

Think Earth

–

Lehm als Brücke von
der Tradition in die
Zukunft

Uwe Teutsch
Institut für Bauingenieurwesen
Hochschule für Technik & Architektur Luzern

HSLU

Lehmbau Dadestal Marokko



Tradition

Erkenntnisse und Projektion in die Zukunft für den Lehm-bau

Innosuisse Flagship Think Earth





Altstadt von Sanaa, Jemen
2350 m.ü.M, 1.7 Mio
Einwohner



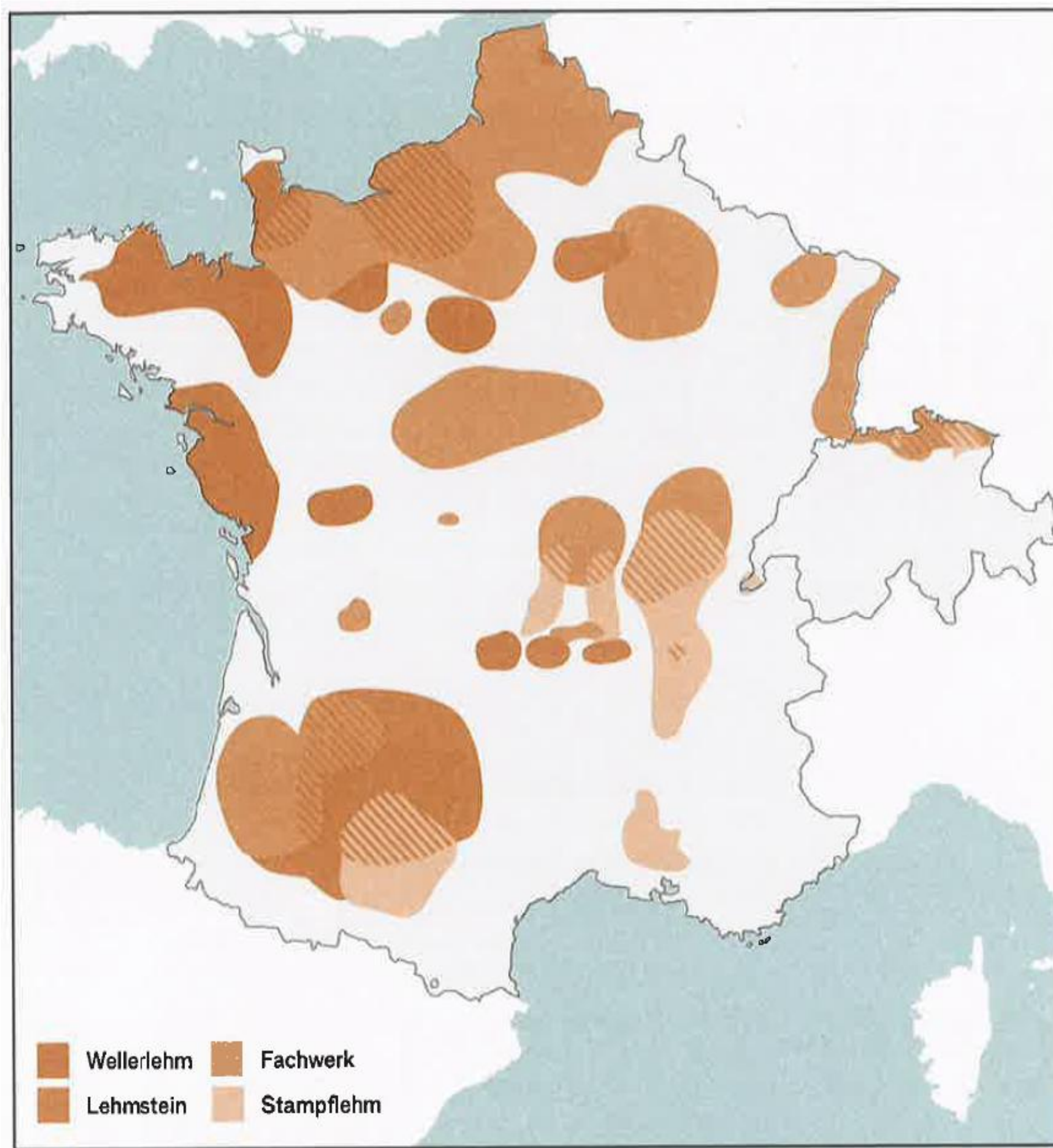
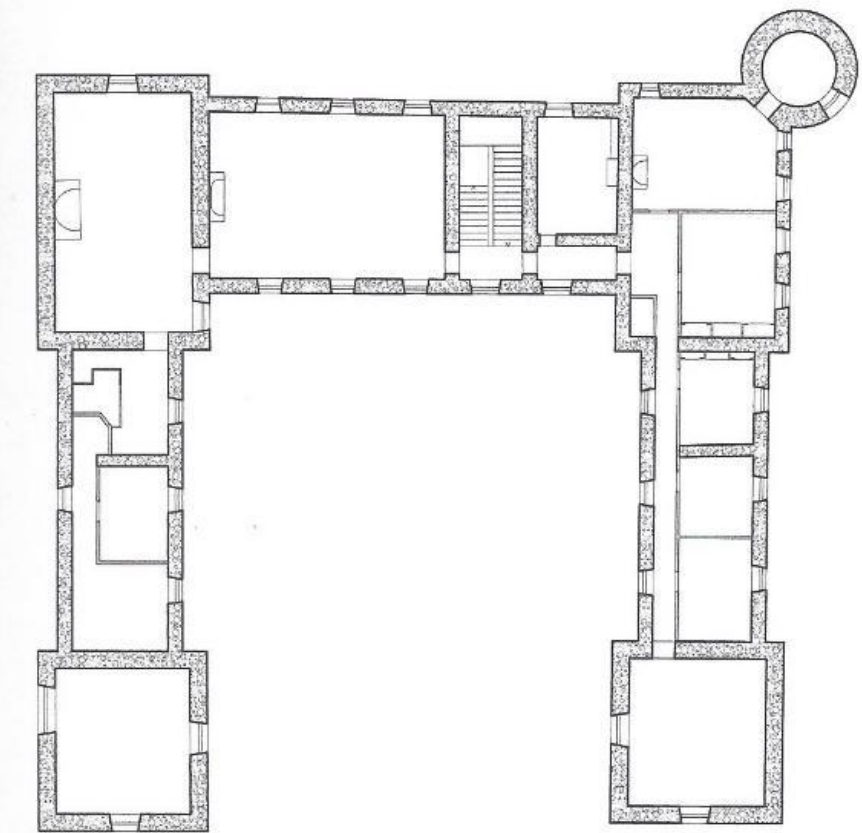


Bild der Lehm-Bauweisen in Frankreich und der Schweiz, Quelle: Pisé-Stampflehm; Hrsg. R. Boltshauser



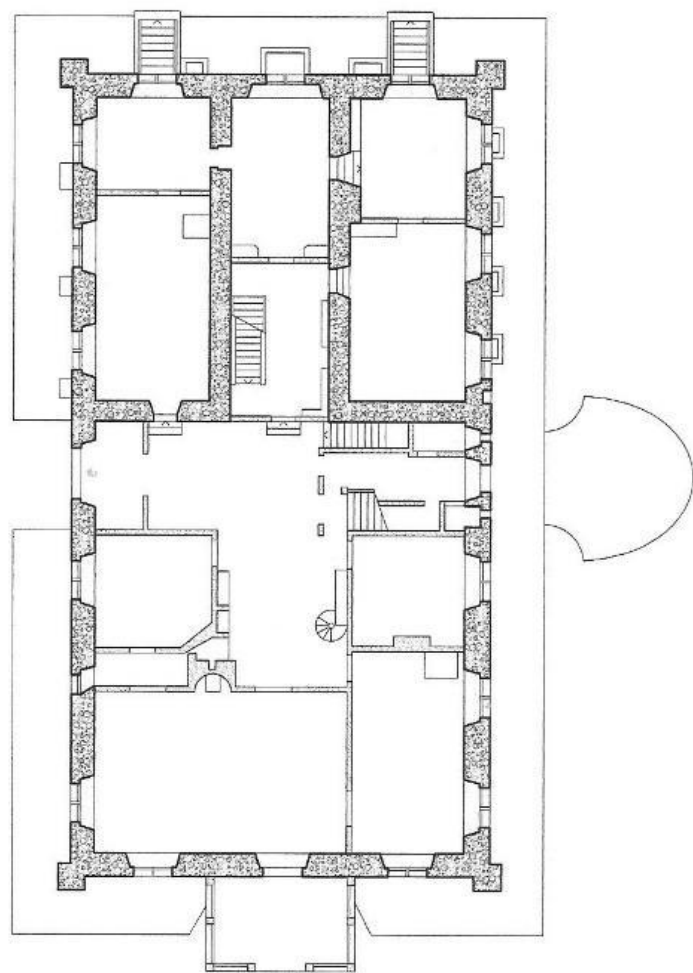
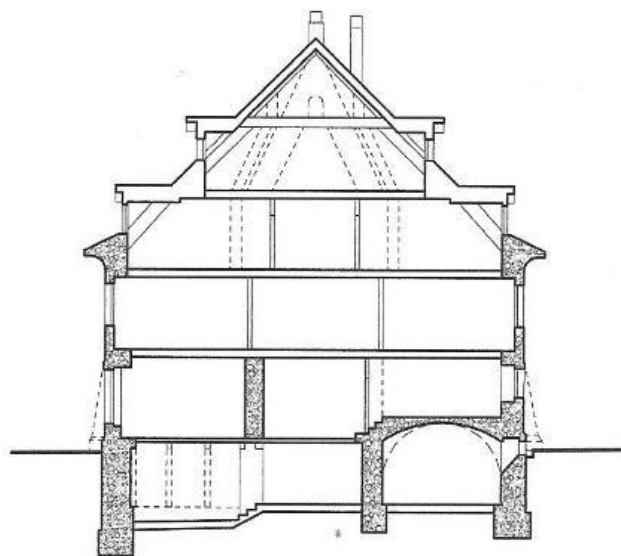
Château de Vaugirard, Region Rhone-Alpen, 17.Jahr.



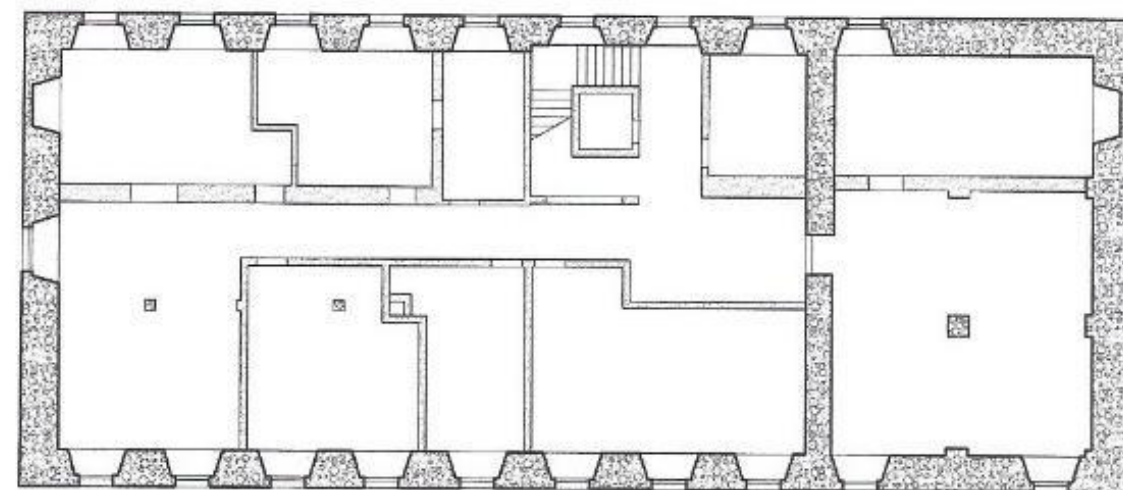
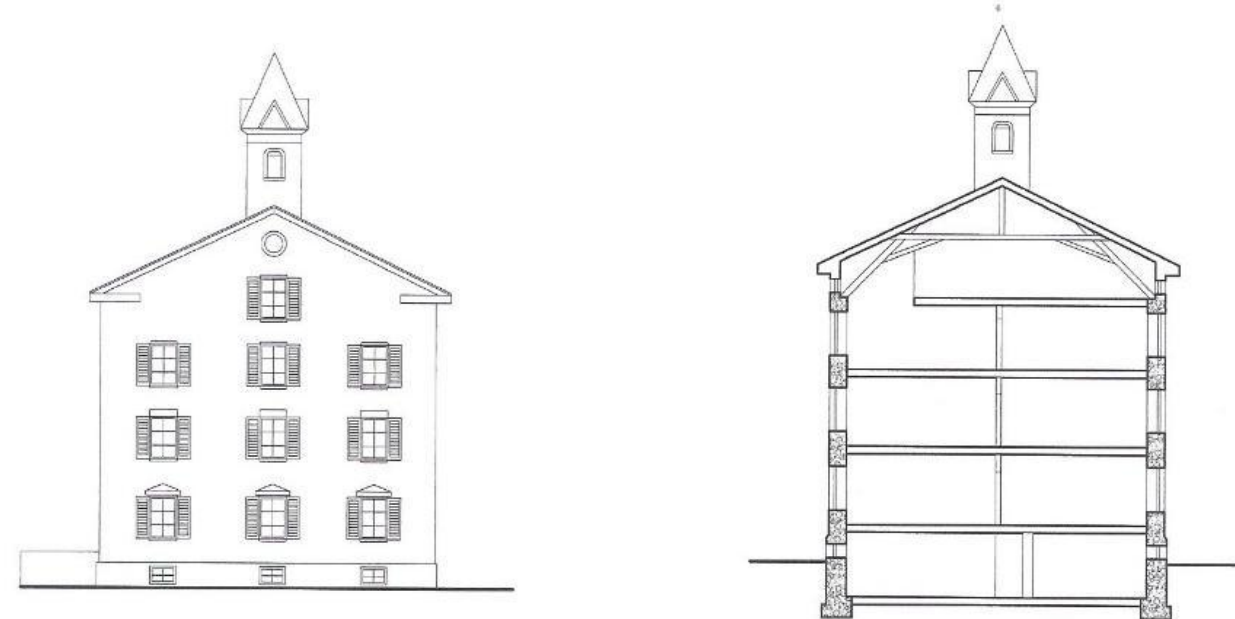
Landwirtschaftsensemble «Grange Neuve»;
Francheleins; Region Rhone-Alpen, vermutlich Ende
18.Jahr.



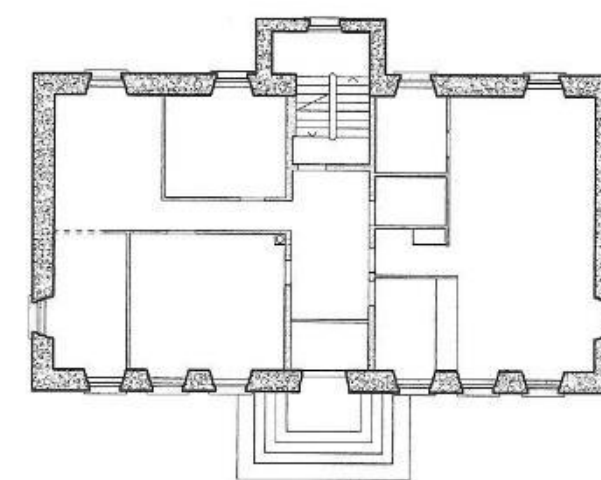
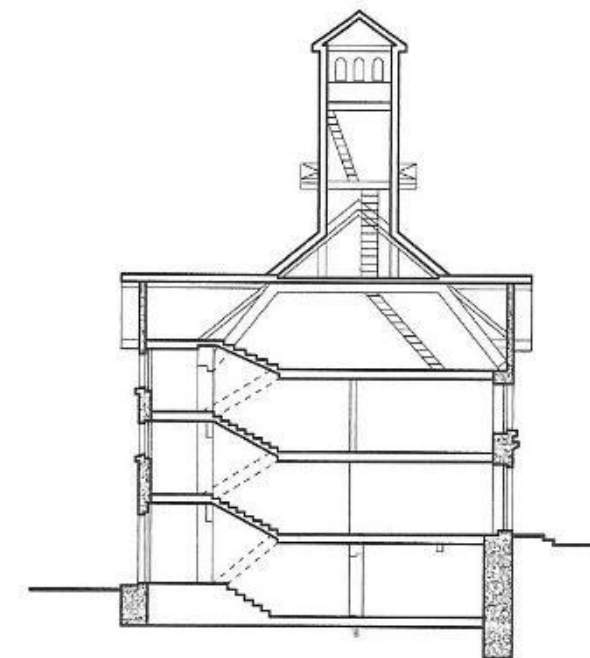
Stall; Saint-Didier-d`Aussiat;
Region Rhone-Alpen, circa 1844



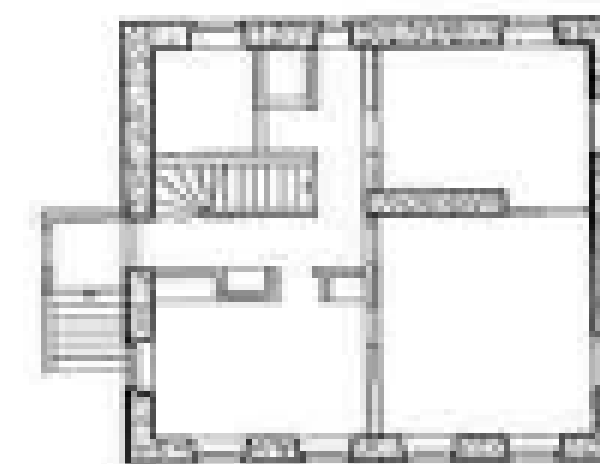
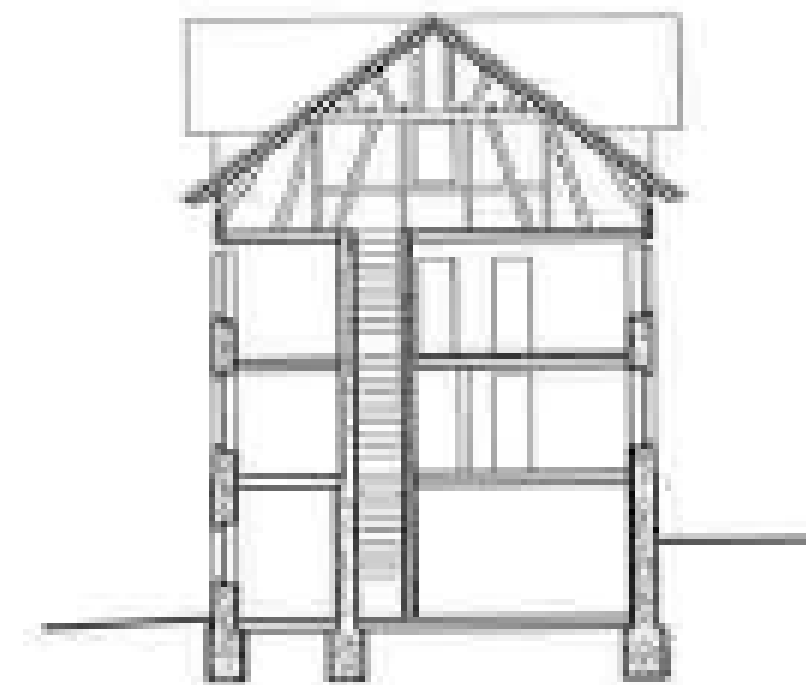
Kaufhaus, Hauptwil 1667, Wände bis 1. OG Stampflehm, dann Riegelbau, verputzt, heute Wohnhausnutzung



Fabrikgebäude Textilfabrikant Heitz, Münchwilen, 1860 in Stampflehm, verputzt



Schulhaus, Thundorf, 1843, Wände in Stampflehm verputzt, heute Gemeindeverwaltung



Wohnhaus Staub, Wittenbach, 1868 Wände in Stampflehm verputzt



Erkenntnisse aus traditionellem Lehmbau

- Lehmbau ist kein «Arme Leute» Baumaterial und hat auch eine Tradition in der Schweiz
 - Dauerhaftigkeit möglich unter Beachtung der Materialeigenschaften
- Lehm war stets eine lokal verfügbare, günstige Ressource mit lokaler Handwerkerschaft
 - Lehmbau ist eine arbeitsintensive Bauweise
- Lehmbau ist nach der Industrialisierung verschwunden



Aus der Tradition in die Zukunft

- lokale und industrielle Produktion von zuverlässiger Qualität des Baumaterials Lehm
- automatisierte Herstellung/Produktion und Fertigteilbauweise von Lehmbauteilen
- Lehm nach seinen Stärken einsetzen und Konstruktive Regeln entwickeln
- Trennbarkeit der Schichten/Materialien und der Verbindungen von Tragwerkselementen
(Rückbau und Recycling/Re-Use mitdenken)
- Prozesse zur Zirkularität des Baustoffes Lehm aufzeigen
- Dokumentationen und Normen

Innosuisse Flagship (2024-2029) Regeneratives Bauen «Think Earth»



- **Lehm als industriellen Baustoff entwickeln**
- **Mechanische Eigenschaften des Baustoffes Lehm ermitteln**
- **Automatisierung und Fertigteilbauweise im Lehmbau**



- **Optimierung Recycling und Wiederverwendungsrate von Holz**
- **Auf- und Abbau von Tragkonstruktion**



- **Holz-Lehm-Hybridbau entwickeln**
 - => thermische Masse des Lehms nutzen
 - => Raumbildung und Raumkonditionierung durch Lehm
 - => Einsparung von Gebäudetechnik



Teilprojekt 1: Erdbasierte Baustoffe >



Teilprojekt 2: Zusatzstoffe zur
Schwindreduzierung >



Teilprojekt 6: Digitale IDs für
regenerative Materialien >

Erkundung,
Gewinnung,
Klassifizierung



Teilprojekt 3: Produktion und Trocknung
Gusslehmfertigteile >



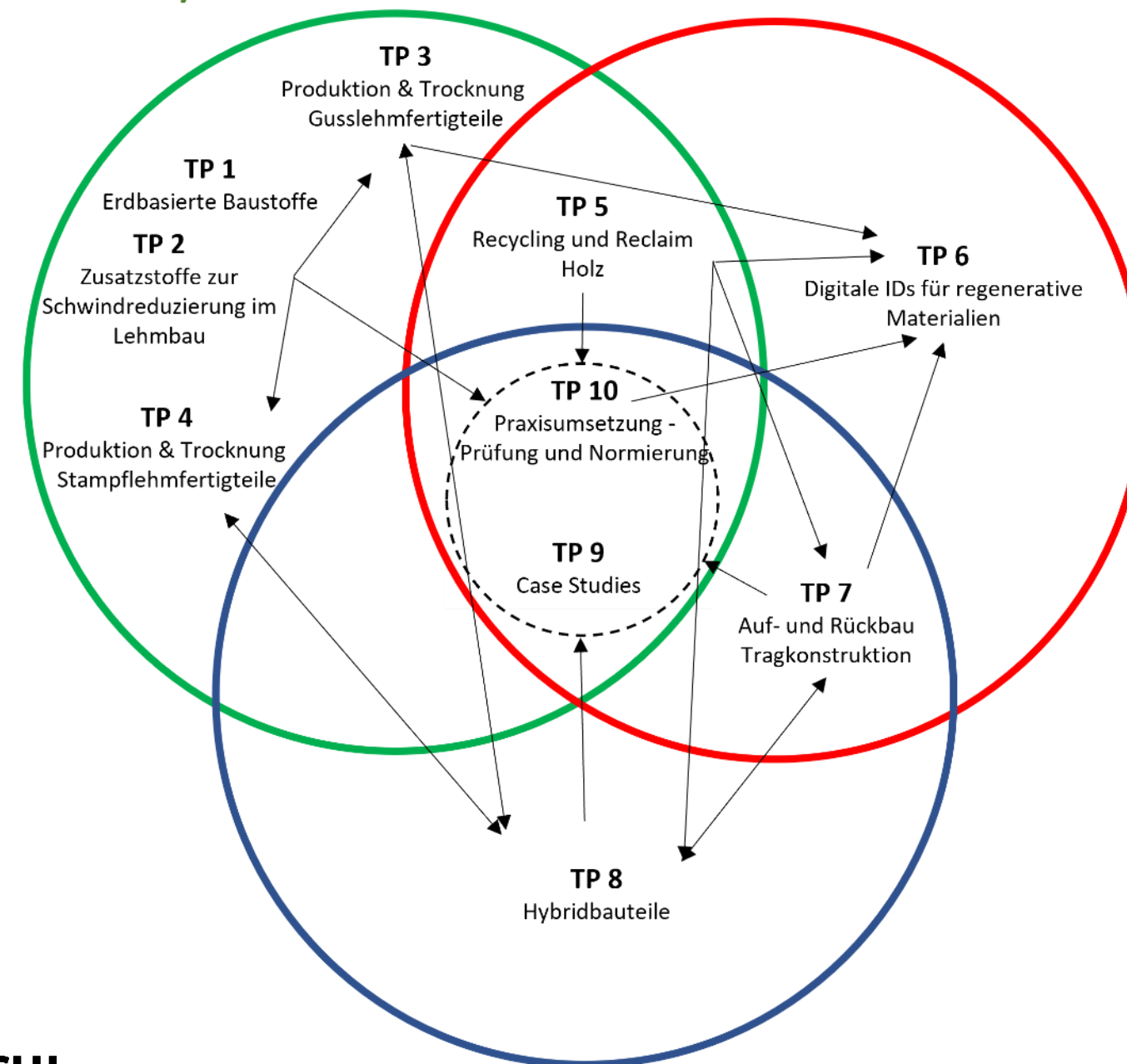
Teilprojekt 4: Produktion und Trocknung
Stampflehmfertigteile >

Systeme Innovation durch:

- Interdisziplinarität
- In allen Bereichen der Wertschöpfungskette

Materialien/Prozesse

Zirkularität & Re-use



Energie/Ingenieurbau/Architektur

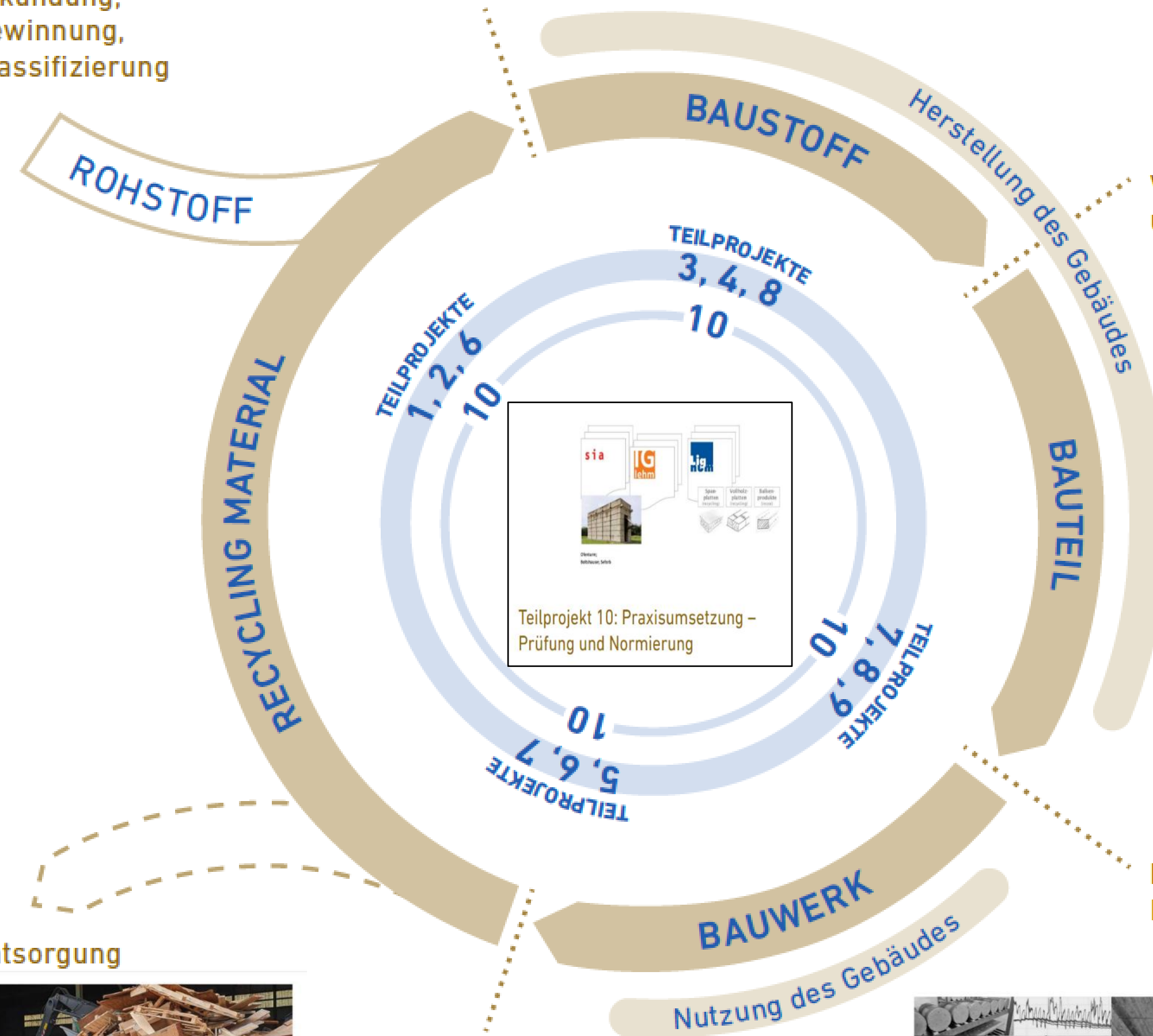
HSLU

Entsorgung

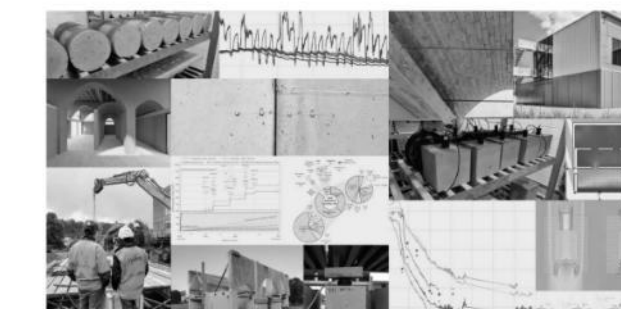


Teilprojekt 5: Recycling und
Wiederverwendung von Holz >

Aufbereitung,
Formgebung,
Trocknung



Gebäude-Abbruch
Recycling



Teilprojekt 9: Case Studies >

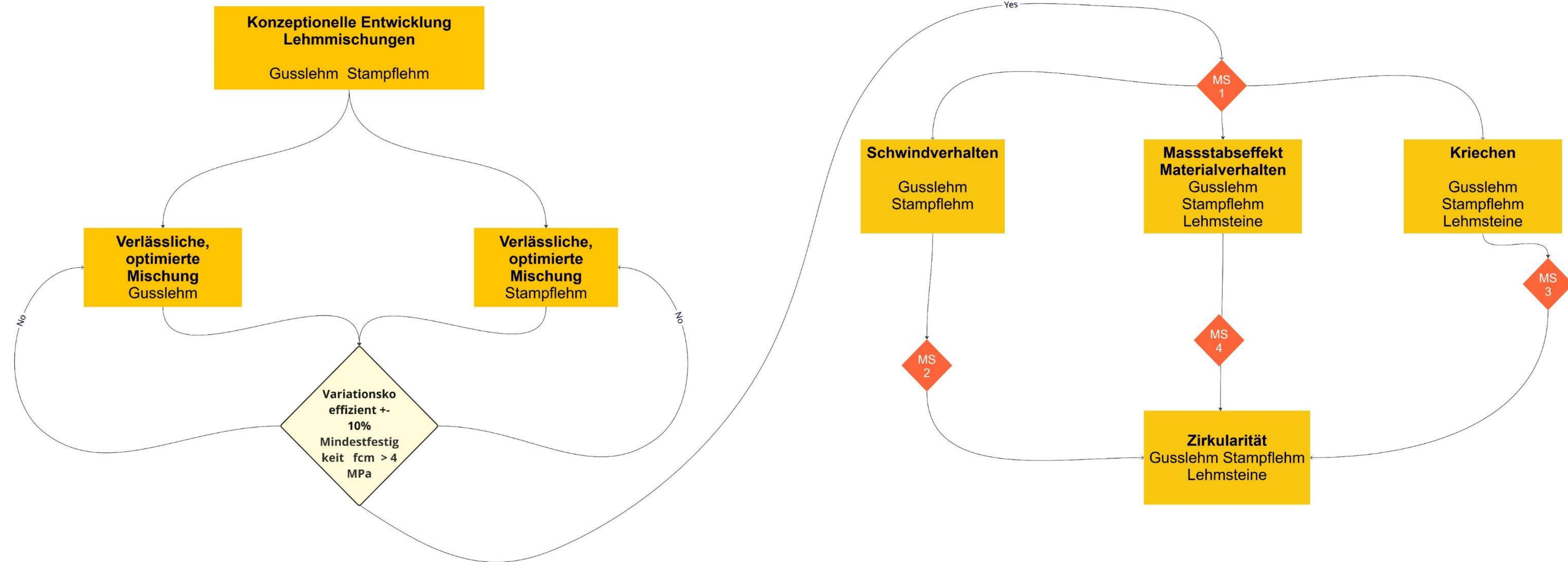


Teilprojekt 7: Auf- und Rückbau
Tragkonstruktion >



Teilprojekt 8: Hybridbauteile >

Teilprojekt TP1 – Erdbasierte Baustoffe



Forschungspartner

HSLU Hochschule
Luzern

ETH zürich



ClayLab

ETH zürich

Wirtschaftspartner

oxara

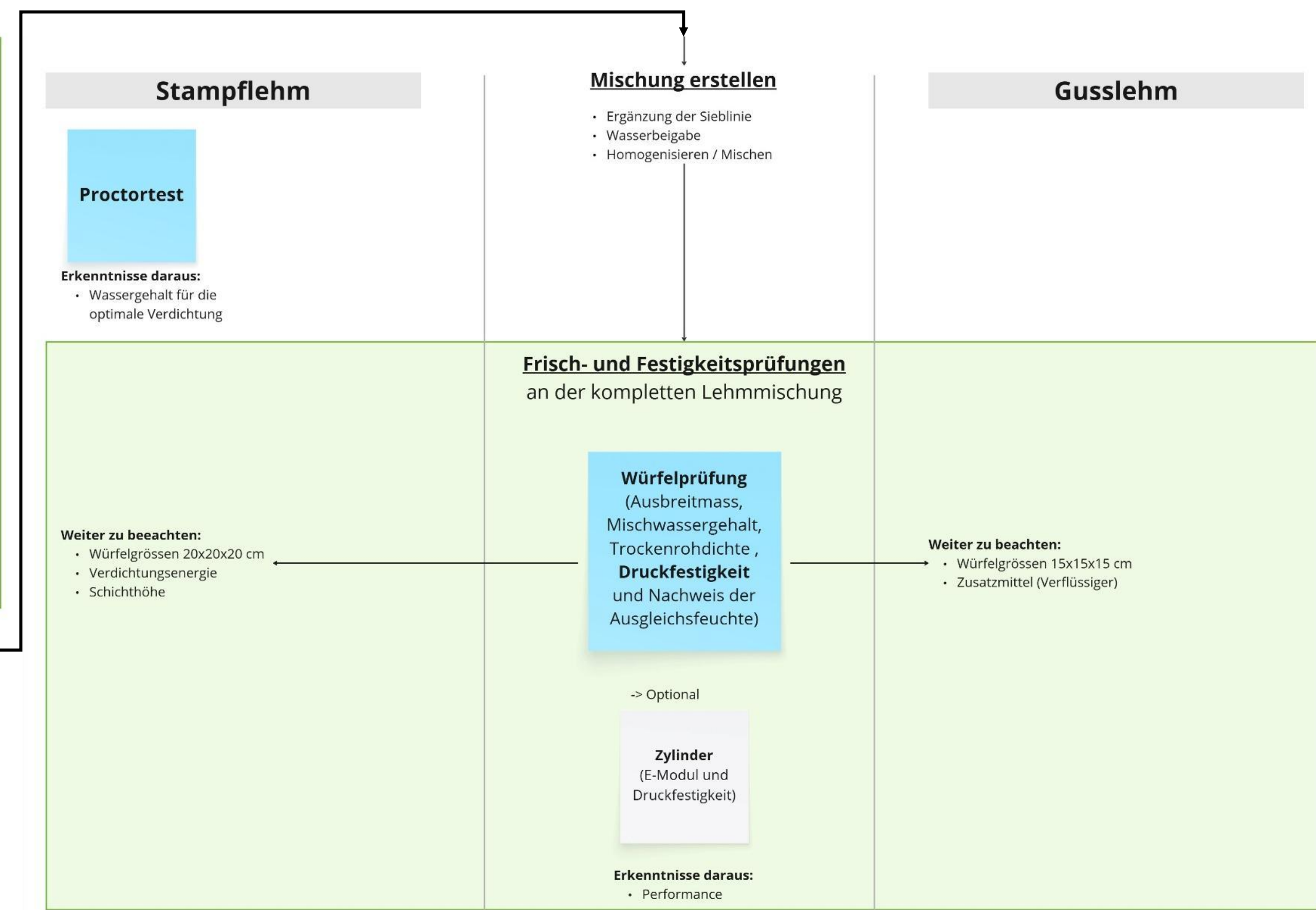
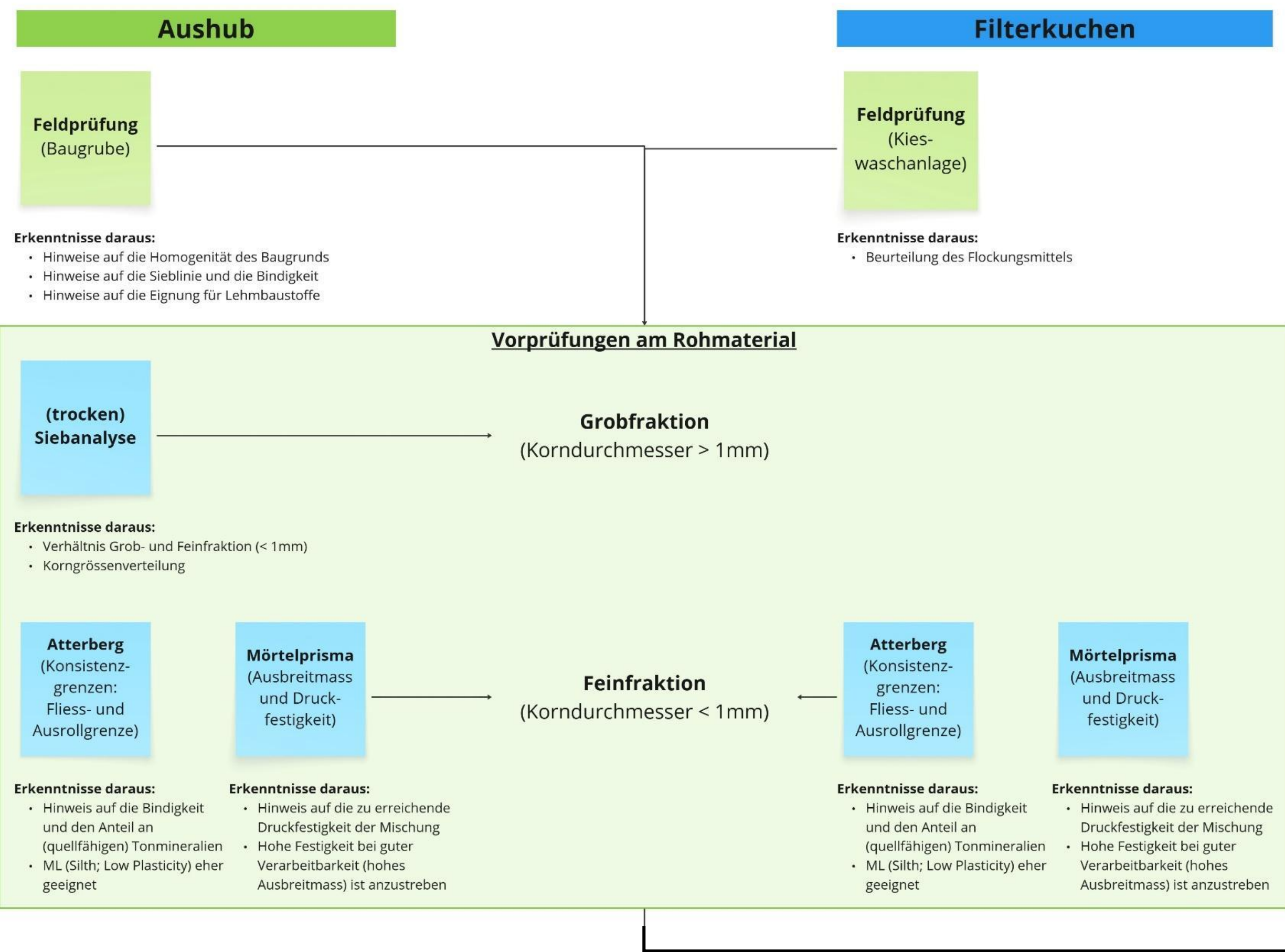


SEFORB SARL

rematter

Entwicklung von Lehmmischungen mit zuverlässigen Eigenschaften und industrieller Herstellung

Strategische Eingrenzung:
Örtlichkeit, Verfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit



Lehmsteine: Dreisteinversuche und Wandversuche mit geneigten Lagerfugen

Herleitung der Bruchbedingung für Lehmsteinmauerwerk auf Basis der SIA 266 Mauerwerk

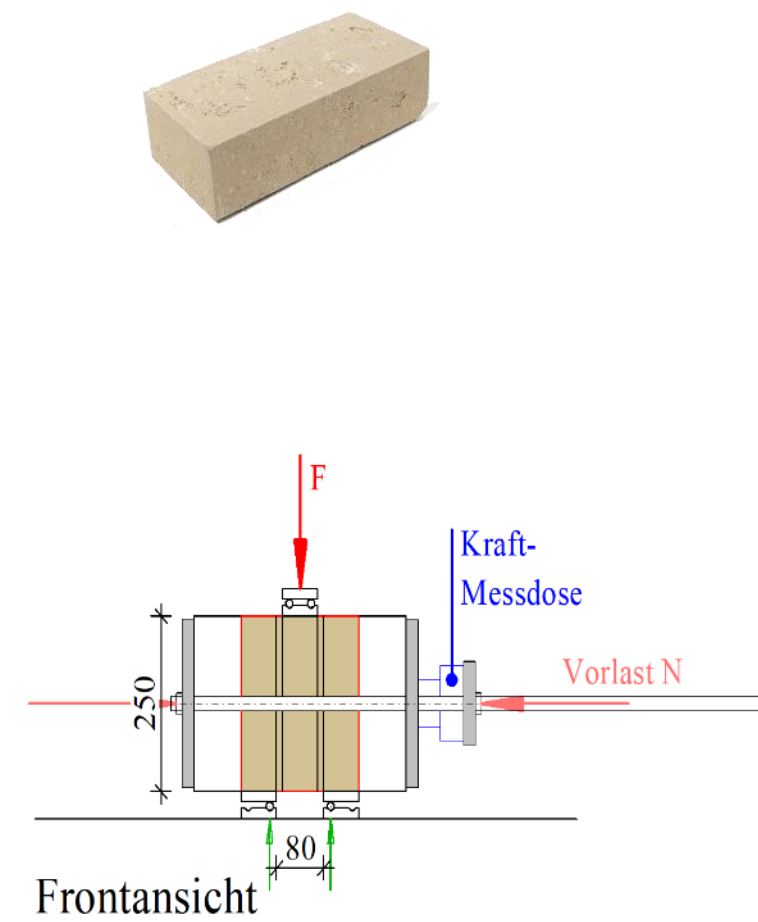
Ermittlung der Kennwerte für Bruchbedingung für Lehmsteinmauerwerk

Materialkennwerte der Mauerwerkskomponenten

- Steindruckfestigkeit f_{st}
- Mörteldruckfestigkeit f_m

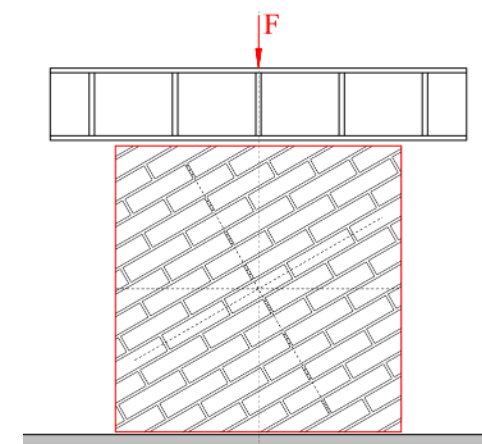
Scherversuche an Dreisteinkörpern (Haftscherfestigkeit)

- Anfangsscherfestigkeit f_{vk0}
- Reibungskoeffizient μ
- Verbund zwischen Stein und Mörtel

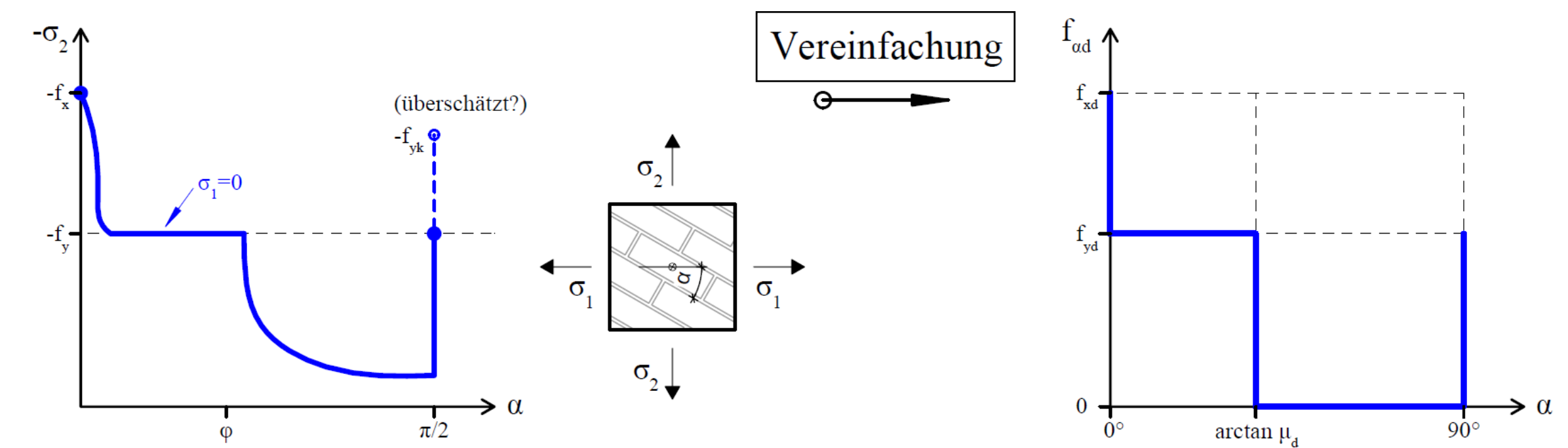


Mauerwerksversuche mit geneigten Lagerfugen

- Mauerwerksfestigkeit f_{xk} , f_{yk} und f_{ak}
- E-Modul E_x
- Bruch- und Gleitmechanismus



SIA 266 Mauerwerk

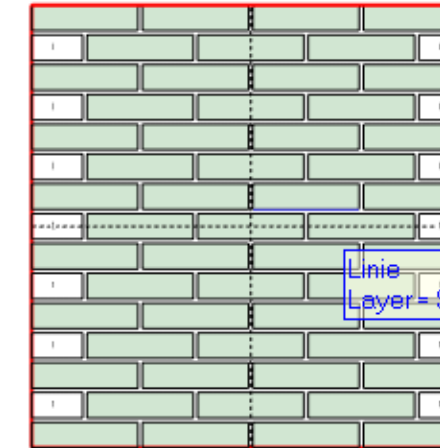


Läufer



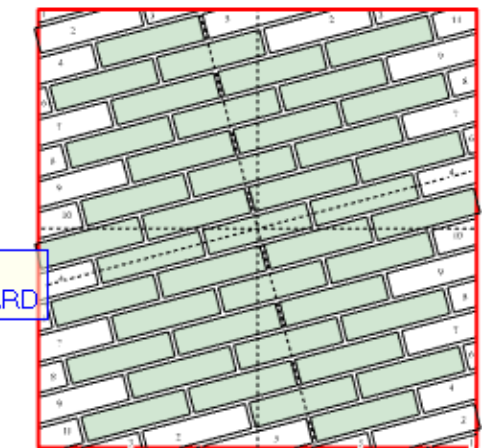
Schnitt

0°



Ansicht 1,03mm

15°



Ansicht 1,03mm

30°



Ansicht 1,03mm

45°



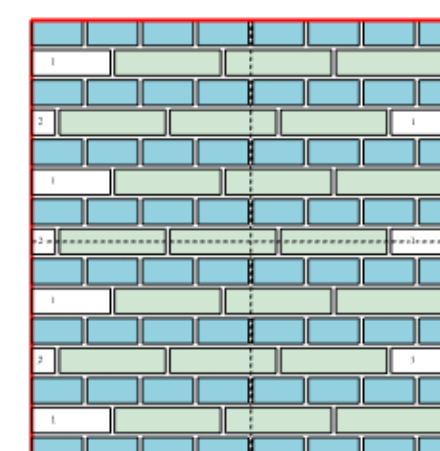
Ansicht 1,03mm

Verband



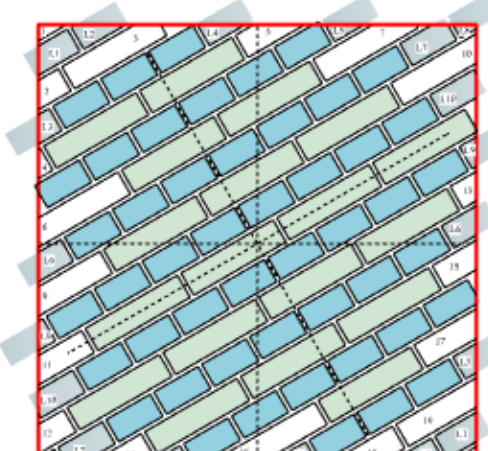
Schnitt

0°



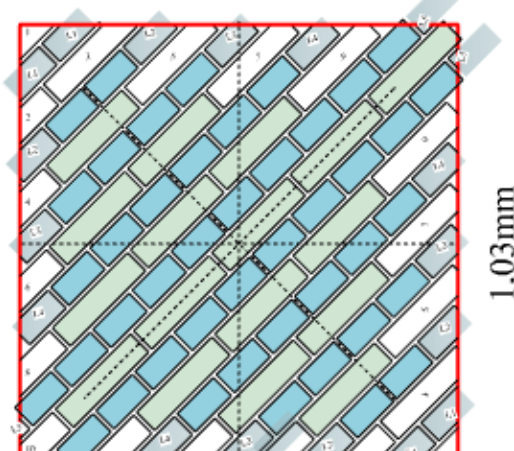
Ansicht 1,03mm

30°



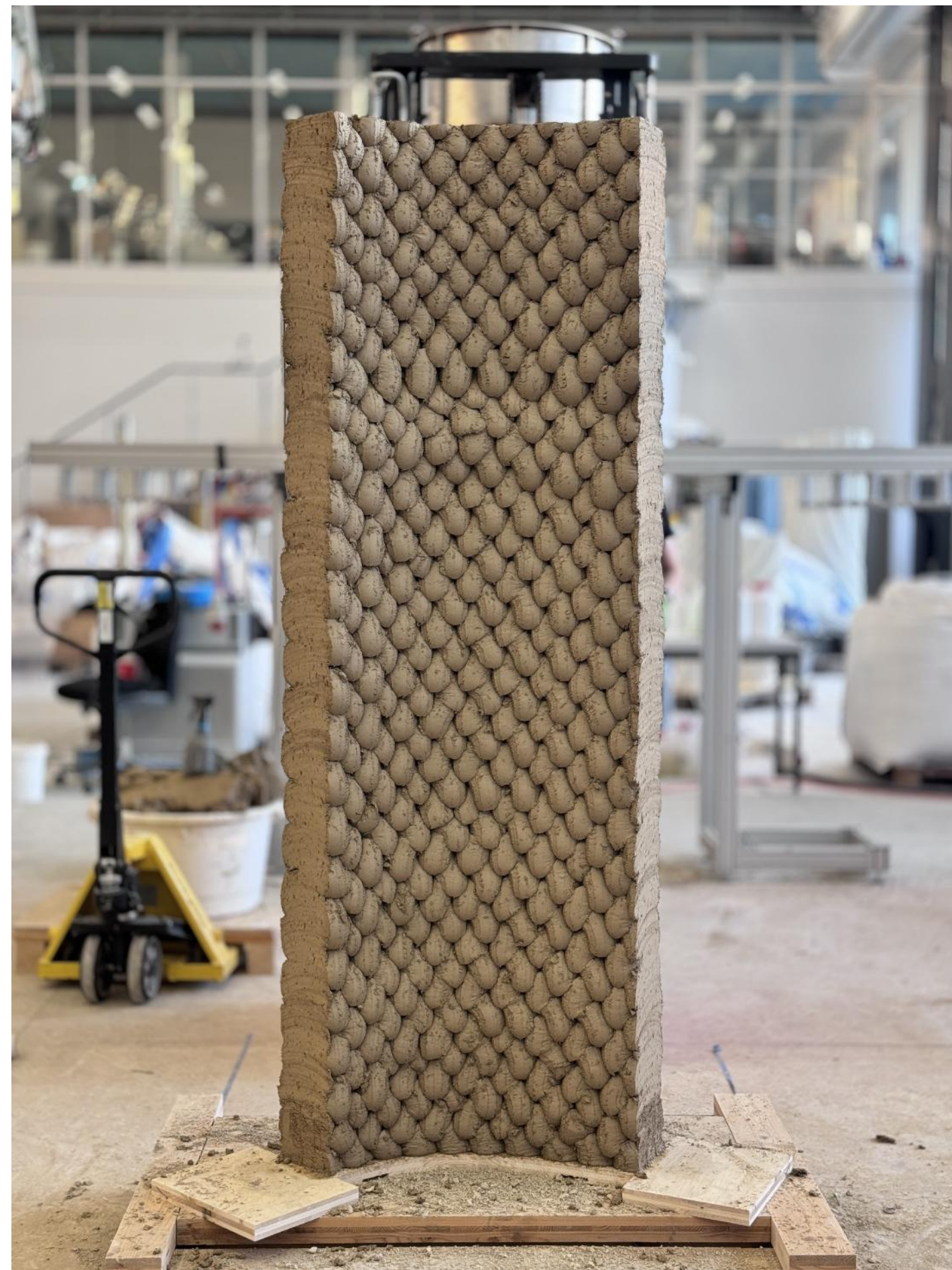
Ansicht 1,03mm

45°



Ansicht 1,03mm

Teilprojekt TP8 - Hybride Bauteile



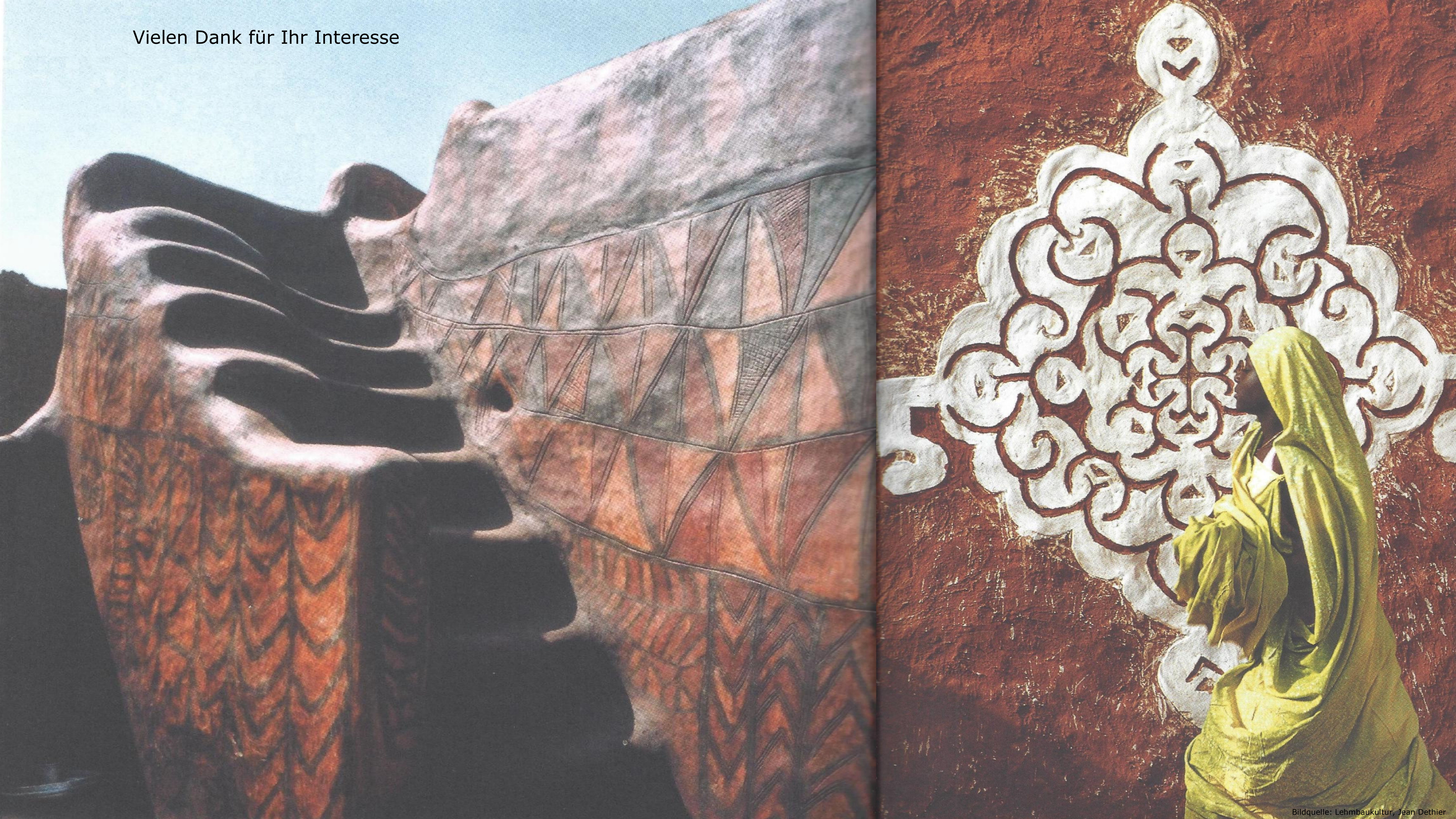
Impact Printing_Lehrstuhl für Additive Fabrikation

Teilprojekt TP9 – Case Studies

Pavillon Manal



Vielen Dank für Ihr Interesse



Teilprojekt TP8 - Hybride Bauteile

Wirtschaftspartner

Züst GÜBELLI GAMBETTI
ARCHITEKTUR
UND STÄDTBAU AG

H&DM

:mlzd

S-WIN
Sicht - Wind - Innovation - Service

synaxis
INNOVATIONEN IM BAU

ERNE
Thomas Wehrle

n'H
neue Holzbau AG
Thomas Strahm

SI
SPECOGNA
IMMOBILIEN
Roman Specogna

rematter
Tobias Bonwetsch

Henkel
Gordian Stapf

Jika

IHT

CITRO
live different

Eberhard

Forschungspartner

ETH zürich

HSLU Hochschule Luzern

Structural
Design
Research

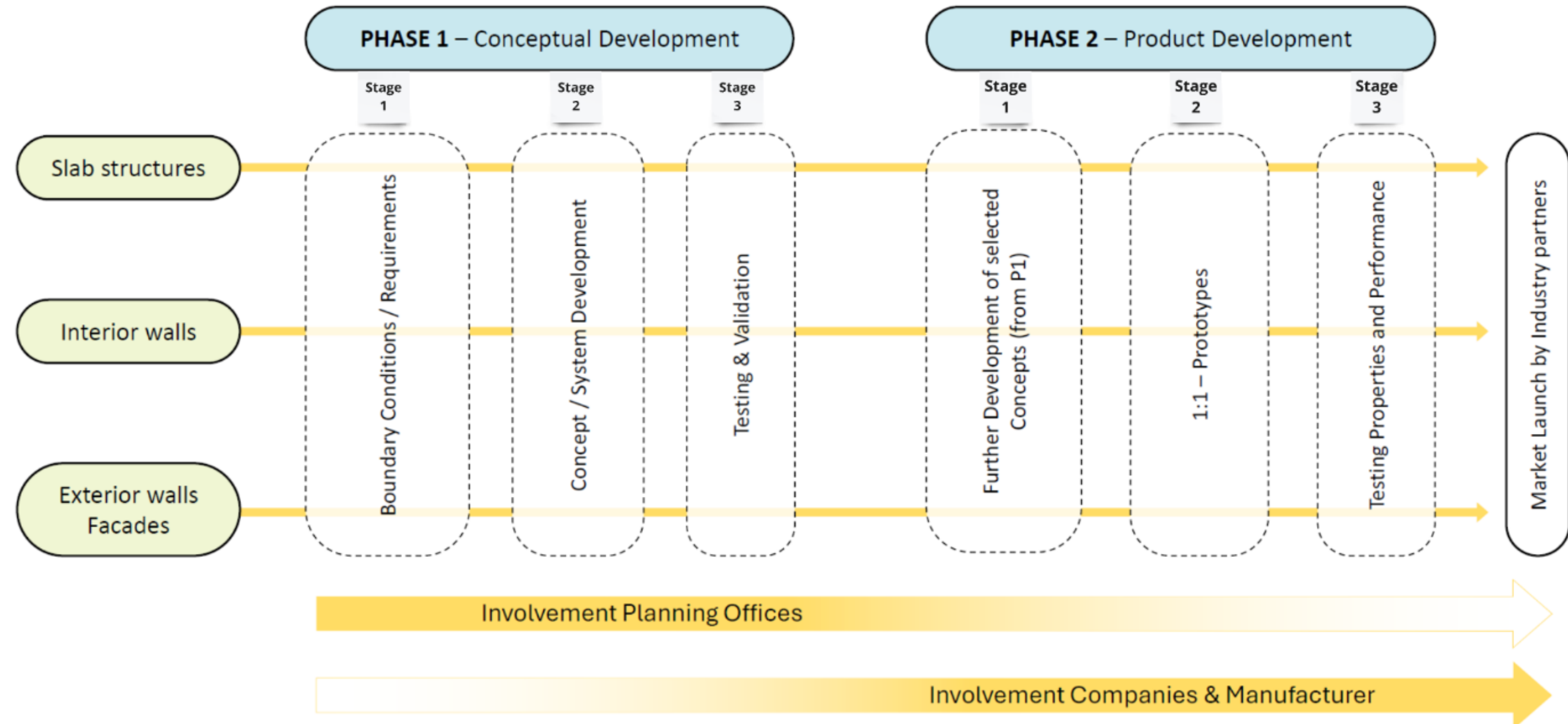
GRAMAZIO
KÖHLER
RESEARCH
EUA

A / S
Architecture
and Building
Systems

ETH
Timber

D-ARCH
STUDIO
BOLTHAUSER
ETH ZÜRICH

TP8-HYBRID COMPONENTS







Übersicht Beteiligung Wirtschaftspartner

TP0 Systemebene

Vorsitz Steuerungsgruppe Andrea Frangi / ETH

Steuerungsgruppe aus je einer Person der Forschungspartner, S-Win und IG Lehm

Projektstart 11/2023

Projektende 10/2028

Systemebene

Entwicklungsebene

Wirtschaftspartner TP0

Bauherren

- Stadt Zürich
- Stadt St. Gallen

Investoren

- FREO Group
- Spegogna Immobilien

Planer/Unternehmer

- Duplex Architekten
- WaltGalmarini
- Erne

Verbände

- IG Lehm
 - SIA
 - Lignum
- Netzwerke
- S-WIN

Teilprojekt 1

Erdbasierte Baustoffe

HSLU
ETH-Boltshauser
Wirtschaftspartner
Oxara
Kibag
Seforb
Rematter

Teilprojekt 6

Digitale IDs für
regenerative Materialien

ETH-De Wolf
ETH-Habert
ETH-Georessourcen
Wirtschaftspartner
IG Lehm
S-WIN
GS1-Switzerland

Teilprojekt 2

Zusatzstoffe zur
Schwindreduzierung
im Lehmabau

ETH-Habert
Empa-Lura
Wirtschaftspartner
BASF
Eberhard

Teilprojekt 3

Produktion&Trocknung
Gusslehmformteile

HSLU
ETH-Habert
Wirtschaftspartner
Marti
WaltGalmarini
Kibag

Teilprojekt 4

Produktion&Trocknung
Stampflehmformteile

ETH-Boltshauser
ETH-Habert
HSLU
Wirtschaftspartner
Keller
ERNE
Synaxis

Teilprojekt 5

Recycling und
Wiederverwendung
von Holz

ETH-Burgert
BFH-Thömen
Wirtschaftspartner
Swiss Krono
Olwo
Brawand
Pirmin Jung
Schneider Umweltservice
Stadt Zürich

Teilprojekt TP 7

Auf- und Rückbau
Tragkonstruktion

ETH-Frangi
ETH-Gramazio/Kohler
BFH-Franke
Empa-Steiger/Palma

Wirtschaftspartner

SFS
HILTI
Häring
Lüchinger&Meyer
B3 Gruppe
Makiol Wiederkehr
Pirmin Jung
Timbatec
Rothoblaas
HECO
Profix
Beck Beyond Fastening
Instructive Constructions

Teilprojekt 8

Hybridbauteile

ETH-Pauli
ETH-Frangi
ETH-Schlüter
ETH-Gramazio/Kohler
ETH-Boltshauser
HSLU

Wirtschaftspartner

SFS
HILTI
Häring
Lüchinger&Meyer
B3 Gruppe
Makiol Wiederkehr
Pirmin Jung
Timbatec
Rothoblaas
HECO
Profix
Beck Beyond Fastening
Instructive Constructions

Teilprojekt 9

Case Studies

ETH-Schlüter
ETH-Pauli
ETH-Boltshauser
HSLU

Wirtschaftspartner

Blanco AD
TEN
WaltGalmarini
SchnetzerPuskas
Waldhauser Hermann
Oxara
Marti
Küng Holzbau
Rematter

Teilprojekt 10

Praxisumsetzung -
Prüfung und Normierung

FH-OST
ETH-Frangi
Empa-Palma
BFH-Franke

Wirtschaftspartner

Stadt St. Gallen
Stadt Zürich
IG Lehm
SIA
Lignum
S-WIN
WaltGalmarini
Seforb
SchnetzerPuskas



Handlungsbedarf in der Bauwirtschaft

- Reduktion CO₂ => Beton ersetzen wo es geht
- Regenerative Materialien (wie Holz und Lehm) und Kreislaufwirtschaft
- Durch Klimaveränderung mehr Kühlung notwendig => thermische Masse und Nachtauskühlung anstelle mehr Gebäudetechnik