

Clay Brick Association of South Africa

Clay bricks – a star performer in sustainability

Tonziegel – Höchstleistung in puncto Nachhaltigkeit

A first step towards improving the sustainability of building materials is to understand the extent and source of the environmental and socio-economic impacts. It was with this intention that the Clay Brick Association of Southern Africa embarked on a four-year project to complete South Africa's first industry-wide Life Cycle Assessment (LCA).

Der erste Schritt bei der Verbesserung der Nachhaltigkeit von Baustoffen besteht darin, das Ausmaß und die Quelle der ökologischen und sozioökonomischen Auswirkungen zu verstehen. Mit dieser Zielsetzung rief der südafrikanische Ziegelverband, die Clay Brick Association (CBA), ein vierjähriges Projekt ins Leben, mit dem erstmals in Südafrika eine branchenweite Ökobilanz (Life Cycle Assessment – LCA) erstellt wurde.

1 Life Cycle Assessment

An LCA quantifies the resources consumed and emissions produced over the product's entire life cycle and then assesses the impact of this on specific environmental aspects such as human health, climate change and damage to ecosystems.

It allows property developers and building owners to make fact-based decisions in the context of building and operating sustainable, energy-efficient green buildings.

The South African clay brick industry Life Cycle Assessment:

- › Calculates the resources consumed and emissions produced over the entire life cycle of clay brick
- › Assesses the impact of different methods of clay brick production against specific environmental factors such as hu-



» 1 Technical Director Nico Mienie and CBA President Musa Shangase accept the completed Life Cycle Assessment study from Prof. Piet Vosloo of the University of Pretoria (pictured left to right)

» 1 Nico Mienie, technischer Leiter, und Musa Shangase, Präsident der CBA, nehmen die Ökobilanzstudie von Professor Piet Vosloo, Universität Pretoria, entgegen (v.l.n.r.)

1 Ökobilanz

Eine Ökobilanz quantifiziert die über den gesamten Lebenszyklus des Produktes verbrauchten Ressourcen und verursachten Emissionen und bewertet dann dessen Auswirkungen auf spezifische Umweltaspekte wie menschliche Gesundheit, Klimaveränderung und Schäden an Ökosystemen.

Sie ermöglicht Bauherren und Gebäudeeigentümern, faktenbasierte Entscheidungen in Hinblick auf den Bau und Betrieb von nachhaltigen und energieeffizienten "Green Buildings" zu treffen

Die Ökobilanz der südafrikanischen Tonziegelindustrie:

- › berechnet die über den gesamten Lebenszyklus des Tonziegels verbrauchten Ressourcen und verursachten Emissionen
- › bewertet die Auswirkungen unterschiedlicher Verfahren der Ziegelherstellung in Hinblick auf spezifische Umweltfaktoren wie menschliche Gesundheit, Klimaveränderung und Schäden an Ökosystemen. Dabei wurden für die Studie Produktionsdaten von 86 der 102 Tonziegelproduktionsstätten in Südafrika herangezogen, damit die Ergebnisse den Industriezweig relevant und valide beurteilen
- › quantifiziert die Energieeffizienz von sechs gängigen Wandsystemen über die sechs Klimazonen Südafrikas in drei unterschiedlichen Gebäudearten (kostengünstiger Wohnungsbau, Wohngebäude und gewerblich genutzte Gebäude)
- › vergleicht die Heiz- und Kühlkosten über den Zeitraum einer 50-jährigen Nutzungsphase
- › erfasst eine Reihe von sozioökonomischen Faktoren wie Gesundheit und Arbeitsplatzschaffung (produktbezogene Sozialbilanz – Social Life Cycle Assessment)

Die Analyse wurde gemäß ISO 14040 und 14044 extern überprüft, um höchste Qualitätsstandards sicherzustellen. Die Studie wertet nach Definition der angesehenen Impact 2002+ Methode alle wichtigen Umweltauswirkungen bezogen auf die Herstellung von 1 kg gebranntem Ziegel aus.

Die Studie ist das Ergebnis einer fast einjährigen Planungs- und Vorbereitungsphase, gefolgt von vier Jahren intensiver Forschung. Das hochqualifizierte Forschungsteam von der Universität Pretoria stand unter der Leitung des kürzlich verstorbenen Professors Karel Bakker (Dekan der Fakultät für Ar-

Pictures/Bilder: CBA



»2 The 30-page LCA summary of the results is available free on the CBA website: www.claybrick.org/LCA

»2 Die 30 Seiten starke Zusammenfassung der Ergebnisse der Ökobilanzstudie steht zum Gratisdownload auf der Website der CBA zur Verfügung: www.claybrick.org/LCA

man health, climate change and damage to ecosystems. The study used production data from 86 out of the 102 clay brick production sites in South Africa, ensuring the results are a relevant and valid assessment of the industry

- › Quantifies the energy efficiency of six common walling materials across South Africa’s six climate zones and three

chitektur), des Projektkoordinator Professor Piet Vosloo und des Forschungsassistenten Gregory Rice. Das Projekt wurde vom technischen Team der Clay Brick Association unter der Leitung von Nico Mienie koordiniert, und die Daten von Ziegelherstellern aus ganz Südafrika bereitgestellt.

2 Warum ist eine Ökobilanz wichtig?

Südafrika ist der größte CO₂-Emittent auf dem afrikanischen Kontinent und der zwölftgrößte weltweit, wobei Bau und Betrieb von Gebäuden (insbesondere Heizen und Kühlen) 40 % aller Emissionen verursachen.

Die Ökobilanz ist von zentraler Bedeutung für die Projektziele des energieeffizienten Tonziegels (Energy Efficient Clay Brick Project – EECB), einer Initiative der CBA zur Förderung nachhaltiger Technologien zur Erhöhung der Energieeffizienz bei der Ziegelherstellung.

Die Ziegelindustrie ist fest entschlossen, ihren Teil zur Erreichung der Ziele der Regierung zur Senkung der CO₂-Emissionen beizutragen. Über die letzten vier Jahre konnten durch die Energieeffizienz-Initiativen des EECB-Projektes die Treibhausgasemissionen der Branche bereits um 10 bis 15 % verringert werden.

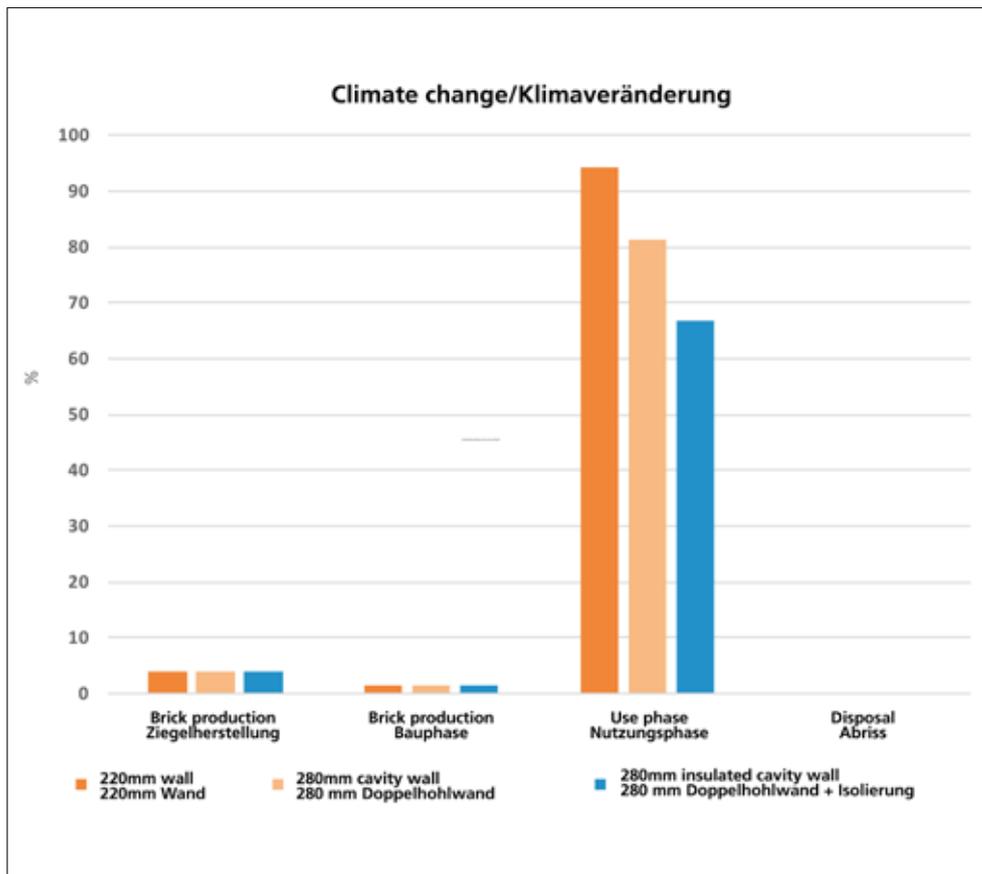
Das EECB-Projekt war ursprünglich von der Schweizerischen Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit DEZA finanziert und durch Swisscontact in Südafrika eingeführt worden. 2017 wurde das Projekt zur weiteren Umsetzung an die CBA übergeben.

3 Warum ist die Ökobilanz für die Bauindustrie bedeutend?

„Die zu seiner Herstellung aufgewandte Energie ist nur ein Bruchteil der gesamten Lebenszyklusbetrachtung eines Baustoffes“, erklärt Nico Mienie.

„Die Ökobilanz der Ziegelindustrie wird es Architekten ermöglichen, die Umweltauswirkungen während der gesamten Lebensdauer, bei Verwendung von Tonziegeln in Gebäuden im Vergleich zu anderen Baumaterialien, exakt zu berechnen. Der Zugang zu akkuraten Daten wird es leichter machen, „grüne“ Gebäude zu bauen, die von Natur aus energieeffizient sind.“

Die Studie verfolgt dabei einen ganzheitlichen Ansatz und wertet alle wichtigen Umweltauswirkungen für die sechs häufigsten Ziegelherstellungsverfahren in Bezug auf die Produktion von 1 kg gebranntem Ziegel aus, darunter Gesundheitsschädigungen, Beeinträchtigungen der Qualität von Ökosystemen, den Beitrag zur Klimaveränderung und den Verbrauch von nicht-erneuerbaren Ressourcen.



»3 The use phase of a building shows the greatest opportunity for savings across all four human impact categories. The importance of selecting the right walling material in terms of long-term energy consumption and carbon footprint should not be underestimated.

»3 Die Nutzungsphase eines Gebäudes bietet für alle vier Kategorien des menschlichen Einflusses die größten Einsparpotentiale. Die Wahl des richtigen Wandbaustoffes für den langfristigen Energieverbrauch und den CO₂-Fußabdruck ist dabei nicht zu unterschätzen



»4 Clamp kilns at Worcester Brick in the Western Cape of South Africa were using 129 grams of coal per kg of fired brick, whereas the operation's new Habla zig-zag kiln (HZZK) uses just 66 g. The HZZK is an Australian design adapted for South African conditions. It reduces coal consumption by 82 % (compared to a clamp kiln), halves emissions of CO₂ per brick and reduces particulate matter emissions by over 90 %. The Project won the 2017 United Nations Association of Australia Business Climate Action Award.

»4 Zum Betrieb der Meileröfen bei Worcester Brick in der südafrikanischen Provinz Westkap werden 129 g Kohle pro kg gebranntem Ziegel verwendet, hingegen verbraucht der neue Habla-Zickzackofen (HZZK) in diesem Werk nur 66 g. Der HZZK ist eine australische Entwicklung, die an die südafrikanischen Verhältnisse angepasst wurde. Er verringert den Kohleverbrauch um bis zu 82% (im Vergleich zu einem Meilerofen), halbiert die CO₂-Emissionen pro Ziegel und reduziert die Feinstaubemissionen um über 90%. Das Projekt wurde 2017 mit dem Klimamaßnahmenpreis der australischen Gesellschaft für die Vereinten Nationen ausgezeichnet, dem United Nations Association of Australia Business Climate Action Award



»5 The VSBK kiln at Langkloof Bricks, an energy-efficiency improvement project facilitated by the EECB Project, uses 82.5 g of coal per kg of fired brick. Just 2.5 g of this is external fuel during the firing process

»5 Der VSBK-Ofen bei Langkloof Bricks ist ein Projekt zur Verbesserung der Energieeffizienz, das durch das EECB-Projekt gefördert wurde. Er verbraucht 82,5 g Kohle pro kg gebrannte Ziegel. Nur 2,5 g davon werden als externer Brennstoff während des Brennprozesses eingesetzt

4 Das große Ganze: Von der Wiege bis zum Werkstor („Cradle to Gate“-Phase)

Auf der Basis eines gewichteten Mittelwerts entspricht die CO₂-Emission bei der Herstellung eines Tonziegels in etwa der Menge, die beim fünfmaligen Wasserkochen in einem Kessel verbraucht wird.

- › Durchschnittliche Produktion von 1kg Tonziegel in Südafrika
- › 3,46 MJ fossile Energie
- › 0,27 kg CO₂-äquivalente Emissionen
- › Gesamtbranche jährlich
- › 33,5 Mrd. MJ Verbrauch an nicht erneuerbaren Energien
- › 2,6 Mio. Tonnen CO₂-äquivalenter Emissionen

Während der Ziegelherstellung beziehen sich die Umwelteinflüsse in der Hauptsache auf das Gewinnen, Aufbereiten und Verbrennen von Kohle, die als Verbrennungrohstoff für den Brand der Produkte verwendet wird. Da man in Südafrika auf die Kohleverbrennung zur Erzeugung von elektrischer Energie setzt, würde ein Wechsel hin zu elektrischen Brenntechnologien keine Verringerung der Umweltbelastung mit sich bringen.

5 Vom Fabrikator bis zum Grab („Gate to Grave“-Phase)

Der bei weitem größte Anteil an Auswirkungen auf das Klima und die menschliche Gesundheit entsteht während der Verwendungsphase des Ziegels – über eine Gebäudenutzung von 50 Jahren. In Südafrika hat die zum Heizen, Kühlen und Belüften von Häusern verwendete elektrische Energie einen sehr hohen Einfluss, weil Strom hier hauptsächlich in Kohlekraftwerken erzeugt wird. Grundlage für die Messungen der Studie war ein angenehmes Wohnklima, also Temperaturen zwischen 19 und 25°C.

Die jährliche Betriebsenergie ist die Summe aller zum Heizen, Kühlen und Belüften aufgewendeten Stromkosten, akkumuliert über alle vier Jahreszeiten innerhalb eines Jahres.

Die Größe und Nutzung eines Gebäudes hat Einfluss auf das Wärmeverhalten. Die in dieser Studie angewandten Designmodelle wurden bereits in früheren Untersuchungen des südafrikanischen Rats für wissenschaftliche und industrielle Forschung (Council for Scientific & Industrial Research) und des südafrikanischen Ministeriums für mineralische Rohstoffe und Energie herangezogen. Für die Bauweisen wurden Best-Practice-Methoden gemäß den südafrikanischen Industrienormen (South African National Standard – SANS) „10400 Teil XA: Energienutzung beim Bauen“ und „SANS204: Energieeffizienz beim Bauen“ vorausgesetzt.

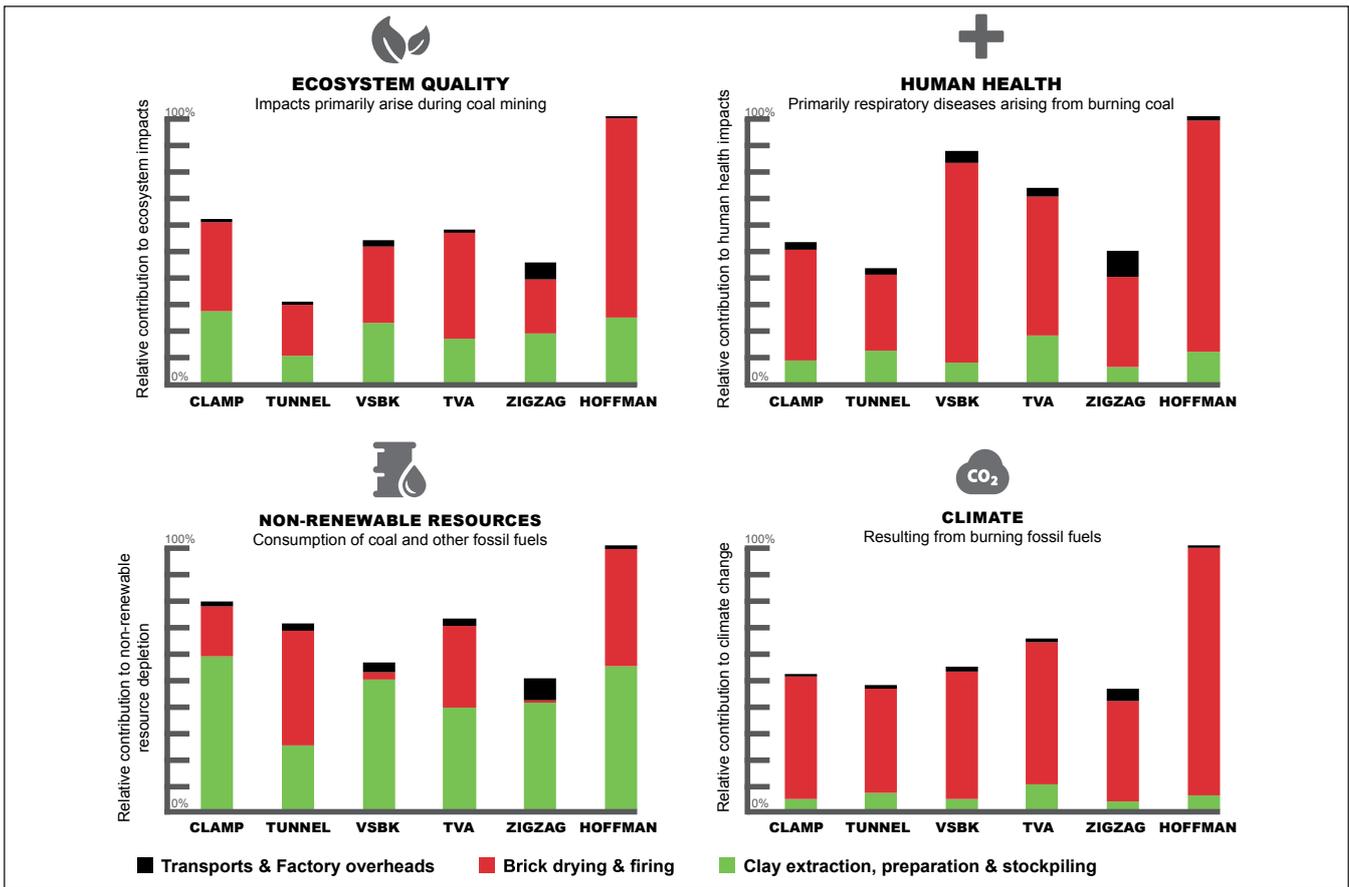
6 Analyisierte Gebäudetypen

- › ein großes 2000 m² Geschäftsgebäude, das nachts und an Wochenenden nicht genutzt wird
- › ein Wohnhaus der Mittelschicht (130 m²)
- › ein Eigenheim für Geringverdiener (40 m², mit einer kohle- oder paraffinbetriebenen Heizquelle)

7 Analyisierte Wandtypen

Es wurden sechs verschiedene Wandtypen analysiert:

- › massive doppelte Vollwand aus Ziegeln (innen und außen) (220 mm dick, verputzt)



»6 Relative contribution to brick production impacts of the six different kiln technologies assessed

NEW MAGNABLOC EXTRUDER

Making history

2017

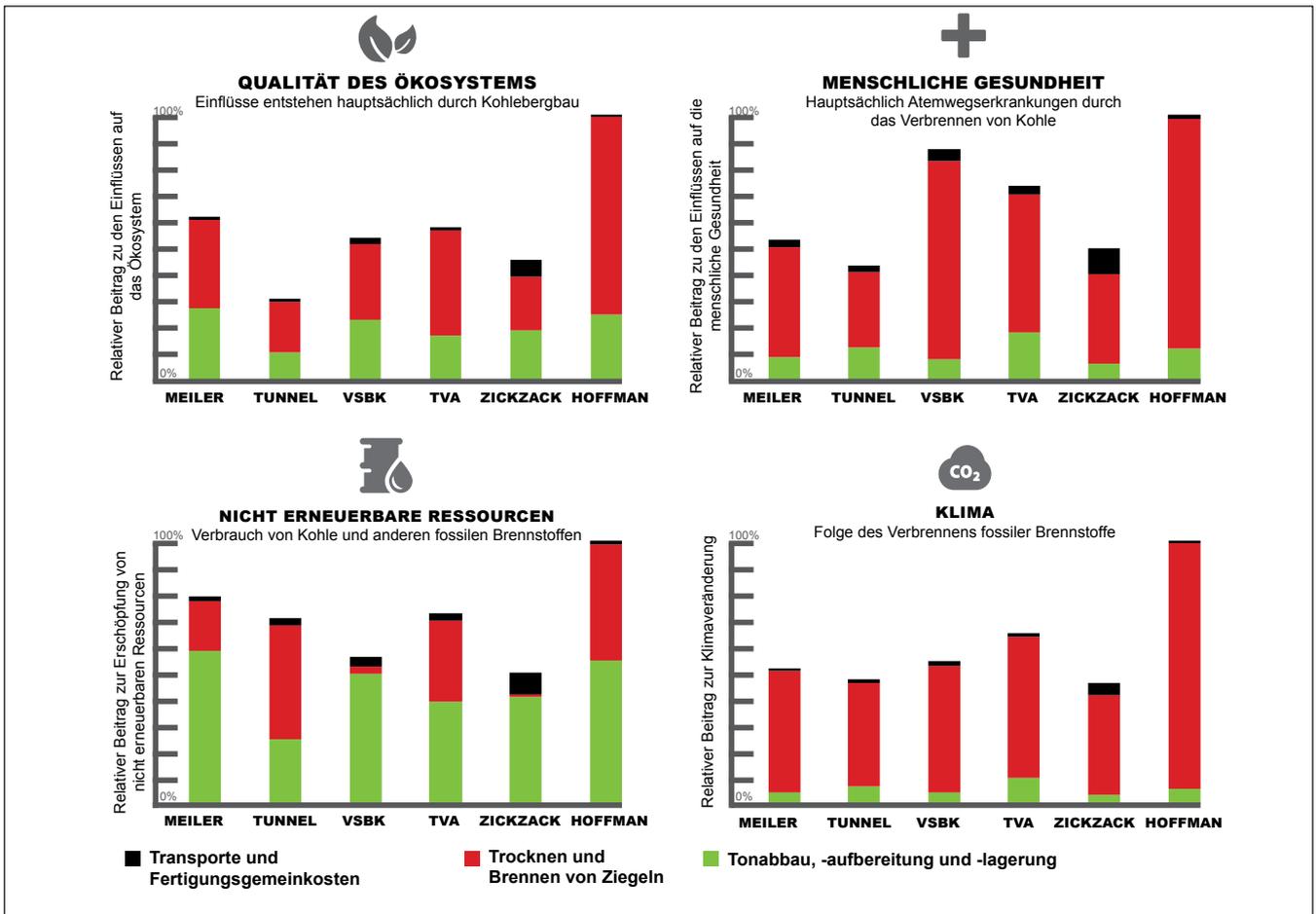
1967

Driven by a single gearbox
Low operating costs
Easy maintenance

Verdès

comercial@verdes.com +34 938060606 www.verdes.com

magnabloc 575



»6 Jeweiliger Beitrag der sechs bewerteten Ofentechnologien zu den Umwelteinflüssen der Ziegelproduktion

building types (low-cost residential, residential and commercial).

- › It compares heating and cooling costs during the 50-year use or occupation phase
- › Measures a range of socio-economic factors such as health and job creation (social Life Cycle Assessment)

The analysis was conducted in accordance with the ISO 14040 and 14044 standards with an external review in order to aim at the highest quality standards. The study evaluates all major environmental impacts as defined by the highly regarded Impact 2002+ methodology with respect to the production of 1 kg of fired brick.

The study is the culmination of almost a year of planning and preparation, and then four years of intense research. The highly qualified research team from the University of Pretoria was led by the recently deceased Professor Karel Bakker (Dean of the Faculty of Architecture), Project Coordinator Professor Piet Vosloo and Research Assistant Gregory Rice. The project was co-ordinated by the Clay Brick Association Technical Team led by Nico Mienie and data was provided by brick makers across South Africa.

2 Why the LCA matters

South Africa is the largest CO₂ emitter in Africa and the twelfth largest in the world, the construction and operation of buildings (especially heating and cooling) making up as much as 40% of all emissions.

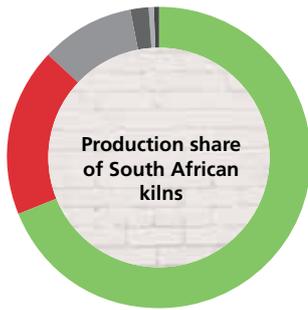
- › nicht isolierte doppelte Hohlwand aus Ziegeln (270 mm dick mit einem Luftraum von 50 mm)
- › isolierte doppelte Ziegelwand (280 mm dick, 30 mm Isolierung im Zwischenraum)
- › Wand aus 140 mm starken Betonhohlblocksteinen (150 mm dick, Putz/Sackware)
- › Stahlrahmenkonstruktion, außen verkleidet mit 9 mm Faserzementplatten gemäß
- › SANS 517 (145 mm dick mit Dampfmembrane, OSB-Platten sowie isolierter Gipskartonplatte auf der Innenseite)
- › Holzrahmenkonstruktion gemäß SANS 10082 verkleidet mit Wetterschenkel auf der Außenseite (145 mm dick mit OSB-Platten und Gipskartonplattenverkleidung auf der Innenseite)

Es wurde eine Lebensdauer von 40 Jahren für die Wände angenommen, obwohl nicht für alle Wandtypen eine solche Lebensdauer belegt werden konnte. So wird in den Vereinigten Staaten eine Gebäudelebensdauer von 32 Jahren angenommen, weil auf dem amerikanischen Wohnungsmarkt häufig Holzrahmen- und Rahmenstahlkonstruktionen eingesetzt werden.

Variable Größen wie Fußboden, Dachbedeckung, Fenster, Türen und Nutzungsverhalten wurden konstant gehalten.

8 Analyisierte Klimazonen

Südafrika verfügt über sechs große Klimazonen und hat aufgrund einer Hochebene im Inland eine niedrigere Durch-



- **CLAMP KILN**, the most widely used in SA typically producing stock bricks. The kiln is fired with coal or fuel oil, and burns for up to two weeks.
- **TUNNEL KILN**, an advanced firing technique, with most face bricks produced in SA produced by this technology. Firing is with gas, fuel oil or coal of specific quality, and continues for 48 to 72 hours.
- **TRANSVERSE ARCH KILN (TVA)**, a continuously-fired kiln burning coal and/or gas, with the complete firing and vitrification process taking up to two weeks.
- **VERTICAL SHAFT BRICK KILN (VSBK)**, a continuous process in which bricks move down a vertical kiln through a central firing location. The firing process takes only 24 hours. VSBKs are typically coal-fired.
- **HOFFMAN KILN**, an old technology and the first type of continuous kiln in which coal is dropped into a circular tunnel constructed of refractory bricks.
- **ZIGZAG KILN**, the least used technology in South Africa, has a long fire zone and uses suction fans to draw the fire from one batch of bricks to the next batch. Internal fuel (coal) added to the clay mix fires the kiln.



- **MEILEROFEN**, der am häufigsten eingesetzte Ofentyp in Südafrika, typischerweise zur Herstellung von Handstrichziegeln. Der Ofen wird mit Kohle oder Heizöl befeuert und brennt bis zu zwei Wochen.
- **TUNNELOFEN**, eine fortschrittliche Brenntechnologie, mit der der Großteil der in Südafrika produzierten Vormauerziegel hergestellt wird. Befeuert wird dieser Ofen mit Gas, Heizöl oder einer speziellen Kohlequalität für eine Dauer von 48 bis 72 Stunden.
- **QUERGEWÖLBEOFEN (TRANSVERSE ARCH KILN – TVA)**, ein kontinuierlich befeuerter Ofen, der mit Kohle und/oder Gas betrieben wird, wobei der gesamte Brenn- und Sinterprozess bis zu zwei Wochen dauert.
- **VERTIKALSCHACHTOFEN (VSBK)**, ein kontinuierlicher Brennprozess, bei dem die Ziegel an einer zentralen Feuerungszone vorbei durch einen vertikalen Ofen hinabtransportiert werden. Der Brennvorgang dauert nur 24 Stunden. VSBKs werden typischerweise mit Kohle befeuert.
- **HOFFMANN-OFEN**, eine alte Technologie und der erste Ofen mit kontinuierlichem Brand; Kohle wird in einem ringförmigen Tunnel aus feuerfesten Ziegeln verbrannt.
- **ZICKZACKOFEN**, die am seltensten eingesetzte Technologie in Südafrika; hat eine lange Brennzone und verwendet Sauglüfter, um das Feuer von einer Ziegelcharge zur nächsten zu ziehen. Der Ofen wird mit einem internen Brennstoff (Kohle) befeuert, der der Tonmischung beigefügt wird.

»7 Production share of South African kilns

»7 Jeweiliger Beitrag der sechs bewerteten Ofentechnologien zu den Umwelteinflüssen der Ziegelproduktion

The LCA is central to goals of The Energy Efficient Clay Brick Project (EECB) – a CBA initiative to foster sustainable technology to increase energy efficiency in brick-making.

The clay brick sector is committed to playing their part in meeting Government's targets to reduce carbon emissions. Over the last 4 years, the EECB project's energy-efficiency initiatives have resulted in a 10 – 15% reduction in the industry's greenhouse gas emissions.

The EECB project was originally funded by the Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC) and implemented in South Africa by Swisscontact. The project was handed over to the CBA for ongoing implementation in 2017.

3 Why the LCA matters to the construction industry

“Energy used during production is just a fraction of the total life cycle considerations of a building material,” explains Nico Mienie.

“The clay brick industry Life Cycle Assessment will allow architects to accurately calculate the lifetime environmental impact of using clay brick in a building, compared against other construction materials. Access to accurate data will make it easier to design “green” buildings that are naturally energy efficient.”

The study adopts a holistic approach, evaluating all major environmental impacts including damages to human health, to ecosystem quality, the contribution to climate change and the consumption of non-renewable resources for the six main brick manufacturing technologies with respect to the production of 1 kg of fired brick.

schnittstemperatur als andere Länder auf dem gleichen Breitengrad.

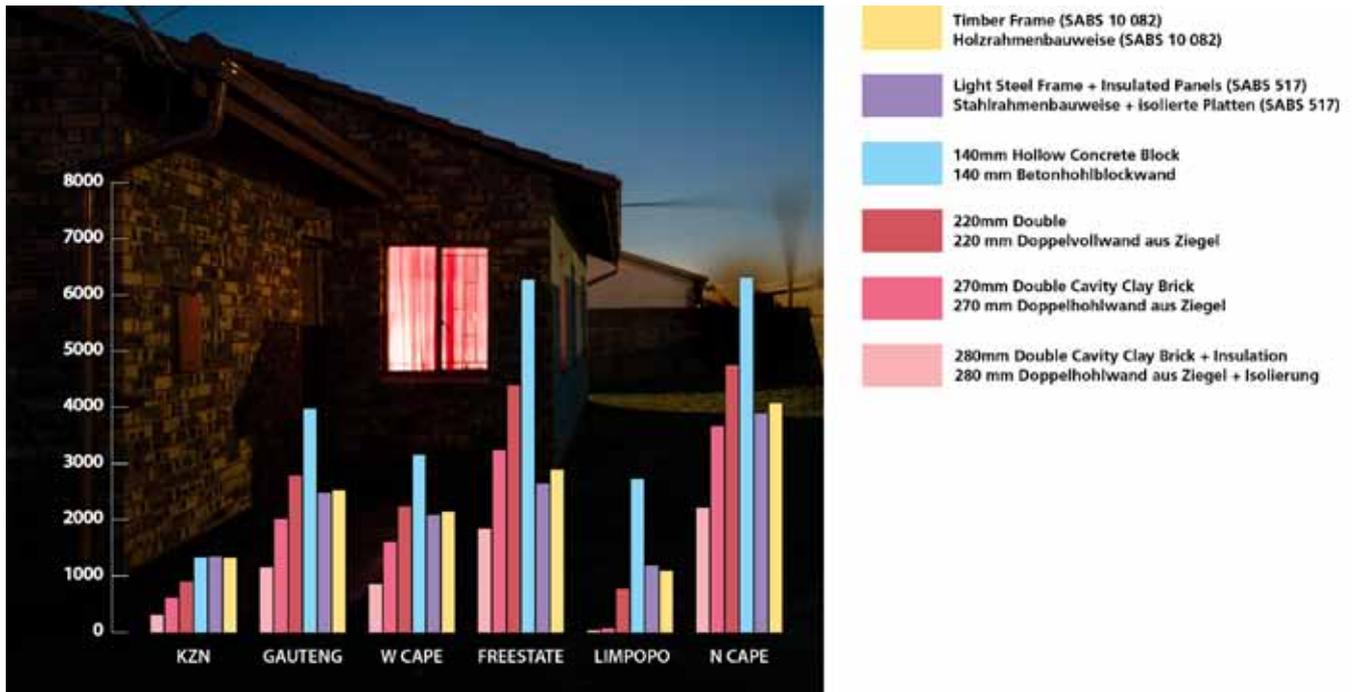
Die Energienutzung richtet sich nach der Lage des Gebäudes – in warmen Klimazonen verwendet man mehr Energie zum Klimatisieren und Lüften, in kalten Klimazonen braucht man die Energie zum Heizen. In Gebieten mit starken Niederschlägen kommen Probleme mit hoher Luftfeuchtigkeit und Kondensation hinzu. Beleuchtungsanforderungen sind jahreszeitenabhängig.

Temperaturen und sonstige in dieser Studie verwendete Parameter sind als Durchschnittswerte für die jeweilige Zone anerkannt. Zur internationalen Vergleichbarkeit sind die Klimazonen nach der Köppen-Klassifizierung wie folgt:

- › KwaZulu Natal (KZN): Cfa/Cwa (feucht subtropisch)
- › Gauteng (GT): Cwa/Cwb (subtropisches Hochland)
- › Western Cape (WC): Csa/Csb (heiß/warmer Sommer mit Regen im Winter)
- › Free State (FS): BSk (kalt halbtrocken)
- › Limpopo (LM) BSh (heiß halbtrocken)
- › Northern Cape (NC): BWh/BWk (heiß/kalte Wüste)

9 Das große Ganze: Vom Fabrikator bis zum Grab („Gate to Grave“-Phase)

Die Wandsysteme mit geringer Dichte (Holz- und Stahlrahmenbauweise) zeigen eine Tendenz zu einem höheren jährlichen Energieverbrauch, während die drei Wandsysteme mit hoher Dichte (Tonziegel) einen durchweg niedrigeren Energieverbrauch pro Jahr aufweisen.



»8 Annual electricity consumption of the six different walling types in a 130-m² home

»8 Jährlicher Stromverbrauch von sechs verschiedenen Wandsystemen in einem 130 m²-Wohnhaus

4 The big picture: “Cradle to Gate” phase

Based on a weighted average, the production of one clay brick is equivalent to boiling a kettle five times.

- › Average production of 1 kg of clay brick in South Africa:
 - 3.46 MJ of fossil energy
 - 0.27 kg of CO₂-equivalent emissions
- › Annual sector total
 - 33.5 bill. MJs of non-renewable energy consumed
 - 2.6 mill. tonnes CO₂-equivalent emissions

During brick manufacturing, the environmental impacts mostly relate to the mining, production and burning of coal, which is the raw material used for combustion during firing. Because South Africa relies on coal-burning technology for the generation of electricity, switching to electric kiln technologies would not reduce environmental impact.

5 The “Gate to Grave” phase

By far the greatest share of climate and health impacts occur in the “use” phase of brick – 50 years of building use and occupation. Electricity used for heating, cooling and ventilating houses in South Africa has a very high impact as electricity is predominantly generated by coal-fired power stations. The study measurements were based on the residents living in reasonable “thermal comfort”, which is between 19 and 25 °C.

Annual Operational Energy is the sum of all heating, cooling and ventilation electricity costs accumulated over all four seasons in one year.

The size and use of a building influences thermal performance. The design models applied in this study were used in prior research by the Council for Scientific & Industrial Research and the South African Department of Mineral and Energy Affairs. Best-practice construction methods were assumed as required by

Im Vergleich zu anderen typischen Baumaterialien können bei der Verwendung von Tonziegeln 30% bis 70% Energie eingespart werden. Was den Einfluss auf die Klimaveränderung anbelangt, entspricht dies etwa der Menge an Energie, die eingespart würde, wenn man in jedem Jahr, in dem das Gebäude genutzt wird, zwischen 3 und 7 PKWs für einen Monat aus dem Verkehr zöge. Noch höhere Einsparungen sind in den heißeren Regionen Südafrikas und in gewerblich genutzten Gebäuden zu erzielen, in denen der Energiebedarf zum Betrieb der Klimaanlage wesentlich höher ist. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

Beste (niedrigste) Energieverbrauch

- › 1. Wohngebäude (alle Klimazonen): wärmeisolierte Doppelhohlwand aus Tonziegeln, 280 mm dick
- › 2. Gewerblich genutzte Gebäude (Klimazone 1): 140 mm Betonhohlblockwand
- › 3. Gewerblich genutzte Gebäude (Klimazonen 2-6): Tonziegelvollwand 220 mm dick

Schlechtester (höchster) Energieverbrauch

- › 1. Wohngebäude (alle Klimazonen): 140 mm Betonhohlblockwand
- › 2. Gewerblich genutzte Gebäude (Klimazone 1): Holzrahmenbauweise
- › 3. Gewerblich genutzte Gebäude (Klimazonen 2-6): Stahlrahmenbauweise

Die thermisch wirksame Masse und die natürlichen Isolierungseigenschaften von Tonziegeln verringern den CO₂-Fußabdruck und die Umweltauswirkungen und ermöglichen gleichzeitig langfristig Einsparungen im Energieverbrauch. Das macht den Tonziegel zu einer attraktiven Option, sowohl für umweltbewusste Architekten als auch für kostenbewusste Grundstückseigentümer.

Das größte Potential für die Ziegelindustrie, um die durch sie entstehenden Auswirkungen auf die Umwelt zu verringern,

South African National Standard (SANS) 10400 Part XA: Energy usage in Building and SANS204: Energy efficiency in building.

6 Building types analysed

- › a large 2000 m² commercial building that is unoccupied at night and on weekends
- › a middle-income residential home (130 m²)
- › a low-income home (40 m², with a heating source fuelled by coal or paraffin)

7 Wall types analysed

Six wall types were analysed:

- › Double (internal and external) clay brick solid wall (220 thick, plastered)
- › Double clay brick cavity wall un-insulated (270 mm thick with 50 mm air cavity)
- › Insulated double clay brick wall (280 mm thick, 30 mm insulation in the cavity)
- › 140 mm hollow core concrete block (150 mm thick, plaster/bagged)
- › Light steel frame, externally clad with 9-mm fibre cement board to SANS 517 (145 mm thick with vapour membrane, strand board plus internal gypsum board with insulation)
- › Timber frame to SANS 10082 clad with external weather-board (145 mm thick with strand board and plasterboard internal cladding)

A wall lifespan of 40 years was estimated, although not all the walling types have been shown to have this lifespan. US housing lifespan is taken at 32 years, influenced by the use of timber frame and lightweight construction systems in the American housing market.

Variables such as floor, roof, windows, doors and occupancy patterns were kept constant.

8 Climate zones analysed

South Africa has six major climate zones, with a lower average temperature than other countries in its latitude due to a high interior plateau.

Energy use varies depending on the location of the building – warm climate zones use more air-conditioning and ventilation, cold climate zones need heating. High rainfall areas need to deal with humidity and condensation. Lighting requirements have seasonal variations.

Temperatures and other parameters used in the study are acknowledged averages for the specific zone. For international comparison, climate types according to the Köppen classification are:

- › KwaZulu Natal (KZN): Cfa/Cwa (humid subtropical)
- › Gauteng (GT): Cwa/Cwb (subtropical highland)
- › Western Cape (WC): Csa/Csb (hot/warm summer with winter rainfall)
- › Free State (FS): BSk (cold semi-arid)
- › Limpopo (LM) BSh (hot semi-arid)
- › Northern Cape (NC): BWh/BWk (hot/cold desert)

9 The big picture: “Gate to Grave” phase

The low-density walling systems (timber and steel frame) show a trend towards higher annual energy use, while the three high density walling systems (clay brick) consistently result in lower annual energy use.



Connecting Global Competence
Messe München

Hot spot for the ceramics industry

International importance. Global relevance.

A global milestone. International innovations in additive manufacturing, powder metallurgy, electro and carbon ceramics are changing the world of tomorrow. At ceramitec 2018.

600 exhibitors and 65 trade lectures from all over the world will be presenting the 15,000 trade visitors the material out of which the future is made. Become a part of this world of innovations.

ceramitec 2018 – international component in a global future

Ceramitec 2018
Technologies · Innovations · Materials
April 10–13 · Messe München
ceramitec.com

There is a 30-% to 70-% energy saving if clay brick is used, relative to other typical building materials. In terms of climate change impact, this is equivalent to taking between three and seven passenger cars off the road for a month for every year the building is in use. Even higher savings are evident in the hotter regions of South Africa and in non-residential buildings, where electricity use for air conditioning is much higher.

The results can be summarised as follows:

Best (lowest) energy use

- › 1. Residential buildings (all climate zones): thermally insulated 280 mm clay brick cavity walling
- › 2. Non-residential building (climate zone 1): 140 mm hollow concrete block walling
- › 3. Non-residential building (climate zones 2-6): 220 mm solid clay brick walling

Worst (highest) energy use

- › 1. Residential buildings (all climate zones): 140 mm hollow concrete block walling
- › 2. Non-residential building (climate zone 1): timber frame walling
- › 3. Non-residential building (climate zones 2-6): light steel frame walling

The thermal mass and natural insulating properties of clay bricks reduce the carbon footprint and environmental impact, while offering long-term savings in energy use. This makes clay brick an attractive option for both environmentally-conscious architects and cost-conscious property owners.

The greatest potential for the clay brick sector to reduce its environmental impact is by educating the building sector on the need for the design of energy-efficient buildings and the importance of choosing suitable building materials.

besteht darin, die Baubranche in Hinblick auf die Notwendigkeit energieeffizient gestalteter Gebäude und auf die Bedeutung der richtigen Baumaterialwahl zu schulen.

10 Das große Ganze: produktbezogene Sozialbilanz

Eine produktbezogene Sozialbilanz verwendet einen ähnlichen Rahmen, bewertet jedoch die Auswirkungen eines Produktes auf die Arbeitnehmer, die Gesellschaft und den Verbraucher in Hinblick auf sozioökonomische Faktoren, wie z.B. Menschenrechte, Arbeitsbedingungen und Arbeitssicherheit.

Zur Herstellung von 1000 Ziegeln sind 26 Mannstunden erforderlich; demzufolge entstehen vier Arbeitsplätze pro 1 Mio. produzierter Ziegel. Die Ziegelindustrie bietet insbesondere in ländlichen Gebieten dort Arbeitsplätze, wo sie in Südafrika am meisten gebraucht werden.

Die Branche engagiert sich aktiv in Gemeindeentwicklungsprogrammen (pro 1 Mio. produzierter Ziegel werden 65000 Rand für Gemeindeentwicklung ausgegeben). Ziegelhersteller sind wichtige Partner für kleine, mittlere und Mikrounternehmen (SMMEs) – 74% der Betriebsmittel werden bei SMMEs zugekauft.

Eine große Stärke dieser Industrie ist ihre Transparenz und Offenheit hinsichtlich ihrer ökologischen Leistung und ihr positiver Einfluss auf Arbeitssicherheit und Lebensbedingungen. Verbesserungspotential gibt es noch in den Bereichen Chancengleichheit in Berufen mit höherem Bildungsabschluss sowie gleiche Bezahlung unabhängig von Geschlecht und Rasse.

11 Verringerung der CO₂-Emissionen bei der Ziegelherstellung

Obwohl die durch seine Herstellung entstehenden Umwelteinflüsse in der Gesamtökobilanz des Tonziegels nicht dominant sind, bemüht sich die Ziegelindustrie um eine Optimierung der Produktionsprozesse.

»Table 1 Annual energy usage for a 130 m² house by region (kWh)

»Tabelle 1 Jahresenergieverbrauch für ein 130 m²-Haus nach Region (kWh)

	KZN	GT	WC	FS	LM	NC
280 mm cavity clay brick + insulation/280 mm Doppelhohlwand aus Ziegel + Isolierung	322	1164	872	1855	45	2228
270 mm cavity clay brick/270 mm Doppelhohlwand aus Ziegel	619	2023	1618	3251	78	3682
220 mm clay brick/220 mm Doppelvollwand aus Ziegel	909	2797	2242	4405	787	4762
140 mm hollow concrete block/140 mm Betonhohlblockwand	1337	3986	3166	6285	2739	6314
Light steel frame (SABS 517)/Stahlrahmenbauweise (SABS 517)	1358	2492	2104	2650	1199	3908
Timber frame (SABS 10 082)/Holzrahmenbauweise (SABS 10 082)	1332	2537	2152	2902	1102	4085

»Table 2 Annual energy usage for an 40 m² affordable house by region (kWh)

»Tabelle 2 Jahresenergieverbrauch für ein 40 m² kostengünstiges Haus nach

	KZN	GT	WC	FS	LM	NC
280 mm cavity clay brick + insulation/280 mm Doppelhohlwand aus Ziegel + Isolierung	296	379	218	496	2	1244
270 mm cavity clay brick/270 mm Doppelhohlwand aus Ziegel	454	725	479	1009	887	1904
220 mm clay brick/220 mm Doppelvollwand aus Ziegel	590	1055	734	1464	1282	2428
140 mm hollow concrete block/140 mm Betonhohlblockwand	749	1505	1079	2164	1623	3087
Light steel frame (SABS 517)/Stahlrahmenbauweise (SABS 517)	827	1082	868	945	1135	2054
Timber frame (SABS 10 082)/Holzrahmenbauweise (SABS 10 082)	786	1066	862	1012	853	1953

10 The Big Picture: Socio-Economic LCA

A social LCA uses a similar framework but assesses how a product affects workers, the community and the consumer in terms of socio-economic factors, such as human rights, working conditions and health & safety.

It takes 26 man-hours to produce one thousand bricks, which results in four jobs created per million bricks produced. The brick industry provides employment particularly in rural communities where it is most needed in South Africa.

The industry is actively engaged in community development programmes (65 000 rand spent on community development per million bricks produced). Brick-makers are significant supporters of Small, Micro and Medium Enterprises (SMMEs) – 74 % of supplies are purchased from SMMEs.

A strength of the industry is its transparency and communication regarding environmental performance, and a positive impact regarding health and safety and living conditions. Areas for improvement include equal opportunities for employment at higher education levels, and equal remuneration across gender and race.

11 Cutting CO₂ emissions in brick-making

Even though environmental impacts from production are not dominant in the overall lifecycle, the clay brick sector is committed to optimizing production processes.

Of the six different kiln types used in South Africa, no single technology consistently performs best across all the different environmental impacts assessed. However, the Hoffman kiln always performs worse than the other technologies, whilst continuous firing technologies in general perform best.

- › The highest impacts during production occur in the kiln

The use of coal in brick-making accounts for most carbon emissions and pollutants like SO₂ and nitrous oxides. Switching brick-makers to technologies proven to be more energy efficient can slightly reduce South Africa's total CO₂ emissions and improve air quality.

If we look at the life cycle up until the factory gate, the highest climate, health and ecosystem impacts are linked to ceramic firing. The impacts arise from the burning of coal added to the clay mixture as internal fuel, or from the burning of coal and other fossil fuels to fire the kiln.

The highest resource consumption impacts occur either in clay preparation or in firing, depending on whether coal is added as an internal fuel or directly in the kiln.

- › Environmental impacts driven by dependence on fossil fuels

The most significant environmental impacts from the production and use of a brick are the contribution to global climate change, consumption of non-renewable resources and emissions of substances that cause respiratory diseases. All three of these impacts are a consequence of the use of fossil fuels, primarily coal, either directly in the kilns or indirectly to produce electricity.

11.1 Kiln technologies have differing life cycle impacts

No single technology performs best across all environmental factors. Kiln environmental performance is strongly linked to the quantity of coal used per kg brick produced.

- › The Hoffman kiln is the poorest performer over all impacts owing to it having the highest coal use per kg brick produced.
- › The tunnel kiln has the lowest coal use per kg brick produced

Unter den sechs verschiedenen in Südafrika verwendeten Ofentypen gibt es keine Einzeltechnologie, die für alle in der Bewertung berücksichtigten Umwelteinflüsse immer die besten Ergebnisse liefern würde. Der Hoffmann-Ofen schneidet jedoch stets schlechter ab als die anderen Technologien, während kontinuierliche Brenntechniken in der Regel die besten Leistungen bringen.

- › Die meisten Umweltbelastungen während der Produktion entstehen im Ofen

Die Verwendung von Kohle in der Ziegelherstellung ist für den Großteil der Emissionen von Kohlenstoff und anderen Schadstoffen wie SO₂ und Stickstoffoxiden verantwortlich. Durch ein Umschwenken der Ziegelhersteller auf andere, bekanntermaßen energieeffizientere Technologien, könnten der Gesamtausstoß Südafrikas an CO₂ leicht verringert und die Luftqualität verbessert werden.

Betrachtet man die Lebensdauerphase bis zum Werkstor, so entstehen die stärksten ökologischen Auswirkungen auf Klima, Gesundheit und Ökosystem in Zusammenhang mit dem keramischen Brennen. Die Umweltbelastung wird durch das Verbrennen von Kohle verursacht, die der Tonmischung als interner Brennstoff beigemischt wird, oder durch das Verbrennen von Kohle und anderen fossilen Brennstoffen zum Betreiben des Ofens.

Der größte Ressourcenverbrauch entsteht entweder in der Tonaufbereitung oder beim Brennen, je nachdem ob Kohle als interner Brennstoff beigemischt wird oder direkt im Ofen verwendet wird.

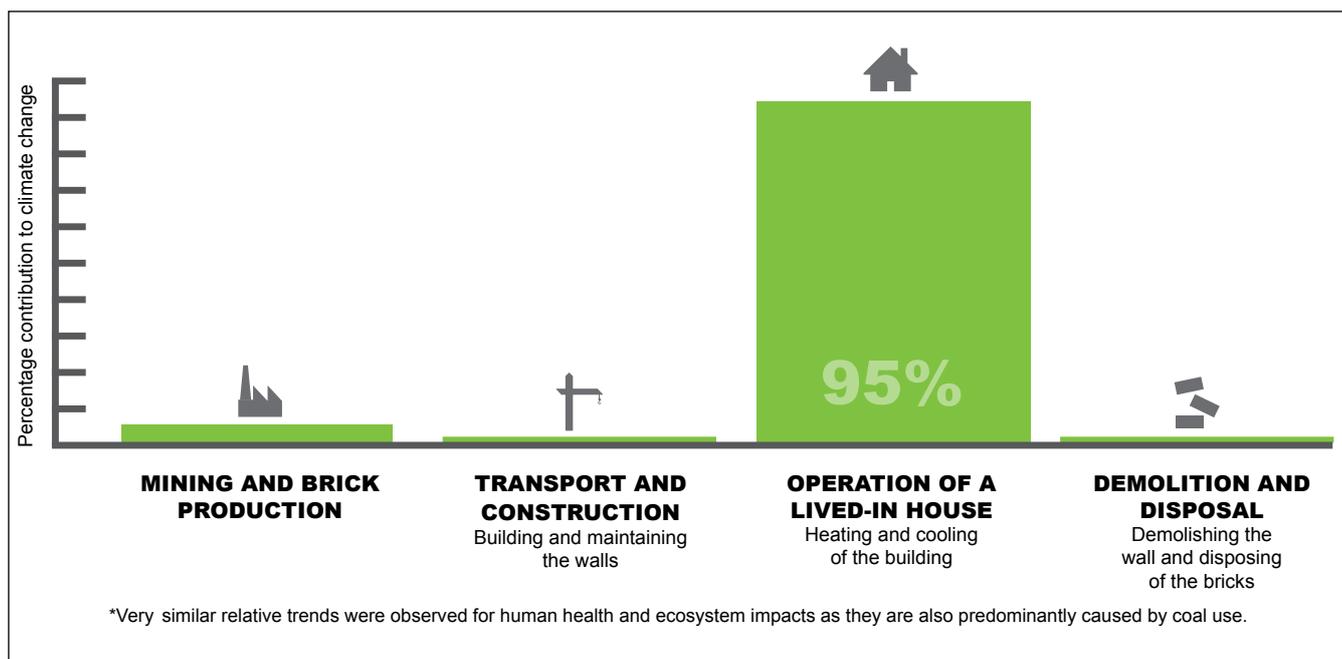
- › Umweltbelastungen beding durch die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen

Die wichtigsten Umweltauswirkungen der Produktion und Verwendung von Ziegeln sind der Beitrag zur globalen Klimaerwärmung, die Verwendung von nicht erneuerbaren Ressourcen und die Emission von Schadstoffen, die Atemwegserkrankungen auslösen. All diese Auswirkungen sind eine Folge der Verwendung von fossilen Brennstoffen, insbesondere Kohle, entweder direkt in den Öfen oder indirekt zur Erzeugung von Strom.

11.1 Verschiedene Brenntechnologien haben unterschiedliche Auswirkungen auf die Ökobilanz

Keine der Technologie liefert durchgehend die besten Ergebnisse bei allen untersuchten Umwelteinflüssen. Die Umweltleistung eines Ofens steht in engem Zusammenhang mit der Menge an Kohle, die für die Herstellung von 1 kg Tonziegeln verwendet wird.

- › Der Hoffmann-Ofen schneidet mit dem höchsten Kohleverbrauch pro kg produziertem Ziegel bei allen untersuchten Umwelteinflüssen am schlechtesten ab
- › Der Tunnelofen verbraucht am wenigsten Kohle pro kg Ziegel und hat demzufolge die geringsten Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und das Ökosystem. Das kann man zurückführen auf die Verwendung von sauberer verbrennenden Treibstoffen wie Gas und Heizöl in den Tunnelöfen. Allerdings bietet der Tunnelofen nicht die besten Leistungen in Hinblick auf die Klimabeeinflussung und die Verwendung von nicht erneuerbaren Ressourcen, weil alle fossilen Brennstoffe zu diesen Umweltbelastungen beitragen. Tunnel- und Quergewölbeöfen (TVA) führen zu einem höheren Stromverbrauch, insbesondere in der Tonaufberei-



»9 What the studies found: Contribution to climate change* of a 220 mm double brick wall over its life cycle

and consequently the lowest human health and ecosystem impacts. This can be attributed to the use of cleaner-burning fuels, such as gas and fuel oil, in the tunnel kilns. The tunnel kiln is, however, not the best performer with respect to climate impact and non-renewable resource consumption as all fossil fuels contribute to these impacts. The tunnel and transverse arch (TVA) kilns also have higher electricity use, primarily in clay preparation, which somewhat counters their low coal use in production.

- › Zigzag kilns perform well across all impacts. The recently implemented Habla Zigzag kiln prototype is expected to show particularly good results due to its extremely low use of coal.
- › The Vertical Shaft Brick Kiln (VSBK) profile is somewhat anomalous because even though its coal use per kg brick produced is very similar to the TVA kiln, its higher human health impact and lower climate and resource impacts are due to the use of a separate combustion process for the drying of bricks at one VSBK plant.

12 Continually improving industry sustainability

“The Clay Brick Association of Southern Africa has led research in brick production and brick building design for 54 years,” explains CBA President Musa Shangase. “This information acquired from research aids architects, engineers in maximising thermal comfort and energy efficiency in residential and commercial buildings.”

With the assistance of the Energy Efficient Clay Brick Project, several local brick manufacturers have already reduced their energy consumption since the LCA’s original data collection period.

“The Life Cycle Assessment is part of a larger sustainability initiative that commits the clay brick sector to continuous improvement in terms of water and energy saving, as well as limiting the use of coal as a firing fuel. The LCA will guide our members who want locally relevant statistics on which technologies offer reduced fuel use, improved air quality and low environmental impact.”

tion, was ihren geringeren Kohleverbrauch in der Produktion teilweise wieder aufwiegt

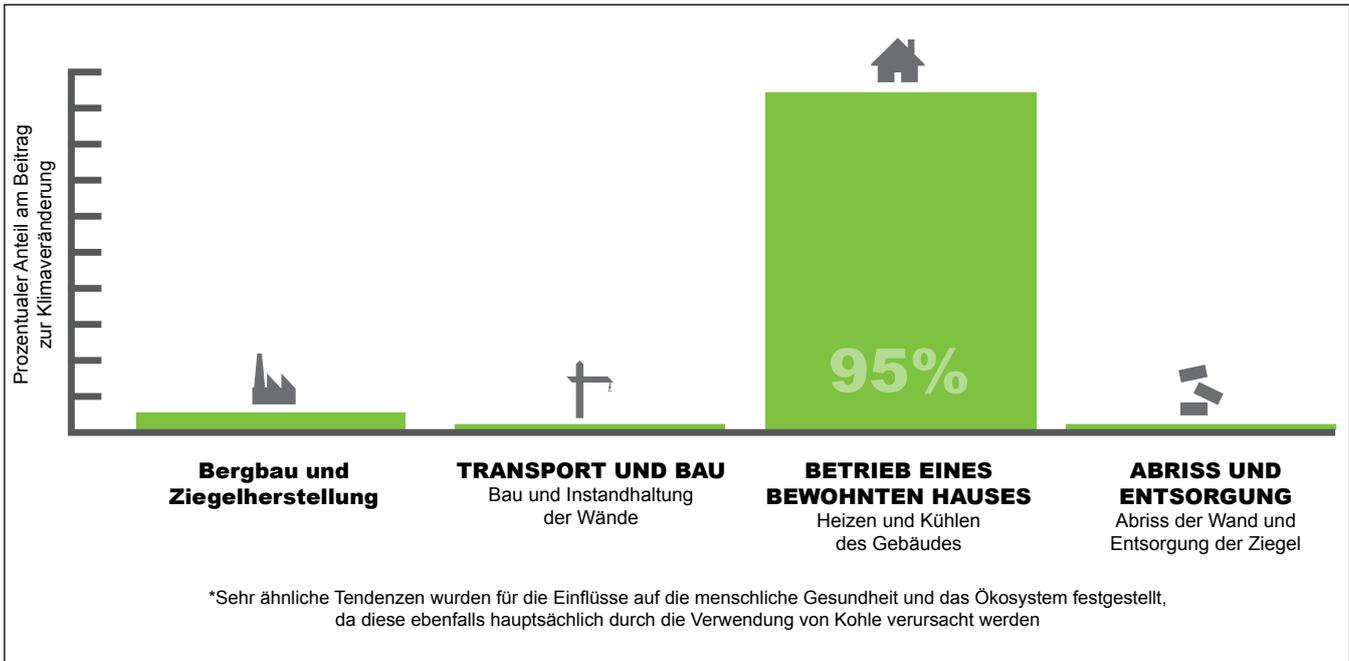
- › Zickzacköfen zeigen bei allen Umwelteinflüssen gute Ergebnisse. So erwartet man von dem kürzlich in Betrieb genommenen Prototyp des Habla-Zickzackofens besonders gute Leistungen aufgrund seines extrem niedrigen Kohleverbrauchs
- › Das Profil des Brennofens mit vertikalem Schacht, Vertical Shaft Brick Kiln (VSBK), ist etwas ungewöhnlich. Obwohl er einen ähnlichen Kohleverbrauch pro kg Ziegel wie der Quergewölbeofen aufweist, sind aufgrund des separaten Verbrennungsprozesses für das Trocknen der Ziegel in ein und derselben VSBK-Anlage die Einflüsse auf die menschliche Gesundheit höher und die Auswirkungen auf Klima und Ressourcenverbrauch geringer

12 Kontinuierliche Verbesserung der Nachhaltigkeit der Ziegelindustrie

„Der südafrikanische Ziegelverband Clay Brick Association ist seit 54 Jahren federführend in der Forschung über die Ziegelherstellung und die Gestaltung von Ziegelgebäuden“, erklärt Musa Shangase, Präsident der CBA. „Die aus dieser Forschung gewonnenen Informationen helfen Architekten und Ingenieuren bei der Optimierung von thermischer Behaglichkeit und Energieeffizienz sowohl in Wohn- als auch in gewerblich genutzten Gebäuden.“

Mithilfe des Projektes „Energy Efficient Clay Brick“ ist es schon einigen lokalen Ziegelherstellern gelungen, ihren Energieverbrauch im Zeitraum nach der ursprünglichen Datenerhebung für die Ökobilanz zu senken.

„Die Ökobilanz ist Teil einer umfassenderen Nachhaltigkeitsinitiative, die die Ziegelindustrie dazu verpflichtet, sich kontinuierlich in Hinblick auf die Einsparung von Wasser und Energie sowie auf die Einschränkung der Verwendung von Kohle als Brennstoff zu verbessern. Die Ökobilanz wird ein wichtiger Leitfaden mit lokal relevanten Daten für unsere Mitglieder werden, wenn sie wissen wollen, welche Technologien einen geringeren



»9 Was die Studien herausgefunden haben: Beitrag zur Klimaveränderung* einer 220 mm Doppelziegelwand über ihre Lebensdauer

A regular South African Brick Industry Sustainability Report will be prepared to show how the clay brick sector in South Africa is performing against its collective sustainability strategy. It will demonstrate progress against the targets set in the areas of fossil fuel use, waste and resource consumption.

13 Dissemination of the findings

In order to facilitate the dissemination of the findings of the reports amongst construction decision-makers the most relevant results from the main report have been consolidated into a series of downloadable publications available free from the www.claybrick.org website.

Clay Brick Association of South Africa
www.claybrick.org

Brennstoffverbrauch, eine verbesserte Luftqualität und eine geringe Umweltbelastung ermöglichen.“

Aus dem regelmäßig erscheinenden Nachhaltigkeitsbericht der südafrikanischen Ziegelindustrie lassen sich die Leistungen der Ziegelbranche Südafrikas in Bezug auf ihre gemeinsam verabschiedete Nachhaltigkeitsstrategie ableiten. Dieser Report wird die Fortschritte aufzeigen, die mit Blick auf die Zielsetzungen im Bereich der Verwendung von fossilen Brennstoffen und der Verringerung von Abfallaufkommen und Ressourcenverbrauch gemacht wurden.

13 Verbreitung der gewonnenen Erkenntnisse

Um die Verbreitung der Erkenntnisse aus den Forschungsberichten unter den Entscheidungsträgern in der Baubranche zu vereinfachen, wurden die wichtigsten Ergebnisse aus dem Hauptbericht in einer Reihe von Publikationen zusammengefasst und zum Gratisdownload auf der Website des Ziegelverbandes unter www.claybrick.org bereitgestellt.

Franz Banke GmbH

Mechanische Fertigung · Werkzeugbau

Am Sandberg 30
D-84424 Isen
Telefon +49 (0) 8083 5396-0
Telefax +49 (0) 8083 5396-29
e-Mail: info@banke-gmbh.de
Internet: www.banke-gmbh.de



Ein starkes Team für die komplette Lösung

Dachziegelentwicklung und Optimierung
Konstruktion und Herstellung von Arbeitsformen
Gipsereiausstattung

