

# Stampflehm-Kuppel

## Campus ETH Höggerberg

### Projektleitung

ETH Zürich, Departement Architektur

Prof. Annette Spiro, Architektur und Konstruktion

Dozent Gian Salis, Wahlfach Material-Werkstatt

### Projektpartner

Hon. Prof. Martin Rauch, UNESCO Chair Earthen Architecture, Lehm Ton Erde GmbH Schlins

Andreas Galmarini, Walt + Galmarini AG Bauingenieure Zürich

Ass. Prof. Dr. Philippe Block, Block Research Group ETH Zürich

Studenten vom Wahlfach Material-Werkstatt, ETH Zürich



Modell Stampflehm-Kuppel

# Zusammenfassung

Auf dem Campus ETH Höggerberg soll als Treffpunkt eine von Studenten entworfene Kuppel aus Stampflehm aufgebaut werden.

## Innovative Lehre

Die Verbindung von theoretischem Studium, Entwurf, praktischen Materialversuchen an Mockups und konkretem Bau durch die Studenten ermöglicht eine ganzheitliche Lernerfahrung.

## Angewandte Forschung

In Zusammenarbeit mit international bedeutenden Experten wird die traditionelle Bautechnik Stampflehm zu bisher nicht realisierbaren Gewölbekonstruktionen weiterentwickelt.

## Nachhaltiges Baumaterial Lehm

Innovation steigert die Attraktivität vom nachhaltigen Baumaterial Stampflehm. Der reale Bau der Stampflehm-Kuppel kann das für weitere Lehmbauten nötige Vertrauen schaffen.

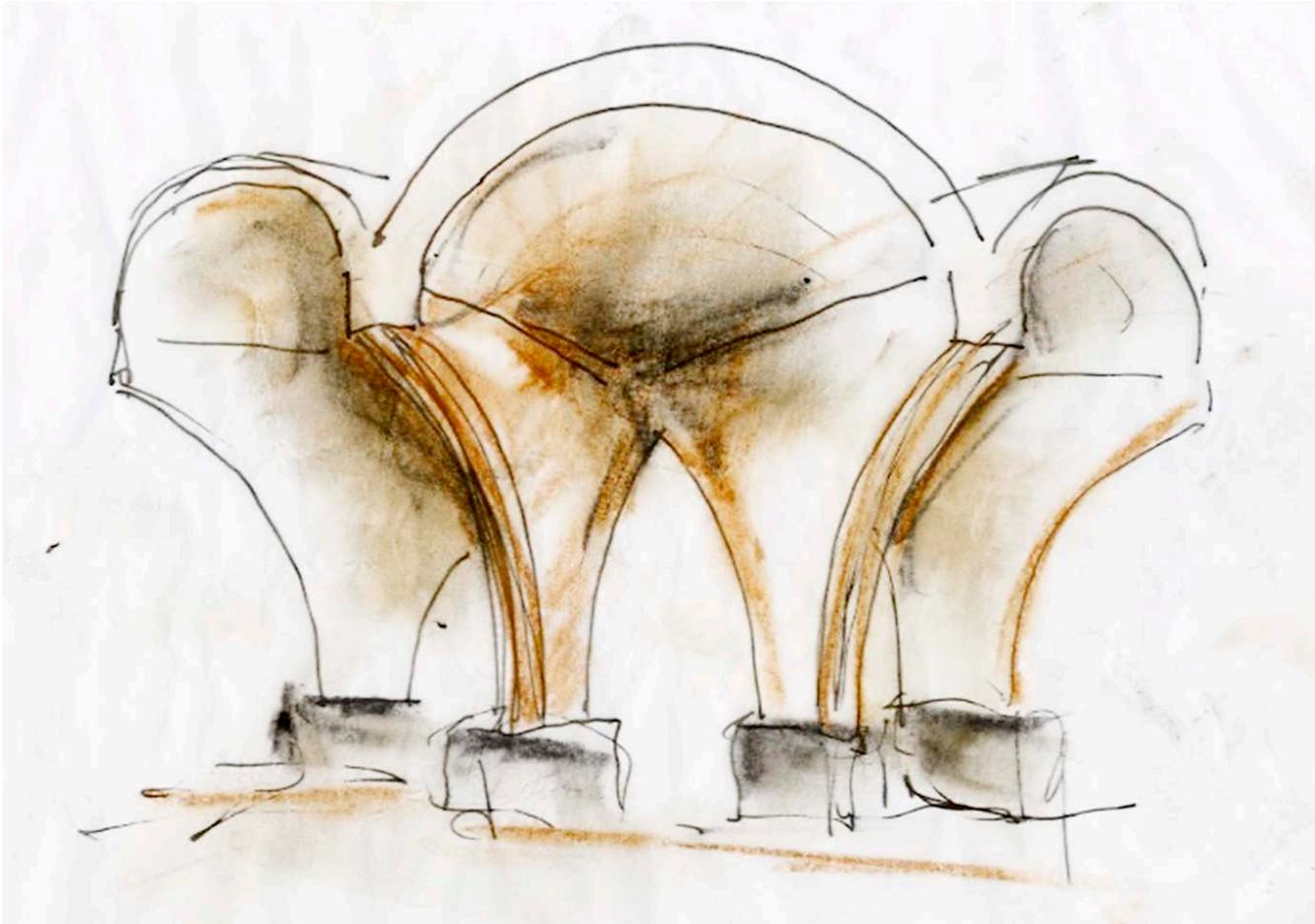
## Attraktivität

Die Stampflehm-Kuppel macht die Lehre und Forschung auf dem Campus der ETH öffentlich sichtbar und ist ein attraktiver Treffpunkt.

## Internationale Positionierung

Auch an andern Hochschulen ist der Lehm-bau ein aktuelles Thema, zum Beispiel an der Harvard University. Unser Projekt geht einen Schritt weiter.





Konzept Skizze von Studenten



Drucktests im Labor und empirisch, Projektkritik mit Experten

# Ziele

## forschendes Lernen – didaktisches Konzept

Das Lehr- und Forschungsprojekt hat zum Ziel, den Zusammenhang von Material, Konstruktion, Form und architektonischem Ausdruck theoretisch und praktisch zu vermitteln. Gesucht wird nach neuen architektonischen Bildern für Bauten, deren Charakter sich über das Material und die Konstruktion definiert. Dies wird untersucht am zukunftsweisenden Baumaterial Lehm und anhand dem real durch Studenten ausgeführten Bau einer experimentellen und dauerhaften Stampflehm-Kuppel als Treffpunkt auf dem Campus ETH Hönggerberg. Das Projekt wird vom ETH-Innovedum-Fonds von Rektor Prof. Dr. Guzzella unterstützt. Im Rahmen der Evaluation wurde es von externen und internen Gutachtern sehr positiv bewertet.

## Stampflehm – nachhaltiges Baumaterial

Aufgrund der starken archaischen Ausdruckskraft, der einzigartigen bauphysikalischen Eigenschaften und seiner Nachhaltigkeit wurden in den letzten Jahren auch in Europa herausragende Bauten mit Stampflehmmauern gebaut. Lehm ist weltweit in fast jedem Aushub vorhanden und könnte zum Bauen verwendet werden. Dazu wird nur sehr wenig graue Energie benötigt, da kein Brennen nötig ist. Die Bindekraft basiert auf der Anziehungskraft der extrem kleinen Ton-Teilchen. Mit Wasser kann diese jederzeit wieder gelöst und das Material perfekt recycelt werden.

Lehmbauten galten als wenig dauerhaft, dies ist aber vor allem deshalb so, weil oft fehlerhaft konstruiert wurde. Intelligent konstruiert sind Stampflehm-Bauten auch in Europa dauerhaft, wie beispielsweise das 1828 gebaute 6-geschossige Wohnhaus in Weilburg in Deutschland beweist.

## Gewölbe aus Stampflehm – innovative Konstruktion

Da Lehm nur Druckkräfte aufnehmen kann, haben wir entsprechende Kuppelformen entworfen. Gewölbe sind bei Lehmbauten weit verbreitet, doch konnten diese bisher nicht in der Technik des Stampflehms ausgeführt werden, obwohl dies bereits 1803 vom Franzosen François Cointeraux theoretisch beschrieben wurde. Möglich wird der Stampflehm-Kuppelbau durch die technische Innovation der Vorfertigung in Elementen. Dadurch sind beim Aufbau die getrockneten Lehmelemente voll tragfähig und abgeschwunden. Zudem können die Elemente gedreht werden, dies ermöglichte uns, die Deckengewölbe einfacher zu stampfen – am fertigen Bauwerk laufen die Stampfschichten dann senkrecht und die Kraft wird ähnlich abgeleitet wie bei einem nubischen Ziegelgewölbe.

Bei Bogen und Gewölben wirken die Kräfte nicht mehr nur senkrecht zu den Stampfschichten wie bei einfachen Mauern. In entsprechenden Druckversuchen konnten wir zeigen, dass dies die Festigkeit nicht negativ beeinflusst.





fertige Stampflehm-Elemente

Gewölbeschalung bauen, Lehm stampfen, Ausschalen, Werkhalle



# Ablauf

## Seminar Wahlfach FS2013 – Entwurf und 1:1 Versuche an Mockups

Nach einer Einführung in das Bauen mit Lehm und einer Exkursion zu Lehm-bauten haben die Studenten in 7 Gruppen Entwürfe erarbeitet. Dabei ging es explizit auch um die Frage, wie Innovationen erreicht und neue architektonische Bilder gefunden werden können. Mit viel Neugierde und Experimentiergeist entwarfen die Studenten wunderbar wilde Projekte. Gemeinsam mit namhaften externen und internen Experten diskutierten und optimierten die Studenten ihre Entwürfe. Dabei zeigte sich, dass die verwegenen Konzepte der Studenten, gepaart mit der praktische Erfahrung der Experten, tatsächlich zu neuen Konstruktionen führen können.

Während dem Semester stand ein Experimentiergelände mit Lehm vom Höggerberg zur Verfügung, wo die Studenten in kleinen Versuchen an Mockups ihre Projektideen und deren Umsetzung 1:1 testen konnten. Dort konnten sie haptische Erfahrung mit dem Material und seinen spezifischen Eigenschaften sammeln und dabei Entdeckungen machen.

## Ausführungsplanung und Tragfestigkeitsnachweis

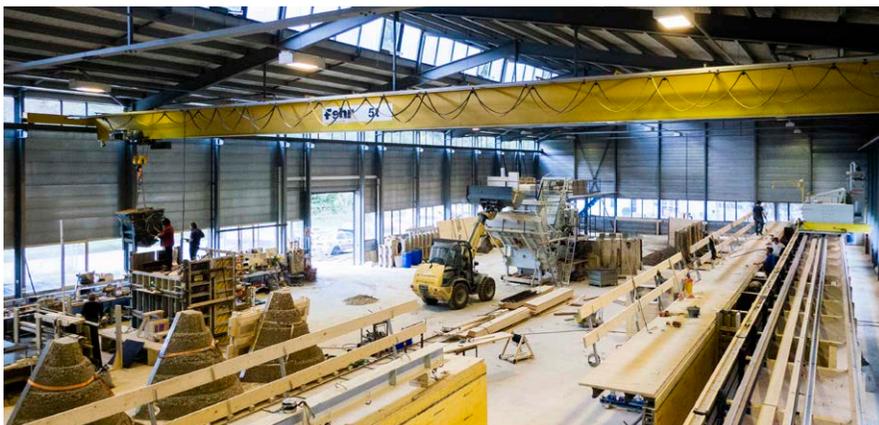
Anschliessend wurde ein Projekt zur Realisierung ausgewählt. Alle Lehm-bau-details und die komplexen Schalungen wurden zusammen mit dem international bedeutendsten Lehm-bauexperte Martin Rauch entwickelt. Ein Betonsockel schützt vor aufsteigender Feuchtigkeit und ein Blechdach gegen Regen. ETH Doktorand Andreas Galmarini ermittelte in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Walt + Galmarini in einem 3D-Statikmodell die maximalen Druck- und Zugspannungen, leitete die Druckversuche und führte den Nachweis der Standfestigkeit der Stampflehm-Kuppel.

## Workshop Vorfertigung Stampflehm-Elemente

In einem zweiwöchigen Workshop in der Werkhalle von „Lehm Ton Erde Schweiz“ in Laufen – wo auch die Elemente für das neue Ricola-Käuterzentrum von Herzog und de Meuron gestampft wurden – konnten wir mit den Studenten die Elemente für die Stampflehm-Kuppel herstellen. Zuerst schreineren wir robuste Schalungen aus Holz. Dann brachten wir den Lehm in Schichten von 12cm ein und verdichteten ihn mit druckluftbetriebenen Stampfern. Dabei konnten die Studenten Erfahrungen sammeln wie sich das zuvor theoretisch geplante auch tatsächlich praktisch umsetzen lässt.

## Aufbau an der ETH

Die nun gestampften Elemente werden in den nächsten Monate trocknen. Wenn die Bewilligungen vorliegen und das noch benötigte Geld zugesagt ist, sollen die Elemente im Juni 2014 unter Mitarbeit von Studenten an der ETH zur Kuppel aufgebaut werden. Die Realisierbarkeit ist technisch gesichert.





# Resultate

## Stampflehm–Kuppel, Standort und Nutzung

Nach Absprache mit den ETH Infrastrukturbereichen Bauten, Betrieb und Standortentwicklung kann die Stampflehm-Kuppel auf dem Campus ETH Höggerberg im zentralen steinerschen Garten als Erweiterung des Aussenbereichs der stark frequentierten Physik-Mensa aufgebaut werden und für ca. 10 Jahre stehen bleiben. Möbliert mit kleinen Tischen und Stühlen erweitert sie die Infrastruktur für einen lebendigen Campus und macht die Forschung an der ETH sichtbar und erlebbar. Mit einem kleinen Fest soll die Kuppel mit Studenten, den Sponsoren und ihren Gästen eröffnet werden.

Im Schatten der Lehmgewölbe wird man neue Projektideen besprechen und ein Sandwich essen oder Erfolge bei einem Apéro feiern können. Dabei soll die Stampflehm-Kuppel den Studenten das Potential des Materials Lehm vor Augen führen und Vertrauen in seine Tauglichkeit als Baumaterial schaffen. Die Innovation von Stampflehm-Gewölben wird zur weiteren Verbreitung des nachhaltigen Baumaterials Stampflehm beitragen und sich im architektonischen Ausdruck zukünftiger Bauten manifestieren.

## Buch-Publikation

Begleitend soll wenn möglich ein kleines Buch publiziert werden. Darin soll die Kuppel präsentiert und die Erkenntnisse aus dem Projekt in der Forschung und der Lehre reflektiert werden. Zudem sollen weitere Studenten-Arbeiten aus dem Wahlfach Material-Werkstatt Stampflehm veröffentlicht werden.

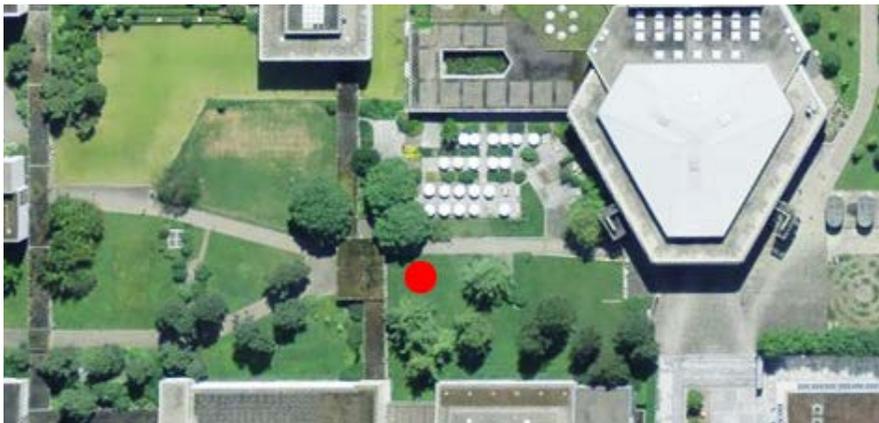
Die Publikation soll unsere Arbeit einem breiten Publikum zugänglich machen, zur Diskussionen über Entwicklungen im Stampflehmbau beitragen und zu weiteren innovativen Stampflehmbauten anregen.

## Ausstellung

Die bestehende Partnerschaft mit der Baumaterial-Sammlung in der ETH-Baubibliothek und dem Verein Materialarchiv.ch soll genutzt werden, um gleichzeitig zur Eröffnung der Stampflehm-Kuppel Materialmuster und Datensätze zum Baumaterial Lehm in die Sammlung zu integrieren. Im Rahmen einer kleinen Ausstellung sollen diese Materialien und Studentenarbeiten aus dem Wahlfach Materialwerkstatt Stampflehm gezeigt werden.

## Medienberichte

Medienberichte in Fachzeitschriften und anderen Medien werden angestrebt. Bisher wurde im Architektur-Heft Hochparterre und im Newsletter Swiss-Architects über den Workshop berichtet.





fertige Stampflehm-Elemente

# Beteiligte

## Ausführung:

Ausführungsplanung:

ETH Zürich Professur Annette Spiro, Dozent Gian Salis und Studenten  
Lehm Ton Erde GmbH, Martin Rauch, Thomas Honermann, Clemens Quirin,  
Laura Marcheggiano

Tragwerksplanung: Andreas Galmarini Dipl. Ing. ETH/SIA und Dr. Ing. Oliver  
Bruckermann, Walt + Galmarini AG

Bauleitung Workshop: Martin Rauch, Dominik Abbrederis, Hanno Burtscher

Studenten: Anna Hüveler, Botian Li, David Brunner, Elias Binggeli, Julianne  
Gantner, Lorraine Haussmann, Lukas Nacht, Manuel Lergier, Nina Hug, Patricia  
Lehner, Simon Schoch, Simon Burri, Thomas Meyer, Valentin Surber, Zimu  
Wang, Ziyue Ding

## Entwurf:

Studenten vom Wahlfach Material-Werkstatt FS13 unter Leitung von Dozent  
Gian Salis: Johan Alvfors, Georg Bachmann, David Brunner, Simon Burri, Ziyue  
Ding, Julianne Gantner, Lorraine Haussmann, Nina Hug, Anna Hüveler, Nadine  
Jaberg, Ricardo Joss, Mathias Lattmann, Manuel Lergier, Botian Li, Beat Lüdi,  
Audrey Mondoux, Lukas Nacht, Remo Reichmuth, Simon Schoch, Valentin Sur-  
ber, Zimu Wang, Jessica Wilcox, Basil Witt, Francesca Wyser, Andreas Zimmerli

Experten Lehmbau: Martin Rauch, Hanno Burtscher, Lehm Ton Erde GmbH

Experte Tragwerksentwurf: Ass. Prof. Dr. Philippe Block, Block Research  
Group ETH Zürich

Gäste:

Sandra Gredig, Stab Veranstaltungen & Standortentwicklung, ETH Zürich  
Markus Zubler, Infrastrukturbereich Bauten, ETH Zürich

Prof. Dr. em. Hans Hugj, Professur für Tragkonstruktion, ETH Zürich

Peter Hutter, Dipl. Arch ETH, Barao Hutter Architekten, St. Gallen

Prof. Dr. Guillaume Habert, Professur für Nachhaltiges Bauen, ETH Zürich



**herzlichen Dank für die grosszügige finanzielle Unterstützung:**

ETH Innovedum Fonds, Lehm Ton Erde GmbH, Walt + Galmarini AG



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich