

Strohlehm als Außenschale im Holzbau

Entgegen üblicher Vorstellungen von historischer Auftragstechnik, z. B. des „Bewurfes“, sind die Variationen, Strohlehm in Fachwerkwänden und Balkendecken zu verarbeiten, außerordentlich vielfältig und erfindungsreich. Bei Untersuchungen von Strohlehmteilen des ältesten deutschen Fachwerkhauses in Limburg an der Lahn haben wir interessante Wickeltechniken aus dem 16. u. 17. Jahrhundert gefunden, die uns angeregt haben, sie neu auszuprobieren. Schon die ersten Versuche bei Seminarprojekten und einem kleinen Gartenhaus zeigten, dass mit etwas Übung dünne und dicke Wände erstaunlich schnell mit einfachem Werkzeug hergestellt werden können, so dass wir die Technik nun bei einem Wohnhausneubau in Darmstadt eingesetzt haben.

Wickeltechnik unterscheidet sich von der üblichen Klischeevorstellung von Strohlehmverarbeitung. Es wird keine plastische Masse an die Wand geworfen, sondern es wird langfaseriger Strohlehm mit den Händen in sehr großen Portionen in ein Gitter aus Geflecht oder eine Lattung eingewickelt oder schräg aufgelegt. Dabei ist der Rutenabstand wegen der guten Stroharmerung größer als übliches Flechtwerk und entsprechend arbeitssparender herzustellen, vorausgesetzt, der Strohlehm hat eine genügende Strohdichte. Für eine zeitgemäße Ausführung eignen sich auch gesägte dünne Latten, die mit einem Abstand von 12 bis 15 cm zwischen, oder noch einfacher durchgehend auf den Holzstäben befestigt werden.

Historische Strohlehme mit hohem Strohteil haben nicht selten ein Raumgewicht um 1200 kg/m^3 und können auch als Leichtlehm bezeichnet werden. Das Stroh ist durchschnittlich länger als allgemein vermutet. Die Verarbeitung ist sehr weich, fast breiig. Es wurde meist magerer oder sehr magerer schluffiger Lehm gewählt, Sand wurde nicht zugefügt.

Für die hier beschriebene Technik kann Strohlehm für ein Raumgewicht um 1200 kg/m^3 wie bei Leichtlehm üblich im Tauch- oder Spritzverfahren aufbereitet werden, manuell oder auch maschinell unterstützt. Bei dem Projekt in Darmstadt wurde die Schlämme mit der Putzmaschine PFT G4 hergestellt und am Ort, also auch im Obergeschoß, über das lagenweise ausgestreute Stroh gespritzt. Normales ungeschnittenes Ballenstroh ist verwendbar, Sandzugabe ist überflüssig. Der Strohlehm kann sehr nass aufbereitet werden und sollte dann mindestens einen Tag

mauken. Er wird in der Wand weich aber klebrig in großen Portionen mit der Hand nebeneinander sattelartig aufgelegt und die unteren Enden auf die andere Seite gedrückt, oder zur Arbeitsseite schräg aufgelegt und nur oben um die Latten gelegt. Die Flächen werden mit dem Holzbrett durch Schlagen und Verstreichen geebnet, Fehlstellen werden mit dem gleichen langfaserigen Material aufgefüllt, das auch sehr dünn und putzähnlich aufgetragen und verzogen werden kann, wie dies bei historischen Befunden zu beobachten ist. Der Vorteil gegenüber geschalteten Leichtlehmwänden ist die Möglichkeit des freien Auftrags. Allerdings kann ein mit Abstand befestigtes Schalbrett auf der ebenen, zu verputzenden Rückseite, den Auftrag von der Arbeitsseite erleichtern.

Die übliche Wanddicke von historischen Lehmausfachungen von nicht viel mehr als 12 cm erweist sich auch hier als zweckmäßig. Solche Wände sind schnell herzustellen und trocken auch schnell. Die relativ dünne, aber schwere Außenschale übernimmt die Funktion des Raumabschlusses, der Wärmespeicherung, der Schalldämmung und des Brandschutzes und ist ein besserer Putzträger für den Außenputz als z. B. Lehmsteinmauerwerk, das nach Lehmbau Regeln bei dieser Wandstärke auch geschosswise abzutragen und als Vorsatzschale zu verankern wäre. Beim Darmstädter Projekt umschließt die 12 cm dicke Strohlehmaußenschale auf durchgehender Lärchenholzlattung die gesamte zweigeschossige Holzkonstruktion und wird flächig mit einem schützenden, wartungsarmen Kalkputz versehen. Mit einer bewährten Innendämmung aus kapillar leitfähigem Zellulosedämmstoff wird die Außenschale zu einer bauphysikalisch hochwertigen Wand ergänzt. Diffusionstechnische Bedenken sind unbegründet, da die eingesetzten kapillar aktiven Baustoffe, besonders die Lehmaußenschale, die Wand trocken halten.

Zum Darmstädter Projekt

Das kleine Einfamilienhaus entsteht auf einem innenstadtnahen Gartengrundstück. Das Budget erforderte eine intensive Planung—das Durchspielen verschiedener Konzepte und alternativer Konstruktionen—mit dem Ziel, in etwa sechs Monaten Bauzeit, trotz minimierten Baukosten und reduzierter Größe ein vielfältiges Raumangebot mit viel Licht, Durchblicken, Ausblicken, niedrigen u. hohen Decken, Stauraum, Großzügigkeit und Abgeschlossenheit zu realisieren.

Clay-straw as an external shell in timber construction

Contrary to the usual understanding of the historical application technique, e.g. “daub”, the variations for handling clay-straw (clay mixed with straw) in timber frame walls and joist floors are exceptionally varied and inventive. In research into the clay straw components of the oldest German timber-framed house in Limburg-an-der-Lahn we found interesting earth reel techniques from the 16th and 17th Centuries, which inspired us to try them out anew. The first trials in seminar projects and on a small garden house showed that with a little practice thin and thick walls can be produced amazingly quickly with simple tools, so we have now used the technique on a new-build dwelling house in Darmstadt.

Earth reel techniques differ from the usual cliché perception of clay-straw. No malleable mass is thrown against a wall, but instead long-fibred clay-straw is wrapped or laid diagonally in very large portions by hand onto a meshwork grid or lattice. Thanks to the good reinforcement of the straw, the rod centres are greater than in traditional wattling and are labour saving to produce, provided that the clay-straw has sufficient straw density. For contemporary applications thin sawn laths are fixed horizontally at 12 to 15 cm centres or, simpler still, continuously to the timber posts.

Historic clay-straw with a high straw content sometimes had a volume weight of as much as 1200 kg/m³ and could also be referred to as light clay. The straw was on average longer than is generally assumed. It was worked up to a very soft, almost mushy consistency. The selected earth was usually leaner or much leaner and silty, sand was not added.

For the technique described here, the clay-straw can have a volume density of around 1200 kg/m³ and, as is usual with light clay, prepared in an immersion or spraying process, manually or mechanically aided. For the Darmstadt project slurries were produced on site with a PFT G4 rendering machine and sprayed, even at the upper levels, onto straw spread out in layers. Normal uncut bale straw can be used; added sand is superfluous. Normal clay-straw can be prepared very wet and should then be allowed to swell for at least a day. It is applied to the wall by hand in large, soft but clammy portions, saddle-like in rows. The lower ends are then pressed through to the other side or laid on diagonally and only turned over the laths at the top. The layers

are levelled by tamping and smoothing with a wooden board. Hollows are filled with the same long-fibred material, which is also applied very thin and plaster-like and can be worked in, as can be observed on historic examples. The advantage compared with shuttered light clay walls is that it can be applied freely. Nevertheless, a shuttering board fixed onto spacers behind of the area being worked can facilitate the application.

The usual wall thickness for historic earthen infill of not much more than 12 cm has also proved practical here. Such walls are quickly constructed and also dry out quickly. The relatively thin but heavy external leaf assumes the functions of spatial termination, thermal insulation, the sound insulation and the fire protection and is a better plaster base for the external render than for example earth block masonry, which, according to the Lehmbau Regeln, in this wall thickness would have to be skimmed storey-wise and as a facing skin would have to be anchored to the structure. In the Darmstadt project the 12 cm thick clay-straw outer leaf on larch timber laths encloses the entire two-storey timber construction and is finished over its whole surface area with a protective, low-maintenance lime render. Reinforced capillary-active cellulose internal insulation completes the external shell to form a high-grade wall from a construction-physics point of view. Concerns about diffusion are unfounded, because the introduction of capillary-active building materials, particularly the earthen external shell, keeps the wall dry.

The Darmstadt Project

This small single-family house is being built on a garden plot near the town centre. The limited budget required intensive planning – running through various concepts and construction alternatives – with the aim of achieving within a ca. six-week building period, in spite of minimised construction costs and down-sizing, a versatile spatial ensemble with plenty of light, views through and from the house, low and high ceilings, storage space, generous proportions and privacy.

The most economic means of ground support was to dispense with foundations and to lay a concrete ground slab directly onto load distributing and at the same time insulating foam-glass gravel fill. The CAD generated pre-fabricated timber frame and the all-timber deck elements were assembled in a few days and



Als kostengünstigste Möglichkeit der Gründung wurde auf Fundamente verzichtet und die Bodenplatte direkt auf eine lastverteilende und gleichzeitig wärmedämmende Glasschaumschotter-schüttung betoniert. Die CAD-unterstützt vorgefertigten Holzrahmen- und Massivholzdeckenelemente wurden innerhalb weniger Tage aufgebaut und das Dach mit großformatigen Faserzement-Wellplatten gedeckt. Im „Holzrohbau“ wurden zunächst Elektro, der Schornstein für den Grundofen und der Warmwasserkollektor installiert.

Unter dem schützenden Dach erhielten die Außenwände eine außenseitig durchgehende Lattung, die mit auf der Baustelle hergestelltem schwerem Strohlehm belegt wurden, der später außen mit Kalk verputzt wird. Nach der Trocknung von innen mit Gipsfaserplatten beplankt, wird der zwischen den Stützen verbleibende Zwischenraum (14 cm) und das Dach (22 cm) mit Zellulosefaserdämmstoff ausgeblasen. Die Innenwände waren schon beim Einbau mit Gipsfaserplatten einseitig vorbeplankt und wurden am Bau mit schweren Strangpress-Lehmsteinen trocken ausgestapelt.

Die Außenschale ist schwer und kann Sonnenenergie aufnehmen—in den eingebauten 25 Tonnen Strohlehm können 200 kJ/m²K gespeichert werden. Temperaturschwankungen werden abgepuffert auf eine mittlere Temperatur an der Innenseite der Außenschale. Sonnenstrahlungsgewinne, unterstützt durch dunkle Farbgebung, erhöhen ihr winterliches Temperaturniveau. Die wärmespeichernde äußere Lehmschale ist ein natürlicher Sonnenkollektor, ohne Glas, Metall oder Kunststoff. Die leichte, wärmedämmende Innenschale könnte dadurch dünner sein, wurde aber nach ENEC auf einen U-Wert von 0,25 W/m²K dimensioniert. Mit der Fußboden-Strahlungsheizung, unterstützt durch einen Holzsplit-Grundofen, sind höhere Wand-Oberflächentemperaturen zu erwarten, wodurch die Raumlufttemperatur abgesenkt werden kann und Lüftungswärmeverluste erheblich reduziert werden. Der Energiespareffekt beruht auf der größtmöglichen Verringerung der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen, dies bei einer flächensparenden Gesamtstärke der verputzten Wand von nur 29 cm.

Im Sommer wird das Haus angenehm kühl sein, auch ohne Verdunkelung und Sonnenschutz. Dafür sorgen 35 Tonnen Speichermasse in Decken und Innenwänden, die sich durch Lüftung

Die 12 cm dicke Außenschale aus Strohlehm umschließt fugenlos über beide Geschosse den elementierten Holzrahmenbau.

The 12 cm thick external clay-straw shell jointlessly encloses the sectional timber framed structure over both storeys.



über Nacht auskühlen lassen und die Tageswärme absorbieren können.

Baustoffe

Alle reden von Nachhaltigkeit – die Baustoffe Holz und Lehm sind es. Holz wächst nach und wird CO₂-neutral für die sparsame, statisch optimierte Primärstruktur eingesetzt, der harmlose Masse-Baustoff Lehm füllt die Zwischenräume. Gipsfaserplatten werden statisch aussteifend eingesetzt und bilden in minimierter Dicke sorptionsfähige, mit Kalk gespachtelte Innenoberflächen. Als Dämmstoffe sind Recyclingbaustoffe aus Altglas und Papier eingesetzt. Energetisch hochwertiger Beton wird nur für die Bodenplatte eingesetzt – da wo er seine Überlegenheit gegenüber feuchteempfindlichen Baustoffen beweisen kann.

Architekten

Schauer + Volhard Architekten BDA, 64285 Darmstadt, www.schauer-volhard.de

Ausführung

Lehmbau Harry Unger, 64646 Heppenheim

LehmBaustoffe

Grün Lehmprodukte, 64354 Reinheim

Literatur

[Volhard 2012] Franz Volhard: Bauen mit Leichtlehm—Handbuch für das Bauen mit Holz und Lehm. 7. überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer-Verlag Wien New York, 2012

[Volhard 2010a] Franz Volhard: Lehmausfachungen und Lehmputze - Untersuchung historischer Strohlehme. IRB Fraunhofer-Verlag Stuttgart 2010, ISBN 9-783816-781196

[Volhard 2010b] Franz Volhard: Lehm—feucht oder trocken? LehmBaustoffe und Raumklima. In: Lehm im Innenraum—Eigenschaften, Systeme, Gestaltung; Hrsg. Achim Pilz, S. 27-34; IRB Fraunhofer-Verlag Stuttgart 2010, ISBN 9-783816-781097

Projektdokumentation des Darmstädter Hauses in [Volhard 2012] und auf www.schauer-volhard.de

Die inneren Hohlräume zwischen den Wandständern werden nach der Beplankung mit aussteifenden Gipsfaserplatten mit Zellulosedämmung ausgeblasen.

The inner voids between the wall posts, remaining after the stiffening gypsum fibreboards have been fixed, are blow-filled with cellulose insulation.



the roof was closed up with large format fibrous cement corrugated sheets. The electrical installation, the chimney flue for the built-in ceramic stove and the warm water collector were installed first within the timber frame skeleton.

Under the protective roof, the continuous laths were fixed to the outer faces of the external walls posts. These were lined with heavy clay-straw, prepared on site, which was subsequently finished with a lime render coat. After drying out, gypsum fibreboard planks were fixed on the inside; the remaining cavities (walls 14 cm and roof 22 cm) were blow-filled with cellulose fibre insulation. The internal walls, which had been pre-planked on one side with gypsum fibreboard, were dry-stacked with extruded earth blocks.

The external shell is heavy and can absorb solar energy – the 25 tonnes of built-in clay-straw can store 200 KJ/m²K. Temperature fluctuations are moderated to provide a balanced temperature on the inner face of the external walls. Solar gain, enhanced by the dark colouring, augments the winter temperature level. The heat-storing outer earth skin is a natural solar collector, devoid of glass, metal or synthetic materials. The light, thermal insulating inner leaf could thus be thinner, though this was dimensioned according to ENEC (energy-saving regulations) for a U-value of 0.25 W/m²K.

With the radiant floor heating, supplemented by a built-in wood burning stove, higher wall surface temperatures can be expected, so that the ambient temperature can be lowered and ventilation heat losses substantially reduced. The energy-saving effect is accomplished by achieving the greatest possible reduction of the inside/outside temperature difference, and this with a space-saving total thickness of the plastered wall of only 29 cm. In summer the house is pleasantly cool without the need for blinds and sunscreens. This is taken care of by the 35 tonnes of storage mass in the ceilings and walls, which can cool overnight through ventilation and absorb warmth by day.

Building materials

Everyone is talking about sustainability and this is what building materials wood and earth are. Wood re-grows and is used CO₂-neutrally for the economical, statistically optimised primary structure, while earth, the harmless building mass, fills the

spaces in between. Gypsum fibreboards stiffen the structure and form a minimally thick, sorption-capable lime skimmed internal surface. Waste glass and paper are used for the recyclable insulation materials. Energy-intensive concrete is only used for the over-site slab, where its superiority compared with moisture-sensitive materials is demonstrated.

Architects

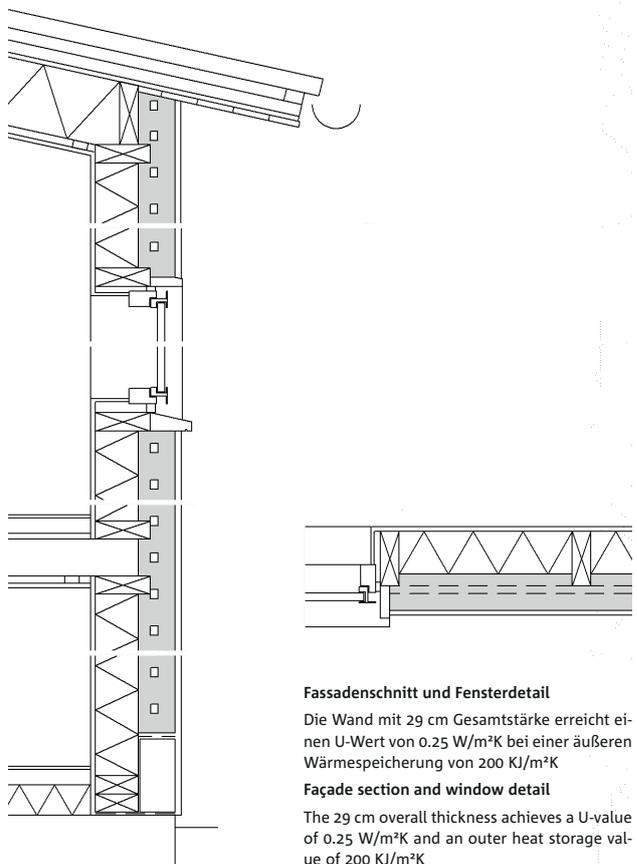
Schauer + Volhard Architekten BDA, 64285 Darmstadt, www.schauer-volhard.de

Building contractor

Lehmbau Harry Unger, 64646 Heppenheim

Earthen building materials

Grün Lehmprodukte, 64354 Reinheim



Fassadenschnitt und Fensterdetail

Die Wand mit 29 cm Gesamtstärke erreicht einen U-Wert von 0.25 W/m²K bei einer äußeren Wärmespeicherung von 200 KJ/m²K

Façade section and window detail

The 29 cm overall thickness achieves a U-value of 0.25 W/m²K and an outer heat storage value of 200 KJ/m²K

Der Strohlehm wird auf eine außen durchgehende filigrane Lattung aus Lärchenholz gewickelt. Es wird von innen gegen ein außen mit Abstand angeheftetes Schalbrett gearbeitet. An Ecken und Anschlüssen wird der Strohlehm von außen in die Lattung eingearbeitet.

The clay-straw is wrapped onto external continuous filigree larch lathwork. It is applied from the inside against a shuttering board attached with distance pieces to the outside. At the corners and junctions the clay-straw is worked into the lathwork from outside inwards.

Die äußere Strohlehmoberfläche wird offenporig belassen und ist guter Putzgrund für den schützenden und wartungsarmen Kalkaußenputz

The external clay-straw surface is left open pored and is a good plaster base for the protective and low-maintenance lime external render