

Holzbau sucht Masse – Mit Lehmbaustoffen die Qualität des Holzbaus verbessern

Traditionelles Lehmfachwerk und moderner Holzbau, es könnte keinen größeren Gegensatz geben. Während über Jahrhunderte nahezu alle Holzkonstruktionen mit Lehm raumabschließend ausgefacht sind, spielt der Baustoff Lehm in der heutigen Holzbaupraxis so gut wie keine Rolle. Auch die Existenz mittlerweile DIN-genormter Lehmbaustoffe und ihr Potential für verbesserten Holzbau wird nicht wahrgenommen. Dabei zeigt sich immer mehr, dass die gängigen Konstruktionsprinzipien leichter hochwärmedämmender Holzbaulemente sich in der Praxis nicht gerade bewährt haben. Ganz besonders der schlechte sommerliche Wärmeschutz und im Winter die fehlende Speicherung passiver Sonnenenergie, mangelhafter Schallschutz, komplizierte Wandaufbauten in Bezug auf Feuchteschutz und Luftdichtigkeit sind hier zu nennen. Wegen überhitzter Räume und überhöhten Kosten von Hightech-Holzbau kehrt man lieber zum Massivbau zurück.

Dabei hat sich der Baustoff Lehm ebenfalls weiter entwickelt und es gibt genug gelungene Ansätze, mit Lehmbaustoffen Masse in den modernen Holzbau zu bringen, um seine thermische, raumklimatische und akustische Qualität zu verbessern. Mit einfachen Konstruktionen lässt sich guter Brandschutz und ein robuster Feuchteschutz erreichen, ohne zusätzliche Luftdichtungen, Dampfbremsen, Installationsebenen.

Berührungspunkte zwischen Holz- und Lehmhaus sollten abgebaut werden, um gemeinsam den Holzbau in Verbindung mit umweltschonenden Massebaustoffen aus Lehm zu einer beispielhaft nachhaltigen, ressourcenschonenden und qualitätvollen Bauweise weiterzuentwickeln.

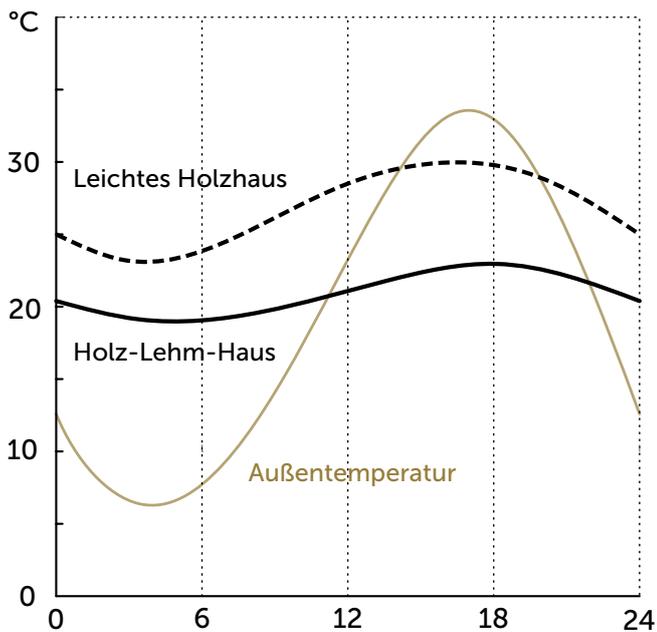
Klimagerecht bauen

Traditioneller Holzbau war konstruktionsbedingt entweder Fachwerk mit massiven Ausfachungen, meist

Strohlehm, oder massiver Blockbau, verkleidet oder verschindelt. Moderner Holzbau ist meist mit Dämmstoff ausgefacht. Man folgte damit einer bauphysikalisch neuen Erkenntnis, dass lufthaltige Stoffe gegen Kälte besser isolieren als massive, der *Dämmstoff* war geboren. Seitdem werden – in heutige U-Wert-Philosophie mündend – eindimensional nur die Wärmeverluste aus dem Hausinneren betrachtet. Der sinnbildhafte dicke Pullover wirbt für das Einpacken des Hauses mit Dämmstoff. Doch ein Gebäude ist kein frierendes Lebewesen sondern ein massiver Körper, der frei im Raum stehend von der Sonne bestrahlt wird, einer Wärmequelle, die auch im Winter kostenlos zur Verfügung steht. Wie können diese Strahlungsgewinne genutzt werden? Zunächst muß die Strahlung in das Innere des Gebäudes gelangen können, dazu erhalten Südfassaden größere Fensteröffnungen. Die eingestrahelten Wärmegewinne werden von schweren Baustoffen schnell aufgenommen, die sich dabei aber nur langsam erwärmen, wodurch die Raumtemperatur stabil bleibt. Leichte Baustoffe dagegen nehmen Wärme schnell auf und geben sie sofort an die Raumluft weiter, die sich bald erwärmt. In beiden Fällen bleibt die Energie zwar im Haus, allerdings mit erheblichen Komfortunterschieden.

Aber auch die opake Gebäudehülle kann erheblich Wärmestrahlung absorbieren, mit einer Dämmstoffhülle werden diese Wärmegewinne aber abgesperrt. Bei Fassadenflächen kann Lehm – als außenliegender Massebaustoff – direkte Sonnen- und diffuse Globalstrahlung aufnehmen und durch Temperaturerhöhung der Wand die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen verringern. Jedes Grad weniger Differenz bedeutet 6% Energieeinsparung.

Voraussetzung für eine solche Konstruktion ist eine gute Innendämmung, die im Holz-Lehmhaus unproblematisch zu realisieren ist und große Vorteile hat.



01 Sommertemperaturen im leichten Holzhaus und im Holz-Lehm-Haus



02 Holzhaus im Sommer

Die U-Wert Philosophie blendet auch gerne den *sommerlichen Wärmeschutz* aus, der nun zum echten Problem wird. Üblicher Holzbau reagiert empfindlich auf Strahlungsgewinne, selbst mit rigorosem Sonnenschutz ist nicht zu verhindern, dass die Räume sich tagsüber schnell aufheizen. Die abgedunkelten Räume müssen künstlich beleuchtet, gekühlt, mit Klimaanlage versehen werden.

Dagegen wird nach den Prinzipien der *natürlichen Klimatisierung* gefragt, wo und wann es natürliche Kühlenergie gibt – auch im Sommer. Neben Begrünung und Beschattung, Dachüberständen und sinnvoller Fensteranordnung und -größe ist es vor allem die *Nachtkühle*, die genutzt werden kann. Je heißer und klarer der Tag, desto mehr Erdwärme wird in den klaren Nachthimmel wieder abgestrahlt. Die Tag-Nacht Temperaturdifferenz kann über 20 Grad erreichen, womit eine enorme Kühlenergie zur Verfügung steht. Auch bei bedecktem Himmel sind die Tag-Nacht-Unterschiede nutzbar. Beim leichten Holzbau kann erst spät am Abend ausreichend abgekühlte Umgebungsluft das Innere des Hauses erwärmen, aber schon am nächsten Vormittag wird sich das Haus schnell wieder aufheizen. Ein Holzbau mit innerer Masse dagegen entwärmt sich mit Nachtlüftung ausgiebiger und kann diese Kühle über den ganzen Tag speichern. Die Tageswärme wird von der Masse leicht absorbiert, auch Öffnen der Fenster und Lüften ist kein Problem. Die Räume sind natürlich be-

lichtet, sogar Sonnenschutz ist bei sinnvoller Fensteranordnung und Größe oft entbehrlich.

Der Kennwert für wärme- aber auch kühlespeichernde Bauteile ist die *Wärmespeichermasse* $Q = c \cdot \rho \cdot s$ [kJ/m²K], Produkt aus spezifischer Wärme, Raumgewicht und Schichtdicke.

Als Masse für Innenbauteile sind Lehmbaustoffe, mit größerer Speicherfähigkeit als Holz, besonders gut geeignet. Sie füllen Hohlräume von Rahmenwänden, dienen als Deckenauflagen, beschweren Wände in Vorsatzschalen oder sie bringen als dicke Lehmputze Masse in den Bau.

Raumklima, thermischer Komfort

Ohne ausreichende Speichermasse muss wegen der fehlenden thermischen Stabilität geheizt oder gekühlt werden. Thermostatgeregt ist das heute zwar technisch kein Problem, aber energieintensiv. Mit ausreichend thermischer Speichermasse wie Lehm können dagegen auch nicht kontinuierliche Sonnenstrahlung im Winter und Nachtkühle im Sommer genutzt werden. Auf einfachste Weise sind solche Gebäude ohne Technik *im Sommer kühl, im Winter warm*.

Wichtig ist dabei das Verhältnis von Oberflächentemperatur zur Raumlufthtemperatur. Im Winter sind wärmere Oberflächen erwünscht, im Sommer kühlere. Im leichten Holzhaus ist es meist zu warm wegen

fehlender kühlender Masse. Sehr schwere Außenwände (mit Außendämmung) wären kontraproduktiv, da sie nach Heizunterbrechungen, oder -absenkungen lange kalt abstrahlen. Mit einer *Innendämmung* und außenliegender Masse und – im Holz-Lehm-Haus bauphysikalisch sehr gut realisierbar, s.u., sind dagegen auch raumweise energiesparende Heizungsunterbrechungen möglich – in wenigen Minuten hat ein Raum behagliche Oberflächentemperaturen, noch besser mit einer Strahlungsheizung. Der physiologische Idealfall mit warmen Oberflächen ge-

genüber kühler Atemluft ist damit erreicht. Die Raumluft ist schon mit 17 bis 18 Grad behaglich, wiederum können drei bis vier Grad weniger Temperaturdifferenz zwischen außen und innen 20% Energieeinsparung ausmachen. Tatsächlich haben die innendämmten Projekte (Abb. 3 und Abb. 5) einen 30% geringeren Energieverbrauch als nach ENEC berechnet. Wenn allerdings keine oder nur wenige Innenbauteile mit Masse beschwert werden können, muß diese auf der Innenseite der Außenwand angeordnet werden, die dann eine Außendämmung erhält (Abb. 4).

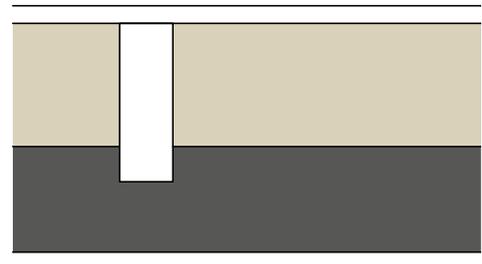
03 und 03a Holz-Lehm-Haus als elementierter Holzrahmenbau mit Innendämmung



- 1 Trockenbau- oder Lehmplatte mit Feinputz
- 2 Einblasdämmung Zellulose
- 3 Leichtlehm 1,0 kg/dm³
- 4 Kalkputz, Anstrich

$$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K} \quad Q = 190 \text{ kJ/m}^2\text{K} \quad s = 29 \text{ cm}$$

innen



außen

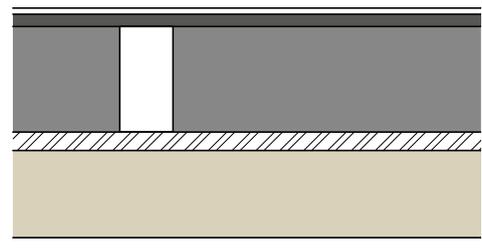
04 und 04a Holz-Lehm-Haus als elementierter Holzrahmenbau mit Außendämmung



- 1 Lehmunterputz mit Kalkfeinputz
- 2 Leichtlehmsteine 0,7 kg/dm³
- 3 Sperrholz
- 4 Dämmplatten Schilfrohr
- 5 Kalkputz, Anstrich

$$U = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K} \quad Q = 250 \text{ kJ/m}^2\text{K} \quad t = 29 \text{ cm}$$

innen



außen

Robuster Feuchteschutz

Konventioneller Holzbau nach Schulbuch-Bauphysik bedeutet oft einen komplizierten Wandaufbau mit zahlreichen Bauteilschichten für unterschiedlichste Funktionen: Raumabschluss, Dampfbremse, Installationsebene, Luftdichtigkeit, Winddichtung. Dafür kommt ein zweifelhaftes Arsenal an weniger nachhaltigen Baustoffen wie Folien, Selbstklebedichtbändern, Kunstharz, künstlichen Faserstoffen, Schäumen zum Einsatz. Die Hauptsorge gilt der Feuchte Kondensation im Bauteilinneren, die mit Dampfbremsen und Luftdichtung vermieden werden soll, denn künstliche Dämmstoffe würden nach Durchfeuchtung durch Kondenswasser gar nicht oder nur zu langsam wieder austrocknen. Bringt man Lehm ins Spiel, eröffnen sich ganz neue, die Konstruktion wesentlich vereinfachende Möglichkeiten. Aufgrund der mikroskopisch feinen Plättchenstruktur der Tonminerale kann eine vorübergehende Bauteilfeuchte problemlos zwischengespeichert werden und später schnell wieder trocknen. Guter kapillarer Feuchtetransport von Tauwasser in Tropfenform und gute Diffusionsfähigkeit haben eine zuverlässig trockenhaltende Wirkung. Setzt man im gesamten Bauteil Querschnitt ebenso kapillar leitfähige und diffusionsfähige Dämmstoffe, Putze, Anstriche ein, ist ein robuster Feuchteschutz auch von hochdämmenden Konstruktionen möglich, unter Verzicht auf Dampfsperren und Installationsebenen. Mit Lehmbaustoffen und pflanzlichen Dämmstoffen wird vor allem die Innendämmung zu einer bauphysikalisch sicheren Konstruktion, anders als im

Massivbau, wo Wärmebrücken möglich sind (Abb. 3 und Abb. 5). Diffusionsberechnungen nach DIN 4108 (Glaser) dürften bald der Vergangenheit angehören, da Bauteiltrocknung durch Kapillarität, Wärmespeicherung sowie dynamische Temperatur- und Feuchteschwankungen nicht in die Berechnung einfließen – abgesehen von unrealistischen Klima-Randbedingungen [1].

Brand- und Schallschutz mit Lehm

Lehm ist nicht brennbar, das heißt er kann im Holzbau brandschützende Funktionen übernehmen. Bekleidungen in Form von Platten und Putzen haben mindestens feuerhemmende Eigenschaften. Leider lässt die aktuelle Brandschutznormung Wünsche offen, was die Klassifizierung von Lehmbauteilen betrifft. Bei Bedarf ist der Brandschutz nachzuweisen.

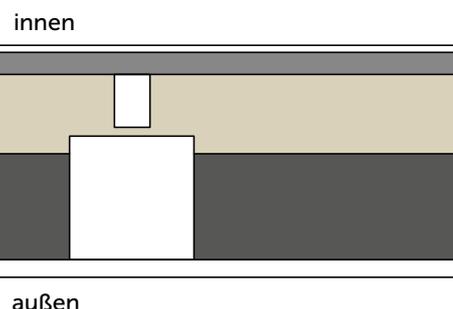
Leichte Holzbauten können sehr hellhörig sein. Mit Gewicht und Masse kann der Schallschutz wesentlich verbessert werden. Die Schalllängsleitung wird gedämpft, indem mit Lehm gefüllte oder bekleidete Holzbauteile daran gehindert werden, in Schwingungen zu geraten und diese im Holzhaus zu verbreiten. Die relative Weichheit von Lehm gegenüber Hartbaustoffen ist hier der besondere Vorteil. Schwingungen können nicht weitergeleitet werden, sondern werden im Material absorbiert. Für die Wärme- und Kühle Speicherung erwünschte schwere Innenbauteile haben wegen des höheren Flächengewichts auch einen guten Schallschutz [1].

05 und 05a Lehmfachwerkhaus, 260 Jahre alt, innengedämmt



- 1 Lehmplatte mit Feinputz
- 2 Einblasdämmung Zellulose
- 3 Bestand Strohlehm 1,2-1,4 kg/dm³
Ergänzungen Leichtlehm mauerwerk 1,2 kg/dm³
- 4 Kalkputz

$$U = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K} \quad Q = 230 \text{ kJ/m}^2\text{K} \quad t = 25 \text{ cm}$$



Graue Energie

Moderne Hartbaustoffe basieren auf der Verbrennung fossiler Energie. Resultat sind hochfeste Baustoffe, die aber energieverwendend oft auch für Aufgaben eingesetzt werden, bei denen eine viel geringere Festigkeit ausreichen würde. Massivbau ist deshalb auch sehr lärmintensiv bei Umbau oder Abbruch. Preßluftschlämmer bestimmen das städtische Hintergrundgeräusch. Holz und Pflanzen wachsen lautlos nach, ihre Produktionsstätte sind der Wald und das Feld. Sonnenenergie bindet bei der Photosynthese das Kohlendioxid zu hochfesten, universell verwendbaren Baustoffen mit optimaler Energiebilanz. Holz wird (sparsam) für die Tragstruktur eingesetzt, Lehm dient zur nichttragenden Ausfachung und Bekleidung, ein altes sehr ökonomisches Prinzip. Holzbau lässt sich leicht verändern, das Material weiterverwenden oder entsorgen, Reste können in den Produktionskreislauf zurückgeführt oder letztendlich thermisch verwertet werden.

Lehm gehört zu den Baustoffen mit der geringsten Herstellungsenergie, da das feucht geformte Material nur an der Luft trocknet um zu erhärten, ohne zusätzliche Bindemittel. Zur Verringerung künstlicher Trocknungsenergie werden Lehmabbaustoffe heute schon unter Glas mit Sonnenenergie getrocknet. Im Holzskelett-, Rahmen- aber auch Holzmassivbau ergeben sich große Potenziale, Lehm als Raumabschluss, Plattenmaterial, Deckenfüllungen, Lehmsteinmauerwerk, Stapelvorsatzschalen einzusetzen. Hier kann Lehm gut zur Verbesserung der Energiebilanz beitragen. Die geringen Festigkeiten der Lehmabbaustoffe eignen sich dafür vorzüglich, da sie Umbauen, Anpassung an sich ständig ändernde Bedürfnisse erleichtern. Auch der Rückbau geschieht ohne Lärmbelästigung. Ebenfalls völlig ausgeblendet wird heute die Energie, die für Umbau und Veränderung benötigt wird. Gegenüber unnötig festen Hartbaustoffen, die zerschlagen, zerschreddert und zermahlen werden müssen, schöngefärbt als *Recycling* bezeichnet, lässt sich trockener Lehm relativ leicht mechanisch aufbrechen und, nur mit Wasser neu aufbereitet, immer wieder in neuer Form wiederverwenden. Das weltweit verbreitete Natursteinmauerwerk mit Lehmmörtel ist ein über Jahrtausende geübte Praxis der endlosen Verwendung derselben Baustoffe an Ort und Stelle.

Schadstofffreiheit

In dieser Beziehung erscheinen die allermeisten Baustoffe heute akzeptabel – allerdings erst wenn sie einmal eingebaut sind. Auch hier wird nur die Nutzungsphase gesehen und nicht die Emissionen bei Herstellung, Transport, Um- und Rückbau und der Entsorgung. Während die meisten Industriebaustoffe energie- und abgasintensiv in den Produktkreislauf gebracht werden, kann man Lehmabbaustoffe als *harmlose Massebaustoffe* bezeichnen – als „saubere“ Baustoffe, die bei Herstellung, Nutzung und Entsorgung weder Natur noch Mensch verletzen.

Dauerhaftigkeit

Tiefsitzende Vorurteile und verbreitete Unkenntnis hindern Bauherren und Architekten immer noch daran, an den Einsatz von Lehm im Holzbau zu denken. Die erste Frage ist oft, was denn bei Regen mit dem Lehm passiert. Auch photogene Bilder weltweiter *Lehmarchitektur* mit unverputzten Lehmfassaden dürften nicht gerade zur Vertrauensbildung beitragen. Man zweifelt Wasserfestigkeit und Dauerhaftigkeit an und greift dann zu „vernünftigen“, vermeintlich langlebigeren Lösungen, meist Massivbau. Vergessen ist, dass Lehm in vorindustrieller Zeit in Form von Lehmfachwerk die verbreitetste Bauweise in Nordeuropa war. Die gut erhaltenen jahrhundertealten Zeugnisse in Fachwerk-Innenstädten werden nicht als *Lehmbau* wahrgenommen, nur weil der Hauptbaustoff in Wänden, Decken, Dach unter Putz verborgen ist. Doch alle Untersuchungen zeigen: wenn Lehm trocken bleibt und vor Feuchtigkeit geschützt wird (wie Holz), wobei ganz normaler Feuchteschutz genügt, erfüllt er theoretisch unbegrenzt seinen Zweck [2]. Zur Nachhaltigkeit gehört aber auch, Bauteile gut reparieren, verändern, wiederverwerten zu können und hier gibt es – neben Holz – kaum einen idealeren Baustoff [3]. Lehm und Holz ergänzen sich zu einer beispielhaft umweltfreundlichen und zukunftsweisenden Bauweise.

Referenzen

- [1] Franz Volhard: *Bauen mit Leichtlehm. Handbuch für das Bauen mit Lehm und Holz*. 8. Auflage, Birkhäuser Verlag, Basel 2016.
Light Earth Building, A Handbook for Building with Wood and Earth, Birkhäuser Verlag, Basel 2016.
Construire en Terre Allégée, Actes Sud, Arles 2016
- [2] Franz Volhard: *Lehmausfachungen und Putze*. Untersuchungen historischer Strohlehme. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2010
- [3] Franz Volhard: *Erstaunlich unterschätzt und robust*. Lehmbaustoffe für die schadenfreie Sanierung älterer Gebäude gezielt nutzen. In: B+B Bauen im Bestand, Heft 1.2019, Verlagsgesellschaft Rudolph Müller, S.20-24 http://www.schauer-volhard.de/PDF/Buecher/B_B_Bauen_im_Bestand%201_2019.pdf

Projektbeispiele Abb. 3 bis 6: Architekten Schauer + Volhard BDA, Darmstadt, www.schauer-volhard.de

Kontaktangaben

Web: www.schauer-volhard.de

Email: schauer-volhard@t-online.de