

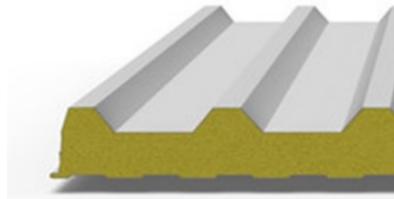
Bachelor-Diplomarbeit Bautechnik

# Studie zur Entwicklung eines Natursteinwand-Elementfassaden-Verbundsystems

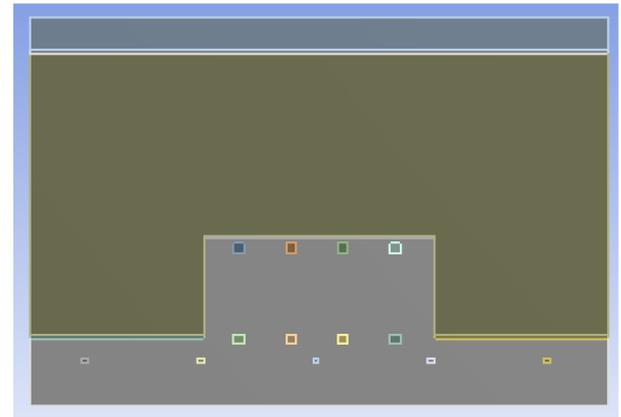
Beispiel einer Natursteinfassade



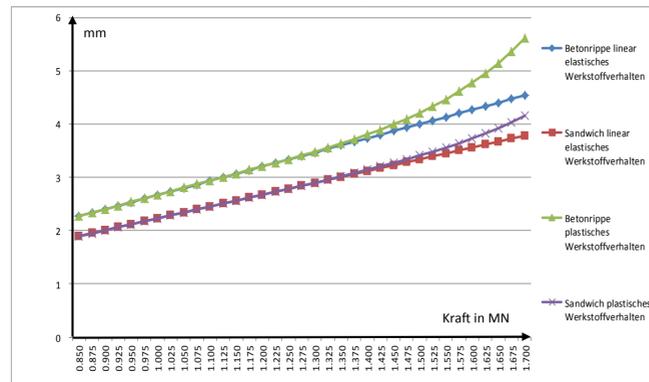
Typisches Sandwichbauteil



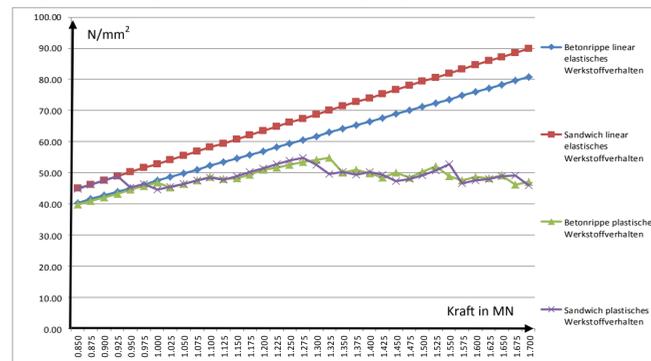
Querschnitt des Finite-Elemente-Modells



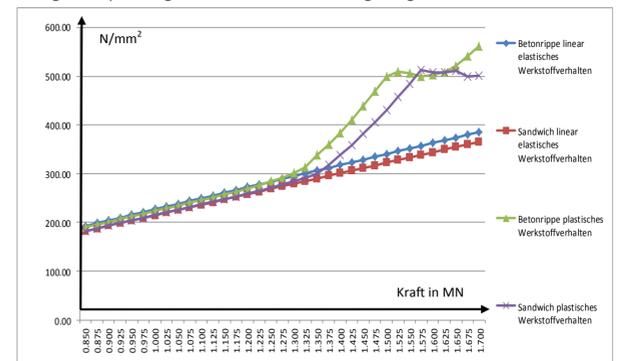
Gesamtverformung der Wand bei einer Laststeigerung



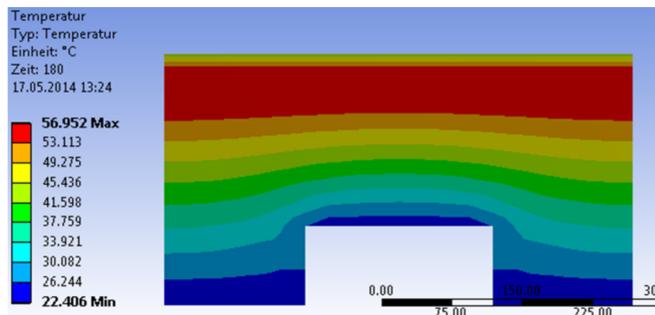
Vergleichsspannung im Beton bei einer Laststeigerung



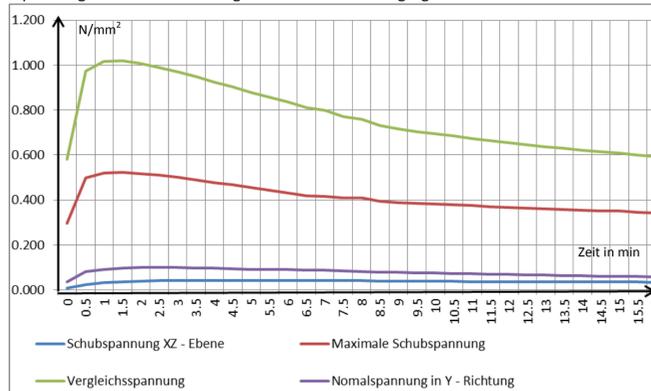
Vergleichsspannung im Stahl bei einer Laststeigerung



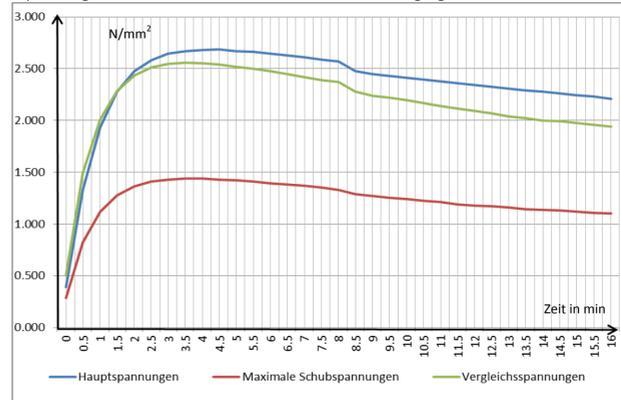
Temperaturprofil nach 3 Minuten Schlagregen



Spannungsverlauf der Klebefuge während dem Schlagregen



Spannungsverlauf des Natursteins während dem Schlagregen



## Problemstellung

Naturstein verklebt mit schubfester Isolation und als Traggerüst Beton auf der inneren Seite einer Gebäudehülle. Diese Konstruktion bietet auf dem Markt in der Montageschwindigkeit und in einem dünneren Aussenwandaufbau viele Vorteile. Zudem wird—verglichen mit dem normalen, vorgehängtem System—durch den statischen elastischen Verbund zwischen Beton und Naturstein bei einem Ausknicken der Wand zusätzliche Steifigkeit aktiviert.

Der Verbund ist allerdings schwierig zu bemessen. Aufgrund der verschiedenen Materialien im Sandwichkern, die alle eigene, meistens für die Bemessung noch unbekannte Steifigkeitseigenschaften besitzen, wird die Bemessung von Hand fast unmöglich. Was passiert in den Klebefugen bei einem Versagen der tragenden Wand? Bei einem Versagen des Betons haben diese Materialien den Tragwiderstand erhöht. Bricht die Klebefuge hin-

gegen bei einer Überbelastung der Wand, kommt es zu einem plötzlichen Steifigkeitsverlust, was ein sprödes Versagen der Wand bedeutet. Solche Brucharten will man in der Baukunst nicht.

Die Projektgruppe „Natursteinwand-fassaden-element“ forscht seit dem 17.8.2012 intensiv in diesem Gebiet. Sie haben neben Berechnungen und einem Finite-Elemente-Modell bei 3 Prüfkörpern ein Tragfähigkeitsversuch durchgeführt und eine Wand auf Wind- und Schlagregendichtheit geprüft.

## Lösungskonzept

Ein Wandelement von 1 Meter Breite und 3 Meter Höhe ist auf seine Versagensart bei einer Lastüberschreitung studiert worden. Dabei ist die Technik der Finite-Elemente-Methode zur Berechnung der Spannungen in der Isolation und in den Klebefugen angewendet. Um die komplexe Trag-

fähigkeit zu eruieren, wurden immer wieder einfache Handrechnungen zur Plausibilisierung durchgeführt.

Im Sommer, wenn die Sonne auf den Naturstein brennt, erwärmt sich der Naturstein auf über 60°C. Bei einem plötzlichen Gewitterregen kühlt die Oberfläche des Steins relativ schnell ab. Mit einfachen Überlegungen und Rechnungen ist die Abkühlgeschwindigkeit bei Schlagregen hergeleitet. Mit dieser Zeit und der Wärmeabgabeleistung wird das Temperaturprofil in der Wandkonstruktion errechnet. Durch den Temperaturunterschied will sich der Naturstein krümmen, kann dies aber nicht, da er durch die Verklebung gehalten wird. Es treten Spannungen im Stein auf. Hält der Naturstein diese Spannungen aus oder kommt es zu Abplatzungen?

## Kilian Arnold

Betreuer:  
Prof. Dr. Klaus Kreher  
Gil Schwegler

Experte:  
Thomas Walther

Forschungsgruppe:  
Hochschule Luzern CCFM  
Ernst Basler + Partner AG  
Bärlocher Steinbruch und Steinhauer AG  
BEFAG AG