

## INNOVATIVE BRICK 2

Entwicklung virtueller Labore zur Optimierung von Ziegelmauerwerk unter Berücksichtigung des Produktionsprozesses

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 4. Ausschreibung 2017	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.06.2018	<b>Projektende</b>	31.05.2022
<b>Zeitraum</b>	2018 - 2022	<b>Projektlaufzeit</b>	48 Monate
<b>Keywords</b>	Ziegelscherben, Mauerwerk, Brennprozess, Mehrskalenmodell, Mikromechanik		

### Projektbeschreibung

Der Gebäudebereich verursacht mehr als 40% des EU-weiten Energieverbrauchs und CO<sub>2</sub> Ausstoßes. Ein erheblicher Teil dieser Energie wird durch Ziegelaußenwände abgegeben bzw. im Produktionsprozess benötigt. Trotz des natürlichen anorganischen Materials aus dem Ziegel besteht und mit einer Lebensdauer von mehr als 100 Jahren, muss er folglich als ressourcenverbrauchsrelevantes Produkt angesehen werden mit signifikanten Emissionen auch im Produktionsprozess. Die Verbesserung der Ziegeleigenschaften in Verbindung mit einer effizienteren Gestaltung von Produktionsprozessen ist jedoch mit derzeit verfügbaren Verfahren und Entwicklungsstrategien kaum möglich. Fundierte Modelle und Konzepte zur Bestimmung der Performance von Mauerwerk als auch des Produktionsprozesses auf Basis (mikro)struktureller Charakteristika, welche gezielt adaptiert werden müssten, fehlen. Versuchstechnisch identifiziertes Potential zur Erhöhung der Festigkeit durch spezielle Mikroporenstrukturen von bis zu 40% (bei gleichbleibender Bruttodichte) und eine Verringerung der Brenntemperatur im Herstellungsprozess um bis zu 20% bei gleichzeitiger Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften um bis zu 25% kann somit nicht ausgeschöpft werden. Im Vorgängerprojekt „Innovative Brick“ konnten, auf Basis von umfangreichen Versuchen zur Identifikation der Mikrostruktur von Ziegelscherben, bereits Wege aufgezeigt werden wie dieses Potential durch moderne wissenschaftliche Methoden gehoben werden kann. Wesentliche Entwicklungsschritte, speziell in Bezug auf die Nutzbarmachung der nun vorliegenden (weltweit einzigartigen) Information der Mikrostruktur mittels computergestützten Simulationskonzepten, fehlen jedoch noch und sind Ziel dieses Projektes. Physikalisch fundierte Modelle zur Bestimmung der effektiven thermischen als auch mechanischen Eigenschaften von Ziegel, beginnend bei der Mikrostruktur bis hin zu Mauerwerksverbänden, sollen entwickelt und in drei sogenannte virtuelle Versuchslabore implementiert werden. Aktuelle wissenschaftliche Methoden und Konzepte aus den Bereichen Mehrskalenmodellierung, Kontinuum-Mikromechanik und numerischer Versagensmodellierung, sowie ausgereifte stochastische Konzepte zur Berücksichtigung von Defektverteilungen in Mauerwerk, sollen dabei zur Anwendung kommen. Mit solch virtuellen Versuchslaboren ist es letztendlich möglich Optimierungspotential für Ziegelscherben, Ziegel und Mauerwerkssysteme zu identifizieren und in effizienter Weise im Produktionsprozess umzusetzen. Dadurch würde die Grundlage für eine komplette Neuausrichtung der bestehenden Forschungs- und Entwicklungsprozesse in der Ziegelindustrie, und darüber hinaus in verwandten Industriebereichen, geschaffen und die weltweite Innovationsführerschaft von Österreich in diesem Bereich sichergestellt bzw. ausgebaut.

Durch die oben erwähnten Verbesserungspotentiale auf mehreren Ebenen kann eine, durch numerische Simulationen bereits nachgewiesene, Energieeinsparung von bis zu 15 % im Produktionsprozess erwartet werden. Die Größe der möglichen Reduktion der Treibhausgasemissionen durch die Erhöhung der Wärmedämmwirkung bei gleichzeitig schlankeren Wandkonstruktionen wurde mit 31% für Wohnflächen abgeschätzt.

## **Abstract**

The building sector causes more than 40% of the EU-wide energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions. A considerable part of this energy is both emitted by exterior brick walls and used in the production process. Despite the natural inorganic material bricks are made of and with a lifetime of more than 100 years, it must be considered as a product relevant for resource consumption with significant emissions also in the production process.

However, the improvement of brick properties in combination with a more efficient design of production processes is hardly feasible with currently available methods and development strategies. Fundamental models and concepts for determining the performance of masonry as well as the production process based on (micro)structural characteristics, which would have to be adapted specifically, are missing. The potential to increase the mechanical strength by means of special micro-pore structures of up to 40% (at a constant gross density) and a reduction of the firing temperature in the production process by up to 20% while at the same time improving the thermal insulation properties by up to 25% can thus not be exploited. In the previous project "Innovative Brick" it was already possible to identify ways to access this potential by means of modern scientific methods, based on extensive experimental programs to identify the microstructure of the brick material. Important development steps, especially with regard to the utilization of the now available (worldwide unique) information of the microstructure by means of computational simulation concepts, are still missing and represent the main objective of this project.

Physically sound models for determining the effective thermal as well as mechanical properties of bricks, starting at the microstructure up to masonry, will be developed and implemented into three so-called virtual test labs. Current scientific methods and concepts from the fields of multiscale modelling, continuum micromechanics, and numerical failure modelling, as well as mature stochastic concepts for consideration of defect distributions in masonry, will be applied. With these virtual test labs, it is ultimately possible to identify optimization potential for brick material, bricks, and masonry systems and to implement them efficiently into the production process. This would provide the basis for a complete reorientation of the existing research and development strategies in the brick industry, as well as in related industries, and to secure and expand the worldwide innovation leadership of Austria in this field.

Due to the above-mentioned improvement potentials on several levels, energy savings of up to 15% can be expected in the production process, which has already been proven by CFD simulations. The size of possible reduction of greenhouse gas emissions by increasing the thermal insulation with simultaneously slimmer masonry wall structures was estimated with 31% for residential areas.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Wien

## **Projektpartner**

- Wienerberger AG