

Moderne Lehmbaukonstruktionen

Nathalie Ortner, Felix Hemmers

Überblick, Beschreibung und Einordnung

Einleitung

Als Lehmbau werden sowohl der Prozess des Errichtens von Bauwerken mit aufbereitetem Lehm, sowie die fertigen entstandenen Gebäude bezeichnet. Dabei kann man zwischen tragenden und nichttragenden Konstruktionen unterscheiden. Lehm ist eine Mischung aus Sand, Schluff und Ton. Er entsteht entweder durch Verwitterung aus Fest- oder Lockergesteinen oder durch die unsortierte Ablagerung der genannten Bestandteile. Vor allem früher konnte Lehm direkt auf der Baustelle aus dem Boden gewonnen und abgebaut werden. Heute greift man aus wirtschaftlichen Gründen eher zu Lehmfertigprodukten zurück [4].

Schon seit rund 9000 Jahren werden Lehmbautechniken für die unterschiedlichsten Bereiche eingesetzt: Weite Teile der chinesischen Mauer bestanden zum Beispiel ursprünglich aus Lehm. In Deutschland diente Lehm im Mittelalter vor allem zum Ausfachen und Verputzen von Fachwerkhäusern sowie als Brandschutz für Strohdächer. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts verlor Lehm im Vergleich zu industriell vorgefertigten Baustoffen an Bedeutung. Lediglich nach den beiden Weltkriegen, als Baumaterial und Geld knapp waren, wurde für kurze Zeit wieder auf Lehm

zurückgegriffen [8].

Durch die zunehmende Nachhaltigkeitsdebatte im 21. Jahrhundert sind Lehmkonstruktionen in Europa wieder vermehrt, wenn im Gesamtkontext auch immer noch sehr selten, entstanden. Dies hat nicht zuletzt mit hochwertigen, zeitgenössischen Bauten zu tun, die mithilfe des Stampflehms umgesetzt worden sind. Vor allem der Lehmbauer Martin Rauch aus Vorarlberg ist hier als Pionier zu nennen. Auf Grund dieser Entwicklung spricht man heute auch von der „Renaissance eines traditionellen Baustoffes“ [13].

In diesem Aufsatz werden verschiedene tragende und nichttragende Wandkonstruktionen aus dem Lehmbau vorgestellt und in Hinblick auf verschiedene Kriterien eingeordnet. Der Fokus liegt dabei auf modernen Lehmbaukonstruktionen, aber auch auf die Sanierung von Fachwerkkonstruktionen mithilfe von Lehmstoffen wird eingegangen.

Kriterien

Für die Untersuchung der vorgestellten Wandkonstruktionen aus verschiedenen Lehmstoffen werden im Vorhinein relevante Kriterien vorgestellt, anhand welcher die Konstruktionen eingeordnet werden. Bei dieser Einordnung spielt die Konstruktionsart selbst jedoch auch eine wichtige Rolle. Vor allem die Unterscheidung zwischen tragen-

den und nicht-tragenden Wänden ist wichtig für die Beurteilung. Denn während der Wärmeschutz bei tragenden Außenwänden, nicht zuletzt aufgrund der gesetzlichen Vorgaben des neuen Gebäude-Energie-Gesetzes (GEG), eine entscheidende Rolle spielt, ist dieser Punkt bei Innenwänden nicht ganz so wichtig. Dafür sind dort Faktoren wie ein ausreichender Schallschutz umso wichtiger.

Das erste Beurteilungskriterium ist die Statik. Die Stabilität von Lehmbaukonstruktionen ist eine grundlegende Anforderung an den praktischen Einsatz. Dabei ist von Bedeutung, ob eine Wandkonstruktion ihre Eigenlast und anfallende Verkehrslasten aufnehmen kann und zudem auch als tragende Konstruktion im Inneren oder als Außenwand eingesetzt werden kann. In diesem Fall sind zusätzlich die Mindestwanddicke sowie weitere Anforderungen an das jeweilige Baumaterial von Interesse.

In der heutigen Baupraxis ist zudem der bauphysikalische Aspekt des Wärmeschutzes sehr wichtig geworden. Ob die Anforderungen des neuen GEG, welche im Wesentlichen den Vorgaben der vorherigen Energieeinsparverordnung (EnEV) entsprechen, dabei wirklich zielführend sind, soll hier nicht weiter thematisiert werden. Nichtsdestotrotz ist der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) zu einem wichtigen Faktor geworden. Da Lehm ein relativ

schwerer Baustoff ist, können gute U-Werte meist nur in Kombination mit einer zusätzlichen Dämmschicht erreicht werden. Bei der Beurteilung der Konstruktionen in diesem Text werden verschiedene Dämmvarianten analysiert.

Wichtig zur Beurteilung der Konstruktionen ist auch die (einfache) Reparationsfähigkeit. Vor allem bei Bauschäden wie einem Wasserrohrbruch ist es sehr wichtig, dass der Schaden möglichst schnell und leicht zu reparieren ist. Auch, dass durch solche Schäden die Konstruktion selbst keinen irreparablen Schaden nimmt bzw. nicht mehr wirtschaftlich saniert werden kann, ist wichtig.

In eine ähnliche Richtung geht auch der Aspekt der Langlebigkeit der Konstruktionen. Dazu zählt bei Außenwänden vor allem die bei Lehm durchaus kritische Erosionsbeständigkeit. Und auch die nichttragenden Konstruktionen müssen langlebig sein, nicht zuletzt aus Gründen der Wirtschaftlichkeit.

Ein großer Vorteil des Lehms sind seine Eigenschaften zur Regelung

des Raumklimas. Das betrifft Feuchte- und Schadstoffabsorption, sowie auch den Luftwechsel. Auf diese Faktoren hin werden die verschiedenen hier vorgestellten Konstruktionen untersucht.

In diesem Zuge wird auch immer wieder die mögliche Strahlungsbelastung von Lehmkonstruktionen erwähnt. Hierbei kommt es jedoch nicht wesentlich auf die Art der Wandkonstruktion an. Vielmehr ist entscheidend, ob der Boden, aus welchem der jeweilige Lehm des konkreten Lehmbauproduktes gewonnen wurde, eine erhöhte natürliche Strahlenbelastung aufweist. Eine Untersuchung der Lehmbauprodukte der größten Hersteller in Deutschland hat jedoch ergeben, dass die Produkte deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten des Bundesamtes für Strahlenschutz liegen. Bei der Beschaffung der Lehmstoffe sollte allerdings auf die Angabe des Aktivitätskonzentrationsindex geachtet werden, welcher unter dem Wert 1 liegen sollte [7]. Bei der Beurteilung der einzelnen Lehmkonstruktionen wird die Strahlenbelastung 2 aus den oben genannten Gründen außen vorgegeben.

Des Weiteren sind die Aspekte des Brand- und des Schallschutzes von extrem wichtiger Bedeutung, um genehmigungsfähige und für den Bewohner sichere und angenehme Räume schaffen zu können.

Im Zuge des Klimawandels ist zudem das Thema der nachhaltigen und ökologischen Baustoffe immer wichtiger geworden. Lehm ist als natürlicher Baustoff geradezu prädestiniert für diese Baustoffanforderungen. Die CO₂-Effizienz sowie Recycling-Möglichkeiten der vorgestellten Konstruktionen sind daher ein weiteres wichtiges Beurteilungskriterium.

Tragende Wandkonstruktionen

Zu den zeitgemäßen tragenden Wandkonstruktionen in Deutschland und Mitteleuropa in Lehmbauweise gehören der Stampflehm- und das Lehmsteinmauerwerk.

Bei Stampflehmwänden wird erdfeuchter Lehm in eine Schalung gegeben und schichtweise durch mechanisches Stampfen verdichtet. Dabei wird das Volumen des Lehms um circa ein Drittel verringert, die gestampften Schichten haben jeweils eine Höhe von etwa 10 cm. Diese Schichtung erzeugt auch das markante Aussehen einer Stampflehmwand, die dadurch oft als optisches Highlight eingesetzt wird.

Stampflehmwände können sowohl tragend als auch nicht-tragend ausgeführt und als Außen- und Innenwand eingesetzt werden. Für eine Stampflehmwand als

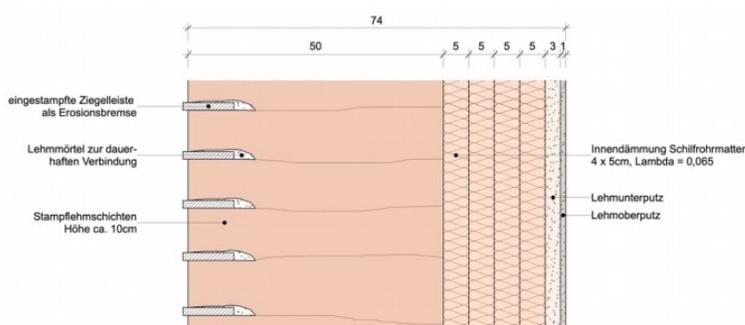


Abb. 1: Stampflehm-Außenwand mit Innendämmung (Schilfrohrmatten), U-Wert = 0,24 w/(m²*K) (eigene Darstellung in Anlehnung an Quelle 2)

tragende Außenwand ist je nach Bauvorhaben eine absolute Mindestwanddicke von 32,5 cm nötig. Sollte dann, je nach Bauvorhaben, eine Dämmung nötig sein, liegt die Wanddicke bei 70 cm – 80 cm. Nichttragende Wände im Inneren können deutlich schmaler ausgeführt werden. Bei tragenden Wänden kann ein Ringanker aus anderem Material, wie z.B. Stahlbeton oder Ziegel, nötig sein, um die Lasten der Decke aufnehmen zu können [1].

Aus diesen Gründen werden Stampflehmwände in tragender Funktion häufig in kleineren Projekten, wie z.B. Wohnhäusern oder Pavillons, eingesetzt. Ein Vorreiter im deutschsprachigen Raum ist dabei der Lehmbauer Martin Rauch aus Vorarlberg in Österreich. Sein eigenes Wohnhaus ‚Haus Rauch‘ ist komplett in Stampflehmbauweise ausgeführt. Weitere bekannte Projekte in Kooperation mit verschiedenen namhaften Architekten sind die Kapelle der Versöhnung in Berlin oder die Totenkapelle auf dem Friedhof Batschuns [2]. Auch bei größeren Bauvorhaben wie dem Ricola Kräuterzentrum in Laufen oder dem AlnaturaCampus in Darmstadt wurden mit seiner Hilfe Stampflehmfassaden eingesetzt. Bei Konstruktionen in dieser Größenordnung ist die Stampflehmfassade meist nur selbsttragend und wird durch ein inneres Tragsystem für Wände und Decken ergänzt. Zudem wird die Stampflehmfassade nicht direkt am Einbauort in die Schalung gestampft. Stattdessen werden vorgefertigte Elemente vor Ort montiert und

mit Lehmörtel fugenfrei miteinander verbunden. Die Produktion dieser Stampflehmelemente kann dabei durchaus, wie im Fall des Alnatura-Campus, vor Ort auf der Baustelle geschehen. Das verringert die benötigte Transportenergie [3].

Die Wärmeleitfähigkeit von Stampflehmwänden beträgt je nach Rohdichte der jeweiligen Mischung etwa $1,5 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$ [4]. Durch diesen relativ hohen Wert bietet eine Stampflehmwand ohne weitere Dämmung nur einen geringen Wärmeschutz. In Nicht-Wohngebäuden stellt das in der Regel kein Problem dar. Sobald allerdings die Anforderungen an den Wärmeschutz des Gebäude-Energie-Gesetzes (ehemals EnEV) gelten, muss eine zusätzliche Dämmschicht in die Konstruktion eingebracht werden. Um dabei die diffusionsoffenen, natürlichen Eigenschaften des Lehms nicht zu konterkarieren, macht nur die Kombination mit weiteren natürlichen Baustoffen Sinn. Sowohl eine Außen- als auch eine Innendämmung ist möglich, wobei eine Außendämmung bauphysikalisch etwas effizienter ist. In beiden Fällen ist der Einsatz von Schilfrohrmatten ein häufig verwendeter Dämmstoff, der im Innenraum gleichzeitig als Putzträger dient [2]. Auch eine Zwischendämmung aus (recyceltem) Schaumglas zwischen zwei Stampflehmshalen wird teilweise eingesetzt, ist aber sehr aufwendig [4].

Mit einer circa 15 cm – 20 cm dicken Dämmschicht bei einer

Wärmeleitfähigkeit von etwa $0,05 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$ lässt sich der Vorgabewert eines Wärmedurchgangskoeffizienten von $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2*\text{K})$ des 2020 in Kraft getretenen GEG erreichen.

Stampflehmwände sind vor allem beim Einsatz als Außenwand stark der Erosion durch Wind und Wasser ausgesetzt. Trotzdem sind Stampflehmkonstruktionen, wenn sie richtig geplant und ausgeführt werden, sehr langlebig und wartungsarm. Dazu ist es ratsam, in die äußere Fassadenseite horizontale Erosionsbremsen, z.B. aus schmalen Ziegeln oder Kalk, einzustampfen. Sie verlangsamen die Geschwindigkeit, mit der das Regenwasser nach unten läuft und dadurch Lehm abträgt. Trotz der kalkulierten Erosion wird die äußere Stampflehmsschicht mit den Jahren dennoch um wenige Zentimeter abgetragen werden, die Oberfläche wird durch die dann besser sichtbaren Steinchen rauer [2]. Die Stabilität einer Stampflehmwand wird aber allein schon durch die Wandstärke nicht beeinträchtigt. Auch die Feuchtigkeitsaufnahme des Lehms stellt in der Regel kein Problem dar, da nur die ersten Zentimeter der Wand das Wasser aufnehmen und diese relativ schnell wieder austrocknen. Allerdings sollten bei der Planung der Statik die äußeren Zentimeter der Wand nicht mitberücksichtigt werden [3].

Die Sanierung einer Stampflehmkonstruktion ist durch lokale Ausbesserung von Rissstellen relativ einfach möglich. Wasserleitungen werden aufgrund der

massiven Bauweise selten durch Stampflehmwände geführt. Eine Ausnahme bietet die Temperierung von Stampflehmwänden zur Aktivierung als thermische Masse bzw. Wandheizung. In diesen Fällen werden die wasserführenden Rohre bereits mit eingestampft und nachher miteinander verbunden [3]. Sollte in diesen Leitungen eine Leckage auftreten, würde das wahrscheinlich schneller auffallen als bei Leitungen in gedämmten Hohlräumen, da die feuchte Lehmstelle schnell im Innenraum sichtbar wird. Wichtig für eine reibungslose Sanierung in so einem Fall ist, dass die Rohre so nah wie möglich an der Seite der Wand liegen, damit möglichst wenig Lehm erneuert werden muss und die Statik nicht beeinträchtigt wird. Die Oberfläche einer solchen nachgebesserten Stelle fällt allerdings direkt auf. Es sollte daher darauf geachtet werden, Lehm oder Lehmmörtel in einer passenden Farbigkeit bei der Ausbesserung zu verwenden.

Der Stampflehmbau ist Lehmbau in ursprünglicher Form. Heutzutage wird er, wenn nötig und wie bereits erwähnt, mit einer Dämmschicht ausgestattet. Es gibt aber weiterhin meist keine dampfbremsende Schicht in den Konstruktionen. Zudem ist der Stampflehm mit Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl von 5/10 ein diffusionsoffener Baustoff [14]. Dadurch kann die Luft durch das Bauteil gelangen und so für einen natürlichen Luftwechsel sorgen. Es entsteht ein angenehmes, natürliches Innenraumklima.

Stampflehmmischungen sind in

der Regel rein mineralisch und werden deshalb in die Baustoffklasse A1 eingestuft. Sie gelten daher als nicht brennbar. Ab einer Dichte von 1700 kg/m^3 und einer Dicke von 24 cm gehören Stampflehmwände zur Feuerwiderstandsklasse F90A, bei einem Nachweis kann jedoch eine Prüfung vor Ort nötig sein [4].

Aufgrund der Wandstärken sowie der relativ hohen Dichte verfügen Stampflehmwände über ein hohes bewertetes Schalldämmmaß. Bei einer Dichte von 2200 kg/m^3 und einer Wandstärke von 32,5 cm liegt das bei 57 dB, bei einer Wandstärke von 60 cm sogar noch höher [4].

Neben seiner Eigenschaft als natürlicher Baustoff ist Stampflehm auch sehr gut wiederverwendbar.

se) kann er dann als Baulehm in verschiedenster Form wiederverwendet werden.

Da der Rohstoff Lehm erdfeucht in die Schalung eingebracht und gestampft wird und dann an der Luft trocknet, ist kein Brennvorgang, wie etwa bei der Produktion von Ziegeln nötig. Dadurch reduziert sich der Primärenergiegehalt, also der zur Baustoffherstellung benötigte Energieverbrauch, deutlich. Dieser beträgt bei einer Stampflehmwand 106 MJ/m^3 , während er bei Transportbeton 1.122 MJ/m^3 und bei Poroton Mauerziegeln 1.181 MJ/m^3 beträgt [5]. Allerdings muss auch der Transportaufwand für den erdfeuchten Lehm bei einer ökologischen Baustoffbetrachtung beachtet werden. Es ist ratsam, den Lehm direkt aus der Baugrube

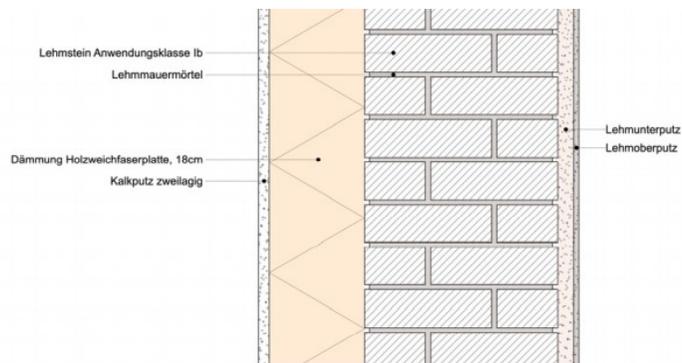


Abb. 2: Tragende Außenwand aus Lehmsteinmauerwerk mit Außendämmung (ökologisches Holzfaser-WDVS-System), $U\text{-Wert} = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (eigene Darstellung)

Durch seine Wasserlöslichkeit kann der Stampflehm von weiteren Konstruktionsteilen wie z.B. Geogittern zur Armierung mithilfe eines Schlämmverfahrens getrennt werden. Nach einer Prüfung auf eventuelle im Lehm gebundenen Schadstoffe (beispielsweise durch Verkehrsabga-

oder aus nahegelegenen Bezugsquellen zu nutzen, um den Energieaufwand für den Transport gering zu halten. Ansonsten können Einsparungen beim Primärenergiegehalt im negativen Sinne wieder ausgeglichen werden [3].

Tragende Wände aus Lehmstein-

mehr Schichten die Außenwand hat, desto schwieriger und teurer wird dementsprechend auch die Sanierung im Schadensfall.

Auf das Klima im Innenraum wirkt sich bei Lehmsteinmauerwerk vor allem die Innenoberfläche aus. Hier bietet sich eine zweilagige Verputzung mit Lehmputz an. Dieser kann im Vergleich zu anderen Putzarten deutlich mehr Feuchtigkeit aufnehmen und somit die Raumluftfeuchte deutlich besser regulieren. Zudem kann der Lehmputz auch Gerüche und Schadstoffe durch seine Offenporigkeit aus der Luft

Lehmbausteine, die über einen nicht-mineralischen Faseranteil von weniger als einem Prozent verfügen, werden zur Baustoffklasse A1 gezählt und gelten daher als nicht brennbar. Wände aus Lehmbausteinen gelten ab einer Dicke von 25 cm als F90A klassifiziert. Auch der Schallschutz ist ausreichend gewährleistet. Dabei gilt, desto höher die Rohdichteklasse der Lehmsteine, desto besser der Schallschutz. Eine 24 cm starke, beidseitig verputzte Lehmsteinmauerwerkswand erfüllt ab der Rohdichteklasse 2,0 die Anforderungen an eine Wohnungstrennwand [4].



Abb. 4: Beispiel stark beschädigter Gefache, Stakung erkennbar (Quelle 4, S. 290)

aufnehmen, was die Luftqualität im Raum zusätzlich steigern kann [15]. Bei einer Verputzung der Lehmsteinwände sollte darauf geachtet werden, die Fugen aus Lehmmauermörtel circa einen Zentimeter zurückstehen zu lassen, um dem Unterputz einen besseren Halt zu verleihen [14].

Im Vergleich zur Stampflehmwand wird für die Erstellung einer Lehmsteinwand deutlich mehr Energie verbraucht. Der Wert für den Primärenergiegehalt liegt mit 1440 MJ/m^3 in ähnlichen Bereichen wie bei Mauerziegeln [5]. Ähnlich wie bereits bei der Stampflehmwand ist auch bei Lehmsteinen die Wiederverwend-

barkeit ein großer ökologischer Vorteil. Zudem kann der als Rohstoff benötigte Lehm regional entnommen und verarbeitet werden.

Fachwerkausfachungen

Lehm war bis zur Industrialisierung ein fester Bestandteil des Fachwerkbbaus. Die Gefache zwischen dem Holztragwerk wurden häufig mit unterschiedlichen Lehmstoffen ausgefüllt.

Ausfachung mit Leichtlehm

Bei der Gefachausfüllung mit Leichtlehm wird eine Lehm-/Strohmasse auf eine Stakung, eine Reihe in die Fachwerkkonstruktion eingenetete Holzlatten mit Geflecht, aufgebracht und anschließend verputzt. Die Kombination von Holz und Lehm geht auf die hohe Verfügbarkeit dieser Materialien in weiten Teilen Deutschlands zurück. Durch die gute Feuchteaufnahme des Lehms schützt dieser die Holzkonstruktion vor Feuchtigkeit [1].

Historische Fachwerkhäuser mit Leichtlehmgefachen sind über ganz Deutschland erhalten. Auch durch das gestärkte Interesse an natürlichen Baustoffen sind Fachwerkhäuser mit Lehmgefachen und deren Sanierung eine wichtige Bauaufgabe geworden.

Der Lehm wird dabei nur als Verfüllung für die Tragstruktur aus Holz eingesetzt und erfüllt damit keinerlei statische Funktionen. Durch die natürlichen Baustoffe und die einfache Konstruktionsweise ist eine hohe Langlebigkeit gegeben. Teile der Holzkonstruk-

tion sowie der Lehmgefache können problemlos erneuert werden. Wichtig ist vor allem, das Feuchtigkeit in der Konstruktion schnell trocknen kann.

Ein Problem stellt daher die nachträgliche Dämmung von Fachwerkstrukturen dar. Durch den einfachen Wandaufbau kann die Luft relativ leicht durch die Wand diffundieren. Dadurch wird die Trocknung der Konstruktion sichergestellt und das Haus atmet. Bei einer nachträglichen Dämmung muss deshalb darauf geachtet werden, diffusionsoffene Dämm- und Baustoffe zu nutzen, die Feuchtigkeit für kurze Zeit aufnehmen und wieder abgeben können. So wird verhindert, dass das Holz feucht wird und Schaden nimmt [4].

Da Fachwerkhäuser oft denkmalgeschützt sind, kann die Fassade nach außen hin nicht verputzt werden. Auch aus ästhetischen Gründen ist dies sehr häufig nicht gewünscht. Die nachträgliche Dämmung erfolgt daher meist als innere Dämmschicht. Da jedes Fachwerkhaus anders ist, gibt es keine Musterlösung, sondern es muss immer vor Ort, am besten mit einem Fachmann, die passende Lösung gefunden werden.

Bei der Innendämmung mit Lehmbauprodukten gibt es verschiedene Möglichkeiten. Es kann eine Schicht aus Leichtlehmsteinen mit geringer Rohdichte eingebracht werden, welche auch mit einer nassen Leichtlehmschüttung zwischen Lehmsteinen und Fachwerkwand erweitert werden kann. Eine weitere Möglichkeit ist

eine trockene Leichtlehmschüttung vor der Fachwerkwand. Auch der Einsatz von Holzfaserdämmplatten ist eine Methode, den Wärmeverlust stark zu reduzieren [4]. Bei einer Innendämmung kann jedoch das Problem von ausfallendem Tauwasser in der Wandkonstruktion entstehen. Bei jeder Dämmvariante muss daher der Tauwasserausfall rechnerisch überprüft werden [1].

Durch den Einsatz dieser oder weiterer ökologischer, diffusionsoffener Dämmstoffe können Wärmeverluste in Fachwerkhäusern stark reduziert werden. Sollte bei einer Fachwerksanierung jedoch die Forderung des neuen Gebäude-Energie-Gesetzes greifen, so ist die Einhaltung des geforderten U-Wertes von 0,24 realistischweise nur sehr schwierig zu erreichen. Der Einsatz nicht-ökologischer Dämmstoffe würde allerdings dem oben erläuterten Prinzip eines ‚atmenden‘ Fachwerkhauses entgegenlaufen und kann zu erheblichen Feuchteschäden führen [4].

Durch den diffusionsoffenen Aufbau ist die Raumluft im Inneren von hoher Qualität. Bei der Einbringung einer ökologischen Innendämmung ist zudem ein raumseitiger Lehmputz ein sinnhafter Abschluss. Dieser regelt, wie im Abschnitt Lehmsteinmauerwerk bereits erläutert, die Raumluftfeuchte und trägt weiter zu einem positiven Innenraumklima bei.

Leichtlehmausfachungen haben teils jahrhundertlang überlebt und sind daher extrem langlebig und gut reparierbar. Gefache können einzeln ausgebessert oder erneuert werden, dabei wird auch heute noch dieselbe Technik wie im Mittelalter verwendet. Einzig bei andauernder Feuchte im Wandaufbau kann es zu irreparablen Schäden kommen [4].

Da das Traggerüst aus Holz besteht, ist der Brandschutz nicht so stark wie bei reinen Lehmkonstruktionen. Auch die Wahl des Dämmstoffes hat Einfluss auf die Brandschutzklasse der Konstruktion. Das gleiche gilt für den



Abb. 5: Lehmsteine der Anwendungsklasse 1a als formgepresste Steine mit pflanzlichen Grobzuschlägen (Quelle 4, S. 296)

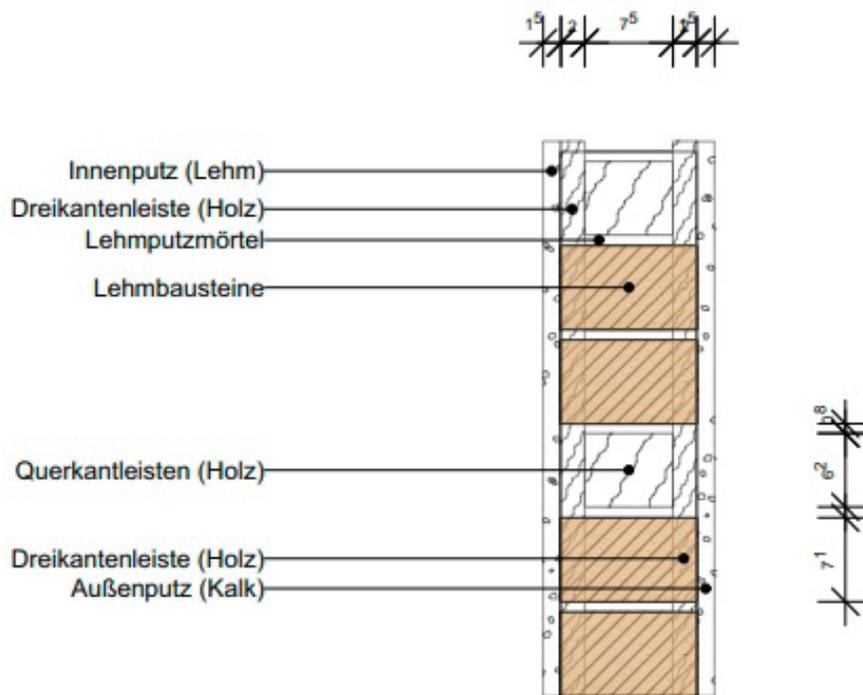


Abb. 6: Nichttragende Fachwerkwand-Schnitt Ausfachung mit Lehmsteinen (M 1:10, eigene Darstellung)

Schallschutz. Generell gilt, bei Einbringung einer zusätzlichen Dämmung verbessert sich der Schallschutz merklich. Jedoch ist er bei einer Fachwerkwand immer etwas niedriger als bei Massivbaukonstruktionen [4].

Da die Fachwerkskonstruktion aus natürlichen, regionalen Baustoffen besteht, die teilweise hunderte von Jahren alt sind, werden Ressourcen gespart und zudem ein gutes Raumklima geschaffen. Der ökologische Nachteil ist, dass der Wärmeverlust nie an die Werte von modernen Neubautechnologien herankommen wird. Hier muss jeder Bauherr selbst eine Haltung entwickeln.

Ausfachung mit Lehmsteinen

Neben der Leichtlehmfüllung ist die Ausmauerung mit Lehmsteinen eine weitere verbreitete Anwendungstechnik zum Ver-

füllen der Gefache. Bei allen Ausfachungen muss besonders darauf geachtet werden, dass die Füllung stabil im Gefach sitzt und nach vollständiger Trocknung nicht wackelt. Vor allem bei der Sanierung historischer Ausfachungen und deren Verputz werden Erfahrung und Sachkenntnis vorausgesetzt.

Gefache können mit gemauerten Lehmsteinen ausgefüllt werden, hierfür sind Lehmsteine der Anwendungsklassen Ia und Ib gemäß DIN 18945-Lehmsteine einzusetzen. Die Lehmsteine werden wie beim Mauerwerk mit Lehmputzmörtel verarbeitet. Bei landwirtschaftlichen Zweckbauten bleiben die Ausfachungen meistens unverputzt. Eine Ausfachungswand mit Lehmsteinen besteht grundlegend aus einer Holzkonstruktion, die mit Dreikantenleisten als Gefache verbunden ist. Die Ausfachungen werden anschließend mit Lehmputzmörtel und Lehmputzmörtel auf-

gemauert. Die Wand erhält dabei eine Dicke von ca. 11,5 cm, ist aber durch verschiedene Lehmsteine variierbar an die Wanddicke anpassbar [9]. Lehmsteine für nichttragendes Mauerwerk müssen für die Handhabung und vorgesehene Anwendung ausreichend fest sein. Das trifft in der Regel bei einer Festigkeit von 1 N/mm² zu. Diese ist nur im Zweifelsfall durch Prüfung nachzuweisen [4].

Bei der Wahl des Rohgewichtes der Steine muss zwischen Schallschutz sowie Wärmeschutz einerseits und statischen Anforderungen andererseits abgewogen werden. In der Kompromissfindung werden daher häufig Lehmsteine mit einer Rohdichte von 1200-1600 kg/m³ verwendet [4].

Man unterscheidet auch zwischen stabilisierenden und ungebrannten Lehmsteinen. Stabilisierende

Lehmsteine enthalten chemisch wirkende Zusatzmittel, die die Wasserlöslichkeit und Festigkeit verändern. Die sogenannten „Grünlinge“ sind Lehmsteine, die in der Ziegelproduktion ungebrannt hergestellt werden [1].

Lehmsteine werden aus aufbereitetem Baulehm oder Lehmbaumaterialien verarbeitet. Dabei dürfen verschiedene Zusätze verwendet werden. Dabei wird zwischen mineralischen Zusätzen und organischen Zusätzen unterschieden. Zu den mineralischen Zusatzstoffen zählen unter anderem Natürliche Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620, Ziegelsplitt, Bläherlit, Blähton, Blähglas, Blähschiefer und Naturbims. Als organische Zusätze werden zum Beispiel Pflanzenfasern, Tierhaare oder zerkleinertes Holz eingesetzt. Auch das Hinzufügen von anorganischen Pigmenten (DIN EN 12878) ist möglich [4].

Bei mit Lehmsteinen ausgemauerten Gefachen besteht die Gefahr von Schwindrissen zwischen Holz und Mauerwerk. Diese entstehen durch Aufquellen und Schwinden der Holzkonstruktion oder auch des Lehmmauermörtels bei Feuchte. Die Lehmsteine selbst haben jedoch keine starke Ein- oder Ausdehnung. Nach der Austrocknung kann es daher notwendig sein, die Fuge zwischen Holz und Gefache nachzubessern [9].

Wesentlichen Einfluss in Bezug auf mechanische als auch bauphysikalische Eigenschaften besitzen die Art der Herstellung sowie die Ausgangsstoffe des

Lehms. Zuschläge wie beispielsweise Faserstoffe verbessern das Verhalten der Frost- und Feuchtebeanspruchung [4]. Bezüglich der nachträglichen Innendämmung von Fachwerkwänden mit Lehmsteinausfachungen gelten die gleichen Bedingungen und Möglichkeiten wie bei der vorher vorgestellten Leichtlehmfüllung.

Durch die hohe kapillare Leitfähigkeit der Lehmbausteine kann das Raumklima optimal reguliert werden. Feuchtigkeit wird abgeführt, Schadstoffe werden aufgenommen, und aufgrund der diffusionsoffenen Grundlage von Lehm, wird die Holzkonstruktion quasi konserviert. Dieses Kriterium zahlt sich demnach auch in der Langlebigkeit aus. Durch den Schutz von Lehmsteinen ist Holz beständiger in der Unterkonstruktion.

Bei einem möglichen Austausch von Lehmsteinen bzw. einer Sanierung, muss darauf geachtet werden, dass die Steine stabil im Gefache sitzen und vollständig getrocknet werden.

Mit Hinblick auf eine mögliche Reparatur von Lehmsteinwänden, erfolgt diese aus gebrannten oder künstlichen Steinen.

Dabei ist zu beachten, dass bei der Verwendung Materialien des Bestands als Hauptbestandteil genutzt werden sollten. Auf Grund dessen, dass die Stabilität der Ausfachung durch den Austausch von einzelnen Steinen zerstört oder auch beeinträchtigt werden kann, sollte man im Vorhinein abwägen, ob eine solche Reparatur

tolerierbar ist oder man in anderem Falle auf eine Neuausfachung angewiesen ist [4].

Holzständerwände mit Lehmsteinausfachungen sind in Bezug auf den Schallschutz gesondert nachzuweisen [4]. Mithilfe eines Lehm-/Kalkputzes innen als auch außen, wird er gefördert. Bei Lehmsteinen hängen die genauen akustischen Eigenschaften „von der Härte und der Porenstruktur insbesondere an der Oberfläche ab, beeinflusst beispielsweise durch Faseranteile. Messungen von Standardprodukten zu Nachhaltigkeit und anderen akustischen Eigenschaften liegen zurzeit nicht vor“ [4, S. 103].

Lehmbausteine sind aufgrund ihrer robusten Art sehr beständig, daher hält die Konstruktion sehr lange. Auch die Wiederverwendbarkeit ist hierbei positiv zu nennen. Da Holz ein nachwachsender Rohstoff ist, ist weiterhin ein positiver Umweltaspekt gegeben. Ein Nachteil von Lehmstein-Konstruktionen ist der CO₂-Ausstoß, der im Brandfall freigesetzt wird.

Holzständerwand mit Leichtlehmfüllung

Das Grundprinzip der Fachwerkkonstruktion mit Leichtlehmgefüchen wurde in Form einer Holzständerwand mit Leichtlehmfüllung in Ostdeutschland nach dem Zweiten Weltkrieg als günstige Bauweise insbesondere für Wohn- und Landwirtschaftsbauten angewandt. Die Bauweise wurde erst Ende der 80er Jahre im Wohnungsneubau aber auch durch öffentliche Bauten bekannter [9].

Statisch gesehen besteht die Holzständerwand aus einer Holzkonstruktion mit Füllung. Tragende Stützen aus Kanthölzern oder Bohlen sowie ein tragendes Füllskelett aus Latten geben die notwendige Statik dieser Bauweise. Zu beachten ist, dass das Tragskelett für Windlasten aber auch vorgehängte Außenfassaden/Dämmplatten ausgelegt ist. Mit Hilfe von Kanthölzern oder Bohlen können Stürze aber auch Riegel für Wandöffnungen eingebunden werden. Wichtig ist zudem ein sehr guter Verbund des Gefaches. Diese notwendige Dehnung ist vor allem durch den Zuschlagsstoff von Stroh gegeben [1].

eine künstliche Bautrocknung anwenden. Das gilt für alle Lehm- baukonstruktionen.

fachungszuschlag, sowie deren Unterkonstruktion. Dabei können folgende Bestandteile sein:



Abb. 7: Lehmplatte mit integriertem Wandheizsystem (eigene Darstellung)

In Bezug auf den Wärmeschutz lässt sich diese Art der Bauweise den heutigen Anforderungen des GEG (ehemals EnEV) $U < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ als nicht mehr zulässig einordnen [1].

Um die Gefahr von Schimmelpilzbefall auf den inneren Wandoberflächen zu reduzieren, ist eine vollständige Austrocknung unumgänglich. Kann dieses nicht durch die natürliche Luftbewegung gegeben werden, sollte man

Wie auch bei anderen Lehm- baukonstruktionen, nimmt Lehm die Schadstoffe aus der Umgebung auf. Lehm besitzt die positive Eigenschaft diffusionsoffen zu sein. Dabei entsteht, wie auch bei anderen Holzunterkonstruktionen, eine natürliche und selbstregulierende Konservierung des Holzes [1].

Die Langlebigkeit von Lehm- baukonstruktionen mit Lehmfüllung ist dabei abhängig vom Aus-

Flechtwerk, Weidenflechtwerk, Stakenspaliere mit Strohlehmzöpfen, Staken in eingestemten Nuten, Staken aus Eichenholz und Strohlehm.

Ist die Wand mit einem Innen- und Außenputz versehen, so schützt diese ‚äußere Hülle‘ die Wand ebenfalls. Generell kann hier auch davon ausgegangen werden, dass die gesamte Unterkonstruktion durch die Lehmfüllung geschützt und konserviert wird.

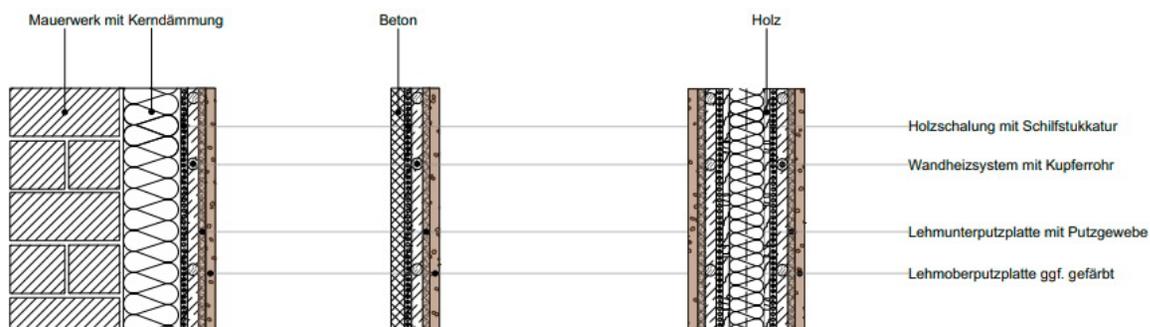


Abb. 8: Lehm- bauplatten mit eingelassener Wandheizung an Mauerwerkswand, an Betonleichtbauwand sowie als beidseitig beplankte Holzständertrockenbauwand (eigene Darstellung)

Die massive Lehmfüllung wirkt sich dabei auch auf den Schallschutz aus. Lehm nimmt den Schall gut auf und absorbiert ihn. Dieser ist durch den hohen Lehmanteil somit sehr hoch. Wie auch bei anderen Lehmkonstruktionen ist hier zu erläutern, dass ein noch höherer Schallschutz gegeben werden kann, wenn Kalk- oder Lehmputzschichten innen als auch außen angebracht werden [9].

Wie kein anderer Baustoff erfüllt Lehm auch hier die ökologischen als auch baubiologischen Anforderungen. Bei der Produktion wird wenig Energie benötigt und somit auch wenig CO₂ freigesetzt. Bei Sanierungsarbeiten besteht die Möglichkeit, den vorigen Lehm wiederzuverwerten.

Nichttragende Innenwände

Nichttragende Wände und Ausfachungen aus Lehmstoffen haben von der statischen Funktion her ihre Eigenlast sowie leichte Anpralllasten aufzunehmen.

Um die Aufgabe der Raumschließung oder auch der Raumentrennung zu ermöglichen, werden für den Bau bei nichttragenden Wänden zum Beispiel Lehmsteine, Lehmplatten, Lehm-trockenbauplatten, aber auch Leichtlehm eingesetzt.

Um dabei eine ausreichende Statik zu erlangen, übernimmt ein sogenanntes „Tragskelett“ als Unterkonstruktion die gegebenen Lasten. Eine Art der Unterkonstruktion kann beispielsweise eine

Holzständerkonstruktion sein, die im Neubau mit Lehmstoffen kombiniert wird [1].

Im Folgenden wird auf Trockenbauwände in Form von Holzständerwänden mit Lehm- bauplatten-Bepflanzung und gestapelte Lehmsteininnenwände eingegangen.

Trockenbauwände mit Lehm- bauplatten

Lehm- bauplatten sind Trocken- bauplatten für den Innenausbau und besitzen einen sehr hohen Lehm- anteil. Durch weitere Zuschlag- stoffe wie Stroh- häcksel, pflanzliche Fasern, etc. wird das Gewicht der Platten gesenkt und die Platte in Ihrer Struktur stabilisiert [10].

Großformatige Lehm- bauplatten haben zusätzlich auf beiden Seiten ein Gewebe eingearbeitet (Glasgittergewebe oder Jute- gewebe). Es gibt sie in unterschiedlichen Größen und Rastermaßen. Die Stärke der Lehm- bauplatten variiert zwischen 16 mm und 25 mm [14].

Man unterscheidet dabei zwischen vier verschiedenen Lehm- bauplattentypen. Wird der Lehm- stoff durch Streichen in einer Schale gefertigt, spricht man von form- gestrichenen Lehm- platten. Band- gestrichene Lehm- platten werden durch kontinuierliches Streichen des Lehm- stoffes geformt und geschnitten. Dieses Vorgehen wird auf einem Band durchgeführt. Durch Stampfen und Pressen in einer Form entsteht die form- gepresste Lehm- bauplatte. Man spricht von einer strang- gepressten

Lehm- platte, wenn bei der „Ziegel- herstellung eine plastische Masse durch ein Mundstück zu einem Strang gepresst wird, von dem dann abgeschnitten wird.“ [1, S.122].

Vor allem die Anwendung von Lehm- platten mit integriertem Heiz- und Kühl- systemen ist positiv zu beurteilen. Dabei werden Rohre zur Führung von kalten und warmen Zuflüssen in die Lehm- bauplatte eingelassen [15].

Weitere Lehm- bauplatten deren Anwendung als Teil des Lehm- baus wahrgenommen werden sind zum Beispiel Holz- faserplatten, die bereits im Vorfeld mit Lehm vorbeschichtet sind. Um hierbei eine gewisse Leichtigkeit zu erlangen sind daraus resultierend die Lehm- Hanf- Platte als auch die leichte Holz- faserplatte entstanden. Sie werden insbesondere als Trägerplatten für Lehm- putze aber auch für Lehm- dünnlagen- beschichtungen eingesetzt [4].

Um den wichtigen Aspekt von bauphysikalischen und mechanischen Eigenschaften zu verbessern, können Zuschlag- stoffe genutzt werden. Pflanzliche als auch mineralische Zusatzstoffe werden der formenden Lehm- masse beige- mischt und verarbeitet. Dabei sind die Zuschläge der DIN 18948 zu entnehmen [4].

Lehm- bauplatten sind ideal für den Einsatz in Leicht- baukonstruktionen (Wände, Decken, Dach- schrägen) sowie für Vorsatz- schalen bei Massiv- baukonstruktionen geeignet. Durch die Verbindung der relativ einfachen Trocken- bau-

konstruktion mit den positiven raumklimatischen Eigenschaften von Lehm, ist ein großer Vorteil gegeben. Dabei sind im Holzbau kurze Bauzeiten als auch der geringe Feuchtgehalt sehr wichtige Kriterien, aus welchen sich Lehm- bautechniken für den Holz- und Trockenbau entwickelt haben. In Bezug auf das zukünftige Bauen mit Lehm kann man also sagen, dass durch die Entwicklung der vorgefertigten Lehm- bauplatten eine große Vielfalt des schnellen Leichtbaus eröffnet und ermöglicht wird [9].

Lehm- bauplatten werden in der Regel einfach auf ein geeignetes Ständerwerk montiert und anschließend dünnlagig mit Lehm- putz und eingelegtem Gewebe überputzt [11].

Die Beplankung von Lehm- bauplatten ist ideal für die Integrierung eines Wandheizsystems, Heizungsrohren oder Hypo- kaustenelemente mit Warmluftkanälen. Die Gefahr von Schimmelpilz- befall ist dadurch eher gering. Davon abhängig ist demnach auch der Grad der Feuchteabsorption im Bauteil. Lehm nimmt zwar Feuchte auf, ist aber durch die Regulierung eines Heizsystems beständiger. Durch die Vorfertigung von Lehm- bauplatten ist eine Austrocknung also von Vorteil, um insbesondere Feuchtigkeit im Bauteil vorzubeugen. Auch hier kann man hinzufügen, dass die Unterkonstruktion durch den diffusionsoffenen Lehm geschützt wird.

Je nach Dicke der Lehm- bauplatten wird die Langlebigkeit

beeinflusst. Sie dienen jedoch gleichzeitig als Schutz der Unterkonstruktion, wie z.B. Wandheiz-, Strom- und Wassersysteme.

Lehm- platten werden als „nicht feuchtebeständig“ eingestuft. Es ist daher wichtig, darauf zu achten, dass die Lehm- platten bei Feuchteschwankungen in der Raumluft, z.B. in der Küche oder im Badezimmer, sich nicht über die zulässigen Formänderungen hinaus vergrößern bzw. verkleinern. Generell wird empfohlen, Lehm- platten in Bezug auf Feuch- tetoleranz, Wärmeleitfähigkeit sowie Wärmespeicherkapazität bestimmen als auch deklarieren zu lassen [4].

Auch hier ist der Schallschutz durch die Lehm- platten gegeben, da diese eine sehr gute Schallab- sorption besitzen. Bei normalen Konstruktionen ist das meist nur über doppelte Beplankung gegeben. Brandschutztechnisch werden Lehm- bauplatten je nach konkretem Modell als ‚B1 – schwer entflammbar‘ oder ‚A1 – nicht brennbar‘ klassifiziert. Holzstän- derwände mit beidseitiger Lehm- plattenbeplankung liegen regel- mäßig in der Brandschutzklasse F30. Dabei kommt es jedoch auch maßgeblich auf den verwendeten Dämmstoff in der Konstruktion an [4].

Um bei dieser Art von Konstruk- tion ebenfalls einen Blick auf die Umwelt zu bekommen, appelliert die Architektin Sabine Schlüter an die Baubranche: „Lehm hat den großen Vorteil, dass wir ihn ein- fach weltweit in sehr viel Mengen verfügbar haben. Und er kann

quasi wieder eins zu eins zu sei- nem Rohstoff verfallen. Das heißt, man kann ihn sozusagen nehmen und irgendwann zerkleinern und dann kann es quasi später wieder verwendet werden“ [12].

Gestapelte Ausfachungswände

Neben der Beplankung von Holz- ständerwänden im Innenraum mit Lehm- bauplatten gibt es auch die Möglichkeit, Innenwände mit Lehm- steinen in der Stapeltechnik zu füllen. Diese werden dabei im Verband zwischen den Holz- ständern gestapelt und in regel- mäßigen Abständen mit vertikalen Klemmlatten festgepresst. Es wird kein Mörtel verwendet, weshalb die Herstellung der Wände wes- sentlich schneller als beim Mau- ern durchgeführt werden kann. Häufig wird die Stapeltechnik auch für innere Vorsatzschalen im Holzbau verwendet, um speicher- fähige Masse in die Konstruktion zu bringen und einen besseren sommerlichen Wärmeschutz zu gewährleisten. Zudem ist die Nut- zung als leitungsführende Ebene möglich, da die Steine geschlitz- werden können [4].

Lehm- wände in Stapeltechnik übernehmen aufgrund ihrer An- wendung im Trockenbau keine tragenden Funktionen. Allerdings müssen sie aufgrund des relativ hohen Gewichtes der Lehm- steine bei der Gebäudestatik berück- sichtigt werden. Bauphysikalisch dienen die Lehm- steine vor allem als zusätzliche Masse, um den sommerlichen Wärmeschutz vor allem in Holzbauten zu ver- bessern. Gleichzeitig dienen sie auch als Wärmespeicherungsle-

ment und können damit zu einer Energieeinsparung beim Heizen führen [4].

Die Vorsatzschalen bzw. inneren Trennwänden können mit Lehm- bauplatten beplankt und verputzt oder auf Sicht belassen werden. Die in dieser Arbeit bereits thematisierten Vorteile von Lehm- baustoffen, insbesondere Lehmputzen im Innenraum greifen auch hier.

Da die Lehmsteine im Innenraum nicht dem Wetter ausgesetzt sind, können hier auch Lehmsteine der Klasse III verwendet werden, die relativ feuchteempfindlich sind [14]. In Nassräumen muss allerdings darauf geachtet werden, dass die Lehmsteine keiner dauerhaften Feuchtigkeit ausgesetzt sind, um einem Materialschwund und Schimmelpilzgefahr vorzu- beugen.

Solange der Faseranteil in Lehm- steinen nicht mehr als 1 % be- trägt, werden Lehmsteine als ‚nicht brennbar‘ eingestuft und sind daher von Seiten des Brand- schutzes aus als unproblematisch zu betrachten. Der Schallschutz ist hingegen nicht viel besser als der einer Luftschicht zwischen den Holzlatten einer Innenwand. An die Schallwerte von mit her- kömmlichen Dämmstoffen gefüll- ten Trockenbauwänden kommt eine Ausstapelung mit Lehmstei- nen nicht heran [4].

Zusammenfassung und Ausblick

Auch wenn sie bislang noch ein Nischenprodukt auf dem Bau- markt darstellen, werden Lehm- baustoffe in Deutschland immer

beliebter. Das liegt vor allem an einem gestiegenen Interesse an ökologisch nachhaltigen und regionalen Baumaterialien. Auch die Zunahme von in der Öffent- lichkeit Beachtung findenden Beispielprojekten trägt zu dieser Entwicklung bei. Diese Entwick- lung wird sich in den nächsten Jahren weiter fortführen, auch weil immer weiterentwickelt wird und neue Lehmbauprodukte auf den Markt kommen.

Wie in dieser Arbeit am Beispiel aktueller Wandkonstruktionen dargestellt, ist die Bandbreite an Lehm- baustoffen und damit auch an verschiedenen Konstruktionen schon jetzt beachtenswert. Für tragende Außenwände kommen Stampflehm, sowie Lehmstein- mauerwerkskonstruktionen in Frage. Der Holzrahmenbau mit Leichtlehmfüllung wird eher sehr selten umgesetzt. Auch die nach- trägliche energetische Sanierung historischer Fachwerkskonstrukti- onen, in denen selbst bereits meist Lehmgefache verbaut worden sind, gewinnt an Bedeutung. Hier- zu gibt es eine Menge verschiede- ner Lehm- bauprodukte zur (nach- träglichen) Innendämmung. Nicht zuletzt werden Trockenbauwände mit Lehm- bauplatten und Lehm- putze im Inneren angewendet.

Alle Lehm- bauprodukte vereint eine gute Wirkung auf das Raum- klima. Sie können das Raum- klima wie kein anderer Baustoff regulieren und sogar Schadstoffe absorbieren und vor elektro- magnetischer Strahlung schützen. Zudem beinhalten Lehm- baustoffe einen sehr geringen Primär- energiegehalt, können regional

gewonnen und wiederverwendet werden. Dem stehen eine geringe- re Tragfähigkeit als vergleichbare Massivbauweisen, die Benötigung einer zusätzlichen Dämmschicht sowie eine geringe Feuchteresis- tenz entgegen. Je nach konkreter Bausituation muss also ausge- sucht, experimentiert und geplant werden. Doch dann hat Lehm das Potenzial, in einigen Bereichen als historischer, regionaler Bau- stoff wieder mehr in Erscheinung zu treten. Dazu braucht es mehr Expertise bei Planern sowie muti- ge Bauherren.

Literaturquellen

1: *Schroeder, Horst: Lehm- bau – Mit Lehm ökologisch planen und bauen, 3. Auflage, Springer Fach- medien, 2019*

2: *Rauch, Martin: Gebaute Erde – Gestalten & Konstruieren mit Stampflehm, 2. Auflage, Detail Edition, 2017*

3: *Schroof, Jakob: Lehm- bau im Großformat in: Detail 11/19 ‚Bau- stoffe aus der Natur‘, 2019*

4: *Röhlen, Ulrich / Ziegert, Chris- toph: Lehm- bau Praxis Planung und Ausführung, 3. Auflage, Beuth Verlag, 2020*

5: *Pfoh, Sandro / Schneider, Patri- cia / Grimm, Franziska: Leitfaden 01 Ökologische Kenn- daten Bau- stoffe und Bauteile, Projektplat- form Energie und Innovation TU München, <https://www.ppe.tum.de/>*

6: *DIN 18945: Lehm- steine – An- forderungen, Prüfung und Kenn-*

zeichnung in der Fassung vom Dezember 2018

7: Ziegert, Christoph: *Natürliche Radioaktivität von Lehmbaumstoffen in: Wohnen + Gesundheit, 2014*

8: <https://www.welt.de>: *Häuslebauer entdecken wieder den Lehm, veröffentlicht 7.7.2008*

9: <https://www.dachverband-lehm.de>

10: <https://www.naturbauhof-lehmplatten.de>

11: <https://www.zimmerei-langer.de/lehmbau.html>

12: Interview Architektin Sabine Schlüter: *Ressourcenschonend Bauen, Johannes Kulms, www.deutschlandfunk.de*

13: <https://www.db-bauzeitung.de/db-themen/technik/bauen-mit-lehm/>

14: *Dachverband Lehm (Hrsg.): Lehmregeln – Begriffe, Baustoffe, Bauteile, 3. Auflage 2009*

15: Pilz, Achim (Hrsg.): *Lehm im Innenraum – Eigenschaften, Systeme, Gestaltung, Fraunhofer IRB Verlag, 2. Auflage 2012*

Verfasser: N. Ortner, F. Hemmers nathalie.ortner@th-owl.de felix.hemmers@th-owl.de *Wahlpflichtfach Baubiologie; Betreuer: Dr. Mario Blei*

FACHKRAFT FÜR SCHIMMEL- PILZSANIERUNG - Termin: 04.10. - 07.10.21 in JENA



Das Privatinstitut für Innenraumtoxikologie - Dr. Blei GmbH bietet in Kooperation mit der Gesellschaft für Wohnmedizin, Bauhygiene und Innenraumtoxikologie e.V. eine Ausbildung zur „Fachkraft für Schimmelpilzsanierung“ mit dem folgenden Inhalt an:

- Schadensursachen für Schimmelpilzschäden in Gebäuden
- Maßnahmen bei Schimmelpilzschäden
- Handlungsempfehlung bei Hochwasser- und anderen Kumulschäden
- Auswahl von Sanierungsmethoden
- Holzzerstörende Pilze – Arten, Vorkommen, Wachstumsbedingungen
- Argumentation und Kommunikation mit Betroffenen und Beteiligten
- aktuelle Richtlinien und Regelwerke



Die Fort- bzw. Weiterbildung wird mit einer schriftlichen Abschlussprüfung beendet. Ergänzt wird die Ausbildung durch einen praktischen Einblick in die Probenahme. Die Teilnehmer erhalten Literatur, Gesetzes- und Vorschriftenübersichten sowie Skripte und ein Zertifikat als Bestätigung.



Die Anmeldung muss bis zum 20.09.2021 schriftlich in einfacher Form per E-Mail (Name, Vorname und Kontaktdaten der Teilnehmer/in) erfolgen. Die Teilnahmegebühr beträgt 895 EUR (netto) pro Person. Enthalten sind in der Gebühr Lehr- gangunterlagen (teilweise im pdf-Format), Kaffee- und Pausengetränke sowie ein Mittagessen. Im Fall einer Abmeldung bitten wir um schriftliche Benachrichtigung und Begründung. Bei Abmeldung nach dem Meldeschluss berechnen wir eine Bearbeitungsgebühr. Der Veranstaltungsort befindet sich in Jena (Adresse wird noch bekannt gegeben). Die Teilnehmer müssen die Übernachtungsreservierung selbst vornehmen. Übernachtungen werden am Veranstaltungsort direkt möglich sein.

Blei-Institut GmbH
Rodatalstraße 8
07751 Jena-Zöllnitz

www.blei-institut.de
03641- 504848
jena@blei-institut.de

BLEI INSTITUT
Privatinstitut für Innenraumtoxikologie -
Dr. Blei GmbH