

# UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804

Deklarationsinhaber	Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-AMZ-20140244-ICG1-DE
Ausstellungsdatum	26.08.2015
Gültig bis	25.08.2020

Mauerziegel  
Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel

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



**ZIEGEL**



## 1. Allgemeine Angaben

<p><b>Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel</b></p> <p><b>Programmmhalter</b> IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V. Panoramastr. 1 10178 Berlin Deutschland</p> <hr/> <p><b>Deklarationsnummer</b> EPD-AMZ-20140244-ICG1-DE</p> <hr/> <p><b>Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorienregeln:</b> Ziegel, 07.2014 (PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenausschuss)</p> <hr/> <p><b>Ausstellungsdatum</b> 26.08.2015</p> <hr/> <p><b>Gültig bis</b> 25.08.2020</p>	<p><b>Mauerziegel</b></p> <p><b>Inhaber der Deklaration</b> Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel im Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V. Schaumburg-Lippe-Str. 4 53113 Bonn</p> <hr/> <p><b>Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit</b> 1 m<sup>3</sup> Mauerziegel</p> <hr/> <p><b>Gültigkeitsbereich:</b> Die Anwendung dieses Dokumentes ist auf Mauerziegel beschränkt, die von Mitgliedsunternehmen der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel (AMZ) in Deutschland hergestellt werden. Für diese Deklaration wurden von 23 Mitgliedsunternehmen Daten aus dem Jahr 2013 zur Verfügung gestellt. Diese Mitglieder repräsentieren nach Anzahl 90 % der in der AMZ zusammengeschlossenen Hersteller von Mauerziegeln. Produktionsvolumen dieser Firmen liegt - nach Produktionsmenge - bei etwa 97 % des deutschen Marktes. Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine Haftung des IBU in Bezug auf Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.</p> <hr/> <p><b>Verifizierung</b></p> <p>Die CEN Norm EN 15804 dient als Kern-PCR</p> <p>Verifizierung der EPD durch eine/n unabhängige/n Dritte/n gemäß ISO 14025</p> <p><input type="checkbox"/> intern <input checked="" type="checkbox"/> extern</p>
--	--

  

<p></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer (Präsident des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)</p> <hr/> <p></p> <p>Dr. Burkhard Lehmann (Geschäftsführer IBU)</p>	<p></p> <p>Matthias Schulz, Unabhängige/r Prüfer/in vom SVA bestellt</p>
--	--

## 2. Produkt

### 2.1 Produktbeschreibung

Mauerziegel sind Bauprodukte aus gebranntem Ton. Es wird unterschieden in Hochlochziegel und Formteile für tragendes und nichttragendes Mauerwerk und Mauertafeln (Ziegelemente als Montageteile) jeweils für Außen- und Innenwände von Gebäuden. Es werden LD- (*low density*) und HD- (*high density*) Ziegel in dieser EPD behandelt, siehe auch die Rohdichtespanne von 550-2000 kg/m<sup>3</sup>. Bei den LD-Ziegeln handelt es sich um hochwärmedämmende Ziegel, dies wird durch die Zugabe von Porisierungsmitteln in der Produktion erreicht wird. Mauerziegel können zusätzlich mit verschiedenen Dämmstoffen verfüllt werden. Diese Ziegel werden in einer eigenen EPD behandelt. Grundlage der Ökobilanzergebnisse in dieser EPD ist eine Durchschnittsbildung aller deutschen Werke, die als gewichteter Mittelwert bezogen auf den Anteil der einzelnen Produktionsstätten an der Gesamtjahresproduktion erfolgte. Als repräsentatives Produkt wurde ein Ziegel mit einer Rohdichte von 575 kg/m<sup>3</sup> ausgewählt.

### 2.2 Anwendung

Je nach Konstruktion der Wände finden Mauerziegel verschiedener Formen Anwendung für massive Bauteile wie Kellerwände, Außenwände, tragende und nicht tragende Innenwände.

### 2.3 Technische Daten

Bezeichnung	Werte für Repräsentatives Produkt	Werte für Gesamtprodukt-Portfolio	Einheit
Druckfestigkeit nach DIN EN 772-1	4 - 12	4-28	N/mm <sup>2</sup>
Rohdichte nach DIN EN 772-13	575	550-2000	kg/m <sup>3</sup>
Elastizitätsmodul nach DIN EN 1996	1500 - 5000	1500-10000	N/mm <sup>2</sup>
Wärmeleitfähigkeit nach DIN EN 1745	0,075 - 0,12	0,075-0,96	W/(mK)
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl nach DIN 4108-4	5/10	5/10	-
Ausgleichsfeuchte bei 23 °C, 80 % nach DIN EN 4108-4	0,5	0,5-1,5	M.-%
Schwindmaß nach DIN EN 1996	0	0	mm/m

## 2.4 Inverkehrbringung/Anwendungsregeln

Für das Inverkehrbringen in der EU/EFTA (mit Ausnahme der Schweiz) gilt die Verordnung (EU) Nr. 305/2011 vom 9. März 2011. Die Produkte benötigen eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung der /EN 771-1:2011

Festlegungen für Mauersteine — Teil 1: Mauerziegel/ und die CE-Kennzeichnung.

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

- /DIN 20 000-401/
- /DIN 105-100/
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik des jeweiligen Herstellers

## 2.5 Lieferzustand

### Geometrische Daten

Mauerziegel sind in unterschiedlichen Formaten und Größen je nach Anwendung erhältlich. Die jeweiligen Abmessungen sind in folgenden Normen geregelt:

- /DIN EN 772-16/
- /DIN 105/
- /DIN 4159/
- /DIN 4160/
- /DIN 1053-4/
- und nach Zulassungsbescheiden des Deutschen Instituts für Bautechnik der jeweiligen Hersteller

## 2.6 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Mauerziegel bestehen aus den Grundstoffen Ton/Lehm (rund 96 %) und mineralischen Zuschlagstoffen (rund 4 %). Sie 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/.

• **Ton/Lehm:** naturbelassene Erden unterschiedlicher, natürlicher mineralogischer Zusammensetzung (Aluminiumoxid  $Al_2O_3$ , Siliziumdioxid  $SiO_2$ , Eisen(III)oxid  $Fe_2O_3$ ). 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 gelbliche bis dunkelrote Brennfärbungen entstehen. Weiterhin können Tone/Lehme Kalk und Dolomit enthalten.

• **Sand** wird als Magerungsmittel zum Ausgleich der natürlichen Schwankungen der mineralogischen Zusammensetzung des Rohtons bei sehr fetten (feinkörnigen) Tonen zugesetzt.

• **Hilfsstoffe: Porosierungsmittel:** Bei der Herstellung von hochwärmedämmenden Ziegeln ist eine zusätzliche Porosierung erforderlich. Diese Porosierung wird durch die Zugabe von Polystyrolkugeln und/oder feinen Zellulosefasern, wie z.B. unbehandeltem Sägemehl oder Papierfasern, erreicht. Lieferanten sind Sägewerke bzw. die Papierindustrie.

## 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 folgt eine Lagerung im Sumpfhaus. Die Zugabe der Porosierungsmittel erfolgt vor oder nach der Lagerung im Sumpfhaus. Nach Durchlaufen des Feinwalzwerkes und erneuter Wasserzugabe erfolgt die Formgebung der Rohlinge durch Strangpressen mit entsprechenden Mundstücken und nachgeschaltetem Abscheider. Das so 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 beträgt in der Regel 24 Stunden. Danach werden die getrockneten Rohlinge bei ca. 1000 °C innerhalb von bis zu maximal 24 Stunden im Tunnelofen gebrannt. Die Verbrennung der Porosierungsmittel bewirkt eine Feinporosierung. Zur Herstellung von Planziegeln werden die Ziegel plangeschliffen. Die Ziegel werden gestapelt, in recyclebare PE-Folie eingeschweißt oder mit Polyester- oder Stahlbändern umreift. 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 abwasserfrei. Das eingesetzte Anmachwasser wird während des Trockenprozesses in Form von Wasserdampf wieder frei. Die Abwärme des Tunnelofens wird zur Trocknung der Ziegelrohlinge verwendet (Energieverbund).

Luft:

Die Emissionen aus dem Brennvorgang liegen unter den Grenzwerten der /TA Luft/. Maßnahmen des Umweltschutzes sind ausgerichtet auf möglichst geringen Energieverbrauch und eine schadstoffarme Abluft.

Eine Emissionsminderung wird - wenn erforderlich - erreicht durch eine Nachverbrennung der Schwelgase, den Betrieb von Kalk-Schütttschicht-Filtern und die Wahl der Brennstoffe, die zur  $CO_2$ -Reduktion beitragen (z.B. Erdgas). Weiterhin erfolgt eine Verbesserung der Feuerführung durch computerunterstützte Optimierung.

Lärm:

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

## 2.9 Produktverarbeitung/Installation

### Verarbeitungsempfehlungen

Die Verbindung der Mauerziegel untereinander und mit anderen genormten Baustoffen erfolgt mit Mörtel (Normal-, Leicht-, Mittel-, oder Dünnbettmörtel nach /DIN 1053-1/) oder Dryfix Plansteinkleber. Bei der Auswahl der Mörtel ist darauf zu achten, dass diese die beschriebenen Eigenschaften der Gesundheits-

und Umweltverträglichkeit der Mauerziegel nicht nachteilig beeinflussen. (Siehe die über den Hersteller erhältliche Herstellerempfehlung.)

## Arbeitsschutz / Umweltschutz

Die Gewichte der Einzelziegel liegen unter den Empfehlungen der Bauberufsgenossenschaft von 25 kg. Füllziegel können von Hand versetzt werden und erhalten ihr hohes Gewicht durch das Verfüllen mit Beton. Beim Vermauern der Ziegel werden Arbeitsschutzmaßnahmen gemäß Regelwerk der Berufsgenossenschaften und entsprechend den 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 Mauerziegelreste 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 sind recyclebar. Nicht verschmutzte PE-Folien (auf sortenreine Erfassung ist zu achten) und Mehrwegpaletten aus Holz werden über den Baustoff-Fachhandel zurückgenommen (Mehrwegpaletten gegen Rückvergütung im Pfandsystem) und von diesem an die Ziegelwerke zurückgegeben, diese leiten die PE-Folien an die Folienhersteller zum Recyceln weiter. In Deutschland werden verschmutzte PE-Folien über eine vertragliche Vereinbarung mit Entsorgungsfachbetrieben entsorgt.

## 2.11 Nutzungszustand

### Inhaltsstoffe

Wie unter Punkt 1 „Grundstoffe“ aufgeführt, bestehen Mauerziegel überwiegend aus Ton, Lehm und Sand. Die Ziegelinhaltsstoffe sind im Nutzungszustand als feste Stoffe gebunden (keramische Bindung). Die mit Luft gefüllten Poren der Feinporosierung ergeben gegenüber den nicht porosierten Tonziegeln eine wesentlich höhere Wärmedämmeigenschaft.

### Beständigkeit im Nutzungszustand

Mauerziegel verändern sich nach Verlassen des Tunnelofens nicht mehr. Bei bestimmungsgemäßer Anwendung sind sie unbegrenzt beständig. Mauerziegel sind ungezieferbeständig, verrottungsbeständig, bewuchsresistent, säure- und laugenfest.

## 2.12 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung

Mauerziegel emittieren keine umwelt- und gesundheitsgefährdenden Stoffe. Die natürliche ionisierende Strahlung der Mauerziegel 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/). Gebäude, die mit Mauerziegeln errichtet

werden, können ebenso lange betrieben werden.

## 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. Hochwasser) 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

### Wieder- und Weiterverwendung

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

## 2.16 Entsorgung

Auf der Baustelle anfallende Ziegelreste, Ziegelbruch sowie Ziegel aus Abbruch sind, sofern die oben genannten Recyclingmöglichkeiten nicht praktikabel sind, problemlos zu entsorgen und stellen keine außergewöhnlichen Belastungen für die Umwelt dar. Aufgrund des chemisch neutralen, inerten und immobilen Verhaltens der Mauerziegel können diese auf Deponien der Deponieklasse I gemäß Deponieverordnung eingelagert bzw. in Gruben und Brüchen nach Z1.1 verwendet werden. Die Abfallschlüsselnummer lautet AVV 17 01 02 Ziegel /Abfallverzeichnisverordnung/.

## 2.17 Weitere Informationen

Weitere Informationen befinden sich unter <http://www.argemauerziegel.de/>

## 3. LCA: Rechenregeln

### 3.1 Deklarierte Einheit

Die Deklaration bezieht sich auf einen Kubikmeter Mauerziegel mit einer Rohdichte von 575 kg/m<sup>3</sup> (Mittelwert der Rohdichtklasse 600 kg/m<sup>3</sup>). Grundlage

der Ökobilanzergebnisse in dieser EPD ist eine Durchschnittsbildung, aller deutschen Werke, die als gewichteter Mittelwert bezogen auf den Anteil der

einzelnen Produktionsstätten an der Gesamtjahresproduktion erfolgte.

## Deklarierte Einheit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	m <sup>3</sup>
Rohdichte	575	kg/m <sup>3</sup>
Umrechnungsfaktor zu 1 t	1,739	-

## 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 Systemgrenzen.

Nach Ablauf der Nutzungsdauer wird das Produkt rückgebaut (Modul C1). Nach dem Transport des rückgebauten Produktes (Modul C2) ist für 4 % der Ziegel eine Deponierung auf einer Inertstoffdeponie vorgesehen (Modul C4), 96 % können weiterverwertet werden. Gutschriften infolge des Recyclings von Ziegelbruch 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 Produkts in keinem Zusammenhang mit dem betrieblichen Energieeinsatz und Wassereinsatz im Gebäude steht, sind diese Module nicht relevant für Mauerziegel und haben damit keine Umweltauswirkungen.

## 3.3 Abschätzungen und Annahmen

In der vorliegenden Studie liegen für alle verwendeten Masse- und Energieflüsse entsprechende Datensätze vor.

Annahmen werden hinsichtlich der gesammelten produktionsbedingten Emissionen vorgenommen. Für Firmen, die keiner Überwachung durch die zuständigen Behörden unterliegen, und damit keine Messwerte angeben können, erfolgt eine Abschätzung anhand der Angaben der übrigen Firmen.

CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Sägespänen und biogenen Zuschlagstoffen werden inputseitig mit einem Datensatz abgebildet und outputseitig wird das zuvor eingespeicherte CO<sub>2</sub> vollständig abgegeben.

## 3.4 Abschneideregeln

Es werden alle Daten aus der Betriebsdatenerhebung berücksichtigt, d.h. alle nach Rezeptur eingesetzten Ausgangsstoffe, Hilfsstoffe und Betriebsstoffe (Stahlteile und Kalkgranulat) sowie die thermische und elektrische Energie. Damit werden auch Stoff- und Energieströme mit einem Anteil von kleiner als 1 Prozent berücksichtigt. Alle angegebenen Daten werden in das Ökobilanzmodell integriert.

Transportaufwendungen werden für alle Basismaterialien, den Versand der Produkte (A4) und im *End-of-Life* Szenario (C2) eingerechnet. In der Herstellung benötigte Maschinen, Anlagen und Infrastruktur werden vernachlässigt.

## 3.5 Hintergrunddaten

Zur Modellierung der Mauerziegel wird das von der PE INTERNATIONAL AG entwickelte Software-System zur Ganzheitlichen Bilanzierung /GaBi 6/ eingesetzt. Die in der GaBi-Datenbank enthaltenen konsistenten Datensätze sind dokumentiert in der online /GaBi-Dokumentation/.

Die Basisdaten der GaBi-Datenbank werden für Energie, Transporte und Hilfsstoffe verwendet. Die Ökobilanz wird für den Bezugsraum Deutschland erstellt. Das bedeutet, dass neben den Produktionsprozessen auch die für Deutschland relevanten Vorstufen, wie Strom- oder Energieträgerbereitstellung, verwendet werden. Es wird der Strom-Mix für Deutschland mit dem Bezugsjahr 2010 berücksichtigt.

Emissionen des Brennprozesses werden anhand von Messungen der AMZ als Primärdaten erfasst. Da die Emissionsmessungen nicht vollständig vorliegen, werden für den Verbrennungsprozess die generischen Hintergrunddatensätze „*Thermal energy from natural gas*“ und „*Thermal energy from fuel oil*“ angesetzt, der alle Emissionen der Verbrennung berücksichtigt. Dieses Verbrennungsprofil wird mit Hilfe der gelieferten Emissionsdaten der AMZ angepasst, d.h. es wird die Differenz der generischen Verbrennungsdaten und der Primärdaten zusätzlich im Ökobilanzmodell abgebildet.

## 3.6 Datenqualität

Zur Modellierung des Produktstadiums der Ziegel werden Daten für das Produktionsjahr 2013 verwendet. Alle weiteren relevanten Hintergrund-Datensätze sind der Datenbank der Software /GaBi 6/ entnommen. Die letzte Aktualisierung der Datenbank erfolgte 2013.

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

## 3.7 Betrachtungszeitraum

Der Betrachtungszeitraum ist 2013. Die Daten repräsentieren einen Jahresdurchschnitt über 12 Monate.

## 3.8 Allokation

Als Zuschlagstoffe werden verschiedenste Materialien, z.B. Sägespäne, eingesetzt. Die Sägespäne stellen ein Nebenprodukt im Sägeprozess dar. Es wird im entsprechenden Hintergrunddatensatz eine ökonomische Allokation angewandt um die Wirkungen der Sägespäne von jenen des Schnittholzes zu trennen.

Bei den Sägespänen und biogenen Zuschlagstoffen wird der C-Gehalt über die entsprechende Aufnahme von CO<sub>2</sub> berücksichtigt. Diese Materialien verbrennen während des Herstellungsprozesses. Die entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen werden entsprechend der theoretischen vollständigen Umsetzung von Kohlenstoff in Kohlendioxid berechnet.

In der Herstellung der Ziegel werden verschiedenste Sekundärmaterialien eingesetzt, wie z.B. *De-inking* Schlämme aus dem Papierrecycling,

Papierfaserabfälle, Sekundär-Styropor, Filterkuchen. Im Modell werden diese Materialien lastenfrei in das System eingebracht.

Der Produktionsprozess liefert keine Nebenprodukte. Im angewandten Ökobilanzmodell ist somit dahingehend keine Allokation integriert. Bruch aus der Produktion kann in der Produktion wiederverwendet werden, findet jedoch auch Anwendung in verschiedensten Gebieten (Straßenbau, Tennissand, etc.). Der intern verwertete Ziegelbruch verbleibt innerhalb von A1-A3 (*closed loop*). Der

zusätzlich entstehende Bruch (0,2 %), welcher nicht in der Produktion rückgeführt wird, 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 /t	1,2	l/100km
Transport Distanz	121	km
Auslastung (einschließlich Leerfahrten)	85	%
Rohdichte der transportierten Produkte	550 - 2000	kg/m <sup>3</sup>

### Einbau ins Gebäude (A5)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Output-Stoffe als Folge der Abfallbehandlung auf der Baustelle (Verpackungsabfälle in kg/t)	7,5	kg
Materialverlust	siehe Angaben unten	

Umweltwirkungen durch Installationsverluste sind in den LCA Ergebnissen nicht enthalten, da diese abhängig vom Bauprojekt sind und damit variieren. Zur Berechnung der zusätzlichen Umweltlasten, die durch Herstellung und Entsorgung der Installationsverluste entstehen, können die LCA Ergebnisse korrigiert werden (z.B. Installationsverlust 3%, Multiplikation der LCA Ergebnisse mit 1,03). Sollte dem Nutzer der EPD keine spezifische Angabe für die Installationsverluste vorliegen, so kann mit einem Anteil von 3% gerechnet werden /TBE PCR/

### 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

Mauerwerk aus Mauerziegeln benötigen keine Instandhaltung während der Referenz-Nutzungsdauer.

### Reparatur (B3)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Stromverbrauch	0	kWh
Sonstige Energieträger	0	MJ

Mauerwerk aus Mauerziegeln benötigt keine Reparatur während der Referenz-Nutzungsdauer.

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

Bezeichnung	Wert	Einheit
Stromverbrauch	0	kWh

Mauerwerk aus Mauerziegeln muss während der Referenz-Nutzungsdauer nicht ersetzt, umgebaut oder erneuert werden.

### Referenz Nutzungsdauer

Bezeichnung	Wert	Einheit
Referenz Nutzungsdauer	150	a

Die Referenz-Nutzungsdauer beträgt bei Einbau gemäß 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 Mauerwerk aus Mauerziegeln.

### Ende des Lebenswegs (C1-C4)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Zum Recycling /t	959	kg
Zur Deponierung /t	41	kg

In den Grundstoffen Ton/Lehm befinden sich Kalk und Dolomit, diese werden während des Brennprozesses zersetzt und es wird CO<sub>2</sub> frei (das in A1 bis A3 berücksichtigt ist). Ein Großteil der entstehenden Calcium- und Magnesiumoxide werden silikatisch gebunden. Ein geringer Anteil liegt jedoch als freie Alkali- oder Erdalkalioxide im gebrannten Scherben vor. Diese freien Oxide recarbonatisieren mit Hilfe von CO<sub>2</sub> aus der Luft. Dieser Vorgang beginnt nach Verlassen des Ofens. Spätestens die Aufbereitung in der Rückbauphase führt zu einer vollständigen Recarbonatisierung der freien Alkali- und Erdalkalioxide, welche im Ergebnis im Durchschnitt 2 M-% CO<sub>2</sub> je kg gebrannte Ware beträgt. Es werden 20 kg je Tonne gebrannter Ziegel als Gutschrift in Modul C3 ausgewiesen.

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

## 5. LCA: Ergebnisse

Die folgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Indikatoren der Wirkungsabschätzung, des Ressourceneinsatzes sowie zu Abfällen und sonstigen Output-Strömen bezogen auf einen Kubikmeter Mauerziegel. Für eine Umrechnung der Ergebnisse auf eine Tonne Mauerziegel können die Ergebnisse durch die spezifischen Dichte (575kg/m<sup>3</sup>) des Mauerziegels dividiert und mit 1.000 multipliziert werden. Umweltwirkungen durch Installationsverluste sind in den LCA Ergebnissen nicht enthalten, da diese abhängig vom Bauprojekt sind und damit variieren. Zur Berechnung der zusätzlichen Umweltlasten, die durch Herstellung und Entsorgung der Installationsverlusten entstehen, können die LCA mit einem spezifische Korrekturfaktor berechnet werden (z.B. Installationsverlust 3%, Multiplikation der LCA Ergebnisse mit 1,03).

### 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	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m<sup>3</sup> Mauerziegel

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	1,38E+2	3,47E+0	7,50E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	3,50E-1	3,21E+0	1,01E+1	3,20E-1	7,03E+0
ODP	[kg CFC11-Äq.]	1,46E-9	8,31E-12	2,60E-11	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	1,66E-12	1,53E-11	1,95E-11	4,01E-12	-1,92E-10
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	1,97E-1	2,20E-2	1,25E-3	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	1,42E-3	1,89E-2	1,06E-2	2,03E-3	-1,96E-2
EP	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.]	2,12E-2	5,40E-3	1,75E-4	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	3,07E-4	4,46E-3	2,43E-3	2,79E-4	-3,84E-3
POCP	[kg Ethen Äq.]	1,32E-2	-9,00E-3	5,98E-5	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	1,62E-4	-7,41E-3	1,47E-3	1,91E-4	3,15E-3
ADPE	[kg Sb Äq.]	7,13E-6	1,63E-7	2,74E-7	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	1,31E-8	1,21E-7	2,24E-6	1,20E-7	-7,14E-7
ADPF	[MJ]	1,22E+3	4,73E+1	2,12E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	4,79E+0	4,41E+1	2,74E+1	4,20E+0	9,25E+1

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>3</sup> Mauerziegel

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
PERE	[MJ]	2,61E+2	2,82E+0	2,07E-1	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	1,89E-1	1,74E+0	1,56E+0	3,62E-1	-9,52E+0
PERM	[MJ]	0,00E+0	IND	IND	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0							
PERT	[MJ]	2,61E+2	2,82E+0	2,07E-1	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	1,89E-1	1,74E+0	1,56E+0	3,62E-1	-9,52E+0
PENRE	[MJ]	1,30E+3	4,75E+1	2,46E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	4,81E+0	4,43E+1	2,83E+1	4,39E+0	-1,03E+2
PENRM	[MJ]	0,00E+0	IND	IND	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0							
PENRT	[MJ]	1,30E+3	4,75E+1	2,46E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	4,81E+0	4,43E+1	2,83E+1	4,39E+0	-1,03E+2
SM	[kg]	1,17E+2	0,00E+0	IND	IND	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0						
RSF	[MJ]	0,00E+0	IND	IND	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0							
NRSF	[MJ]	0,00E+0	IND	IND	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0							
FW	[m <sup>3</sup> ]	1,76E-1	1,82E-3	1,92E-2	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	1,33E-4	1,23E-3	6,99E-3	-1,33E-2	-4,74E-3

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

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

#### 1 m<sup>3</sup> Mauerziegel

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
HWD	[kg]	7,76E-2	2,11E-4	2,02E-4	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	1,10E-5	1,01E-4	9,66E-4	1,99E-4	-1,05E-2
NHWD	[kg]	7,38E-1	9,06E-3	2,22E-1	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	6,05E-4	5,57E-3	1,35E-2	2,36E+1	-1,12E+1
RWD	[kg]	2,99E-2	6,62E-5	1,34E-4	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	6,30E-6	5,80E-5	3,70E-4	7,65E-5	-4,01E-3
CRU	[kg]	0,00E+0	IND	IND	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND							
MFR	[kg]	0,00E+0	IND	IND	0,00E+0	0,00E+0	5,35E+2	0,00E+0	IND							
MER	[kg]	0,00E+0	IND	IND	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND							
EEE	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	9,78E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND
EET	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	2,63E+1	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND

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

\*GWP in Modul C3 beinhaltet -20 kg CO<sub>2</sub> eq/t durch Carbonatisierung

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

## 6. LCA: Interpretation

Die detaillierte Auswertung der Ergebnisse der ungefüllten Ziegel hat gezeigt, dass die Umweltwirkungen insbesondere vom Verbrauch an Energie (Strom und thermische Energie) im Werk und den damit einhergehenden Emissionen infolge des Brennprozesses dominiert werden. Die prozessbedingten Emissionen sind teilweise energieträgerbedingt, aber zu einem Großteil auch rohstoffbedingt. Demnach kommt der Beschaffenheit der verwendeten Tone ebenfalls eine Schlüsselrolle zu.

Die Datenqualität kann insgesamt für die Modellierung der ungefüllten Ziegel der AMZ als gut angesehen

werden. Für die eingesetzten Vorprodukte und Hilfsstoffe liegen entsprechende konsistente Datensätze in der GaBi-Datenbank vor. Die letzte Revision der verwendeten Daten liegt weniger als 1 Jahr zurück.

Bei den Produktionsdaten handelt es sich um aktuelle Primärdaten von 23 Werken der AMZ mit 35 Standorten des Jahres 2013. Die eingesetzten Mengen an Rohstoffen, Energien und Hilfs- und Betriebsstoffen sind als Mittelwerte von 12 Monaten berücksichtigt.

## 7. Nachweise

Die Untersuchungen und Bewertungen zeigen, dass die natürliche Radioaktivität von Mauerziegeln aus radiologischer Sicht einen uneingeschränkten Einsatz dieses Baustoffes erlaubt. Mauerziegel 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 105-100

DIN 105-100:2012-01, Technische Bestimmungen für Mauerziegel

### 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 772-13

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

### DIN EN 772-16

DIN EN 772-16:2011-07, Prüfverfahren für Mauersteine

### DIN 1053-1

DIN 1053-1:1996-11, Mauerwerk

### DIN 1053-4

DIN 1053-4:2013-04, Mauerwerk; Fertigbauteile

### DIN EN 1745

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

### DIN EN 1996

DIN EN 1996-1-1:2005+A1:2012, Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk

### DIN 4102-4

DIN 4102-4:2014-06, 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; Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte

### DIN 4109-1

DIN 4109-1: 1989, Technische Bestimmungen über den Schallschutz im Hochbau

### DIN 4159

DIN 4159:2014-05, Ziegel für Ziegeldecken und Vergusstafeln, statisch mitwirkend

### DIN 4160

DIN 4160:2000-04, Ziegel für Decken, statisch nicht mitwirkend

### 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 52104-1

DIN 52104-1:1982-11, Prüfung von Naturstein; Frost-Tau-Wechsel-Versuch; Verfahren A bis Q

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

Produktkategorienregeln für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen Teil A: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht, 04.2013.

**PCR Teil B**

PCR - Teil A: Anforderungen an die EPD für Ziegel, Institut Bauen und Umwelt e.V., Version 1.6, 07.2014

**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/>)

**Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassungen**  
der jeweiligen Hersteller

**Institut Bauen und Umwelt e.V.**, Berlin (Hrsg.):

**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)

**Ersteller der Ökobilanz**

PE INTERNATIONAL AG  
Hauptstraße 111  
70771 Leinfelden-Echterdingen  
Germany

Tel + 49 7111 341817 -0  
Fax + 49 7111 341817 -25  
Mail [info@pe-international.com](mailto:info@pe-international.com)  
Web <http://www.pe-international.com>

**Inhaber der Deklaration**

Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel im  
Bundesverband der Deutschen  
Ziegelindustrie e.V.  
Schaumburg-Lippe-Str. 4  
53113 Bonn  
Germany

Tel +49 (0) 228 91493-24  
Fax Fax 0228-91493-12  
Mail [argemauerziegel@ziegel.de](mailto:argemauerziegel@ziegel.de)  
Web <http://www.argemauerziegel.de>