeptur angenommen. In der vorliegenden Studie liegen für alle verwendeten Rohstoffe, Verpackungsmaterialien, Energiebereitstellungen und Hilfsprozesse entsprechende Datensätze vor.

### 3.4 Abschneideregeln

Es werden alle Daten aus den Betriebsdatenerhebungen, d.h. alle nach Rezeptur eingesetzten Ausgangsstoffe, die eingesetzte thermische und elektrische Energie, der interne Kraftstoffverbrauch sowie der Stromverbrauch, alle

direkten Produktionsabfälle sowie alle zur Verfügung stehenden Emissionsmessungen in der Bilanzierung berücksichtigt.

Es werden auch Stoff- und Energieströme mit einem Anteil von kleiner als ein Prozent berücksichtigt und es wird die Abschneidegrenze von 5% gemäß PCR Teil A eingehalten.

### 3.5 Hintergrunddaten

Zur Modellierung des Lebenszyklus wird das Software-System zur Ganzheitlichen Bilanzierung /GaBi ts/ eingesetzt. Die Hintergrunddaten stammen aus den GaBi ts-Datenbanken.

### 3.6 Datenqualität

Die Datenqualität für die Modellierung kann als gut angesehen werden. Für alle relevanten eingesetzten Vorprodukte und Hilfsstoffe liegen entsprechende Datensätze in der GaBi-Datenbank vor. Sowohl Vordergrund- als auch Hintergrunddaten beziehen sich auf aktuelle Daten bzw. der Jahre 2011-2016 im Hinblick auf die GaBi Datenbank. Die getroffene Abschätzung zur Rezeptur der Glasur und Engobe ist zweckmäßig und hat einen marginalen Einfluss auf das Gesamtergebnis.

### 3.7 Betrachtungszeitraum

Der Betrachtungszeitraum ist das Jahr 2014.

### 3.8 Allokation

In der Herstellung der Ziegel werden geringe Mengen Sekundärmaterial (ca. 3%) in Form von Ziegelbruch eingesetzt. Dieses geht aufwandslos und lastenfrei in das System ein. Der Transportaufwand ist berücksichtigt. Es werden bei der Verwertung des Produktes nach der Nutzung keine Gutschriften für den Sekundärmaterialanteil vergeben.

Outputseitig fallen in der Produktion geringe Mengen (ca. 5%) Ziegelbruch an.

Etwa ein Drittel des anfallenden Bruchs kann aufgemahlen wiederverwendet werden. Dieser intern verwertete Ziegelbruch verbleibt innerhalb von A1-A3 (*closed loop*).

Ein Teil des Ziegelbruchs findet Anwendung als Füllmaterial in verschiedensten Anwendungsgebieten (siehe 2.15).

Er verlässt die Systemgrenze wert- und lastenfrei.

### 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.

### Transport zu Baustelle (A4)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Liter Treibstoff	1,4	l/100km
Transport Distanz	290	km
Auslastung (einschließlich Leerfahrten)	85	%

Rohdichte der transportierten Produkte	1000	kg/m <sup>3</sup>
--	------	-------------------

### Einbau ins Gebäude (A5)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Output-Stoffe als Folge der Abfallbehandlung auf der Baustelle Verpackungsmaterialien	5,8	kg

Umweltwirkungen durch Installationsverluste sind in den Ökobilanz-Ergebnissen nicht enthalten, da diese abhängig vom Bauprojekt sind und damit variieren.

Für zusätzliche Umweltlasten, die durch Herstellung und Entsorgung der Installationsverluste entstehen, können die Ökobilanz-Ergebnisse für einen spezifischen Installationsverlust berechnet werden (z.B. Installationsverlust 3%, Multiplikation der LCA Ergebnisse für A1-A3 mit 1,03).

### Nutzung (B1)

siehe Angaben in Kap. 2.12 Nutzung

### Instandhaltung (B2)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Wasserverbrauch	0	m <sup>3</sup>
Stromverbrauch	0	kWh
Sonstige Energieträger	0	MJ
Materialverlust	-	kg

Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen benötigen keine Instandhaltung während der Nutzungsdauer.

### Reparatur (B3)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Stromverbrauch	0	kWh
Sonstige Energieträger	0	MJ

Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen benötigen keine Reparatur während der Nutzungsdauer.

### Ersatz (B4)/Umbau/Erneuerung (B5)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Stromverbrauch	0	kWh

Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen müssen während der Nutzungsdauer nicht ersetzt, umgebaut oder erneuert werden.

### Referenz Nutzungsdauer

Bezeichnung	Wert	Einheit
Referenz Nutzungsdauer	150	a

Die Nutzungsdauer beträgt bei Einbau gemäß den Regeln der Technik 150 Jahre.

### Betriebliche Energie (B6) und Wassereinsatz (B7)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Wasserverbrauch	0	m <sup>3</sup>
Stromverbrauch	0	kWh

Dieses Modul ist nicht relevant für Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen.

### Ende des Lebenswegs (C1-C4)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Getrennt gesammelt Abfalltyp	1000	kg
Zum Recycling (100% Szenario)	1000	kg
Zur Deponierung (100% Szenario)	1000	kg

### Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotential (D), relevante Szenarioangaben

siehe Angaben in Kapitel 3

## 5. LCA: Ergebnisse

**EoL-Szenario 1** bezieht sich auf die stoffliche Verwertung als Gesteinskörnung in der Bauindustrie.

Die Ergebnisse für dieses Szenario werden in den Modulen C2/1, C3/1, D/1 deklariert.

**EoL-Szenario 2** beschreibt die Entsorgung auf einer Bauschuttdeponie.

Die Ergebnisse für dieses Szenario werden in den Modulen C2/2, C4/2, D/2 deklariert.

### 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	D
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 t Vormauerziegel, Pflasterziegel, Riemchen

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2/1	C2/2	C3/1	C3/2	C4/1	C4/2	D/1	D/2
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	255,55	12,50	9,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	1,04	1,72	2,63	0,00	0,00	16,10	-6,12	-3,66
ODP	[kg CFC11-Äq.]	3,41E-9	4,65E-11	3,00E-11	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	1,11E-12	2,17E-12	3,58E-12	2,73E-11	0,00E+0	0,00E+0	1,58E-10	1,33E-9	1,21E-9
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	8,88E-1	4,55E-2	9,16E-4	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	2,00E-3	2,42E-3	4,00E-3	1,82E-2	0,00E+0	0,00E+0	9,62E-2	1,75E-2	5,81E-3
EP	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	5,78E-2	8,68E-3	1,91E-4	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	4,90E-4	6,04E-4	9,98E-4	4,39E-3	0,00E+0	0,00E+0	1,31E-2	2,99E-3	5,88E-4
POCP	[kg Ethen-Äq.]	5,37E-2	7,21E-3	6,48E-5	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	2,35E-4	7,61E-4	1,26E-3	2,65E-3	0,00E+0	0,00E+0	9,25E-3	1,97E-3	6,17E-4
ADPE	[kg Sb-Äq.]	2,92E-4	1,05E-6	7,70E-8	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	4,07E-8	7,92E-8	1,31E-7	4,68E-6	0,00E+0	0,00E+0	5,55E-6	1,19E-6	6,25E-7
ADPF	[MJ]	3697,99	168,00	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,31	14,20	23,50	49,90	0,00	0,00	209,00	-79,60	-50,30

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 t Vormauerziegel, Pflasterziegel, Riemchen

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2/1	C2/2	C3/1	C3/2	C4/1	C4/2	D/1	D/2
PERE	[MJ]	229,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,97	1,60	3,84	0,00	0,00	24,60	-14,40	-8,31
PERM	[MJ]	61,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PERT	[MJ]	291,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,97	1,60	3,84	0,00	0,00	24,60	-14,40	-8,31
PENRE	[MJ]	3810,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,33	14,30	23,60	51,10	0,00	0,00	216,00	-95,20	-61,50
PENRM	[MJ]	27,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PENRT	[MJ]	3838,08	170,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,33	14,30	23,60	51,10	0,00	0,00	216,00	-95,20	-61,50
SM	[kg]	29,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	970,50
RSF	[MJ]	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00
NRSF	[MJ]	0,35	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	-0,01	-0,01
FW	[m³]	0,32	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	-0,02	-0,01

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 t Vormauerziegel, Pflasterziegel, Riemchen

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2/1	C2/2	C3/1	C3/2	C4/1	C4/2	D/1	D/2
HWD	[kg]	1,35E-4	2,04E-5	1,58E-8	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	9,43E-7	1,84E-6	3,04E-6	3,65E-6	0,00E+0	0,00E+0	4,95E-6	-2,44E-5	-2,38E-8
NHWD	[kg]	13,81	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	1000,00	-40,50	-0,02
RWD	[kg]	5,55E-2	6,36E-4	1,16E-4	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	9,93E-6	1,93E-5	3,19E-5	4,96E-4	0,00E+0	0,00E+0	2,99E-3	-6,20E-3	-4,48E-3
CRU	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MFR	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MER	[kg]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EEE	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EET	[MJ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

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

## 6. LCA: Interpretation

Der Lebenszyklus von Vormauerziegel, Pflasterziegel und Riemchen wird von den Wirkungen des Produktionsstadiums (Modul A1-A3) dominiert. Innerhalb von A1-A3 hat der Verbrauch an thermischer Energie in den meisten untersuchten Wirkungskategorien (Potential für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe ADPf, Eutrophierungspotential EP, Globales Erwärmungspotential GWP, Bildungspotential für troposphärisches Ozon POCP) und dem nicht erneuerbarem Primärenergieverbrauch (PENRT) einen dominierenden Anteil am Gesamtergebnis. Daneben haben die Vorprodukte in der Kategorie Überdüngungspotential (EP) einen wichtigen Anteil, verursacht durch die Vorketten der Ton und Manganoxid Abbau- bzw. Herstellungsprozesse. In der Wirkungskategorie Ozonabbaupotential (ODP) und der energetisch genutzten erneuerbaren Primärenergie (PERE) ist die Wirkung der Stromerzeugung ausschlaggebend. Die Ergebnisse innerhalb der Wirkungskategorie Versauerungspotential (AP) werden von den produktionsbedingten Schwefeldioxidemissionen bestimmt. Die Bereitstellung der Rohstoffe ist der Haupttreiber in der Wirkungskategorie Potential für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen (ADPe). Dies wird besonders durch die Pigmente verursacht. Die Transporte der Rohmaterialien (A2) sowie die Verpackung des Produkts spielt eine untergeordnete Rolle. Ausnahme ist hier nur das Photochemische Oxidantienbildungspotential, bei dem der Transport ein negatives Potential ergibt. Dies ist methodisch begründet, da die Stickoxide eine verringernde Wirkung in der Kategorie POCP besitzen.

Die vorliegende EPD spiegelt die Umweltwirkungen eines durchschnittlichen Vormauerziegels, Pflasterziegels und Riemchens wider. Hinsichtlich der Schwankungsbreite der erkannten Hauptparameter können folgende Aussagen gemacht werden: Der Energieverbrauch der einzelnen Werke - in Form von Strom und thermischer Energie - steht im direkten Zusammenhang zur hergestellten Produktion, die Datensammlung ist dahingehend plausibel. Die Produktionstechnologie ist an allen Standorten vergleichbar, infolge dessen ist trotz starker Abweichungen einzelner, weniger Standorte (z.B. in Hinblick auf die Energieverbräuche), der deklarierte Durchschnitt repräsentativ für einen Vormauer-, Pflasterziegel und Riemchen des Verbandes. Die Schwankungen der Energieverbräuche liegen (mit wenigen Ausnahmen) im Bereich von minus 40% bis plus 60% des Durchschnittswertes und haben signifikanten Einfluss auf die Mehrzahl der betrachteten Umweltwirkungen, d.h. ADPfossil, GWP, EP, POCP, ODP, PENRT. Es wird in allen Werken ausschließlich Erdgas zum Brennen verwendet, damit bestehen keine Unterschiede in den Umweltwirkungen bedingt durch den Einsatz verschiedener Energieträger. Hinsichtlich der eingesetzten Vorprodukte sind die Schwankungsbreiten aufgrund ihrer Homogenität gering. Die Rezepturen sind weitgehend ähnlich, signifikanten Einfluss hat jedoch der unterschiedliche Einsatz von Additiven auf die Wirkkategorie ADPelements.

## 7. Nachweise

Untersuchungen und Bewertungen zeigen, dass die natürliche Radioaktivität von Vormauerziegeln, Pflasterziegeln und Riemchen aus radiologischer Sicht einen uneingeschränkten Einsatz dieses Baustoffes erlaubt. Sie tragen nicht zu einer relevanten Erhöhung der Radonkonzentration in Räumen bei, ihr Beitrag zur

Inhalationsdosis ist im Vergleich zum Anteil des Radons im Erdreich verschwindend gering /Infoblatt: Natürliche Radionuklide in Baumaterialien/.

## 8. Literaturhinweise

DIN EN 771-1

DIN EN 771-1:2011-07, Festlegung für Mauersteine; Teil 1: Mauerziegel



#### **DIN EN 772-1**

DIN EN 772-1:2011, Prüfverfahren für Mauersteine - Teil 1: Bestimmung der Druckfestigkeit

#### **DIN EN 772-5**

DIN EN 772-5: 2002-03, Prüfverfahren für Mauersteine – Teil 5: Bestimmung des Gehaltes an aktiven löslichen Salzen von Mauerziegeln

#### **DIN EN 772-13**

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

#### **DIN EN 772-21**

DIN EN 772-21:2011-07, Prüfverfahren für Mauersteine - Teil 21: Bestimmung der Kaltwasseraufnahme von Mauerziegeln und Kalksandsteinen

#### **DIN EN 998-2**

DIN EN 998-2:2010-12, Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau - Teil 2: Mauermörtel

#### **DIN EN 1344**

DIN EN 1344:2015-10, Pflasterziegel - Anforderungen und Prüfverfahren

#### **DIN EN 1745**

DIN EN 1745:2012, Mauerwerk und Mauerwerksprodukte - Verfahren zur Bestimmung von wärmeschutztechnischen Eigenschaften

#### **DIN EN 1996**

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

#### **DIN 4102-4**

DIN 4102-4:2016-05, Technische Bestimmungen über Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

#### **DIN 4108-4**

DIN 4108-4:2013-02, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte

#### **DIN EN ISO 10545-3**

DIN EN ISO 10545-3:1997-12, Keramische Fliesen und Platten - Teil 3: Bestimmung von Wasseraufnahme, offener Porosität scheinbarer relativer Dichte und Rohdichte

#### **DIN EN ISO 10545-12**

DIN EN ISO 10545-12:1997-12, Keramische Fliesen und Platten - Teil 12: Bestimmung der Frostbeständigkeit (ISO 10545-12:1995)

#### **DIN EN 14411**

DIN EN 14411:2012 - Keramische Fliesen und Platten - Definitionen, Klassifizierung, Eigenschaften, Konformitätsbewertung und Kennzeichnung

#### **DIN 18515-1**

DIN 18515-1:2015-05, Außenwandbekleidungen - Grundsätze für Planung und Ausführung - Teil 1:

Angemörtelte Fliesen oder Platten

#### **DIN 52252-1**

DIN 52252-1:1986-12, Prüfung der Frostwiderstandsfähigkeit von Vormauerziegeln und Klinkern; Allseitige Befrostung von Einzelziegeln

#### **DIN 52252-2**

DIN 52252-2:1986-12, Prüfung der Frostwiderstandsfähigkeit von Vormauerziegeln und Klinkern; Befrostung von Ziegeln in Prüfblöcken

#### **DIN V 52252-3**

DIN V 52252-3:2005-02, Prüfung der Frostwiderstandsfähigkeit von Vormauerziegeln und Klinkern - Teil 3: Einseitige Befrostung von Prüfwänden

#### **DIN EN 13501-2**

DIN EN 13501-2:2010-02, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen

#### **DIN 20000-401**

DIN 20000-401:2012-11, Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 401: Regeln für die Verwendung von Mauerziegeln nach DIN EN 771-1:2011-07

#### **Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH)**

VERORDNUNG (EG) Nr. 1907/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission

#### **Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-Verordnung)**

VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006

**Deponieverordnung vom 27. April 2009** (BGBl. I S.900), die zuletzt durch Artikel 7 der Verordnung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 973) geändert worden ist

**Abfallverzeichnis-Verordnung** vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S.3379), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 22 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S.212) geändert worden ist

#### **Infoblatt: Natürliche Radionuklide in Baumaterialien**

Bundesamt für Strahlenschutz, 2012

#### **TA Luft**

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur



Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002

**TBE PCR document**

Product Category Rules for Environmental Product Declarations for Construction Clay Products, Tiles and Bricks Europe, 2014

**PCR Teil B**

PCR - Teil A: Anforderungen an die EPD für Ziegel, Institut Bauen und Umwelt e.V., Version 1.7, 2016

**VERORDNUNG (EU) Nr. 305/2011** DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates

**GaBi ts**

thinkstep  
GaBi Software-System and Database for Life Cycle Engineering  
Copyright © 1992-2016 thinkstep AG

Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassungen der

jeweiligen Hersteller

**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.



**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)



thinkstep

**Ersteller der Ökobilanz**  
thinkstep AG  
Hauptstraße 111- 113  
70771 Leinfelden-Echterdingen  
Germany

Tel 0711 - 341817-0  
Fax 0711 - 341817-25  
Mail [info@thinkstep.com](mailto:info@thinkstep.com)  
Web [www.thinkstep.com](http://www.thinkstep.com)



**Inhaber der Deklaration**  
Bauen mit Backstein Zweischalige Wand  
Marketing e. V.  
Schaumburg-Lippe-Straße 4  
53113 Bonn  
Germany

Tel 0228 91493-18  
Fax 0228 91493-28  
Mail [zwm@ziegel.de](mailto:zwm@ziegel.de)  
Web <http://backstein.com>