

Entwicklung von hybriden Mauersteinen mit verbesserten wärmedämmenden Eigenschaften

Universität von Luxemburg

N. Leufgens, D. Waldmann, S. Maas, A. Zürbes



- **Einleitung**
- **Ziel des Forschungsprojektes**
- **Bauphysikalische Grundlagen**
- **Leichtbeton - Lightweight Aggregate Concrete (LAC) & Wärmedämm-Materialien**
- **Experimentelle Untersuchungen**
- **FEM-Berechnungen**
- **Zusammenfassung & Fazit**

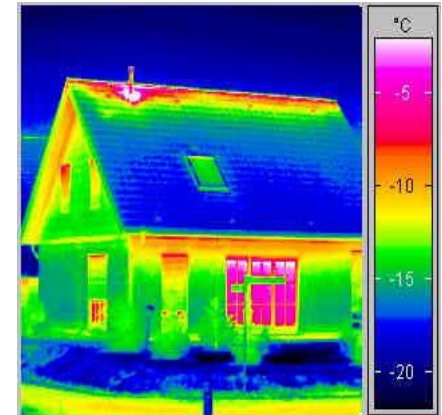
Beschreibung des Projektes

□ Einleitung

- **Entwicklung neuer Leichtbetonrezepturen**
- **Anwendung von neuartigen Verbundwerkstoffen**
- **Entwurf neuer Steingeometrien bei Beachtung der mechanischen & thermischen Anforderungen, Marktstudie an existierenden Mauersteinen**



Verbesserung der wärmedämmenden Eigenschaften einer hybriden Aussenwand bei Berücksichtigung der Anforderungen an die Dauerhaftigkeit und mechanischen Eigenschaften



Ziel

- Einleitung
- Ziel

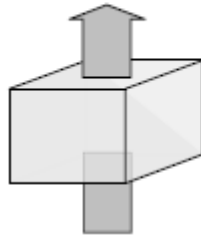
- **Anvisierter Wärmedurchgangskoeffizient**
 $U < 0,25$ [W/m²K];
entsprechend einer Verbesserung von 20% bis
35 % der zur Zeit in Luxemburg hergestellten
Mauersteine
- **Festgelegte Wandstärke beträgt 30 cm**
- **Ziel soll ohne zusätzliche**
Wärmedämmmaterialien oder
Fassadenelementen erreicht werden



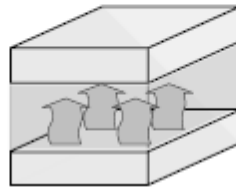
Bauphysik- Wärmeübertragungsmechanismen

- Einleitung
- Ziel
- Grundlagen

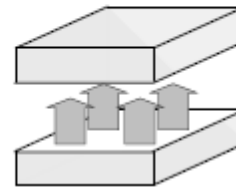
Wärmeleitung



Konvektion



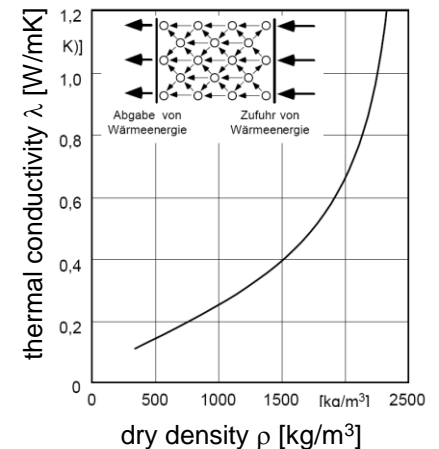
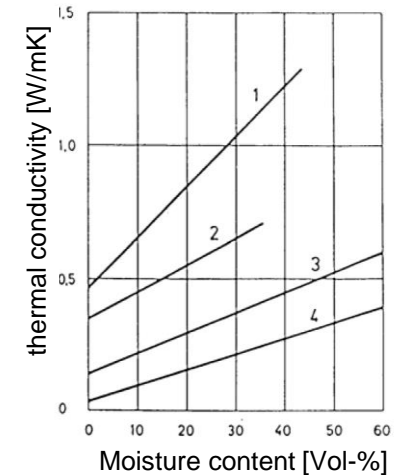
Strahlung



Einflussfaktoren auf Wärmeübertragungsmechanismen:

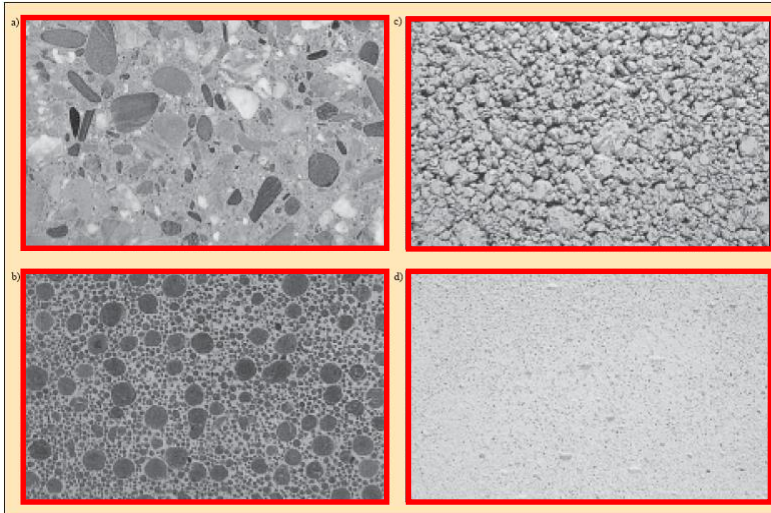
Die Wärmeübertragungseigenschaften von können

- Variieren auf Grund der Variation der Materialzusammensetzung
- durch Feuchtigkeit beeinflusst werden
- sich zeitabhängig verändern
- verändern sich mit der Mitteltemperatur



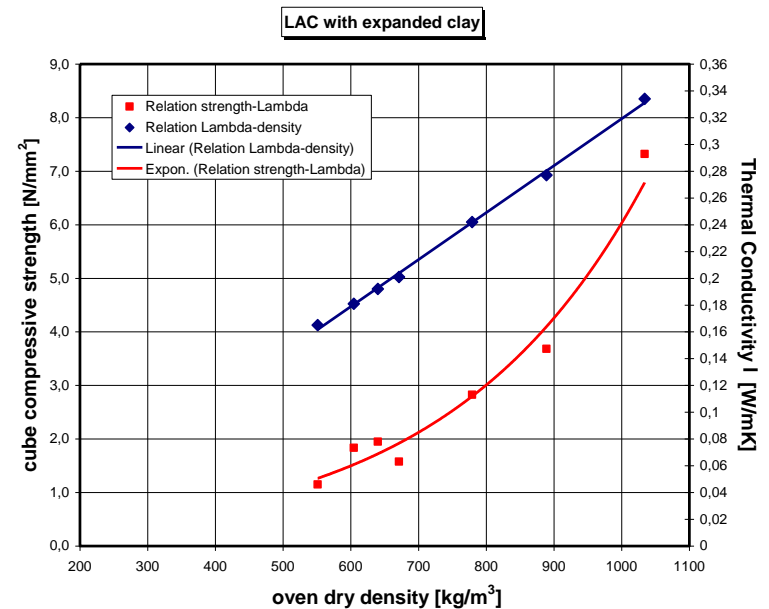
Leichtbeton / Lightweight Aggregate Concrete (LAC)

- Einleitung
- Ziel
- Grundlagen
- LAC & Dämm-Materialien



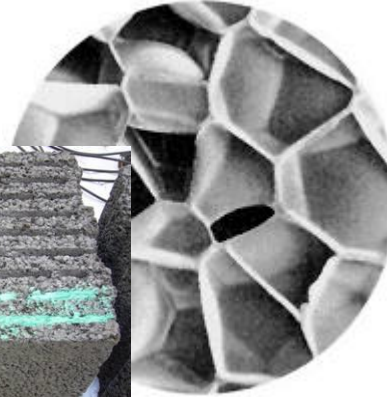
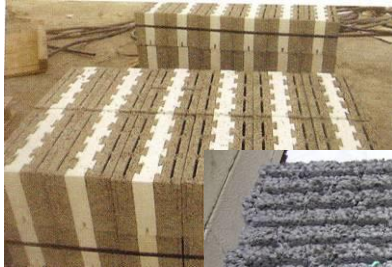
- **Nachteil:**
 - weniger dichte Struktur
 - geringere Festigkeit, geringerer E- Modul
 - Anforderungen an Voll- und Hohlblöcken nach DIN-Vorschriften
 - $f_{ck,Block} > 2,0$ [MPa]

- **Vorteil :**
 - niedrige λ - Werte [W/mK],
 - wegen geringer Rohdichten
 - $\rho < 2,0$ [kg/dm³]



Wärmedämm-Materialien

- Einleitung
- Ziel
- Grundlagen
- LAC & Wärmedämm-Materialien



➤ Künstlich:

- PUR / EPS-
Verwendung eines 2-
Komponenten
Polyurethan-Schaums

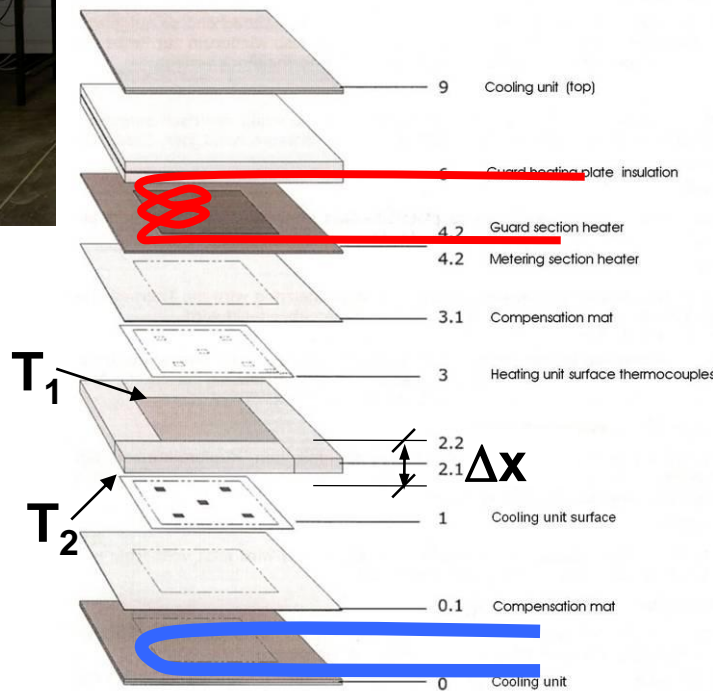
➤ Natürliche nachwachsende Rohstoffe

- Cannabis
- Flachs
- kork
- Mineralfaserplatten
- Perlite



Thermische Laborversuche

- Einleitung
- Ziel
- Grundlagen
- LAC & Wärmedämm-Materialien
- Experimente



➤ Plattengerät- Einplattenverfahren

$$\lambda = \frac{\dot{Q}}{A} \cdot \frac{\Delta x}{T_1 - T_2}$$

\dot{Q} = durchschnittl. Leistung, die auf die Messfläche der Heizplatte aufgebracht wird

Mechanische Laborversuche

- Einleitung
- Ziel
- Grundlagen
- LAC & Wärmedämm-Materialien
- Experimente

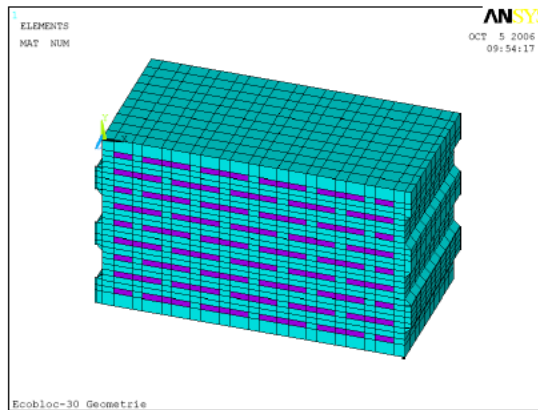
- **Ermittlung von Materialparametern für die FE-Analyse**
 - für jeden Leichtbeton, der getestet wurde &
 - für jeden Mauerstein aus der Marktstudie



Vollblock SW aus Leichtbeton

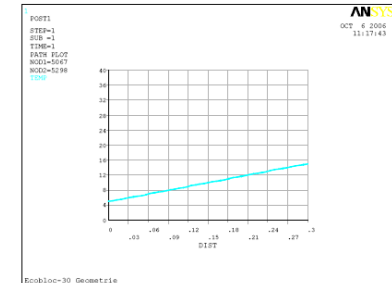
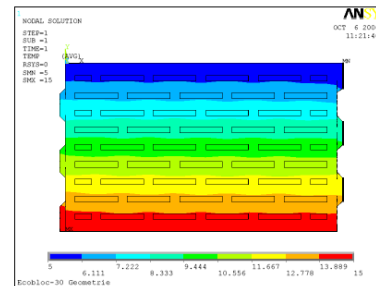
- Einleitung
- Ziel
- Grundlagen
- LAC & Wärmedämm-Materialien
- Experiments
- Finite Element Analyse

■ **Thermische Analyse eines Vollblocks hergestellt in Luxembourg**



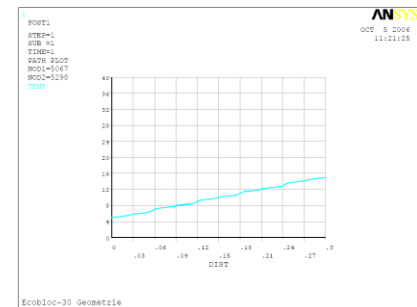
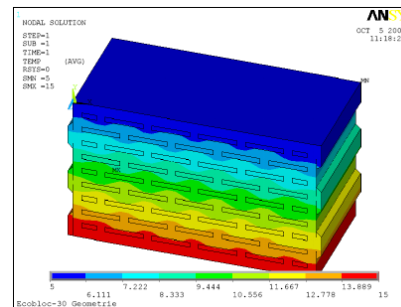
Fall 1:

LC: $\lambda = 0,175$ [W/mK]; air: $\lambda = 0,09$ [W/mK]



Fall 3:

LC: $\lambda = 0,175$ [W/mK]; PUR: $\lambda = 0,03$ [W/mK]

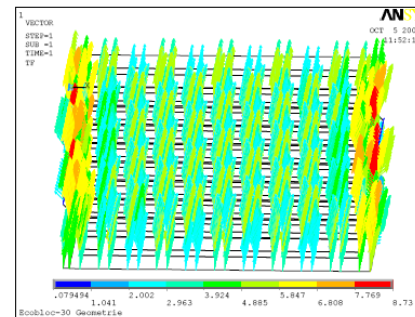
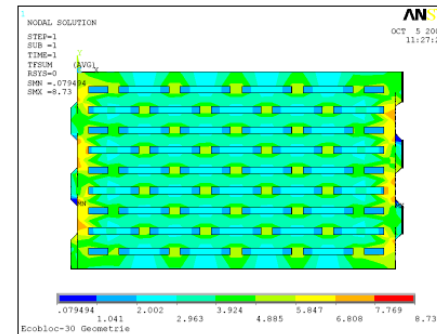
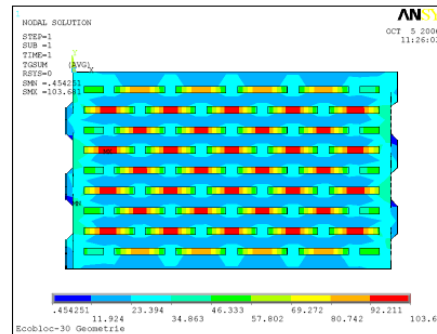


Vollblock SW aus Leichtbeton

- Einleitung
- Ziel
- Grundlagen
- LAC & Wärmedämmmaterialien
- Experimente
- Finite Elemente Analyse

Fall 3:

LC: $\lambda = 0,175$ [W/mK]; PUR: $\lambda = 0,03$ [W/mK]



Skandinavischer Sandwich Block – Thermische Resultate

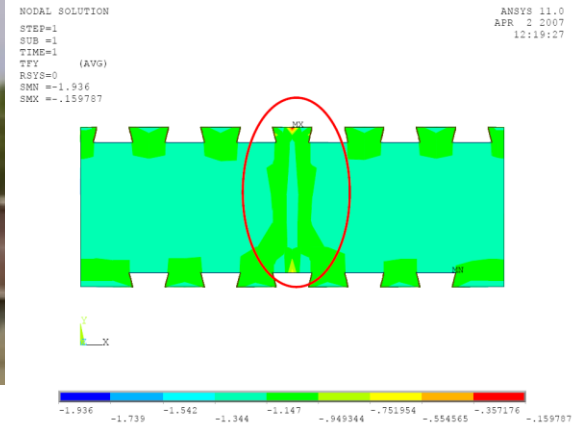
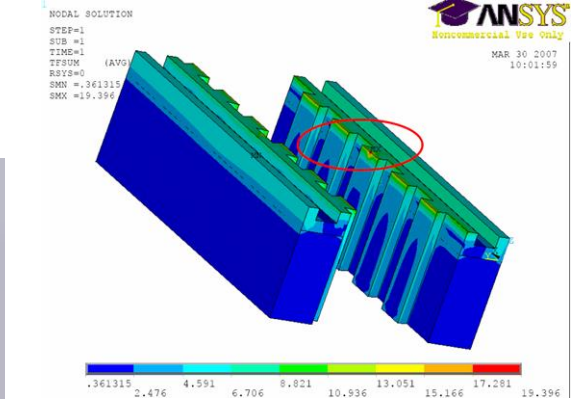
- Einleitung
- Ziel
- Grundlagen
- LAC & Wärme-dämm-Materialien
- Experiments

- Finite Elemente Analyse

■ Thermische Analyse eines Vollblocks hergestellt in Finnland

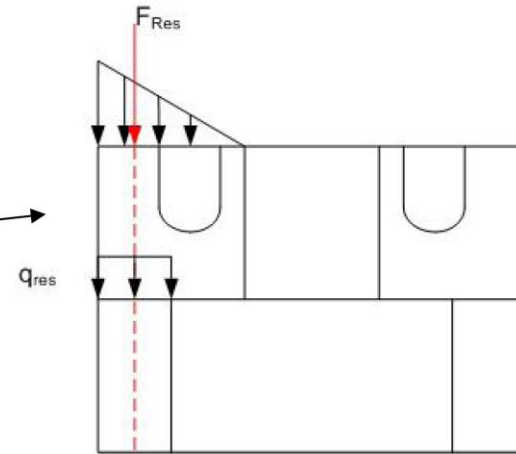
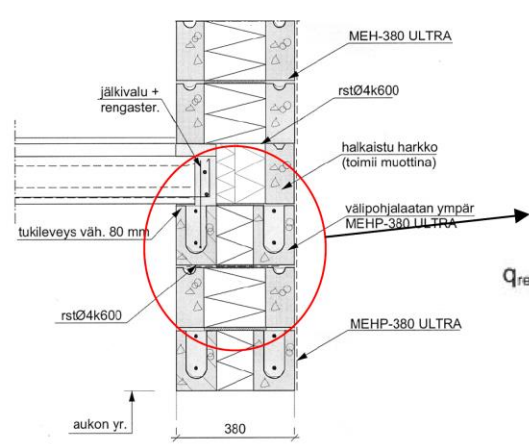


Source: Lujabetoni, Finland

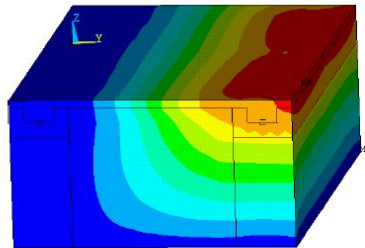


Skandinavischer Sandwich Block – Statische Resultate

- Einleitung
- Ziel
- Grundlagen
- LAC & Wärmedämmende Materialien
- Experimente
- Finite Elemente Analyse



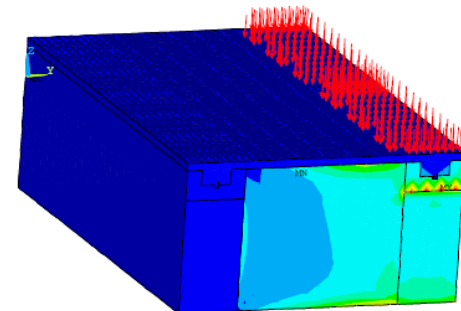
NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =1
TIME=1
USUM (AVG)
RSYS=0
SMX = .429E-04
SMN = -.429E-04



ANSYS 11.0
APR 5 2007
09:44:24



NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =1
TIME=1
EPELQV (AVG)
SMX = .724E-03
SMN = -.161E-03
PRES-NORM



ANSYS 11.0
APR 5 2007
10:47:19



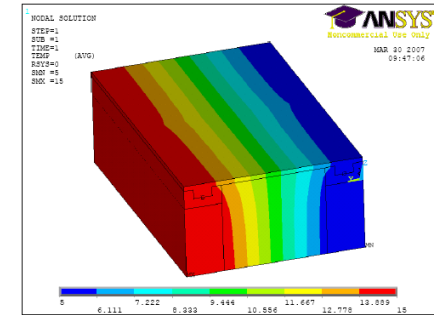
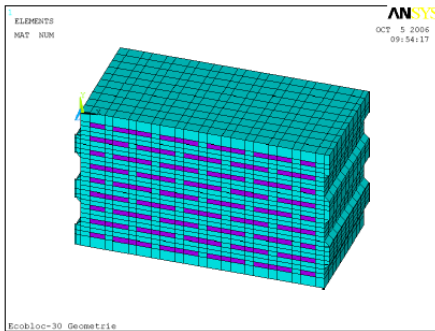
Zusammenfassung & Fazit

- Einleitung
- Ziel
- Grundlagen
- LAC & Wärme-dämm-Materialien
- Experiments
- Finite Elemente Analyse
- Fazit

- Die gemessene Wärmeleitfähigkeit ist untrennbar verbunden mit: Materialrohddichte, Feuchtegehalt, Messtemperatur & speziell für Mauersteine verbunden mit der Geometrie der inneren Luftkammern im Stein
- Relation zwischen gemessenen Rohdichten, Wärmeleitfähigkeiten und der Druckfestigkeiten → Mathematisches Model zur Verwendung in einer FEM-Berechnung
- Die Finite Element Methode (FEM) stellt eine angemessene Methode zur Modellierung und Analyse von einzelnen Strukturen für therm. u. stat. Berechnungen dar. Die numerischen Ergebnisse die anhand 2D-Berechnungen und Experimenten überprüft wurden, zeigen eine gute Übereinstimmung
- Akkurate Resultate in einer geringen Zeitspanne, erlauben die schnelle Optimierung von Steingeometrien von Prototypen → FEM spart Kosten durch die Reduzierung von Experimenten im Originalmaßstab

Ende

- Einleitung
- Ziel
- Grundlagen
- LAC & Wärmedämm-Materialien
- Finite Elemente Analyse
- Fazit



Danke für Ihre Aufmerksamkeit !

