

Lignum **Terra**

Projektvorstellung

Brownbag Lunch
25. Februar 2025

Vortragende

Christiane Löffler, Vorstand IG Lehm
Adrian Baumberger, baubüro in situ

Moderation

Stephan Eicher, Lignum Delegierter
Vertreter Direktmitglieder



Aufstockung Grubenstrasse, Zürich
Baubüro in situ | B3 Kolb (2024-2025)



Projektarbeitsgruppe:



Lauber

baubüro in situ

ATLAS
TRAGWERKE

Projektpartner:



ETH zürich

Ablauf

- 1 Ausgangslage**
- 2 Projekt
- 3 Brandverhalten von Lehm
- 4 Anwendungen und Vision
- 5 Fazit und Ausblick

Lehm hält Feuer in Schach

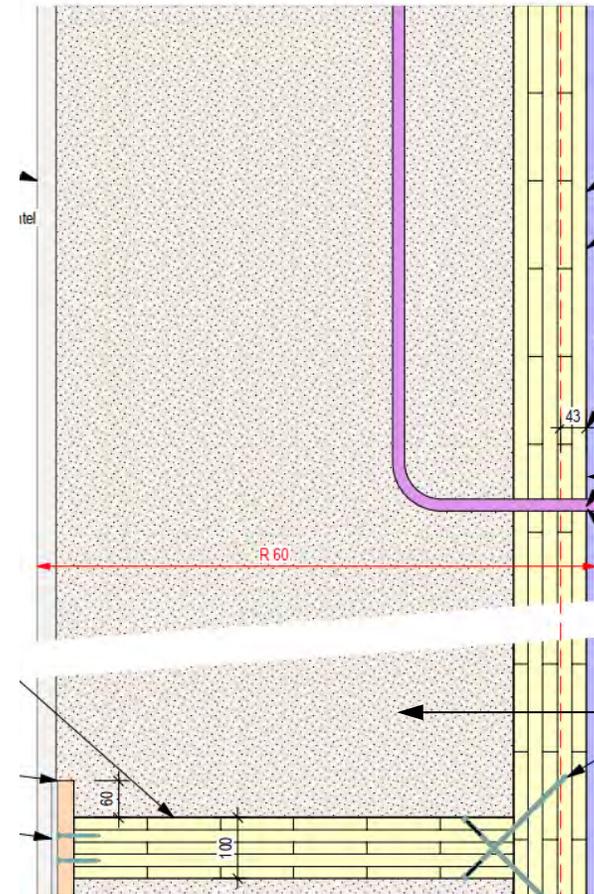


Zulassung von Lehm bei Brandschutzanforderungen sehr umständlich | Im Neubau

Beispiel Beplankung Holzmodulbau



Aussenwand:



R60
30min Abbrand
BSP30
(Gipsfaserplatte)

Dämmung
Strohballen

Bombasei Nänikon – Atelier Schmidt | B3 Kolb
www.atelierschmidt.ch

Zulassung von Lehm bei Brandschutzanforderungen sehr umständlich | Im Umbau Bestandeserhalt von historischen Aufbauten



Foto: Lea Wächter

Umbau Bauernhaus mit Scheune, Seuzach ZH:
arge lehmbaubüro & chloe architektur (2022)

Zulassung von Lehm bei Brandschutzanforderungen sehr umständlich | Im Umbau Lehmschichten zur Ertüchtigung bestehender Wand- und Deckenaufbauten



Sanierung und Umbau EFH zu MFH, Ackersteinstrasse ZH:
Baubüro in situ (2024)

Wann ist Lehm zugelassen | Brandversuche

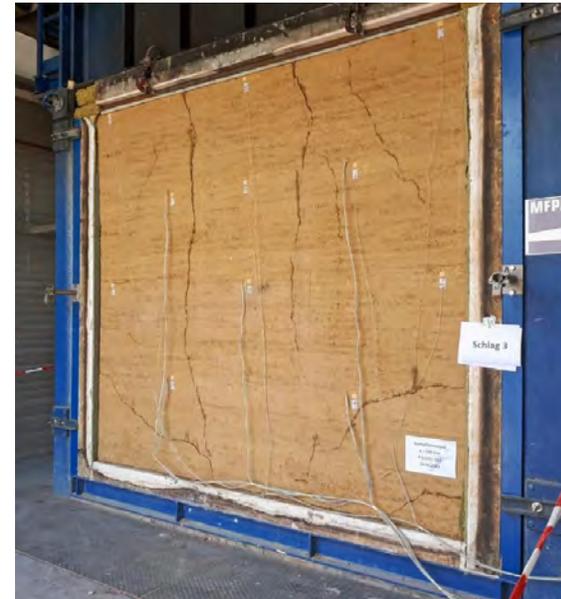
Projektspezifisch und bei vorhandenem Budget

REI 60 Holz-Lehmdecke



Hortus
(Herzog & de Meuron,
zpf Ingenieure,
Lehm Ton Erde GmbH)
www.hochparterre.ch

REI 90 Stampflehmwand, d=22cm



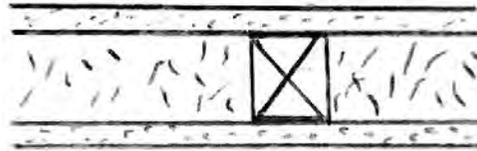
Für Freilichtmuseum Detmold
(ACMS Architekten,
Lehm Ton Erde GmbH)
www.nbau.org

Wann ist Lehm zugelassen | Brandversuche

Herstellerspezifische Konstruktionssysteme

Leichtbauwand EI 90

mit Lehmplatten
d=22mm beidseitig



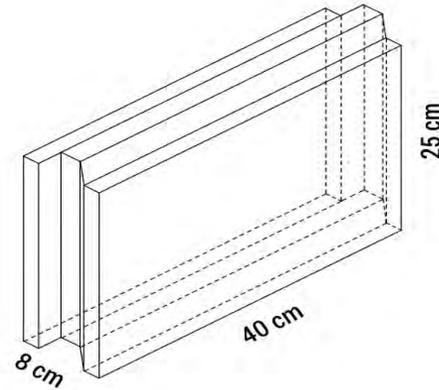
(Haga Naturbaustoffe)
www.haganatur.ch



VKF Zertifizierungen

Lehmsteinwand EI 60

(mit Zement stabilisiert)
d=80mm + Lehmputz



(Terrabloc)
www.terrabloc.ch



Befund

- Sobald Brandschutzanforderungen zu erfüllen sind, scheitert die Verwendung von Lehmbaustoffen oft in der Projektierung - trotz Interesse seitens vieler Projektakteure.
 - > Fehlendes Wissen, sowohl von Planenden wie von Ausführenden
 - > Fehlende Zeit / Budget für objektbezogene Lösungen
 - > Fehlende Normierung bzw. Regelungen für Lehmbaustoffe

Das ist eine verpasste Chance, da sich Lehm und Holz ideal ergänzen

- Bauphysikalisch leistet Lehm:
thermische Masse, Schallschutz, Wasserdampf Speichervermögen
- Grosses Wachstum im mehrgeschossigen konstruktiven Holzbau seit 2015.
Damit verbunden: Viele Tragwerke in RF3 und Bedarf nach *feuerwiderstandsfähiger Beplankung*
- Lehm trägt zu guter Ökobilanz bei und erhöht die Kreislauffähigkeit im Holzbau weiter

- 1 Ausgangslage
- 2 Projekt**
- 3 Brandverhalten von Lehm
- 4 Anwendung
- 5 Fazit und Ausblick

Ziel

Ein Planungswerkzeug, das

- die Bewilligungsfähigkeit für Lehmbaumstoffe als feuerwiderstandsfähige Schichten ermöglicht
- mit entsprechenden unkomplizierten Dimensionierungsvorgaben
- hersteller- und produkteunabhängig ist
- für Planende und Ausführende leicht zugänglich ist und in die gängigen Abläufe passt

Lignum-Dokumentation Brandschutz | Publikation 4.1 Bauteile in Holz



Lignum-Dokumentation Brandschutz | Publikation 4.1 Bauteile in Holz

| 440-1 | | |
|---|--|-------------|
|  | 4.4.1 Einseitig beplankte Ständerkonstruktionen | ab Seite 39 |
|  | 4.4.2 Beidseitig beplankte Ständerkonstruktionen | ab Seite 42 |
|  | 4.4.3 Fachwerkwände (Riegelwände) | Seite 47 |
|  | 4.4.4 Brettstapelwände | Seite 48 |
|  | 4.4.5 Blockbauwände | ab Seite 49 |
|  | 4.4.6 Wände aus mehrlagigen Massivholzplatten | ab Seite 51 |
|  | 4.4.7 Wände aus Holzwerkstoffplatten | Seite 54 |

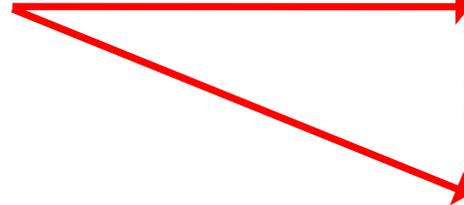


- Ziel: Integration von Schichten aus Lehmbaustoffen in kommende Generation der Lignum-Dokumentation 4.1
- Fokus Platten und Putz
 - Option Schüttung, Estrich, Ausfachung

Lignum-Dokumentation Brandschutz | Publikation 4.1 Bauteile in Holz

- Beispiel beidseitig beplankte Ständerkonstruktion

Lehmplatte
Lehmputz



442-3

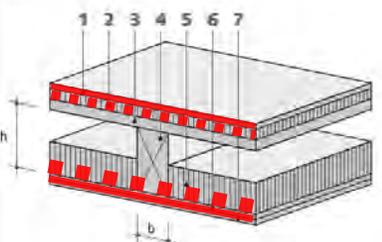
Voraussetzungen

- 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.
- Hohlräume innerhalb des brandschutztechnisch wirksamen Bauteilaufbaus sind mit brandschutztechnisch wirksamer Dämmung auszufüllen.
- Erforderliche Schichtdicken gemäss untenstehender Tabelle (Angaben in mm)

| Variante | R 30 | | | | EI 30 | | | REI 30 | | | | |
|------------------------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|---------|------------------|------------------|--------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| | A1 ²⁾ | A2 ²⁾ | B1 ²⁾ | B2 ²⁾ | C | D1 ²⁾ | D2 ²⁾ | E | F1 ²⁾ | F2 ²⁾ | G1 ²⁾ | G2 ²⁾ |
| 1 Beplankung 1 | | | | | | | | | | | | |
| Massivholzplatte | ■ | 12 | ■ | 15 | ■ | ■ | 12 | ■ | ■ | 12 | ■ | 15 |
| Span-, Faserplatte | ■ | 12 | ■ | 12 | ■ | ■ | 12 | ■ | ■ | 12 | ■ | 12 |
| OSB-Platte, Furnierwerkstoffe | ■ | 12 | ■ | 15 | ■ | ■ | 12 | ■ | ■ | 12 | ■ | 15 |
| Gipsplatte | ■ | 9,5 | ■ | 12,5 | ■ | ■ | 9,5 | ■ | ■ | 9,5 | ■ | 12,5 |
| Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F | ■ | 10 | ■ | 10 | ■ | ■ | 10 | ■ | ■ | 10 | ■ | 10 |
| 2 Beplankung 2 | | | | | | | | | | | | |
| Massivholzplatte | 18 | 12 | 22 | 15 | 15 | 18 | 12 | 15 | 18 | 12 | 21 | 15 |
| Span-, Faserplatte | 15 | 12 | 17 | 12 | 12 | 15 | 12 | 12 | 15 | 12 | 16 | 12 |
| OSB-Platte, Furnierwerkstoffe | 18 | 12 | 22 | 15 | 15 | 18 | 12 | 15 | 18 | 12 | 21 | 15 |
| Gipsplatte | 12,5 | 9,5 | 15 | 12,5 | 9,5 | 12,5 | 9,5 | 9,5 | 12,5 | 9,5 | 12,5 | 12,5 |
| Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F | 10 | 10 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12,5 | 10 |
| 3 Ständer | | | | | | | | | | | | |
| Vollholz, Brettschichtholz (b x h) | 60 x 155 | | 60 x 130 | | 40 x 90 | | 40 x 80 | | 40 x 120 | | 45 x 100 | |
| | 65 x 140 | | 65 x 120 | | | | | | 70 x 100 | | 100 x 80 | |
| | 110 x 120 | | 100 x 100 | | | | | | 120 x 90 | | 180 x 80 | |
| | oder ³⁾ | | oder ⁴⁾ | | | | | | oder ⁵⁾ | | oder ⁶⁾ | |
| | | | | | | | | | oder ⁶⁾ | | oder ⁷⁾ | |
| 4 Hohlraumdämmung | | | | | | | | | | | | |
| Mineralwolle ¹⁾ | 110 | | 90 | | 90 | | 80 | | 90 | | 80 | |
| | | | | | | | | | | | 70 | |

- Beispiel Balkendecke

431-3



Voraussetzungen

- Balkenabstand (Achsmass) maximal 700 mm (massgebend für die Tragfähigkeit der Tragschicht)
- Maximale Nutzlast: gemäss Norm SIA 261, Einwirkungen auf Tragwerke [12], Gebäudenutzung Kat. B, $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$ (massgebend für die Tragfähigkeit der Tragschicht und der Balkenlage)
- Dieses Kapitel bezieht sich nicht auf Rippendecken mit starrem Verbund zwischen Balken und Tragschicht oder Hohlkastendecken mit starrem Verbund zwischen Balken und Tragschicht und unterer Beplankung.
- Erforderliche Schichtdicken gemäss untenstehender Tabelle (Angaben in mm)

| Variante | REI60 | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|------|----|-------------|-----|------|-------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L |
| 1 Auflage | | | | | | | | | | | |
| Massivholzschalung | ■ | ■ | 20 | 32 | ■ | ■ | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Massivholzplatte | ■ | ■ | 20 | 32 | ■ | ■ | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Span-, Faserplatte | ■ | ■ | 20 | 32 | ■ | ■ | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| OSB-Platte, Furnierwerkstoffe | ■ | ■ | 25 | 40 | ■ | ■ | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Gipsplatte | ■ | ■ | 15 | 12,5 + 12,5 | ■ | ■ | 12,5 + 12,5 | 12,5 + 12,5 | 12,5 + 12,5 | 12,5 + 12,5 | 12,5 + 12,5 |
| Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F | ■ | ■ | 15 | 12,5 + 12,5 | ■ | ■ | 12,5 + 12,5 | 12,5 + 12,5 | 12,5 + 12,5 | 12,5 + 12,5 | 12,5 + 12,5 |
| Estrich | ■ | ■ | 20 | 30 | ■ | ■ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 2 Trittschalldämmung | | | | | | | | | | | |
| Mineralwolle ¹⁾ | ■ | ■ | ■ | ■ | 80 | 80 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 5 Hohlraumdämmung | | | | | | | | | | | |
| Mineralwolle ³⁾ | ■ | ■ | ■ | ■ | 140 | 100 | 160 | 120 | 220 ²⁾ | 160 | 140 |
| 6 Untere Beplankung | | | | | | | | | | | |
| Massivholzplatte | 31 | 20 | 31 | 26 | 27 | 18 | 21 | 18 | ■ | 27 | 18 |
| Span-, Faserplatte | 25 | 15 | 25 | 20 | 25 | 15 | 18 | 15 | ■ | 25 | 15 |
| OSB-Platte, Furnierwerkstoffe | 31 | 20 | 31 | 26 | 27 | 18 | 21 | 18 | ■ | 27 | 18 |
| Gipsplatte | 18 | 12,5 | 18 | 15 | 18 | 12,5 | 15 | 12,5 | ■ | 18 | 12,5 |
| Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F | 18 | 12,5 | 18 | 15 | 15 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | ■ | 15 | 12,5 |
| 7 Deckenbekleidung | | | | | | | | | | | |
| Massivholzplatte | ■ | 26 | ■ | 26 | ■ | 26 | ■ | 26 | ■ | ■ | 26 |
| Span-, Faserplatte | ■ | 20 | ■ | 20 | ■ | 20 | ■ | 20 | ■ | ■ | 20 |

Lehmplatte

Lehmestrich
(Option)

Lehmschüttung
(Option)

Lehmplatte | Lehmputz

- **Lignum Schweiz**

- > Interesse und gemeinsames Ziel:

- Integration von Lehmschichten in die neue Generation der 4.1. Publikationsziel Ende 2026

- **ETH Zürich**

- > für Brandtests zur Erhebung von Grundlegendaten

- > Projektarbeit Frühjahressemester 2025

- **Technische Universität Tallinn**, Estland

- Referenzdokument auf Europäischer Stufe:

- Eurocode 5 Teil 1-2 Tragwerksbemessung für den Brandfall

- Lehmplatten und Lehmputze erstmals enthalten im Entwurf für neue Version. Publikationsziel 2026

- Doktorarbeit zur Definition der entsprechenden Parameter für Lehm

- 1 Ausgangslage
- 2 Projekt
- 3 Brandverhalten von Lehm**
- 4 Anwendung
- 5 Fazit und Ausblick

Forschung

Diverse Forschungsprojekte zu Lehmputzen europaweit
zu Lehmputzen und auch zu Lehmplatten

- TU Braunschweig, Deutschland: bei mehrgeschossigen Stohballenbauten, Lehmputz anerkannter Brandschutz auf Stroh



Forschung

Diverse Forschungsprojekte zu Lehmputzen europaweit
zu Lehmputzen und auch zu Lehmplatten

- Tampere Universität, Finnland: Hanflehmplatte

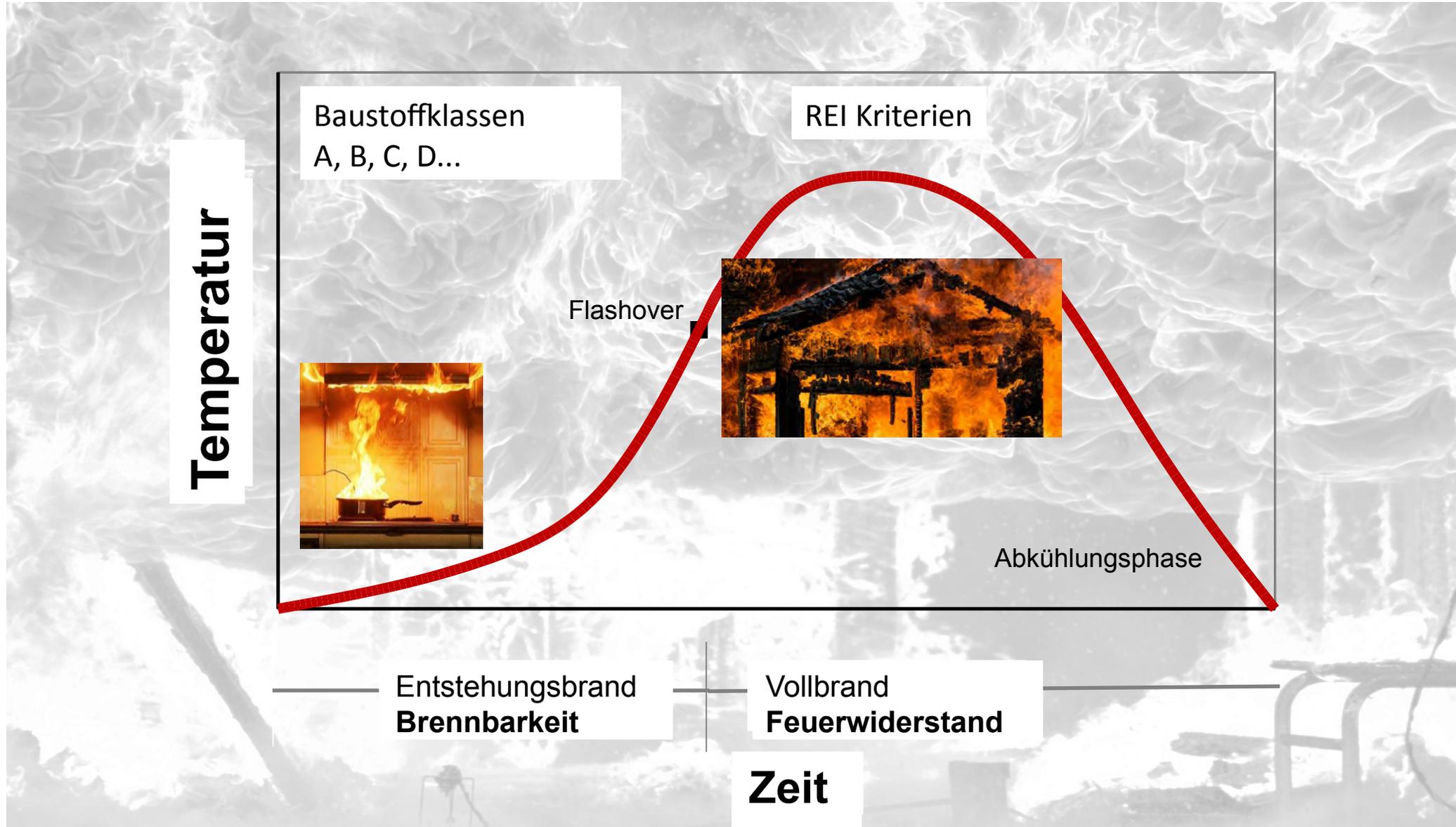


Nature-Based Building, Tampere University, Finnland
Mikael Westermarck
Bild: Mikael Westermarck/ TUNI



Neubau EGK Laufen
Flubacher Nyfeler Partner Architekten,
Lehmbau Georg Paul, LEHMAG, Lehmwerk.ch
Bild: LEHMAG

Brandverhalten von Lehm: Baustoffklasse, Feuerwiderstand

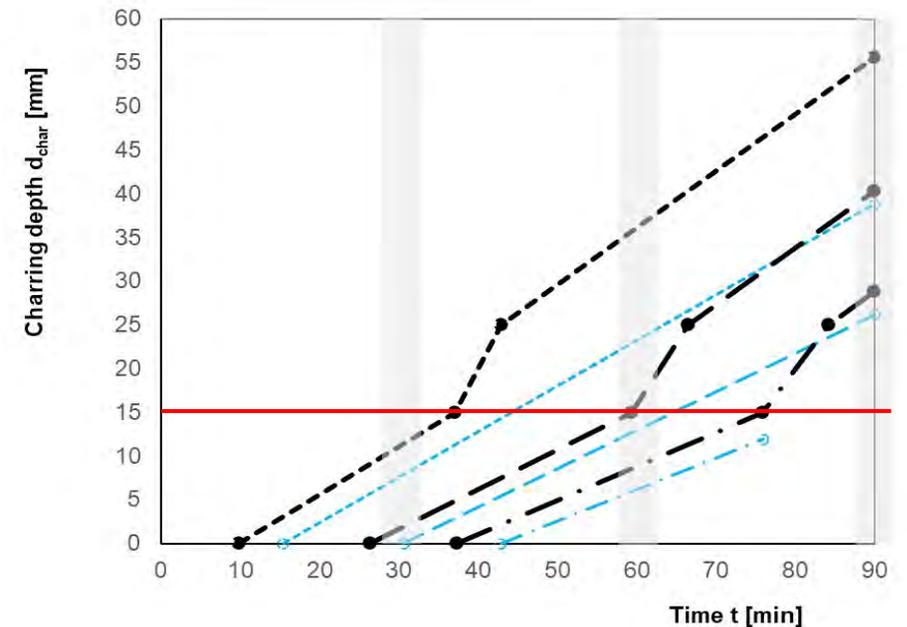


Darstellung: Johanna Liblik

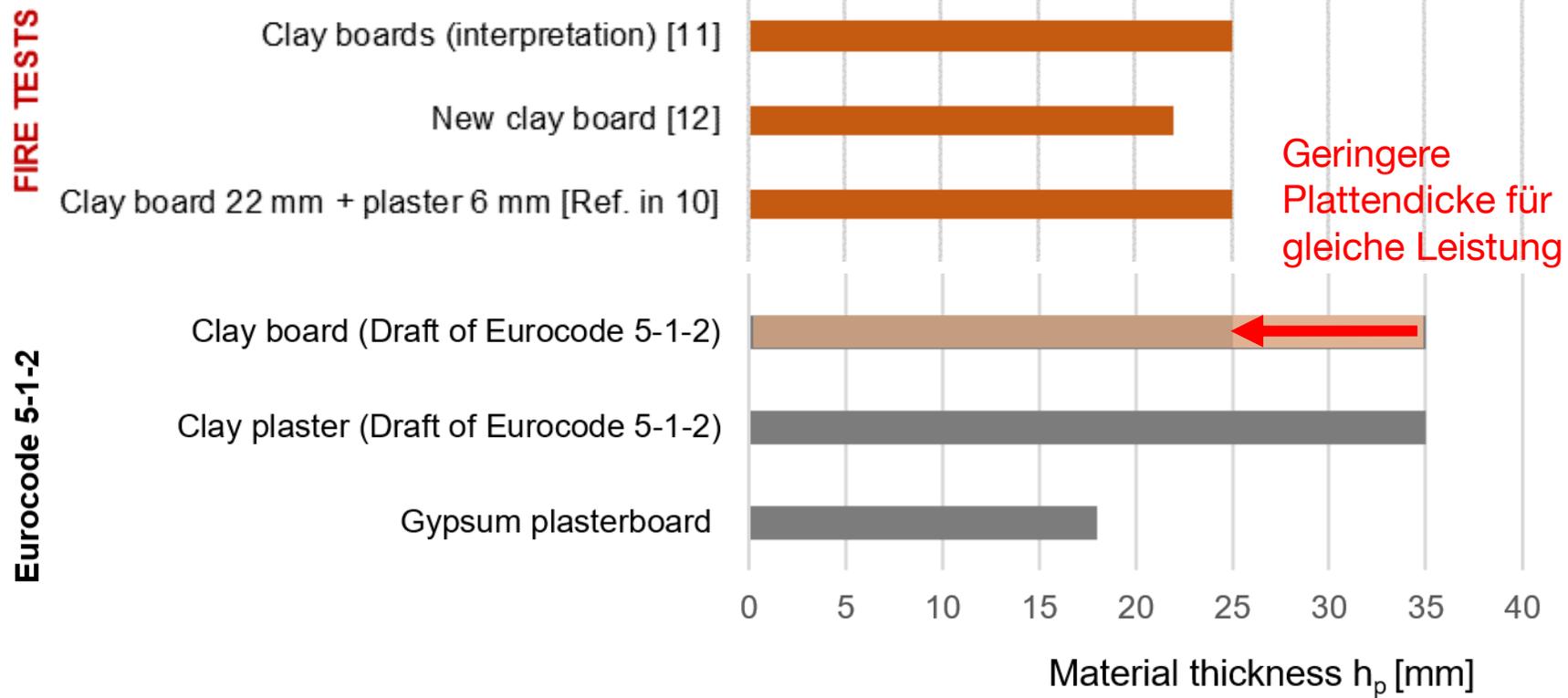
Lignum Terra – Projektvorstellung

Brandverhalten von Lehm: allgemein

- Lehm ist nicht brennbar A1, wenn rein mineralisch oder
- mit <1% organische Bestandteile
- Lehm fällt durch Brandeinwirkung nicht ab und führt dazu, dass Holz später anfängt zu verkohlen (aber Versagen ist Teil des Berechnungsmodells)
- Lehmstoffe sind bei längeren Bränden sehr leistungsfähig
- Abhängigkeiten von Masse, Wärmeleitfähigkeit und Mischung



Materialdicke für 30 Minuten Feuerwiderstand (Abbrand)



- 1 Ausgangslage
- 2 Projekt
- 3 Brandverhalten von Lehm
- 4 Anwendung**
- 5 Fazit und Ausblick

Anwendungsbeispiel | Ständerwand beidseitig beplankt

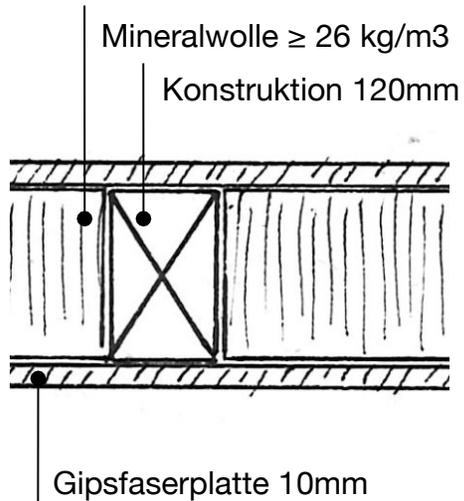
- Hypothetische Planung mit kommender Lignum-Dokumentation 4.1 mit Lehmbauteilen
- Berechnung von J. Liblik, nach Eurocode 5-1-2



Innenausbau mit Lehmplatten
Bild: claytec

Anwendungsbeispiel | Ständerwand beidseitig beplankt

- Anforderung REI30



442-3

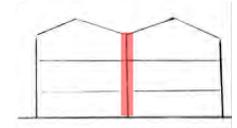
Voraussetzungen

- 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.
- Hohlräume innerhalb des brandschutztechnisch wirksamen Bauteilaufbaus sind mit brandschutztechnisch wirksamer Dämmung auszufüllen.
- Erforderliche Schichtdicken gemäss untenstehender Tabelle (Angaben in mm)

| Variante | R30 | | | | E130 | | | REI30 | | | | |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|---------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| | A1 ²⁾ | A2 ²⁾ | B1 ²⁾ | B2 ²⁾ | C | D1 ²⁾ | D2 ²⁾ | E | F1 ²⁾ | F2 ²⁾ | G1 ²⁾ | G2 ²⁾ |
| 1 Beplankung 1 | | | | | | | | | | | | |
| Massivholzplatte | ■ | 12 | ■ | 15 | ■ | ■ | 12 | ■ | ■ | 12 | ■ | 15 |
| Span-, Faserplatte | ■ | 12 | ■ | 12 | ■ | ■ | 12 | ■ | ■ | 12 | ■ | 12 |
| OSB-Platte, Furnierwerkstoffe | ■ | 12 | ■ | 15 | ■ | ■ | 12 | ■ | ■ | 12 | ■ | 15 |
| Gipsplatte | ■ | 9,5 | ■ | 12,5 | ■ | ■ | 9,5 | ■ | ■ | 9,5 | ■ | 12,5 |
| Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F | ■ | 10 | ■ | 10 | ■ | ■ | 10 | ■ | ■ | 10 | ■ | 10 |
| 2 Beplankung 2 | | | | | | | | | | | | |
| Massivholzplatte | 18 | 12 | 22 | 15 | 15 | 18 | 12 | 15 | 18 | 12 | 21 | 15 |
| Span-, Faserplatte | 15 | 12 | 17 | 12 | 12 | 15 | 12 | 12 | 15 | 12 | 16 | 12 |
| OSB-Platte, Furnierwerkstoffe | 18 | 12 | 22 | 15 | 15 | 18 | 12 | 15 | 18 | 12 | 21 | 15 |
| Gipsplatte | 12,5 | 9,5 | 15 | 12,5 | 9,5 | 12,5 | 9,5 | 9,5 | 12,5 | 9,5 | 12,5 | 12,5 |
| Gipsfaser-, Gipsplatte Typ F | 10 | 10 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 12,5 | 10 |
| 3 Ständer | | | | | | | | | | | | |
| Vollholz, Brettschichtholz (b x h) | 60 x 155 | 60 x 130 | | 40 x 90 | 40 x 80 | | | 40 x 120 | 40 x 120 | | 45 x 100 | |
| | 65 x 140 | 65 x 120 | | | | | | 70 x 100 | 60 x 100 | | 100 x 80 | |
| | 110 x 120 | 100 x 100 | | | | | | 120 x 90 | 180 x 80 | | 180 x 70 | |
| | oder ³⁾ | oder ⁴⁾ | | | | | | oder ⁵⁾ | oder ⁶⁾ | | oder ⁷⁾ | |
| 4 Hohlraumdämmung | | | | | | | | | | | | |
| Mineralwolle ¹⁾ | 110 | 90 | | 90 | 80 | | | 90 | 80 | | 70 | |

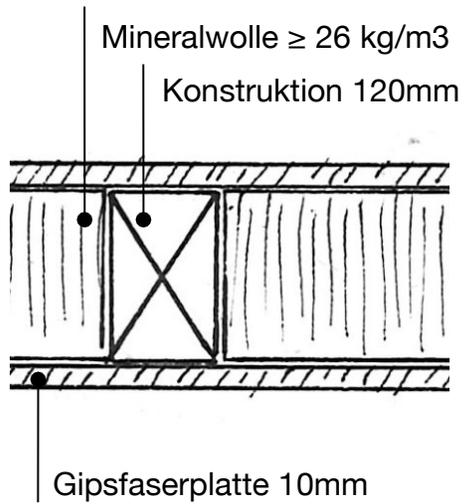
Lehmplatte
Lehmputz

Anwendungsbeispiel | Ständerwand beidseitig beplankt

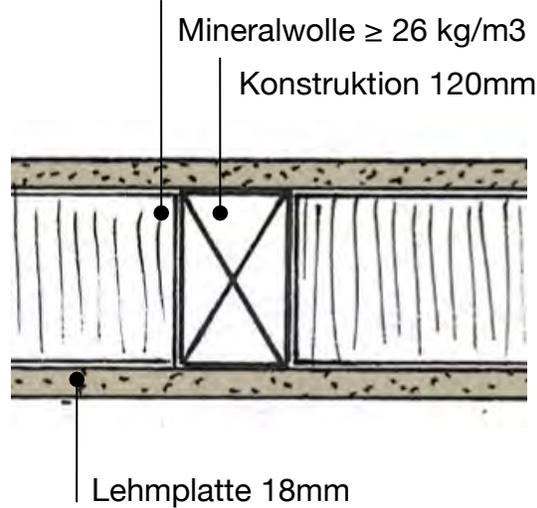


- Anforderung REI30

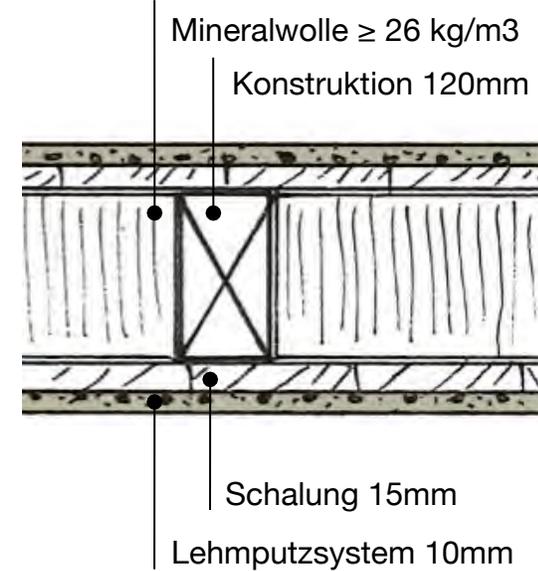
nach Lignum



Modellrechnung

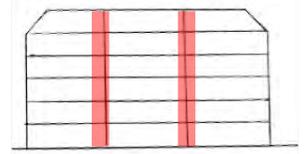


Modellrechnung

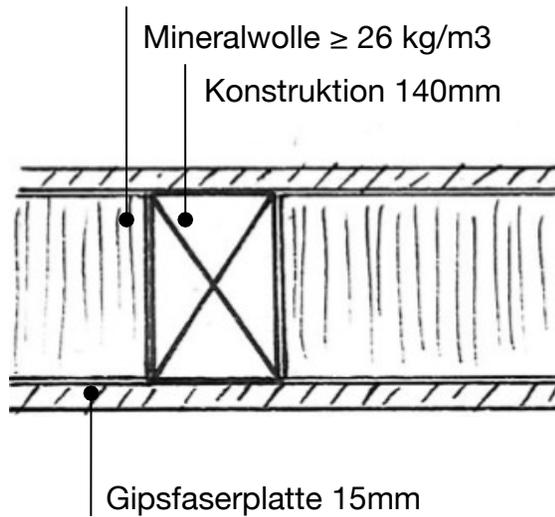


Anwendungsbeispiel | Ständerwand beidseitig beplankt

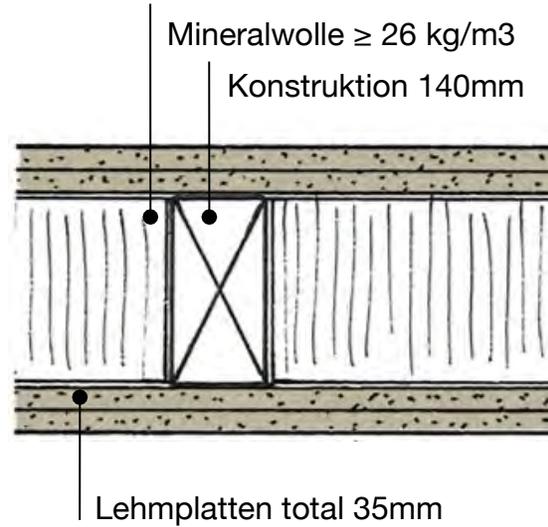
- Anforderung REI60



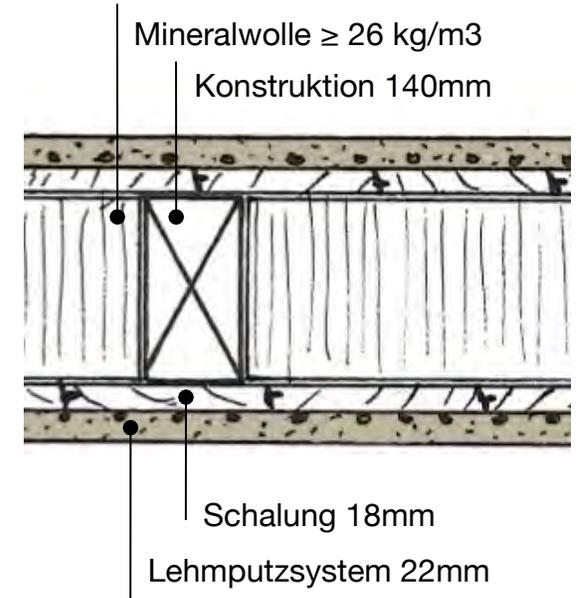
nach Lignum



Modellrechnung

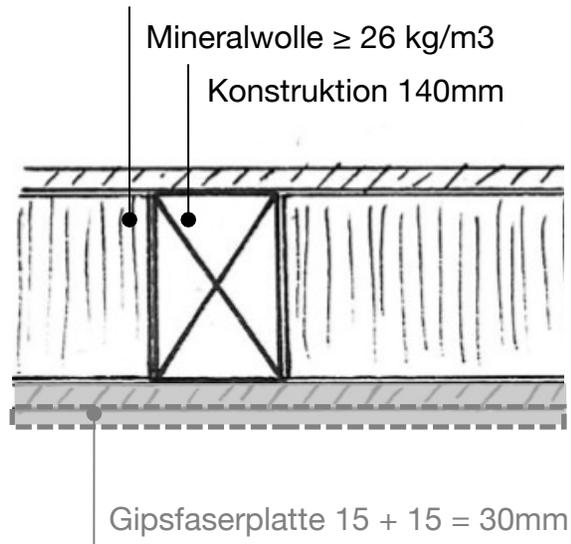


Modellrechnung

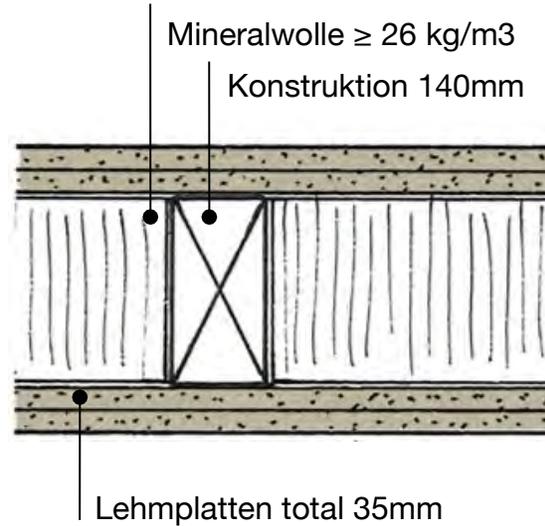


Einordnung

REI 60
Industriestandard



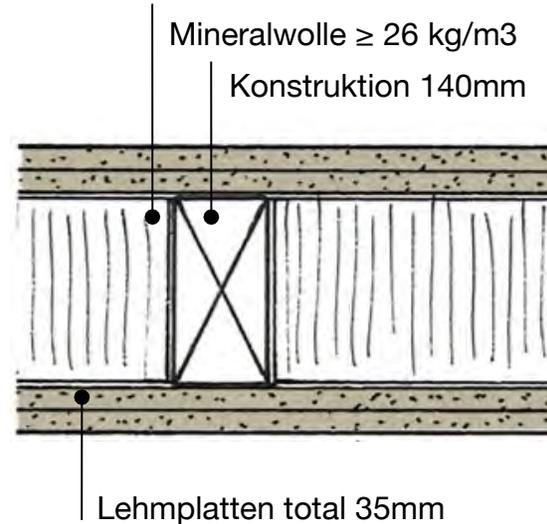
REI 60
Modellrechnung



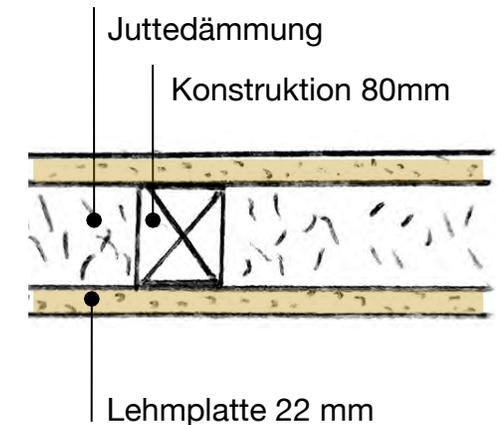
- Mitbetrachtung von bauphysikalischen Anforderungen, insb. Schallschutz wichtig

Einordnung

REI 60
Modellrechnung



EI 90
Brandversuch



- Mitbetrachtung von bauphysikalischen Anforderungen, insb. Schallschutz wichtig
- Schichtdicke gem. effektiven Brandversuchen tendenziell schlanker als in Modellrechnung
> Optimierung der Rechenbeiwerte wäre wünschenswert > wissenschaftliche Brandversuchserie

- 1 Ausgangslage
- 2 Projekt
- 3 Brandverhalten von Lehm
- 4 Anwendung
- 5 Fazit und Ausblick**

Einordnung

Risiken und Herausforderungen

- Praxisbezug Materialdefinitionen
- Optimierung der Rechenbeiwerte
- Eindeutige und gleichzeitig flexible Materialdefinitionen
- Verwendung von Aushublehm langfristig sinnvoll aber herausfordernd
- Finanzierung

Chancen

- Für Anwender: praktisches Instrument zur Zulassung und Dimensionierung von Lehmbaustoffen in Holzaufbauten mit Brandschutzanforderung
- Zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten der vielversprechenden Kombination Holz + Lehm
> z.B. im mehrgeschossigen Wohnungsbau
- Schritt zur Etablierung von Lehmbaustoffen in der breiten Anwendung
- erhöhte Nachfrage nach Lehmprodukten
- Förderung ökologischer Bauweisen mit Holz und Lehm

Lehmbau | aktuelle Aktivitäten und Ausblick

- Innosuisse Flagship-Projekt
Regeneratives Bauen «Think Earth»
 - Holz und Lehm
 - tragender Lehmbau
 - bis 2028
- Leitfaden für Lehmbau

Leitgedanken

- Forschungspotenzial nutzen
- Praxisbezug wesentlich
- Planungshilfen als Werkzeuge im zeitgenössischen Bauen

Gemeinsam schaffen wir Rahmenbedingungen und Zugang zu Wissen und Erfahrung, damit Lehm und sein Potenzial alle begeistern.



Think Earth, Teilprojekt 8 Hybride Bauteile
Bild: Pallavi Keshri and Linus Schmitz / ETH Zürich

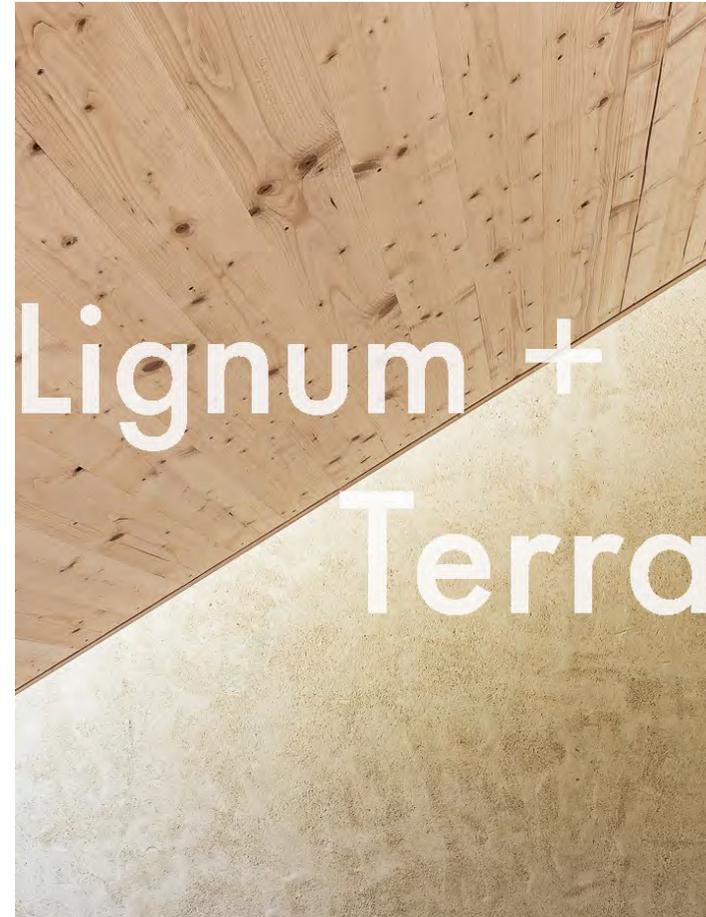


TERRATimber - Earth and reuse of timber
Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Digital Design & Fabrication (DDF),
dos - Design of Structures

Take Home Messages | ...Diskussion...

- Holz + Lehm: $1 + 1 = 3$
- Vereinfachte Zulassungsbedingungen und Planungswerkzeuge sind wichtig
- Integration von Lehmbauteilen in die Lignum-Dokumentation Brandschutz wäre ein Meilenstein in diese Richtung

Besten Dank



Lignum **Terra**

Projektvorstellung

Brownbag Lunch
25. Februar 2025

Vortragende
Christiane Löffler, Vorstand IG Lehm
Adrian Baumberger, baubüro in situ

Moderation
Stephan Eicher, Lignum Delegierter
Vertreter Direktmitglieder

brandschutz@iglehm.ch

www.iglehm.ch

