

Lignum Terra | Lehmplatten als Brandschutzbekleidung

Vorstellung Projektstand und Brandversuche



Vortragende: Christiane Löffler – IG Lehm / chloe architektur
Christoph Angehrn – Atlas Tragwerke

Projektarbeitsgruppe:



Lauber

baubüro in situ

ATLAS
TRAGWERKE

STEPHAN EICHER | Architekten

chloe architektur

Projektpartner:



ETH zürich

TAL
TECH



- 1 Projektstand Lignum Terra**
- 2 Brandversuche -
Lehmplatten als Brandschutzbekleidung
- 3 Einordnung und Ausblick



Traditionelle Anwendungsgebiete & Umbau:

- Umbau Bauernhaus mit Scheune, Seuzach ZH

Grenzen im Lehmbau überwinden
von persönlicher Erfahrung zu einem Projekt

- Wunsch Lehmbau
- Hürden erkennen
- **Nicht aufgeben**
- Vernetzen mit IG Lehm/ Fachspezialisten
- Gemeinsam Horizonte erweitern
- Projekt entwickeln

= ein Aufruf

Lignum Terra | Ausgangslage: Nachfrage nach Holz und Lehm



Leuchtturm-Projekte:

- Hortus, Allschwil

Projektstand



Lignum Terra | Ausgangslage: Nachfrage nach Holz und Lehm



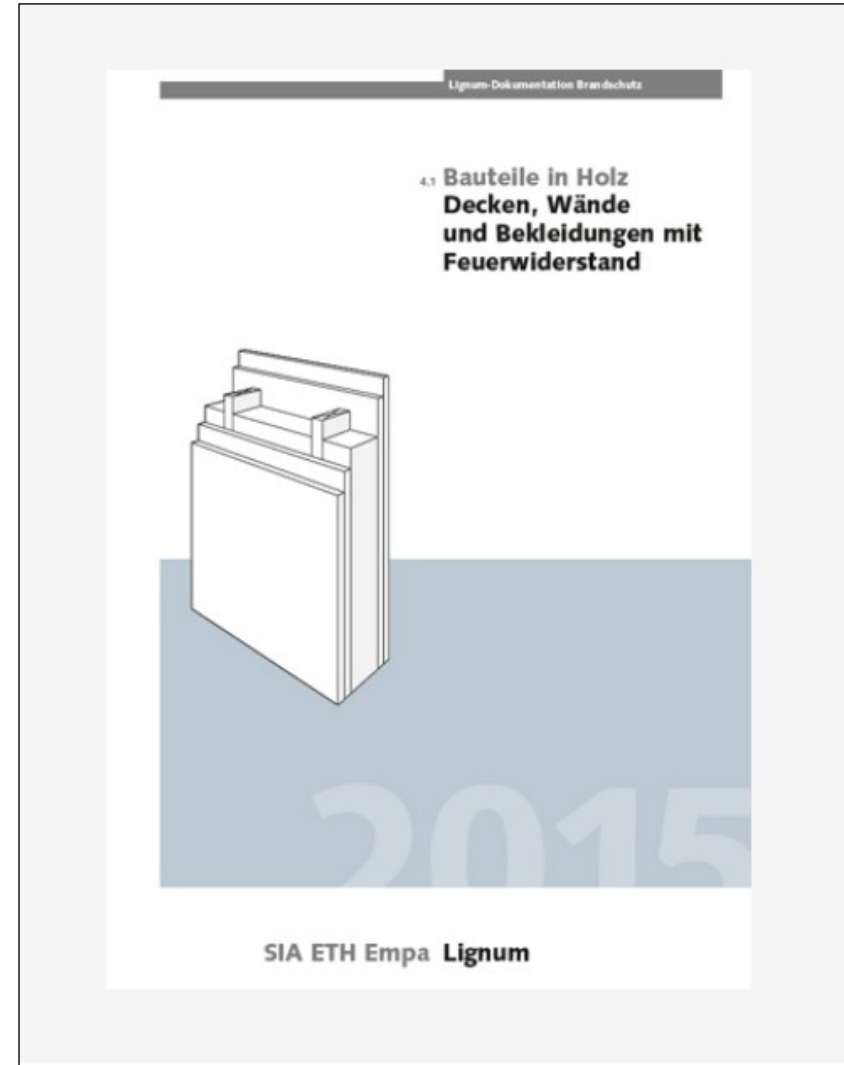
Forschung

- Innosuisse Flagship-Projekt «Think Earth»
- Karlsruhe Institute of Technology «TERRATimber»

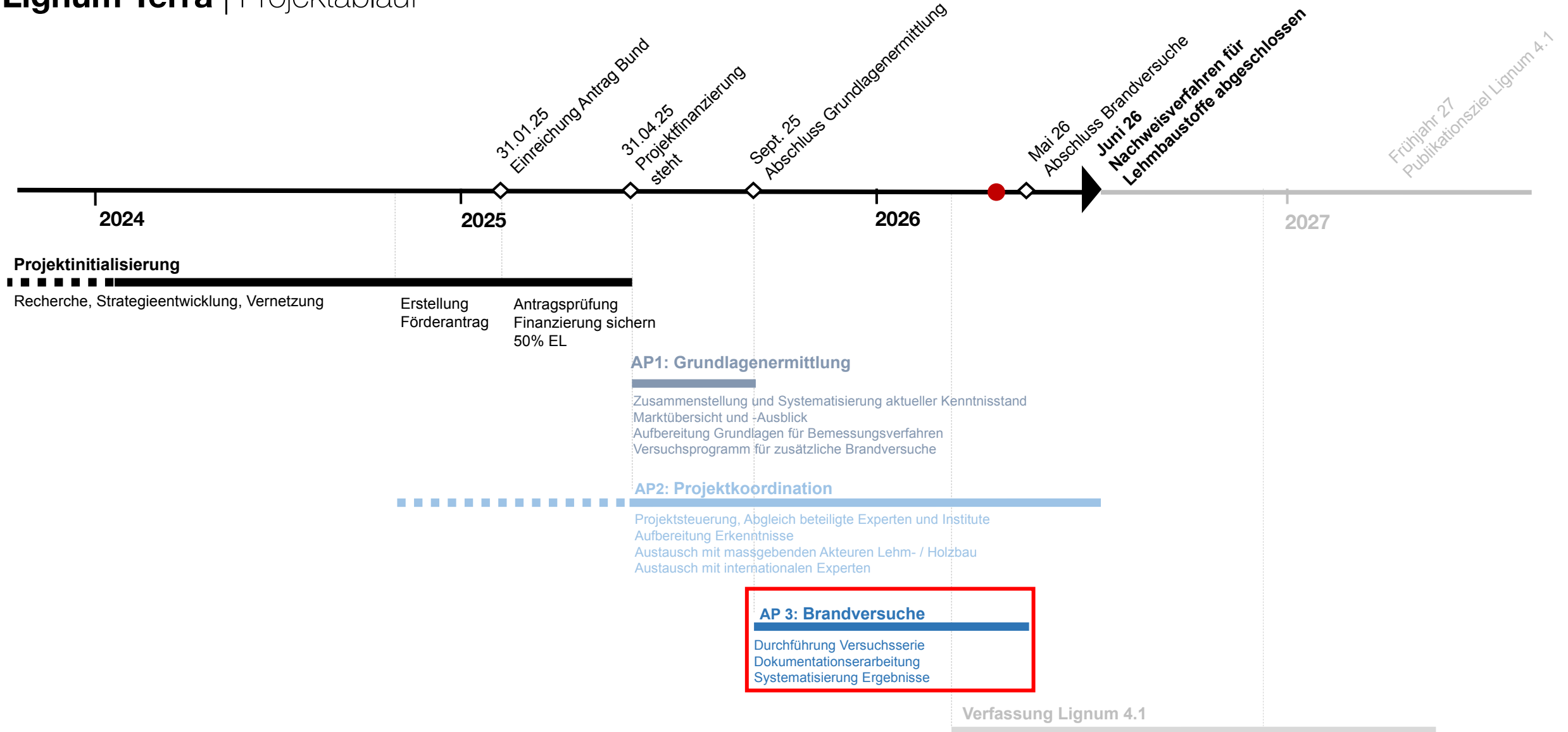
- Holz + Lehm ergänzen sich ideal
 $1 + 1 = 3$
- Heute Möglichkeiten begrenzt
Prozesse zu aufwendig
- meist herstellerspezifische Bauteilaufbauten
geprüft
- Allgemeine Zulassungen und einfache
Planungswerkzeuge fehlen noch
- ...und wären essenziell,
insbesondere für die Skalierbarkeit



- Integration von brandschützenden Schichten aus Lehmbaustoffen in kommende Generation der Lignum Dokumentation Brandschutz Publikation 4.1
- Fokus Platten und Putz
- Optionen Schüttung, Estrich, Ausfachung
- Putze über Entwurf Eurocode 5 Teil 1-2 gut abgedeckt



Lignum Terra | Projektablauf



Projektstand



Herzlichen Dank für die grossartige Projektunterstützung

- Wald- und Holzforschungsförderung WHFF-CH (BAFU/ KWL)
 - Stiftung Temperatio
 - Unternehmer Holz- und Lehmbau
 - Hersteller und Händler
 - Planungsbüros
- ... und weitere Förderer

und Mitwirkende aus Lehm- und Holzbau



> www.iglehm.ch/feuerde

- 1 Projektstand Lignum Terra
- 2 **Brandversuche -
Lehmplatten als Brandschutzbekleidung**
- 3 Einordnung und Ausblick



Gegenstand dieser Versuchsreihe

- Untersuchung der Schutzdauer von Lehmplatten im Brandfall
- Es wurden verschiedene Hersteller, Produkte, Plattendicken, Rohdichten und Aufbauten getestet



Ziel dieser Versuchsreihe

- Fehlende Grundlagen zur Verwendung von Lehmplatten als brandschutzwirksame Schichten
 - keine gemeingültige Bemessungsmöglichkeit
 - Modell aus Eurocode für Putz nicht hinreichend, da zu konservativ und Ausschluss der gängigsten Dichten
- Ziel: generelle Bemessungsmöglichkeit
 - Herstellerunabhängig, allgemeine Aufbauten
 - einfach zu berechnen
 - sicher, aber nicht zu konservativ
- Datengrundlage schaffen
- wichtige Parameter für Schutzzeit ermitteln
- Bemessungsformel für Tabellen in der Lignum Dokumentation

Projekt Beclaydung TU München

- Wand/ Decke
- Auch auf Gipsfaserplatten
- Grossversuche

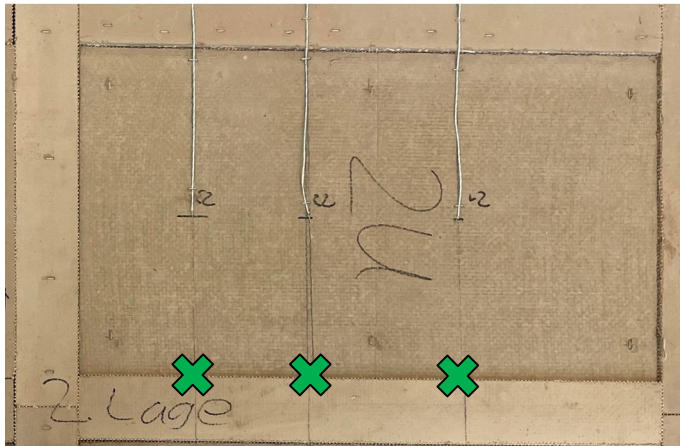
Stete Abstimmung = Vergleichbarkeit:

- Auswahl Lehmplatten und Aufbauten ergänzend
- Befestigungen

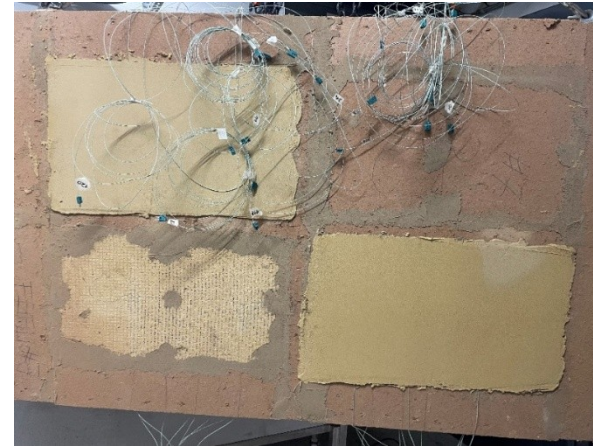


Ablauf Versuchsreihe – Genereller Aufbau

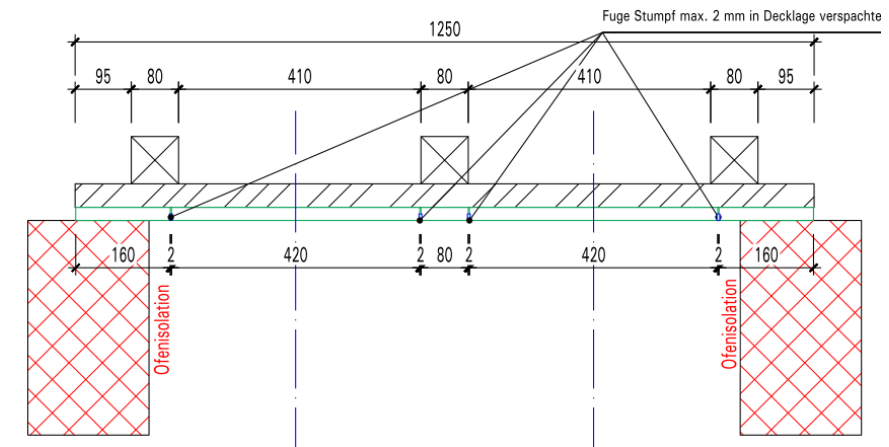
- Insgesamt 10 Brandversuche mit je 4 unabhängigen Feldern – 40 Tests total
- Lehmplatten wurden im Format 750x420mm getestet
- Die Platten wurden mit der ISO-834 Einheitstemperaturkurve befeuert



Messpunkte



Thermoelemente und Verkabelung



Versuchsaufbau

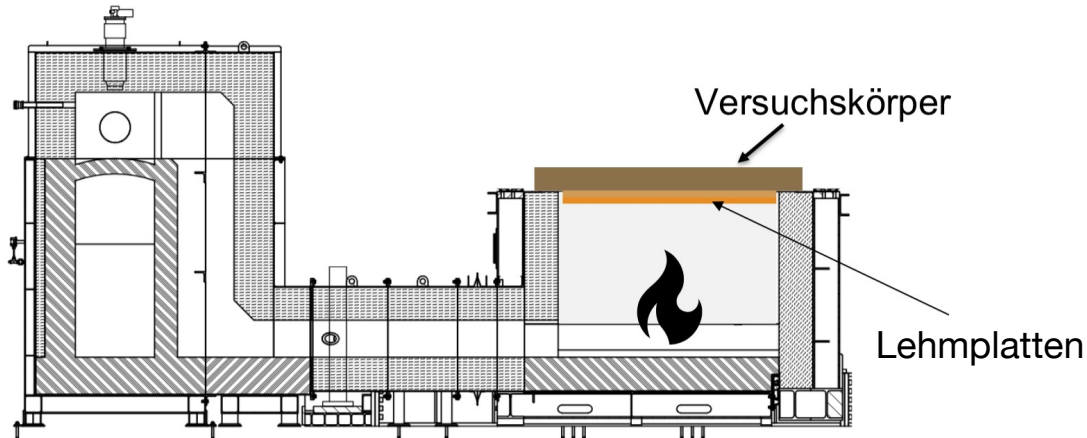
Ablauf Versuchsreihe – Programm

Zur Ermittlung der Schutzzeit

- Ein- und zweilagig
- Verschiedene Unterkonstruktionen: Spanplatte/ mit Dämmung
- Auch nicht Nichtbrennbare Lehmplatten

Zum Vergleichen

- Ohne/ mit Lehmputz
- Verschiedene Befestigungsmittel, Anzahl



Brandversuche

Thickness [mm]	Density [kg/m ³]	Basis	Clay-plaster	Fastener
22	1300 kg/m ³	Particle board		Screws 11mm
22	1300 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
22	1300 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
22	1300 kg/m ³	Particle board		Clamps 25mm
20	700 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
10	700 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
16	700 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
14	700 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
16	1450 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
15	1780 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
10	700 kg/m ³	Particle board	5mm	Clamps 11.25mm
16	1560 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
16 + 16	1450 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
15 + 15	1780 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
16 + 16	1560 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
14 + 14	700 kg/m ³	Particle board	5mm	Clamps 11.25mm
22	1300 kg/m ³	Particle board		Clamps 25mm
16 + 16	1560 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
25	700 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
10 + 10	700 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
16 + 16	700 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
20 + 20	700 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
22 + 22	700 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
15 + 15	1780 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
16 + 16	1450 kg/m ³	Insulation	5mm	Clamps 11.25mm
15 + 15	1780 kg/m ³	Insulation		Clamps 11.25mm
16 + 16	1450 kg/m ³	Insulation		Clamps 11.25mm
15 + 15	1780 kg/m ³	Insulation	5mm	Clamps 11.25mm
16 + 16	1560 kg/m ³	Insulation		Clamps 11.25mm
20 + 20	700 kg/m ³	Insulation		Clamps 11.25mm
16 + 16	1560 kg/m ³	Insulation	5mm	Clamps 11.25mm
20 + 20	700 kg/m ³	Insulation	5mm	Clamps 11.25mm
14 + 14	700 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
14 + 14	700 kg/m ³	Particle board	5mm	Clamps 11.25mm
14 + 14	700 kg/m ³	Particle board		Screws with plate
22 + 22	1300 kg/m ³	Particle board	5mm	Clamps 11.25mm
15 + 14	1780/ 700kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
14 + 15	1780/ 700 kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
16 + 16	1560/1450 kg/ m ³	Particle board		Clamps 11.25mm
16 + 15	1450/ 1560kg/m ³	Particle board		Clamps 11.25mm

Bilder Brandversuche



Platzieren Versuchskörper



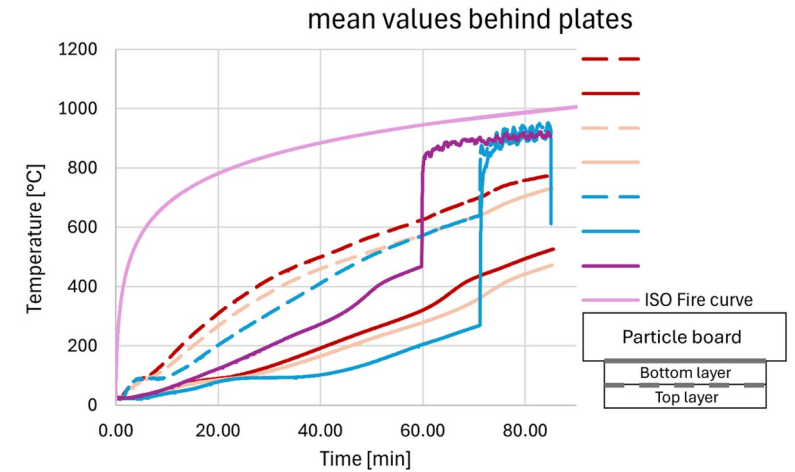
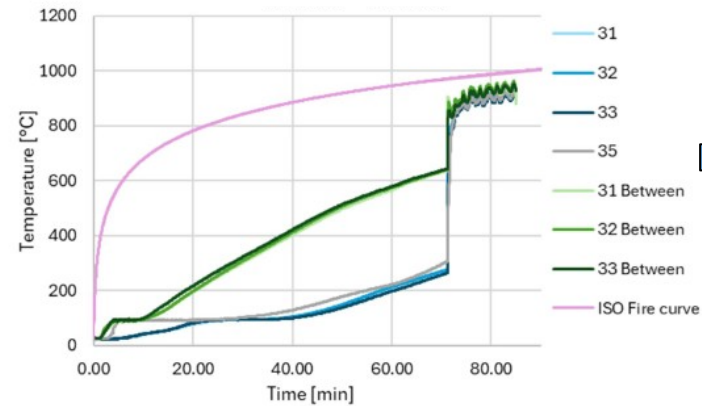
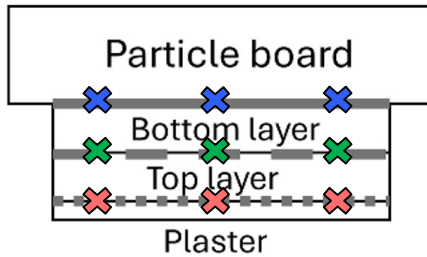
Brand bei Abbruch des Versuchs



Feuer an der Spanplatte löschen

Ablauf Versuchsreihe – Messungen

- Messung aller Temperaturen in den verschiedenen Schichten

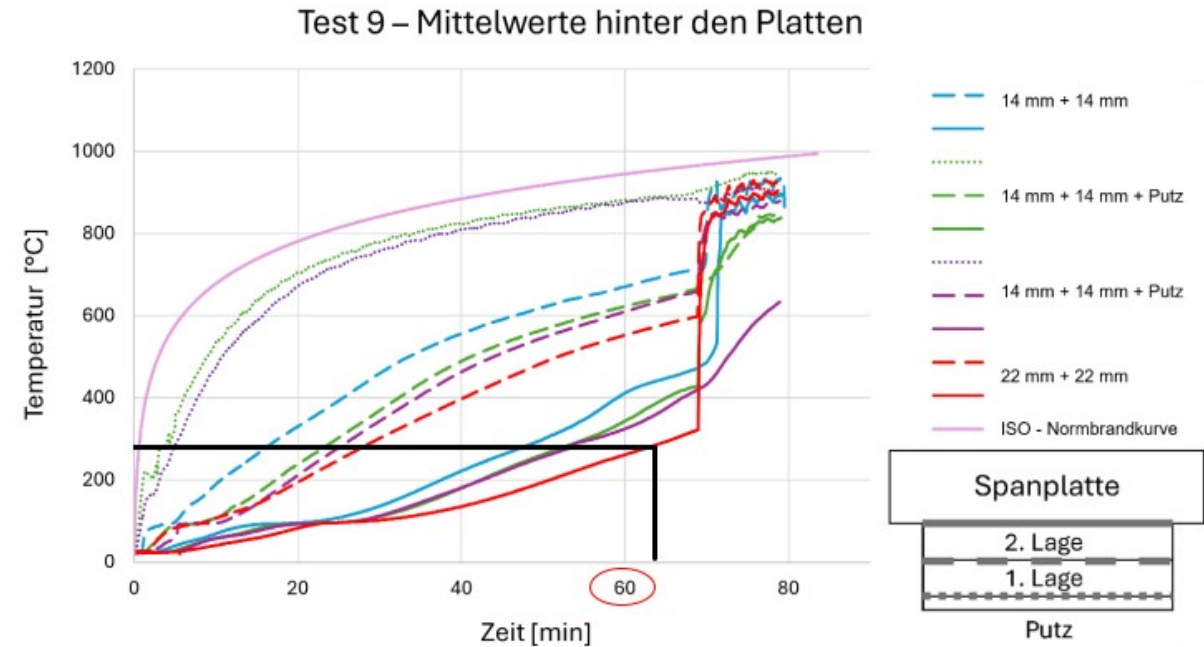


- Unabhängige Verifizierung von Dicke, Dichte und Feuchtegehalt zu allen Platten
- Dokumentation durch Bilder, Versuchsaufzeichnungen und Protokolle

Resultate

- Es können hohe Schutzzeiten von bis zu 60min mit Lehmplatten erreicht werden

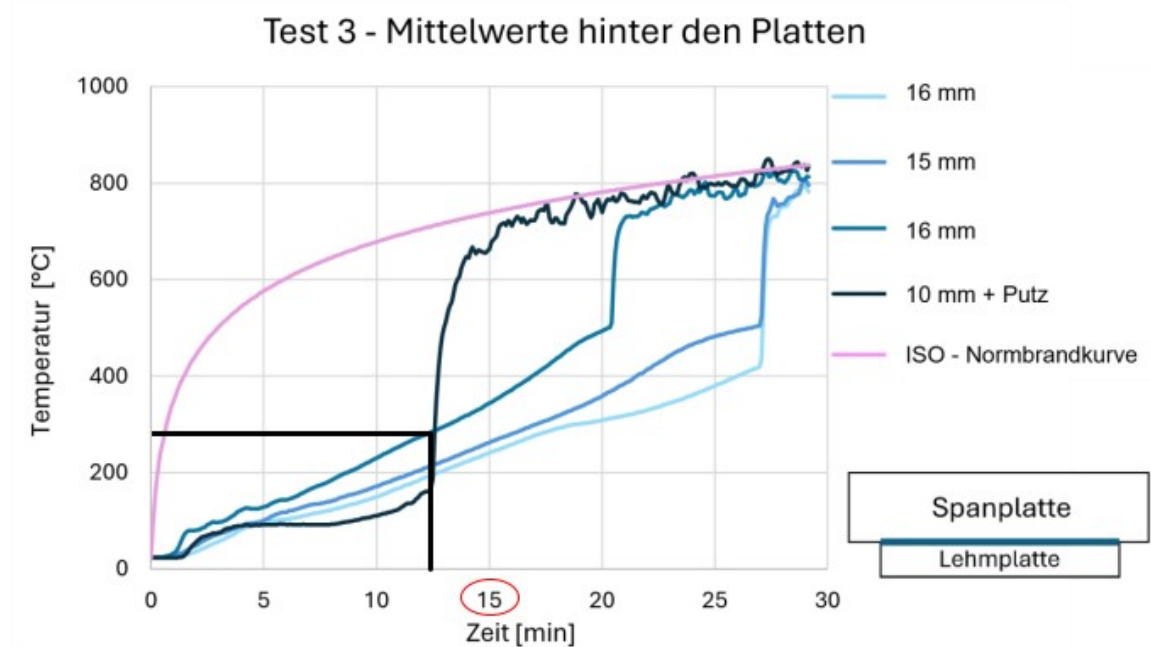
- + Doppellagige Versuche
 - + Lange Verdunstungsplateaus bei 100°C
 - + Langes Anhaften der Platten am Holz
-
- = Hohe Schutzzeit



Resultate

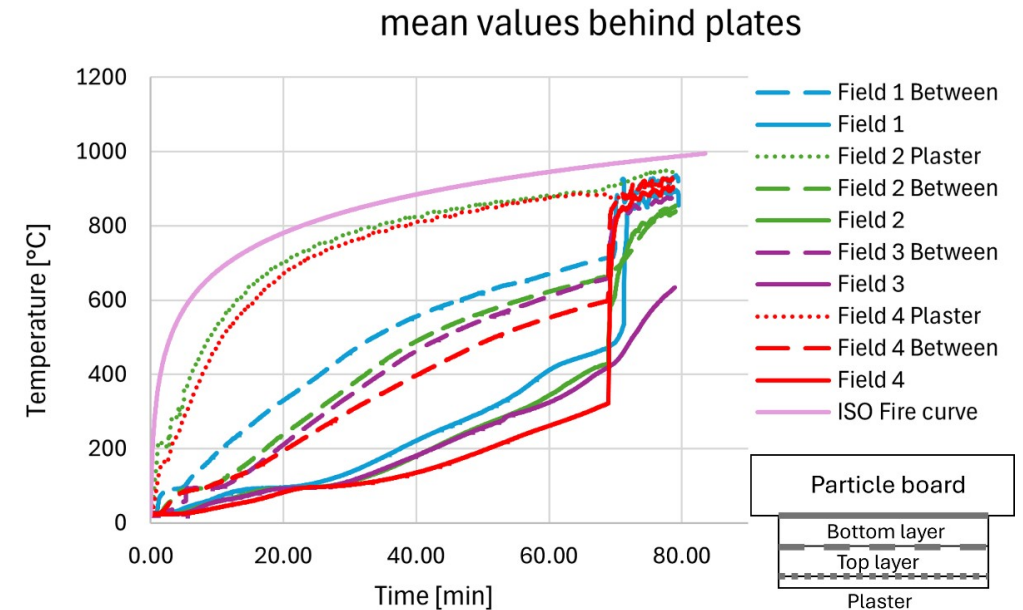
- Ein hoher Schutz ist allerdings nicht immer garantiert

- Einlagige Versuche
 - Hohe Wärmeleitung
 - Kurze Verdunstungsplateaus bei 100°C
 - Verfrühtes Abfallen der Platten vom Holz
-
- = Sehr geringe Schutzzeit

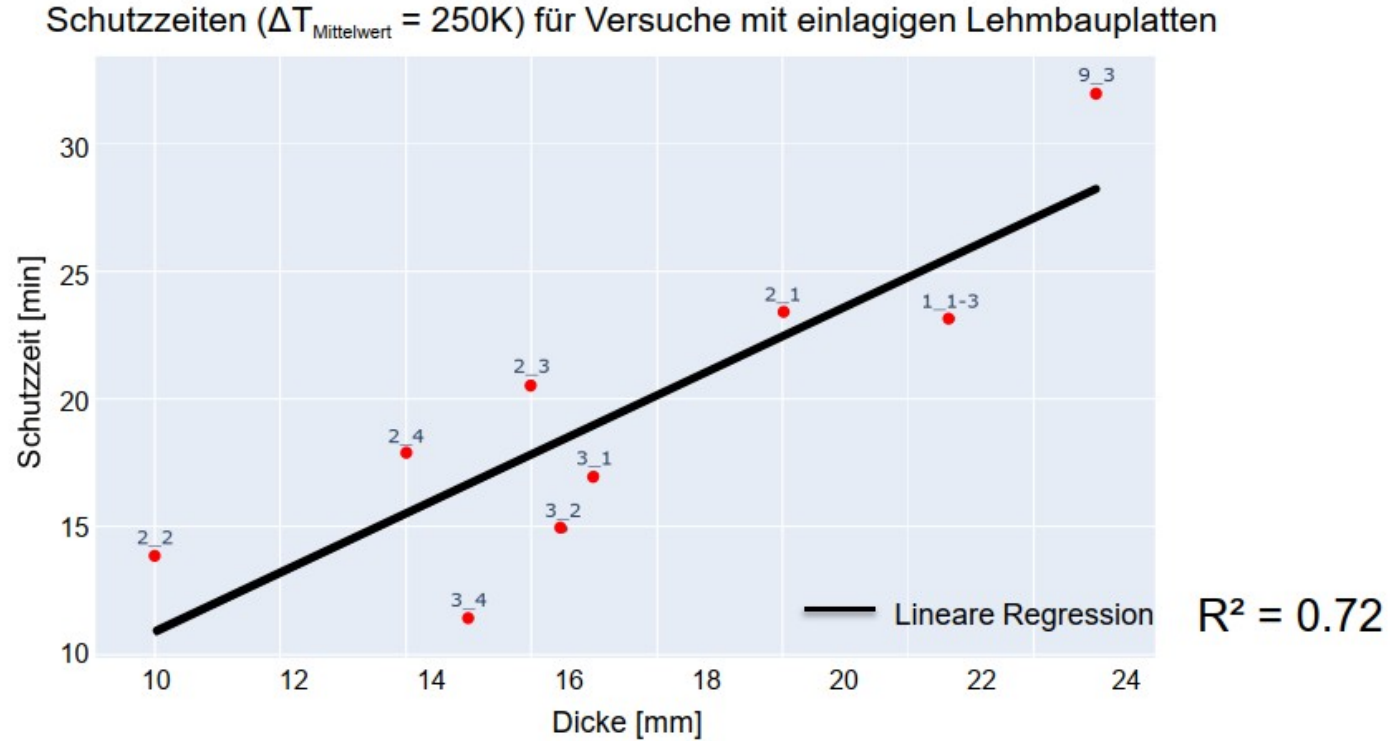


Prognose der Schutzzeit

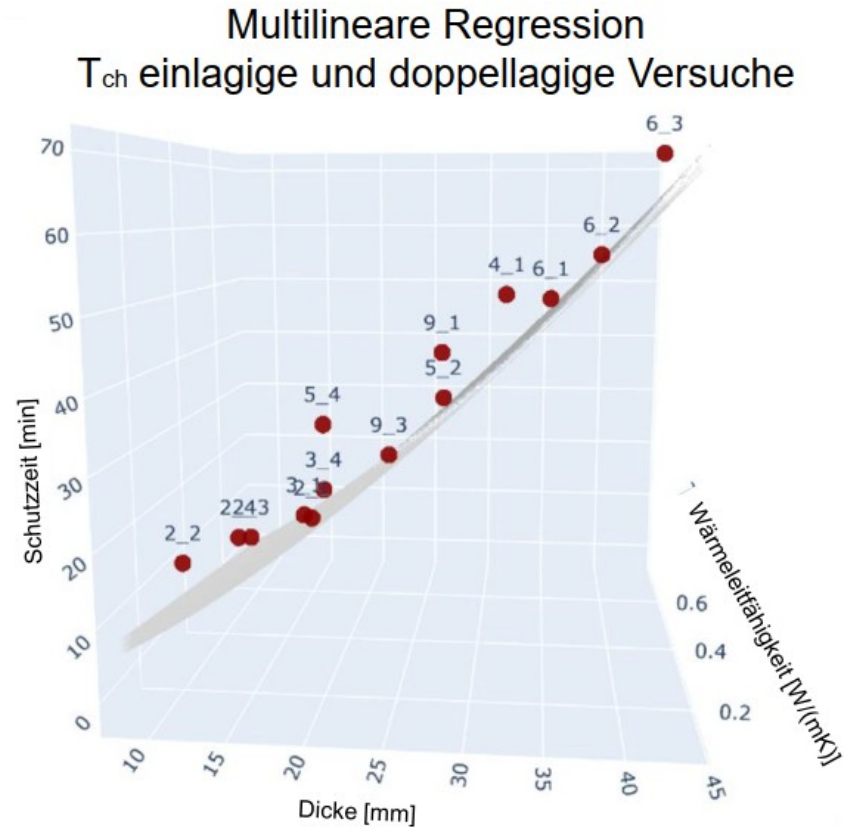
- Ziel ist eine sichere, aber nicht zu konservative Bemessungsgrundlage
 - Einflussparameter auf Wärmetransport:
 1. Dicke
 2. Dichte
 3. Wärmeleitung
 4. Wärmekapazität
 5. Feuchtigkeitsgehalt
- Alle Parameter stehen im Zusammenhang



Möglicher Ansatz Prognose der Schutzzeit – Dicke



Möglicher Ansatz Prognose der Schutzzeit – Dicke und Wärmeleitfähigkeit



$$t_{prot,d} = \left(\frac{d}{2,3}\right)^{1,43} - 12,2 * \lambda + 2,8$$

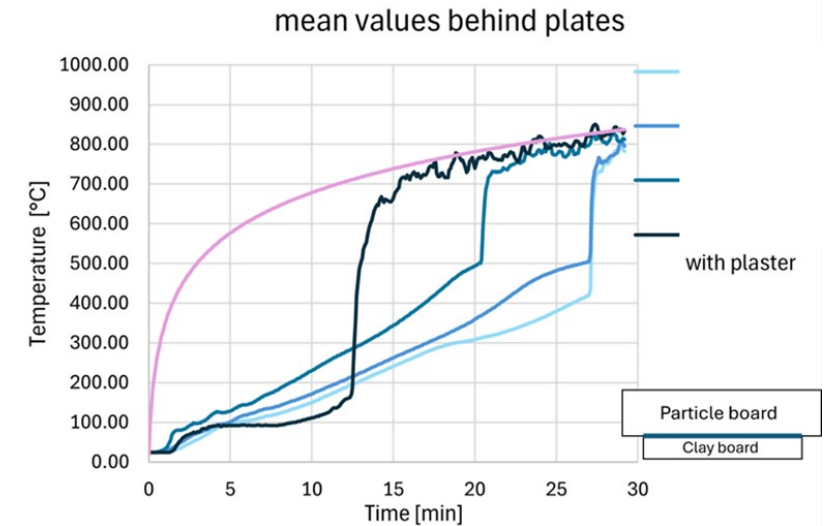
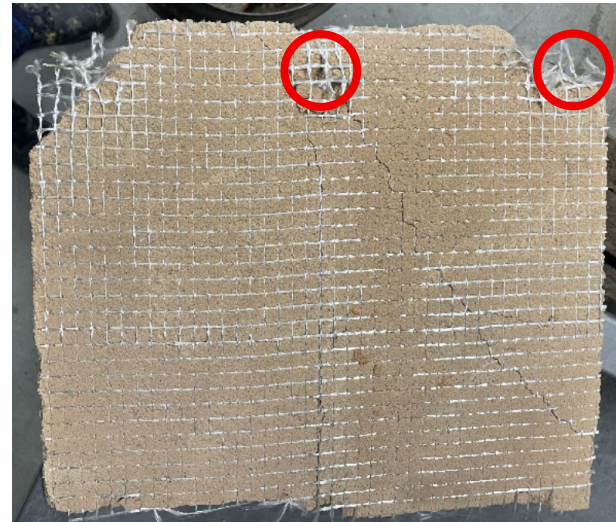
d: Dicke [mm]

λ: Wärmeleitfähigkeit [W/(m*K)]

95% Quantil Regression

Prognose der Schutzzeit – Herausforderungen

- Befestigung
- Streuung



- 1 Projektstand Lignum Terra
- 2 Brandversuche -
Lehmplatten als Brandschutzbekleidung
- 3 Einordnung und Ausblick**

- Erfolgreiche Versuchsdurchführung mit breiter Produktpalette (ETH und TUM)
- Gemessene Schutzzeiten übertreffen in den meisten Fällen den Bemessungsansatz für Lehmputz gem. Draft Eurocode 5 Teil 1-2
- Darstellung von Lehmplatten in Bauteiltabellen der zukünftigen Lignum Publikation 4.1 sollte nach derzeitigen Erkenntnissen machbar sein

- Spiegelung Ergebnisse ETH mit Projekt Beclaydung, TU München
- Optimierung des Bemessungsansatzes
- Entsprechende Validierung der Daten anhand von Simulationen

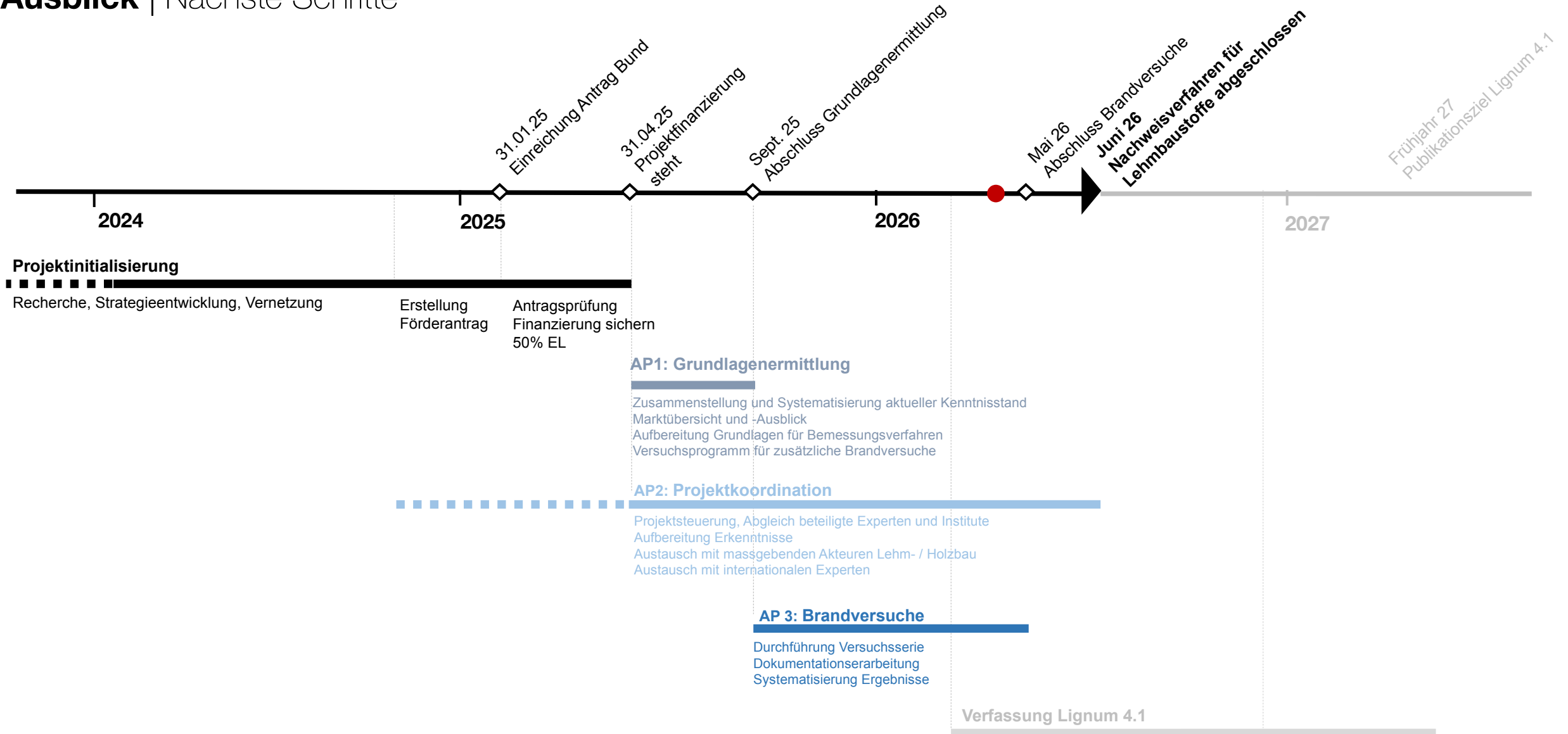


- Verbesserte Homogenität von Lehmplatten für standardisierte Bemessung/ Anwendung
- Befestigungen, insbesondere in Kombination mit Putz und bei Mehrschichtigkeit
- Optimierte Mischungen

- Abfallverhalten von Lehm als Potenzial
- Rolle von Einflussfaktoren wie z.B. versch. Faserzuschläge
- Verhalten von Putz und Kombination Platte + Putz
- Weitere Holz + Lehmkombinationen
> Schüttung / Estrich / Ausfachung
- Integrale Betrachtung Brandschutz & Schallschutz & Raumklima



Ausblick | Nächste Schritte



- Validierungsrechnungen nach Bemessungsverfahren Eurocode
- Bemessungen für die Lignum Dokumentation > Schichtstärken
- Ausführungsbestimmungen erarbeiten, etwa Unterkonstruktion
- Erarbeitung Publikation 4.1, Publikationsziel 2027
- Mögliche Folgeprojekte ETH Zürich

Voraussetzungen

- Ständerabstand (Achsmass) maximal 700 mm
- Wandhöhe maximal 3 m (massgebend für die Tragfähigkeit der Ständer)
- Die tragenden Wände sind auf eine vertikale, zentrisch eingeleitete Last von $q'_{d,fi} = 20 \text{ kN/m}^2$ ausgelegt.
- Erforderliche Schichtdicken gemäss untenstehender Tabelle (Angaben in mm)

Variante	R 30				EI 30		REI 30	
	A1 ⊕	A2 ⊕	B1 ⊕	B2 ⊕	C1 ⊕	C2 ⊕	D1 ⊕	D2 ⊕
1 Beplankung 1								
Massivholzplatte	■	12	■	15	■	15	■	15
Span-, Faserplatte	■	12	■	12	■	12	■	12
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe	■	12	■	15	■	15	■	15
Lehmbauplatte ⊕		12	■	15	■	15	■	15
Gipsplatte	■	9,5	■	12,5	■	9,5	■	9,5
Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F	■	10	■	10	■	10	■	10
2 Beplankung 2								
Massivholzplatte	18	15	22	15	21	15	21	15
Span-, Faserplatte	15	12	17	12	17	12	17	12
OSB-Platte, Furnierwerkstoffe	18	15	22	15	21	15	21	15
Lehmbauplatte ⊕	16	15	22	15	21	15	21	15
Gipsplatte ⊕	12,5	9,5	15	12,5	12,5	9,5	12,5	9,5
Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F ⊕	12,5	10	15	10	12,5	10	12,5	10
3 Ständer								
Vollholz, Brettschichtholz (b x h)	150 x 100 110 x 110 100 x 150 oder ⊕		90 x 180 95 x 95 180 x 90 oder ⊕		65 x 60		80 x 100 110 x 80 oder ⊕	

■ Nicht erforderlich

⊕ Fugen hinterlegt (sinngemäss Fugentyp 1 in Abb. 330-3)

⊕ Die Bauteile müssen in ihrem Aufbau nicht symmetrisch sein. Die Schichten 1 und 2 dürfen innerhalb der Varianten, z.B. A1 und A2, kombiniert werden in dem Sinne, dass der Ständer auf der einen Seite einfach und auf der anderen Seite doppelt beplankt ist.

⊕ Bemessung für 10 Minuten vierseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2. Knicken um beide Achsen

⊕ Bemessung für 5 Minuten vierseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2. Knicken um beide Achsen

⊕ Bemessung für 6 Minuten dreiseitigen Abbrand gemäss Kap. 4.5.2.2. Knicken um beide Achsen

⊕ Lehmpuete = Stärke Lehmbauplatte x 1,3

Lignum Terra | Lehmplatten als Brandschutzbekleidung

Herzlichen
Dank!



Christiane Löffler – IG Lehm / chloe architektur
Christoph Angehrn – Atlas Tragwerke