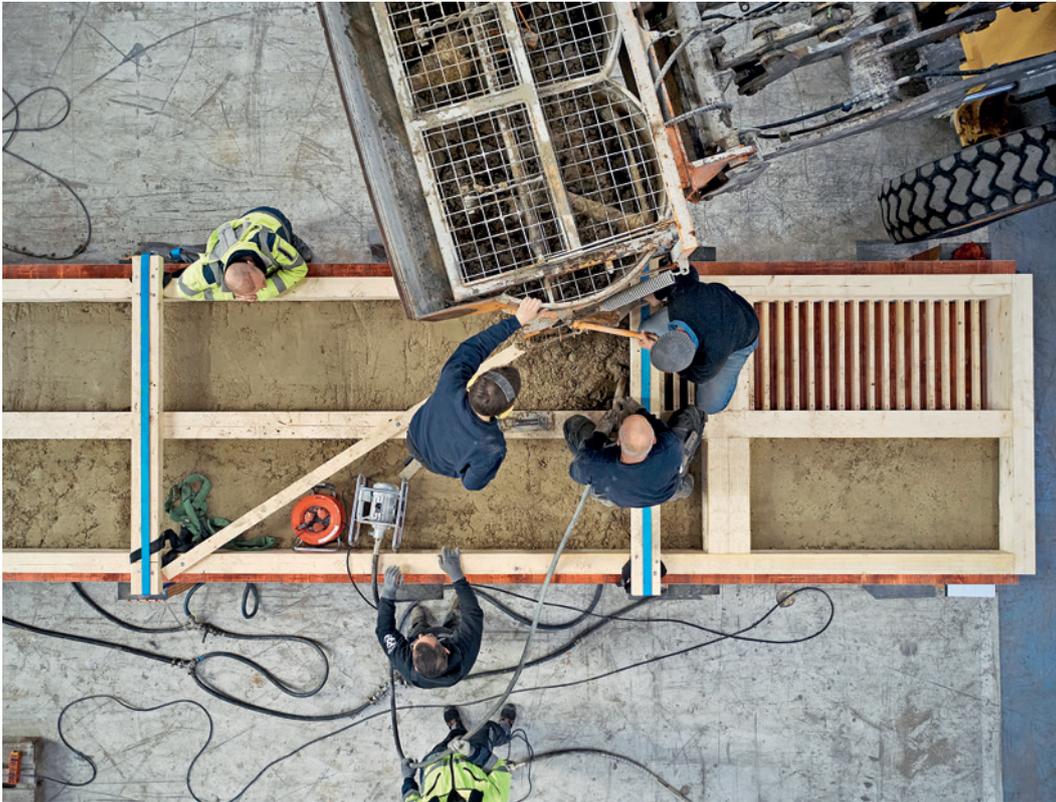


Die Holz-Lehm-Massivdecke vereint die ökologischen Vorteile von Holzdecken mit den bauphysikalischen Stärken von Massivdecken in einem massenproduzierbaren Bausystem. The timber-earth solid ceiling combines the ecological advantages of timber with the building physics benefits of solid ceilings into a mass-producible building system.

Text: Julian Trummer

Deckenelemente aus Holz und Lehm Timber-earth Solid Ceilings



Thomas Straub

Für die Deckenelemente wird eine Tragstruktur aus Holz mit Massivlehm in einer Rohdichte von 2200 kg/m³ vergossen.

The loadbearing solid ceiling units consist of a timber grid into which earth with a bulk density of 2,200 kg/m³ is poured.

So intensiv im Kontext des Klimawandels Alternativen zu Stahlbeton gesucht werden, so verfahren erscheint die Situation bei Geschossdecken: Stahlbetondecken erreichen mit ihrer Nicht-Brennbarkeit und hohen Masse Brand- und Schallschutzeigenschaften, die im mehrgeschossigen Bauen mittlerweile als Standard gelten. Bei Alternativen wie Holzdecken, die aus nachwachsenden Rohstoffen gefertigt sind, lassen sich diese oft nur mit großen ökonomischen, ökologischen und ästhetischen Kompromissen erzielen. Darüber hinaus

While the intensive search for alternatives to reinforced concrete in the face of climate change continues, the situation with ceiling slabs is still far from clear: the fire and sound protection properties achieved by reinforced concrete ceilings with their non-combustibility and high mass have come to define the standard in multistorey construc-

tion. In the case of alternatives built with renewable raw materials, above all wooden ceilings, matching this performance has proved to be possible only by making major economic, ecological and aesthetic compromises.

The timber-earth solid ceiling is an attempt to achieve the positive characteristics of reinforced concrete ceilings by using

demonstrieren Projekte wie 2226 Lustenau von Baumschlagler Eberle und das „Haus ohne Heizung“ von Schwarz Architekturbüro Nürnberg, wie sich dank der thermischen Masse mineralischer Baumaterialien auch in unseren Breiten Gebäude ohne aktive Heizung oder Kühlung errichten lassen. Bei konventionellen Gebäuden überschreitet die Betriebsenergie die graue Energie aus der Errichtungsphase im Durchschnitt bereits nach zehn Jahren. Führen also die Versuche, CO₂ in der Errichtung von Gebäuden einzusparen, am Ende womöglich nur dazu, ein Vielfaches davon später im Betrieb auszustoßen?

Die Holz-Lehm-Massivdecke ist der Versuch, die positiven Eigenschaften von Stahlbetondecken mit klimafreundlichen Materialien zu erreichen. Der Ursprung liegt in einem Semesterentwurf mit anschließender Masterarbeit in den Jahren 2019 bis 2021 an der Technischen Universität München im Kontext des Themenfeldes „Einfach Bauen“: Holz und Erde allein sollen die an eine Decke gestellten Anforderungen erfüllen und durch Automatisierung auch noch wirtschaftlich in der Herstellung sein.

Gießen statt Stampfen

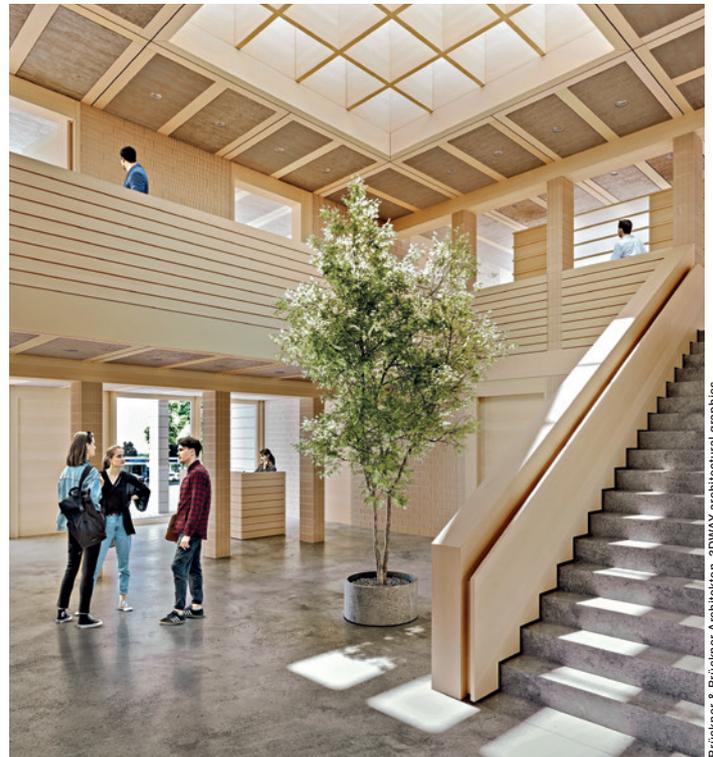
Vorbild der Holz-Lehm-Massivdecke ist das historische Fachwerkhaus: Holz bildet eine Tragstruktur, die mit Lehm in einer Rohdichte von 2200 kg/m³ ausgefüllt wird, um Raumabschluss, Brandschutz, Schallschutz und thermische Masse zu erzeugen. Der Produktionsprozess erfolgt zweistufig: Eine feingliedrige Holzkonstruktion wird – potenziell automatisiert – zusammengefügt und im zweiten Schritt ausgegossen.

Der Gießprozess wird durch aus der Lebensmittelindustrie bekannte Fließmittel ermöglicht. Dabei lassen sich die Materialeigenschaften von Stampflehm zu einem Bruchteil der Kosten replizieren, ohne den geringen CO₂-Fußabdruck, die Wiederverflüssigbarkeit oder toxikologische Unbedenklichkeit des Materials in irgendeiner Form zu kompromittieren. Der Gießprozess schafft eine hohe geometrische Freiheit, durch die zum Beispiel Leitungen und technische Einbauten flexibel in das Bauteil eingegossen werden können. Später lässt sich der Lehm wieder verflüssigen und alle Komponenten können problemlos voneinander getrennt und wieder- oder weiterverwertet werden.

Im Vergleich zum Ansatz, den Balkenzwischenraum mit einem Gewölbe zu überspannen, soll das Prinzip des Lückenverfüllens die statischen Anforderungen an die Lehmverfüllung minimieren: Hintergedanke ist neben erhöhter Flexibilität und maximaler Resilienz gegenüber Transport- und Wasserschäden mittelfristig auch die Verwendung von Mischungen geringerer Güte. Während bereits jetzt Filterschlämme, die in Kieswerken als Abfallprodukt anfallen, die Basis des Lehmgemisches bilden, sollen die Sand- und Kiesanteile in Zukunft durch Beton- und Ziegelbruch ersetzt werden. Auf diese Weise wird ein Rezyklat-Anteil von bis zu 99,9% möglich.

Die Visualisierung zeigt die Holz-Lehm-Massivdecke im Neubau von Brückner & Brückner Architekten für den Verband für Ländliche Entwicklung (VLE) Oberpfalz in Tirschenreuth.

The visualisation shows the timber-earth solid ceiling in the new build by Brückner & Brückner Architekten for Verband für Ländliche Entwicklung (VLE) Oberpfalz in Tirschenreuth.



Brückner & Brückner Architekten, 3DWAY architectural graphics

climate-compatible materials. It originated in an undergraduate design project followed up at master's level between 2019 and 2021 at the Technical University Munich as part of research into "Building Simply": the requirements of ceilings were to be fulfilled solely by timber and earth, with automation contributing economic advantages in manufacture.

Pouring not tamping

The model for the timber-earth solid ceiling is the historical half-timbered house: timbers form a loadbearing grid, which is infilled with earth with a bulk density of 2,200 kg/m³ to create the ceiling, provide fire protection, sound insulation and thermal mass. The production process consists of two stages: a frame of slender timbers is assembled, potentially by robots, and earth plasticised with an additive used in food processing is poured be-

tween the timbers. This allows the material properties of rammed earth to be replicated at a fraction of the cost, without in any way compromising the material's negligible carbon footprint, ability to be replasticised or non-toxicity. The casting process allows great geometric freedom, for example, for forming cavities of any shape in which ducts and building services equipment can be installed. At some later date, the earth can be plasticised again and all the components easily separated from one another for recycling or reuse.

First on-site use

This form of construction will be implemented for the first time on site this summer in a new office building for the Verband für Ländliche Entwicklung (VLE) Oberpfalz in Tirschenreuth. Brückner & Brückner Architekten looked to the building culture of the late 19th century in Germany



Julian Trummer

Holz-Lehm-Deckenelement
Timber-earth ceiling unit

Spannweite:
bis zu ca. 6,50 m
Span: up to approx. 6.50 m

Feuerwiderstand:
F90 (Entwicklungsziel)
Fire resistance: F90 (development objective)

Flächengewicht
Weight per unit area: > 250 kg/m²

Die Visualisierung oben zeigt das Deckenelement in der Ursprungsvariante BSP (Brettsperrholz)-Light. Sie ist auf automatisierte Fertigung ausgelegt. Unten ist die auf dieser Basis bei Leipfinger-Bader entwickelte Variante

der Stakendecke zu sehen, wie sie im VLE Tirschenreuth verbaut wird. Der Hohlraum über der Dämmschicht dient der Installationsführung. Den oberen Abschluss des Elements bildet eine Holzwerkstoffplatte.

The top visualisation shows the original CLT (cross-laminated timber)-Light version of the ceiling unit designed for automated production. The bottom is a variant of the punt ceiling developed at Leipfinger-

Bader and will be installed at VLE Tirschenreuth. The cavity above the insulation layer may be used for cable routing. A timber-based board is used for the top of the unit.

Erste bauliche Umsetzung

Ihre erste Umsetzung erfährt die Konstruktion diesen Sommer beim Neubau eines Bürogebäudes des Verbands für Ländliche Entwicklung (VLE) Oberpfalz in Tirschenreuth. Brückner & Brückner Architekten nehmen in ihrem Zugang zum nachhaltigem Bauen Anlehnung an die Baukultur der Gründerzeit: 50 cm starke Außenwände aus mit Holzfasern gefüllten Keramikziegeln und unverputzte Innenwände mit Vollziegeln aus kalt verpresstem Ziegelrezyklat bilden die vertikalen Bauelemente, Holz-Lehm-Massivdecken die horizontalen. Zusammen mit den rational dimensionierten Fensteröffnungen minimiert die hohe Masse der Bauteile den Energiebedarf. So ist in dem Bürogebäude keine aktive Kühlung vorgesehen; selbst auf außenliegende Verschattungselemente konnte verzichtet werden.

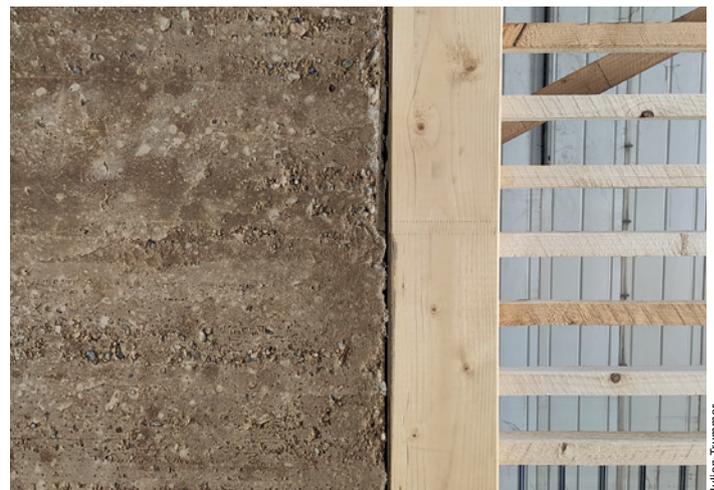
Die in dem Projekt verbauten Holz-Lehm-Massivdecken orientieren sich in ihrer Geometrie an der historischen Stakendecke: Die bis zu 7,5 m

Verfüllter und unverfüllter Abschnitt des Deckenelements im Detail: Für eine natürliche Ästhetik wird auch die Lehmoberfläche der sichtbaren Unterseite rau gestaltet.

Filled and unfilled parts of the ceiling unit in detail: the earth surface in the visible soffit of the unit is left untreated for a natural aesthetic.

for their approach to sustainable building: 50 cm thick external walls of wood fibre-filled ceramic bricks and unplastered internal walls of solid brick cold-pressed from recycled aggregates form the vertical elements, timber-earth solid ceilings, the horizontal. In conjunction with the rationally dimensioned window openings, the high mass of the components minimises the energy requirement

of the building. As a result, no active cooling is planned for the office building, and even external shading elements are unnecessary. The timber-earth solid ceilings used in the project are based geometrically on historical punt ceilings: the max. 7.5 m long timber elements are fitted together manually, earth poured into them at Leipfinger-Bader and the prefabricated units delivered to site.



Julian Trummer

langen Holzelemente werden manuell zusammengefügt, bei Leipfinger-Bader mit Lehm vergossen und als Fertigteile auf die Baustelle geliefert.

Auf dem Weg zur Industrialisierung

Während die Weiterentwicklung der Stakendecke bei Leipfinger-Bader schrittweise vorangetrieben wird, liegt das mittelfristige Augenmerk auf der Automatisierung. Hiermit beschäftigt sich das an der Technischen Universität München angesiedelte Forschungsprojekt Timber Earth Slab. Dabei geht es um die Abstimmung von Deckengeometrie und digitalem Produktionsprozess sowie um die Untersuchung und Optimierung unter anderem von Brand- und Schallschutzeigenschaften. Mittelfristig soll das Prinzip auf ein umfassendes Baukastensystem ausgeweitet werden.

Kern des gesamten Vorhabens ist der Gedanke, dass ökologisches Bauen nicht auf Leuchtturmprojekte beschränkt bleiben darf: Erst wenn sie auch ökonomisch vertretbar sind, können ökologische Lösungen ein wirksames Werkzeug im Kampf gegen den Klimawandel sein.

On the way to industrialisation

While the further development of the punt ceiling is gradually moving forward at Leipfinger-Bader, the medium-term attention turns to automation. This is the focus of the research project Timber Earth Slab at TU Munich. The research team is exploring how ceiling geometry affects the digital production process and optimising, among other things, fire

and sound insulation properties. The medium term aim is to extend the principle to create a comprehensive building module system. Key to the whole project is the idea that ecological building does not have to be confined to lighthouse projects: only if they are economically justifiable can ecological solutions be an effective tool in the fight against climate change.

Konzeptentwicklung
 Concept development:
Julian Trummer in Zusammenarbeit mit Markus Schneider und Márton Deme

Anmerkung zum Autor
 Note about the author:
 Julian Trummer arbeitet seit 2022 bei Leipfinger-Bader im Bereich Forschung & Entwicklung.

Julian Trummer has been working at Leipfinger-Bader in Research & Development since 2022.

Konsortium Projekt VLE Tirschenreuth
 Project Consortium VLE Tirschenreuth:
Leipfinger-Bader, Brückner & Brückner Architekten, Ingenieurbüro Bodensteiner und Partner, Oxara

Konsortium Forschungsprojekt Timber Earth Slab
 Timber Earth Slab research consortium:
Technische Universität München Technical University Munich,
Leipfinger-Bader, Oxara, Florian Nagler Architekten, müller-blaustein HolzBauWerke, Blumer-Lehmann



KRIKO Engineering Freiburg

Trennwandsystem PANframe
 pan-armbruster.de

PAN ARMBRUSTER

Montage mit Clips-Beschlag ohne Hub

Patentierter Systemstütze mit Kabeldurchführungen

Lasteintrag in den Boden als Linien-, nicht als Punktlast